ENCICLOPEDIA

DELLE

ARTI E INDUSTRIE

VOLUME SESTO

PARTE ~~PRIMA~~ SECONDA

ENCICLOPEDIA

DELLE

ARTI E INDUSTRIE

COMPILATA COLLA DIREZIONE

DELL'INGEGNERE

M^SE RAFFAELE PARETO

E DEL COMM. INGEGNERE

GIOVANNI SACHERI

VOLUME SESTO

PARTE PRIMA

RESISTENZA DEI MATERIALI — SEGO

TORINO

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE

1896

RESISTENZA DEI MATERIALI. — Francese *Résistance des Matériaux;* ingl. *Strength of Materials;* tedesco *Festigkeit der Materialien.*

NOZIONI PRELIMINARI. DEFINIZIONI. LEGGI GENERALI, E RISULTATI D'ESPERIENZA.

L'esperienza quotidiana ci insegna che qualunque corpo, sottoposto all'azione di forze esterne, si deforma, e, se l'intensità delle forze supera un certo limite, dopo un tempo più o meno lungo, si rompe.

La scienza detta della *Resistenza dei Materiali* ha per oggetto principale di determinare le dimensioni che si devono assegnare ad un corpo di determinata forma e materia, il quale debba venir sottoposto a sforzi determinati e noti, acciocchè, sotto l'azione di questi sforzi il corpo, non solo non si rompa e resista quindi indefinitamente, ma di più non assuma una deformazione incompatibile coll'uffizio a cui il corpo stesso è destinato.

Nello studio della resistenza dei materiali i corpi si considerano come costituiti di *molecole*, o particelle piccolissime, separate da intervalli impercettibili, e fra le quali si sviluppano delle forze *attrattive* o *repulsive* secondochè le forze a cui si sottomette il corpo che ne è costituito aumentano o diminuiscono le loro reciproche distanze. Queste forze molecolari che nascono dallo spostamento delle molecole di un corpo diconsi *forze elastiche* o *forze interne* del corpo stesso.

Le *forze elastiche* fanno costantemente equilibrio alle *forze esterne.*

Quando noi sottoponiamo, per un certo tempo, un corpo all'azione di forze esterne, le quali non ne producano la rottura, e facciamo quindi cessare l'azione di queste forze osserviamo che il corpo tende, *in generale*, a riprendere la forma primitiva, ma non la riprende mai esattamente. Questa tendenza che hanno i corpi deformati temporaneamente da forze esterne a riprendere la loro primitiva forma costituisce quella proprietà che dicesi *elasticità.*

Un corpo *perfettamente elastico* riprenderebbe, al cessare delle forze esterne, sempre quando le medesime siano contenute entro certi limiti, esattamente la forma primitiva.

Nessun corpo è perfettamente elastico; e l'esperienza ci insegna ancora che:

La deformazione subìta da un corpo sottoposto all'azione di forze esterne si può scomporre in:

a) una deformazione che sparisce al cessare dell'azione delle forze stesse, e dicesi quindi *deformazione elastica;*

b) una deformazione che sussiste anche dopo che le forze hanno cessato di agire, e che perciò ha ricevuto il nome di *deformazione permanente.*

Le deformazioni elastiche per taluni corpi, come il ferro temperato, l'acciajo, ecc., ed entro un certo limite, detto *limite d'elasticità*, sono sensibilmente proporzionali alle forze che le producono; le deformazioni permanenti sono, entro lo stesso limite, trascurabili di fronte alle prime.

Chiariremo ora un po' meglio, ragionando sopra un *esempio*, il concetto del *limite d'elasticità.*

Quando noi sottoponiamo una sbarra rettilinea ad uno sforzo di trazione lentamente e gradatamente crescente, la sbarra si allunga; e se noi abbiamo il mezzo di misurare esattamente gli allungamenti subìti dalla sbarra, e, presi due assi di coordinate, tracciamo, per punti, una linea che abbia per ascisse gli allungamenti subìti dalla sbarra e per ordinate gli sforzi successivi a cui si è sottoposta la medesima, troviamo che da principio, e per un notevole tratto, detta linea si confonde sensibilmente con una retta, il che significa che *gli allungamenti subìti dalla sbarra sono proporzionali alle forze che li hanno provocati.*

Ma se noi seguitiamo a far crescere lo sforzo di tensione e facciamo avanzare di pari passo la costruzione della linea, giunti ad un certo punto ci accorgiamo che questa si incurva, dapprima lentamente, poi sempre più rapidamente, verso l'asse delle ascisse, il che significa evidentemente che *gli allungamenti crescono più rapidamente che le forze che li producono*, e che il corpo è entrato in una nuova fase di resistenza. Orbene, a partire dall'istante in cui gli allungamenti non sono più proporzionati alle forze traenti, si dice che *il corpo ha oltrepassato il limite di elasticità;* poichè l'esperienza dimostra che, fino a tanto che le forze che sollecitano il corpo non gli fanno oltrepassare questo limite, le deformazioni permanenti sono talmente piccole che occorrono strumenti di precisione non solo per misurarle, ma finanche per constatarle (1), e quindi al disotto di detto limite il corpo si può ritenere come perfettamente *elastico.* Tale è l'origine della denominazione: *limite di elasticità.*

In pratica conviene sottoporre i corpi a forze che non solo non sieno capaci di romperli, ma non facciano loro nemmeno oltrepassare il *limite d'elasticità.*

Questo limite d'elasticità è diverso per i varii corpi e varia sovente in modo notevole per uno stesso corpo, a seconda delle operazioni a cui il medesimo è stato sottoposto. Per i metalli l'azione del martello, dei cilindri, della filiera, e per l'acciajo in ispecial modo la *tempera*, rendono più elevato il limite di elasticità, ed, in misura alquanto minore, anche la resistenza alla rottura, mentre ne diminuiscono la duttilità. La ricottura produce l'effetto contrario.

Elasticità ulteriore o consecutiva. — Quando ad un corpo si applicano delle forze, le quali non gli facciano oltrepassare il suo limite di elasticità, l'esperienza dimostra che il medesimo si deforma ed assume, *quasi subito* e *press'a poco* la nuova forma che conserva fintantochè perdura, inalterata, l'azione delle forze esterne. Diciamo *quasi subito* e *press'a poco* perchè se è vero che la deformazione principale, quale si può misurare con i mezzi ordinari, si produce tostochè vengono applicate le forze esterne, per contro l'impiego di apparecchi di precisione permette di constatare che in realtà l'equilibrio fra le forze esterne e le forze elastiche non si stabilisce immediatamente, cioè la deformazione continua ad aumentare, in modo lentissimo e di meno in meno sensibile, e non raggiunge il suo valore massimo, definitivo, che al termine di un tempo più o meno lungo, che in molti casi si riduce a pochi minuti, mentre in altri può elevarsi a un certo numero d'ore, di giorni, ed anche di mesi, secondo le circostanze, e specialmente secondo la natura del materiale.

Reciprocamente, quando si fa d'un tratto cessare l'azione delle forze esterne che sollecitano un corpo, questo non riprende la sua forma definitiva (la quale si avvicina tanto più alla forma primitiva quanto più le forze applicate erano al disotto di quelle capaci di far raggiungere alla materia il suo limite di elasticità) se non gradatamente, e dopo un tempo che è tanto più lungo quanto più grande è stata la durata dell'applicazione delle forze.

(1) Per il ferro ordinario una forza di trazione di 12 Kg. per millimetro quadrato non produce che l'allungamento *permanente* di 1 mm. sopra una lunghezza di 100 metri (Madamet).

Questi fenomeni di lenta deformazione sono stati studiati per la prima volta, nel 1835, dal Weber che li battezzò col nome di *elastische Nachwirkung* (azione elastica ulteriore); ed in seguito furono l'oggetto di interessanti ricerche per parte di Kolrausch, di Neesen e di Wiedemann in Germania, di L. Pérard nel Belgio, e di William Kent in America. — Per dare un'idea della loro entità riporteremo alcuni dei risultati ottenuti dai suddetti sperimentatori.

Il Kolrausch sottopose un filo di ottone ad una torsione di 90°, una prima volta per un tempo di 1 minuto, ed una seconda volta per 2 minuti; fatta cessare l'azione della forza torcente, gli angoli di torsione sussistenti, ossia le deviazioni dalla posizione naturale primitiva del filo, furono le seguenti:

Per il filo torto di 90°	Deviazioni osservate al termine di						
	1 minuto	1 ora	2 ore	3 ore	5 ore	7 ore	24 ore
Durante 1 minuto	23°8	11°5	9°3	7°4	6°3	5°5	1°8
Durante 2 minuti	42°5	17°8	14°4	11°9	9°1	7°0	2°3

Si vede adunque come, anche dopo 24 ore, il filo non avesse ancora ripresa la sua posizione primitiva, sussistendo nel primo caso una torsione di 1°8, e nel secondo di 2°3.

Il Wiedemann eseguì delle esperienze analoghe, sottoponendo a successivi sforzi di torsione, ognora crescenti, un filo di ottone del diametro di 2 millimetri e lungo 48 centimetri, e misurando gli angoli di torsione appena applicata la forza e, poscia, quando si era stabilito definitivamente l'equilibrio. Ecco i risultati di queste esperienze:

Angoli di torsione osservati	Valori proporzionali dei momenti di torsione producenti le deviazioni sotto indicate					
	3	5	7	9	11	13
Appena applicata la forza . . .	312°	523°	733°	956°5	1191°	1510°
Ad equilibrio stabilito	312°	523°	734°	959°	1204°	1543°

Il Pérard eseguì le sue esperienze in altro modo. Egli sottomise alla torsione una sbarra cilindrica di ferro, di mm. 30,4 di diametro, e di 1 metro di lunghezza, e trovò che i valori proporzionali dei momenti necessari per mantenere una torsione di 60°, prendendo per unità il momento producente inizialmente detta torsione, erano: al termine di 2 minuti, 0,930; di 1 ora, 0,920; di 2 ore, 0,915; di 12 ore, 0,905; di 1 giorno, 0,895; di 2 giorni, 0,887; di 2 giorni e $^1/_2$, 0,884.

Notiamo però che, per sè stesse, tutte queste esperienze, nel modo in cui furono eseguite, hanno poca importanza per la pratica perchè in esse le deformazioni, ossia le torsioni, vennero spinte molto al di là di quelle che sono ammesse in pratica. Esse hanno, nondimeno, una notevole importanza per la scienza della Resistenza dei Materiali, per le conseguenze che se ne deducono.

L'elasticità consecutiva essendo dovuta al fatto che le molecole dei corpi non possono assumere d'un tratto la loro posizione definitiva d'equilibrio, è facile prevedere che la resistenza dei corpi alla rottura deve variare continuamente durante il periodo transitorio che precede lo stato finale d'equilibrio in questione. E ciò è stato appunto confermato dalle esperienze eseguite, sotto la direzione del Kent, in America. Una apposita Commissione, avendo preso un certo numero di sbarre identiche di ferro dolcissimo, le sottopose tutte consecutivamente ad un medesimo sforzo di trazione, di poco inferiore a quello capace di produrne la rottura; poi, tolto il carico, si determinò la resistenza alla rottura delle varie sbarre, dopo averle lasciate a sè, scaricate, per un tempo diverso per le diverse sbarre. I risultati ottenuti dalla Commissione americana si possono riassumere nelle seguenti cifre:

Tempo durante il quale si lasciarono riposare le sbarre fra il primo ed il secondo saggio di trazione	Aumento di resistenza alla rottura verificatosi rispetto alle sbarre che vennero rotte con un solo saggio di trazione
Meno di 1 ora	1,1 %
Da 1 ad 8 ore	3,8 »
1 giorno	15,4 »
3 giorni	16,2 »
8 giorni	17,8 »
6 mesi	17,9 »

Per il ferro meno dolce, e per l'acciajo, l'aumento di resistenza, constatato in analoghe esperienze, risultò molto meno rilevante, non raggiungendo esso che il 3 od il 4 % al massimo.

Gli effetti dell'elasticità consecutiva hanno una notevole influenza sui risultati delle esperienze dirette a determinare la resistenza dei materiali, secondo il modo in cui le medesime vengono condotte, e sopratutto secondo il tempo che si fanno durare i singoli saggi. Tali effetti si esauriscono con una rapidità estrema, e perciò riescono quasi insensibili, nei metalli ordinari, come il ferro, l'acciajo, ecc.; mentre, come risulta dalle sperienze sopra citate, essi hanno una notevole durata, ed un'influenza pronunciata, nel ferro molto dolce, nel rame, e, sopratutto nelle sostanze di origine vegetale od animale quali sono, ad esempio, le funi di canapa o di cotone, le cinghie di cuojo, di caoutchou, ecc. — Essi sono tanto più apprezzabili quanto più le forze a cui si sottopongono i corpi si avvicinano al carico di rottura. Importa dunque tenerne il debito conto nelle prove di resistenza dei materiali, badando, in special modo, a non condurre troppo rapidamente le singole esperienze. — Ma su ciò ritorneremo quando parleremo del modo di eseguire le esperienze sulla Resistenza dei Materiali.

Effetti prodotti dalla ripetizione rapida e frequente degli sforzi. — Leggi di Wöhler. — Quando una sbarra viene sottoposta a sforzi di trazione reiterati, ma succedentisi ad intervalli di tempo sufficientemente ampi, ed inferiori al *carico al limite di elasticità*, non si verifica in generale alcun peggioramento nelle condizioni di resistenza della sbarra. Ma se gli sforzi esercitati si succedono ad intervalli molto corti, inferiori cioè a quelli che occorrono perchè le molecole assumano la loro posizione definitiva d'equilibrio, per quanto si è detto nel precedente paragrafo sugli effetti dell'elasticità consecutiva, si dovrà verificare una diminuzione di resistenza nella sbarra. Ed è ciò appunto che hanno dimostrato le esperienze del Wöhler, continuate dallo Spangenberg, poi da Bauschinger e da altri.

Questi autori hanno eseguito numerose esperienze sulla trazione, sulla compressione, sulla flessione e sulla torsione *reiterate*, specialmente per il ferro e per l'acciajo; le quali esperienze hanno condotto alle così dette

Leggi di Wöhler, che, secondo il *Winkler*, si possono riassumere nel seguente modo:

1° Quando gli sforzi vengono ripetuti frequentemente ed a sbalzi, la rottura avviene per una tensione specifica minore di quella che corrisponderebbe ad un carico stabile e costante.

2° Il numero n delle volte che occorre sottomettere un pezzo ad un dato sforzo per procurarne la rottura è tanto più grande quanto minore è la tensione massima provocata dallo sforzo nel corpo, supponendo una tensione minima costante. Così, per esempio, la tensione minima a cui si assoggetta *una sbarra di ferro fucinato* essendo 0, e la tensione massima essendo rispettivamente di 4500, 3000, 2500 e 2200 Kg. per cm², la rottura della sbarre avverrebbe per un valore di n uguale rispettivamente a 0,17 — 0,86 — 1,50 e 48,20 milioni.

3° Supponendo invece costante la tensione massima, il numero n è tanto più grande quanto più grande è pure la tensione minima che viene provocata nella materia, vale a dire quanto meno la tensione minima si discosta dalla tensione massima. Così, per esempio, per l'*acciajo fuso*, essendo la tensione massima di 7300 Kg. per cm², e la tensione minima rispettivamente uguale a 1260, 2430, 2660 e 4820 Kg. per cm², il valore di n è rispettivamente uguale a 0,06 — 0,15 — 0,40 e 19,67 milioni.

4° Quando, per una data tensione minima, la tensione massima non oltrepassa un certo limite, allora non avverrà mai la rottura, per quanto grande sia il numero delle sollecitazioni.

Questa tensione massima, per la quale non avviene più rottura, viene chiamata *resistenza al lavoro* (franc. *Résistance au travail;* ted. *Arbeitsfestigkeit*).

Sui risultati delle esperienze di Wöhler alcuni autori tedeschi, e particolarmente Winkler, Launhardt, Gerber e Weyrauch, hanno composto delle formole empiriche che dànno l'espressione della suddetta *resistenza al lavoro*. Dicendo A questa resistenza, B la tensione minima data a cui si sottopone la sbarra, T_1 la forza capace di produrre la rottura della medesima per trazione, T_2 quella capace di produrre la rottura per compressione, si avrebbe:

a) Secondo Winkler:

per il ferro:

per la trazione — per la compressione

$$A = 0{,}55T_1 + 0{,}45B\,; \quad A = 0{,}64T_2 + 0{,}36B,$$

per l'acciajo fuso:

$$A = 0{,}44T_1 + 0{,}56B\,; \quad A = 0{,}38T_2 + 0{,}62B.$$

b) Secondo Launhardt:

per il ferro: $$A = \left(0{,}55 + 0{,}45\frac{B}{A}\right)T_1;$$

per l'acciajo fuso: $$A = \left(0{,}45 + 0{,}55\frac{B}{A}\right)T_1.$$

c) Secondo Gerber:

per il ferro: $$A = \sqrt{13T_1^2 + 12BT_1} - B - 3T_1$$

per l'acciajo: $$A = \sqrt{13T_1^2 + 14{,}4BT_1} - B - 3{,}6T_1.$$

L'esattezza di queste formole però è discutibile; nè è ben certo che i risultati delle esperienze di Wöhler e di Spangenberg abbiano il significato che si è voluto attribuir loro.

Difatti, come giustamente osservarono il prof. C. Clericetti, dell'Istituto Superiore di Milano, in un suo studio sulle esperienze di Wöhler, ed il Madamet nella sua *Résistance des Matériaux*, pag. 23, gli sforzi esercitati nelle esperienze di Wöhler, essendo applicati mediante una macchina a vapore, non crescevano lentamente, in modo continuo, da zero fino al loro valore finale, ma venivano applicati d'un tratto, col valore che restava costante per tutta la durata della loro azione. In tal caso la massima tensione o pressione che si produceva nelle sbarre sperimentate risultava notevolmente maggiore della forza effettivamente applicata, in causa della forza viva acquistata sul principio dell'azione, e sorpassava sempre, e di molto, il limite di elasticità. Ora è noto che quando questo limite viene oltrepassato si produce sempre un notevole allungamento permanente; e si comprende come in tal caso la ripetizione dello sforzo per un numero grandissimo di volte possa produrre la rottura. Perciò i risultati ottenuti da Wöhler si possono riferire unicamente a *sforzi di durata brevissima e rapidamente reiterati*. Questo caso si presenta, per esempio, negli assi dei veicoli ferroviari e delle locomotive, e, fino ad un certo punto, anche in taluni organi di macchine a vapore, come gambi di stantuffo, bielle, ecc.; ma in generale, per avere dei risultati esatti, bisogna tener conto del tempo durante il quale agiscono i carichi e della rapidità colla quale essi si succedono. Nei ponti per strade ferrate, per esempio, le condizioni di resistenza sono notevolmente diverse da quelle che si verificavano nelle esperienze di Wöhler; ed, in generale, si può dire che i risultati ottenuti da quest'ultimo, ed integrati per mezzo di formole dagli autori sopra citati, sono lungi dall'essere applicabili a tutti i differenti casi della pratica (1).

Limiti di applicabilità delle formole di resistenza dei materiali. — Carichi che si possono far sopportare ai corpi con sicurezza. — In tutte le formole che daremo si suppone sempre che gli allungamenti, gli accorciamenti e gli scorrimenti siano proporzionali agli sforzi che li producono; il che si verifica soltanto, come abbiamo osservato sin da principio, fino a tanto che *le forze elastiche non oltrepassano, in nessun punto del corpo, il limite di elasticità*. A partire da questo punto le formole della resistenza dei materiali non hanno più alcun valore.

Così i *carichi di sicurezza*, cioè i carichi che si possono far sopportare ai corpi senza pericolo, nè prossimo nè remoto, di rottura, devono essere non soltanto minori dei carichi di rottura, ma anche inferiori ai carichi che sarebbero capaci di fare raggiungere al corpo il suo limite di elasticità; e quindi è più razionale assumere ed esprimere i *carichi di sicurezza* come *frazioni dei carichi al limite di elasticità*, che non come frazioni dei carichi di rottura, quantunque in quest'ultimo caso si possa assumere la frazione (detta *coefficiente di stabilità o di sicurezza*) talmente piccola che il carico di sicurezza risulti una frazione ancora sufficientemente piccola dello stesso carico al limite di elasticità. Quest'ultima frazione dovrà, in generale, essere compresa fra $\frac{2}{5}$ ed $\frac{1}{2}$.

(1) Per più ampii particolari su questo argomento si possono consultare le interessanti Memorie pubblicate negli *Annales des Ponts et Chaussées* dai signori Considère (1° semestre 1885, pag. 574), Mayer (2° semestre 1886, pag. 725), Bricka (2° semestre 1887, pag. 698): le *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils* (2° semestre 1881, pag. 39 e 58); il *Génie Civil* (maggio 1881, pag. 305); la *Revue Universelle des Mines* (1° semestre 1882, pag. 596); la *Stabilité des Constructions* del Weyrauch (traduz. francese di M. Svilokossitch); e la *Résistance des Matériaux* del Madamet (Paris, E. Bernard, 1891).

Delle diverse specie di resistenze.

Secondo il modo diverso con cui un corpo è sollecitato da forze estrinseche, anche le forze elastiche vengono a svilupparsi in modo diverso, e si distinguono, conseguentemente, varie specie di elasticità e di resistenza.

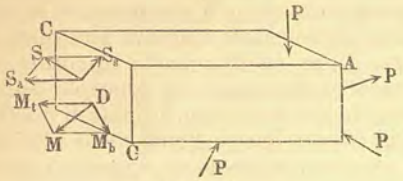


Fig. 1470.

Sia CC (fig. 1470) una sezione trasversale qualsiasi di un corpo AC sollecitato da forze P comunque dirette. Le forze elastiche che si sviluppano nella sezione CC, per l'azione del pezzo di corpo che si immagina sia stato tagliato ed asportato, si comporranno in generale in una forza risultante, S, ed in una coppia, il cui asse abbia la direzione DM ed il cui momento sia rappresentato dal segmento DM. Si scomponga ora la forza S nelle due componenti S_a ed S_s, delle quali la prima sia perpendicolare al piano della sezione CC, e la seconda sia contenuta nel piano stesso; ed analogamente si scomponga la coppia DM in due coppie componenti i cui assi DM_t e DM_b sieno rispettivamente normale, il primo, al piano della sezione, ed il secondo contenuto nel detto piano. Se le forze P agissero per modo che dei quattro elementi S_a, S_s, M_t, M_b uno solo fosse necessario a mantenere l'equilibrio, allora si direbbe che nel corpo si sviluppa una *resistenza semplice;* mentre per *resistenza composta* si intende quella che viene provocata nel corpo quando per mantenere il medesimo in equilibrio è necessario più di uno dei quattro elementi summentovati.

Si hanno dunque i seguenti quattro casi che dànno luogo a cinque differenti specie di elasticità o di resistenza semplice:

1° Quando, a fare equilibrio alle forze esterne si richiede soltanto una forza S_a, normale al piano della sezione. In questa viene allora sviluppata una resistenza alla trazione od alla compressione, secondochè la forza S_a è diretta dal piano della sezione verso l'esterno, cioè verso la parte del corpo che immaginiamo recisa, oppure verso l'interno, nella parte CA che appunto consideriamo.

Fig. 1471.

Fig. 1472.

Questo caso si verifica quando due forze esterne, eguali e di senso contrario, P,—P operano nella direzione dell'asse rettilineo di un corpo AB (fig. 1471 e 1472). Nel caso della fig. 1471 le due forze tendono evidentemente ad allungare il solido, nel quale si sviluppa allora la *resistenza alla trazione semplice* (franc. *Résistance à l'extension;* ingl. *Strenght of extension;* ted. *Zugfestigkeit*); nel caso della fig. 1472, invece, le forze tendono ad accorciare, ossia a comprimere il corpo, ed in questo si sviluppa la *resistenza alla compressione semplice* (franc. *Résistance à la compression;* ingl. *Strength of compression;* ted. *Druckfestigkeit*).

2° Quando a mantenere l'equilibrio è sufficiente la forza S_s (fig. 1470) contenuta nel piano della sezione. Questo caso si manifesta, p. es., in un chiodo ribadito (fig. 1473). La forza P tende a trar fuori la parte intermedia del chiodo, compresa fra i due piani CC. Si immaginino fatti due tagli secondo tali piani; si dovrà allora applicare ad ognuna delle superficie sezionate la forza di coesione in essa contenuta $S_s = \frac{P}{2}$, se vogliamo che sussista ancora l'equilibrio come prima.

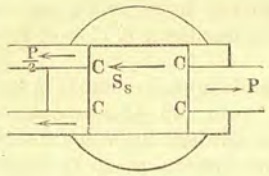


Fig. 1473.

In questo caso si dice che nel chiodo si sviluppa la *resistenza al taglio od allo scorrimento* (franc. *Résistance au cisaillement;* ingl. *Strenght of shearing;* ted. *Schubfestigkeit*).

3° Quando, a fare equilibrio alle forze esterne si richiede unicamente una coppia il cui asse M_b (fig. 1470) sia contenuto nel piano della sezione ossia il cui piano di rotazione sia perpendicolare alla sezione.

In questo caso si dice che nel solido si sviluppa la *resistenza alla flessione semplice* (franc. *Résistance à la flexion;* ingl. *Strenght of flexure;* ted. *Biegungsfestigkeit*).

4° Quando per mantenere l'equilibrio è necessario e sufficiente una coppia, il cui asse M_t (fig. 1470) sia perpendicolare al piano della sezione, ed il cui piano di rotazione sia, di conseguenza, coincidente col piano della sezione. Ciò avviene quando due coppie che si fanno equilibrio (P,-P), (Q,-Q) operano sul solido ad asse rettilineo AB (fig. 1474) avendo i loro piani di rotazione perpendicolari all'asse del corpo.

In questo caso si dice che nel solido si sviluppa la *resistenza alla torsione* (franc. *Résistance à la torsion;* ingl. *Strenght of torsion;* ted. *Drehungsfestigkeit*).

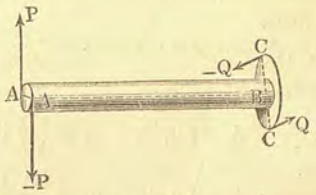


Fig. 1474.

In tutti gli altri casi, in cui a stabilire l'equilibrio occorre più di uno dei quattro elementi S_a, S_s, M_b, M_t, nel corpo si sviluppano *resistenze composte*, di cui diremo, dopo aver trattato delle resistenze semplici, quel tanto che interessa di conoscere per i casi più importanti della pratica.

Resistenza alla trazione semplice. — I soli corpi ad asse rettilineo possono essere sollecitati da forze esterne, in modo che in tutte le loro sezioni si sviluppi unicamente la resistenza alla trazione semplice. In questo

paragrafo adunque considereremo unicamente solidi ad asse rettilineo, che per brevità chiameremo *sbarre*.

Una sbarra *pesante* è soggetta a sforzo di trazione semplice solo quando: 1° essa sia verticalmente disposta; 2° la risultante delle forze estrinseche che la sollecitano sia diretta secondo l'asse della sbarra.

Siccome però nella maggior parte dei casi si trascura il *peso proprio* delle sbarre, così si ritiene in generale sufficiente la seconda condizione perchè una sbarra, comunque inclinata, si possa considerare come soggetta a sforzo di trazione semplice.

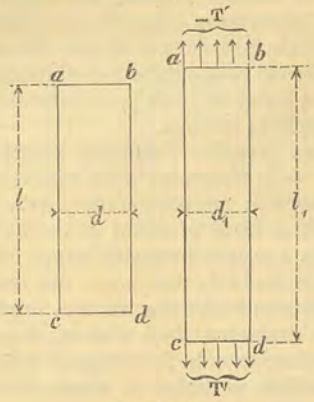


Fig. 1475.

Consideriamo adunque una sbarra *ab cd* (fig. 1475), *di sezione trasversale costante* Ω; diciamo l la sua lunghezza. Immaginiamo applicate alle due estremità della sbarra *ab* e *cd* due forze T' e -T', uguali, dirette per verso contrario e secondo l'asse della sbarra, le quali si possano ritenere uniformemente distribuite sulle due estremità della sbarra stessa, e *non le facciano oltrepassare il suo limite di elasticità.*

Sotto l'azione di queste forze la sbarra si allungherà. Diciamo l_1 la nuova lunghezza, $l_1 - l$ rappresenterà l'*allungamento totale* subìto dalla sbarra. Chiamiamo λ' questo allungamento, poniamo cioè:

$$l_1 - l = \lambda'.$$

L'esperienza dimostra che l'allungamento λ' è:

1° direttamente proporzionale all'intensità della forza T';

2° direttamente proporzionale alla lunghezza iniziale della sbarra l;

3° inversamente proporzionale all'area Ω della sezione trasversale della sbarra;

4° dipende essenzialmente dalla natura del materiale di cui è costituita la sbarra.

Si ha cioè:

$$\lambda' = \frac{T' l}{E \Omega} \ldots \qquad (1)$$

dove E è un coefficiente numerico che tien conto della natura del materiale.

Significato e determinazione di E. — Risolvendo la (1) rispetto a T' si ottiene:

$$T' = E \Omega \frac{\lambda'}{l} \ldots \qquad (2)$$

Il rapporto $\frac{\lambda'}{l}$ dell'allungamento subìto dalla sbarra alla sua lunghezza primitiva rappresenta evidentemente l'allungamento che ha subìto l'unità di lunghezza del solido, ossia *l'allungamento riferito all'unità di lunghezza*, che dicesi ancora *allungamento relativo.*

Rappresenteremo sempre questa quantità con la lettera i', e scriveremo quindi la (2) più semplicemente così:

$$T' = E \Omega i' \qquad (3)$$

Se in quest'equazione facciamo $\Omega = 1$, $i' = 1$, otteniamo

$$T' = E;$$

dunque E *rappresenta quella forza traente che, in una sbarra di sezione trasversale uguale all'unità, sarebbe capace di provocare un allungamento relativo eguale ad 1*, o, in altri termini, *produrrebbe un allungamento uguale alla lunghezza iniziale della sbarra, nell'ipotesi che questa, crescendo gradatamente la forza traente dal valore O al valore T', seguitasse ad allungarsi elasticamente*, cioè di quantità proporzionali agli incrementi della forza traente.

E qui notiamo subito che *ciò in pratica non avviene mai;* qualunque corpo, anche il più elastico, non solo oltrepassa il suo limite di elasticità, ma si rompe molto prima che l'allungamento subìto abbia raggiunto il valore sopraindicato.

Al coefficiente E, che evidentemente è un numero costante per un dato materiale, ma che varia da corpo a corpo, si è dato il nome di *modulo di elasticità.* — Dalla (2) si ricava

$$E = \frac{T'}{\lambda'} \frac{l}{\Omega} \qquad (4)$$

la quale indica il modo di determinare E per un dato materiale, per esempio il ferro. Presa, per ciò, una sbarra di detto materiale, di cui si misura esattamente la lunghezza e la sezione trasversale, si assoggetta, mediante una *macchina per provare la resistenza dei materiali*, a sforzi gradatamente crescenti T'_1, T'_2, T'_3, ... si misurano gli allungamenti corrispondenti λ'_1, λ'_2, λ'_3, ... e si calcolano i valori

$$\frac{T_1'}{\lambda_1'} \cdot \frac{l}{\Omega}, \quad \frac{T_2'}{\lambda_2'} \cdot \frac{l}{\Omega}, \quad \frac{T_3'}{\lambda_3'} \cdot \frac{l}{\Omega}, \ldots$$

i quali risulteranno pochissimo diversi, fintanto che non si fa oltrepassare alla sbarra il suo *limite di elasticità.* (Le leggere differenze che si troveranno provengono: 1° dall'imperfetta omogeneità ed elasticità del materiale, anche entro il così detto *limite di elasticità;* 2° dall'imperfezione dei mezzi di misura). Prendendo la media dei valori trovati si ottiene il valore di E.

Nella tabella a pag. 1171 sono riportati i valori di E per i diversi materiali impiegati nelle costruzioni sì civili che meccaniche.

Si riconosce che il corpo ha oltrepassato il suo limite di elasticità quando si trova un valore $\frac{T'_n}{\lambda'_n} \frac{l}{\Omega}$ molto diverso da E. Nelle macchine provviste di apparecchio automatico costruente il diagramma questo indica chiaramente quando si è oltrepassato detto limite.

L'allungamento relativo che si è prodotto in una sbarra quando la medesima sta per oltrepassare il limite di elasticità dicesi *allungamento relativo al limite di elasticità;* la forza che produce tale allungamento dicesi *carico al limite di elasticità.* Il carico di sicurezza deve sempre essere inferiore al *carico al limite di elasticità* (vedi la tabella a pagina 1171).

In pratica il calcolo della sezione trasversale Ω di una sbarra prismatica che deve sopportare un determinato sforzo di trazione, si fa colla formola semplicissima:

$$P = \Omega k \qquad (5)$$

dove P è il carico che può sopportare stabilmente la sbarra di sezione Ω, e k è il *carico di sicurezza* riferito all'unità di sezione.

La formola (5) serve ancora a risolvere questi altri due problemi:

1° Determinare il carico P che può portare una sbarra di data sezione trasversale Ω. Basta per ciò conoscere il *carico di sicurezza* relativo al materiale di cui è costituita la sbarra (vedi tab. a pag. 1171).

2° Verificare la stabilità di una sbarra di sezione Ω caricata di un peso conosciuto P. — Si fa il rapporto $\frac{P}{\Omega}$ e si verifica se esso è minore, o tutto al più eguale al carico di sicurezza.

Le unità ordinariamente addottate per esprimere i valori di E, di k, del carico di rottura, ecc., sono il *chilogramma* ed il *millimetro* (oppure il centimetro). Così, quando si dice, per esempio, che il *modulo d'elasticità* (per trazione) del ferro è 20 000, ciò significa che *una sbarra di ferro* (filo) *avente una sezione trasversale di* 1 *mm*², *caricata di un peso di 20 000 Kg. si allungherebbe di una quantità eguale alla sua lunghezza primitiva* (se non si rompesse e se si allungasse elasticamente).

La conoscenza dei valori dei moduli di elasticità per i diversi materiali è indispensabile per poter calcolare gli allungamenti subìti dalle sbarre sottoposte a sforzi di trazione. Questi allungamenti si calcolano colla formola (1).

Fenomeni generali della trazione. — Quando in una sbarra rettilinea viene provocata la resistenza alla trazione per mezzo di una macchina la quale faccia crescere lentamente, *in modo continuo*, lo sforzo traente, nella medesima si verificano tre periodi distinti, caratterizzati da fenomeni speciali che si osservano in special modo nelle sbarre cilindriche.

Nel *1° periodo* gli allungamenti crescono proporzionalmente agli sforzi traenti, e gli allungamenti relativi sono costanti su tutta la lunghezza della sbarra, la quale si mantiene perciò di diametro uniforme su tutta la sua lunghezza. In questo periodo le deformazioni permanenti sono trascurabili di fronte alle deformazioni elastiche.

Nel *2° periodo* le deformazioni permanenti cominciano a rendersi facilmente apprezzabili, e si dice allora che *si è oltrepassato il limite di elasticità*. Questo periodo è caratterizzato dal fatto che gli allungamenti crescono man mano più rapidamente che non i carichi, e non acquistano il loro valore definitivo se non al termine di un certo tempo, che generalmente è di pochi minuti per i materiali di uso più frequente nelle costruzioni, ma può raggiungere delle ore, ed anche dei giorni, secondo la natura del corpo e l'intensità dello sforzo traente; *però, fino a tanto che questo rimane al disotto di un certo limite, l'equilibrio finisce per stabilirsi* (vedi *Elasticità consecutiva*, pag. 1161), e gli allungamenti relativi si mantengono tuttavia costanti da un capo all'altro della sbarra.

3° Periodo. — A partire da un dato istante, estremamente variabile secondo la natura del materiale, si produce sopra un tratto poco esteso della lunghezza della sbarra un allungamento relativo sensibilmente più grande che sulle rimanenti porzioni della medesima, e l'allungamento è accompagnato da una *contrazione laterale* che dà luogo ad una specie di strozzamento ossia ad una diminuzione visibilissima del diametro della sbarra in quel tratto. Il fenomeno della contrazione segna come il principio della disaggregazione del corpo; ed, una volta questa disaggregazione iniziata, essa prosegue anche senza che si continui a far crescere lo sforzo di trazione, anzi il carico che può *portare* la sbarra va decrescendo, per modo che essa finisce per rompersi (in prossimità della sezione contratta), sotto l'azione di uno sforzo talvolta di molto inferiore a quello che ha prodotto i primi sintomi di disaggregazione. Questo fenomeno è sensibile in special modo nei metalli molli e duttili, come il piombo, lo stagno, lo zinco, il rame, il ferro dolce; lo è molto meno nel ferro ordinario, nell'acciajo ordinario e nel bronzo; ed è pressochè insensibile, o non si verifica affatto, nel legno e nell'acciajo temperato. L'esperienza dimostra che questi ultimi corpi si rompono senza presentare alcuna *sezione contratta*, e che essi possono sopportare indefinitamente un carico statico che, in generale, è di poco inferiore a quello capace di produrre la rottura.

Contrazione laterale uniforme risultante dall'allungamento. — Il fenomeno della contrazione laterale, che nelle sbarre di metalli molto duttili, sottoposte a sforzi di trazione assai prossimi al carico di rottura, si manifesta con speciale intensità sopra un certo tratto della sbarra in modo da dar luogo, nel tratto stesso, ad uno strozzamento, ovverosia ad una diminuzione visibilissima del diametro della sbarra, si produce anche nelle sbarre sollecitate da forze traenti inferiori a quelle che corrispondono al limite di elasticità. Ma siccome, in questo caso, la contrazione ha luogo in modo pressochè uniforme su tutta la lunghezza della sbarra, questa non presenta alcuna *sezione contratta*, o, per meglio dire, tutte le sue sezioni si contraggono egualmente.

La teoria matematica dell'elasticità, partendo dall'ipotesi che l'azione che si esercita fra due molecole sia diretta secondo la retta che ne congiunge i centri, e sia unicamente funzione della loro distanza, dimostra che qualsiasi allungamento prodotto sopra un solido, le cui faccie laterali sono libere, è necessariamente accompagnato da una contrazione trasversale, e che il valore ε della *contrazione relativa* (cioè riferita all'unità di lunghezza) per i *solidi isotropi* è uguale ad $\frac{1}{4}$ dell'allungamento relativo: $\varepsilon = \frac{1}{4} i'$.

Ed infatti, già fin dal 1858, il Clapeyron, in una sua nota presentata all'Accademia delle Scienze di Parigi (1), basandosi sulle esperienze di Coulomb e di Duleau, aveva dedotto che per il ferro si ha approssimativamente $\varepsilon = \frac{1}{4} i'$. Più tardi il Cornu (2), mediante una serie di esperienze ottiche di estrema precisione, eseguite sopra prismi di cristallo di Saint-Gobain (sostanza di una grande omogeneità e che si può considerare come *isotropa*), ottenne il medesimo valore di ε, valore a cui arrivò pure per gli stessi corpi il Mercadier con delle interessanti esperienze d'acustica, mentre lo stesso Mercadier trovò che, per alcune qualità di acciajo, mediamente $\varepsilon = 0{,}323$ (3). Gli studi più recenti e più completi che siano stati fatti su questo argomento sono certamente quelli dell'Amagat (4) il quale ottenne i seguenti valori del rapporto $\frac{\varepsilon}{i'}$:

(1) V. i *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 1858, 1° semestre, pag. 208.

(2) V. i *Comptes Rendus, etc.*, 1869, 2° semestre, pag. 333.

(3) V. i *Comptes Rendus, etc.*, 1887, 2° semestre, pag. 105; e 1888, 2° semestre, pag 27 e 82.

(4) V. il *Journal de Physique théorique et appliquée* (D'Almeida), 1889, pag. 199 e 359.

per il vetro 0,2451
» il cristallo 0,2499
» l'acciajo 0,2686
» il rame 0,3270
» l'ottone 0,3275
» il metallo Delta 0,3399
» il piombo 0,4282

Da tutte le esperienze sovra citate si deduce che per i materiali ordinariamente impiegati nelle costruzioni si può ritenere mediamente, in cifre tonde:

$$\frac{\varepsilon}{i'} = \frac{1}{4}.$$

Resistenza dei fili metallici alla rottura. — Le esperienze instituite da diversi Autori, e specialmente dal Karmasch, sulla resistenza alla rottura dei fili metallici hanno dimostrato che i carichi che producono la rottura di diversi fili della stessa materia ma di diversa grossezza non stanno fra loro semplicemente come le aree delle loro sezioni trasversali, ossia come i quadrati dei diametri, ma bensì sono dati dalla formola:

$$P = \alpha d + \beta d^2$$

nella quale:

P rappresenta il carico di rottura, in Kg.,
d è il diametro del filo in mm.,
α e β sono due coefficienti numerici, costanti per un dato materiale, i cui valori sono dati dalla tabella seguente:

Tabella delle costanti α e β.

Natura del filo	Crudo		Ricotto	
	α	β	α	β
Filo d'acciajo	21	50	3	45
» di ferro di ottima qualità	12,5	50	3	26
» di ferro ordinario . . .	18	36	5	22,5
» d'ottone	8	43	5,5	22,5
» di rame	7,5	27,5	0	18,5
» di platino.	9,5	17,5	7,5	14,5
» di zinco	1,75	10	—	—
Piombo duro	0	1,75	—	—
Piombo dolce.	0	1,35	—	—

Influenza della forma e delle dimensioni della sbarra sulla sua resistenza alla trazione. — Come è noto, lo sforzo massimo a cui resistono i diversi materiali quando vengono sottoposti alla trazione, ossia il così detto *carico di rottura*, si desume dal rapporto che risulta fra il peso che produce la rottura e la sezione della sbarra di prova. Il quoziente si ritiene come il *carico di rottura riferito all'unità di superficie* (*resistenza specifica od unitaria*). Ora si presenta spontanea la questione: *se la forma e le dimensioni della sbarra di prova non abbiano alcuna influenza sulla sua resistenza specifica.* Ed intendiamo qui parlare di sbarre poste in identiche condizioni di lavorazione, quali sarebbero, per esempio, quelle ricavate da una medesima zona di lamiera o di un grosso pezzo fucinato; imperocchè è ben noto come il diverso grado di lavorazione influisca sulla resistenza dei metalli, e come, per conseguenza, i ferri laminati, o lavorati al maglio, presentino una resistenza specifica tanto maggiore quanto minori sono le dimensioni delle loro sezioni trasversali. Ma dell'influenza della lavorazione diremo in altro paragrafo; qui vogliamo occuparci soltanto di quella che sulla resistenza specifica di diverse sbarre *di materia perfettamente identica* possono avere la forma e le dimensioni delle medesime.

Nel porre l'equazione fondamentale della resistenza alla trazione:

$$P = \Omega k \text{ (v. pag. 1165)}$$

si è supposto che la forza P si ripartisse *uniformemente* su tutta la sezione trasversale Ω del solido, in modo da provocare nell'interno della sbarra dappertutto la medesima forza elastica specifica. Ora, qualunque sia il modo di attacco delle due estremità della sbarra di prova, è tale ipotesi attendibile? A noi pare di no; e ci pare nello stesso tempo evidente che le fibre superficiali del solido devono risentire più direttamente l'azione della forza traente, e quindi devono essere maggiormente faticate che non le fibre centrali.

Inoltre ci pare razionale ammettere che, quanto maggiori sono le dimensioni della sezione trasversale della sbarra (per esempio, trattandosi di sbarre cilindriche, quanto maggiore ne è il diametro) tanto più grande sarà il nucleo delle fibre centrali che risentono meno l'azione della forza traente a scapito delle fibre periferiche; e perciò siamo indotti a conchiudere: « che di diverse sbarre *simili* costituite di materia perfettamente identica e soggette a sforzi di trazione nei modi che si verificano in pratica, quelle di maggiori dimensioni devono presentare una minore resistenza specifica alla rottura ».

Il Duguet, nel suo Libro: *Déformation des corps solides — Limite d'elasticité et résistance à la rupture* (Parigi, Gauthier Villars, 1882) sarebbe, invero, giunto ad una conclusione contradditoria colla nostra; e, per l'importanza della questione, ci piace riferire, in esteso, il paragrafo del libro sopra citato che tratta tale questione, intitolato appunto:

« *Influenza della forma e delle dimensioni delle sbarre di prova sui risultati delle esperienze.* — Chiameremo *tenacità* di un *provino* (sbarra di prova) il carico massimo che esso può sopportare (momentaneamente) senza rompersi, riferito all'unità di superficie della sua sezione trasversale; questo carico, specialmente nei corpi *dolci* (duttili) differisce dal carico stabile che è capace di produrre la rottura. La tenacità, riferita alla sezione primitiva, *è indipendente dalla forma e dalle dimensioni* del provino per i corpi rigidi ed anche per i corpi dolci ridotti in provini abbastanza lunghi perchè si possa formare la strozzatura fra le due teste. *Al contrario, quando i provini sono molto corti, la tenacità dei corpi dolci è assai variabile.*

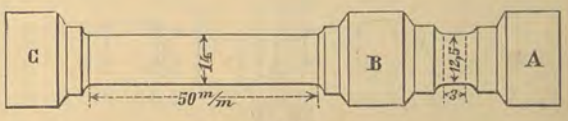


Fig. 1476.

« La fig. 1476 rappresenta un provino a tre teste disegualmente distanti, A, B, C, per mezzo del quale si può dimostrare questa variazione di resistenza.

« Noi abbiamo fatto l'esperienza con una sbarra di acciajo dolce; le teste A e B comprendevano fra di loro un provino la cui parte cilindrica, di mm. 12,5 di diametro, ossia di 120 mm² di sezione, non aveva che 3 mm. di lunghezza, mentre il corpo cilindrico compreso fra B e C aveva 50 mm. di lunghezza, su 14 di diametro, ossia 154 mm² di sezione. Gli sforzi di trazione venivano eser-

citati sulle teste estreme A e C; la strozzatura, e finalmente la rottura, si sono prodotte fra B e C.

« Nelle stesse condizioni, ma con un materiale duro, la rottura si produrrebbe certamente fra A e B, nella parte di diametro minore.

« Ecco, del resto, alcuni risultati di saggi alla trazione, che dimostrano chiaramente come la tenacità aumenti assai, e come nel medesimo tempo la contrazione massima diminuisca, a misura che la lunghezza del provino, sempre assai corto, diventa più piccola. La prima delle tabelle seguenti dà i risultati di saggi alla trazione eseguiti su provini di 14 mm. di diametro, gli uni lunghi 10 cm., gli altri cortissimi, non avendo che 3 mm. di parte cilindrica. Tutti questi provini furono ricavati da un grosso cannone d'acciajo Martin-Siemens; gli uni per il lungo, gli altri per traverso, ed a differenti distanze dall'asse. La tenacità è riferita alla sezione primitiva, ed espressa in chilogrammi per millimetro quadrato.

ACCIAJO MARTIN		Provini lunghi		Provini corti	
		Tenacità Kg.	Contrazione massima per 100	Tenacità Kg.	Contrazione massima per 100
Provini presi per traverso	nell'interno . . .	56	22	80	9
	nel mezzo	55	17	70	10
	all'esterno	61	17	71	10
Provini presi per il lungo	nell'interno . . .	58	26	78	11
	nel mezzo	57	23	70	14
	all'esterno	63	26	71	14

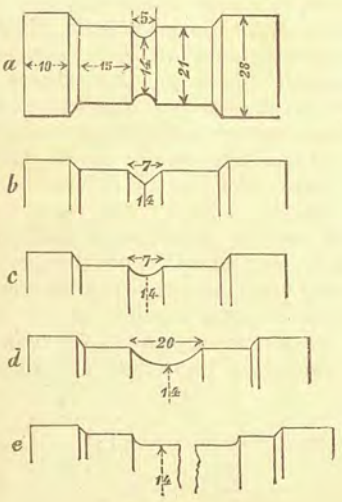


Fig. 1477.

« La seconda tabella fa vedere le variazioni di tenacità e di contrazione ottenute con dei provini di più in più corti, ricavati da una stessa sbarra di rame:

Rame	Tenacità . . . . . Kg.	21,4	22,8	23,1	27,6
	Contrazione mass. »	0,50	0,44	0,39	0,34

« *La forma dei raccordamenti del corpo del provino con le teste non ha alcuna influenza sui risultati della prova*, purchè questi raccordamenti esistano ed il corpo sia abbastanza lungo relativamente alle dimensioni trasversali. Si comprende facilmente come tali raccordamenti possano avere una certa influenza nel caso in cui i provini hanno un corpo cilindrico molto corto, od anche nullo; se ne giudichi dalla seguente tabella che dà i risultati di saggi alla trazione eseguiti su provini di diverse forme, rappresentate nella fig. 1477.

Forma del provino secondo la figura	ACCIAJO DOLCE			
	Carico massimo Kg.	Carico di rottura Kg	Contrazione massima per 100	Frattura
1477 *a*	80	80	14	A grossa grana, brillante.
» *b*	79	79	7	Id. id.
» *c*	79	76	18	A grana più fina.
» *d*	68	63	25	In forma di coppa, ad orli brillanti.
» *e*	58	52	26	Ordinaria.

« *Le dimensioni assolute dei provini hanno esse influenza sui risultati dei saggi alla trazione?* — Il paragone fra provini della medesima forma, ma non delle medesime dimensioni, per esempio fra provini cilindrici simili aventi diametri molto differenti, presenta delle grandi difficoltà, che provengono dalla non omogeneità del pezzo, sbarra o altro, da cui si ricavano i provini. Così, per esempio, con un cilindro d'acciajo, martellato o laminato, ricotto o no, si ottengono dei risultati assai variabili secondochè i provini sono stati ricavati per lungo o per traverso, e ad una piuttostochè ad un'altra distanza dalla superficie del cilindro. Ma i pezzi che sono stati convenientemente fabbricati presentano, se non un'omogeneità assoluta, per lo meno un'omogeneità relativa, spesso assai rimarchevole; con ciò intendiamo dire che *i risultati delle prove sono identici*, per ogni rispetto, purchè i provini siano ricavati nella medesima direzione, ed alla stessa distanza dalla superficie. Noi abbiamo constatato molte volte questo genere di omogeneità, e particolarmente in una serie numerosa di esperienze eseguite sopra sei grossi cilindri di acciajo Martin o Bessemer, nei quali abbiamo preso più di duecento provini di trazione, torsione o flessione. Con provini ricavati da identiche posizioni, e della medesima orientazione, la contrazione laterale e l'allungamento relativo erano sempre i medesimi, con differenze per lo più non maggiori di 1 %; il limite di elasticità e la tenacità non variavano di 1 Kg. per millimetro quadrato (!?).

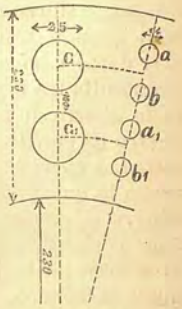


Fig. 1478.

« Noi abbiamo ricavato dai suddetti cilindri dei provini di 14 e di 25 mm. di diametro, ossia di 150 e di 490 mm² di sezione; abbiamo scelto, per fare il paragone, dei provini presi per il lungo (cioè nel senso dello stiramento prodotto dalla fucinatura), i quali sono evidentemente più omogenei che non i provini presi per traverso, le cui diverse parti sono a distanze variabili dalla superficie esterna. La tabella che segue, e la fig. 1478 indicano la posizione dei provini ed i risultati delle prove.

Provini di 100 mm. di lunghezza, presi per il lungo, in un cannone di 14 tonnellate in acciajo Martin, fucinato, forato, temperato e ricotto.

		Diametri primitivo mm.	Diametri finale mm.	Riduzione di diametro °/o	Allungamento °/o	Limite d'elasticità Kg. per mm²	Tenacità Kg. per mm²
All'esterno (fig. 1478)	*a* . .	14	10,3	26	22	33	58
	b . .	14	10,9	21	23	29	56
	C . .	25	20	20	17	32,5	57,5
All'interno (fig. 1478)	a_1 . .	14	11	21	23	30	58
	b_1 . .	14	10,3	26	19	36	62
	C_1 . .	25	19,4	22	17	33	62

« *Questi risultati dimostrano che il limite d'elasticità, la tenacità, e la riduzione massima di diametro sono indipendenti dalle dimensioni assolute;* l'allungamento dei provini di 25 mm. di diametro è sensibilmente minore di quello dei provini della stessa lunghezza e di 14 mm. di diametro. La variazione dell'allungamento sarebbe ancora più sensibile se si paragonassero dei provini simili, poichè i provini di 25 mm. avrebbero, in questo caso, una lungh. di $100 \times \frac{25}{14}$ mm. ed un allungamento ridotto a 14 o 15 per 100. — Ma la differenza più rimarchevole è quella che si verifica nella forma della frattura.....».

Dalle esperienze del Duguet risulterebbe adunque che le dimensioni delle sbarre non hanno alcuna influenza sulla loro resistenza specifica.

Altre esperienze più recenti, però, confermano la conclusione opposta a cui noi siamo arrivati; e fra queste citeremo soltanto quelle, concludentissime, del Durand-Claye, e del Barba.

Il Durand-Claye (1), per dimostrare che la forza elastica di trazione riferita all'unità di superficie non è la stessa in tutti i punti della sezione trasversale del solido cimentato, preparò con del buon cemento due serie di solidi di prova nei quali, mediante un cilindretto di ferro che veniva poi estratto al momento della solidificazione, praticò delle cavità cilindriche longitudinali nel senso dell'asse di trazione. In una delle serie di solidi il foro era praticato nel centro della sezione; nell'altra in prossimità della periferia. La sezione trasversale resistente evidentemente rimaneva eguale nei due casi, e tuttavia la resistenza dei solidi bucati nel mezzo fu di 40 Kg. mentre quella degli stessi solidi bucati presso la superficie esterna risultò di soli 34,1 Kg.

Il Durand-Claye eseguì anche altre esperienze nello stesso senso, foggiando i solidi di prova con materiale di resistenza non omogenea, cioè preparando dei prismi i cui lati erano costituiti da cemento puro ed il nucleo da una miscela di cemento e di sabbia, ed altri prismi in cui si aveva la disposizione inversa, cioè il nucleo era di cemento puro e la scorza di cemento e sabbia. Nel primo caso la resistenza alla trazione risultò di Kg. 21,2; nel secondo di Kg. 18,4.

Ancora più concludenti sono le numerose esperienze state eseguite al Creusot dagli ingegneri Coureau e Biguet sotto la direzione dell'ingegnere-capo Barba, delle quali troviamo la relazione nelle *Mémoires et Comptes-rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civiles* (anno 1880, pag. 682-714), e di cui riportiamo qui sotto i risultati.

In una prima serie di esperienze vennero provate alla trazione *sedici sbarre cilindriche simili* (otto di ferro omogeneo ed otto di acciajo fuso) cioè *di diametri differenti* d, *ma anche di differenti lunghezze* l, *tali cioè che il rapporto* $\frac{l}{d}$ *fosse costante per tutte le sbarre.* Le diverse sbarre furono scelte, con ogni cura, di *materiale perfettamente identico*, ed *il medesimo tempo* si impiegò per eseguire tutte le singole esperienze. I risultati ottenuti sono raccolti nelle due tabelle seguenti:

I. — *Sbarre cilindriche, di ferro omogeneo.*

Numero dell'esperienza	Diametro *d*	Lunghezza *l*	Rapporto $\frac{l}{d}$	Resistenza alla rottura	Contrazione laterale relativa (Riduzione di sezione)	Allungamento $l_1 - l$	Allungamento proporzionale
	cm.	cm.		Kg p.cm²	°/o	cm.	°/o
1	0,690	5,0	7,24	4220	69,3	1,64	32,8
2	1,035	7,5		4200	69,0	2,49	33,2
3	1,380	10,0		4210	69,7	3,30	33,0
4	1,725	12,5		4170	68,6	4,18	33,5
5	2,070	15,0		4160	69,2	5,08	33,6
6	2,415	17,5		4090	69,7	5,80	33,2
7	2,760	20,0		4000	68,8	6,60	33,0
8	3,105	22,5		3960	69,5	7,65	34,0
		Medie . .		4130	69,2	—	33,3

II. — *Sbarre cilindriche, di acciajo fuso.*

Numero dell'esperienza	Diametro *d*	Lunghezza *l*	Rapporto $\frac{l}{d}$	Resistenza alla rottura	Contrazione laterale relativa (Riduzione di sezione)	Allungamento $l_1 - l$	Allungamento proporzionale
	cm.	cm.		Kg.p.cm²	°/o	cm.	°/o
1	0,690	5,0	7,24	6480	36,5	1,00	20,0
2	1,035	7,5		6490	38,0	1,41	18,8
3	1,380	10,0		6390	37,4	1,82	18,2
4	1,725	12,5		6330	38,4	2,27	18,1
5	2,070	15,0		6350	31,8	2,70	18,0
6	2,415	17,5		6200	35,8	3,17	18,1
7	2,760	20,0		6320	34,4	3,90	19,5
8	3,105	22,5		—	non determinato		
		Medie . .		6360	36,1	—	18,6

I suddetti numeri dimostrano:

1° che al crescere del diametro della sbarra diminuisce sensibilmente la loro resistenza specifica alla rottura, quantunque si tratti di *sbarre simili*, cioè cresca pure, in proporzione, la loro lunghezza;

(1) *Thonindustrie-Zeitung*, 1889, pag. 17.

2° che, per contro, la contrazione laterale relativa, in *sbarre simili*, è indipendente dal diametro;

3° che anche l'allungamento relativo è indipendente dal diametro, in *sbarre simili*.

Tutte queste proprietà si verificano specialmente, con sorprendente esattezza, per il ferro omogeneo (Tab. I).

In una seconda serie di esperienze le sbarre sottoposte alla trazione avevano *diametri differenti, ma una medesima lunghezza;* ed ecco i risultati ottenuti:

Numero dell'esperienza	Diametro d	Lunghezza l	Resistenza alla rottura	Allungamento l_1-l	Allungamento proporzionale	OSSERVAZIONI
	cm	cm.	Kg. p. cm²	cm.	°/₀	
1	2,0	10,0	3700	3,75	37,5	Sbarre di ferro omogeneo.
2	1,0	10,0	3690	3,05	30,2	
3	0,5	10,0	3760	2,50	25,0	
1	2,0	10,0	5930	2,59	25,9	Sbarre di acciajo.
2	1,0	10,0	5940	2,10	21,0	
3	0,5	10,0	6000	1,70	17,0	

I numeri della tabella sono meno concludenti per ciò che riguarda la resistenza specifica, ma dimostrano invece chiaramente:

che l'allungamento proporzionale, a parità di lunghezza della sbarra, dipende essenzialmente dal diametro della sbarra, cioè *cresce col crescere del diametro.* — Dal che segue questa regola importantissima che *quando*, nei capitolati, *si prescrive l'allungamento proporzionale bisogna anche specificare, per una determinata lunghezza delle sbarre di prova, il loro diametro.*

Oltre alle esperienze sopra riferite, il Barba ne fece eseguire delle altre aventi per scopo di ricercare l'influenza che sulla resistenza alla trazione può esercitare la *forma* della sezione trasversale della sbarra di prova. Anche di queste esperienze riferiamo, qui appresso, i risultati, che sono importantissimi.

Le esperienze si possono raggruppare in tre serie. — Nella prima serie vennero provate sbarre *di identico materiale, aventi sezioni trasversali di forma differente, ma di area eguale.* I numeri contenuti nella seguente tabella rappresentano le medie di un gran numero di prove eseguite per ognuna delle tre forme indicate della sezione trasversale delle sbarre.

Forma della sezione trasversale	Resistenza alla rottura Kg. per cm²	Contrazione laterale relativa °/₀	Allungamento proporzionale °/₀
Circolo . . .	4150	58,3	32,7
Quadrato .	4170	57,3	33,7
Rettangolo	3960	56,5	36,0

Da queste esperienze risulta adunque che, a parità di area, la sezione quadrata è quella che offre maggior resistenza; e così deve essere infatti, secondo il nostro ragionamento, perchè a parità di area la sezione quadrata offre un perimetro maggiore in confronto della sezione circolare, ossia le sbarre presentano un maggior numero di fibre superficiali, direttamente soggette all'azione della forza traente. — Si capisce poi come le sbarre a sezione rettangolare presentino invece una resistenza specifica minore, perchè in tali sbarre riesce difficile una uniforme ripartizione dello sforzo traente sull'intera superficie della sezione trasversale, e ciò tanto più quanto maggiore è il rapporto dei lati.

Del resto questa prima serie di esperienze pare che fosse diretta specialmente a studiare le variazioni dell' *allungamento proporzionale*, il quale, come risulta manifestamente dalla tabella, *è notevolmente maggiore per le sbarre a sezione rettangolare che per le sbarre di sezione circolare.* Difatti una seconda serie di prove venne eseguita, delle quali troviamo riferiti i risultati solo per quanto riguarda i valori degli allungamenti proporzionali. Queste prove furono fatte su *diversi ferri piatti di eguale lunghezza* (10 cm.), *di eguale spessore* (1 cm.) *ma di larghezza diversa.* Risultò:

Per una larghezza di

1	2	3	4	5	6	7	8 cm.
un allungamento proporzionale del							
31,0	34,0	35,0	37,0	39,0	40,0	38,5	34,5 °/₀.

Dunque *l'allungamento proporzionale massimo si verificò nelle sbarre la cui sezione trasversale aveva i lati nel rapporto* 1 : 6.

La terza serie di esperienze conferma viemmaggiormente la nostra opinione, cioè che *la resistenza specifica delle sbarre, a parità di area della sezione trasversale è tanto minore quanto più la forma della sezione si scosta dalla circolare o dalla quadrata, ossia, nel caso di ferri piatti, quanto maggiore è il rapporto dei lati della loro sezione retta.*

I risultati di questa terza serie di esperienze, eseguite su ferri piatti di diverse larghezze, sono consegnati nella seguente tabella.

Numero dell'esperienza	Dimensioni della sezione trasversale: Spessore a cm.	Dimensioni della sezione trasversale: Larghezza b cm.	Rapporto $\frac{b}{a}$	Resistenza alla rottura Kg. per cm²	Allungamento proporzionale °/₀	*Osservazioni*
1	1,015	2,000	1,98	4270	29,5	Sbarre di ferro omogeneo.
2	0,995	5,985	6,02	4130	35,0	
3	1,017	9,980	9,81	4020	40,0	
1	1,310	2,000	1,53	2400	51,5	Sbarre di rame.
2	1,308	5,980	4,57	2380	55,2	
3	1,313	9,990	7,61	2315	59,0	

Da questa tabella risulterebbe inoltre che l'allungamento proporzionale va crescendo col crescere del rapporto $b:a$, anche oltre il valore 6 : 1, che si era trovato nella precedente serie di esperienze.

Una conclusione importantissima vogliamo trarre da quanto precede, cioè che *le esperienze comparative eseguite su materiali diversi non possono avere un valore serio se non quando esse si facciano con sbarre di forma e di dimensioni perfettamente identiche.*

Dati numerici relativi alla resistenza alla trazione.

MATERIALE	Coefficiente o modulo di elasticità E	Carico di rottura K	Carico al limite di elasticità k'	Carico di sicurezza k	
				Macchine	Costruzioni
	Kg per mm²	Kg. per mm²	Kg. per mm²	Kg. per mm²	Kg. per mm²
Ferro fucinato, comune, in sbarre di grossezza media	20000	33-40	12-18	4-6	8-10
Ferro in lamiere:					
nel senso della laminazione	»	33	15	5	—
in direzione normale	»	28-30	—	—	—
Ferro in fili	»	50-70	20-30	8-9	14-18
Acciajo fucinato	22000	60-80	30-40	8-12	18-24
Acciajo fuso extra-dolce	»	40-44	22-23	7	13
» » molto dolce	»	44-55	24-26	7,50	—
» » dolce	»	55-65	28-32	9	15-20
» » duro	»	65-75	32-38	10,50	18-22
» » molto duro	»	75-80	38-42	12	22-24
» » extra-duro	»	80-85	42-44	13,50	—
Acciajo in fili	24000	da 70 a 240 secondo la qualità e la grossezza	—	10-16	25-30
Ghisa grigia ordinaria	10000	10-15	6-7	2	3
Rame rosso fuso	10000	13-18	—	2,5	—
» » laminato	11000	20-25	8-12	4	—
» in fili	—	40-60	14	5-7	—
Ottone fuso	6500	12,50	4,5	2	—
» laminato	10000	20	12	3	—
» in fili	»	35-70	14	4-6	—
Bronzo in getti	8000	20-25	5-9	2-3	—
» fosforoso	9500	40	13	—	—
» da cannoni	11000	30-32	—	—	—
Metallo Delta, laminato	9977	58	22	—	—
Zinco	9500	5,5	1,5-2,5	0,75	—
Piombo laminato	600	1,5-2	0,5-1	0,20	—
Stagno	3500	3,5	1,0	0,40	—
Alluminio	6750	15-20	—	—	—
Legnami (1).					
Frassino ∥	985	12,00	—	—	—
Frassino ⊥	—	—	—	—	—
Quercia ∥	1170	8-11	—	0,75	1,0
Quercia ⊥	—	0,5	—	—	—
Faggio ∥	921	11,7	—	—	—
Faggio ⊥	—	0,7	—	—	—
Pino ∥	1200	11,3	—	0,4	0,6
Pino ⊥	—	0,48	—	—	—
Cinghie di cuojo	20-40	2,5-3,5	1,5	0,25-0,4	—
Funi incatramate	—	6,30	—	1,5	—
» bianche	250	9,5	1	2	—
Granito	3000	0,4	—	—	—
Cemento (2)	—	0,1 ÷ 0,15	—	—	—
Vetro	7500	2,5-3	—	—	0,4-0,6

(1) Il segno ∥ indica *nella direzione delle fibre*; il segno ⊥ *normalmente alle fibre*. — (2) Vedi i dati numerici relativi alla compressione.

Resistenza alla compressione semplice. — Perchè un corpo possa considerarsi come soggetto alla compressione semplice esso deve trovarsi nelle seguenti condizioni:

1° essere ad asse rettilineo e *verticale* (facendo astrazione dal peso proprio, questa seconda condizione non è necessaria);

2° essere sollecitato da forze la cui risultante sia diretta secondo l'asse del solido;

3° avere una lunghezza non superiore di un certo multiplo della dimensione minima della sua sezione trasversale. Dicendo l la lunghezza del solido, d la minima dimensione della sua sezione trasversale, i valori massimi del rapporto $\frac{l}{d}$ per cui il solido può considerarsi ancora come semplicemente compresso sono dati dalla tabella riportata sotto il paragrafo: *Solidi caricati di punta.*

Se il valore del rapporto $\frac{l}{d}$ supera, per ogni singolo caso, quelli contenuti in detta tabella il solido non può più considerarsi come semplicemente compresso, ma bensì deve calcolarsi colle formole dei *solidi caricati di punta* (V. questo paragrafo).

Per un solido compresso, *di forma prismatica*, in cui sieno verificate le tre condizioni sopra enunciate valgono le stesse leggi che regolano la resistenza alla trazione, cioè i valori degli accorciamenti, *entro i limiti d'elasticità:*

1° sono direttamente proporzionali all'intensità della forza comprimente;

2° sono direttamente proporzionali alla lunghezza iniziale del solido;

3° sono inversamente proporzionali all'area della sezione trasversale del solido;

4° dipendono essenzialmente dalla natura del materiale di cui è costituito il solido.

Rappresentando quindi con:

l la lunghezza primitiva del solido;

l_1 la lunghezza sotto lo sforzo comprimente;

$\lambda'' = l - l_1$ l'accorciamento subìto dal solido;

$i'' = \frac{\lambda''}{l}$ l'*accorciamento relativo;*

Ω l'area della sezione trasversale del solido, *supposta costante;*

T'' la forza comprimente;

E, il modulo d'elasticità (*il quale ha sensibilmente gli stessi valori tanto per la trazione quanto per la compressione*), si hanno le seguenti formole analoghe a quelle date per il caso della trazione:

$$\lambda'' = \frac{T''l}{E\Omega} \ldots \qquad (1')$$

$$T'' = E\Omega \frac{\lambda''}{l} = E\Omega i'' \ldots \qquad (2' \text{ e } 3')$$

$$E = \frac{T''}{\lambda''} \frac{l}{\Omega} \ldots \qquad (4')$$

In pratica poi il calcolo dei corpi prismatici soggetti a sforzo di compressione semplice si fa colla formola:

$$P = \Omega k_c \qquad (5')$$

analoga alla (5), e nella quale P è il carico che può sopportare *stabilmente* il corpo di sezione costante Ω, e k_c è il *carico di sicurezza* relativo alla compressione, e riferito all'unità di sezione (V. la tabella a pag. 1178). Questa formola serve a risolvere gli stessi tre problemi già accennati per la trazione (V. pag. 1166).

I fenomeni che si producono in un corpo prismatico soggetto a sforzi di compressione sono, fino ad un certo punto, e per alcuni corpi, analoghi a quelli della trazione. A partire dall'istante in cui le deformazioni del corpo cominciano a rendersi sensibili si può constatare un *rigonfiamento* laterale corrispondente alla *contrazione* che avviene nella trazione, per guisa che, tanto nel caso della compressione come in quello della trazione, il volume e la densità del corpo si mantengono pressochè costanti (le variazioni sono assai piccole). S'intende che le faccie laterali del corpo devono essere *libere,* perchè altrimenti la compressione, i cui effetti consistono in un *avvicinamento* delle molecole, non potrebbe, per sè stessa, causare la rottura; un corpo, il quale venisse compresso uniformemente su tutte le sue faccie, in guisa che esso non potesse dilatarsi in nessun senso, sopporterebbe, senza rompersi, qualsiasi pressione.

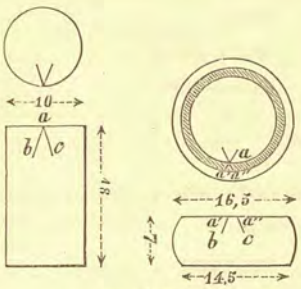


Fig. 1479.

D'altra parte il modo in cui si produce il rigonfiamento sopra accennato varia notevolmente, specialmente oltre i limiti d'elasticità, da corpo a corpo. Se la materia di cui il corpo è costituito è molto *rigida* (come la ghisa, le pietre, ecc.), il solido compresso si accorcia pochissimo prima di rompersi, e la dilatazione laterale,

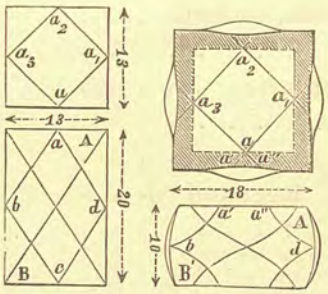


Fig. 1480.

debolissima, è sensibilmente uniforme su tutta l'altezza del solido. Ben altrimenti avviene nel caso di un materiale dolce (come il ferro, il rame, ecc.); allora gli accorciamenti e le dilatazioni laterali sono sensibilissime, e variano assai da una sezione all'altra. Trattandosi, per esempio, di un prisma, o di un cilindro, il rigonfiamento è minimo alle due estremità del medesimo, cioè contro le superficie premute, ed è massimo a metà altezza del solido, in modo che, se questo è cilindrico, esso assume la forma di una piccola botte. Questo fenomeno, il quale si può osservare con tutta facilità esperimentando con cilindri o dischi di caoutchouc, si verifica anche nei metalli dolci, come mostrano le figure 1479 e 1480, le quali rappresentano due *provini di acciajo dolce*, esperimentati

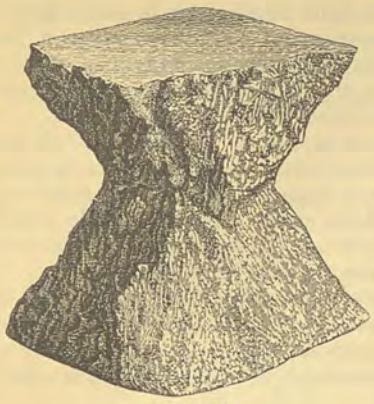


Fig. 1482.

Fig. 1481.

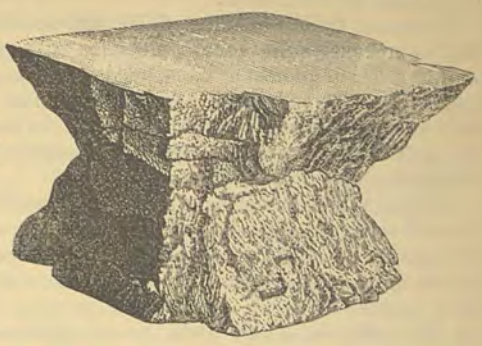


Fig. 1483.

dal Duguet (V. op. cit.), prima e dopo la compressione, che, come si vede, fu spinta ad un grado avanzatissimo.

Il primo di questi provini era cilindrico, ed aveva, in origine, un'altezza di 18 millimetri ed un diametro di 10; sulla sua superficie laterale erano stati tracciati due tratti ab ed ac convergenti sullo spigolo della base superiore. Uno sforzo di compressione di 20 000 Kg. (equivalente a 256 Kg. per mm² della sezione trasversale primitiva), ridusse l'altezza del cilindro a 7 mm., mentre il diametro delle basi era cresciuto a mm. 14,5, e quello a metà altezza del cilindro a mm. 16,5 (V. fig. 1479). Dopo la compressione non si trovò più sulla superficie laterale del provino che una porzione $a'b$ ed $a''c$ delle due rette ab ed ac; il piccolo triangolo $aa'a''$, sparito dalla superficie laterale, si trovò nel piano della base superiore. È avvenuto dunque un vero *ripiegamento* di una porzione della superficie laterale del cilindro in prossimità della base, porzione che, dopo l'esperienza, si trova trasportata sul piano della base stessa.

Lo stesso fenomeno si verificò sul secondo provino (fig. 1480), il quale aveva la forma di un prisma retto, a base quadrata, di 13 mm. di lato, con un'altezza di 20 mm., che uno sforzo di compressione di Kg. 33 000 ridusse alla metà, cioè a 10 mm. Su una base di questo prisma il Duguet aveva tracciato un quadrato $aa_1a_2a_3$, e su una delle faccie laterali la diagonale A B ed il rombo $abcd$. Dopo la compressione i vertici di questi quadrilateri non si trovano più sugli spigoli del prisma; i piccoli triangoli come $aa'a''$ sono passati dalle faccie laterali sul piano delle basi; e la diagonale primitiva A'B' non passa più per i vertici degli angoli triedri.

I grandi *accorciamenti elastici* che si producono nel caoutchouc sono accompagnati dagli stessi fenomeni sopra descritti, a cui il Duguet ha dato il nome di *plissements*.

Il modo in cui avviene la rottura dei provini nelle esperienze sulla resistenza alla compressione varia pure grandemente secondo la natura del materiale di cui i provini sono costituiti. Fra le sostanze estremamente dure e poco deformabili, alcune si riducono in un gran numero di piccoli frammenti e quasi in polvere; altre, come la ghisa, le pietre ed i mattoni, presentano una rottura affatto caratteristica, scheggiandosi sempre in pezzi di forma piramidale o conica (V. fig. 1481), aventi le basi sulle superficie premute ed i vertici nell'interno del prisma o del cilindro, talchè accade abbastanza frequentemente di ottenere come residuo di esperienze su dadi di pietra, o di mattoni, un nucleo centrale formato di due tronchi di piramide uniti per le basi minori. Le fig. 1482 e 1483 rappresentano appunto due di tali pezzi, il primo di pietra (arenaria), il secondo di mattone, ottenuti in alcune prove sulla resistenza alla compressione eseguite dall'autore di questo articolo al R. Museo Industriale di Torino.

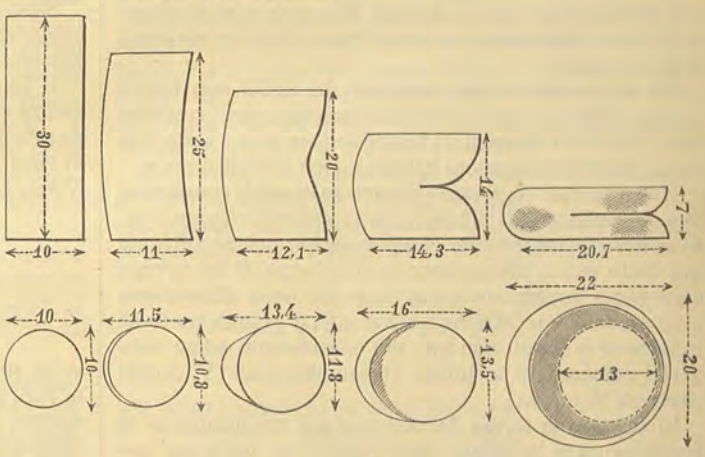


Fig. 1484.

I corpi molli invece, come il ferro, l'acciajo dolce, il rame, e specialmente il piombo, anche sotto gli sforzi di compressione più potenti, difficilmente si rompono; essi si deformano, si contorcono, si appiattiscono, riducendosi in dischi od in lastre sottili, e presentando tutto al più delle leggiere screpolature alla superficie. La fig. 1484 rappresenta le forme successivamente assunte da un cilindretto di acciajo dolce stato assoggettato dal Duguet a sforzi di compressione crescenti, di 7000, 10 000, 15 000 e 40 000 chilogrammi.

Affinchè i fenomeni sopra descritti, inerenti alla deformazione dei solidi compressi, possano prodursi, è necessario che i prismi sperimentati non siano troppo sottili; Hodgkinson consigliò di dar loro un'altezza compresa fra una volta e mezza e due volte il loro diametro. Malgrado queste avvertenze è spesso assai difficile determinare con esattezza il momento in cui il solido compresso può considerarsi come rotto; accadendo molte volte che un prisma il quale già presenta alla superficie dei sintomi visibilissimi di rottura, può portare un carico assai superiore a quello che ha prodotto tali sintomi. Gli è perciò che l'esattezza di molti dei dati relativi alla

resistenza alla *rottura* per compressione deve ritenersi come assai problematica.

Influenza della forma e delle dimensioni dei solidi compressi sulla loro resistenza alla rottura. — A differenza di quanto avviene per la trazione, le dimensioni dei solidi compressi non hanno alcuna influenza sulla loro resistenza, cioè: *due corpi di forme simili, e di materia perfettamente identica, presentano la stessa resistenza specifica alla compressione.*

E che ciò debba essere si comprende quando si osservi che nei solidi compressi, *se le basi premute sono perfettamente spianate e parallele*, la pressione si distribuisce uniformemente su tutta la superficie delle medesime, mentre nei solidi sottoposti a trazione, qualunque sia la forma delle loro teste, su cui agiscono le forze traenti, non è mai possibile realizzare una distribuzione uniforme delle medesime su tutta la sezione trasversale del solido (V. pag. 1167).

All'assioma da noi sopra enunciato, alcuni opporranno quanto già ci venne osservato, cioè che, per esempio, dei pezzi di mattone (od un mattone solo) presentano generalmente resistenze specifiche alla rottura diverse da quelle che si osservano in un mattone intiero (od in una pila di mattoni), come avremo occasione di riferire noi stessi più oltre. La confutazione di questa obbiezione, del resto semplicissima, ci ruberebbe qui troppo spazio, e la rimandiamo perciò ad una *Memoria* che abbiamo in animo di pubblicare *su alcune questioni di resistenza dei materiali.*

Ma se le *dimensioni assolute* dei solidi non hanno alcuna influenza sulla loro resistenza alla compressione, una notevole influenza vi hanno invece, come nella trazione, le loro dimensioni relative, cioè la loro *forma.*

E si noti che vogliamo qui parlare di solidi *compressi*, non soltanto, ma di più tali che in essi *si sviluppi unicamente resistenza alla compressione;* poichè abbiamo già detto come, allorquando la lunghezza di un prisma compresso supera un certo multiplo della dimensione minima della sua sezione trasversale, il prisma tende ad inflettersi e quindi non può più considerarsi come soggetto unicamente a sforzo di compressione (V. *Solidi caricati di punta*).

In tal caso la forma del solido, o più precisamente la sua lunghezza (a fronte delle dimensioni della sua sezione trasversale) esercita un'influenza non soltanto *notevole*, come abbiamo detto sopra, ma *grandissima*, sulla sua resistenza alla rottura.

Ma anche al disotto del limite suindicato, cioè anche nei solidi prismatici la cui lunghezza non supera quel certo multiplo della loro grossezza, pel quale i solidi devono già essere considerati come *caricati di punta*, la lunghezza relativa dei medesimi ha una certa influenza sulla loro resistenza specifica alla compressione, come pare che possa eziandio avere influenza la *forma* della sezione trasversale, precisamente come avviene nella trazione. L'influenza della forma però è meno sensibile, come risulta dalle esperienze del Bach, e del Bauschinger, che qui sotto riportiamo. Il Bach assoggettò alla compressione tre serie di *cilindri di ghisa*, ricavati tutti da una stessa spranga, ed ottenne i seguenti risultati:

Serie	Altezza del cilindro cm.	Diametro del cilindro cm.	Area della sezione trasversale cm²	Carico di rottura Kg.
1	4,00	1,99	3,11	7232
2	1,98	1,98	3,08	7500
3	1,00	1,99	3,11	8579

I numeri contenuti nella tabella sono le medie dei risultati di diverse esperienze (3 per ciascuna serie). Da questi numeri risulta che, *la resistenza alla rottura per compressione di diversi cilindri dello stesso diametro, cresce col diminuire della loro altezza.*

Detta resistenza, nel caso in cui l'altezza del cilindro era uguale al diametro, risultò di circa 4 volte la resistenza alla rottura per trazione; poichè altre sbarrette di ghisa, ricavate dalla stessa spranga, e dello stesso diametro (2 cm.) avevano presentato una resistenza media alla rottura per trazione di 1860 Kg.

In una seconda serie di esperienze comparative fra la resistenza dei *prismi di ghisa* di *sezione circolare* e quelli di *sezione quadrata*, il Bach ottenne i seguenti risultati, che rappresentano le medie di diverse esperienze:

Forma della sezione trasvers.	Diametro cm.	Lato cm.	Altezza cm.	Sezione trasvers. cm²	Carico di rottura Kg.
○	1,70	—	1,70	2,27	7771
□	—	1,70	1,70	2,89	7509

Secondo queste esperienze adunque la *resistenza alla compressione risulterebbe notevolmente più grande per la sezione circolare, che per la sezione quadrata.*

Il Bauschinger (1), da una serie numerosa di esperienze sulla resistenza alla compressione da lui eseguite su *prismi e cilindri di pietra arenaria*, ed in base anche ai risultati ottenuti da altri sperimentatori (Rondelet, Vicat, ecc.), dedusse la seguente formola:

$$K_c = \left(\alpha + \beta \frac{\sqrt{\Omega}}{h}\right) \sqrt{\frac{\sqrt{\Omega}}{\frac{p}{4}}}$$

nella quale K_c è il carico di rottura per compressione in Kg., e riferito al centimetro quadrato; Ω è l'area della sezione trasversale del prisma, in cm²; h è l'altezza del medesimo, in cm.; p è il perimetro della sezione trasversale, in cm.; α e β sono due coefficienti numerici che dipendono dalla natura del materiale e dalla forma dei prismi (V. più sotto i valori di questi coefficienti).

La suddetta formola vale solo fino a tanto che

$$h \leqq 5a, \text{ essendo } a = \sqrt{\Omega}.$$

Alla medesima si può sostituire, secondo lo stesso Bauschinger, quest'altra più semplice:

$$K_c = \left(\alpha + \beta \frac{\sqrt{\Omega}}{h}\right) \frac{\sqrt{\Omega}}{\left(\frac{p}{4}\right)}$$

la quale sarebbe sufficientemente esatta.

Ecco ora i risultati delle esperienze del Bauschinger, dai quali egli dedusse, per diversi casi, i valori dei coefficienti α e β sotto indicati. Le esperienze si possono raggruppare in 3 serie.

(1) V. le *Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der königl. polytechnischen Schule in München*, 1876.

SERIE *A*. — *Prismi a sezione rettangolare, ricavati da una lastra di arenaria della Svizzera, di grana finissima, di color grigio-azzurrognolo.*

(Direzione della forza comprimente normale al piano di stratificazione).

N°	Lato *a* della sezione trasvers. cm.	Lato *b* cm.	Altezza *h* cm.	Area premuta *ab* cm²	Carico di rottura K_c Kg. per cm²
1	2	3	4	5	6
1	9,95	9,85	9,6	98,01	680
2	10,0	9,85	9,7	98,50	685
3	6,0	5,85	5,7	35,10	670
4	5,2	5,2	5,05	27,04	690
5	4,8	4,7	1,1	22,56	1950
6	5,0	4,6	1,1	23,00	1910
7	4,4	9,7	1,1	42,68	2140

Le esperienze 1 a 4 vennero eseguite su prismi, la cui sezione trasversale si può riguardare come quadrata (*a* e *b* pochissimo diversi), e la cui altezza era pressochè uguale al lato della sezione. I numeri, contenuti nella colonna 6 della tabella, che si riferiscono a queste 4 esperienze, dimostrano quanto abbiamo asserito al principio di questo paragrafo, cioè che *cubi di differenti dimensioni, ma della stessa materia, presentano la stessa resistenza specifica alla rottura per compressione.*

Le esperienze 5 e 6 si riferiscono, come risulta dalla tabella, a prismi di sezione trasversale pressochè quadrata, e di altezza molto minore del lato della sezione stessa.

I numeri contenuti nella colonna 6 dimostrano, ancora più evidentemente che le esperienze del Bach, che *la resistenza alla rottura per compressione, a parità di ogni altra circostanza, cresce col diminuire dell'altezza del prisma compresso.*

Finalmente i risultati dell'esperienza n. 7, confrontati con quelli delle esperienze precedenti, dimostrerebbero che *la resistenza alla rottura per compressione, a parità di ogni altra circostanza, cresce col crescere della sezione trasversale dei prismi, cioè dell'area delle basi premute.*

Da 18 esperienze, analoghe alle surriferite, nelle quali *l'altezza* h *dei prismi non superava il lato della sezione trasversale*, il Bauschinger dedusse i seguenti valori dei coefficienti α e β della sua formola:

$$\alpha = 310\,;\ \beta = 346\,;$$

cosicchè, per questo caso, la formola si può scrivere così:

$$K_c = \left(310 + 346\frac{\sqrt{\Omega}}{h}\right)\sqrt{\frac{\sqrt{\Omega}}{\frac{p}{4}}}.$$

Da 17 altre esperienze (serie B) eseguite invece, sempre su prismi a sezione rettangolare della stessa arenaria, ma nei quali *l'altezza* h *era notevolmente maggiore del lato della sezione trasversale* (però $h < 5a$), il Bauschinger dedusse i seguenti valori di α e β, assai inferiori ai precedenti: $\alpha = 262$; $\beta = 320$. (Si noti però che in questa serie di esperienze *la direzione della forza comprimente era parallela al piano di stratificazione della roccia*).

SERIE *C*. — *Prismi a sezione quadrata e cilindri, ricavati da un blocco di arenaria screziata, giallognola, a grana fina* (di Heilbronn).

(Direzione della forza comprimente parallela al piano di stratificazione).

N°	Forma della sezione trasv.	Diametro *d* cm.	Lato *a* cm.	Lato *b* cm	Altezza *h* cm.	Area premuta cm²	Carico di rottura K_c Kg. p. cm²
1	□	—	9,25	9,18	36,3	84,91	381
2	○	9,2	—	—	36,25	66,47	451
3	□	—	9,05	9,17	12,45	82,99	440
4	○	9,22	—	—	12,20	66,76	463
5	□	—	9,22	9,22	2,73	84,82	790
6	○	9,15	—	—	2,90	65,75	806

I numeri contenuti nell'ultima colonna di questa tabella dimostrerebbero che l'influenza della *forma* della sezione trasversale sulla resistenza alla compressione è pressochè insignificante, specialmente nei prismi di piccola altezza. Nei prismi di una certa altezza però (esperienze 1 e 2) si verifica, come nelle esperienze del Bach sopra riferite, che *la resistenza alla rottura per compressione è sensibilmente più grande per la sezione circolare, che per la sezione quadrata.*

Dai risultati di una serie di 18 esperienze, analoghe alle ultime sopracitate, il Bauschinger avrebbe dedotto, col metodo dei minimi quadrati, i seguenti valori dei coefficienti α e β da sostituirsi nella formola:

$$K_c = \left(\alpha + \beta\frac{\sqrt{\Omega}}{h}\right)\sqrt{\frac{\sqrt{\Omega}}{\frac{p}{4}}}:$$

per prismi a sezione rettangolare:

$$\alpha = 347\,;\quad \beta = 121\,;$$

per prismi a sezione circolare (cilindro):

$$\alpha = 369;\quad \beta = 115\,;$$

mediamente, per prismi a sezione qualsiasi:

$$\alpha = 358\,;\quad \beta = 118.$$

Il Bach eseguì anche delle esperienze su cilindri e dischi di *piombo*, le quali confermarono che la *resistenza alla compressione cresce col diminuire dell'altezza relativa dei corpi compressi* (V. *Zeitzchrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1885, pag. 629 e seg.).

Compressione parziale dei solidi. — Nelle costruzioni si presenta frequentissimo il caso di solidi compressi i quali portano tutto il carico sopra una porzione soltanto della superficie sulla quale si esercita la compressione; tale è, per esempio, il caso di una pietra di fondazione sopportante una colonna metallica.

Quale sarà, in un caso simile, la pressione sull'unità di superficie dell'area premuta che si può far sopportare al solido con sicurezza? Dovrà supporsi il carico uniformemente distribuito su tutta la superficie, oppure solamente sulla parte direttamente soggetta alla pressione? Evidentemente nè l'una nè l'altra ipotesi non sono ammessibili, e converrà prendere la via di mezzo. Ma quali saranno le cifre intermedie che si dovranno adottare?

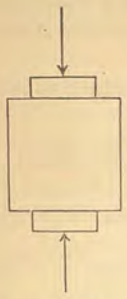


Fig 1485.

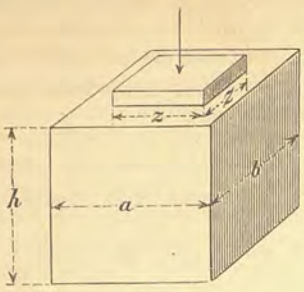


Fig. 1486.

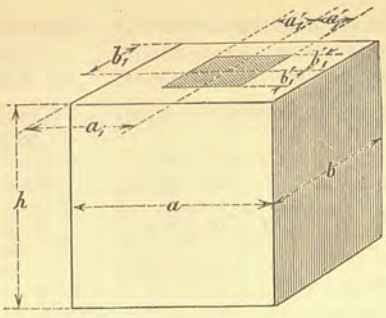


Fig. 1487.

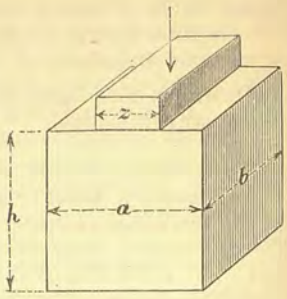


Fig. 1488.

Il Durand-Claye, dietro preghiera del Flamant, istituì pochi anni or sono, nel laboratorio dell'*École des ponts et chaussées* di Parigi alcune esperienze sulla rottura per compressione dei parallelepipedi di pietra premuti solamente sopra una porzione di una delle loro faccie. La pressione veniva trasmessa ai pezzi di pietra per mezzo di pezzi di ghisa di dimensioni minori.

Quantunque tali esperienze non siano state in numero sufficiente, e diverse fra di esse abbiano dati risultati molto discordanti, pare che dalle medesime (secondo il *Journal du céramiste et du chaufournier*) si possa dedurre la regola seguente:

« Se A rappresenta il lato di un cubo di pietra appoggiato sulla sua base inferiore e portante nel centro della sua faccia superiore un carico uniformemente distribuito sopra un'area quadrata di lato $a < A$; se R_1 rappresenta il carico di rottura, riferito all'unità di superficie, della pietra di cui si tratta, quando essa viene premuta in modo uniforme su tutta quanta la sua faccia superiore, di guisa che $R_1 A^2$ sarebbe il carico totale che produrrebbe la rottura per compressione della pietra premuta in quest'ultimo modo;

« Il carico P che, applicato sulla superficie quadrata di lato a, al centro della faccia superiore, è capace di produrre la rottura della pietra, è dato, con sufficiente approssimazione, dalla formola empirica:

$$P = R_1 A a.$$

« Questa formola », dice il giornale sopra citato, « dà dei risultati che differiscono da quelli di esperienze dirette tutto al più del 10 %; essa è quindi sufficiente per i bisogni della pratica ».

Evidentemente, però, essa può avere un certo valore solo fin tanto che il rapporto $\frac{A}{a}$ si mantiene entro i limiti ordinari della pratica; chè, se si volesse ritenere come valevole in generale, ne verrebbe la conseguenza assurda che si potrebbe aumentare indefinitamente il carico che, per mezzo di una colonna, si può far portare ad una pietra di fondazione (facendo astrazione della resistenza limitata della colonna), bastando per ciò far crescere indefinitamente il lato A.

Esperienze assai più numerose e concludenti sulla compressione parziale dei solidi vennero recentemente eseguite dal Bauschinger, ed anche dal Bach, nella cui *Elasticität und Festigkeit* le medesime si trovano riportate.

Queste esperienze vennero eseguite su prismi di pietra arenaria, di forma molto prossima alla cubica, in due modi distinti. In una prima serie di prove i dadi di pietra venivano compressi fra due piastre quadrate di acciajo uguali, e minori entrambe delle faccie premute, collocate simmetricamente sul centro delle medesime, coi lati paralleli agli spigoli del dado (V. fig. 1485). In queste condizioni il *carico di rottura riferito all'unità di superficie dell'area direttamente premuta* (eguale all'area delle piastre d'acciajo) *risultò di poco diverso dal carico di rottura specifico della stessa pietra* compressa in condizioni normali, cioè sull'intera superficie di entrambe le basi dei dadi. — Il che significa che, in questo caso, la materia che circonda il nucleo prismatico centrale effettivamente soggetto a compressione ha poca o nessuna influenza sulla resistenza alla rottura del dado. — Lo stesso fatto venne verificato da Bauschinger esperimentando su prismi di granito. — Ma ben altrimenti avviene quando i dadi vengono compressi fra due piastre di cui una occupa soltanto una porzione centrale di una delle basi premute, mentre l'altra ha le stesse dimensioni dell'altra base, o ne sopravanza, in guisa che questa seconda base viene effettivamente premuta (non certo uniformemente) su tutta la sua estensione (V. fig. 1486).

Ecco i risultati ottenuti dal Bauschinger operando in questo modo:

N.	Altezza h	Dimensioni del dado			Dimensioni della piastra		Carico di rottura P	Resistenze alla rottura	
		a	b	ab	z	z^2		$P : ab$	$P : z^2$
	cm.	cm.	cm.	cm²	cm.	cm²	Kg.	Kg	Kg.
1	9,65	10,0	9,9	99,0	3,9	15,21	16000	162	1052
2	9,70	9,85	9,9	97,5	5,7	32,49	30000	308	923
3	9,75	10,0	9,85	98,5	7,8	60,84	47000	477	772

Dai risultati di queste e di altre simili esperienze il Bauschinger dedusse la seguente formola che dà il carico di rottura dei cubi parzialmente compressi sopra una delle loro faccie (ma appoggiati su tutta quanta la faccia opposta):

$$K = K_0 \sqrt[3]{\frac{a_1 b_1}{a'_1 b'_1}}.$$

In questa formola:

K è la resistenza specifica alla rottura per compressione quando il carico è concentrato sopra una porzione soltanto della base superiore del dado (la porzione tratteggiata della fig. 1487), *riferita all'unità di superficie di detta porzione;*

K_0 è la resistenza specifica nel caso ordinario, cioè quando il carico è uniformemente distribuito su entrambe le basi premute;

a_1, b_1, a'_1, b'_1 sono le dimensioni segnate nella fig. 1487.

Il Bach eseguì le sue esperienze su dadi di arenaria, disponendo le cose nel modo chiaramente indicato dalla fig. 1488; ed ecco i risultati di queste esperienze:

N°	Lato a	Lato b	Altezza h	Larghezza z	Resistenza alla rottura	
					P : ab	P : bz
	cm.	cm.	cm.	cm.	Kg. p cm²	Kg. p. cm²
1	6,46	6,03	6,00	6,03	653	653
2	10,04	9,99	9,89	2,5	232	926
3	10,01	10,01	9,85	2,0	188	943
4	10,02	10,03	9,82	1,5	156	1044
5	9,99	9,95	9,84	1,0	120	1193
6	9,96	10,02	9,84	0,5	102	2050

Molto interessanti sono pure le esperienze eseguite dal Bauschinger su dadi di pietra arenaria aventi la forma di un cubo sormontato, su una delle sue faccie, da un tronco di piramide (V. fig. 1489). La pressione veniva esercitata sulla base superiore di questo tronco di piramide, e la faccia opposta del cubo era completamente *appoggiata*, come indica la figura.

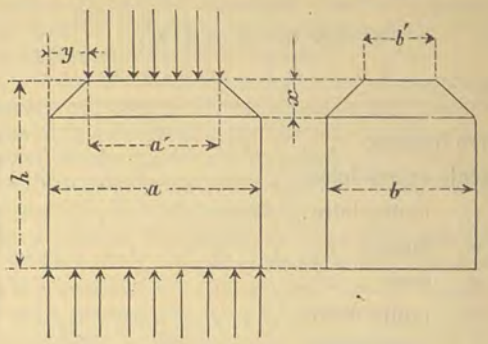


Fig. 1489.

I risultati di queste esperienze sono raccolti nella seguente tabella:

Numero	Altezza h	Sezione trasversale del dado			Rapporto	Dimensioni della superficie premuta			Carico di rottura	Resistenza specifica K_c riferita	
		a	b	ab	$x : y$	a'	b'	$a'b'$	P	all'unità di superficie della sezione ab P : ab	all'unità di superficie dell'area premuta $a'b'$ P : $a'b'$
	cm	cm.	cm.	cm.		cm.	cm.	cm.	Kg.	Kg. per cm²	Kg. per cm²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1*	9,8	10,1	9,9	100,0	1 : 1	8,0	7,9	63,2	51,000	510	807
2	9,7	9,8	9,9	97,0	2 : 1	7,9	8,0	63,2	45,000	460	712
3	9,7	9,95	9,9	98,5	3 : 1	8,05	8,05	64,8	45,500	460	702
4	9,85	10,0	9,75	97,5	1 : 2	6,2	6,0	37,2	34,500	350	927
5	9,90	10,1	10,05	101,5	2 : 2	6,3	6,25	39,4	35,000	345	888
6	9,80	10,1	9,8	99,0	3 : 2	6,2	6,0	37,2	32,000	325	860
7	9,80	9,9	10,0	99,0	4 : 2	5,9	6,1	36,0	31,500	320	875
8	9,75	10,0	9,8	98,0	1 : 3	4,4	4,2	18,5	23,000	235	1243
9	9,75	9,95	9,9	98,5	2 : 3	4,2	4,2	17,6	20,500	210	1165
10	9,75	10,05	10,0	100,5	3 : 3	4,4	4,2	18,5	23,000	230	1243
11	9,85	10,10	9,75	98,5	5 : 3	4,25	4,1	17,4	19,700	200	1132

Nelle esperienze 1 a 3 la sezione trasversale del dado $a\,b$, era, medianamente, di 98,5 cm², mentre la superficie direttamente premuta, $a'\,b'$ era, mediamente di soli 63,2 cm²; la resistenza specifica alla rottura che, per pezzi della stessa pietra di *forma cubica*, con 98,5 cm² di sezione trasversale, risultò di Kg. 685 (V. la tab. a pag. 1175), discese in queste esperienze a 460 Kg., se la si riferisce all'unità di superficie della sezione $a\,b$, mentre salirebbe a 702 Kg. quando la si riferisse all'unità di superficie dell'area effettivamente premuta $a'\,b'$. — Questa differenza, nei due sensi, risultò ancora più notevole nelle esperienze 4 a 7, e maggiormente nelle esperienze 8 a 11 (come è facile verificare esaminando i numeri delle colonne 11 e 12 della tabella) nelle quali l'area della superficie direttamente premuta (colonna 9) si ridusse ad una frazione sempre minore dell'area della sezione trasversale del dado (col. 5). Il che, del resto, è assai facilmente spiegabile.

Intanto dai risultati di queste esperienze si possono dedurre delle norme per calcolare, approssimativamente, in casi analoghi, i carichi di rottura di dadi di pietra, aventi la forma indicata nella fig. 1489.

Carichi di sicurezza ammissibili nei solidi soggetti a sforzi di compressione. — I carichi che determinano la rottura di un dato materiale per trazione o per compressione differiscono, in generale, notevolmente l'uno dall'altro; ma *i carichi al limite di elasticità sono generalmente* (tranne che per la ghisa) *press'a poco uguali nei due casi;* e perciò anche i carichi di sicurezza (vedi osservazione a pag. 1168) si assumono generalmente gli stessi (eccetto che per la ghisa) tanto nel caso della compressione come in quello della trazione (V. la tabella a pag. 1165).

Nella tabella che segue sono indicati i carichi di rottura per compressione, i carichi al limite di elasticità, ed i carichi di sicurezza (in Kg. per mm²) dei corpi pei quali detti carichi differiscono più notevolmente da quelli relativi al caso della trazione. (Per i valori del *modulo di elasticità*, il quale, come già abbiam detto, si ritiene uguale a quello relativo alla trazione, vedi la tab. a pag. 1171).

Dati numerici relativi alla resistenza alla compressione.

MATERIALE	Carico di rottura K_c	Carico al limite di elasticità k'_c	CARICO DI SICUREZZA k_c Macchine	CARICO DI SICUREZZA k_c Costruzioni
	Kg. per mm²	Kg. per mm²	Kg. per mm²	
Ferro fucinato	25-30	10-15	3-6	6-9
Acciajo extra-dolce	notevolmente superiore al carico di rottura per trazione	alquanto inferiore a quello relativo alla trazione	7,00	12
» molto dolce			7,50	13-15
» dolce			9,00	15-20
» duro			10,50	18-22
» molto duro			12,00	22-24
» extra-duro			13,50	—
Ghisa	60-75	15-24	5-10	7-12
Rame	40-50	—	3-4	—
Ottone	—	—	2,20-3	—
Bronzo	—	—	2,50-3,30	—
Piombo laminato	—	4-5	—	1
Legnami di essenza forte, lungo le fibre	5-7	2-2,20	—	0,60
» » dolce, » »	4-5	1,60	—	0,40
» perpendicolarmente alle fibre	2,00-2,70	—	—	—
Granito	5-10	—	—	0,50
Pietre calcari e marmi	2-6	—	—	0,25
Gneiss (bevola)	3-5	—	—	0,25-0,30
Arenarie	2-5	—	—	0,20
Mattoni	0,60-1,20	—	—	0,06
Cemento	3,50-4	—	—	0,25
Calcestruzzo	0,60	—	—	0,10

Resistenza alla rottura per compressione dei corpi cilindrici impiegati come rulli. — Secondo Vicat la resistenza di un rullo cilindrico, compresso fra due superficie piane parallele al suo asse, sarebbe proporzionale al prodotto del diametro per la lunghezza dell'asse del cilindro; ed indicando con G la resistenza allo schiacciamento di un cubo di una data sostanza, quella di un cilindro della stessa sostanza inscritto in questo cubo, sarebbe $= 0{,}316\,G$.

Secondo Winkler il diametro d, in cm. da assegnarsi ad un rullo di lunghezza l (cm.) il quale debba sopportare una pressione G (Kg.) diretta normalmente al suo asse ed uniformemente distribuita sulla sua lunghezza, è dato dalle formole:

$$d = \frac{25600\,G^2}{l^2 k_c^3} \text{ per la ghisa o pel ferro fucinato,}$$

$$d = \frac{14625\,G^2}{l^2 k_c^3} \text{ per l'acciajo.}$$

essendo k_c la resistenza alla compressione ammissibile (carico di sicurezza) in Kg. per cm².

RISULTATI SPERIMENTALI SULLA RESISTENZA ALLA TRAZIONE ED ALLA COMPRESSIONE DEI MATERIALI DI USO PIÙ FREQUENTE NELLE COSTRUZIONI.

In questo paragrafo ci proponiamo di raccogliere i risultati più importanti a cui hanno condotto le molteplici esperienze che si sono fatte sulla resistenza alla trazione ed alla compressione dei varii materiali impiegati nelle costruzioni, sia civili che meccaniche, da un gran numero di autorevoli sperimentatori, fra cui citeremo il Chevandier, il Wertheim, il Bornet, il Duleau, l'Hodgkinson, il Rondelet, il Rennie, il Gauthey, il Tredgold, il Vicat, ecc.; e, fra i più recenti, il Barba, il Kirkaldy, il Vickers, il Bauschinger, il Bach.

Ferro. — La resistenza del ferro alla trazione ed alla compressione varia, non solo secondo la provenienza e la maggiore o minore purezza, ma anche secondo la maggiore o minore lavorazione meccanica; in generale le sbarre sottili sono proporzionatamente più resistenti di quelle grosse perchè hanno subìto una maggior lavorazione, e perchè i benefici effetti del maglio e dei cilindri laminatori non si fanno più sentire ad una certa profondità sotto la superficie del metallo. Gli è perciò che i fili di ferro presentano spesso una resistenza unitaria alla rottura doppia ed anche tripla di quella delle sbarre ordinarie e delle lamiere. — Anche il limite di elasticità viene notevolmente accresciuto da una prolungata lavorazione.

La ricottura, invece, aumenta la duttilità del ferro, ma ne diminuisce tanto la resistenza quanto il limite di elasticità.

L'aumento di temperatura produce una diminuzione di resistenza del ferro, ed in generale di tutti gli altri metalli; pel ferro si può ritenere che alle temperature di 300, 500 e 600 gradi centigradi la resistenza resta rispettivamente ridotta ai $\frac{9}{10}$, $\frac{7}{10}$ ed $\frac{1}{2}$ di quella che

si verifica quando il ferro si trova nelle condizioni ordinarie di temperatura.

La resistenza del ferro alla rottura per compressione è alquanto minore della resistenza alla rottura per trazione, quantunque in pratica le due resistenze si ritengano uguali.

I ferri laminati presentano, nel senso delle fibre, una resistenza *specifica* notevolmente maggiore che non nel senso perpendicolare alle medesime. — La differenza è specialmente importante per le lamiere.

La maggior parte delle officine di fabbricazione del ferro mettono in commercio i loro prodotti classificati secondo proprietà fisiche e condizioni di resistenza ben definite. Per esempio, lo stabilimento del Creusot dà la seguente classificazione:

QUALITÀ del ferro		PROVE ALLA TRAZIONE			
		Allungamento al momento della rottura	Carico di rottura per ogni mm² della sezione primitiva	Carico di rottura per ogni mm² della sezione contratta	Contrazione, ossia rapporto fra la sezione di rottura e quella primitiva
		%	Kg.	Kg.	
N. 2	sbarre . .	15	37,8	55,5	0,680
	lamiere .	6,5	32,2	35,6	0,940
N. 3	sbarre . .	18	38,0	60,3	0,630
	lamiere .	10	33,7	37,6	0,895
N. 4	sbarre . .	25	38,6	73,6	0,524
	lamiere .	18,2	34,8	43,0	0,808
N. 5	sbarre . .	29	38,75	83,5	0,462
	lamiere .	22	35,6	48,0	0,740
N. 6	sbarre . .	34	39,2	112,0	0,350
	lamiere .	26,5	36,7	55,0	0,665

Per farsi un'idea esatta del valore dei numeri contenuti in questa tabella bisogna conoscere in quali condizioni si eseguirono le esperienze di cui i medesimi rappresentano i risultati. Per le prove sulle sbarre si adoperavano dei *provini* di cui una parte intermedia era stata resa cilindrica al tornio, con un diametro di 16 mm.; su questa parte cilindrica si segnavano due tratti A e B alla distanza di 100 mm. l'uno dall'altro, e poi si sottoponeva la sbarretta alla rottura per trazione. Questa avveniva sempre fra i due tratti A e B, e l'allungamento proporzionale registrato nella precedente tabella era quello ottenuto mettendo a contatto, dopo la rottura, i due pezzi e misurando esattamente di quanto era aumentata la distanza AB. — Ora è evidente che, affinchè gli allungamenti ottenuti in una serie di prove sopra un dato ferro possano dare un criterio esatto della qualità del ferro stesso, bisogna che le prove vengano sempre fatte su pezzi di sezione e lunghezza uguali a quelle adottate negli sperimenti che debbono servire di confronto (V. l'osservazione a pag. 1169). Quindi volendo determinare, per esempio, a quale categoria di ferri del Creusot corrisponde una data sbarra di ferro, bisognerà *esperimentare sopra sbarrette cilindriche di 16 mm. di diametro, e misurare gli allungamenti sopra un tratto di 100 mm. che comprenda la sezione di rottura.*

Le esperienze sulle lamiere venivano eseguite con pezzi la cui parte intermedia, tagliata nel senso della laminazione, era ridotta alla forma rettangolare avente la sezione di 200 mm², col lato minore, uguale allo spessore della lamiera, compreso fra 10 e 12 mm.; ed anche in queste prove l'allungamento veniva misurato sul tratto avente inizialmente la lunghezza di 1 dm. e comprendente la sezione di rottura.

La *Verein der Techniker deutscher Eisenbahnen* di Germania adotta quest'altra classificazione (dicendo K la resistenza alla rottura per trazione in Kg. per mm², s la contrazione relativa della sezione di rottura):

A. Ferro in sbarre: 1ª qualità: K = 38; s = 40 %. — 2ª qualità: K = 35; s = 25 %.

B. Lamiere: 1ª qualità: nel senso della laminazione K = 36; s = 25 %; id. nel senso perpendicolare a quello della laminazione: K = 32; s = 15 %. — 2ª qualità: nel senso della laminazione K = 33; s = 15 %; id. nel senso perpendicolare a quello della laminazione: K = 30; s = 9 %.

Nei capitolati per l'esecuzione delle opere in ferro si sogliono prescrivere delle prove a freddo e delle prove a caldo, per assicurarsi della buona qualità del materiale. Ecco per esempio, in sunto, le prove a freddo prescritte in Francia dal Ministero della Marina.

Lamiere. Si taglieranno, da un certo numero di lamiere (prese a caso in ciascuna fornitura) un dato numero di liste nel senso della laminazione, ed un numero uguale di liste in senso perpendicolare a quello della laminazione. Queste liste dovranno avere la parte centrale, di forma rettangolare, della larghezza di 30 mm., salvo quelle di spessore minore di 5 mm., per le quali la larghezza potrà essere ridotta a 20 mm. — Il carico medio di rottura, nel senso che avrà presentato la minor resistenza, dovrà essere di almeno 28 Kg. per mm² per le *lamiere comuni*, e di 32 almeno per le *lamiere di qualità superiore;* l'allungamento, *misurato sopra una lunghezza di 20 centimetri*, dovrà risultare del 3 ½ % almeno per le prime, e del 7 % per le seconde. Di più per le *lamiere comuni* nessuna prova dovrà aver dato uno sforzo di rottura minore di 25 Kg. per mm² ed un allungamento minore del 2 ½ %; per le *lamiere di qualità superiore* questi numeri sono portati rispettivamente a 29 Kg. ed a 5 ½ %.

Ferri ad angolo. Per i *ferri* di *qualità comune* si taglieranno, per le prove a freddo, delle liste di 30 mm. di larghezza (o di 20 se lo spessore delle ali sarà minore di 5 mm.), e si sottoporranno a sforzi di trazione crescenti sino a produrre la rottura. Raggiunto il carico di 30 Kg. per mm² lo si manterrà in azione per 5 minuti; in tali condizioni nessuna delle liste dovrà rompersi, e l'allungamento, misurato sopra una lunghezza di m. 0,20, dovrà riuscire del 6 % almeno. Di più la media di 6 esperienze almeno, per ogni fornitura, dovrà dare un carico di rottura non inferiore a 34 Kg. per mm², ed un allungamento non minore del 9 %.

Per *i ferri di qualità superiore* le prove a freddo si faranno come pei ferri d'angolo di qualità comune, ma il carico medio di rottura dovrà riuscire almeno di 35 Kg. per mm², e l'allungamento corrispondente almeno del 12 per %.

Le *prove a caldo* consistono nel foggiare, colle lamiere o coi ferri d'angolo, dei pezzi di forme e dimensioni prescritte; in nessun caso si dovranno manifestare nei medesimi fenditure, lacerature o sfogliature, le quali sarebbero indizio di imperfetta fabbricazione del ferro.

Acciajo. — Gli enormi progressi compiutisi in questi ultimi tempi nella metallurgia dell'acciajo hanno fatto acquistare a questo materiale un'importanza preeminente su tutti gli altri metalli, potendosene oggidì

ottenere le più svariate gradazioni, da quello dolcissimo, simile per le sue proprietà fisiche al ferro (*ferro omogeneo*) e come esso incapace di prendere la tempera, a quello durissimo, capace di prendere una forte tempera.

Le qualità fisiche dell'acciajo (e parliamo specialmente di quelle che più ci interessano, cioè: la *resistenza* e l'*elasticità*) dipendono, oltrechè dal suo modo di produzione, essenzialmente dalla sua composizione chimica; e siccome oggidì si può dire che non si contano più le varietà in cui si suddivide l'acciajo, secondo il modo di fabbricazione (acciai di cementazione, acciajo pudellato, acciajo Bessemer, acciajo basico, acciajo acido, acciajo al crogiuolo, ecc.), e secondo la loro composizione speciale (acciai al cromo, al tungsteno, al manganese, all'alluminio, ecc.), sarebbe impossibile parlare delle proprietà dell'*acciajo* in generale, non avendo più questa parola, per così dire, un significato netto e preciso.

Da alcuni anni si vanno eseguendo numerose esperienze per determinare l'influenza che i varii elementi, che nell'acciajo si trovano più o meno intimamente combinati col ferro, esercitano sulle proprietà del medesimo, e specialmente sulla sua resistenza, sulla sua elasticità e sulla sua durezza. Noi riferiremo i risultati delle più recenti esperienze, per la parte che maggiormente ci interessa.

Influenza del carbonio. — Quantunque gli altri elementi che, specialmente nelle odierne varietà di acciai, vanno associati al ferro ed al carbonio, esercitino un'influenza notevolissima sulle proprietà del metallo, il carbonio è pur sempre quello che in questa influenza ha la parte più importante, tantochè, anche oggidì, si suole da molti considerare unicamente, per distinguere le varie qualità di acciajo, il loro tenore in carbonio.

Il tenore minimo di carbonio che si trova negli acciai più dolci è di 0,10 a 0,15 %; il tenore massimo è di 1,20 a 1,25 %.

In generale si può dire che *col crescere del tenore in carbonio cresce la resistenza e la capacità di prendere la tempera e diminuisce invece la duttilità.* Gli è perciò che gli acciai più carburati possono sopportare un carico assai più forte che gli acciai dolci, senza subire delle deformazioni permanenti apprezzabili. Ma un fatto importantissimo, che scaturì dalle esperienze eseguitesi in occasione dell'Esposizione di Parigi del 1878, è questo che tutti gli acciai *prendono, sotto un carico dato, press'a poco lo stesso allungamento fintantochè non si è oltrepassato il loro limite di elasticità; vale a dire che il modulo di elasticità è pressochè lo stesso per tutti gli acciai* ($E = 20000$), quantunque variino grandemente le loro resistenze alla rottura.

Le tabelle che riportiamo qui sotto, le quali riassumono i risultati di numerose esperienze eseguite alle acciajerie di Terre-Noire, dimostrano come varii la resistenza dell'acciajo alla trazione, alla compressione ed al taglio, al variare del suo tenore in carbonio.

Tabella A.

Tenore in carbonio	Resistenza alla rottura per trazione	Allungamento totale
0,15 %	35 Kg. per mm²	31 %
0,49 »	48 » »	22 »
0,80 »	66 » »	11 »
0,87 »	70 » »	5 »

Tabella B.

Tenore in carbonio	Carico corrispondente al limite di elasticità (compressione)	
	Acciajo Bessemer	Acciajo Martin
0,12 %	22,50 Kg. per mm²	19,23 Kg. per mm²
0,28 »	23,95 » »	21,98 » »
0,50 »	25,35 » »	23,67 » »
0,75 »	31,42 » »	22,60 » »
1,00 »	44,02 » »	36,05 » »

Allo stesso modo che varia nell'acciajo la resistenza alla trazione ed alla compressione, al variare del suo tenore in carbonio, così varia pure la *resistenza al taglio.* Per il ferro l'esperienza ha dimostrato che la resistenza al taglio (normalmente alle fibre) è uguale ai $\frac{4}{5}$ della resistenza alla trazione (V. pag. 1196). Per l'acciajo si ha, press'a poco, lo stesso rapporto per le qualità molto dolci; ma per le varietà più dure questo rapporto è meno alto, come risulta dalle cifre seguenti ottenute dal Bauschinger.

Tabella C.

Tenore in carbonio	Resistenza alla rottura per trazione	Resistenza al taglio	Rapporto fra le due resistenze
%	Kg. per mm²	Kg. per mm²	
0,14	44,30	34,10	0,77
0,19	47,85	35,85	0,77
0,46	53,30	37,10	0,67
0,55	56,50	40,00	0,71
0,66	62,95	42,80	0,66
0,86	72,30	48,20	0,67
0,87	83,05	58,20	0,70

Influenza del silicio. — Il silicio si riscontra, come il carbonio, in tutti gli acciai; e generalmente si ammette che esso eserciti la stessa influenza sulle proprietà dei medesimi, per cui gli effetti di questi due metalloidi si sovrapporrebbero, come ha, del resto, dimostrato sperimentalmente il prof. Mrazek, della Scuola delle miniere di Pzibram, in Boemia. — Però le esperienze eseguite alle acciajerie di Terre-Noire, provarono che un aumento di tenore in silicio (entro certi limiti), aumenta bensì la resistenza dell'acciajo e ne diminuisce la duttilità, ma in proporzioni minori che il carbonio; e precisamente che l'aumento di resistenza alla rottura per trazione dovuto al silicio è $\frac{1}{6}$ circa di quello che sarebbe dovuto ad una egual quantità di carbonio.

Influenza del manganese. — Anche il manganese agisce nello stesso senso del carbonio, specialmente per ciò che riguarda l'aumento di resistenza, come risulta dalla seguente tabella, ricavata da una costruzione grafica dell'ing. V. Deshayes, delle acciajerie di Terre-Noire. La tabella dà le resistenze alla rottura per trazione che presenta l'acciajo, *non temperato*, per ogni mm² di

sezione, secondo le proporzioni di carbonio e di manganese che esso contiene.

Proporzione di manganese	PROPORZIONE DI CARBONIO									
	0,1 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,8 %	0,9 %	1 %
%	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
0	34	37	40	44	48	54	60	67	75	86
0,25	39	42	45	48,5	53	58	64	71	80	90
0,50	43	46	49,5	53,5	58	63	68,5	75,5	84	95
0,75	47,5	50	54	57,5	62	67	73	80	88,5	100
1,00	52	55	58,5	62,5	67	72	77,5	84,5	93	104
1,25	57	60	63,5	67,5	72	77	82	89	97	108
1,50	61,5	64	67,5	71,5	76	81	86,5	93,5	102	113
1,75	66,5	68,5	72	76	80	85,5	91,5	98,5	106,5	117
2,00	70	73	76,5	80	85	90	96	102,5	110	122

Per ciò che riguarda l'elasticità, l'influenza del manganese è assai meno pronunciata di quella del carbonio, e si può ritenere che non raggiunga se non $\frac{1}{7}$ ad $\frac{1}{8}$ della medesima.

Tralasciamo di parlare dell'influenza che esercitano sulle proprietà dell'acciajo il cromo, il tungsteno, l'alluminio, ecc., perchè in pratica le classificazioni che si sogliono fare degli acciai non ne tengono alcun conto, limitandosi tutto al più, a considerarne il tenore in carbonio.

La più antica classificazione degli acciai che si conosca è quella denominata « Scala di Tunner », perchè adottata da questo illustre metallurgista alle officine di Neuberg. Essa si basa appunto, come quasi tutte le altre, sul tenore dell'acciajo in carbonio, ciò che ha specialmente ragione di essere per acciai contenenti piccolissime proporzioni di altre sostanze, come sono quelli di Neuberg.

Scala di Tunner.

Numero	Tenore in carbonio %	Allungamento totale %	Resistenza alla rottura per trazione Kg. per mm²	Impiego corrispondente
7	0,12	30 a 25	40 a 48	Pezzi di macchine.
6	0,28	25 a 20	48 a 56	Lamiere, assali.
5	0,50	20 a 10	56 a 72	Rotaje, cerchioni.
4	0,75	10 a 5	72 a 88	Strumenti da taglio, lime.
3	1,00	5	88 a 104	Trapani, cesoje, ecc.
2	1,25	—	—	Raramente usati.
1	1,50	—	—	

La più gran parte delle classificazioni adottate dalle acciajerie d'Europa sono fatte sulla traccia della scala di Tunner. Riporteremo, fra le altre, alle pag. 1182-83, quella della « Gutehoffnungshütte » (Oberhausen II, Prussia Renana), e quella presentata dalle officine del Creusot all'Esposizione di Vienna del 1873, e che si riferisce agli *acciaj defosforati.* — Queste classificazioni vengono, con non troppa proprietà di linguaggio, chiamate *scale di durezza* (mentre dovrebbero dirsi piuttosto *scale di resistenza*).

È però da notarsi che nè il solo tenore in carbonio, nè la composizione chimica in generale, non bastano a fare conoscere la qualità di un acciajo ed a classificarlo rispetto alle sue proprietà, poichè ben si sa che su queste proprietà hanno una grande influenza anche il *modo* ed il *grado* di lavorazione.

Un'influenza notevolissima ha poi sulle qualità dell'acciajo l'operazione della tempera, come si dirà più sotto (e come risulta dalla tabella a pag. 1183).

Perciò, l'officina del Creusot ha stabilito per i suoi acciai una classificazione fondata sulle sole proprietà fisiche del metallo, facendo cioè completamente astrazione dal suo tenore in carbonio od in altri elementi.

Essendosi osservato, in numerose esperienze, che la purezza dell'acciajo ha una costante influenza sulla sua qualità, il Creusot comincia a formare tre grandi classi, che distingue colle lettere A, B e C. La prima comprende gli acciai ottenuti dalla ghisa ordinaria, che sono quelli meno puri; la seconda comprende gli acciai ottenuti dalle ghise di buonissima qualità, i quali hanno perciò un maggior grado di purezza; infine la terza comprende gli acciai di grande purezza, i quali, in generale, non si ottengono se non trattando al crogiuolo il ferro della miglior qualità.

Ciascuna classe si suddivide poi, secondo le condizioni di fabbricazione ed il grado di lavorazione, in molti altri prodotti, i quali differiscono fra loro per le proprietà meccaniche; delle quali la più caratteristica, e perciò la più adatta a servire di base ad una classificazione industriale, è *l'allungamento* maggiore o minore che subisce prima della rottura un cilindro di data sezione e lunghezza, al quale allungamento va connessa una contrazione della sezione di rottura.

Il Creusot ha adottato, per misurare gli allungamenti e la contrazione, delle sbarrette cilindriche colla sezione di 200 mm² e lunghe 10 centimetri ed ha limitato la sua classificazione agli acciai il cui sforzo di rottura per mm² è inferiore ad 80 Kg., giacchè gli acciai di maggior resistenza (e quindi di maggior durezza) non servono che per la fabbricazione di minuti oggetti, come utensili per la lavorazione dei metalli, coltelli, molle, ecc. I risultati ottenuti nello stabilimento del Creusot, che sono riportati nella tabella a pag. 1183, presentata all'Esposizione Universale di Vienna del 1873, possono servire di termine di confronto per giudicare la qualità di un acciajo di qualunque provenienza, come pure per prescrivere nei capitolati le prove principali che assicurano che l'acciajo fornito ha la resistenza e le altre qualità volute (V. la tabella a pag. 1183).

Si adopera l'acciajo molto dolce dei n. 9, 10, 11 di questa tabella per la fabbricazione delle caldaje a vapore e dei ferri laminati, ad angolo, a T, o doppio T, a C, ecc., per fili, per canne da fucile, per piastre di corazzatura delle navi da guerra, e per alcuni organi delle macchine.

I n. 6, 7 e 8 si impiegano per fabbricare le rotaje delle strade ferrate, le sale delle locomotive e dei carri; i cerchioni delle ruote, le molle delle vetture e dei carri; s'impiegano anche per fabbricare i ferri sagomati che si usano nella costruzione di ponti, tettoje, scafi d'acciajo, ecc.

I numeri 4 e 5 si impiegano in alcuni paesi, come in Francia ed in Austria, per la fabbricazione delle rotaje, mentre in Italia si preferiscono a tale scopo i numeri 6 e 7; in Austria ed in Svezia si adoperano anche per i cerchioni delle ruote; si impiegano inoltre correntemente per gambi di stantuffi, per utensili delle macchine di lavorazione dei legnami, per lime, falci, falcetti, sciabole, coltelli, seghe, ecc.

Scala di durezza della « Gutehoffnungshütte ».

Numero	Tenore in carbonio °/₀	Resistenza alla trazione in Kg. per mm²	Allungamento °/₀ (misurato sopra una lunghezza di 200 mm.)	IMPIEGO
0	0,10 a 0,15	40 a 45	22 a 30	*Acciajo dolce* (non ricevente la tempera), per lamiere, fili telegrafici, fili per carde, traversine per rotaje di strade ferrate, pale, chiodi da cavallo, bulloni, chiodi ribaditi, ecc.
1	0,15 a 0,20	45 a 50	20 a 28	*Acciajo dolce* (non ricevente la tempera), per fili, pale, zappe, traversine, alberi di trasmissione, bulloni, ecc.
2	0,20 a 0,25	50 a 55	18 a 25	*Acciajo dolce*, alquanto capace di ricevere la tempera, per traversine, pezzi di macchine, alberi di trasmissione, zappe, picconi, ecc.
3	0,25 a 0,30	55 a 60	16 a 22	*Acciajo dolce*, ricevente la tempera, per rotaje, pezzi di macchine, attrezzi agricoli, ecc.
4	0,30 a 0,35	60 a 65	14 a 20	*Acciajo*, ricevente bene la tempera, per rotaje, falci, attrezzi agricoli, ecc.
5	0,35 a 0,40	65 a 70	12 a 18	*Acciajo da utensili*, per fili, lime, martelli, falci, articoli di coltelleria, ecc.
6	0,40 a 0,50	70 a 80	10 a 16	*Acciajo da utensili*, per lime, seghe, molle, ecc.
7	0,50 a 0,60	75 a 90	8 a 15	*Acciajo duro da utensili*, per fili, cesoje, lime, seghe, ecc.

Classificazione del Creusot per gli acciai defosforati.

Scala di *durezza*	Grado di tempera	Resistenza alla rottura per trazione in Kg. per mm²	Allungamento °/₀ (misurato sopra una sbarra lunga 100 mm.)	Tenore in carbonio °/₀	IMPIEGO
1. Extra-duro	Extra	80-105	9-5	0,65-0,80	Molle da orologi. Lime, *frese*, seghe. Utensili da taglio.
2. Durissimo	Eccellente	75-80	12-9	0,60-0,50	Rotaje - Cerchioni - Molle per materiale ferroviario - Pattini e altre parti di macchine soggette a fregamento - Martelli - Grosse lime - Fioretti da perforatrici - Fili duri - Aratri - Lame da coltelli - Vanghe, pale, zappe, picconi.
3. Duro	Buona	70-75	15-12	0,50-0,45	
4. Duro	Discreta	65-70	18-15	0,45-0,35	
5. Semi-duro	Discreta	60-65	20-18	0,35-0,30	Rotaje, cerchioni, assi di veicoli ferroviari - Organi di macchine soggetti a sforzi di flessione e torsione - Aratri - Molle per paglericci - Pezzi di armi.
6. Dolce	Poca	55-60	22-20	0,30-0,25	
7. Dolce	Nulla	50-55	24-22	0,25-0,20	
8. Dolcissimo	Nulla	45-50	26-24	0,20-0,15	Lamiere e ferri per navi - Lamiere fine - Lungherine e traversine per strade ferrate - Tira-fondi - Bulloni - Punte di Parigi, chiodi, ecc.
9. Extra-dolce	Diviene nervoso colla tempera	40-45	28-26	0,15-0,10	
10. Extra, extra-dolce (ferro omogeneo)	Id.	35-40	32-28	0,10-0,05	

ESPERIENZE ALLA TRAZIONE (eseguite su sbarrette cilindriche tornite, di 200 mm² di sezione trasversale, e di 100 mm. di lunghezza)	MARCA	NUMERI DELLA CLASSIFICAZIONE 1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
		Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato	Non temperato	Temperato
Allungamento permanente (%) al momento della rottura . . .	A	13	2	15	4,8	17	7,2	19	9,4	21	11,1	23	13,2	25	14,6	27	18	29	21	—	—	—	—
	B	13	3,8	15	5,7	17	7,8	19	10,2	21	12,6	23	14,8	25	17	27	19,5	29	22	32	24,2	—	—
	C	13	5	15	6,6	17	8,6	19	10,8	21	13,3	23	16	25	18,2	27	20,6	29	23,4	32	27,6	35	33
Carico di rottura, in Kg. per mm² della sezione primitiva . . .	A	72,6	117	73,6	110,5	70,3	105,6	66,8	96,8	62,6	88,8	58	78,7	53,2	68,6	49,2	61,2	45	56,2	—	—	—	—
	B	77,7	119,3	74,9	115	71,8	108	68,2	99	64,4	91	59,7	82	55	73,8	50,5	65,8	46,7	58,8	41,3	51,2	—	—
	C	79	123	76,2	118,3	73,2	112	69,8	104,8	65,9	99	61,5	89,8	56,8	81,2	52,2	72,6	48,2	63,8	43,5	53,2	39,3	46
Carico di rottura, in Kg. per mm² della sezione contratta di rottura	A	95,2	119	98,5	120	101	122	103,2	123,5	103,6	125	106,8	126,5	108	128,1	110	129,7	114	131,3	—	—	—	—
	B	98	125,2	101	128	104,2	130,8	107	133,5	110,8	136,3	113	138,7	115,2	142	119	145,1	123	147,5	127	152	—	—
	C	100,2	132,2	104	136,5	108	141	113	146,3	115,5	151,2	119,6	156	123,2	160,5	127,5	165,4	132,6	170	140	175,2	146,6	180,5
Contrazione laterale, ossia rapporto della sezione di rottura alla sezione primitiva	A	0,800	0,980	0,749	0,930	0,697	0,865	0,646	0,790	0,595	0,710	0,544	0,625	0,493	0,535	0,441	0,473	0,395	0,428	—	—	—	—
	B	0,793	0,950	0,740	0,900	0,687	0,827	0,636	0,745	0,582	0,670	0,529	0,590	0,477	0,520	0,425	0,453	0,379	0,398	0,325	0,337	—	—
	C	0,788	0,930	0,732	0,867	0,678	0,794	0,617	0,720	0,570	0,655	0,514	0,575	0,460	0,508	0,409	0,440	0,363	0,375	0,310	0,305	0,268	0,255
Carico corrispondente al limite di elasticità (Kg. per mm²). . .	A	39	72	37,8	68,3	36,4	65,8	34,9	60,6	33,2	56,2	31	50,3	28,8	43,8	26,6	37,8	22,5	33,6	—	—	—	—
	B	41,1	78,5	40	75,5	38,8	71	37,3	65,4	35,8	62,1	33,8	55	31,8	49,8	29,6	44,7	27,5	40	23,6	33	—	—
	C	43,2	85	42,2	82	41	78	39,8	72,5	38,3	68,8	36,05	62,2	34,8	56,9	32,7	51,2	30,7	45,3	27,8	37,2	24,4	32,8
Coefficiente di qualità, a caldo .	A	120		120		120		120		120		120		120		115		110		—		—	
	B	125		125		125		125		125		125		125		120		115		110		—	
	C	130		130		130		130		130		130		130		125		120		115		110	

I numeri 1, 2, 3 finalmente si adoperano su vasta scala nella fabbricazione degli utensili delle macchine per la lavorazione dei metalli e delle pietre; e si impiegano pure, invece della ghisa, per cuscinetti di macchine, scatole del grasso (*boette*), ecc., facendo però, in questi casi, ricuocere perfettamente i pezzi.

Nel mezzodì della Francia, nel Brasile, nelle Indie, ed in generale nei paesi caldi, si impiegano per rotaje ed altri pezzi speciali dell'armamento delle strade ferrate, non trovandosi quivi soggetti ai pericoli del gelo che può essere causa di rottura degli acciaj molto duri.

Le prove da prescriversi nei capitolati per verificare la buona qualità dell'acciajo devono essere di due specie; le une dovranno constatare che la resistenza alla rottura e l'allungamento per $^0/_0$ corrispondano alla prescritta qualità dell'acciajo (secondo la tabella del Creusot per esempio) accordando però una tolleranza del 5 o del 6 $^0/_0$ del prescritto, in più o in meno; le altre dovranno farsi con sbarre di determinate dimensioni, da appoggiarsi orizzontalmente alle estremità, e da sottoporsi ai colpi d'un maglio avente un dato peso e cadente da una data altezza.

Per la prova delle rotaje d'acciajo l'Amministrazione delle strade ferrate dell'Alta Italia prescriveva, pochi anni or sono, le seguenti prove:

1° Una rotaja posata colla sua suola orizzontale su due appoggi posti alla distanza di m. 1, dovrà sopportare per 5 minuti un carico di Kg. 20 000 nel suo mezzo senza conservare dopo la prova alcuna inflessione permanente;

2° Aumentando il carico oltre i 20 000 Kg. sino a produrre la rottura, questa dovrà avvenire sotto l'azione di un carico non inferiore di Kg. 40 000;

3° Ciascuna metà della rotaja spezzata nella prova precedente appoggiata alle sue due estremità dovrà resistere al colpo d'un maglio del peso di Kg. 600 cadente, dall'altezza di m. 8, nel punto di mezzo del tratto compreso fra gli appoggi. Il pezzo di rotaja inflesso in questa prova dovrà raddrizzarsi sotto l'azione di un secondo colpo di maglio, dopo rovesciata la rotaja;

4° Sottoponendo a sforzi di trazione dei pezzi di rotaja, lavorati in modo da avere una parte intermedia cilindrica o prismatica (di sezione quadrata), l'allungamento al momento della rottura dovrà essere del 18 $^0/_0$ misurandolo sopra una lunghezza di 16 diametri o di 10 diagonali, comprendente nel suo mezzo la sezione di rottura.

Acciajo temperato. — La tempera aumenta notevolmente la resistenza dell'acciajo, e per contro ne diminuisce assai la proprietà di allungarsi e di contrarsi prima della rottura, come risulta chiaramente dalla tabella da noi riportata a pagina 1183; perciò essa rende il metallo più *fragile*, ossia più facile a rompersi per l'azione degli urti. (Gli è per questo motivo che spesso, nei capitolati, si prescrive che l'acciajo *non sia suscettibile di temprarsi*).

Ma la modificazione più singolare e più importante che la tempera esercita sull'acciajo consiste in ciò che essa *eleva grandemente il limite di elasticità* dell'acciajo, rendendone il *carico al limite di elasticità assai prossimo al carico di rottura*. — Questa preziosa proprietà torna utilissima nella costruzione delle *molle* (V. questo paragrafo), nelle quali si arriva a *far lavorare* l'acciajo a 50, 60 e più chilogrammi per mm², senza che la molla vada soggetta a deformazioni permanenti sensibili.

Il *modulo di elasticità* però è, per l'acciajo temperato, poco diverso da quello dell'acciajo non temperato, e si ritiene, generalmente, uguale al medesimo (20 000 a 22 000 Kg. per mm²).

Ghisa. — Le diverse qualità di ghisa presentano delle differenze assai notevoli nella loro resistenza, sia alla trazione che alla compressione. Ma ciò che v'ha di più caratteristico in questo metallo, che lo differenzia dal ferro e dall'acciajo, e di cui bisogna tener gran conto nelle costruzioni, si è che la sua resistenza alla trazione, specialmente *per la ghisa bigia* ordinaria, è di molto inferiore alla resistenza alla compressione, tantochè, mentre alla trazione essa resiste assai meno del ferro, rompendosi sotto uno sforzo variabile fra 10 e 16 Kg. per mm², alla compressione invece essa resiste di gran lunga meglio che il ferro, potendo portare, prima di rompersi, un carico che supera sempre i 45 Kg. per mm², e può arrivare fino a 110!

Il limite di elasticità viene raggiunto per gli sforzi di trazione col carico di Kg. 5 per mm², e per gli sforzi di compressione col carico di Kg. 21 circa.

A parità di sezione e di carico le deformazioni della ghisa sono molto maggiori, cioè più che doppie, di quelle del ferro e dell'acciajo. In altri termini il modulo d'elasticità della ghisa è molto minore che per questi ultimi metalli, e può ritenersi compreso fra 9000 e 10 000 (Kg. per mm.²).

Legnami. — Dalle esperienze di Chevandier, Wertheim, Rondelet, Hodgkinson, Rennie, Gauthey, Tredgold, ecc., si possono dedurre le seguenti conclusioni relativamente alla resistenza dei legnami in generale.

La resistenza varia non solo colla qualità del legno, ma ancora, per una medesima provenienza, coll'età e colla natura del terreno in cui l'albero è cresciuto.

Un legname cresciuto in terreno secco ed adattato presenta maggior resistenza di un altro, di eguale essenza, cresciuto in un suolo acquitrinoso e malsano.

La resistenza cresce generalmente coll'età dell'albero, però non oltre un certo limite, e fintantochè il tronco si mantiene perfettamente sano.

Il legname ricavato al piede e verso il mezzo dei tronchi degli alberi sani che sono ancora nello stadio di incremento, presenta generalmente maggior resistenza di quello che si ricava dall'alto del fusto e dalle ramificazioni; il contrario si verifica per i legnami ricavati da alberi che sono già nello stadio di deperimento.

Per legnami della stessa essenza la resistenza è sensibilmente proporzionale alla densità.

I legni secchi, convenientemente stagionati, presentano in generale maggior resistenza alla rottura che quelli da poco recisi. Ciò si verifica specialmente per la *quercia*, mentre non avviene, per esempio, per il larice; per cui quella sarà sempre da preferirsi a questo nelle costruzioni permanenti ed in siti asciutti.

Si comprende pertanto come i diversi sperimentatori abbiano ottenuto risultati spesso notevolmente diversi sulla resistenza alla trazione ed alla compressione di una stessa qualità di legno, e come, perciò, i dati che si trovano nei prontuari relativamente ai legnami variino fra limiti molto estesi.

In pratica si suol prendere per *carico di sicurezza* la decima parte dei carichi medii di rottura, con che si ha un margine abbastanza largo per le differenze fra i legni della stessa natura cresciuti in condizioni differenti.

La resistenza dei legnami alla trazione, come è facile prevedere, *è grandemente maggiore nel senso delle fibre che nel senso perpendicolare alle medesime.* Ed anche la resistenza allo schiacciamento è, generalmente, maggiore quando si comprimono i pezzi di legno nel

senso delle fibre, che non quando essi si comprimono in senso normale alle medesime.

La seguente tabella, da noi compilata in base ad un gran numero di autorevoli esperienze, dà i limiti estremi dei valori fra cui oscillano il carico di rottura, il carico al limite di elasticità, ed il modulo di elasticità per i legnami più adoperati nelle costruzioni, *nel caso della trazione*, ed il carico di rottura dei medesimi *nel caso della compressione*. (Il modulo d'elasticità, ed anche il carico al limite di elasticità, per la compressione si ritengono generalmente, più o meno con ragione, uguali a quelli che si riferiscono alla trazione. Il carico al limite di elasticità per compressione, come il carico di rottura, è effettivamente alquanto minore di quello relativo alla trazione).

LEGNAMI (Il segno ‖ indica: nel senso delle fibre; il segno ⊥ indica: normalmente alle medesime)		TRAZIONE			COMPRESSIONE
		Carico di rottura Kg. per mm²	Carico al limite di elasticità Kg. per mm²	Modulo di elasticità Kg. per mm²	Carico di rottura Kg. per mm²
Abete	‖	3,50-4,10	2,00	1110	1,60-2,25
	⊥	0,20-0,40	—	—	—
Acacia	‖	6-8	3-3,20	1200	—
Acero	‖	3-4	0,9-1	1000	—
	⊥	0,5-0,70	—	—	—
Betulla	‖	4-5	1,5-1,6	900-1000	2,20-2,50
	⊥	0,5-0,8	—	—	—
Carpino	‖	2,5-3	—	—	—
	⊥	0,8-1	—	—	—
Faggio	‖	4-11	2-3	920-980	5,50-6,60
	⊥	0,7-0,9	—	—	3,40-3,50
Frassino	‖	6-12	1,5-2	980-1100	6,10-6,60
	⊥	0,2-0,3	—	—	3,40-3,60
Larice rosso	‖	5,5-8	—	1200-1300	4-5
Olmo	‖	6-7	1,6-1,8	1100-1200	1,8-2,20
	⊥	0,25-0,35	—	—	—
Ontano	‖	4-5	1-1,10	1100	3,5-4,00
	⊥	0,25-0,30	—	—	—
Pino silvestre	‖	3-10	1,5-2	600-1200	2-4,50
	⊥	0,3-0,4	—	—	2-2,20
Pioppo	‖	1,8-2	0,7-0,9	500-600	1,6-1,8
	⊥	0,15-0,16	—	—	—
Quercia	‖	6-11	—	1000-1170	4,00-6,60
	⊥	0,5-0,6	—	—	3,00-3,50

Pietre naturali ed artificiali, malte e cementi. — In questi materiali si verifica, in grado ancora più marcato che nella ghisa, la proprietà di resistere molto meno alla tensione che non alla compressione. In generale la loro resistenza alla trazione è così piccola, che in pratica si deve cercar sempre di impiegarli in modo che non si trovino mai soggetti a sforzi di questa natura.

Per lo stesso motivo si deve evitare di assoggettare questi materiali a sforzi di *flessione*, la quale in sostanza produce tensione in alcuni punti e compressione in altri.

Appunto perchè in pratica i materiali di cui discorriamo si trovano quasi esclusivamente cimentati alla resistenza di compressione, pochi esperimentatori si occuparono della loro resistenza alla trazione, per cui pochi ed incerti sono i dati che si hanno su questo modo di resistere delle pietre e delle malte. Secondo il Curioni, stando a limiti molto estesi, e distinguendo le pietre che si impiegano ordinariamente nelle costruzioni in *tenere*, *mezzane* e *dure*, secondo che il loro peso specifico è compreso fra 1,4 e 2,2, oppure fra 2,2 e 2,6, od è maggiore di 2,6, si può dire, relativamente alla loro resistenza alla rottura per trazione riferita al millimetro quadrato:

1° Che essa varia fra Kg. 0,06 e 0,13 nelle pietre *calcari tenere*, fra Kg. 0,13 e 0,30 nelle pietre *calcari mezzane*, e fra Kg. 0,30 e 0,65 nelle pietre *calcari dure;*

2° Che oscilla fra Kg. 0,04 e 0,10 nelle pietre *silicee tenere*, fra Kg. 0,10 e 0,42 nelle pietre *silicee mezzane*, e fra Kg. 0,42 e 0,80 nelle pietre *silicee dure;*

3° Che sta fra Kg. 0,04 e 0,15 nelle pietre *vulcaniche tenere*, fra Kg 0,15 e 0,40 nelle pietre *vulcaniche mezzane*, e fra Kg. 0,40 e 0,90 nelle pietre *vulcaniche dure*.

Nei mattoni detta resistenza varia fra Kg. 0,08 e 0,25, e dipende essenzialmente dalla qualità della terra di cui i medesimi sono composti, dal modo di lavorazione e dal grado di cottura.

Per ciò che riguarda le malte poi, ecco quanto si può dedurre dalle esperienze finora state eseguite:

1° La resistenza delle malte varia secondo la qualità e le proporzioni della sabbia e della calce impiegate per comporle, e secondo il tempo trascorso dalla loro messa in opera;

2° Detta resistenza cresce col tempo entro limiti molto estesi; ed in generale si può ritenere:

3° Che per le malte di calce grassa, impiegata in masse murali di spessori ordinari, la coesione che si può ritenere *definitiva* non ha luogo se non dopo 10 anni circa, mentre poi nei massi murali di grande spessore essa non si verifica che dopo 200 o 300 anni dalla loro costruzione;

4° Che per le malte di calce idraulica e sabbia la coesione finale ha luogo dopo 4 anni; per quelle di calce e pozzolana dopo 3 anni; per quelle di cemento puro dopo un tempo che varia fra 12 e 18 mesi; e per quelle di gesso dopo 1 mese circa;

5° La coesione delle malte fatte con calce è minore (circa $^2/_3$) della loro aderenza alle pietre naturali ed ai mattoni, di guisa che la rottura per trazione nei massi murali composti con dette malte avviene più facilmente nell'interno di uno strato di malta, anzichè alla superficie di separazione fra uno strato di malta ed uno strato di pietre;

6° Per le malte di *gesso* invece l'aderenza colle pietre è minore della loro coesione, cosicchè la rottura per trazione nei massi murali in cui le pietre si trovano collegate con malta di gesso succede di preferenza alla superficie di separazione fra malta e pietre, anzichè nell'interno di uno strato di malta. Inoltre tanto la coesione quanto l'aderenza delle malte di gesso colle pietre viene meno col tempo, principalmente in luoghi umidi, esposti alle vicende atmosferiche e ad esalazioni organiche.

Riguardo alla resistenza alla rottura per trazione delle diverse malte, si può ritenere mediamente, sempre secondo il Curioni:

7° Che le malte di calce grassa e sabbia, dopo 6 mesi a 10 anni dal loro impiego, possono presentare una resistenza variabile fra 0,005 e 0,035 Kg. per mm²;

8° Che per le malte di calce idraulica e sabbia, poste in opera da un tempo di 6 mesi a 4 anni, detta resistenza può oscillare fra Kg. 0,02 e 0,05 per mm² quando la calce è *mediocremente idraulica*, fra Kg. 0,03 e 0,09 quando questa è *idraulica*, e fra Kg. 0,05 e 0,15 quando è *eminentemente idraulica;*

9° Che le malte di calce grassa e pozzolana, in un lasso di tempo compreso fra 2 mesi e 3 anni, acquistano una resistenza variabile fra Kg. 0,03 e 0,15 per mm²;

10° Che le malte di buon cemento puro raggiungono nello spazio di 1 a 18 mesi una resistenza compresa fra 0,04 e 0,21 Kg. per mm²;

11° Che, finalmente, le malte di gesso, secondo che sono di gesso puro o di gesso impastato con sabbia, sono suscettive di acquistare, dopo 1 mese dal loro impiego in masse murali, una resistenza per mm² di 0,10 a 0,16 Kg. nel primo caso, e di 0,02 a 0,06 nel secondo caso.

Ma se assai scarsi sono i dati che si hanno sulla resistenza alla trazione delle pietre, dei laterizi e delle malte, numerosissimi sono invece quelli che si posseggono sulla resistenza alla *rottura per compressione* degli stessi materiali.

Nella tabella che segue noi abbiamo radunato i dati più autorevoli e più importanti che si riferiscono alle pietre più adoperate per le costruzioni murarie nelle varie regioni d'Italia.

Denominazione e provenienza	Peso di 1 m³ Kg.	Carico di rottura per compressione massimo Kg. per cm²	minimo Kg. per cm²	medio Kg. per cm²
Arenarie	—	1000	120	—
Arenaria (pietra serena) di Fiesole	2200	250	150	200
— di Viggiù	2500	—	—	400
Basalti	2900	2000	—	—
Beola (Lago Maggiore)	2600	—	—	500
Calcari teneri	1400-2200	130	60	100
— mezzani	2200-2600	300	130	220
— duri	2600-2900	500	300	400
Calcare compatto di Trani (cava Puro)	2700	—	—	320
Id. di Bisceglie (cava Milillo)	2500	295	110	219
Marmo bianco di Carrara	2710	—	—	320
— nero di Varenna	2720	—	—	340
— di Candoglia (Lago Magg.)	2700	—	—	300
— di Genova	2700	—	—	360
— turchino, di Genova	2710	—	—	600
— bianco venato, presso Carrara	2720	—	—	650
Granito rosso di Baveno	2600	733	202	600
— bianco di Alzo	2600	665	448	—
— » di Montorfano	2660	1000	465	800
— della Balma, presso Biella	2750	—	—	800
— della Riva di Chiavenna (Lago di Como)	2600	—	—	790
Lava vesuviana (piperno)	2640	—	—	630
— tenera di Napoli	1720	—	—	160
— grigia di Roma (peperino)	1980	—	—	230
Pietra argillosa di Firenze	2560	—	—	420
Pietre vulcaniche tenere	600-2200	230	34	—
— » mezzane	2200-2600	590	230	—
— » dure	2600-2950	2000	590	—
Pietra pomice	600	—	—	34
Pietre silicee tenere	1400-2200	90	4	—
— » mezzane	2200-2600	420	90	—
— » dure	2600-2900	800	420	—
Sienite di Balma	2700	920	450	700
Travertino di Tivoli	2350	—	—	290
Tufo di Roma	1220	—	—	57
— vulcanico di Napoli	1170-1580	61	30	—

Come si può scorgere da questa tabella, la resistenza alla rottura per schiacciamento di una stessa pietra può variare fra limiti estesissimi, e quindi il valore dei numeri contenuti nella tabella stessa, e specialmente quello delle medie dell'ultima colonna, è alquanto relativo. Perciò ogni qualvolta il costruttore vorrà impiegare una pietra di una data cava, farà bene a determinarne la resistenza con un numero sufficiente di esperienze, non fidandosi della resistenza che a occhio e croce si può assegnare alla medesima in base alla sua specie ed alla provenienza; poichè anche in una medesima cava le pietre provenienti dagli strati superiori sono meno resistenti di quelle che si tolgono dagli strati di mezzo, ed, in generale, le qualità fisiche delle pietre, come la durezza, la densità, ecc., non possono servire di sicuro indizio per giudicare della resistenza rispettiva (benchè, secondo molti autori, si possa ritenere che per pietre della stessa natura, la resistenza cresca col crescere della densità).

Per ciò che riguarda i *mattoni*, le differenze che si riscontrano nella loro resistenza alla rottura per compressione sono ancora più notevoli che per le pietre; esse dipendono dalla diversa qualità delle terre di cui i medesimi sono composti, dal diverso modo di fabbricazione e specialmente dal diverso *grado di cottura*.

Per i *mattoni ordinari* si può ritenere, mediamente, che il carico di rottura, riferito al cm², è di:

Kg. 40 a 60 per i mattoni poco cotti *(albasi)*;
» 60 a 100 per i mattoni cotti a giusto grado *(mezzanelli)*;
» 80 a 120 per i mattoni molto cotti *(forti)*;
» 100 a 150 per i mattoni stracotti *(ferrioli)*.

I *mattoni crudi* si rompono sotto un carico di 30 a 40 Kg. per cm².

Ma, lo ripetiamo, queste cifre sono tutt'altro che assolute. I moderni e perfezionati processi di fabbricazione dei laterizi dànno dei mattoni la cui resistenza supera quasi sempre quelle sopra riportate; tanto che nelle numerose esperienze che da più anni abbiamo avuto occasione di eseguire presso il R. Museo Industriale Italiano non ci occorse mai di esperimentare alla compressione mattoni la cui resistenza alla rottura sia risultata inferiore agli 80 Kg. per cm²; molte volte detta resistenza si elevava mediamente ai 100-120 Kg.; ed in una serie di prove eseguite su 27 mattoni presentati dai fratelli Cerruti di Biella, la resistenza per cm² risultò mediamente di 280 a 300 Kg. Del resto questa notevolissima resistenza si verifica abbastanza frequentemente nei mattoni delle migliori fabbriche, come risulta dalla tabella alla colonna seguente, che dà la resistenza allo schiacciamento dei *mattoni scelti* di alcune provincie d'Italia.

Si noti però che i numeri contenuti in questa tabella sono dedotti da esperienze eseguite nel modo ordinario, cioè operando: o sopra piccoli cubi, aventi per lato la dimensione minima dei mattoni da cui furono ricavati; o sopra prismi costituenti una parte di mattone; o tutto al più sopra mattoni intieri, presi ad uno ad uno. Quasi sempre poi in dette esperienze si è praticato: o di sottoporre a preventiva levigatura le faccie da comprimersi; o di porre i saggi in prova fra due pezzi di lamiera di piombo. Queste pratiche, ponendo i laterizi che si esperimentano in condizioni ben diverse da quelle in cui finiranno per trovarsi in pratica nella composizione delle masse murali, non possono condurre a risultati concludenti.

Provincia	Denominazione e provenienza dei mattoni	Carico di rottura per compressione Kg. per cm²		
		massimo	minimo	medio
Alessandria	Dolci di Alessandria	57	53	56
	Mezzanelli id.	153	54	96
	Forti id.	202	99	160
	Ferrioli id.	342	128	210
	Dolci di Acqui	140	81	115
	Mezzanelli id.	150	124	135
Benevento	Della Società Anonima Fornaci di Benevento (fatti con argilla e tufo)	314	133	—
Bologna	Della fornace Brini	190	118	160
	Della fornace Carina	151	110	135
Firenze	Di Buriano	162	65	110
	Della Impruneta	175	160	166
	Di Signa	200	114	140
Milano	Di Milano	189	130	167
	Di Lodi	190	128	155
Novara	Forti di Novara	158	131	148
	Mezzanella forte id.	118	66	98
	Mezzanella dolce id.	86	77	81
	Albasi id.	107	75	92
	A due sabbie id.	133	110	118
Parma	Di Parma	288	185	236
	Di Colorno	230	159	190
Pavia	Forti di Vigevano	171	108	150
Perugia	Di Foligno	255	169	206
	Grossi di Perugia	212	166	195
	Grossi di Spoleto	285	115	195
Roma	Di Monterotondo	160	137	153
	Di Roma (Valle d'Inferno)	240	187	214
	Di Roma (Porta S. Pancrazio)	105	92	97
Torino	Fabbricati a mano, delle fornaci Chinaglia in Torino	260	130	160
	Fabbricati a macchina id. id.	310	150	180
	Per vôlti, delle fornaci di Castelrosso (Chivasso)	—	—	150

Questa osservazione era stata fatta, fin dal 1880, dal compianto prof. Curioni, il quale, valendosi della potentissima macchina per esperimentare la resistenza dei materiali, da lui progettata, e fatta costrurre per la R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri in Torino (della qual macchina daremo più oltre una descrizione), instituì delle esperienze comparative sulla resistenza dei mattoni isolati e dei pilastrini di mattoni, regolarizzando le faccie da comprimersi con malta di cemento e

sabbia, ed impiegando la stessa malta nei giunti per la composizione dei pilastrini. I risultati di queste esperienze vennero consegnati per disteso in una Memoria del Curioni inserita negli *Atti della Regia Accademia delle Scienze di Torino* (vol. XVII, anno 1882); e, per la loro importanza, noi ne diamo un breve riassunto.

1° *Esperienze sui mattoni fabbricati a mano delle fornaci Chinaglia in Torino.* — Cinque serie di esperienze si sono fatte con questi mattoni, e ciascuna serie si è compiuta con sei prove.

I saggi stati impiegati per queste prove avevano mediamente la lunghezza di 230, la larghezza di 110 e la grossezza di 56 mm. Per le prime quattro serie d'esperienze si impiegarono esclusivamente mattoni intieri; per la quinta serie si fecero entrare, nella composizione dei pilastrini, mattoni intieri e parti di mattoni.

I risultati di queste esperienze sono riassunti nella tavola che segue:

INDICAZIONE DEI SAGGI	Carichi di rottura medii in Kg. per cm²
Mattoni posti fra due pezzi di lamiera di piombo	131
Mattoni colle facce compresse regolarizzate mediante malta	260
Pilastrini fatti con due mattoni sovrapposti colle facce compresse regolarizzate mediante malta	156
Pilastrini fatti con tre mattoni sovrapposti colle facce compresse regolarizzate mediante malta	95
Pilastrini con giunti normali alle facce compresse, fatti con tre filari di mattoni e colle facce predette regolarizzate mediante malta	84

La grande differenza che esiste fra il valore del coefficiente medio di rottura dei mattoni posti fra due pezzi di lamina di piombo ed il valore dello stesso coefficiente dei medesimi mattoni colle facce compresse regolarizzate mediante malta, si deve attribuire alle molte irregolarità che sempre si riscontrano sulle facce maggiori dei mattoni fabbricati a mano, ed al fatto che la malta distrugge queste irregolarità assai meglio della lamiera di piombo.

Le differenze, che si notano fra il valore del coefficiente medio di rottura dei *mattoni soli* colle facce compresse regolarizzate mediante malta, ed i valori degli analoghi coefficienti pei *pilastrini* fatti con mattoni sovrapposti, sono dovute, in parte alle irregolarità delle faccie d'unione dei mattoni nella composizione dei pilastrini, ed in piccola parte al rapporto dell'altezza dei prismi compressi alla dimensione minima delle facce premute.

La differenza che si osserva fra il valore del coefficiente medio di rottura dei pilastrini di soli mattoni sovrapposti ed il valore dello stesso coefficiente pei pilastrini con giunti normali alle faccie compresse e fatti con tre filari di mattoni, si crede attribuibile, per piccola parte ai giunti normali, e per la più gran parte al fatto di non essersi impiegati soltanto mattoni interi nella composizione degli ultimi pilastrini.

2° *Esperienze sui mattoni fabbricati a macchina.* — Otto serie di esperienze si sono fatte con questi mattoni, e ciascuna serie si è compiuta con quattro prove. I saggi stati impiegati per queste prove erano di due modelli differenti; quelli di un modello avevano mediamente la lunghezza di 243, la larghezza di 90 e la grossezza di 55 mm.; quelli dell'altro modello avevano le analoghe dimensioni di 230, di 110 e di 48 mm. Le prime cinque serie di esperienze furono fatte con mattoni del primo modello, e le tre successive con mattoni del secondo modello. Si fa poi notare che tutti indistintamente i mattoni stati sottoposti ad esperimento furono fabbricati colla stessa qualità di terra, e che nel comprimere l'impasto nello stampo si produsse un'identica totale pressione sulle loro facce maggiori, e quindi una pressione riferita all'unità di superficie, che pei mattoni del primo modello fu un po' maggiore di quella pei mattoni del secondo modello.

I risultati delle fatte esperienze si trovano compendiati nella seguente tavola:

INDICAZIONE DEI SAGGI	Carichi di rottura medii in Kg. per cm²
Mattoni del primo modello, posti fra due pezzi di lamiera di piombo	235
Mattoni del primo modello colle facce compresse regolarizzate mediante malta . .	309
Pilastrini fatti con due mattoni del primo modello sovrapposti, colle facce compresse regolarizzate mediante malta	164
Pilastrini fatti con tre mattoni del primo modello sovrapposti, colle facce compresse regolarizzate mediante malta	139
Pilastrini fatti con quattro mattoni del primo modello sovrapposti, colle facce compresse regolarizzate mediante malta	125
Mattoni del secondo modello posti fra due pezzi di lamiera di piombo	156
Mattoni del secondo modello colle facce compresse regolarizzate mediante malta . .	231
Pilastrini fatti con due mattoni del secondo modello sovrapposti, colle facce compresse regolarizzate mediante malta	156

La differenza, non molto grande, ma pur sensibile, che esiste fra il valore del coefficiente medio di rottura pei mattoni posti fra due pezzi di lamiera di piombo ed il valore dello stesso coefficiente pei medesimi mattoni colle faccie compresse regolarizzate mediante malta, sembra doversi attribuire a qualche irregolarità che si riscontra anche sulle faccie maggiori dei mattoni fabbricati con macchine, irregolarità che quasi sempre questi mattoni contraggono nella cottura, ed al fatto

che la malta distrugge queste irregolarità assai meglio delle lamiere di piombo.

Le differenze che si riscontrano fra il valore del coefficiente medio di rottura dei mattoni soli colle faccie compresse regolarizzate mediante malta, ed i valori degli analoghi coefficienti pei pilastrini fatti con mattoni sovrapposti, sembrano dovuti all'altezza dei prismi compressi, altezza che pei pilastrini è tale da facilitare la divisione in parti tendenti ad accelerare lo sfasciamento laterale.

I maggiori valori dei coefficienti medii di rottura dei mattoni del primo modello per rapporto a quelli dei mattoni del secondo modello, stati esperimentati in condizioni analoghe, si devono attribuire al fatto della maggior compressione, riferita all'unità di superficie delle faccie maggiori, stata prodotta nel comprimere la terra nello stampo all'atto della fabbricazione dei primi mattoni. La diminuzione meno rapida che ha luogo nei coefficienti medii di rottura dei saggi fatti con mattoni del secondo modello, per rapporto a quelli dei saggi fatti con mattoni del primo modello, nel passare dagli esperimenti su soli mattoni agli esperimenti su pilastrini fatti con due mattoni sovrapposti, sembra trovare spiegazione nella minor grossezza dei mattoni del secondo modello per rapporto alla dimensione analoga dei mattoni del primo modello; per cui, essendo i pilastrini stati provati nella terza serie di esperienze più alti di quelli stati provati nell'ottava, furono in questi meno favorite le divisioni tendenti ad accelerare lo sfasciamento laterale.

3° *Esperienze sui mattoni disposti di costa.* — Queste esperienze sono state in numero di quattro, e si sono instituite sopra mattoni fabbricati a macchina del primo modello, ossia mediamente colla lunghezza di 243, colla larghezza di 90 e colla grossezza di 55 mm.

La pressione veniva esercitata sulle faccie medie; il carico medio di rottura risultò di Kg. 164 per cm².

Dalle esperienze sopra citate si deducono le seguenti interessanti conclusioni colle quali il Curioni chiude la sua Memoria:

1° La pratica di fare esperienze sulla resistenza alla rottura per pressione dei mattoni col porli fra due pezzi di lamiera di piombo non sembra tale da poter dare risultati accettabili;

2° Le esperienze sopra saggi d'un solo mattone colle faccie compresse regolarizzate mediante malta, dànno risultati migliori di quelli che si ottengono sopra pilastrini degli stessi mattoni colle faccie compresse regolarizzate nell'identico modo e coll'interposizione della medesima malta fra i giunti;

3° Colla stessa qualità di terra i mattoni fabbricati con macchine sono più resistenti di quelli fabbricati a mano;

4° La resistenza alla rottura per pressione dei pilastrini, formati con mattoni sovrapposti della stessa provenienza, va diminuendo col crescere della loro altezza;

5° A parità di tutte le altre circostanze, la maggior compressione delle terre nello stampo all'atto della fabbricazione dei mattoni ha qualche favorevole influenza sulla loro resistenza alla rottura per pressione;

6° I medesimi mattoni compressi di piatto, ossia sulla loro faccia maggiore, presentano una maggiore resistenza, che non quando sono compressi di costa.

Per ciò che riguarda, finalmente, la *resistenza delle malte allo schiacciamento*, ecco i risultati che si possono dedurre dalle numerose esperienze eseguite dal Curioni:

NATURA E COMPOSIZIONE DELLA MALTA	Carico medio di rottura in Kg. per cm²
Malta di calce in zolle, di Casale Monferrato (idraulica) senza aggiunta di sabbia, dopo 60 giorni dalla fabbricazione, essendo stata immersa nell'acqua i primi 20	30
Malta formata con 1 parte di calce in polvere, di Casale, e 2 parti di sabbia (cioè circa 500 Kg. di calce per ogni m³ di sabbia), dopo 60 giorni dalla fabbricazione, essendo stata immersa nell'acqua durante i primi 20 . . .	47
Malta di cemento a lenta presa di Casale Monferrato, senza aggiunta di sabbia, nelle precedenti condizioni di tempo	(traz. 28) compr. 330
Malta composta di una parte in volume di detto cemento ed una parte di sabbia, cioè circa 750 Kg. di cemento in polvere per ogni m³ di sabbia, nelle precedenti condizioni di tempo	(traz. 28) compr. 262
Malta composta di una parte in volume di calce in pasta di Sestri Ponente, e due parti di pozzolana di Fuoco (presso Napoli), rimasta nell'acqua per 240 giorni dopo la composizione, ed esperimentata 40 giorni dopo estratta dall'acqua	14
Malta come la precedente ma non stata immersa nell'acqua ed esperimentata 169 giorni dopo l'impasto	34
Malta nelle precedenti proporzioni, ma con pozzolana fina di Bacoli, lasciata per 174 giorni sott'acqua ed esperimentata 40 giorni dopo l'estrazione	49
Malta come la precedente e posta nelle stesse circostanze, ma con pozzolana di Bacoli di qualità ordinaria . . .	25
Malta composta di una parte in volume di calce di Sestri in pasta e due parti di pozzolana fina di Bacoli, ma non stata immersa nell'acqua, ed esperimentata 169 giorni dopo l'impasto .	56
Malta come la precedente e posta nelle stesse circostanze, ma colla sostituzione della pozzolana ordinaria di Bacoli a quella fina	38
Malta come la precedente ma con pozzolana di Roma	40
Gesso impastato con acqua	50
Gesso impastato con latte di calce . .	72

Solidi caricati di punta.

Allorquando si sottopongono a forze comprimenti dirette secondo il loro asse, delle sbarre la cui lunghezza raggiunga un certo multiplo della dimensione minima della loro sezione trasversale, benchè, in teoria, non vi sia ragione alcuna per cui l'asta debba inflettersi (quando la forza agisca precisamente secondo il suo asse), pure l'esperienza dimostra che si verifica effettivamente una flessione la quale può essere causa della rottura dell'asta. Questa flessione trova la sua spiegazione nel fatto che la forza comprimente non coincide mai, in modo matematicamente esatto, coll'asse del

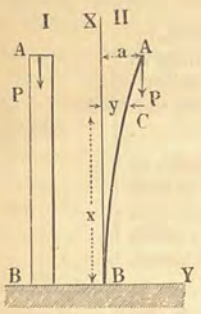


Fig. 1490.

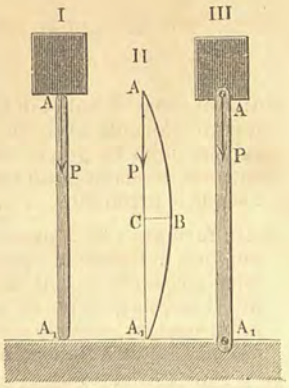


Fig. 1491.

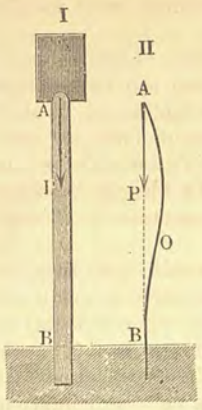


Fig. 1492.

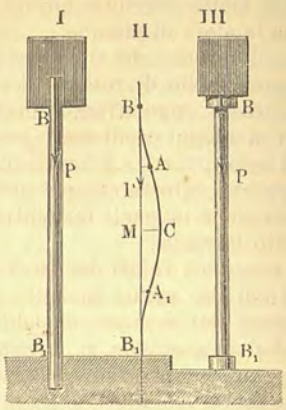


Fig. 1493.

solido, e l'asse, o luogo geometrico dei centri di gravità di tutte le sezioni del solido, a motivo della *sempre imperfetta* omogeneità del materiale, non è mai una vera linea retta. L'influenza di codeste circostanze è, evidentemente, tanto più notevole quanto più è lunga l'asta in confronto della sua grossezza; epperò, come l'esperienza dimostra, coll'aumentare la lunghezza della medesima si verifica bentosto una condizione di cose in cui l'influenza della flessione supera quella della compressione, e l'asta viene a cedere e spezzarsi, quantunque la forza comprimente sia molto al disotto di quella che sarebbe capace di romperla per semplice compressione.

Il calcolo di questi solidi, che si dicono *caricati di punta*, si può fare per mezzo delle *formole di Eulero* (dedotte teoricamente), che dànno i carichi di rottura nei quattro casi che possono presentarsi in pratica.

Formole di Eulero. — Sieno:

P, il carico che produce la rottura per inflessione dell'asta, in Kg.;

J, il minimo momento d'inerzia della sezione trasversale dell'asta, supposta costante;

l, la lunghezza dell'asta;

E, il modulo d'elasticità del materiale.

1° Caso. — Il solido è incastrato ad un'estremità, libero all'altra (fig. 1490).

$$P = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{EJ}{l^2} = 2,4674 \frac{EJ}{l^2} \qquad (I)$$

od approssimativamente:

$$P = 2,5 \frac{EJ}{l^2}.$$

2° Caso. — Entrambe le estremità del solido sono libere (snodate), ma sono costrette e rimanere sull'asse primitivo del solido (fig. 1491).

$$P = \pi^2 \frac{EJ}{l^2}; \text{ approssimativamente } P = 10 \frac{EJ}{l^2}. \qquad (II)$$

3° Caso. — Una estremità del solido è incastrata, l'altra è libera, ma costretta a rimanere sull'asse primitivo del solido (fig. 1492).

$$P = 2\pi^2 \frac{EJ}{l^2}; \text{ appross. } P = 20 \frac{EJ}{l^2}. \qquad (III)$$

4° Caso. — Il solido è incastrato ad entrambe le estremità (fig. 1493 (I)). In questo caso si ha:

$$P = 4\pi^2 \frac{EJ}{l^2}, \text{ ed appross. } P = 40 \frac{EJ}{l^2}. \qquad (IV)$$

Limite tra la rottura per compressione e la rottura per flessione di punta. — Le formole di Eulero dànno per la resistenza alla rottura P dei solidi caricati di punta dei valori tanto maggiori quanto minore è la lunghezza l; cosicchè, quando l si accosta al valore zero, la resistenza diventerebbe infinitamente grande. Ora il valore di P è, in ogni caso, limitato, inquantochè esso può, al massimo, diventare eguale ad ΩK_c, essendo Ω l'area della sezione trasversale del solido, e K_c il carico di rottura per compressione, riferito all'unità di superficie. Eguagliando questo valore di P al valore dato, per ogni singolo caso, dalle formole di Eulero, si otterrà il limite inferiore della lunghezza l per cui il calcolo dà le stesse probabilità che la sbarra abbia a cedere, o per pura compressione, o per flessione di punta.

Consideriamo, per esempio, il 1° caso delle formole di Eulero. Avremo:

$$\Omega K_c = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{EJ}{l^2}, \text{ e quindi } l = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{J}{\Omega} \cdot \frac{E}{K_c}}.$$

Indicando con u il rapporto $\frac{J}{\Omega}$ si ha:

per una *sezione rettangolare*, di lati b ed h (h essendo il lato più piccolo):

$$\frac{J}{\Omega} = u = \frac{bh^3}{12bh} = \frac{h^2}{12};$$

per una *sezione circolare*, di diametro d:

$$u = \frac{{}^1/_{64}\,\pi d^4}{{}^1/_4\,\pi d^2} = \frac{d^2}{16};$$

per una *sezione anulare* (colonna cava) di diametri d e $d_1 = \mu . d$:

$$u = \frac{{}^1/_{64}\,\pi\,(d^4 - d_1^4)}{{}^1/_4\,\pi\,(d^2 - d_1^2)} = \frac{d^2 + d_1^2}{16} = \frac{(1 + \mu^2)\,d^2}{16}.$$

Ritenendo poi, col Weisbach, $K_c = 75$ per la ghisa, $= 22$ per il ferro, $= 4,8$ per il legno, si ricava:

per la ghisa: $\frac{E}{K_c} = \frac{10000}{75} = 133,3,$

per il ferro fucinato: $\frac{E}{K_c} = \frac{20000}{22} = 910,$

per il legno: $\frac{E}{K_c} = \frac{1100}{4,8} = 229,2.$

Sostituendo ad $\frac{J}{\Omega}$ e ad $\frac{E}{K_c}$ questi valori nella formola

$$l = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{J}{\Omega} \cdot \frac{E}{K_c}},$$

si ricavano i seguenti valori limiti del rapporto $\frac{l}{h}$ od $\frac{l}{d}$ per cui il calcolo delle dimensioni del solido dà gli stessi risultati, tanto ricorrendo alle formole di Eulero, quanto alla formola della compressione semplice. Perciò *le formole di Eulero dovranno solo applicarsi quando il rapporto fra la lunghezza della sbarra* (1° caso) *e la dimensione minima della sua sezione trasversale supera i valori contenuti nella seguente tabella:*

		Per la ghisa	Per il ferro	Per il legno
Sezione rettangolare (h lato minore)	$\frac{l}{h} =$	5,23	13,66	6,86
Sezione circolare (di diametro d).	$\frac{l}{d} =$	4,53	11,85	5,94
Sezione anulare (d diam. esterno; $d_1 = \mu d$ diam. interno)	$\frac{l}{d} =$	$4,53\sqrt{1+\mu^2}$	$11,85\sqrt{1+\mu^2}$	—

I valori contenuti in questa tabella valgono per il *1° caso* delle formole di Eulero, vale a dire per un'asta incastrata ad un'estremità, e libera all'altra. Per gli altri modi di ritenere la sbarra, contemplati negli altri 3 casi, si dovranno moltiplicare detti valori rispettivamente per $\sqrt{4}$, $\sqrt{8}$, $\sqrt{16}$, cioè per 2, 2,8 e 4.

La seguente tabella, che ricaviamo dal *Prontuario per l'Ingegnere della Società Hütte* (1), dà, già calcolati, i valori limiti di $\frac{l}{d}$ o di $\frac{l}{h}$ per tutti i quattro casi delle formole di Eulero.

(Facciamo notare che i valori relativi al 1° caso sono, in questa tabella, alquanto differenti da quelli della tabella precedente, dovuta al Weisbach. Ciò dipende dall'aver assunto per K_c valori leggermente diversi).

	Sezione circolare di diametro d $\frac{l}{d}$	Sezione rettangolare (h lato minore) $\frac{l}{h}$	Materiale
1° caso (fig. 1490)	5	$5\,^3/_4$	Ghisa
	12	14	Ferro
	6	8	Legno
2° caso (fig. 1491)	10	$11\,^1/_2$	Ghisa
	24	28	Ferro
	$11\,^1/_2$	$13\,^1/_2$	Legno
3° caso (fig. 1492)	14	16	Ghisa
	33	38	Ferro
	16	19	Legno
4° caso (fig. 1493)	20	23	Ghisa
	48	56	Ferro
	23	27	Legno

(1) Riduzione italiana, compilata per cura e sotto la direzione dell'ing. F. Mazzola. Torino, E. Loescher, 1894.

Formola di Grashof. — L'esperienza dimostra che *anche al disotto dei valori limiti sopra indicati* di $\frac{l}{h}$ o di $\frac{l}{d}$, la resistenza di un prisma alla rottura per schiacciamento va diminuendo coll'aumentare della lunghezza del prisma (Confr. pag. 1174). Il Grashof, per tener conto di questa circostanza, ha dato una formola empirica, i cui risultati concordano abbastanza bene con quelli dell'esperienza. Secondo il citato autore la forza P capace di produrre la rottura di un prisma caricato di punta, o semplicemente compresso, è:

$$P = \frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2} = \frac{\Omega K_c \cdot \alpha \frac{J E}{l^2}}{\Omega K_c + \alpha \frac{J E}{l^2}}.$$

In questa formola α rappresenta rispettivamente, per ogni singolo caso, i coefficienti numerici $\frac{\pi^2}{4}$, π^2, $2\pi^2$ e $4\pi^2$ delle formole di Eulero.

Per rendere la formola più comoda per il calcolo si può porre:

$$P = \frac{\Omega K_c}{\frac{\Omega}{J}\frac{K_c}{E}\frac{l^2}{\alpha} + 1} = \frac{\Omega K_c}{\frac{l^2}{\alpha u v} + 1} = \Omega \frac{K_c}{\frac{l^2}{\alpha u v} + 1},$$

essendo $u = \frac{J}{\Omega}$, $v = \frac{E}{K_c}$.

Mediante la formola del Grashof si può dunque calcolare qualunque solido, sia esso semplicemente compresso, oppure caricato di punta, come un solido sottoposto a sforzo di compressione semplice, purchè si prenda per carico di rottura non già K_c, ma bensì:

$$\frac{K_c}{\frac{l^2}{\alpha u v} + 1}.$$

Il valore del coefficiente $\frac{1}{1 + \frac{l^2}{\alpha u v}}$ dipende, oltrechè dal materiale $\left(v = \frac{E}{K_c}\right)$, anche dalla lunghezza l, dalla sezione $\left(u = \frac{J}{\Omega}\right)$, e dal modo con cui è ritenuta la sbarra.

La seguente tabella contiene i valori di questo coefficiente per i casi che più frequentemente occorrono in pratica.

PER SEZIONE RETTANGOLARE									PER SEZIONE CIRCOLARE								
$\frac{l}{h} =$	5	10	15	20	25	30	40	50	$\frac{l}{d} =$	5	10	15	20	25	30	40	50
Ghisa									*Ghisa*								
I	0,53	0,22	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	I	0,45	0,17	0,08	0,05	0,03	0,02	0,013	0,008
II	0,81	0,53	0,33	0,22	0,15	0,11	0,06	0,04	II	0,77	0,45	0,27	0,17	0,12	0,08	0,05	0,03
III	0,88	0,69	0,50	0,36	0,27	0,20	0,12	0,08	III	0,87	0,62	0,41	0,30	0,21	0,16	0,09	0,06
IV	0,94	0,82	0,66	0,53	0,42	0,33	0,22	0,15	IV	0,93	0,77	0,60	0,45	0,34	0,27	0,17	0,12
Ferro battuto									*Ferro battuto*								
I	0,88	0,65	0,45	0,32	0,23	0,17	0,11	0,07	I	0,85	0,58	0,38	0,27	0,18	0,14	0,08	0,05
II	0,97	0,88	0,77	0,65	0,54	0,45	0,32	0,23	II	0,95	0,85	0,71	0,58	0,47	0,38	0,27	0,18
III	0,98	0,94	0,87	0,79	0,70	0,62	0,48	0,38	III	0,98	0,92	0,83	0,74	0,64	0,53	0,41	0,31
IV	0,99	0,97	0,93	0,88	0,83	0,77	0,65	0,54	IV	0,99	0,95	0,90	0,85	0,78	0,71	0,58	0,47
Legno									*Legno*								
I	0,65	0,32	0,18	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	I	0,59	0,27	0,14	0,08	0,06	0,04	0,03	0,015
II	0,89	0,65	0,46	0,32	0,23	0,18	0,10	0,07	II	0,85	0,59	0,38	0,27	0,19	0,14	0,08	0,06
III	0,93	0,80	0,63	0,50	0,38	0,30	0,19	0,13	III	0,92	0,70	0,56	0,42	0,31	0,24	0,15	0,11
IV	0,97	0,89	0,77	0,65	0,55	0,46	0,32	0,23	IV	0,96	0,85	0,72	0,59	0,48	0,38	0,27	0,19

Osservazione. Le indicazioni I, II, III e IV si riferiscono ai casi 1°, 2°, 3° e 4° delle formole di Eulero.

Tanto le formole di Eulero, come quelle del Grashof, dànno il *carico di rottura* della sbarra. Il carico di sicurezza si farà:

$$P_1 = \alpha P$$

dove si riterrà:

per il ferro fucinato $\alpha = \frac{1}{5}$ (coefficiente di sicurezza),

per la ghisa $\alpha = \frac{1}{6}$,

pel legno $\alpha = \frac{1}{10}$ a $\frac{1}{12}$.

Formola di Schwarz (o di Navier). — Si conosce sotto questi due nomi una formola empirica anche assai adoperata per il calcolo dei solidi caricati di punta, posti nelle condizioni del caso 2° delle formole di Eulero, cioè *colle estremità libere, ma costrette a rimanere sull'asse primitivo del solido.*

Secondo detta formola il *carico ammissibile* (carico di sicurezza) per una sbarra caricata di punta nel modo suindicato è:

$$P_1 = \frac{\Omega k_c}{n}$$

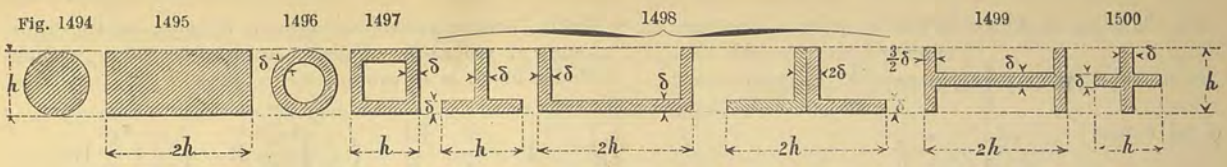
dove k_c è il carico di sicurezza, relativo alla resistenza alla compressione semplice, e riferito all'unità di superficie, ed

$$n = 1 + \alpha \frac{l^2 \Omega}{J} = 1 + \alpha \frac{l^2}{r^2}$$

(se si rappresenta con $r = \sqrt{J : \Omega}$ il *raggio d' inerzia* della sezione trasversale del solido).

Ωk_c rappresenta il carico di sicurezza P di un solido semplicemente compresso; ed il carico di sicurezza P dello stesso solido caricato di punta, è $\frac{1}{n}$ di P. Reciprocamente l'area della sezione trasversale che bisogna dare ad un solido *caricato di punta* da una forza comprimente P, è uguale ad n volte l'area della sezione trasversale che basterebbe dare al medesimo se esso fosse *semplicemente compresso* dalla stessa forza comprimente.

La tavola seguente contiene i valori dei coefficienti n per diverse forme di sezioni trasversali, e per determinati valori del rapporto $\frac{l}{h}$ fra la lunghezza l del solido e la dimensione minima h della sua sezione trasversale.



$\frac{l}{h}$	FERRO FUCINATO Figura						GHISA (legno nei casi 1 e 2) Figura					
	1494	1495	1496	1497	1498	1499	1494	1495	1496	1497	1498	1500
5	1,04	1,03	1,02	1,02	1,06	1,05	1,32	1,24	1,19	1,15	1,24	1,44
10	1,16	1,12	1,09	1,06	1,25	1,18	2,28	1,96	1,78	1,58	1,95	2,77
12	1,23	1,17	1,12	1,09	1,36	1,26	2,84	2,38	2,12	1,84	2,37	3,55
14	1,31	1,24	1,17	1,13	1,49	1,36	3,51	2,88	2,53	2,15	2,86	4,48
16	1,41	1,31	1,22	1,16	1,65	1,46	4,28	3,46	2,99	2,50	3,43	5,54
18	1,52	1,39	1,28	1,21	1,82	1,59	5,15	4,11	3,53	2,90	4,07	6,75
20	1,64	1,48	1,34	1,26	2,01	1,73	6,12	4,84	4,12	3,34	4,79	8,10
22	1,77	1,58	1,41	1,31	2,22	1,89	7,19	5,65	4,78	3,83	5,59	9,50
24	1,92	1,69	1,49	1,37	2,46	2,06	8,34	6,53	5,49	4,37	6,43	11,2
26	2,08	1,81	1,58	1,43	2,71	2,24	9,65	7,49	6,27	4,96	7,41	13,0
28	2,25	1,94	1,67	1,50	2,98	2,43	11,0	8,52	7,12	5,59	8,44	14,9
30	2,44	2,08	1,77	1,58	3,28	2,65	12,5	9,64	8,02	6,26	9,54	17,0
32	2,64	2,23	1,88	1,66	3,59	2,88	14,1	10,8	9,00	7,00	10,7	19,2
34	2,85	2,39	1,99	1,74	3,92	3,12	15,8	12,1	10,0	7,77	12,0	21,5
36	3,07	2,56	2,11	1,83	4,28	3,38	17,6	13,4	11,1	8,58	13,3	24,0
38	3,31	2,73	2,23	1,93	4,65	3,65	19,5	14,9	12,3	9,45	14,7	26,6
40	3,56	2,92	2,37	2,03	5,05	3,93	21,5	15,4	13,5	10,4	16,2	29,4
42	3,82	3,12	2,51	2,13	5,46	4,24	23,6	17,9	14,8	11,3	17,7	32,3
44	4,10	3,32	2,65	2,24	5,90	4,55	25,8	19,6	16,1	12,3	19,4	35,4
46	4,38	3,53	2,81	2,36	6,35	4,88	28,1	21,3	17,5	13,4	21,1	38,6
48	4,69	3,76	2,97	2,48	6,83	5,23	30,5	23,1	19,0	14,5	22,9	41,9
50	5,00	4,00	3,14	2,60	7,32	5,69	33,0	25,0	20,5	15,6	24,7	45,4
55	5,84	4,63	3,59	2,94	8,65	6,55	39,7	30,0	24,6	18,7	29,7	54,7
60	6,76	5,32	4,08	3,31	10,1	7,70	47,1	35,6	29,1	22,1	35,2	64,9
65	7,76	6,07	4,61	3,71	11,7	8,75	55,1	41,6	34,0	25,7	41,1	76,0
70	8,84	6,88	5,19	4,14	13,4	9,99	60,4	48,0	39,3	29,7	47,5	88,0
75	10,0	7,75	5,81	4,61	15,2	11,3	73,0	55,0	44,9	33,9	54,4	101
80	11,2	8,68	6,47	5,10	17,2	12,7	82,9	62,4	50,9	38,3	61,7	115
90	14,0	10,7	7,93	6,19	21,5	15,8	105	78,8	64,2	48,4	77,6	145
100	17,0	13,0	9,55	7,41	26,3	19,3	129	97,0	79,0	59,5	95,9	178

Pel calcolo di questa tabella si ritenne:

pel ferro fucinato . . . . . $\alpha = 0{,}0001$
per la ghisa . . . . . $\alpha = 0{,}0008$
pel legno . . . . . $\alpha = 0{,}0008$

e, nei casi delle fig. 1497 e 1498:

pel ferro fucinato . . . . . $h = 30\,\delta$
per la ghisa . . . . . $h = 10\,\delta$

Secondo Laissle e Schübler (1) sarebbe invece:

per il ferro . . . $\alpha = 0{,}0001$ (come sopra)
ma per la ghisa . . $\alpha = 0{,}0003$
e per il legno . . . $\alpha = 0{,}0002$

(1) *Der Bau der Brückenträger*, 1876.

Secondo l'*Ingenieurs Taschenbuch*, *herausg. vom Verein Hütte* (15ª ediz.), si può ritenere, mediamente:

per la ghisa . . . . . $\alpha = 0{,}00016$
per il ferro fucinato . . . . . $\alpha = 0{,}00008$
per l'acciajo dolce . . . . . $\alpha = 0{,}00004$
» duro . . . . . $\alpha = 0{,}00006$
per il legno . . . . . $\alpha = 0{,}00015$

Secondo recenti esperienze di Tetmayer (2) α non sarebbe costante, ma dipenderebbe dal valore del rapporto $\frac{l}{r}$.

(2) *Schweizerische Bauzeitung*, 1887, vol. X, pag. 93 e seg.; e 1888, vol. XI, pag. 110 e seg.

Per la ghisa si dovrebbe porre:

$$\alpha = 0{,}0001 \sqrt{0{,}00867 \cdot \frac{l}{r} - 0{,}6936}$$

e pel legno:

$$\alpha = 0{,}0001 \sqrt{0{,}05 \frac{l}{r} - 0{,}80}.$$

Esperienze sulla resistenza dei solidi caricati di punta.

I. *Esperimenti di Hodgkinson.* — L'Hodgkinson è forse stato il primo che abbia istituito delle esperienze sulla resistenza delle sbarre alla rottura per flessione di punta, per verificare l'attendibilità delle formole teoriche di Eulero.

Queste esperienze (di cui si può leggere la relazione stesa da Barlow, nelle «Philosophical Transactions», 1840), comproverebbero che le formole sopra citate hanno un valore di sufficiente approssimazione. Secondo Hodgkinson la formola

$$P = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{EJ}{l^2} = \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2 \frac{\pi d^4}{64} E = \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2 \frac{b^4}{12} E$$

per colonne prismatiche con sezioni circolari o quadrate, qualora si prenda per E un dato valore sperimentale, può essere senz'altro ritenuta giusta per il legno. Per il ferro fucinato invece la formola è soddisfacente solo a condizione che al posto di d^4 si adotti la potenza $d^{3,76}$ o $d^{3,55}$, e per la ghisa è sufficientemente esatta sostituendo a d^4 ed l^2 le potenze $d^{3,76}$ o $d^{3,55}$ e $l^{1,7}$.

I risultati principali di codesti esperimenti eseguitisi su colonne prismatiche aventi sezioni circolari e quadrate ci sono dati da Hodgkinson nelle seguenti formole empiriche.

TABELLA *dei valori della forza* P *per la resistenza alla rottura di lunghe colonne.*

	(II) $\frac{l}{b}$ od $\frac{l}{d} > 15$	(IV) $\frac{l}{b}$ od $\frac{l}{d} > 30$
1) Colonna massiccia di ghisa con sezione circolare .	$P = 1320 \frac{d^{3,76}}{l^{1,7}}$	$P = 7720 \frac{d^{3,55}}{l^{1,7}}$
2) Colonna cava di ghisa con sezione anulare	$P = 1152 \frac{d^{3,76} - d_1^{3,76}}{l^{1,7}}$	$P = 7752 \frac{d^{3,55} - d_1^{3,55}}{l^{1,7}}$
3) Colonna massiccia di ferro con sezione circolare. .	$P = 21098 \frac{d^{3,76}}{l^2}$	$P = 130045 \frac{d^{3,55}}{l^2}$
4) Colonna quadrata di legno quercia di Danzica . .	—	$P = 2483 \frac{b^4}{l^2}$
5) Colonna quadrata di legno pino secco.	—	$P = 1771 \frac{b^4}{l^2}$

NB. La forza P è data in chilogrammi, e le dimensioni sono espresse in millimetri.

Le formole contenute nella 1ª colonna della tabella (nº II) valgono pel 2º caso delle formole di Eulero (fig. 1491), quando $\frac{l}{b}$ od $\frac{l}{d}$ è maggiore di 15. — Le formole contenute nella 2ª colonna (nº IV) valgono per il 4º caso delle formole di Eulero, o, più precisamente, pel modo di appoggio della colonna indicato in III nella fig. 1493, cioè quando le estremità della medesima non sono veramente incastrate, ma sibbene tagliate secondo piani normali all'asse, per modo che la *linea elastica* (cioè la curva secondo cui s'inflette l'asse del solido) deve alle due estremità mantenersi tangente all'asse inizialmente rettilineo della colonna. Dette formole presuppongono che $\frac{l}{b}$ od $\frac{l}{d}$ sia maggiore di 30.

Per il caso I (in cui una estremità è incastrata e l'altra è libera) la resistenza, secondo Hodgkinson, arriverebbe soltanto ad un decimo di quella del caso IV.

Finalmente per il caso III (in cui una estremità è incastrata e l'altra è arrotondata e costretta a rimanere sull'asse) il carico di rottura devesi porre uguale alla media aritmetica dei risultati avuti per i casi II e IV.

Il legno secco, secondo Hodgkinson, presenta una resistenza doppia di quello abbattuto di recente.

Adottando un coefficiente di sicurezza $= \frac{1}{6}$, il *carico ammissibile* per colonne di ghisa sarà:

per il caso II:

$$P = \frac{1320}{6} \frac{d^{3,76}}{l^{1,7}} = 220 \frac{d^{3,76}}{l^{1,7}},$$

e per il caso IV:

$$P = \frac{7720}{6} \frac{d^{3,55}}{l^{1,7}} = 1287 \frac{d^{3,55}}{l^{1,7}},$$

e similmente, avendosi a calcolare il diametro, si deve ritenere:

per il caso II: $d = \left[\frac{P \cdot l^{1,7}}{220}\right]^{0,266}$

e per il caso IV: $d = \left[\frac{P \cdot l^{1,7}}{1287}\right]^{0,2817}$

II. *Esperienze di Bauschinger* (1). — Fra le numerosissime esperienze eseguite dal Bauschinger su ferri a T ed a doppio T, ad U e ad angolo, noi riporteremo soltanto quelle che si riferiscono ai *ferri a doppio T simmetrici*, che ci sembrano le più importanti.

(1) V. le *Mittheilungen aus dem mechanisch-tecnischen Laboratorium der königl. technischen Hochschule in München*, 1887.

Queste esperienze si possono raggruppare in due serie, secondo il modo in cui erano ritenute le estremità delle sbarre caricate di punta.

1ª Serie. Le due estremità delle sbarre erano libere ma costrette a rimanere sull'asse primitivo del solido (Caso 2° delle formole di Eulero).

I risultati delle esperienze sono contenuti nella seguente tabella.

Numero dell'esperienza	Sezione trasversale: Lunghezza	Sezione trasversale: Larghezza	Sezione trasversale: Area (Ω)	Minimo momento d'inerzia (J)	Lunghezza della sbarra (l)	Carico di rottura: osservato (P_0)	Carico di rottura: calcolato $\left(P = \pi^2 \frac{EJ}{l^2}\right)$	Carico per cm² ($P_0 : \Omega$)	Differenza $\frac{P_0 - P}{P_0} 100$
	cm.	cm.	cm²	cm²	cm.	Kg.	Kg.	Kg.	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	25,2	13,8	63,55	575,6	405,5	70,500	69,000	1105	+ 2
2*	12,4	7,2	20,7	37,99	89	61,000	94,500	3035	—
3	—	—	18,22	—	151	30,250	33,000	1662	— 9
4	—	—	18,22	—	223	17,250	15,000	948	+ 13
5	9,93	4,92	11,16	17,31	156,1	10,650	14,000	956	— 31
6	—	—	11,38	—	270	4,100	4,700	360	— 15
7	—	—	11,76	—	465	1,300	1,600	111	— 23
8	9,99	5,01	10,58	14,2	254,3	3,900	4,300	369	— 10
9	9,98	5,01	10,58	14,2	254,3	4,000	4,300	378	— 7,5
10	9,95	5,00	10,55	14,2	254,4	3,900	4,300	370	— 10
11	10,00	5,00	10,56	14,2	254,4	4,050	4,300	384	— 6
12	9,96	4,99	10,55	14,2	254,3	3,900	4,300	370	— 10

(*) L'esperienza n. 2 è da scartarsi perchè, stante la piccola lunghezza della sbarra, questa era nelle condizioni di un solido semplicemente compresso.

I carichi di rottura osservati (colonna 7) concordano abbastanza coi carichi di rottura calcolati per mezzo della formola di Eulero (colonna 8); perciò da questa 1ª serie di esperienze del Bauschinger si può conchiudere che *per sbarre caricate di punta, snodate ai due estremi, la formola di Eulero* $P = \pi^2 \frac{EJ}{l^2}$ *dà dei risultati sufficientemente attendibili.*

Per dimostrare come l'inflessione dei solidi caricati di punta cominci a rendersi sensibile per carichi relativamente assai piccoli, riportiamo anche qui sotto le freccie osservate a diversi momenti dell'esperienza N. 12.

Carico P'	P' : Ω	Freccia al mezzo
Kg.	Kg. per cm²	mm.
200	19	0,00
400	38	0,04
600	57	0,11
800	76	0,20
1000	95	0,34
2000	190	1,25
3000	284	3,88
3200	303	5,08
3400	322	6,86
3600	341	9,92
3800	360	17,14

2ª Serie. Le sbarre si appoggiavano, colle loro estremità accuratamente spianate, contro le due piastre comprimenti.

Questo modo di ritenere le estremità delle sbarre (rappresentato in III nella fig. 1493) non coincide con nessuno dei quattro modi contemplati dalle formole di Eulero; si avvicina, più che agli altri, al caso 4°. — Le esperienze del Bauschinger hanno dimostrato che in questo caso la formola IV di Eulero dà risultati poco attendibili, e che la formola che risponde meglio a questo caso è quella di Navier (o di Schwarz), cioè:

$$P_1 = \Omega \frac{k_c}{1 + \alpha \frac{l^2 \Omega}{J}}$$

nella quale, per il caso considerato, α è compreso fra 0,000041 e 0,00031. — Per il caso 2° delle formole di Eulero (fig. 1491) α è compreso, secondo il Bauschinger, fra 0,00009 e 0,000614.

II. **Esperienze di Tetmayer.** — Queste esperienze mirarono, in special modo, a determinare il valore del coefficiente α da introdurre nella formola di Schwarz (V. pag. 1192).

Resistenza al taglio od allo scorrimento trasversale.

Consideriamo un trave A B E D parzialmente incastrato in un sopporto rigido qualunque, per esempio un

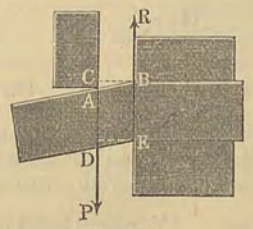


Fig. 1501.

muro (fig. 1501), ed applichiamo ad una sezione A D della parte libera, vicinissima alla *sezione d'incastro* B E, una forza P contenuta nel piano della sezione A D

e passante pel suo centro di gravità. In queste condizioni si dice che nel trave è provocata la *resistenza al taglio od allo scorrimento trasversale*, poichè l'esperienza dimostra che le due porzioni del trave (quella incastrata e quella libera) tendono a separarsi *scorrendo* l'una sull'altra; P si dice lo *sforzo di taglio*.

Per effetto dello scorrimento, il punto del trave che inizialmente si trovava in C si sposta parallelamente alla sezione d'incastro, e viene in A. C A dicesi lo *scorrimento* assoluto della sezione A D rispetto alla sezione d'incastro B E; *questo spostamento si suppone comune a tutte le molecole della sezione* A D (il che equivale a supporre che lo sforzo di taglio P si ripartisca uniformemente su tutta l'area della sezione trasversale).

Ammetteremo le stesse leggi già enunciate per le resistenze alla trazione ed alla compressione, cioè che lo scorrimento C A:

1° è direttamente proporzionale all'intensità della forza di taglio P;

2° è direttamente proporzionale alla distanza C B delle due sezioni A D e B E;

3° è inversamente proporzionale all'area Ω della sezione trasversale del trave;

4° dipende essenzialmente dalla natura del materiale di cui il trave è costituito.

Si avrà dunque:

$$CA = \frac{P \times CB}{G \times \Omega} \qquad (1)$$

dove G è un coefficiente numerico che tien conto della natura del materiale, e chiamasi *coefficiente o modulo di elasticità relativo al taglio od allo scorrimento.*

Risolvendo l'equazione sopra scritta rispetto a P, si ha:

$$P = G \,.\, \Omega \,.\, \frac{CA}{CB}. \qquad (2)$$

Il rapporto $\frac{CA}{CB}$ si chiama *scorrimento relativo*, o *scorrimento riferito all'unità di lunghezza dell'asse del solido;* lo indicheremo con δ, e scriveremo:

$$P = G \,.\, \Omega \,.\, \delta. \qquad (3)$$

Se in quest'equazione si fa $\Omega = 1$, $\delta = 1$, si ha $P = G$; dunque G *è quello sforzo di taglio che in un prisma di sezione trasversale eguale ad 1 è capace di provocare uno scorrimento relativo uguale ad 1* (Si vedano le avvertenze esposte pel caso della trazione, pag. 1165).

Si dimostra, colla teoria matematica dell'elasticità, che fra il modulo di elasticità relativo al taglio, G, e quello relativo alla trazione ed alla compressione, E, esiste la seguente relazione:

$$G = \frac{E}{2(1 + n)}$$

dove n rappresenta il rapporto $\frac{\varepsilon}{i'}$ fra la contrazione trasversale ε che accompagna ogni allungamento dovuto a sforzo di trazione, e l'allungamento relativo i'.

Per i *solidi isotropi* abbiamo visto che questo rapporto è uguale ad $\frac{1}{4}$ (V. pag. 1166-1167); sostituendo ad n questo valore nella formola suddetta, si ha

$$G = \frac{2}{5} E.$$

Perciò in pratica si ritiene, generalmente, *il modulo di elasticità relativo al taglio*, G, *uguale ai* $\frac{2}{5}$ *del modulo di elasticità relativo alla trazione ed alla compressione*, E.

Effettivamente però il valore di n per i materiali più comunemente usati nelle costruzioni varia, in cifre tonde, fra $\frac{1}{3}$ ed $\frac{1}{4}$ (V. pag. 1167), e quindi il valore di G varia fra $\frac{3}{8}$ E e $\frac{2}{5}$ E.

Alcuni prontuari, fra cui quello della Società Hütte, ritengono perciò come valore di G il minore dei due sopra indicati, cioè $\frac{3}{8}$ E. La differenza fra i due valori non è, del resto, che di $\frac{1}{40}$; e noi riterremo, colla maggior parte degli autori, $G = \frac{2}{5}$ E.

Si dimostra ancora, assai facilmente, che se i è l'allungamento o l'accorciamento relativo massimo che si può ammettere con tutta sicurezza in un corpo (il quale si supponga egualmente resistente in tutte le direzioni alla trazione ed alla compressione), lo scorrimento relativo δ che si può ammettere nel corpo stesso, sottoposto a sforzo di taglio, è:

$$\delta = 2i.$$

Facendo $G = \frac{2}{5}$ E e $\delta = 2i$ nella equazione (3) si otterrà il valore della forza P che si può applicare con sicurezza:

$$P = \frac{4}{5} E \Omega i. \qquad (4)$$

(Facendo invece $G = \frac{3}{8}$ E, si otterrebbe $P = \frac{3}{4} E \Omega i$).

Ora il prodotto $E \Omega i$ rappresenta il carico di sicurezza per trazione o per compressione (V. pag. 1165); quindi:

il carico di sicurezza che si può applicare ad un corpo cimentando in esso la resistenza al taglio è uguale ai $\frac{4}{5}$ $\left(\text{più precisamente è compreso fra } \frac{3}{4} \text{ e } \frac{4}{5}\right)$ *della forza di trazione o di compressione che il medesimo corpo potrebbe sopportare con sicurezza.*

Rappresentando adunque con k_s i *carichi di sicurezza* relativi al taglio si assumerà sempre k_s uguale al più piccolo dei due valori:

$$k'_s = \frac{4}{5} k; \quad k''_s = \frac{4}{5} k_c;$$

ed il calcolo di un corpo soggetto a sforzo di taglio semplice (P), si farà colla forma semplicissima:

$$P = \Omega k_s \qquad (5)$$

perfettamente analoga a quelle relative alla trazione ed alla compressione.

Principio della reciprocità degli scorrimenti; resistenza allo scorrimento longitudinale. — Ogni scorrimento di una sezione trasversale per rispetto ad un'altra è necessariamente accompagnato da uno *scorrimento longitudinale* di direzione normale al precedente ed avente lo stesso valore. Consideriamo, infatti, nell'interno di un solido un piccolissimo rettan-

golo A B D C compreso fra due sezioni trasversali infinitamente vicine del solido stesso A B, C D, e fra le due fibre A C e B D parallele all'asse del solido. Supponiamo che, per effetto di uno sforzo di taglio, la sezione C D si sposti nel proprio piano parallelamente ad A B, per guisa che C D venga in C' D'. Il rettangolo A B D C si trasforma allora nel quadrilatero A B D' C', che, stante la piccolezza delle deformazioni, si può considerare come un parallelogramma (fig. 1502).

Ora, se da B si conduce una perpendicolare ad A C', B P, è evidente che le due fibre B D ed A C, venendo in B D' ed A C' si sono spostate, l'una parallelamente all'altra, della quantità A P, che è appunto uguale a C C'. È dunque avvenuto, contemporaneamente allo scorrimento trasversale, uno scorrimento longitudinale delle fibre, l'una sull'altra, il quale ha lo stesso valore del primo.

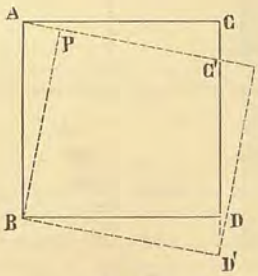


Fig. 1502.

È stato il colonnello russo Jourawski il primo a richiamare l'attenzione degli studiosi di resistenza dei materiali su quest'importantissimo principio detto della *reciprocità degli scorrimenti*, ed a studiarne le conseguenze. Egli espose le sue osservazioni ed i suoi calcoli in un'Opera *Sulla costruzione dei ponti secondo il sistema di How*, che ricevette il gran premio Demidoff (1); e costrusse, col suo nuovo metodo di calcolo, un gran ponte della lunghezza di 600 metri, con travate di 60 metri di luce, sulla linea ferroviaria da Mosca a Pietroburgo.

Di questo fenomeno bisogna tener conto (e vedremo in che modo parlando della resistenza composta di flessione e di taglio), sopratutto per certe forme speciali di sezioni trasversali, e specialmente quando si tratta di materiali fibrosi, come il legno, per i quali è cosa prudente contare unicamente sulla resistenza nel senso in cui avviene più facilmente lo scorrimento (cioè nel senso delle fibre), se non si vuole correre il pericolo di vedere le fibre sfasciarsi e scorrere le une rispetto alle altre sotto l'azione di forze elastiche agenti in direzione normale a quella degli sforzi di taglio.

Ripartizione dello sforzo di taglio sull'area d'una sezione trasversale. — L'equazione di equilibrio d'elasticità

$$P = G\,\Omega\,\delta \qquad (3)$$

e l'equazione di stabilità

$$P = \Omega\,k_s \qquad (5)$$

relative al taglio, presuppongono che lo sforzo di taglio si ripartisca uniformemente su tutta l'area della sezione trasversale, cioè che in ogni elemento di questa si produca uno stesso scorrimento e quindi una stessa resistenza elastica riferita all'unità di superficie. Ma, in virtù del *principio della reciprocità degli scorrimenti* a cui abbiamo or ora accennato, non si può produrre scorrimento trasversale che non sia accompagnato da uno scorrimento longitudinale, e quindi non si può sviluppare in alcun punto della sezione trasversale una forza elastica contenuta nel piano della sezione, senza che si sviluppi contemporaneamente una eguale forza elastica diretta normalmente al piano della sezione stessa. Ora *se la superficie del corpo è libera* (cioè sottoposta unicamente alla pressione atmosferica), questa seconda forza elastica longitudinale non può evidentemente prodursi alla superficie del corpo (2), non essendo quivi il materiale circondato da altro materiale; dunque anche la forza elastica trasversale è nulla alla superficie libera del corpo, e si capisce come essa debba andare man mano crescendo andando verso le parti centrali; dunque non si può più ammettere una ripartizione uniforme dello sforzo di taglio e degli scorrimenti trasversali sull'area della sezione. Parlando della resistenza composta di flessione e di taglio (V. *Resistenze composte*), vedremo in che modo avvenga la ripartizione nelle forme di sezioni trasversali più usate.

Affinchè si verifichi la ripartizione uniforme, bisogna applicare contro la superficie del corpo delle forze longitudinali convenienti (p. es. di attrito), ossia adottare una qualche disposizione che permetta il prodursi di queste forze; tale è sensibilmente il caso dei chiodi ribaditi che si trovano completamente incastrati e serrati nelle lamiere che essi collegano, quando però non vi sia alcun giuoco fra il fusto del ribadito ed il foro della lamiera, per guisa che fra questo e quello possa svilupparsi una resistenza d'attrito sufficiente.

Secondo il Grashof (*Theorie der Elasticität und Festigkeit*), per tener conto della *non uniforme ripartizione dello sforzo di taglio* sull'area della sezione trasversale, si deve porre

$$P = \Omega\,k_s\,C$$

dove C è un coefficiente che dipende dalla forma della sezione trasversale; per esempio, per una sezione rettangolare $C = \frac{2}{3}$; per una sezione circolare piena $C = \frac{3}{4}$; per una sezione circolare cava con un *rapporto di cavità* assai prossimo ad 1, $C = \frac{1}{2}$. Per una sezione a doppio T (colle seguenti dimensioni: altezza 200 mm., larghezza 100 mm., spessore dell'asta 15 mm., spessore delle flangie 20 mm.), si avrebbe $C = \frac{2}{5}$ circa. (Vedi anche sotto il paragrafo « *Resistenze composte* »: *Flessione e Taglio*).

Nel caso sopra accennato dei chiodi ribaditi, che ci offrono l'esempio più importante di solidi soggetti a sforzo di taglio semplice, si può ritenere che questo sforzo si ripartisca uniformemente su tutta l'area della loro sezione trasversale; quindi i medesimi si possono calcolare rigorosamente colla formola $P = \Omega\,k_s$, che *praticamente* si addotta, in generale, anche pel calcolo dei solidi in cui non si può ammettere una uniforme ripartizione degli sforzi di taglio.

Del resto, come vedremo in seguito, nella maggior

(1) Vedi gli *Annales des Ponts et Chaussées*, anno 1856, 2° sem., pag. 328.

(2) Questo ragionamento, sulla cui evidenza si potrebbe forse trovare a ridire, è dovuto al Madamet (*Résistance des Matériaux*, pag. 89). In una Memoria che stiamo preparando *Su alcune questioni di Resistenza dei Materiali* ci occuperemo estesamente di tale questione.

parte di questi casi gli effetti degli sforzi di taglio sono trascurabili di fronte alle altre resistenze che si sviluppano contemporaneamente nei solidi.

Nella tabella seguente diamo i valori medii (dedotti sperimentalmente) del modulo di elasticità, del carico di rottura e del carico di sicurezza relativi alla resistenza allo scorrimento trasversale.

Dati numerici relativi alla resistenza al taglio.

MATERIALE	Coefficiente o modulo di elasticità G	Carico di rottura K_s	Carico di sicurezza k_s
	Kg. per mm²	Kg. p. mm²	Kg. p mm²
Ferro in sbarre	7000-8000	30-35	2,5-7,0 *
Acciajo extra-dolce . .		32	5,5
» assai dolce . .		35	6,0
» dolce		41	7,2
» duro	7500-8500	47	8,4
» assai duro. . .		54	9,6
» extra-duro . .		60	10,5
Ghisa	4000	10-15	1,6
Rame	4000-4200	18	3,0
Ottone	2100-2400	10	1,7
Bronzo fosforoso	3500-3700	30	5,0
Bronzo a 10 % di stagno (resist. alla trazione: 20 Kg. per mm²) . .	1060	12	2,0
Quercia	400	2,5	0,4
Pino	400	2,0	0,35

* Il numero maggiore vale pel caso di un carico fisso, di valore costante; il numero minore pel caso di urti e frequenti vibrazioni.

Sforzo di taglio in una sezione qualunque di un solido. — In un solido ad asse rettilineo, sollecitato da forze normali all'asse stesso, agisce in ciascuna sezione uno sforzo di taglio, o *forza tagliante*, uguale alla risultante di tutte le forze poste da una stessa parte di questa sezione. (Si deve tener conto anche delle reazioni degli appoggi).

Resistenza alla flessione semplice.

I solidi che in pratica si sogliono sottoporre a sforzi di flessione hanno generalmente per *asse* (cioè per luogo geometrico dei centri di gravità delle loro diverse sezioni) una linea retta, oppure leggermente curva, ma sempre *piana*.

In questo paragrafo noi ci occuperemo esclusivamente di tali solidi, trascureremo la curvatura dell'asse, cioè lo supporremo rettilineo, e supporremo inoltre:

1° che il solido sia simmetrico rispetto ad un piano contenente il suo asse, che chiameremo *piano di simmetria;*

2° che tutte le forze che sollecitano il solido siano contenute in uno stesso piano, che diremo il *piano di sollecitazione;*

3° che il piano di sollecitazione coincida col piano di simmetria. (Questa ipotesi, la quale del resto si verifica quasi sempre in pratica, salvo pochissimi casi eccezionali, semplifica di molto lo studio della flessione).

Premettiamo che in pratica non si realizza mai il caso di un solido in cui si sviluppi unicamente, su tutta la sua lunghezza, la resistenza alla *flessione semplice.* Si suole bensì, da tutti i trattatisti, considerare come il caso più semplice di flessione quello di un solido A B (fig. 1503), ad asse rettilineo, incastrato ad un'estremità A, e sollecitato all'altra estremità da una forza P normale all'asse del solido. (Se, per esempio, il trave è disposto orizzontalmente, P può essere un peso). Ma se si ricorda la definizione che abbiamo data della resistenza alla *flessione semplice* (V. pag. 1164) è facile vedere che un tale solido è sottoposto, in tutta la sua lunghezza, oltrechè alla flessione, anche ad uno sforzo di taglio costante, di intensità P.

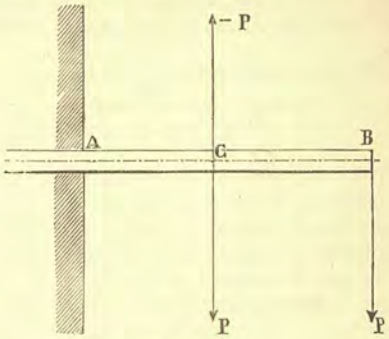


Fig. 1503.

Difatti in un punto qualunque dell'asse del solido, C, immaginiamo applicate, in direzione parallela a P, due forze eguali entrambe a P in valore assoluto (e quindi eguali fra di loro), ma dirette per verso contrario, P e — P. Con ciò non alteriamo per nulla le condizioni di equilibrio del sistema. Ora le due forze P (applicata in B) e — P (applicata in C) costituiscono una coppia, la quale produce il fenomeno della flessione semplice; ma rimane la forza P applicata in C, la quale produce nella sezione C uno sforzo di taglio. Rigorosamente, adunque, un solido posto in tali condizioni è soggetto contemporaneamente, in tutte le sue sezioni, ad uno sforzo flettente e ad uno sforzo di taglio, e se si suole considerarlo e calcolarlo come unicamente soggetto a flessione, gli è perchè, se (come avviene nella più gran parte dei casi) *le dimensioni della sezione trasversale del solido sono piccole di fronte alla sua lunghezza*, gli effetti dello sforzo di taglio sono trascurabili (almeno per le forme di sezioni trasversali più comuni, come p. es. la circolare piena e la rettangolare) di fronte a quelli dello sforzo flettente.

[Se però non si dà, in pratica, il caso di un solido in cui, in tutte le sezioni, venga provocata unicamente la resistenza alla flessione semplice, si presenta invece abbastanza frequentemente il caso di solidi che si trovano, in un certo tratto della loro lunghezza, precisamente in questa condizione. Tale è, per esempio, il caso di un trave A B orizzontalmente collocato su due appoggi (fig. 1504) C e D e caricato, internamente od esternamente (come è rappresentato in figura) agli appoggi stessi, di due pesi uguali, P P, applicati ad eguali distanze dagli appoggi. Difatti, in tal caso, tutto essendo simmetrico, è evidente che le reazioni degli appoggi sono — P e — P, e quindi il tratto di trave compreso fra C e D è unicamente soggetto all'azione di una coppia (P, — P), il cui piano è normale alle sezioni trasversali del solido, cioè è soggetto a sforzo di flessione semplice].

Premesso questo schiarimemto, consideriamo il caso pratico più semplice di flessione rappresentato dalla fig. 1503, e supponiamo che le dimensioni della sezione trasversale del trave siano piccole di fronte alla sua lunghezza, in modo da poter trascurare affatto gli effetti dello sforzo di taglio, come si fa ordinariamente.

L'esperienza dimostra che sotto l'azione del peso P il trave A B, supposto rettilineo, si incurva verso il basso, e che le sue fibre si allungano nella parte superiore, mentre si accorciano nella parte inferiore.

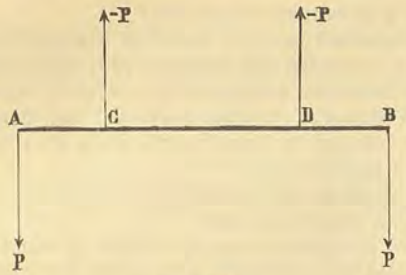


Fig. 1504.

In generale, ogni qualvolta un solido ad asse rettilineo viene semplicemente inflesso, si può dire che le fibre che si trovano sulla parte resa convessa per effetto della flessione si allungano, e quelle che si trovano sulla parte concava si accorciano. Questo fatto venne provato per la prima volta dalle classiche esperienze di Duhamel di Monceaux, il quale fu il primo a studiare sperimentalmente i fenomeni della flessione dei solidi rettilinei, e fin dal 1767 pubblicò nelle *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris* i risultati delle sue esperienze, che dimostrarono erronea l'ipotesi di Galileo (ammessa anche da Mariotte a da Leibnitz), il quale in un *Saggio sulla resistenza dei corpi alla flessione* aveva supposto che tutte le fibre si allungassero, a partire da quelle collocate sulla faccia concava.

Il Duhamel eseguì le sue esperienze sopra travicelli di legno di salice e di pino del Nord, aventi tutti la stessa sezione, lunghi m. 0,975 e collocati su due cavalletti posti a distanza di m. 0,925, caricandoli nel loro mezzo di un peso che gradatamente si aumentò fino a produrre la rottura. Quattro serie di esperimenti vennero eseguite; nella prima si impiegarono travicelli senza alcun taglio; nella seconda si cimentarono travicelli nel cui mezzo venne praticato, sulla faccia superiore ed in direzione normale all'asse del travicello, un taglio di sega penetrante fino ad $^1/_3$ della loro grossezza; nella terza si esperimentarono altri travicelli in cui il detto taglio di sega si affondò fino ad $^1/_2$ del loro spessore; e finalmente nella quarta serie di esperimenti si operò sopra sei travicelli per cui il taglio di sega si estese fino ai $^2/_3$ della loro grossezza. In ciascuno di detti tagli venne introdotta una piastrella di legno di quercia per riempire esattamente il vuoto praticato dalla sega, e quindi si procedette al caricamento dei travicelli. Orbene, i risultati delle esperienze dimostrarono che i tagli di sega facilitavano bensì la flessione, ma non diminuivano affatto, o di ben poco, la resistenza alla rottura. Le piastre venivano, pel fatto della flessione, fortemente compresse fra le due faccie dei tagli, il che dimostra che le fibre collocate nella parte superiore (concava) del trave erano compresse. I tagli di sega non hanno indebolito i pezzi in cui vennero praticati, giacchè essi non potevano impedire alle fibre collocate dalla parte concava di comprimersi contro le piastrelle di quercia, e quindi di resistere come se in esse non fosse avvenuta interruzione alcuna.

Ma se i tagli di sega si praticano invece sulla parte inferiore dei travi, ossia sulla parte resa convessa dalla flessione, si vedono detti tagli aprirsi a misura che lo sforzo aumenta, ed il carico di rottura risulta di molto inferiore a quello corrispondente ai travi intatti.

Tutto ciò prova evidentemente quanto abbiamo asserito, cioè che le fibre di un solido rettilineo, il quale viene inflesso, si allungano, ossia sono soggette a trazione dalla parte della convessità, mentre dalla parte della concavità si accorciano, ossia sono soggette a compressione.

Si capisce poi come gli allungamenti e gli accorciamenti delle diverse fibre devono essere tanto più grandi quanto più esse sono vicine alla superficie del solido, ossia devono andar diminuendo verso l'interno fino a diventar nulli; vi sarà adunque, nell'interno del corpo, uno strato di fibre le quali non subiscono nè allungamenti nè accorciamenti; esso dicesi lo *strato delle fibre invariabili*, o *superficie elastica*.

Le esperienze di Dupin e di Duleau provarono un altro fatto importante su cui si fonda la teoria della flessione semplice, vale a dire che *le varie sezioni rette di un solido, il quale si trovi nelle condizioni da noi presupposte, e sia sottoposto a sforzi di flessione, si conservano piane e normali all'asse del solido stesso.*

Il Dupin segnò sopra due faccie parallele di un parallepipedo rettangolo di legno delle linee rette perpendicolari alle altre due faccie; collocò questo solido sopra due appoggi posti allo stesso livello, lo caricò di pesi nel mezzo della sua lunghezza e constatò che, in seguito ad inflessione del corpo, le linee tracciate non cessavano di conservarsi rette e normali alle stesse faccie a cui lo erano prima della flessione. Ne dedusse che le porzioni di fibre comprese fra due sezioni qualunque prima della flessione restavano comprese fra le stesse sezioni anche dopo la medesima, e che, per conseguenza, *si erano allungate od accorciate di quantità proporzionali alle loro distanze dall'asse intorno a cui si può supporre aver rotato ciascuna sezione relativamente all'altra.*

Il Duleau eseguì un'altra esperienza consimile. Egli incurvò ad arco di cerchio una sbarra di ferro di sezione quadrata, di 2 centimetri di lato, conservando piane le due faccie laterali sulle quali aveva segnate delle linee rette perpendicolari all'asse del solido, distanti di 25 millimetri l'una dall'altra. Per quanto egli incurvasse detta sbarra (e l'incurvamento massimo fu tale che sopra una sbarra lunga 30 centimetri la saetta d'inflessione raggiunse i 58 millimetri) verificò che le linee rette tracciate sulle faccie piane, anche dopo la flessione si mantenevano rette e perpendicolari all'asse del pezzo incurvato, e che l'allungamento della parte convessa era sensibilmente uguale all'accorciamento della parte concava. Il Duleau dedusse dalla citata esperienza: che le fibre del pezzo poste dalla parte convessa avevano subìto un allungamento; che quelle situate alla parte concava si erano accorciate; che esisteva nel corpo uno strato di fibre nè allungate, nè accorciate; che gli allungamenti e gli accorciamenti delle diverse fibre risultavano proporzionali alle loro distanze dall'asse del pezzo.

Numerose osservazioni ed esperienze di Fairbairn, di Hodgkinson, di Clark e di altri autori confermarono i risultati delle citate esperienze di Duhamel, di Dupin e di Duleau.

Il Morin nella sua *Résistance des matériaux* riferisce i risultati di una interessante esperienza che venne fatta al Conservatorio di arti e mestieri di Parigi sull'estensione e sulla compressione dei solidi sottoposti a flessione, in seguito a proposta e col concorso dell'ingegnere Richard. Un parallelepipedo rettangolo di larice, lungo m. 2, colla sezione trasversale di m. 0,0974 per 0,0973 e pesante chilogr. 8,9, venne orizzontalmente collocato su due appoggi distanti di m. 1,803. Nel bel mezzo di questo pezzo, e perpendicolarmente al suo asse, si collocò un rullo a cui si appese un piatto che, unitamente ad un carico addizionale di chilogr. 6,91 ed a quello rappresentante l'azione del peso proprio del solido, costituiva un carico costante di 50 chilogr. Nel senso della lunghezza della faccia superiore ed inferiore si praticò, in ciascuna di queste faccie, una piccola scanalatura in cui si introdusse a dolce sfregamento una linguetta sottilissima di legno un po' più lunga del prisma sottoposto ad esperimento, e che venne unta con un po' di grasso nell'intento di diminuire gli attriti. Appena collocato il solido sugli appoggi, in corrispondenza dei suoi estremi, si segnarono sulla linguetta due tratti finissimi, e quindi si cominciò a caricare il piatto di pesi. A misura che, sotto l'azione di pesi ognor crescenti, il solido s'infletteva, avveniva: che i tratti marcati sulla linguetta superiore sempre più si mostravano sporgenti alle estremità del solido inflesso, e che i tratti segnati sulla linguetta inferiore rimanevano ricoperti dalle estremità di detto solido, con prova manifesta ed incontestabile di accorciamento nella parte concava, di allungamento nella parte convessa e quindi dell'esistenza di fibre nè allungate nè accorciate nell'interno del solido. Sotto il più gran carico, che fu di 600 chilogr., l'accorciamento della faccia superiore si trovò di m. 0,0017 e l'allungamento della faccia inferiore di m. 0,00195.

Dalle classiche esperienze sopra citate si deducono i seguenti due assiomi fondamentali per lo studio della flessione semplice (prodotta da una coppia):

1° le fibre si allungano nella parte convessa, mentre si accorciano nella parte concava;

2° ogni sezione rota, mantenendosi piana, attorno ad una retta che è determinata dall'incontro della *superficie elastica* col piano della sezione stessa, e dicesi l'*asse neutro*.

L'asse neutro separa adunque le fibre allungate da quelle accorciate; e le tensioni o le pressioni provocate in dette fibre crescono proporzionalmente alle loro distanze dall'asse neutro.

Si può dunque ancora definire la flessione semplice nel seguente modo: « *In una sezione trasversale qualunque di un solido soggetta a sforzo di flessione semplice, sulla quale cioè agisce unicamente una coppia il cui piano è perpendicolare al piano della sezione, le molecole si spostano descrivendo archi di cerchio, tutti della medesima ampiezza, aventi il centro su di una retta giacente nel piano della sezione (asse neutro), e contenuti in altrettanti piani normali a questa retta, e perciò anche alla sezione considerata* ».

È facile dimostrare che l'*asse neutro* è, per ogni sezione, *quella retta che passa per il suo centro di gravità ed è normale al piano della coppia* (ossia al piano di sollecitazione, il quale, come abbiamo supposto, coincide col piano di simmetria del solido).

Ciò posto, se si indicano con:

M_f il momento flettente che agisce sopra una sezione trasversale di un solido *soggetto unicamente a flessione;*

σ la forza elastica che si sviluppa in una fibra posta alla distanza

y dall'asse neutro (vuoi dalla parte tesa, vuoi da quella compressa);

I il *momento d'inerzia equatoriale* (V. la tabella a pag. 1210 e seg.) della sezione rispetto all'asse neutro, si ha l'equazione fondamentale (dedotta colla teoria matematica dell'elasticità):

$$\sigma = M_f \frac{y}{I}.$$

Quindi se si rappresentano con:

k la massima tensione unitaria ammissibile (ossia il carico di sicurezza per trazione, vedi pag. 1171);

k_c la massima compressione unitaria ammissibile (carico di sicurezza per compressione, vedi pag. 1178);

v_1 la distanza dall'asse neutro della fibra tesa che ne dista maggiormente;

v_2 la distanza dal medesimo della fibra compressa che ne dista maggiormente;

si avranno le seguenti due *equazioni di stabilità* per la parte tesa e per la parte compressa della sezione:

$$k \overset{=}{>} M_f \frac{v_1}{I}, \quad k_c \overset{=}{>} M_f \frac{v_2}{I}.$$

le quali, se si ritiene, come si fa ordinariamente, $k = k_c$ (il che si verifica con molta approssimazione per la maggior parte dei materiali, ad eccezione della ghisa e dei legnami), e se si indica con v la maggiore della due distanze v_1 e v_2, si possono ridurre ad una sola:

$$k_f \overset{=}{>} M_f \frac{v}{I} \qquad \text{(I)}$$

dove k_f rappresenta il valore comune $k = k_c$, e si chiama *la resistenza elastica ammissibile*, od *il carico di sicurezza, per flessione.*

L'equazione (I) si suole scrivere anche sotto questa altra forma:

$$M_f \overset{=}{>} k_f \frac{I}{v} \qquad \text{(II)}$$

La quantità $\frac{I}{v}$ si chiama il *modulo di sezione*, o *momento di resistenza* della sezione alla flessione; la rappresenteremo d'ora innanzi colla lettera W (V. la tabella dei momenti di inerzia e dei momenti di resistenza delle diverse sezioni usate in pratica a pag. 1210).

L'equazione (I) serve a verificare se una sezione trasversale di un solido, *soggetta unicamente ad un momento flettente* M_f, si trova in condizioni di stabilità: l'equazione (II) serve invece a calcolare il momento flettente massimo M_f a cui si può sottomettere una sezione qualunque di cui siano date la forma e le dimensioni, e della quale sia quindi noto il momento di resistenza W; finalmente, per calcolare le dimensioni che si devono dare ad una sezione di forma prestabilita, la quale deve resistere ad un dato momento flettente M_f, si ricorrerà alla seguente formola dedotta dalla (I):

$$\frac{I}{v} = W = \frac{M_f}{k_f} \qquad \text{(III)}$$

Quando k e k_c sono alquanto diversi, come succede per la ghisa, i legnami, le pietre, ecc., si deve sempre far uso delle due *equazioni di stabilità* relative alla porzione tesa ed alla porzione compressa:

$$k \overset{=}{>} M_f \frac{v_1}{I}, \quad k_c \overset{=}{>} M_f \frac{v_2}{I}.$$

Nel caso però in cui l'asse neutro è un asse di simmetria della sezione stessa (come avviene per le sezioni circolari, rettangolari, a doppio T simmetriche, ecc.), allora, siccome $v_1 = v_2 = v$, basterà far uso dell'equazione (I), facendo in essa k_f eguale al minimo dei due valori k e k_c.

Osservazione. — Le ipotesi che si fanno per ricavare l'equazione fondamentale della flessione

$$\sigma = M_f \frac{y}{I}$$

si verificano, per alcuni materiali, e specialmente per la ghisa (1), solo in una certa misura.

a) L'ipotesi che *le fibre delle quali si può immaginare composto il trave inflesso non agiscano reciprocamente l'una sull'altra*, è tanto più verificata quanto più la sezione trasversale si concentra in due sottili striscie parallele all'asse neutro e da esso distanti. (Questa legge vale anche per tutti gli altri materiali).

b) L'altra ipotesi che *le forze elastiche che si sviluppano nel solido siano proporzionali agli allungamenti* (od agli accorciamenti), ossia che *il modulo di elasticità abbia lo stesso valore per tutte le fibre*, non si verifica, per la ghisa, nemmeno approssimativamente. Le forze elastiche nelle fibre maggiormente sollecitate sono *notevolmente più piccole* di quelle che sarebbero fornite dall'equazione:

$$\sigma = M_f \frac{y}{I}.$$

c) Le resistenze alla flessione dedotte, in base alle suddette formole, da esperienze sulla flessione, superano le resistenze alla trazione tanto più quanto più il materiale si concentra attorno all'asse neutro; esse vi si avvicinano invece tanto più quanto più la distanza z_0, del centro di gravità della porzione della sezione trasversale situata da una parte dell'asse neutro, da questo stesso asse, si avvicina al valore v.

In generale si può ritenere *lo sforzo di flessione ammissibile*

$$k_f = \alpha \sqrt{\frac{v}{z_0}}\, k$$

nella qual formola α è un coefficiente compreso fra $\frac{6}{5}$ e $\frac{4}{3}$.

Calcolo dei solidi ad asse rettilineo che sono (o si considerano in pratica come) soggetti unicamente a sforzi di flessione.

Un solido ad asse rettilineo, il quale sia sollecitato da forze incontranti l'asse e normali al medesimo, è, in generale, soggetto in tutte le sue sezioni a sforzi di flessione e di taglio contemporaneamente. Ma, come già abbiamo osservato e come dimostreremo parlando della *resistenza composta di flessione e taglio* (V. *Resistenze composte*), nella più gran parte dei casi che si presentano in pratica di solidi sollecitati nel modo sopra indicato, gli effetti degli sforzi di taglio sono trascurabili di fronte a quelli della flessione, e perciò si suole calcolare il solido unicamente in base ai momenti flettenti che agiscono sulle singole sue sezioni trasversali.

(Vedremo al paragrafo *Resistenze composte* in quali casi gli sforzi di taglio acquistino un'importanza tale da doverne tener conto, e come si debba, in questi casi, procedere nel calcolo del solido).

Oltre di ciò i solidi che nelle ordinarie costruzioni, specialmente civili, vengono cimentati alla flessione, sono per lo più di sezione costante, essendo rappresentati da travi in legno, o da ferri laminati.

In tal caso è evidente che basta conoscere quale sia il massimo dei momenti flettenti che agiscono nei diversi punti del trave e calcolare la sezione trasversale del medesimo in base a questo momento flettente applicando la formola (III) sopra indicata. Allora tutte le altre sezioni del trave presenteranno un eccesso di stabilità.

Al paragrafo *Solidi di eguale resistenza* indicheremo poi il metodo per calcolare i solidi soggetti a flessione in guisa che tale eccesso di stabilità non si verifichi in nessuna sezione; il che è importante tanto nelle grandiose costruzioni civili, per evitare lo spreco di materia, quanto nelle costruzioni meccaniche, vuoi per la stessa ragione, vuoi per diminuire quanto è possibile il peso degli organi in movimento e ridurne quindi le resistenze passive.

Nel presente paragrafo adunque ci proponiamo essenzialmente di indicare quale sia il valore del massimo momento flettente che si verifica nei solidi ad asse rettilineo sostenuti e caricati nei modi più usuali.

Per evitare poi inutili ripetizioni quando parleremo della resistenza composta di flessione e di taglio e dei solidi di egual resistenza, riporteremo anche, qui sotto, le formole che dànno le *reazioni degli appoggi* (che occorre conoscere quando si debba tener conto degli sforzi di taglio), e daremo, per ogni singolo caso, i *diagrammi* dei momenti flettenti che si producono nelle diverse sezioni dei travi, i quali diagrammi tornano indispensabili quando si voglia dare al trave la forma di un solido di egual resistenza; inoltre indicheremo quale è, nei varii casi, il massimo cedimento, ossia la massima saetta d'inflessione del trave.

Formole per il calcolo dei travi prismatici sostenuti e caricati nei modi più usuali.

Nelle formole che seguono indicheremo con:

M_m, il momento flettente massimo (in Kg. cm.) che si verifica nel trave, ed in base al quale si devono calcolare le dimensioni della sezione trasversale del trave (essendo questo prismatico) colla formola:

$$\frac{I}{v} = W = \frac{M_f}{k_f} \quad \text{(vedi pag. 1200)};$$

essendo:

v, la distanza dall'asse neutro della fibra più faticata (in cm.);

I, il momento d'inerzia (in cm^4) della sezione trasversale del trave rispetto all'asse neutro;

W, il momento di resistenza (V. pag. 1210);

k_f, lo sforzo a cui si fa lavorare la materia (carico di sicurezza), in Kg. per cm^2;

e con f la massima saetta d'inflessione del trave, in cm.

Rappresentiamo inoltre con:

S e D, rispettivamente le reazioni dell'appoggio di *sinistra* e dell'appoggio di *destra* del trave;

x_0 ed y_0, le distanze della sezione in cui si verifica la massima saetta d'inflessione f, rispettivamente da S e da D;

(1) Vedi *Zeitschrift d. V. deutscher Ingenieure*, anno 1888, pag. 193 e seguenti, ed a pag. 1094 e seg.: « Die Biegungslehre und das Gusseisen », von C. Bach.

ξ ed η, le distanze da S e da D della *sezione pericolosa*, cioè della sezione in cui si verifica il momento flettente massimo M_m.

1. *Trave incastrato ad un estremo, e caricato di un peso concentrato* P (Kg.) *all'altro estremo libero* (fig. 1505).

Il momento flettente massimo si ha nella sezione di incastro, ed è:

$$M_m = Pl.$$

Si ha poi:

$$f = \frac{1}{3}\frac{Pl^3}{EI},$$

essendo E il modulo di elasticità in Kg. riferito al cm². (Bisognerà quindi prendere per E valori cento volte più grandi di quelli dati nella tabella a pag. 1171).

La seguente tabella, calcolata colla formola:

$$k_f = \frac{M_m v}{I},$$

dà tanto i carichi P che si possono far portare con sicurezza da travi di sezione circolare, quadrata o

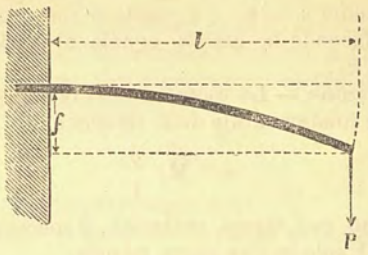


Fig. 1505.

rettangolare e di dimensioni date, quanto le dimensioni che si devono dare a questi travi per portare con sicurezza un carico dato P.

Forma della sezione	Ferro fucinato k_f = 700 Kg. per cm²	Ghisa k_f = 250 Kg. per cm²	Legno k_f = 70 Kg. per cm²
Circolo	$P = 0,7\frac{d^3}{l}$ Kg.	$P = 0,25\frac{d^3}{l}$ Kg.	$P = 0,07\frac{d^3}{l}$ Kg.
	$d = 1,13\sqrt[3]{Pl}$ cm.	$d = 1,6\sqrt[3]{Pl}$ cm.	$d = 2,42\sqrt[3]{Pl}$ cm.
Quadrato	$P = 1,14\frac{h^3}{l}$ Kg.	$P = 0,42\frac{h^3}{l}$ Kg.	$P = 0,12\frac{h^3}{l}$ Kg.
	$h = 0,95\sqrt[3]{Pl}$ cm.	$h = 1,34\sqrt[3]{Pl}$ cm.	$h = 2,05\sqrt[3]{Pl}$ cm.
Rettangolo	$P = 1,14\frac{bh^2}{l}$ Kg.	$P = 0,42\frac{bh^2}{l}$ Kg.	$P = 0,12\frac{bh^2}{l}$ Kg.
	$h = 0,92\sqrt{\frac{Pl}{b}}$ cm.	$h = 1,55\sqrt{\frac{Pl}{b}}$ cm.	$h = 2,93\sqrt{\frac{Pl}{b}}$ cm.

La fig. 1506 dà il *diagramma* (area tratteggiata) dei momenti flettenti che si verificano nelle diverse sezioni del trave. Come si vede, il momento flettente,

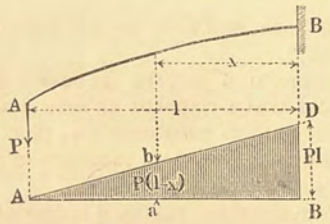


Fig. 1506.

nullo in A, va crescendo, secondo le ordinate di una retta, fino al valore Pl, nella sezione d'incastro.

Il momento flettente in una sezione distante x da quest'ultima è $ab = P(l - x)$.

2. *Trave incastrato ad un estremo, libero all'altro, e caricato di un peso uniformemente distribuito* $Q = ql$ (fig. 1507).

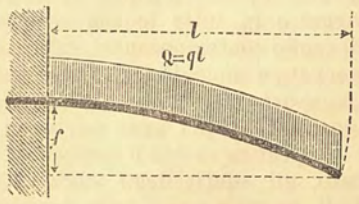


Fig. 1507.

Il momento flettente massimo è ancora nella sezione d'incastro e vale:

$$M_m = \frac{Q}{2}l.$$

La fig. 1508 dà il diagramma (area tratteggiata) dei momenti flettenti, i quali crescono dal valore 0, in A, fino al valore massimo $Q\frac{l}{2}$ secondo le ordinate di una parabola col vertice nell'estremo libero A.

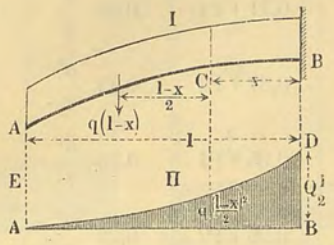


Fig. 1508.

Il momento flettente in una sezione C, distante di x dalla sezione d'incastro, è

$$q\frac{(l-x)^2}{2}.$$

La saetta d'incurvamento in A è:

$$f=\frac{1}{8}\frac{Ql^3}{EI}.$$

3. *Trave incastrato ad un estremo, caricato del peso* Q *uniformemente distribuito, e del peso* P *concentrato, applicato all'estremità libera.*

In questo caso si ha:

$$M_m=\left(P+\frac{Q}{2}\right)l;$$

$$f=\frac{\frac{1}{3}P+\frac{1}{8}Q}{EI}l^3.$$

4. *Trave liberamente appoggiato alle due estremità, e caricato di un peso concentrato* P *in un punto qualunque* C *della sua lunghezza* (fig. 1509).

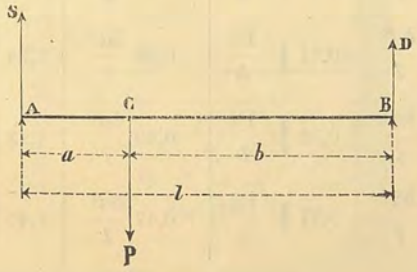


Fig. 1509.

Se si chiamano a e b le distanze del punto C rispettivamente dall'appoggio di sinistra e da quello di destra, si ha:

$$M_m=P\frac{ab}{l}$$

e questo momento flettente massimo si verifica nel punto C.

Per mezzo della suddetta formola è stata calcolata la tabella a pagina seguente, nella quale *l è la lunghezza del trave in metri*, mentre le altre dimensioni si suppongono espresse in centimetri (P in Kg.).

La fig. 1510 rappresenta il diagramma (area tratteggiata) dei momenti flettenti.

Reazioni negli appoggi:

$$S=\frac{Pb}{l};\quad D=\frac{Pa}{l}\ \text{(V. fig. 1509).}$$

Saetta d'inflessione nel punto C:

$$f=\frac{1}{3}\frac{Pa^2b^2}{EIl}.$$

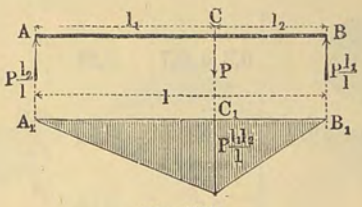


Fig. 1510.

Se $a=b$, cioè il carico P è applicato a metà lunghezza del trave, si ha:

$$M_m=P\frac{l}{4};$$

$$S=D=\frac{P}{2};\quad f=\frac{1}{48}\frac{Pl^3}{EI}.$$

5. *Trave liberamente appoggiato agli estremi, e caricato di un peso* $Q=ql$ *uniformemente distribuito su tutta la sua lunghezza* (fig. 1511).

Il momento flettente massimo è:

$$M_m=\frac{Ql}{8}$$

e si verifica nel punto di mezzo del trave.

Fig. 1511.

Reazioni degli appoggi:

$$S=D=\frac{Q}{2}.$$

Saetta d'inflessione nel punto di mezzo del trave:

$$f=0{,}013\frac{Ql^3}{EI}.$$

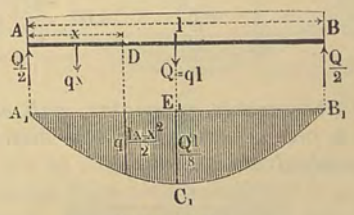
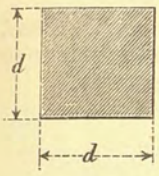
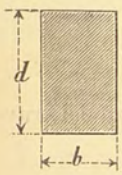


Fig. 1512.

La fig. 1512 dà il diagramma dei momenti flettenti, i quali variano secondo le ordinate di una parabola $A_1C_1B_1$ col vertice C_1 sulla mediana.

Il momento flettente in una sezione D distante di x dall'appoggio A vale:

$$q\frac{lx-x^2}{2}.$$

Forma della sezione	$\frac{a}{l}$	Ferro fucinato $k_f = 700$ Kg. per cm²		Ghisa $k_f = 250$ Kg per cm²		Legno $k_f = 70$ Kg. per cm²	
		P =	d =	P =	d =	P =	d =
Circolo 	0,1 e 0,9	$7{,}64\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}51\,\sqrt[3]{Pl}$	$2{,}73\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}71\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}76\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}09\,\sqrt[3]{Pl}$
	0,2 e 0,8	$4{,}29\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}61\,\sqrt[3]{Pl}$	$1{,}53\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}87\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}43\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}32\,\sqrt[3]{Pl}$
	0,3 e 0,7	$3{,}27\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}67\,\sqrt[3]{Pl}$	$1{,}17\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}95\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}33\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}45\,\sqrt[3]{Pl}$
	0,4 e 0,6	$2{,}86\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}70\,\sqrt[3]{Pl}$	$1{,}02\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}99\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}29\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}52\,\sqrt[3]{Pl}$
	0,5	$2{,}75\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}71\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}98\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}01\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}27\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}54\,\sqrt[3]{Pl}$
Quadrato 	0,1 e 0,9	$12{,}96\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}43\,\sqrt[3]{Pl}$	$4{,}63\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}60\,\sqrt[3]{Pl}$	$1{,}30\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}92\,\sqrt[3]{Pl}$
	0,2 e 0,8	$7{,}29\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}52\,\sqrt[3]{Pl}$	$2{,}60\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}73\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}73\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}11\,\sqrt[3]{Pl}$
	0,3 e 0,7	$5{,}56\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}56\,\sqrt[3]{Pl}$	$1{,}98\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}80\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}56\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}22\,\sqrt[3]{Pl}$
	0,4 e 0,6	$4{,}86\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}59\,\sqrt[3]{Pl}$	$1{,}74\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}83\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}49\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}27\,\sqrt[3]{Pl}$
	0,5	$4{,}67\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}60\,\sqrt[3]{Pl}$	$1{,}67\,\frac{d^3}{l}$	$0{,}84\,\sqrt[3]{Pl}$	$0{,}47\,\frac{d^3}{l}$	$1{,}29\,\sqrt[3]{Pl}$
Rettangolo 	0,1 e 0,9	$12{,}96\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}28\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$4{,}63\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}46\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$1{,}30\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}88\sqrt{\frac{Pl}{b}}$
	0,2 e 0,8	$7{,}29\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}37\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$2{,}60\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}62\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$0{,}73\,\frac{bd^2}{l}$	$1{,}17\sqrt{\frac{Pl}{b}}$
	0,3 e 0,7	$5{,}56\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}42\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$1{,}98\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}71\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$0{,}56\,\frac{bd^2}{l}$	$1{,}34\sqrt{\frac{Pl}{b}}$
	0,4 e 0,6	$4{,}86\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}45\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$1{,}74\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}76\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$0{,}49\,\frac{bd^2}{l}$	$1{,}43\sqrt{\frac{Pl}{b}}$
	0,5	$4{,}67\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}46\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$1{,}67\,\frac{bd^2}{l}$	$0{,}77\sqrt{\frac{Pl}{b}}$	$0{,}47\,\frac{bd^2}{l}$	$1{,}46\sqrt{\frac{Pl}{b}}$

6. *Trave liberamente appoggiato agli estremi, caricato di un peso* Q *uniformemente distribuito e di un peso* P *concentrato* (fig. 1513).

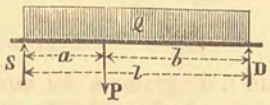


Fig. 1513.

Supponendo $a < b$, si ha:

$$S = P\frac{b}{l} + \frac{Q}{2}; \quad D = P\frac{a}{l} + \frac{Q}{2}.$$

Se $\frac{P}{Q} < \frac{b-a}{2a}$ si ha:

$$M_m = \left(P\frac{a}{l} + \frac{Q}{2}\right)^2 \frac{l}{2Q} = \frac{D^2 l}{2Q},$$

$$\eta = \frac{P}{Q}a + \frac{l}{2}.$$

Diagramma dei momenti flettenti: V. fig. 1514.

Se $\frac{P}{Q} > \frac{b-a}{2a}$ si ha:

$$M_m = \left(P + \frac{Q}{2}\right)\frac{ab}{l}; \quad \eta = b.$$

Diagramma dei momenti flettenti: V. fig. 1515.
Saetta d'inflessione nel punto d'applicazione del carico:

$$f_1 = \left(P + \frac{l^2 + ab}{8ab} Q\right) \frac{a^2b^2}{3\,EI\,l};$$

e se $a = b$,

$$f = \frac{P + \frac{5}{8} Q}{EI} \cdot \frac{l^3}{48}.$$

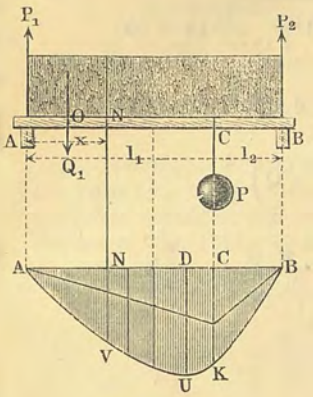


Fig. 1514.

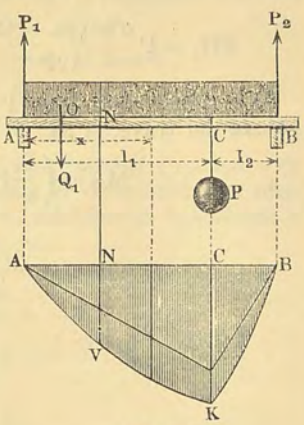


Fig. 1515.

7. *Trave incastrato ad entrambe le estremità, e caricato di un peso* P *concentrato in un punto qualunque* C *della sua lunghezza* (fig. 1516).

Il momento flettente massimo è:

$$M_m = P\frac{ab^2}{l^2}$$

e si verifica nella sezione d'incastro A più vicina a P.

Saetta d'incurvamento in C:

$$f_1 = \frac{1}{3}\,\frac{Pa^3b^3}{EIl^3}.$$

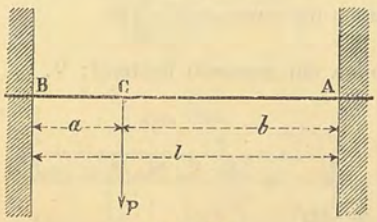


Fig. 1516.

La *massima saetta d'inflessione* è:

$$f = \frac{P}{EI}\,\frac{2a^2b^2}{3(a+3b)^2}$$

e si verifica in una sezione distante da D della quantità

$$y_0 = \frac{2b}{a+3b}\,l.$$

Se $a = b$, si ha:

$$M_m = \frac{Pl}{8} \text{ (nei punti A, B e C);}$$

$$f = \frac{P \cdot l^3}{4 \times 48\,EI} = 0{,}0052\,\frac{Pl^3}{EI}.$$

La fig. 1517 rappresenta il diagramma dei momenti flettenti in questo caso speciale ($a = b$).

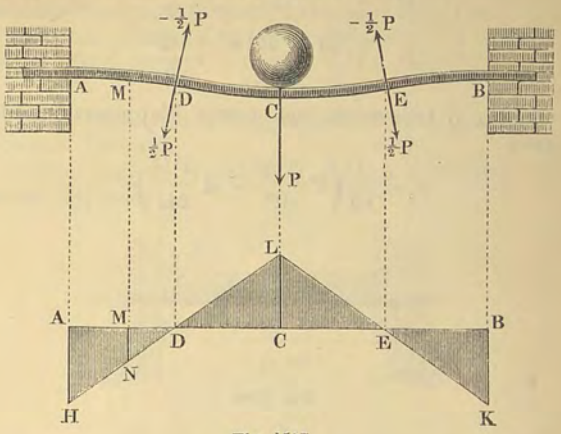


Fig. 1517.

8. *Trave incastrato agli estremi e caricato di un peso* Q *uniformemente distribuito* (fig. 1518).

Il momento flettente massimo è:

$$M_m = \frac{Ql}{12}$$

e si verifica nelle due sezioni d'incastro.

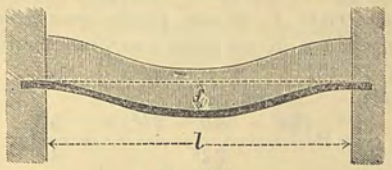


Fig. 1518.

Nel punto di mezzo del trave si ha un momento flettente $= \frac{1}{2} M_m = \frac{Ql}{24}$, ed una saetta di inflessione:

$$f = \frac{Q \cdot l^3}{8 \times 48\,EI} = 0{,}0026\,\frac{Ql^3}{EI}.$$

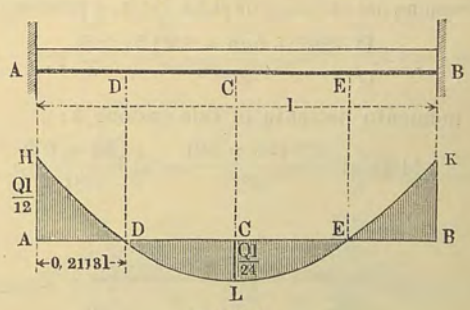


Fig. 1519.

La fig. 1519 dà il diagramma dei momenti flettenti: da esso si scorge come nelle due sezioni D ed E, distanti dalle sezioni d'incastro della quantità $0{,}2113\,l$, il momento flettente si annulli.

9. *Trave incastrato agli estremi, caricato di un peso* Q *uniformemente distribuito, e di un peso* P *concentrato* (fig. 1520).

Il momento flettente massimo è:

$$M_m = P\frac{ab^2}{l^2} + \frac{Ql}{12}$$

e si verifica nella sezione d'incastro più vicina a P.

Reazioni negli incastri:

$$S = P\frac{(3a + b)b^2}{l^3} + \frac{Q}{2},$$

$$D = P\frac{(a + 3b)a^2}{l^3} + \frac{Q}{2}.$$

Saetta d'inflessione nel punto d'applicazione del carico:

$$f_1 = \frac{1}{EI}\left(P\frac{a^3b^3}{3l^3} + Q\frac{a^2b^2}{24l}\right).$$

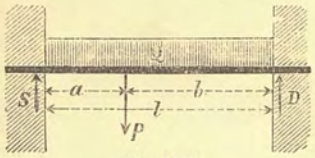


Fig. 1520.

Se $a = b$, si ha:

$$M_m = \left(P + \frac{2}{3}Q\right)\frac{l}{8}; \quad f = \frac{P + \frac{1}{2}Q}{EI}\,\frac{l^3}{4.48};$$

$$x_0 = \frac{1}{2}l.$$

10. *Trave incastrato ad un estremo, e semplicemente appoggiato all'altro estremo, caricato di un peso concentrato* P *in un punto qualunque della sua lunghezza e di un peso uniformemente distribuito* Q (fig. 1521).

Reazioni:

$$S = P\frac{(3a^2 + 6ab + 2b^2)b}{2l^3} + \frac{5}{8}Q,$$

$$D = P\frac{a^2(2a + 3b)}{2l^3} + \frac{3}{8}Q.$$

Se

$$\frac{P}{Q} < \frac{l^2(3a - 5b)}{4b(3a^2 + 6ab + 2b^2)}$$

la sezione pericolosa cade fra l'incastro ed il punto di applicazione del carico, cioè si ha $\xi < a$, e precisamente:

$$\xi = \frac{P}{Q}\,\frac{(3a^2 + 6ab + 2b^2)b}{2l^3} + \frac{5}{8}l,$$

ed il momento flettente in tale sezione è:

$$M_m = P\frac{a^2b(2a + 3b)}{2l^3} + Q\frac{(3a - b)b}{8l}.$$

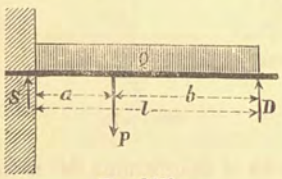


Fig. 1521.

Se invece:

$$\frac{P}{Q} < \frac{l^2(5b - 3a)}{4a^2(2a + 3b)}$$

la sezione pericolosa cade fra il carico P e l'appoggio libero di destra, cioè si ha $\eta < b$, e precisamente:

$$\eta = \frac{P}{Q}\,\frac{a^2(2a + 3b)}{2l^2} + \frac{3}{3}l,$$

ed il momento flettente in tale sezione è:

$$M_m = P\frac{ab(a + 2b)}{2l^2} + \frac{1}{8}Ql.$$

Reazione dell'appoggio libero di destra:

$$D = P\frac{a^2(2a + 3b)}{2l^2} + \frac{3}{8}Q.$$

La saetta d'inflessione f_1 nel punto d'applicazione del carico è determinata dall'equazione:

$$EIf_1 = P\frac{a^3b^2(3a + 4b)}{12l^3} + Q\frac{a^2b(a + 3b)}{48l}.$$

Se $a = b$, cioè il peso P è applicato a metà lunghezza del trave, si ha:

$$M_m = \left(\frac{3}{2}P + Q\right)\frac{l}{8}.$$

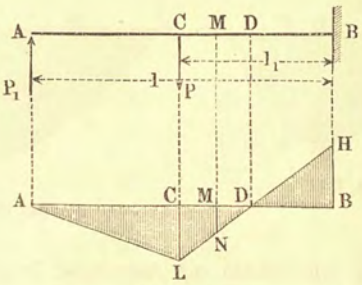


Fig. 1522.

Sotto-casi particolari del caso 10. — α) Se $Q = 0$ ed $a = b$, cioè il trave è caricato unicamente di un peso concentrato P, applicato a metà della sua lunghezza, si ha:

$$M_m = \frac{3}{16}Pl$$

e questo momento flettente massimo si verifica nella sezione d'incastro. In tal caso il momento nel punto d'applicazione del carico è $= \frac{5}{32}Pl$.

Diagramma dei momenti flettenti: V. fig. 1522.

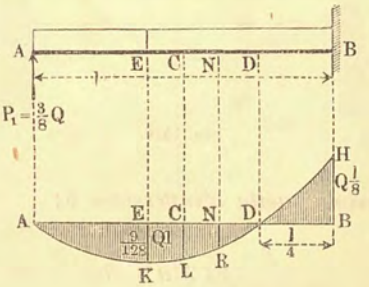


Fig. 1523.

Massima saetta d'inflessione:

$$f = 0{,}00932\frac{Pl^3}{EI}; \quad y_0 = 0{,}447l.$$

Reazione nell'appoggio libero di destra:

$$D = \frac{5}{16}P.$$

β) Se $P = 0$, cioè sul trave non agisce alcun peso concentrato, ma solamente un peso uniformemente distribuito Q, si ha:

$$M_m = \frac{Ql}{8}$$

nella sezione d'incastro.

Diagramma dei momenti flettenti: V. fig. 1523.

Massima saetta d'inflessione:

$$f = 0{,}00542 \frac{Ql^3}{EI}; \qquad y_0 = 0{,}422\, l.$$

Reazione nell'appoggio libero di destra:

$$D = \frac{3}{8} Q.$$

11. *Trave appoggiato ai due estremi e caricato di un peso* $Q = cq$ *uniformemente distribuito su una porzione soltanto,* $EF = c$, *dell'intera lunghezza* l *del trave* (fig. 1524). — Si ha:

$$P_1 = \frac{l_2}{l} Q = \frac{l_2 cq}{l}$$

$$P_2 = \frac{l_1}{l} Q = \frac{l_1 cq}{l}.$$

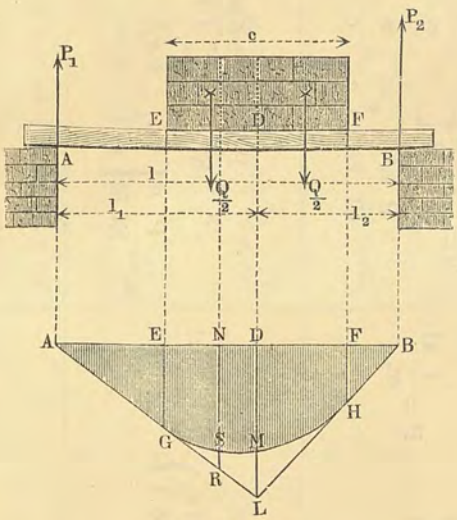


Fig. 1524.

Momento flettente nella sezione D, a metà di EF:

$$M_D = DM = Q\left(\frac{l_1 l_2}{l} - \frac{c}{8}\right).$$

Momento flettente nel punto N di ascissa $AN = x$:

$$NS = P_1 x - \frac{\left(x - l_1 + \frac{1}{2} c\right)^2 q}{2}.$$

Il *massimo momento flettente* è:

$$M_m = \frac{Q l_1 l_2}{l}\left(1 - \frac{c}{2l}\right)$$

e si verifica nella sezione di ascissa:

$$x = \frac{P_1}{q} + l_1 - \frac{1}{2} c.$$

L'area tratteggiata (fig. 1524) rappresenta il diagramma dei momenti flettenti.

12. *Trave caricata alle due estremità* A *e* B *di 2 pesi uguali,* P P, *ed appoggiata in due punti intermedii* C *e* D *equidistanti dalle estremità* (fig. 1525).

Momento flettente massimo (costante su tutto il tratto CD):

$$M_m = MN = Pl_1.$$

L'area tratteggiata rappresenta il diagramma dei momenti flettenti.

Questo caso si presenta in pratica negli assi dei veicoli ferroviari.

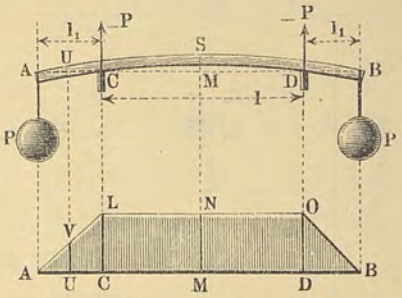


Fig. 1525.

13. *Trave* AB *appoggiata in due punti intermedii,* C *e* D, *equidistanti dagli estremi* A *e* B, *e caricata di un peso* $Q = q(l + 2l_1)$ *uniformemente distribuito su tutta la sua lunghezza* (fig. 1526).

La figura dà i diagrammi dei momenti flettenti nei varii casi in cui $l_1 = 0$ (questo caso coincide con quello del n° 5), $l_1 < \frac{1}{2} l$, $l_1 = \frac{1}{2} l$, ed $l_1 > \frac{1}{2} l$.

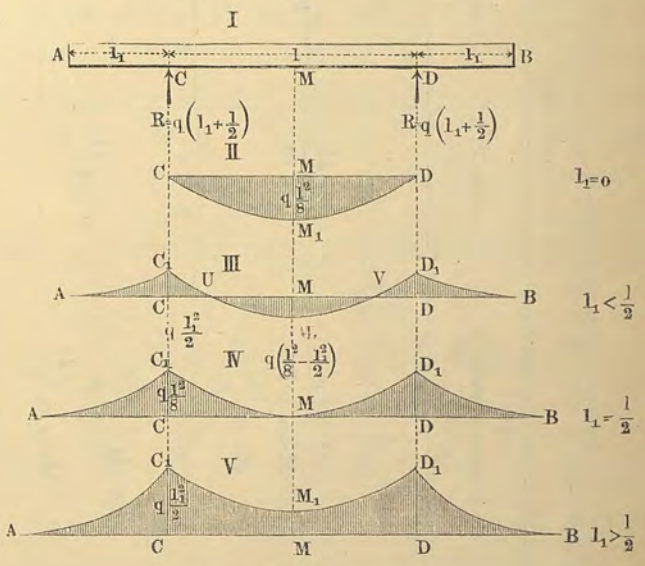
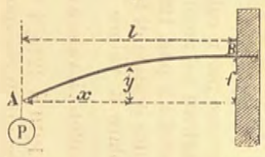
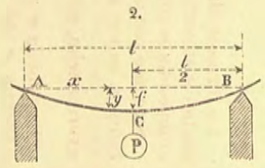
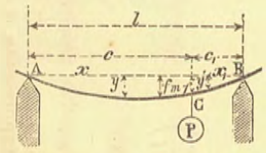
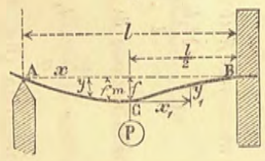
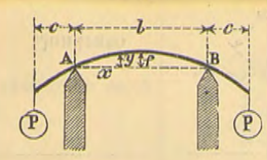
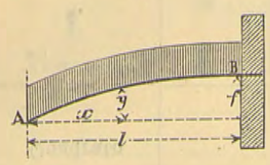
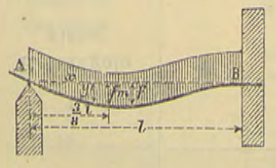
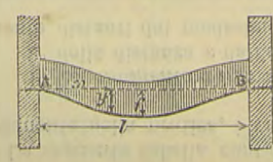


Fig. 1526.

Le formole che servono per il calcolo dei travi prismatici sostenuti e caricati nei modi sopra indicati sono compendiate nella tabella a pag. 1208-1209.

Siccome poi per l'uso pratico di tutte queste formole bisogna saper calcolare il valore di I, ed è comodo avere anche, già calcolato, il valore di $W = \frac{I}{v}$, diamo, nella tabella a pag. 1210 a 1214, i valori dei momenti d'inerzia e dei momenti di resistenza delle principali forme di sezioni trasversali che si riscontrano in pratica.

Tabella riassuntiva che dà il momento flettente M, il carico P, l'equazione della linea elastica e la freccia f, per differenti modi di applicazione del carico.

Modo d'applicazione del carico	Momento flettente M	Carico P	Equazione della linea elastica (1)	Freccia f	*Osservazioni*
1. 	$M = Px$ $M_{max} = Pl$	$P = \frac{kI}{lv}$	$y = \frac{Pl^3}{2EI}\left[\frac{x}{l} - \frac{1}{3}\frac{x^3}{l^3}\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{3}$	Una estremità libera. Sezione pericolosa in B.
2. 	$M = \frac{Px}{2}$ $M_{max} = \frac{Pl}{4}$	$P = 4\frac{kI}{lv}$	$y = \frac{Pl^3}{16EI}\left[\frac{x}{l} - \frac{4}{3}\frac{x^3}{l^3}\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{48}$	Trave appoggiato liberamente. Sez. pericolosa nel mezzo.
3. 	per AC: $M = \frac{Pc_1x}{l}$ per BC: $M = \frac{Pcx_1}{l}$ $M_{max} = \frac{Pcc_1}{l}$	$P = \frac{l}{cc_1}\frac{kI}{v}$	$y = \frac{P}{EI}\frac{c^2c_1^2}{6l}\left[2\frac{x}{c} + \frac{x}{c_1} - \frac{x^3}{c^2c_1}\right]$ $y_1 = \frac{P}{EI}\frac{c_1^2c^2}{6l}\left[2\frac{x_1}{c_1} + \frac{x_1}{c} - \frac{x_1^3}{c_1^2c}\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{3}\frac{c^2}{l^2}\frac{c_1^2}{l^2}$ f_{max} per: $x = c\sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2}{3}\frac{c_1}{c}}$	Sezione pericolosa in C. Reazione in A $= P\frac{c_1}{l}$. Reazione in B $= P\frac{c}{l}$.
4. 	per AC: $M = \frac{5}{16}Px$ per BC: $M = Pl\left(\frac{5}{32} - \frac{11}{16}\frac{x_1}{l}\right)$ $M_{max} = \frac{3Pl}{16}$	$P = \frac{16}{3}\frac{kI}{lv}$	$y = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{32}\left[\frac{x}{l} - \frac{5}{3}\frac{x^3}{l^3}\right]$ $y_1 = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{32}\left[\frac{1}{4}\frac{x_1}{l} + \frac{5}{2}\frac{x_1^2}{l^2} - \frac{11}{3}\frac{x_1^3}{l^3}\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{7l^3}{768}$ $f_{max} = \sqrt{\frac{1}{5}\frac{Pl^3}{48EI}}$ per $x = l\sqrt{\frac{1}{5}}$	Trave incastrato a un'estremità, e semplicemente appoggiato all'altra. Sezione pericolosa in B. Reazione in A $= \frac{5}{16}P$.
5. 	$M = \frac{Pl}{2}\left(\frac{x}{l} - \frac{1}{4}\right)$ $M_{max} = \frac{Pl}{8}$	$P = 8\frac{kI}{lv}$	$y = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{16}\left[\frac{x^2}{l^2} - \frac{4}{3}\frac{x^3}{l^3}\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{192}$	Trave incastrato ad entrambe le estremità. Sezioni pericolose in A, B e C.
6. 	Per il tratto AB: $M = Pc$ $=$ costante	$P = \frac{kI}{cv}$	$y = f - \rho + \sqrt{\rho^2 - x^2 + l\left(x - \frac{l}{4}\right)}$ essendo: $\rho = \frac{EI}{Pc} =$ cost. La linea elastica fra A e B è un arco di cerchio.	$f = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{8}\frac{c}{l}$	Sezione pericolosa in uno qualunque dei punti fra A e B.
7. 	$M = \frac{Px^2}{2l}$ $M_{max} = \frac{Pl}{2}$	$P = 2\frac{kI}{lv}$	$y = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{24}\left[4\frac{x}{l} - \frac{x^4}{l^4} - 3\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{8}$	Una estremità libera. Sezione pericolosa in B.
8. 	$M = \frac{Px}{2}\left(1 - \frac{x}{l}\right)$ $M_{max} = \frac{Pl}{8}$	$P = 8\frac{kI}{lv}$	$y = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{24}\left[\frac{x}{l} - 2\frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4}\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{5l^3}{384}$	Due appoggi semplici. Sez. pericolosa nel mezzo.
9. 	$M = \frac{Px}{2}\left(\frac{3}{4} - \frac{x}{l}\right)$ $M_{max} = \frac{Pl}{8}$ $M_c = \frac{9}{128}Pl$	$P = 8\frac{kI}{lv}$	$y = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{48}\left[\frac{x}{l} - 3\frac{x^3}{l^3} + 2\frac{x^4}{l^4}\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{192}$	Sezione pericolosa in B. Freccia massima per: $x = \frac{l}{16}(1 + \sqrt{33}) = 0{,}4215\,l$. Reazione in A $= \frac{3}{8}P$. Punto di flesso per $x = \frac{3}{4}l$.
10. 	$M = \frac{Pl}{2}\left(\frac{1}{6} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2}\right)$ $M_{max} = \frac{Pl}{12}$ $M_c = \frac{Pl}{24}$	$P = 12\frac{kI}{lv}$	$y = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{24}\left[\frac{x^2}{l^2} - 2\frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4}\right]$	$f = \frac{P}{EI}\frac{l^3}{384}$	Sezione pericolosa in A e B. Ordinata del punto di flesso: $x = \frac{l}{2}\left(1 - \sqrt{\frac{1}{3}}\right)$ (nel punto di flesso $M = 0$).

(1) Dicesi *linea elastica* la curva secondo cui s'inflette l'asse del solido.

TABELLA dei momenti d'inerzia equatoriali, e dei momenti di resistenza delle forme di sezioni trasversali di uso più frequente nella pratica.

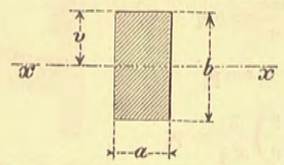
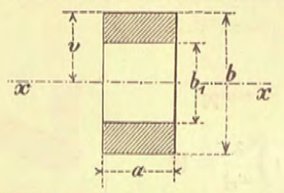
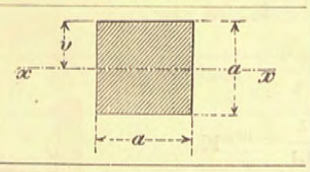
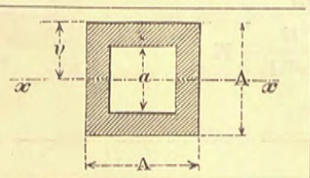
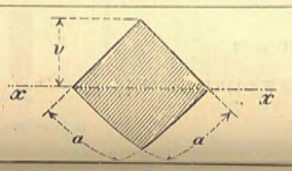
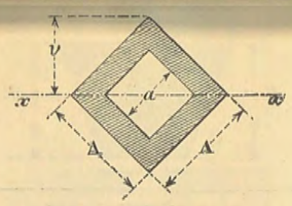
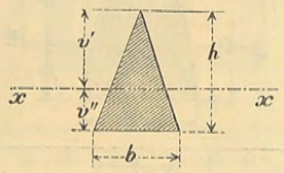
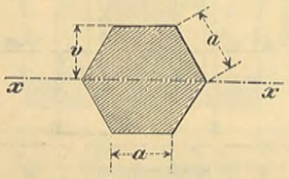
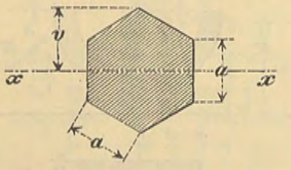
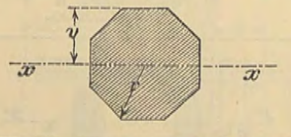
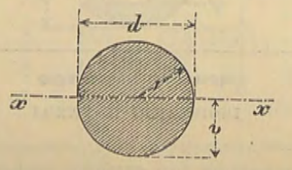
La seguente tabella contiene, per le forme di sezioni trasversali di uso più frequente nella pratica, i valori:

1° del *momento d'inerzia* I rispetto all'asse neutro xx;

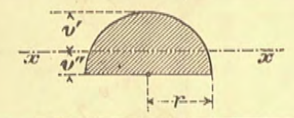
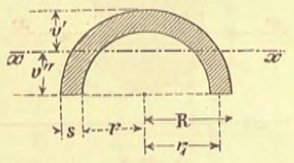
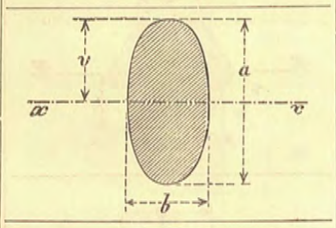
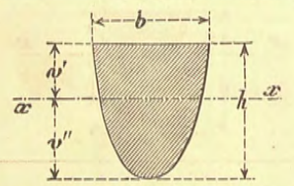
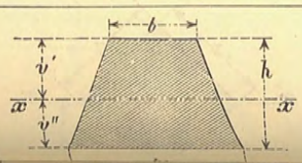
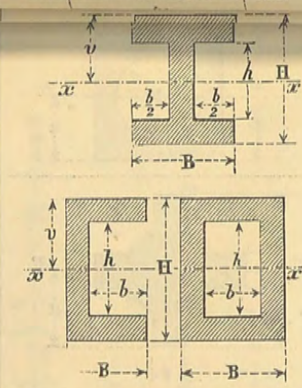
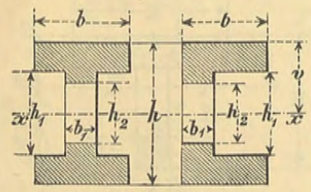
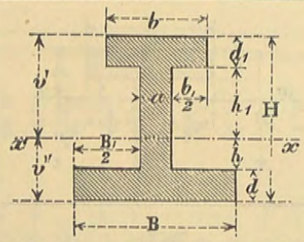
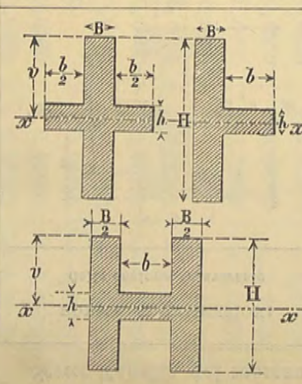
2° della distanza v dall'asse neutro delle fibre (tese o compresse) maggiormente distanti dal medesimo; o delle due distanze massime v' e v'' delle fibre tese e delle fibre compresse, quando la sezione non è simmetrica rispetto all'asse neutro (e quindi v' è diverso da v'');

3° del *momento di resistenza* (o *modulo di sezione*) $W = \frac{I}{v}$, pel quale si hanno parimenti due valori quando v' è diverso da v'';

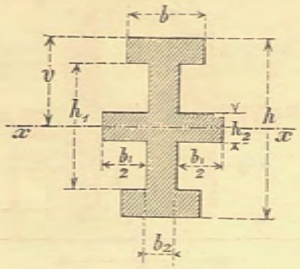
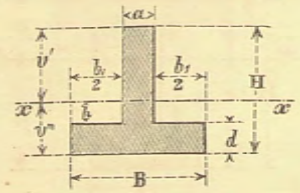
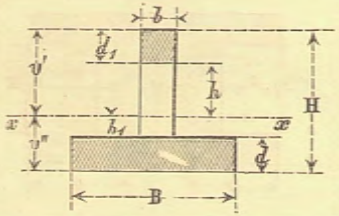
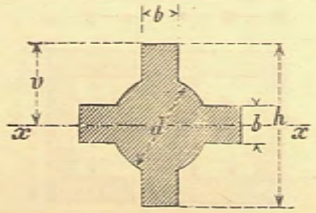
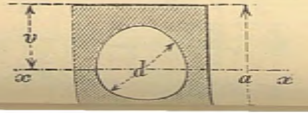
4° dell'area Ω della sezione trasversale (necessaria per calcolare il peso proprio dei solidi soggetti a flessione).

Numero	FORMA E DIMENSIONI della sezione trasversale	MOMENTO D'INERZIA I	DISTANZA v	MOMENTO DI RESISTENZA $W = \frac{I}{v}$	AREA Ω
1. Rettangolo pieno		$\frac{1}{12} a b^3$	$\frac{b}{2}$	$\frac{1}{6} a b^2$	$a \cdot b$
2. Rettangolo cavo		$\frac{1}{12} a (b^3 - b_1^3)$	$\frac{b}{2}$	$\frac{1}{6} a \frac{b^3 - b_1^3}{b}$	$a (b - b_1)$
3. Quadrato		$\frac{1}{12} a^4$	$\frac{a}{2}$	$\frac{1}{6} a^3$	a^2
4. Quadrato cavo		$\frac{A^4 - a^4}{12}$	$\frac{A}{2}$	$\frac{1}{6} \frac{A^4 - a^4}{A}$	$A^2 - a^2$
5. Quadrato		$\frac{1}{12} a^4$	$\frac{a}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{2}}{12} a^3 = 0{,}1178 a^3$	a^2
6. Quadrato cavo		$\frac{A^4 - a^4}{12}$	$\frac{A}{\sqrt{2}}$	$\frac{A^4 - a^4}{12 A} \sqrt{2} = 0{,}1178 \frac{A^4 - a^4}{A}$	$A^2 - a^2$
7. Triangolo		$\frac{1}{36} b h^3$	$v' = \frac{2}{3} h$ $v'' = \frac{1}{3} h$	$W' = \frac{1}{24} b h^2$ $W'' = \frac{1}{12} b h^2$	$\frac{1}{2} b h$
8. Esagono regolare		$\frac{5 a^4}{16} \sqrt{3} = 0{,}5413\, a^4$	$a \sqrt{\frac{3}{4}} = 0{,}866 a$	$\frac{5}{8} a^3$	$\frac{3 a^2}{2} \sqrt{3} = 2{,}598\, a^2$
9. Esagono regolare		$0{,}5413\, a^4$	a	$\frac{5 a^3}{16} \sqrt{3} = 0{,}5413\, a^3$	$2{,}598\, a^2$
10. Ottagono regolare		$\frac{1 + 2\sqrt{2}}{6} r^4 = 0{,}638\, r^4$	$0{,}924\, r$	$0{,}6906\, r^3$	$2{,}828\, r^2$
11. Circolo pieno		$\frac{1}{64} \pi r^4 = 0{,}0491\, d^4$ $= \frac{1}{4} \pi d^4 = 0{,}7854\, r^4$	$\frac{d}{2} = r$	$\frac{1}{32} \pi d^3 = 0{,}0982\, d^3$ $= \frac{1}{4} \pi r^3 = 0{,}7854\, r^3$	$\frac{\pi d^2}{4}$

Segue **Tabella dei momenti d'inerzia equatoriali, e dei momenti di resistenza delle forme di sezioni trasversali, ecc.**

Numero	FORMA E DIMENSIONI della sezione trasversale	MOMENTO D'INERZIA I	DISTANZA v	MOMENTO DI RESISTENZA $W = \frac{I}{v}$	AREA Ω
12. Circolo cavo		$\frac{\pi}{64}(d^4 - d_1^4) = 0{,}0491\,(d^4 - d_1^4)$ $= \frac{\pi}{4}(r^4 - r_1^4) = 0{,}7854\,(r^4 - r_1^4)$	$\frac{d}{2} = r$	$\frac{\pi}{32}\,\frac{d^4 - d_1^4}{d} = \frac{\pi}{4}\,\frac{r^4 = r_1^4}{r}$	$\frac{\pi}{4}(d^2 - d_1^2)$
13. Semicerchio		$r^4\left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi}\right) = 0{,}1098\,r^4$	$v' = 0{,}5755\,r$ $v' = 0{,}4244\,r$	$W' = 0{,}1908\,r^3$ $W'' = 0{,}2587\,r^3$	$\frac{\pi r^2}{2}$
14. Semicerchio cavo		$0{,}110(R^4 - r^4) - \frac{0{,}283R^2r^2(R-r)}{R+r}$ (Con molta approssimazione $I = 0{,}3\,sr_1^3$)	$v'' = \frac{4}{3\pi}\,\frac{R^2 + Rr + r^2}{R+r}$ $v' = R - v''$	—	$\frac{\pi(R^2 - r^2)}{2}$
15. Ellisse.		$\frac{\pi}{64}ba^3 = 0{,}0491\,ba^3$	$\frac{a}{2}$	$\frac{\pi}{32}ba^2 = 0{,}0982\,ba^2$	$\frac{\pi}{4}ba$
16. Segmento parabolico		$\frac{8}{175}bh^3 = 0{,}0457\,bh^3$	$v' = \frac{2}{5}h$ $v'' = \frac{3}{5}h$	$W' = \frac{4}{35}bh^2 = 0{,}114\,bh^2$ $W'' = \frac{8}{105}bh^2 = 0{,}076\,bh^2$	$\frac{2}{3}bh$
17. Trapezio		$\frac{b^2 + 4bb_1 + b_1^2}{36(b + b_1)}h^3$	$v' = \frac{2b + b_1}{b + b_1}\,\frac{h}{3}$ $v'' = \frac{b + 2b_1}{b + b_1}\,\frac{h}{3}$	$W' = \frac{b^2 + 4bb_1 + b_1^2}{12(2b + b_1)}h^2$ $W'' = \frac{b^2 + 4bb_1 + b_1^2}{12(b + 2b_1)}h^2$	$\frac{b + b_1}{2}h$
18. Sezioni a doppio T, a C, e rettangolo cavo		$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{6H}$	$BH - bh$
19.		$\frac{b(h^3 - h_1^3) + b_1(h_1^3 - h_2^3)}{12}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{b(h^3 - h_1^3) + b_1(h_1^3 - h_2^3)}{6h}$	$bh - b_1h_2 - (b - b_1)h_1$
20. Sezione a doppio T disimmetrica		$\frac{1}{3}(Bv''^3 - B_1h^3 + bv'^3 - b_1h_1^3)$	$v'' = \frac{1}{2}\,\frac{aH^2 + B_1d^2 + b_1d_1(2H - d_1)}{aH - B_1d + b_1d_1}$ $v' = H - v''$	$W' = \frac{I}{v'}$ $W'' = \frac{I}{v''}$	$bd_1 + a(h_1 + h) + Bd$
21.		$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$\frac{H}{2}$	$\frac{BH^3 + bh^3}{6H}$	$BH + bh$

Segue Tabella dei momenti d'inerzia equatoriali, e dei momenti di resistenza delle forme di sezioni trasversali, ecc.

Numero	FORMA E DIMENSIONI della sezione trasversale	MOMENTO D'INERZIA I	DISTANZA v	MOMENTO DI RESISTENZA $W = \frac{I}{v}$	AREA Ω
22.		$\frac{bh^3 - (b - b_2)\,h_1^3 + b_1 h_2^3}{12}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{bh^3 - (b - b_2)\,h_1^3 + b_1 h_2^3}{6h}$	$bh - (b - b_2)\,h_1 + b_1 h_2$
23.		$\frac{1}{3}\,[Bv''^3 - b_1 h^3 + av'^2]$	$v'' = \frac{1}{2}\,\frac{aH^2 + b_1 d^2}{aH + b_1 d}$ $v' = H - v''$	$W' = \frac{I}{v'}$ $W'' = \frac{I}{v''}$	$aH + d\,b_1$
24.		$\frac{1}{3}\,[B\,(v''^3 - h^3) - b\,(v'^3 - h_1^3)]$	$v'' = \frac{1}{2}\,\frac{Bd^2 + bd_1\,(2H - d_1)}{Bd - bd_1}$ $v' = H - v''$	$W' = \frac{I}{v'}$ $W'' = \frac{I}{v''}$	$bd_1 + Bd$
25.		$\frac{1}{12}\left[\frac{3\pi}{16}d^4 + b(h^3 - d^3) + b^3(h - d)\right]$	$\frac{h}{2}$	$\frac{1}{6h}\left[\frac{3\pi}{16}d^4 + b(h^3 - d^3) + b^3(h - d)\right]$	$\frac{\pi d^2}{4} + 2b\,(h - d)$
26.		$\frac{1}{12}\left(a^4 - \frac{3\pi}{16}\,d^4\right)$	$\frac{a}{2}$	$\frac{1}{6a}\left(a^4 - \frac{3\pi}{16}\,d^4\right)$	$a^2 - \frac{\pi d^2}{4}$

Sforzi di taglio e momenti flettenti nei travi continui uniformemente caricati ed appoggiati su più di due appoggi (secondo Winkler).

Nelle formole che seguono indicheremo con:

g il carico permanente (rappresentato dal peso proprio) riferito all'unità di lunghezza del trave;

p il carico accidentale, sull'unità di lunghezza del medesimo;

$max\,(+\,Q)$ e $max\,(-\,Q)$ i valori massimi dello sforzo di taglio positivo e dello sforzo di taglio negativo che possono verificarsi in una sezione qualunque del trave, di ascissa x, per la disposizione più sfavorevole del carico accidentale;

$max\,(+\,M)$ e $max\,(-\,M)$ i valori massimi del momento flettente positivo e del momento flettente negativo che possono verificarsi nella medesima sezione.

a) *Travi su tre appoggi equidistanti.*

Indicando con l la distanza dell'appoggio di mezzo da ciascuno dei due appoggi estremi, si ha per una sezione qualunque di ascissa x:

$$\text{mass}\,(+\,Q) = +\frac{1}{16}\left(1-\frac{x}{l}\right)^2\left(7-2\frac{x}{l}-\frac{x^2}{l^2}\right)pl + \\ +\frac{1}{8}\left(3-8\frac{x}{l}\right)gl; \qquad (1)$$

$$\text{mass}\,(-\,Q) = \frac{1}{16}\left(1+10\frac{x^2}{l^2}-\frac{x^4}{l^4}\right)pl + \\ +\frac{1}{8}\left(3-8\frac{x}{l}\right)gl. \qquad (2)$$

Riguardo ai momenti flettenti, per $x < \frac{4}{5}l$ si ha:

$$\text{mass}\,(+\,M) = +\frac{1}{16}\frac{x}{l}\left(7-8\frac{x}{l}\right)pl^2 + \\ +\frac{1}{8}\frac{x}{l}\left(3-4\frac{x}{l}\right)gl^2; \qquad (3)$$

$$\text{mass}\,(-\,M) = -\frac{1}{16}\frac{x}{l}pl^2 + \\ +\frac{1}{8}\frac{x}{l}\left(3-4\frac{x}{l}\right)gl^2 \qquad (4)$$

e per $x > \frac{4}{5}l$:

$$\text{mass}\,(+\,M) = \frac{1}{8}\left(16\frac{x}{l}-4\frac{x^2}{l^2}-20+8\frac{l}{x}\right)pl^2 + \\ +\frac{1}{8}\frac{x}{l}\left(3-4\frac{x}{l}\right)gl^2, \qquad (3')$$

$$\text{mass}\,(-\,M) = -\frac{1}{8}\left(13\frac{x}{l}-20+8\frac{l}{x}\right)pl^2 + \\ +\frac{1}{8}\frac{x}{l}\left(3-4\frac{x}{l}\right)gl^2. \qquad (4')$$

Mediante le formole sopra riportate sono state calcolate dal Winkler le seguenti tabelle che dànno i valori massimi dello sforzo di taglio e del momento inflettente per diverse sezioni del trave.

$x =$	Sforzi di taglio Q		
	dovuti a g	dovuti a p	
	Q	mass (+ Q)	mass (− Q)
0	+ 0,375	+ 0,4375	− 0,0625
0,1	+ 0,275	+ 0,3437	− 0,0687
0,2	+ 0,175	+ 0,2624	− 0,0874
0,3	+ 0,075	+ 0,1932	− 0,1182
0,375	0	+ 0,1491	− 0,1491
0,4	− 0,025	+ 0,1359	− 0,1609
0,5	− 0,125	+ 0,0898	− 0,2148
0,6	− 0,225	+ 0,0544	− 0,2794
0,7	− 0,325	+ 0,0287	− 0,3537
0,8	− 0,425	+ 0,0119	− 0,4369
0,9	− 0,525	+ 0,0027	− 0,5277
1,0	− 0,625	0	− 0,6250
l	gl	pl	pl

La prima colonna contiene le ascisse x delle varie sezioni, espresse nell'unità l; la seconda colonna dà i valori corrispondenti del termine $+\frac{1}{8}\left(3-8\frac{x}{l}\right)$ comune alle due formole (1) e (2): la terza colonna dà i valori del termine $+\frac{1}{16}\left(1-\frac{x}{l}\right)^2\left(7-2\frac{x}{l}-\frac{x^2}{l^2}\right)$ della formola (1); finalmente la quarta colonna dà i valori del termine $-\frac{1}{16}\left(1+10\frac{x^2}{l^2}-\frac{x^4}{l^4}\right)$ della formola (2).

$x =$	Momenti flettenti M		
	dovuti a g	dovuti a p	
	M	mass (+ M)	mass (− M)
0	0	0	0
0,1	+ 0,0325	+ 0,03875	− 0,00625
0,2	+ 0,0550	+ 0,06750	− 0,01250
0,3	+ 0,0675	+ 0,08625	− 0,01875
0,4	+ 0,0700	+ 0,09500	− 0,02500
0,5	+ 0,0625	+ 0,09375	− 0,03125
0,6	+ 0,0450	+ 0,08250	− 0,03750
0,7	+ 0,0175	+ 0,06125	− 0,04375
0,75	0	+ 0,04688	− 0,04688
0,8	− 0,0200	+ 0,03000	− 0,05000
0,85	− 0,0425	+ 0,01523	− 0,05773
0,9	− 0,0675	+ 0,00611	− 0,07361
0,95	− 0,0950	+ 0,00138	− 0,09638
1,0	− 0,1250	0	− 0,12500
l	gl^2	pl^2	pl^2

La seconda colonna di questa tabella dà i valori del coefficiente di $g\,l^2$ nelle formole (3), (4), (3') e (4'); la terza dà i valori del coefficiente di $p\,l^2$ nelle (3) e (3'), e la quarta dà i valori del coefficiente di $p\,l^2$ nelle (4) e (4').

Allorquando una trave, caricata di un peso uniformemente distribuito su tutta la sua lunghezza, è collocata su tre appoggi equidistanti, se ne può aumentare la resistenza fino ad 1 volta e mezza circa, facendo l'appoggio di mezzo alquanto più basso degli altri due, e precisamente di una quantità

$$\delta = 0,0131\,\frac{q\,l^4}{\mathrm{E\,I}}$$

essendo q il carico sull'unità di lunghezza, l la lunghezza di ogni campata.

b) *Trave su quattro appoggi equidistanti.*

Si rappresentino ancora con:

g il carico permanente;

p il carico accidentale (entrambi sull'unità di lunghezza del trave);

l la lunghezza di ciascuna campata, cioè la distanza fra due appoggi successivi.

I valori massimi degli sforzi di taglio e dei momenti flettenti (positivi o negativi) corrispondenti a diverse sezioni di ciascuna campata, di ascissa x, si ricavano dalle seguenti tabelle:

	$x =$	Sforzi di taglio Q		
		dovuti a g	dovuti a p	
		Q	mass (+ Q)	mass (— Q)
1ª e 3ª campata	0	+ 0,4	+ 0,4500	— 0,0500
	0,1	+ 0,3	+ 0,3560	— 0,0563
	0,2	+ 0,2	+ 0,2752	— 0,0752
	0,3	+ 0,1	+ 0,2065	— 0,1065
	0,4	0	+ 0,1496	— 0,1496
	0,5	— 0,1	+ 0,1042	— 0,2042
	0,6	— 0,2	+ 0,0694	— 0,2694
	0,7	— 0,3	+ 0,0443	— 0,3443
	0,8	— 0,4	+ 0,0280	— 0,4280
	0,9	— 0,5	+ 0,0193	— 0,5191
	1,0	— 0,6	+ 0,0167	— 0,6167
2ª campata	0	+ 0,5	+ 0,5833	— 0,0833
	0,1	+ 0,4	+ 0,4870	— 0,0870
	0,2	+ 0,3	+ 0,3991	— 0,0991
	0,3	+ 0,2	+ 0,3210	— 0,1210
	0,4	+ 0,1	+ 0,2537	— 0,1537
	0,5	0	+ 0,1979	— 0,1979
	l	$g\,l$	$p\,l$	$p\,l$

	$x =$	Momenti flettenti M		
		dovuti a g	dovuti a p	
		M	mass (+ M)	mass (— M)
1ª e 3ª campata	0	0	0	0
	0,1	+ 0,035	+ 0,040	— 0,005
	0,2	+ 0,060	+ 0,070	— 0,010
	0,3	+ 0,075	+ 0,090	— 0,015
	0,4	+ 0,080	+ 0,100	— 0,020
	0,5	+ 0,075	+ 0,100	— 0,025
	0,6	+ 0,060	+ 0,090	— 0,030
	0,7	+ 0,035	+ 0,070	— 0,035
	0,7895	+ 0,00414	+ 0,04362	— 0,03948
	0,8	0	+ 0,04022	— 0,04022
	0,85	— 0,02125	+ 0,02773	— 0,04898
	0,9	— 0,04500	+ 0,02042	— 0,06542
	0,95	— 0,07125	+ 0,01706	— 0,08831
	1,00	— 0,10000	+ 0,01667	— 0,11667
2ª campata	0	— 0,10000	+ 0,01667	— 0,11667
	0,05	— 0,07625	+ 0,01408	— 0,09033
	0,10	— 0,05500	+ 0,00748	— 0,06248
	0,15	— 0,03625	+ 0,02053	— 0,05678
	0,20	— 0,020	+ 0,030	— 0,050
	0,2764	0	+ 0,050	— 0,050
	0,3	+ 0,005	+ 0,055	— 0,050
	0,4	+ 0,020	+ 0,070	— 0,050
	0,5	+ 0,025	+ 0,075	— 0,050
	l	$g\,l^2$	$p\,l^2$	$p\,l^2$

Il Winkler nelle sue *Vorträge über Brückenbau* (*) dà le tabelle analoghe per i casi in cui le lunghezze delle tre campate stanno rispettivamente nei rapporti:

1 : 1,1 : 1; 1 : 1,2 : 1; 1 : 1,3 : 1.

c) *Trave su cinque appoggi (quattro campate).*

Anche per questo caso il Winkler ha calcolato delle tabelle che dànno immediatamente i valori massimi degli sforzi di taglio e dei momenti flettenti corrispondenti a diverse sezioni delle singole campate, tanto nel caso di quattro campate uguali, come in quello in cui le due campate di mezzo abbiano rispettivamente una lunghezza = 1,1; 1,2; 1,3 di quella delle due campate laterali (V. Winkler, op. cit.).

Diametro di una sezione circolare sottoposta ad un momento flettente M_f.

Se nella formola (I)

$$k_f = \mathrm{M}_f\,\frac{v}{\mathrm{I}} \quad \text{(V. pag. 1200)}$$

si sostituiscono i valori di v e di I per una sezione circolare $\left(v = \frac{d}{2},\ \mathrm{I} = \frac{1}{64}\pi d^4\right)$, o, più speditamente, nella formola (II)

$$\mathrm{M}_f = k_f\,\frac{\mathrm{I}}{v} \quad \text{(V. id. id.)},$$

(*) Wien 1886.

si sostituisce ad $\frac{I}{v}$ il suo valore $\frac{1}{32}\pi d^3$ (V. pag. 1211), e si risolve rispetto a d, si ottiene la formola:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32\,M_f}{\pi k_f}}$$

che dà il diametro di una sezione circolare su cui agisce il momento flettente M_f.

Resistenza alla torsione.

Si immagini un solido avente la forma di un cilindro retto a base circolare, il quale sia incastrato ad una estremità e sollecitato all'altra estremità da una coppia di momento M_t, contenuta in un piano normale all'asse del cilindro. L'esperienza, confermando quanto insegna la teoria, dimostra che:

1° l'asse del cilindro si conserva rettilineo;

2° tutte le sezioni rette del cilindro si mantengono piane;

3° ciascuna sezione si sposta rispetto ad un'altra sezione qualunque, mantenendovisi parallela e rotando attorno al proprio centro di un angolo Θ, che, *entro i limiti di elasticità*, è: *a*) direttamente proporzionale all'intensità del momento torcente M_t; *b*) direttamente proporzionale alla distanza l delle due sezioni; *c*) inversamente proporzionale al *momento d'inerzia polare* I_p della sezione del cilindro.

(Il momento d'inerzia *polare* è uguale alla somma dei momenti d'inerzia *equatoriali* rispetto a due assi qualunque contenuti nel piano della sezione, passanti pel suo centro di gravità, e fra loro perpendicolari. $I_p = I_1 + I_2$).

Si ha cioè:

$$\Theta = \frac{M_t\, l}{G\, I_p} \qquad (1)$$

ossia:

$$M_t = \frac{G\, I_p\, \Theta}{l} \qquad (1')$$

dove G è un coefficiente numerico detto *modulo d'elasticità per torsione*, il cui valore dipende dalla natura del materiale di cui è costituito il solido, ed è uguale a quello del *modulo d'elasticità per scorrimento* (V. pagina 1198).

Θ dicesi *angolo di torsione*. Per un dato cilindro, d'una determinata sostanza, G ed I_p sono costanti, e quindi, essendo pure M_t costante, ne risulta che l'angolo di torsione fra due sezioni è proporzionale alla loro distanza l; da ciò segue che una generatrice qualunque del cilindro, ed in generale tutte le fibre parallele all'asse, si trasformano pel fatto della torsione in altrettante eliche aventi tutte lo stesso passo.

La formola (1) serve a determinare, coll'ajuto di esperienze ed analogamente a quanto venne esposto per la determinazione del *modulo d'elasticità per trazione e compressione*, i valori di G per i diversi materiali.

Se si indica con R_t la *forza elastica unitaria* che si sviluppa nei punti posti a distanza v dall'asse del solido, è facile dimostrare che $R_t = \frac{M_t\, v}{I_p}$; quindi, essendo costanti M_t ed I_p, la massima forza elastica unitaria si sviluppa nelle fibre situate alla periferia del cilindro; e perciò, indicando con r il raggio del medesimo e con k_t la massima forza elastica unitaria ammissibile, ossia il *carico di sicurezza per torsione*, si ha la seguente *equazione di stabilità:*

$$k_t = \frac{M_t\, r}{I_p} \qquad (2)$$

la quale si può anche scrivere così:

$$M_t = k_t \frac{I_p}{r}. \qquad (2')$$

La quantità $\frac{I_p}{r}$ si chiama *modulo di sezione, o momento di resistenza, relativo alla torsione.*

La formola (2') dà il *massimo momento torcente ammissibile* M_t in un solido cilindrico di raggio r. Facendo in essa $I_p = \frac{1}{32}\pi d^4$, $r = \frac{d}{2}$, e risolvendo rispetto a d si ottiene la formola:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16\,M_t}{\pi\, k_t}} \qquad (3)$$

che dà il diametro d di un *solido cilindrico* soggetto ad un momento torcente costante M_t, ed è analoga alla formola che dà il diametro di un solido cilindrico soggetto a flessione (V. sopra).

Torsione di solidi prismatici a sezione non circolare - Esperienze sulla torsione. — La forma che più ordinariamente si assegna ai solidi che devono resistere alla torsione è quella di un cilindro retto, di sezione circolare; tuttavia in pratica si presenta anche, abbastanza frequentemente, il caso di solidi che si trovano soggetti a sforzi di torsione, ed a cui, per ragioni costruttive, conviene assegnare una forma di sezione trasversale diversa dalla circolare. Tale è, ad esempio, il caso delle *molle di torsione.*

Ora le due formole fondamentali, che noi abbiamo dato sopra, per il calcolo dei solidi in cui viene provocata la resistenza alla torsione semplice sono state dedotte nell'ipotesi che si tratti di solidi ad asse rettilineo *ed a sezione circolare*, e valgono soltanto per questo caso, perchè l'esperienza dimostra che, se il solido ha sezione diversa dalla circolare, le sue varie sezioni rette, primitivamente piane, non si conservano tali, quando esso viene sottoposto a torsione, come, per la deduzione delle formole, si ammette che avvenga (e come l'esperienza dimostra infatti che avviene), se il solido ha sezione circolare. Si può avere un'idea pratica delle deformazioni che si producono in tal caso torcendo un prisma di caoutchouc di sezione rettangolare.

I problemi relativi alla torsione divengono allora estremamente complessi, e la loro soluzione analitica condurrebbe a formole complicate di nessuna utilità per la pratica. La questione è stata felicemente risolta in modo pratico dal *Barré de Saint-Venant*, a cui è dovuta la soluzione del problema generale della torsione fondata sui principii rigorosi della teoria matematica dell'elasticità; ed ecco in che modo.

Osserviamo che nel caso di una sezione circolare, se si pone: Ω = area della sezione $= \frac{\pi d^2}{4}$ è facile verificare che le due formole fondamentali della torsione si possono scrivere così:

$$M_t = \alpha \,.\, \frac{G \,.\, \Theta}{l} \frac{\Omega^4}{I_p}$$

ed

$$M_t = \beta \,.\, k_t \sqrt{\Omega^3}$$

dove

$$\alpha = \frac{0{,}25}{\pi^2} = 0{,}0253$$

e

$$\beta = \sqrt{\frac{0{,}25}{\pi}} = 0{,}282.$$

Orbene le ricerche del *Barré de Saint-Venant* hanno dimostrato che queste formole si possono ancora

applicare, scritte sotto tal forma, alle sezioni trasversali diverse dalla circolare, purchè si diano ai coefficienti α e β valori convenienti, che dipendono dalla forma della sezione.

Diamo questi valori, calcolati dal *Saint-Venant*, per le forme di sezione trasversale di uso più frequente:

1° Per una *sezione ellittica*, di assi a e b (essendo $a > b$):

$$\alpha = 0{,}0253; \quad \beta = 0{,}282 \sqrt{\frac{b}{a}}.$$

2° Per una *sezione quadrata*, di lato a:

$$\alpha = 0{,}0234; \quad \beta = 0{,}208.$$

3° Per una *sezione quadrata, a lati curvilinei leggermente concavi* (aventi una freccia $= \frac{1}{22}$ della corda), *e ad angoli acuti:*

$$\alpha = 0{,}0220; \quad \beta = 0{,}192.$$

4° Per una *sezione quadrata*, come sopra, *ma ad angoli arrotondati:*

$$\alpha = 0{,}0232; \quad \beta = 0{,}200.$$

5° Per una *sezione triangolare equilatera*, di lato a:

$$\alpha = 0{,}0222; \quad \beta = 0{,}175.$$

6° Per una *sezione rettangolare* di lati a e b,

se $a = 2b$: $\alpha = 0{,}0238$, $\beta = 0{,}174$
» $a = 5b$: $= 0{,}0252$, $= 0{,}130$
» $a = 10b$: $= 0{,}0274$, $= 0{,}099$
» $a = 50b$: $= 0{,}0278$, $= 0{,}047$

Facciamo notare come, mentre il valore di β varia notevolmente col variare della forma della sezione trasversale, ed è tanto più piccolo quanto più questa si scosta dalla circolare, il valore di α invece varia assai poco, e siccome si ha:

$$\Theta = \frac{M_t \,.\, l \,.\, I_p}{\alpha \,.\, G \,.\, \Omega^4},$$

si può ritenere che l'angolo di torsione è sensibilmente proporzionale a $\frac{I_p}{\Omega^4}$. Quindi è evidente che, per un dato valore dell'area Ω (*piena*), conviene, per diminuire Θ, ossia per aumentare la rigidità, *ridurre il più che si può il momento d'inerzia*, il che si ottiene adottando la sezione circolare; e ciò è precisamente il contrario di quanto si sarebbe indotti a credere ove si ammettesse l'ipotesi, *dimostrata erronea*, che le sezioni rette non circolari si mantenessero, come le circolari, *piane* sotto l'azione della torsione.

Un'osservazione analoga si può fare riguardo alla massima forza elastica R_t che si sviluppa nei punti più faticati; siccome:

$$R_t = \frac{M_t}{\beta \sqrt{\Omega^3}},$$

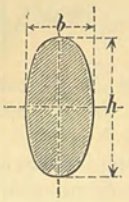
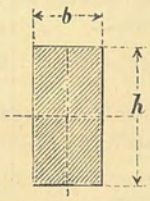
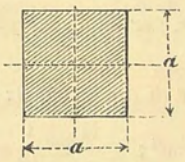
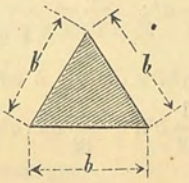
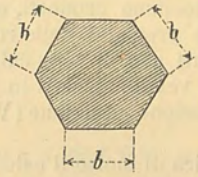
così è evidente che, a parità di area Ω della sezione trasversale, per diminuire il più che sia possibile il valore di R_t, conviene ricorrere alla sezione circolare, per la quale, come vedemmo, β ha il valore massimo. Al contrario adunque di quanto succede nella flessione semplice, l'impiego di nervature per aumentare il momento d'inerzia della sezione del solido è da evitarsi.

Conchiudendo, diremo che la sezione circolare, dal punto di vista della rigidità e della resistenza, é la più vantaggiosa di tutte per i solidi sottoposti a sforzo di torsione semplice.

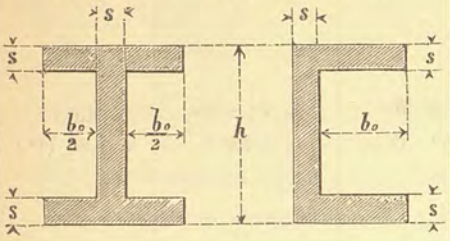
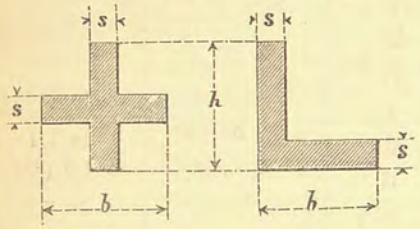
Fra le esperienze, abbastanza numerose, che vennero instituite sulla resistenza dei solidi prismatici alla torsione, meritano specialmente menzione quelle eseguite recentemente dal Bach per studiare *l'influenza della forma della sezione trasversale sulla resistenza alla torsione della ghisa.* Noi non possiamo riferire queste interessanti esperienze di cui si può trovare una estesa relazione nel *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* (1889, pag. 140 e seg.); ci limitiamo a darne i risultati, i quali sono compendiati nella seguente tabella:

Forma della sezione trasversale	Massimo momento torcente ammissibile M_t	Angolo di torsione Θ in funzione del momento torcente M_t	Angolo di torsione Θ in funzione della resistenza alla torsione provocata k_t	Rapporto $k_t : k$ fra la resistenza alla torsione e la resistenza alla trazione, per la *ghisa*
1. Circolo. 	$\frac{\pi}{16} k_t d^3$	$\frac{M_t l}{G I_p} = \frac{32}{\pi d^4} \frac{M_t}{G} l$	$2 \frac{k_t}{G} \frac{l}{d}$	circa 1
2. Corona circolare. 	$\frac{\pi}{16} k_t \frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{32}{\pi (D^4 - d^4)} \frac{M_t}{G} l$	$2 \frac{k_t}{G} \frac{l}{D}$	circa 0,8 (*)

(*) Questo valore dipende dal rapporto $\frac{d}{D}$. Esso si avvicina tanto più ad 1 quanto più piccolo è il rapporto stesso; e per $\frac{d}{D} = 0$, cioè nel caso di una sezione circolare piena (vedi caso precedente), è precisamente uguale ad 1. Il valore 0,8 vale per un rapporto di cavità $\frac{d}{D} = 0{,}7$ circa.

Forma della sezione trasversale	Massimo momento torcente ammissibile M_t	Angolo di torsione Θ in funzione del momento torcente M_t	Angolo di torsione Θ in funzione della resistenza alla torsione provocata k_t	Rapporto $k_t : k$ fra la resistenza alla torsione e la resistenza alla trazione, per la *ghisa*
3. Ellisse ($h > b$). 	$\frac{\pi}{16} k_t b^2 h$	$\frac{16}{\pi} \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3} \frac{M_t}{G} l$	$\frac{k_t}{G} \frac{b^2 + h^2}{bh^2} l$	da 1 a 1,25 (**)
4. Rettangolo ($h > b$). 	$\frac{2}{9} k_t b^2 h$	per $h : b = 8 : 1$ $3{,}21 \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3} \frac{M_t}{G} l$ per $h : b = 4 : 1$ $3{,}35 \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3} \frac{M_t}{G} l$; per $h : b = 2 : 1$ $3{,}50 \frac{b^2 + h^2}{b^3 h^3} \frac{M_t}{G} l$;	$\frac{2}{3} \frac{k_t}{G} \frac{b^2 + h^2}{bh^2} l$	da 1,4 a 1,6 (**)
5. Quadrato. 	$\frac{2}{9} k_t a^3$	$7{,}2 \frac{1}{a^4} \frac{M_t}{G} l$	$\frac{4}{3} \frac{k_t}{G} \frac{l}{a}$	1,4
6. Triangolo equilatero. 	$\frac{1}{20} k_t b^3$	$\frac{46{,}2}{b^4} \frac{M_t}{G} l$	—	—
7. Esagono regolare. 	$\frac{1}{1{,}09} k_t b^3$	$\frac{0{,}967}{b^4} \frac{M_t}{G} l$	—	—

(**) Si deve assumere un valore tanto più piccolo e prossimo al limite inferiore indicato dalla tabella quanto più la forma ellittica si avvicina alla circolare, e la forma rettangolare alla quadrata.

Forma della sezione trasversale	Massimo momento torcente ammissibile M_t	Angolo di torsione Θ in funzione del momento torcente M_t	Angolo di torsione Θ in funzione della resistenza alla torsione provocata k_t	Rapporto $k_t : k$ fra la resistenza alla torsione e la resistenza alla trazione, per la *ghisa*
8. Sezioni a doppio T ed a C. 	$\frac{2}{9} k_t s^2 (h + 2b_0)$	—	—	da 1,4 a 1,6 (***)
9. Sezioni a croce e ad angolo. 	$\frac{2}{9} k_t s^2 (h + b - s)$	—	—	da 1,4 a 1,6 (***)

(***) Anche qui si prenderà per questo rapporto un valore tanto più prossimo ad 1,4 quanto più le forme indicate di sezione trasversale si avvicinano alla quadrata, cioè quanto più b_0 è piccolo e quanto più le dimensioni h e b si avvicinano alla dimensione s.

Il coefficiente di k_t nelle formole contenute nella prima colonna della tabella (quelle cioè che dànno il valore di M_t) si chiama il *momento di resistenza relativo alla torsione.*

Espressione generale dell'angolo di torsione. — Per i solidi ad asse rettilineo ed a sezione circolare abbiamo visto che l'angolo di torsione è dato dalla formola:

$$\Theta = \frac{M_t l}{G I_p} \text{ (V. pag. 1217).}$$

Per i solidi *a sezione diversa dalla circolare*, a detta formola si deve sostituire quest'altra:

$$\Theta = \alpha \frac{M_t l}{G \frac{4 I_1 I_2}{I_1 + I_2}} = \alpha \frac{M_t l}{G \frac{4 I_1 I_2}{I_p}}$$

dove I_1 ed I_2 sono i momenti d'inerzia equatoriali della sezione rispetto a due assi contenuti nel piano della medesima, passanti pel suo centro di gravità e perpendicolari fra loro ($I_1 + I_2 = I_p$).

Nel caso di sezioni simmetriche rispetto ad una retta conviene prendere la medesima come uno degli assi dei momenti d'inerzia equatoriali.

Nella suddetta formola generale si farà:

$\alpha = 1$ per sezioni circolari, piene o cave,

$\alpha = 1{,}2$ per sezioni quadrate ed ellittiche,

$\alpha = 1{,}2$ a $1{,}5$ per sezioni rettangolari man mano più allungate.

Se in questa formola generale si fa $\alpha = 1$, ed $I_1 = I_2 = \frac{1}{2} I_p$, si ottiene la prima formola speciale, che dà l'angolo di torsione per i solidi a sezione circolare.

Momenti d'inerzia polari I_p e moduli di sezione $\frac{I_p}{r}$ relativi alla torsione, per le forme più comuni di sezione trasversale.

a) *Sezione circolare di diametro d:*

$$I_p = 2I = \frac{1}{32} \pi d^4; \quad \frac{I_p}{r} = \frac{1}{16} \pi d^3.$$

b) *Sezione quadrata, di lato a:*

$$I_p = 2I = \frac{1}{6} a^4; \quad \frac{I_p}{r} = \frac{a^3}{3\sqrt{2}}.$$

c) *Sezione rettangolare di lati b ed h ($h > b$):*

$$I_p = \frac{1}{12} bh^3 + \frac{1}{12} b^3 h = \frac{1}{12} bh (b^2 + h^2);$$

$$\frac{I_p}{r} = \frac{1}{6} bh \sqrt{b^2 + h^2}.$$

Calcolo degli alberi di trasmissione ordinari. — Gli alberi di trasmissione sono soggetti a sforzi di torsione ed a sforzi di flessione prodotti, questi ultimi, dal peso proprio e dalle pressioni delle ruote dentate, delle puleggie e dei giunti che vi sono calettati sopra. Essi dovrebbero quindi venir calcolati in base alla resistenza composta di flessione e torsione (V. *Resistenze composte*).

In pratica si semplifica di molto il calcolo di questi alberi tenendo conto semplicemente del momento torcente a cui sono soggetti, salvo a moltiplicare poi i diametri ottenuti per un *coefficiente di correzione*, il quale tenga conto, in modo approssimativo, degli sforzi

di flessione. Questo coefficiente si può ritenere = 1,1 per tronchi di alberi i quali non portano che il proprio peso, mentre per gli alberi ordinari che dànno moto alle macchine si deve prendere fra 1,25 e 1,50, dai più leggeri ai più caricati.

1. Gli alberi di trasmissione *non molto lunghi* si calcolano adunque colla formola relativa alla *resistenza* alla torsione semplice:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16\,M_t}{\pi k_t}} \quad \text{(V. pag. 1217).}$$

Il momento torcente M_t si può esprimere in funzione della forza che produce il movimento di rotazione e del suo braccio di leva, oppure in funzione del numero dei cavalli trasmessi dall'albero e del numero di giri che questo compie in un minuto.

Se si rappresenta con:

P, la forza che produce il movimento di rotazione in Kg.,

R, il braccio di leva col quale essa agisce in mm.,

C, il numero dei cavalli trasmessi,

n, il numero dei giri al minuto primo, si ha, in cifre tonde:

$$M_t = PR = 716200\,\frac{C}{n}.$$

Sostituendo questi valori nella formola sopra riportata, si ha il *diametro d dell'albero* (a sezione circolare piena) in mm:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi k_t}}\,\sqrt[3]{PR} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 716200}{\pi k_t}}\,\sqrt[3]{\frac{C}{n}}.$$

Valori di k_t. — Sul valore che conviene assegnare alla resistenza k_t sono molto discordi i vari costruttori. Mentre il Reuleaux suggerisce di fare, come per i perni:

$k_t = 3$ per la ghisa, $k_t = 6$ per il ferro,

$k_t = 10$ per l'acciajo;

e quindi dà le formole seguenti:

$$\text{(Reuleaux)}\begin{cases} \text{Ghisa:} & d = 1{,}19\,\sqrt[3]{PR} = 106{,}7\,\sqrt[3]{\frac{C}{n}} \\ \text{Ferro:} & d = 0{,}95\,\sqrt[3]{PR} = 84{,}7\,\sqrt[3]{\frac{C}{n}} \\ \text{Acciajo:} & d = 0{,}80\,\sqrt[3]{PR} = 71{,}15\,\sqrt[3]{\frac{C}{n}}; \end{cases}$$

il Redtenbacher assume:

$k_t = 0{,}9$ per la ghisa, $k_t = 2{,}10$ per il ferro,

e $k_t = 3{,}50$ per l'acciajo,

e quindi ottiene le seguenti formole che dànno diametri molto maggiori:

$$\text{(Redtenbacher)}\begin{cases} \text{Ghisa:} & d = 1{,}90\,\sqrt[3]{PR} = 160\,\sqrt[3]{\frac{C}{n}} \\ \text{Ferro:} & d = 1{,}35\,\sqrt[3]{PR} = 120\,\sqrt[3]{\frac{C}{n}} \\ \text{Acciajo:} & d = 1{,}13\,\sqrt[3]{PR} = 100\,\sqrt[3]{\frac{C}{n}} \end{cases} \text{(I).}$$

Le formole del Reuleaux si possono tutt'al più applicare con sicurezza solo nel caso di alberi soggetti ad un momento torcente pochissimo variabile, ad andamento dolce. Per i casi ordinari sono da preferirsi le formole del Redtenbacher, e per alberi soggetti a variazioni molto brusche dello sforzo di torsione si consigliano i seguenti valori, ancora minori, di k_t:

Per la ghisa $k_t = 0{,}5$; pel ferro $k_t = 1{,}2$ a $1{,}6$; per l'acciajo $k_t = 2$.

2. Le formole (I) tengono conto unicamente della *resistenza* dell'albero. Negli alberi di *grande lunghezza* e dotati di un movimento assai rapido bisogna tener conto di un altro elemento, e cioè dell'*angolo di torsione* Θ, il quale non deve avere un valore troppo considerevole se si vogliono evitare movimenti vibratorii che sarebbero eminentemente dannosi non soltanto dal punto di vista della solidità della trasmissione, ma ancora da quello della regolarità di movimento delle macchine.

Il valore massimo ammissibile dell'angolo totale di torsione dipende evidentemente dalla lunghezza dell'albero, e varia perciò da caso a caso; ma, per quanto sia grande questa lunghezza, si può ammettere, come dato di esperienza, che l'angolo Θ può arrivare fino ad $\frac{1}{4}$ di grado per metro corrente.

Gli alberi di trasmissione *di grande lunghezza* (e di piccolo diametro) si calcolano adunque ponendosi la condizione che l'*angolo di torsione* non superi $\frac{1}{4}$ di grado per metro corrente $\left(\Theta^0 = \frac{1}{4}\,L\right)$.

Nella formola

$$\Theta = \frac{32}{\pi d^4}\,\frac{M_t}{G}\,l \quad \text{(V. tab. a pag. 1218)}$$

che dà l'angolo di torsione Θ, *in lunghezza d'arco di raggio* 1, per una sezione circolare piena, ponendo:

$$\Theta = \Theta^0\,\frac{2\pi}{360}; \quad \Theta^0 = \frac{1}{4}\,L; \quad l = L \times 1000,$$

e risolvendo rispetto a d, si ricava:

$$d = \sqrt[4]{\frac{4\,.\,32\,.\,360\,.\,1000}{2\pi^2 G}}\,\sqrt[4]{PR} =$$

$$= \sqrt[4]{\frac{4\,.\,32\,.\,360\,.\,1000\,.\,716200}{2\pi^2 G}}\,\sqrt[4]{\frac{C}{n}}.$$

Da questa relazione, facendo:

G = 4000 per la ghisa,

G = 8000 per il ferro,

G = 12000 per l'acciajo,

si ricavano le seguenti formole pratiche per il calcolo degli alberi di trasmissione:

$$\begin{cases} \text{Ghisa:} & d = 4{,}91\,\sqrt[4]{PR} = 143\,\sqrt[4]{\frac{C}{n}} \\ \text{Ferro:} & d = 4{,}13\,\sqrt[4]{PR} = 120\,\sqrt[4]{\frac{C}{n}} \\ \text{Acciajo:} & d = 3{,}63\,\sqrt[4]{PR} = 105\,\sqrt[4]{\frac{C}{n}} \end{cases} \text{(II).}$$

Per grandi sforzi queste formole dànno diametri minori che non le formole (I).

In ogni caso si calcolerà d prima colle formole (I), e poi colle (II), e dei due valori trovati si addotterà il maggiore. Colle formole (I) e (II) è stata calcolata la seguente:

Tabella sugli alberi di trasmissione in ferro fucinato.

d mm.	Calcolati in base alla sola resistenza ($k_t = 2{,}11$) PR (m. Kg.)	$\frac{C}{n}$	Calcolati in base all'angolo di torsione ($\Theta^o = 0{,}25$ L) PR (m. Kg.)	$\frac{C}{n}$
30	11	0,015	2,8	0,004
35	18	0,025	5,1	0,007
40	26	0,037	8,8	0,012
45	38	0,053	14	0,020
50	52	0,072	21	0,030
55	69	0,096	31	0,044
60	89	0,125	44	0,062
65	114	0,159	61	0,085
70	142	0,198	83	0,115
75	175	0,244	109	0,152
80	212	0,296	140	0,197
85	254	0,355	179	0,251
90	302	0,422	225	0,316
95	355	0,496	279	0,393
100	414	0,579	343	0,482
110	551	0,770	501	0,706
120	715	1,000	715	1,000
130	911	1,27	978	1,37
140	1137	1,59	1316	1,84
150	1398	1,95	1744	2,43
160	1697	2,37	2246	3,14
170	2036	2,84	2862	4,00
180	2416	3,37	3600	5,04
190	2836	3,97	4470	6,25
200	3315	4,63	5500	7,70

Per alberi di acciajo si farà $d = 0{,}85$ circa } dei valori
» di ghisa » $d = 1{,}25$ » } della tabella.

Distanza fra i sopporti delle trasmissioni. — Affine di ridurre più che si può gli sforzi di flessione a cui si trova soggetta una trasmissione si porranno i sopporti molto vicini fra di loro, e cioè possibilmente a distanze comprese fra 2 e 3 metri, ed in ogni caso mai maggiori di 4 (Per sopporti Sellers si può arrivare fino a m. 4,50).

Alcuni costruttori dànno per la distanza l dei sopporti lo nota formola:

$$l = a\sqrt[3]{d^2} \text{ mm.},$$

nella quale:

$a = 150$ a 175 per alberi caricati in modo normale, ed

$a = 175$ a 200 per alberi che non portano che il proprio peso.

Inoltre si porranno i sopporti, per quanto è possibile, contigui alle puleggie ed alle ruote più pesanti, ed anche ai giunti.

Sezione pericolosa. — Solidi di eguale resistenza.

Nei solidi prismatici, o di forma qualunque, sottoposti all'azione di forze esterne la massima resistenza elastica (riferita all'unità di superficie) che si sviluppa nelle diverse sezioni trasversali dei medesimi varia, in generale, da sezione a sezione.

Si chiama *sezione pericolosa* (tedesco: *gefährliche Querschnitt*) quella sezione trasversale in cui questa massima resistenza elastica ha il più alto valore. La sezione pericolosa è quella in cui si manifesterebbero i primi sintomi di rottura quando si facesse crescere oltre misura il carico che sollecita il solido; perciò essa viene anche chiamata *sezione di rottura* (ted.: *Bruchquerschnitt*).

Fin qui noi abbiamo sempre considerato il caso di *solidi prismatici*, cioè a sezione trasversale costante, ed abbiamo indicato il modo di calcolarli in guisa che anche la sezione pericolosa si trovasse nelle volute condizioni di stabilità. In tal caso è evidente che in tutte le altre sezioni del solido si ha un eccesso di stabilità, ossia che le loro dimensioni sono superiori a quelle che sarebbero strettamente necessarie. Dal punto di vista della leggerezza e dell'economia della materia si avrebbe quindi interesse a diminuire tali dimensioni; ed è ciò appunto che si ottiene nei *solidi di egual resistenza*, a cui si assegnano dimensioni tali che *in tutte le loro sezioni trasversali la massima resistenza elastica che si sviluppa abbia lo stesso valore*, ossia il più grande valore possibile, compatibile colla sicurezza della costruzione.

I solidi di egual resistenza sono vantaggiosi non soltanto dal punto di vista della leggerezza e dell'economia, ma anche sotto il rapporto della *resistenza alle azioni dinamiche*, perchè riducendo le dimensioni a quelle strettamente necessarie si ottiene un solido il quale, pure essendo capace di resistere agli stessi sforzi, assumerà evidentemente delle deformazioni maggiori di quelle che si produrrebbero nel solido prismatico, e quindi sarà suscettibile di assorbire, deformandosi, una forza viva od un lavoro più grande.

V'ha bensì un gran numero di casi, specialmente nelle ordinarie costruzioni statiche di limitate dimensioni, in cui tutti questi vantaggi hanno poca o nessuna importanza, oppure scompajono di fronte alla maggiore spesa che richiederebbe la costruzione del solido di egual resistenza; ed allora si impiegano i solidi prismatici (travi, sbarre, ferri laminati, ecc.), quali ci vengono forniti dal commercio.

Siccome però occorre abbastanza frequentemente in pratica, e specialmente nelle costruzioni meccaniche o nelle grandiose costruzioni civili in ferro, di aver convenienza ad avvicinarsi per quanto è possibile alle forme dei solidi di eguale resistenza, così noi indicheremo in questo paragrafo le forme che conviene dare a tali solidi nei casi che si presentano con maggior frequenza ed il modo di calcolarli in ogni singolo caso.

Solidi di eguale resistenza alla trazione. — *Se*, come si fa ordinariamente, *si trascura il peso proprio del solido*, è evidente che la forma di egual resistenza è quella *cilindrica* o *prismatica*. Si presenta però il caso di solidi molto lunghi (aste, funi, ecc.) in cui il peso proprio può assumere valori rilevanti, e quindi non è più affatto trascurabile, perchè i suoi effetti possono uguagliare ed anche superare quelli del carico applicato.

Tali sono, per esempio, il caso delle lunghe funi metalliche che sopportano le gabbie discendenti nei pozzi delle miniere, quello delle aste che comandano gli stantuffi delle pompe d'estrazione, ecc. (Si comprende come, svolgendo, per esempio, una fune pendente liberamente da un tamburo può arrivare un momento, se la fune è sufficientemente lunga, in cui il peso stesso della sola fune è capace di romperla).

In questo caso è evidente che la *sezione pericolosa* è quella che dista maggiormente dal punto d'applicazione del carico; e nel caso di una fune o di un'asta pendente verticalmente è la sezione più alta. *Volendo ancora dare al solido la forma prismatica* si calcolerà la sua sezione trasversale Ω colla formola della trazione:

$$P = \Omega k \quad \text{(V. pag. 1165)},$$

nella quale si dovrà fare $P = P_1 + P_2$, essendo P_1 il peso direttamente applicato, ossia il carico, P_2 il peso proprio del solido. Questo peso non si conosce *a priori*, ma se si chiama l la lunghezza del solido, γ il peso specifico del materiale di cui esso è fatto, si ha $P_2 = \Omega l \gamma$. Sostituendolo nella suddetta formola, si ottiene:

$$P_1 + \Omega l \gamma = \Omega k,$$

la quale, risolta rispetto ad Ω, dà:

$$\Omega = \frac{P_1}{k - l\gamma} \qquad (a)$$

che serve a calcolare immediatamente la sezione trasversale del solido. (Se k è espresso in Kg. e riferito al mm², P_1 deve essere espresso in Kg., l in mm.; e γ è il peso di 1 mm³ del materiale in Kg. Ω sarà espresso in mm²).

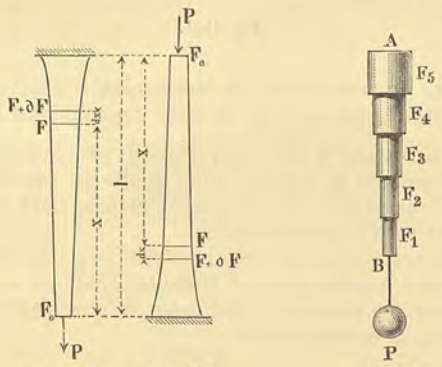


Fig. 1527. Fig. 1528. Fig. 1529.

Se si vuole che il solido sia di eguale resistenza, gli si darà la forma rappresentata dalla fig. 1527. L'area F di una sezione trasversale qualunque del solido, distante di x dall'estremità inferiore del solido, a cui è applicato il carico P, è determinata dall'equazione:

$$F = \frac{P}{k} e^{\frac{\gamma}{k} x} = F_0 e^{\frac{\gamma}{k} x} \qquad (b)$$

dove e è la base dei logaritmi naturali, = 2,71828....., γ è il peso specifico del materiale, k il carico di sicurezza, ed $F_0 = \frac{P}{k}$ è l'area della sezione d'origine, sollecitata unicamente dal carico P.

(Per risolvere la suddetta equazione conviene passare ai logaritmi; e si ha:

$$\log F = \log \frac{P}{k} + 0,4343 \frac{\gamma}{k} x).$$

Dando nella equazione (b) ad x il valore l, si ottiene la sezione massima all'estremità del solido:

$$F_m = \frac{P}{k} e^{\frac{\gamma}{k} l} = F_0 e^{\frac{\gamma}{k} l}. \qquad (b')$$

L'eseguire effettivamente la forma di eguale resistenza sopra indicata darebbe luogo a gravi difficoltà pratiche. Perciò praticamente le si sostituisce la forma rappresentata nella fig. 1529, costruendo cioè la sbarra composta di tanti tronchi prismatici di grossezza man mano crescente.

Chiamando F_n l'area della sezione trasversale dell'n^{esimo} tronco, contando a partire dall'estremità B su cui agisce la forza P, si ha:

$$F_n = \frac{P k^{n-1}}{(k - \gamma l_1)(k - \gamma l_2) \ldots (k - \gamma l_n)} \qquad (c)$$

dove l_1, l_2, l_n rappresentano le lunghezze dei tronchi successivi; k e γ hanno gli stessi significati sopra indicati. Se, come avviene in pratica, $l_1 = l_2 = \ldots = l_n$, la suddetta formola si trasforma in quest'altra più semplice:

$$F_n = \frac{P}{k} \left(\frac{k}{k - l\gamma}\right)^n.$$

Esempio. — Quale sezione si deve dare ad un'asta *prismatica* di ferro fucinato della lunghezza di 300 metri, perchè essa possa portare, oltre il proprio peso, un carico P di 40 000 chilogrammi?

Assumendo come carico di sicurezza $k = 6$ Kg. per mm², e ritenendo il peso specifico del ferro = 7,6, si ha immediatamente, applicando la formola (b) colle avvertenze indicate riguardo alle unità:

$$\Omega = \frac{P_1}{k - l\gamma} =$$

$$= \frac{40000}{6 - 300000 \times 0,0000076} = \frac{40000}{3,72} = 10752,7 \text{ mm}^2.$$

Il peso di quest'asta sarebbe:

$$G = \Omega l \gamma = 10752,7 \times 300000 \times 0,0000076 = 24516,2 \text{ Kg}.$$

Se si potesse dare all'asta la forma di un solido di eguale resistenza, allora si avrebbe per la sezione minima (all'estremità inferiore):

$$\Omega = \frac{P_1}{k} = \frac{40000}{6} = 6666,7 \text{ mm}^2;$$

e per la sezione massima, applicando la formola (b'):

$$\Omega_m = F_m = \Omega . e^{\frac{\gamma}{k} l} = 6666,7 \times e^{0,38} =$$

$$= 6666,7 \times 1,46225 = 9747,4 \text{ mm}^2.$$

Il peso di una tale asta risulterebbe di soli 18 484 Kg.

Solidi di eguale resistenza alla compressione. — I solidi che si possono considerare come soggetti a sforzo di compressione semplice sono sempre molto corti (V. pag. 1172 e 1189), e quindi il peso proprio è sempre trascurabile di fronte al carico, e la forma di egual resistenza è ancora la prismatica. Del resto *la forma rigorosamente di eguale resistenza* è identica a quella dei solidi soggetti a trazione (V. fig. 1528) e si determina colla stessa formola (b).

Se la lunghezza del solido compresso oltrepassa un certo valore esso tende a inflettersi (pag. 1189), e la sua parte di mezzo è la più faticata; per cui converrà rinforzare il solido in questa parte. Il calcolo dell'aumento

di sezione che conviene dare al solido è assai complicato; esso conduce a questo risultato che, *per un corpo pieno, la sezione di mezzo, supposta simile a quella delle due estremità, deve avere delle dimensioni lineari all'incirca doppie.* In pratica però si limita generalmente questo aumento nel rapporto di 1 ad 1,5.

Solidi di eguale resistenza alla flessione. — *Sezione pericolosa.* — In un solido sottoposto a flessione la massima resistenza elastica k_f che si sviluppa in ciascuna sezione è data dalla formola:

$$k_f = M_f \frac{v}{I} \quad \text{(V. pag. 1200).}$$

La *sezione pericolosa* sarà dunque quella per cui la quantità $M_f \frac{v}{I}$ assume il valore massimo.

a) Se il *solido è prismatico* $\frac{v}{I}$ è costante, e quindi la sezione pericolosa sarà quella in cui si ha il massimo momento flettente M_f. Le formole date a pag. 1202 e seg. servono a determinare questa sezione.

b) Se la quantità $\frac{v}{I}$ è variabile ed il momento flettente M_f è costante, il massimo valore di k_f si verificherà in quella sezione per la quale è massimo $\frac{v}{I}$, ossia è minimo $\frac{I}{v}$; dunque la *sezione pericolosa è quella che presenta il minimo modulo di sezione* $\frac{I}{v}$. (V. tabella a pag. 1210 e seg.).

c) Se tanto il momento flettente M_f quanto il modulo di sezione $\frac{I}{v}$ sono variabili, non si può dire *a priori* ove cadrà la sezione pericolosa, e per trovarla converrà determinare qual'è quella sezione per cui la quantità $M_f \frac{v}{I}$ ha il più grande valore.

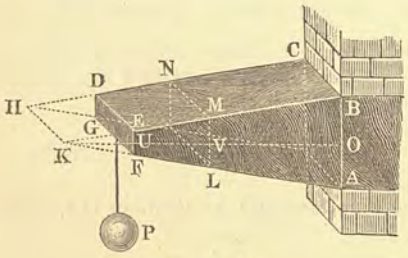


Fig. 1530.

Esempio. — Sia un solido A C D F (fig. 1530), il quale abbia la forma di un cuneo troncato al vertice, ossia quella di un prisma disposto orizzontalmente in modo da presentare una superficie laterale trapezoidale A B E F, ed una *larghezza costante* B C = D E = *b*; ed abbiasi una forza P applicata all'estremità D F del medesimo, incastrato all'altra estremità. Se si chiama *y* l'altezza (variabile) di una sezione trasversale (rettangolare) di questo solido distante di *x* dalla estremità D F, si avrà per questa sezione:

$$M_f = Px; \quad v = \frac{y}{2}; \quad I = \frac{1}{12} b y^3.$$

Quindi
$$k_f = \frac{6Px}{by^2}.$$

Ora $\frac{6P}{b}$ è una quantità costante, dunque per trovare la sezione pericolosa basterà determinare quale è il valore di *x* che rende massima l'espressione $\frac{x}{y^2}$, o (ciò che torna lo stesso) che rende minimo $\frac{y^2}{x}$. Se si chiama *c* la lunghezza K U del pezzo mancante, si trova, col calcolo differenziale, che detto valore è appunto $x = c$. Dunque la *sezione pericolosa* nel solido considerato *dista dalla sezione estrema* D E F *quanto dista da questa lo spigolo* H K *della porzione di cuneo troncata.*

Nel caso in cui il solido avesse la forma di una *piramide tronca*, si troverebbe che *la distanza della sezione pericolosa dall'estremità a cui si trova applicato il carico, è uguale alla metà dell'altezza della piramide mancante.*

Passiamo ora ad indicare le forme di alcuni *solidi di eguale resistenza alla flessione* ($k_f = M_f \frac{v}{I} =$ costante).

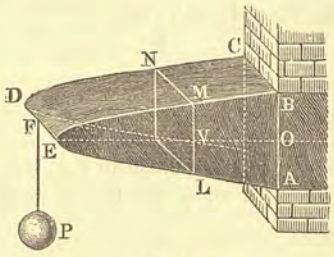


Fig. 1531.

1. Trave incastrato ad un'estremità e caricato all'altra estremità di un peso concentrato P.

Considereremo i due casi che si presentano quasi esclusivamente in pratica, cioè quello in cui tutte le sezioni trasversali del solido sono rettangolari e quello in cui tali sezioni sono circolari.

A. Travi a sezione rettangolare. — *a*) *Se il trave deve avere una larghezza costante b*, allora le sue altezze variano secondo le ordinate di una parabola di 2° ordine, di equazione:

$$y^2 = \frac{6P}{b k_f} x.$$

Il profilo longitudinale del trave può essere una parabola, come nella fig. 1531, oppure superiormente una retta ed inferiormente una mezza parabola, come nella fig. 1 *b* della tabella a pag. 1227. Quest'ultima è la forma a cui si avvicinano più o meno le *mensole* in pietra, ma, come già fece notare il Résal, essa non è esattamente quella di un solido di eguale resistenza, perchè le diverse sezioni trasversali di un tale solido non sono normali alla fibra media, come suppone la teoria. L'errore che si commette ha però, in generale, poca importanza; del resto si può tenerne conto applicando la regola pratica data a tale riguardo dal Léauté. (V. i *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, anno 1882, 2° semestre, pag. 1219).

L'altezza del trave della sezione d'incastro è:

$$BA = h = \sqrt{\frac{6Pl}{b k_f}}.$$

essendo *l* la lunghezza O E del trave.

Ordinariamente, per maggior facilità di lavorazione, alle travi paraboliche sopra indicate si sostituiscono in pratica altre travi a superficie piane, come, p. es., quella rappresentata nella fig. 1532. Allo scopo di risparmiare quanto più di materia è possibile si dà a queste travi nel mezzo la stessa altezza M O che dovrebbe avere la

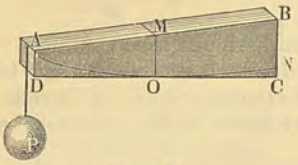


Fig. 1532.

trave parabolica, e si conduce la superficie piana C D tangenzialmente alla superficie parabolica corrispondente. *L'altezza* B C *nella sezione d'incastro* risulta allora:

$$BC = 1{,}0607\, h,$$

(essendo h quella corrispondente della trave parabolica); e l'altezza A D all'estremità opposta è:

$$AD = 0{,}3536\, h.$$

Il volume di questa trave limitata da superficie piane è $V = 0{,}7071\, b\, l\, h$, mentre quello della trave parabolica, ossia rigorosamente di eguale resistenza, sarebbe solo $V^1 = 0{,}667\, b\, l\, h$.

b) *Se il trave deve* invece *avere costante l'altezza h*, allora la sua larghezza varia secondo le ordinate di una linea retta, cioè il trave ha in pianta la forma di un triangolo isoscele B C D (V. fig. 1533), e prende l'aspetto di un cuneo, il cui fendente D E è verticale e giace nella direzione della forza P.

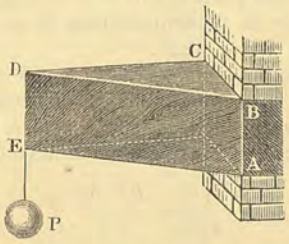


Fig. 1533.

Larghezza y alla distanza x dal carico P:

$$y = \frac{6P}{h^2 k_f}\, x.$$

Larghezza b nella sezione d'incastro:

$$CB = b = \frac{6Pl}{h^2 k_f}.$$

c) *Si può anche avere un trave di eguale resistenza* costruendolo nella forma rappresentata dalla fig. 1534, cioè in modo che le sue sezioni rette siano tanti rettangoli simili, le cui altezze y variino secondo le ordinate di una parabola cubica di equazione:

$$y^3 = \frac{6P}{\alpha k_f}\, x,$$

e le cui larghezze z variino pure secondo le ordinate di una seconda parabola cubica di equazione:

$$z^3 = \frac{6\alpha^2 P}{k_f}\, x.$$

In queste due equazioni si è rappresentato con α il rapporto costante dei lati:

$$\alpha = \frac{z}{y}.$$

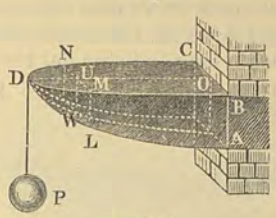


Fig. 1534.

Altezza del trave nella sezione d'incastro:

$$h = \sqrt[3]{\frac{6Pl}{\alpha k_f}}.$$

Larghezza del trave nella sezione d'incastro:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6\alpha^2 Pl}{k_f}}.$$

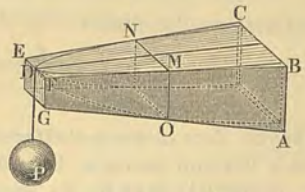


Fig. 1535.

A questa forma, pochissimo pratica perchè di difficile costruzione, si può sostituire quella di una *piramide tronca* A C E G (fig. 1535), avente le seguenti dimensioni:

Altezza nella sezione d'incastro: A B = 1,0583 h;
Larghezza » » B C = 1,0583 b;
Altezza nella sezione estrema: G F = 0,5291 h;
Larghezza » » F E = 0,5291 b.

B. Se si vuole che il solido di eguale resistenza abbia sezioni circolari, gli si deve dare la forma di un paraboloide di rivoluzione generato da una parabola di equazione

$$y^3 = \frac{32P}{\pi k_f}\, x.$$

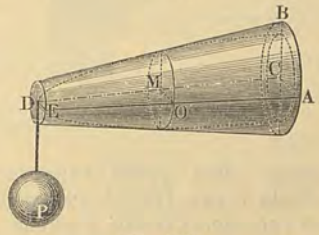


Fig. 1536.

Il diametro nella sezione d'incastro sarebbe:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32PI}{\pi k_f}}.$$

A questa forma si può sostituire quella di un tronco di cono A B E circoscritto al paraboloide (fig. 1536), avente le seguenti dimensioni:

Diametro nella sezione d'incastro: 2 C A = 1,0583 d;
Id. nella sezione estrema: 2 D E = 0,5291 d.

2. **Trave incastrato ad un'estremità e caricato di un peso Q uniformemente distribuito sul trave.**

A. Il trave di sezione rettangolare può avere tre forme differenti.

a) Se il trave deve avere una larghezza costante b, allora le sue altezze variano secondo le ordinate di una retta, cioè il profilo longitudinale del trave è un triangolo isoscele, a cui si sostituisce per lo più, in pratica, un triangolo rettangolo (fig. 1537).

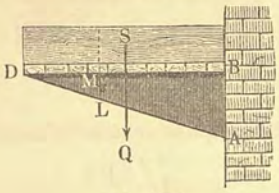


Fig. 1537.

Altezza del trave alla distanza x dall'estremità libera:

$$y = \sqrt{\frac{3Q}{k_f b l}}\, x.$$

Altezza nella sezione d'incastro:

$$h = \sqrt{\frac{3Q l}{k_f b}}.$$

b) Se il trave deve avere un'altezza costante h, le sue larghezze variano secondo le ordinate di una parabola di 2° ordine; il trave ha *in pianta* la forma rappresentata dalla fig. 1538.

Larghezza del trave alla distanza x dall'estremità libera:

$$y = \frac{3Q}{l k_f} \cdot \frac{x^2}{h^2}.$$

Larghezza nella sezione d'incastro:

$$b = \frac{3}{k_f} \cdot \frac{Q l}{h^2}.$$

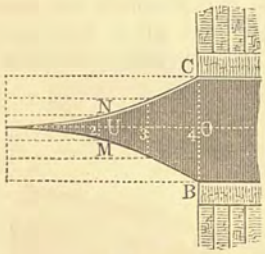


Fig. 1538.

c) Un solido come quello rappresentato nella fig. 7 della tabella a pag. 1228, *le cui sezioni trasversali sono tanti rettangoli simili*, è anche un solido di eguale resistenza, se una sezione distante della quantità x dall'estremità libera del trave ha un'altezza:

$$y = \sqrt[3]{\frac{3Q}{\alpha k_f} \frac{x^2}{l}},$$

ed una larghezza

$$z = \sqrt[3]{\frac{3\alpha^2 Q}{k_f} \frac{x^2}{l}}$$

dove α rappresenta il rapporto costante dei lati $\frac{z}{y}$.

Altezza del trave nella sezione d'incastro:

$$h = \sqrt[3]{\frac{3Q l}{\alpha k_f}}.$$

Larghezza del trave nella sezione d'incastro:

$$b = \sqrt[3]{\frac{3\alpha^2 Q l}{k_f}}.$$

Questa forma però è la meno pratica.

B) Il *trave di sezione circolare* ha la forma di un paraboloide di rivoluzione (V. fig. 8 della tabella a pagina 1228), generato dalla parabola semicubica di equazione:

$$y^3 = \frac{16Q}{\pi l k_f} x^2.$$

Diametro nella sezione d'incastro:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16Q l}{\pi k_f}}.$$

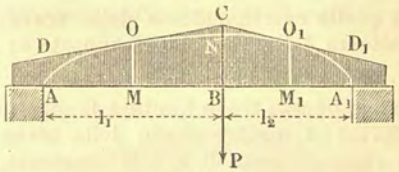


Fig. 1539.

3. **Trave appoggiato alle due estremità e caricato di un peso P concentrato in un punto qualunque compreso fra gli appoggi.**

A. Se il trave dev'essere di sezione rettangolare di larghezza costante b, le sue altezze variano secondo le ordinate di due parabole di 2° ordine A O N, A_1 O_1 N (fig. 1539). Per la determinazione di queste parabole vedi la tabella a pag. 1228.

A questo profilo teorico si sostituisce quello pratico A D C D_1 A_1 a superficie piane, rappresentato in figura, facendo l'altezza B C = 1,0607 h ed A D = A_1 D_1 = 0,3536 h (essendo h = B N determinato dall'equazione:

$$\frac{P l_1 l_2}{l} = \frac{b h^2 k_f}{6}\Big).$$

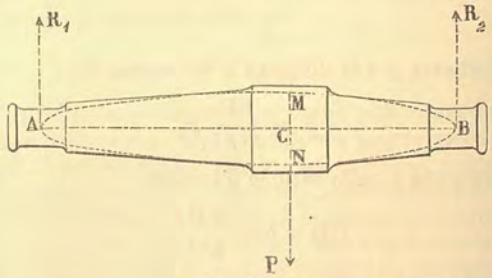


Fig. 1540.

B. Se il trave dev'essere di sezione circolare (caso che si presenta frequentemente, nelle costruzioni meccaniche, per gli *assi*), il profilo teorico del solido di eguale resistenza risulta composto di due parabole cubiche aventi i vertici negli appoggi. A questa forma teorica si sostituisce in pratica un solido composto di tronchi di cilindro e tronchi di cono nel modo indicato dalla fig. 1540, che rappresenta appunto il profilo teorico (punteggiato) ed il profilo pratico di un *asse caricato in un punto compreso fra gli appoggi.*

4. Trave appoggiato alle due estremità e caricato di un peso Q uniformemente distribuito sull'intera sua lunghezza.

Se il trave deve essere a sezione rettangolare di larghezza costante b, il suo profilo è una mezza ellisse A D B od A E B (fig. 1541), i cui semi-assi sono:

$$CA = \frac{1}{2} l \quad \text{e} \quad CD = CE = h = \sqrt{\frac{3}{4} \frac{Ql}{bk_f}}.$$

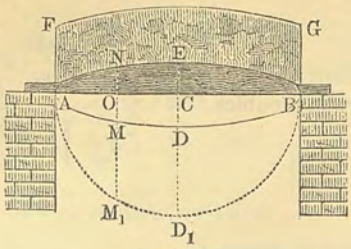


Fig. 1541.

A questo solido teorico d'eguale resistenza si può sostituire un solido a faccie piane A A B D B (fig. 1542), il quale abbia le seguenti dimensioni:

Altezza C D nel mezzo: $CD = 1{,}1548\ h$;

» M O alla distanza $AM = \frac{1}{4} l$ dall'appoggio: $MO = 0{,}866\ h$;

» A B alle estremità: $AB = 0{,}5774\ h$.

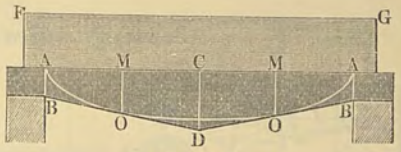
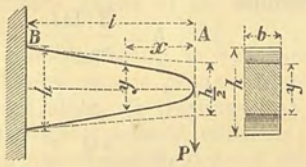
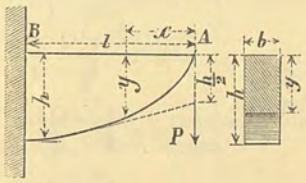
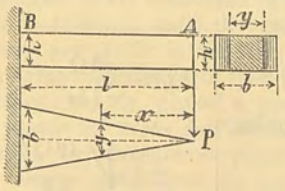
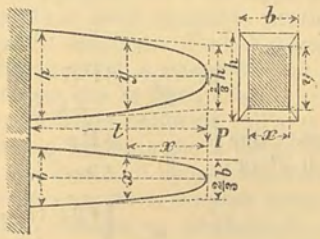


Fig. 1542.

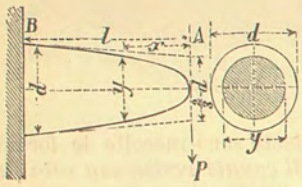
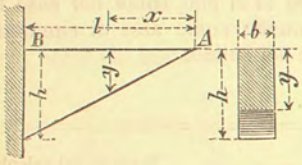
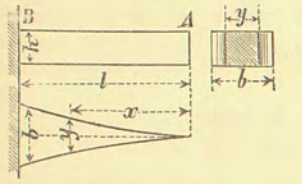
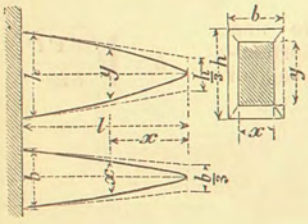
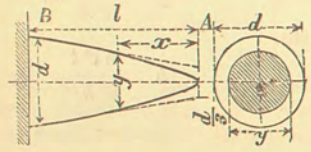
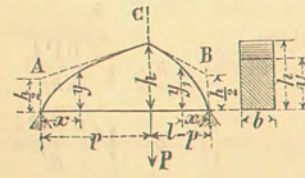
Nella tabella seguente sono raccolte le formole per il calcolo dei *solidi di eguale resistenza alla flessione* sopra considerati, coll'indicazione dei profili relativi. (Le linee punteggiate dei profili longitudinali rappresentano altre forme pratiche approssimate, alquanto diverse da quelle già indicate sopra).

Nei casi 5, 9, 10 ed 11 si può, come nel caso 1, assumere l'asse delle x anche come asse di simmetria del profilo longitudinale del solido.

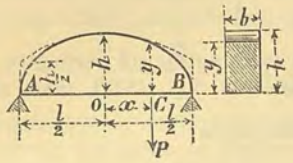
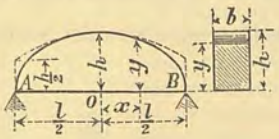
Solidi di egual resistenza alla flessione.

Profilo longitudinale e sezione trasversale del solido	Sezioni trasversali	Profilo longitudinale	Formole pel calcolo della sezione
Il carico P *è applicato all'estremità del solido.*			
1 *a*) 	Rettangoli di eguale larghezza b e di altezza variabile y.	1 *a*) Parabola di 2° ordine.	$y^2 = \frac{6P}{bk_f} x$
1 *b*) 		1 *b*) Superiormente una retta; inferiormente una parabola di 2° ordine.	$h = \sqrt{\frac{6Pl}{bk_f}}$
2 	Rettangoli di eguale altezza h e di larghezza variabile y.	Linee rette.	$y = \frac{6P}{h^2 k_f} x.$ $b = \frac{6Pl}{h^2 k_f}$
3 	Rettangoli simili di altezza y e di larghezza z. Rapporto dei lati: $\frac{z}{y} = \alpha.$	Parabola cubica.	$y^3 = \frac{6P}{\alpha k_f} x$ $z^3 = \frac{6\alpha^2 P}{k_f} x$ $h = \sqrt[3]{\frac{6Pl}{\alpha k_f}}$ $b = \sqrt[3]{\frac{6\alpha^2 Pl}{k_f}}$

Segue **Solidi di egual resistenza alla flessione.**

	Profilo longitudinale e sezione trasversale del solido	Sezioni trasversali	Profilo longitudinale	Formole pel calcolo della sezione
	(Segue) *Il carico* P *è applicato all'estremità del solido.*			
4		Circoli di diametro y.	Parabola cubica.	$y^3 = \frac{32\,P}{\pi k_f} x$ $d = \sqrt[3]{\frac{32\,P\,l}{\pi k_f}}$
	Il carico Q *è uniformemente distribuito sul trave.*			
5		Rettangoli di eguale larghezza b e di altezza variabile y.	Linee rette.	$y = \sqrt{\frac{3\,Q}{k_f b\,l}}\,x$ $h = \sqrt{\frac{3\,Q\,l}{k_f b}}$
6		Rettangoli di eguale altezza h e di larghezza variabile y.	Parabola di 2° ordine.	$y = \frac{3\,Q}{l\,k_f} \cdot \frac{x^2}{h^2}$ $b = \frac{3}{k_f} \frac{Q\,l}{h^2}$
7		Rettangoli simili di altezza y e di larghezza z. Rapporto dei lati: $\frac{z}{y} = \alpha$.	Parabola semicubica.	$y^3 = \frac{3\,Q}{\alpha k_f} \frac{x^2}{l}$ $z = \frac{3\,\alpha^2 Q}{k_f} \frac{x^2}{l}$ $h = \sqrt[3]{\frac{3\,Q\,l}{\alpha k_f}}$ $b = \sqrt[3]{\frac{3\,\alpha^2 Q\,l}{k_f}}$
8		Circoli di diametro y.	Parabola semicubica.	$y^3 = \frac{16\,Q}{\pi\,l\,k_f} x^2$ $d = \sqrt[3]{\frac{16\,Q\,l}{\pi k_f}}$
	Il carico P *è applicato nel punto* C.			
9		Rettangoli di eguale larghezza b e di altezza variabile y.	Superiormente due parabole di 2° ordine.	$y^2 = \frac{6\,P\,(l-p)}{b\,k_f\,l} x$ $y_1^2 = \frac{6\,P\,p}{b\,k_f\,l} x_1$ $h = \sqrt{\frac{6\,P\,(l-p)\,p}{b\,k_f\,l}}$

Segue **Solidi di egual resistenza alla flessione.**

	Profilo longitudinale e sezione trasversale del solido	Sezioni trasversali	Profilo longitudinale	Formole pel calcolo della sezione
	Il punto di applicazione C *del carico* P *si sposta.*			
10		Rettangoli di eguale larghezza b e di altezza variabile y.	Superiormente un'ellisse.	$\frac{x^2}{\left(\frac{l}{2}\right)^2} + \frac{y^2}{\frac{3Pl}{2bk_f}} = 1$ $h = \sqrt{\frac{3Pl}{2bk_f}}$
	Il carico Q *è uniformemente distribuito sul trave.*			
11		Rettangoli di eguale larghezza b e di altezza variabile y.	Superiormente un'ellisse.	$\frac{x^2}{\left(\frac{l}{2}\right)^2} + \frac{y^2}{\frac{3Ql}{4bk_f}} = 1$ $h = \sqrt{\frac{3Ql}{4bk_f}}$

Solidi di egual resistenza alla torsione. — Se il solido è sollecitato da un'unica coppia agente ad una delle sue estremità, la forma di egual resistenza è evidentemente quella di un cilindro retto a sezione circolare.

Se sul solido agiscono, in vari punti della sua lunghezza, diverse coppie producenti torsione (come avviene negli alberi di trasmissione) esso dovrà essere composto di tanti trônchi cilindrici; ed il diametro di un tronco qualunque si calcolerà colla formola:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16\,M_t}{\pi\,k_t}} \quad \text{(V. pag. 1217)}$$

dove M_t rappresenta il momento torcente totale a cui è sottoposto il tronco stesso.

Solidi di carico uniforme.

Nei solidi di egual resistenza la *forza elastica massima* che si sviluppa nelle diverse sezioni trasversali è la stessa per tutte le sezioni; ma in ciascuna di queste la forza elastica varia (per i solidi inflessi o soggetti a torsione) da punto a punto della medesima. Ora *dal punto di vista dell'economia della materia*, converrebbe evidentemente poter fare in modo che, oltre ad essere soddisfatta la condizione precedente, *tutti i punti di ciascuna sezione trasversale fossero egualmente faticati;* ed è ciò appunto che si ottiene (in modo più o meno completo praticamente) nei *solidi di carico uniforme.* Finchè si tratta di solidi soggetti a *trazione* od a *compressione semplice*, poichè si è ammesso che la forza traente o comprimente si ripartisca in modo uniforme sull'area di ogni sezione trasversale, è evidente che la forma di carico uniforme coincide con quella di eguale resistenza.

Nei *solidi soggetti a flessione* invece abbiamo visto che la forza elastica va aumentando, in ogni sezione, a misura che cresce la distanza dall'asse neutro. Per avvicinarsi quindi alla forma di un *solido di carico uniforme alla flessione* converrà concentrare la materia su due striscie o *zone*, più distanti che sia possibile, da una parte e dall'altra dell'asse neutro; ciò spiega il perchè la forma più conveniente, e più generalmente addottata, per i solidi soggetti a flessione sia quella a doppio T; nei travi di questa forma si può dire che la materia lavora tutta egualmente, anche tenendo conto della resistenza al taglio, che, come già vedemmo, si sviluppa quasi per intero nell'*anima* che collega le due *tavole* del trave (confr. pag. 1233).

A questo proposito noteremo che, quantunque possa parer vantaggioso di accrescere indefinitamente l'altezza dei travi a doppio T, poichè in tal modo, restando costante l'area della sezione trasversale, il momento d'inerzia della medesima va rapidamente crescendo, d'altra parte cresce pure l'altezza dell'anima, il cui spessore non si può, per considerazioni d'indole pratica, ridurre oltre certi limiti, e quindi a partire da un certo punto sparisce la convenienza di aumentare detta altezza. La pratica ha dimostrato che l'altezza più conveniente dei travi a doppio T varia fra $^1/_{10}$ ed $^1/_{12}$ della portata. Quanto alla larghezza essa non deve essere inferiore alla metà dell'altezza, perchè il trave possa prendere appoggio stabile sui suoi sopporti.

Anche per *i solidi soggetti a torsione* (come per esempio gli alberi), è evidente che conviene, per ragioni analoghe, addottare alberi molto cavi per avvicinarsi il più che sia possibile alla forma di *solidi di carico uniforme.*

Resistenze composte.

Nei paragrafi precedenti abbiamo considerato i casi di solidi sollecitati da forze le quali sviluppano in ogni sezione dei solidi stessi una *resistenza semplice*, vuoi alla trazione, vuoi alla compressione, al taglio, alla flessione, od alla torsione. Ora non di rado avviene in pratica che un corpo si trova sollecitato da forze in

modo tale che nelle sue diverse sezioni si sviluppano contemporaneamente due o più delle suddette resistenze semplici; ed in tal caso conviene sapere calcolare quale è lo sforzo totale delle fibre più faticate per essere in grado di fissare le dimensioni che si devono dare al corpo, affinchè esso si trovi in buone condizioni di stabilità. La ristrettezza dello spazio ci vieta di occuparci della soluzione di questo interessante problema; dobbiamo perciò accontentarci di dare le formole finali a cui essa conduce nei varii casi. Diremo soltanto che i ragionamenti da cui scaturiscono queste formole si fondano sul *principio della sovrapposizione o della composizione degli effetti*, il quale si può enunciare nel seguente modo:

Fintantochè i corpi non subiscono che piccole deformazioni, quali sono quelle che si possono ammettere in pratica, lo spostamento che avviene in ciascuna molecola, sotto l'azione di più forze agenti simultaneamente sulla molecola stessa, è la risultante degli spostamenti che essa assumerebbe quando ciascuna delle suddette forze fosse applicata isolatamente.

Passeremo rapidamente in rassegna i principali casi che si possono presentare di resistenze composte, e daremo le formole che servono pel calcolo dei solidi posti nelle condizioni indicate, fermandoci in ispecial modo sui casi più importanti della pratica.

1. Trazione e flessione (Trazione eccentrica). — Quando un trave A B è sollecitato da una forza traente P (fig. 1543), la quale è diretta parallelamente all'asse del solido, ma non coincide coll'asse stesso, cioè è applicata eccentricamente in C, si verifica nel trave una resistenza simultanea alla trazione ed alla flessione. Si possono infatti immaginare applicate nel punto A dell'asse del solido due forze di intensità + P e — P, eguali e dirette per verso contrario, parallelamente alla forza P, e quindi coincidenti coll'asse del solido. Con ciò non si alterano per nulla le condizioni di equilibrio. Ora la forza + P applicata in A produce trazione, mentre la coppia risultante dalle altre due forze P (applicata in C) e — P (applicata in A) produce flessione. Non tenendo conto dell'incurvamento prodotto dalla flessione, il momento flettente, in tutte le sezioni del trave, è $P \times p$, rappresentando con p la distanza C A.

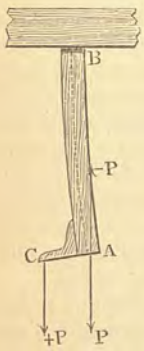


Fig. 1543.

La massima forza elastica risultante (riferita all'unità di superficie) che si sviluppa allora nel trave sulla superficie convessa è $\frac{P}{\Omega} + \frac{Pp}{W}$, rappresentando con Ω la sezione trasversale (che si suppone costante) del trave, e con W il suo modulo di sezione ($W = \frac{I}{v}$; vedi la tabella a pag. 1210 e seg.); e ponendola eguale al carico di sicurezza k, si ha l'*equazione di stabilità:*

$$k = \frac{P}{\Omega} + \frac{Pp}{W} = \frac{P}{\Omega}\left(1 + \frac{\Omega p}{W}\right),$$

che serve pel calcolo del solido. Da essa si ricava il carico P che può portare il trave caricato eccentricamente in C:

$$P = \frac{\Omega k}{1 + \frac{\Omega p}{W}}.$$

Per una *sezione rettangolare* di lati b ed h (chiamando h la dimensione contenuta nel piano di flessione), sarà:

$$P = \frac{\Omega k}{1 + \frac{6p}{h}};$$

e per una *sezione circolare* di raggio r:

$$P = \frac{\Omega k}{1 + \frac{4p}{r}}.$$

Se, per esempio, la forza agisce sul perimetro di una trave parallelepipeda A B (fig. 1544), ossia alla distanza $p = \frac{h}{2}$ dall'asse, si ha:

$$P = \frac{\Omega k}{1 + 3} = \frac{1}{4}\Omega k,$$

cioè il carico P che si può applicare con sicurezza al trave è solo $\frac{1}{4}$ di quello che si potrebbe fargli portare se la forza traente coincidesse coll'asse del solido (vedi fig. 1545).

Fig. 1544.

Fig. 1545.

Per una sbarra cilindrica con una forza traente applicata alla circonferenza, avendosi $p = r$, sarà:

$$P = \frac{\Omega k}{1 + 4} = \frac{1}{5}\Omega k,$$

cioè il carico di sicurezza è solo $\frac{1}{5}$ di quello normale.

Da questi esempi risulta la notevole influenza che una eccentricità, anche la più insignificante, della forza traente, ha sulla resistenza del solido sollecitato dalla medesima; quindi la si deve evitare per quanto è possibile. La disposizione della fig. 1545, ove sia possibile, è sempre da preferirsi a quella della fig. 1544; e per lo stesso motivo agli occhi dei *ganci*, ecc., si deve sempre dare una posizione centrale sull'asse longitudinale delle relative aste di trazione.

Osservazione. — La massima resistenza elastica $\frac{P}{\Omega} + \frac{Pp}{W}$ sopra indicata si verifica sulla superficie convessa del solido, e rappresenta sempre uno sforzo di *trazione*. Sulla superficie concava opposta A B (fig. 1543) si sviluppa una resistenza elastica $\frac{P}{\Omega} - \frac{Pp}{W}$ la quale corrisponde ancora ad uno sforzo di trazione fin tanto che $\frac{P}{\Omega}$ è maggiore di $\frac{Pp}{W}$, e si trasforma in uno sforzo di compressione tostochè $\frac{Pp}{W}$ diventa maggiore di $\frac{P}{\Omega}$,

ossia tostochè $\frac{p}{W} > \frac{1}{\Omega}$. Trattandosi di materiali che resistono meno bene alla compressione che alla trazione (come, per es., il ferro e specialmente i legnami) bisognerà verificare se, nel caso in cui $\frac{p}{W} > \frac{1}{\Omega}$, il valore della resistenza elastica di compressione $\frac{Pp}{W} - \frac{P}{\Omega}$ non supera il carico di sicurezza relativo alla compressione per il materiale di cui si tratta; nel qual caso il calcolo del solido deve farsi partendo dall'equazione di stabilità:

$$k_c = \frac{Pp}{W} - \frac{P}{\Omega} = \frac{P}{\Omega}\left(\frac{\Omega p}{W} - 1\right).$$

In pratica questa verifica generalmente si trascura *per il ferro*, pel quale la resistenza alla rottura per compressione è leggermente inferiore della resistenza alla rottura per trazione (V. tab. a pag. 1171 e 1178), e perciò il carico di sicurezza si può ritenere uguale nei due casi; ma *per i legnami la verifica è indispensabile*. Per tutti gli altri materiali è inutile.

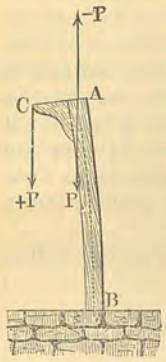


Fig. 1546.

2. Compressione e flessione (Compressione eccentrica). — In modo analogo a quello seguito nel caso precedente si può dimostrare che in un'asta caricata eccentricamente nella maniera rappresentata dalla fig. 1546, si produce simultaneamente resistenza alla compressione ed alla flessione.

Trattandosi di *aste corte*, che non si trovano, per effetto della forza comprimente, nelle condizioni di solidi caricati di punta (V. pagine 1172 e 1190), il loro calcolo si può ancora fare colle due equazioni di stabilità:

$$k = \frac{P}{\Omega} - \frac{Pp}{W} = \frac{P}{\Omega}\left(1 - \frac{\Omega p}{W}\right), \qquad (1)$$

da cui si ha:

$$P = \frac{\Omega k}{1 - \frac{\Omega p}{W}}, \qquad (1')$$

e

$$k_c = \frac{P}{\Omega} + \frac{Pp}{W} = \frac{P}{\Omega}\left(1 + \frac{\Omega p}{W}\right), \qquad (2)$$

da cui si ha:

$$P = \frac{\Omega k_c}{1 + \frac{\Omega p}{W}}. \qquad (2')$$

$\frac{P}{\Omega} + \frac{Pp}{W}$ rappresenta la massima resistenza elastica che si produce sulla superficie concava del solido, la quale è sempre una forza di compressione; e $\frac{P}{\Omega} - \frac{Pp}{W}$ rappresenta la resistenza elastica che si produce sulla superficie convessa A B (V. fig. 1546), la quale può ancora essere una compressione, se $\frac{P}{\Omega} > \frac{Pp}{W}$ (ed in tal caso evidentemente $\frac{P}{\Omega} + \frac{Pp}{W}$ è maggiore di $\frac{P}{\Omega} - \frac{Pp}{W}$, e perciò basta ricorrere all'equazione (2)), ma se

$$\frac{P}{\Omega} < \frac{Pp}{W}$$

si trasforma in uno sforzo di trazione, ed allora, *trattandosi di materiali che resistono meno bene alla trazione che alla compressione*, bisogna anche verificare se è soddisfatta l'equazione (1).

Questa verifica è indispensabile specialmente per i solidi di *ghisa* la quale resiste molto meno alla trazione che non alla compressione. Anzi, anche per piccolissime eccentricità p, il pericolo di rottura è sempre sulla faccia convessa A B soggetta a trazione

$$\left(\text{se } \frac{P}{\Omega} < \frac{Pp}{W}\right),$$

e quindi si può senz'altro calcolare il solido partendo dall'equazione (1).

Esempio. — Sia un trave di ghisa, a sezione rettangolare, colle dimensioni $b = 40$ mm., $h = 80$ mm. Sia $p = 40$ mm., cioè il trave sia caricato nel modo già considerato rappresentato dalla fig. 1546.

Si ha $\Omega = hb = 3200$,

$$W = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{40 \times 6400}{6} = 42667.$$

$\frac{1}{\Omega} = \frac{1}{3200}$ è minore di $\frac{p}{W} = \frac{40}{42667}$, e quindi la faccia A B è soggetta a sforzo di trazione.

Calcolando il peso P che può portare, colla data eccentricità, la sbarra, per mezzo dell'equazione (2'), che, per una sezione rettangolare, si trasforma in:

$$P = \frac{\Omega k_c}{1 + \frac{6p}{k}} = \frac{\Omega k_c}{4}\left(\text{essendo } p = \frac{h}{2}\right),$$

si avrebbe, ritenendo $k_c = 5$:

$$P = \frac{3200 \times 5}{4} = 4000 \text{ Kg.}$$

La forza elastica di trazione che, per l'azione di un tal peso, si produce sulla faccia convessa A B, è, secondo la formola (1):

$$\frac{P}{\Omega}\left(1 - \frac{\Omega p}{W}\right) = \frac{4000}{3200}\left(\frac{3200 \times 40}{42667} - 1\right) = 2{,}5.$$

Questa forza elastica è superiore al carico di sicurezza della ghisa relativo alla trazione (che si ritiene $= 2$); dunque converrà calcolare il trave colla (1), facendo $k = 2$.

Più semplicemente, in pratica, si calcola direttamente P *prima colla* (1) *poi colla* (2); *e dei due valori trovati si assume il minore.*

Trattandosi poi di *aste lunghe* che anche solo per l'azione della forza comprimente tendono ad inflettersi, trovandosi nelle condizioni di solidi caricati di punta, il calcolo delle medesime deve farsi colle due equazioni di stabilità:

$$k = \frac{P}{\Omega}\left(1 - \frac{\Omega p}{W \cos\sqrt{\frac{P l^2}{EI}}}\right) \qquad (3)$$

$$k_c = \frac{P}{\Omega}\left(1 + \frac{\Omega p}{W \cos\sqrt{\frac{P l^2}{EI}}}\right) \qquad (4)$$

dove l rappresenta la lunghezza dell'asta (Confr. colle formole di Eulero a pag. 1190).

Ponendo

$$\cos\sqrt{\frac{P l^2}{EI}} = 1 - \frac{P l^2}{2EI}$$

si hanno le *formole approssimate:*

$$k = \frac{P}{\Omega}\left(1 - \frac{\Omega p v}{I - \frac{P l^2}{2E}}\right)$$

$$k_c = \frac{P}{\Omega}\left(1 + \frac{\Omega p v}{I - \frac{P l^2}{2E}}\right).$$

La tensione k diventa nulla, o si cambia in compressione, quando si ha:

$$p \overset{=}{<} \frac{1}{\Omega v}\left(I - \frac{P l^2}{2E}\right).$$

(Per il significato delle lettere I, v, vedi *Solidi caricati di punta* e *Resistenza alla flessione*. In tutto ciò che precede si è supposto la sezione trasversale del solido simmetrica rispetto all'asse neutro, cioè $v' = v'' = v$).

3. **Flessione e taglio.** — Abbiamo già dimostrato, a pag. 1198, come in un solido ad asse rettilineo, incastrato ad un estremo e sollecitato all'altro estremo da una forza P incontrante l'asse e normale al medesimo, si sviluppino contemporaneamente una resistenza alla

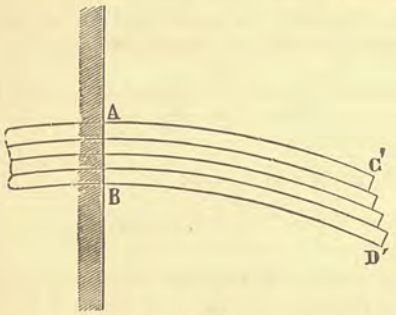


Fig. 1547.

flessione ed una resistenza al taglio; ed abbiamo soggiunto che, *in generale*, gli effetti del taglio si possono trascurare. — Vediamo ora in quali casi ciò non sia più ammissibile, e come si debba allora calcolare il solido, tenendo conto di entrambe le resistenze, alla flessione ed al taglio.

Premettiamo due osservazioni. Nel caso in quistione, di un solido incastrato ad un estremo e sollecitato all'altro estremo dalla forza P, è facilissimo dimostrare sperimentalmente l'esistenza dello scorrimento longitudinale che accompagna lo scorrimento trasversale (vedi pag. 1196-1197) prodotto dallo sforzo di taglio P. Se, per esempio, si produce, mediante la forza P, l'inflessione di un trave composto di una serie di tavole sovrapposte, come quello rappresentato schematicamente dalla fig. 1547, si osserverà che le estremità libere di dette tavole vengono a disporsi a gradinata, come indica la figura, dimostrando ad evidenza che è avvenuto uno scorrimento longitudinale dei diversi strati di fibre gli uni sopra gli altri. Volendo impedire questo scorrimento bisogna collegare le diverse tavole mediante bulloni, nel modo rappresentato dalla fig. 1548, avendo cura di dar loro dimensioni sufficienti, senza di che, come è provato dall'esperienza, essi si romperebbero.

Osserviamo ancora che, nel caso che stiamo considerando, essendo la superficie del corpo affatto libera, per quanto abbiamo detto a pag. 1197, non si può ammettere una uniforme ripartizione dello sforzo di taglio sull'area della sezione trasversale; ed è specialmente questa non uniforme ripartizione che obbliga a tener conto dello sforzo di taglio.

Noi non possiamo qui esporre il metodo di calcolo con cui si riesce a determinare il valore della forza elastica unitaria che si sviluppa in un punto qualsiasi di una data sezione trasversale per effetto dello sforzo di taglio (*); e ci limiteremo perciò a dare le formole finali di applicazione pratica.

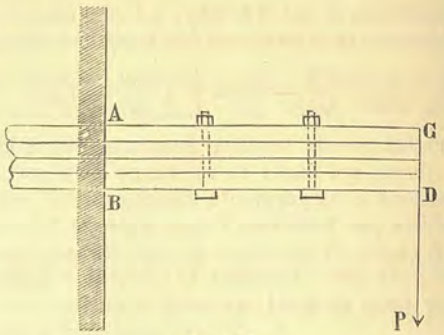


Fig. 1548.

Orbene, indicando con τ la forza elastica unitaria di taglio che si sviluppa in tutti i punti di una data sezione trasversale (simmetrica rispetto al piano di sollecitazione ed anche rispetto all'asse neutro) posti alla distanza y dall'asse neutro, e con τ_{max} la massima forza elastica unitaria che si sviluppa nella sezione stessa, si ha (**):

Per *una sezione rettangolare*, di larghezza b e di altezza h:

$$\tau = \frac{3}{2}\frac{P}{bh}\left[1 - \left(\frac{y}{v}\right)^2\right]; \quad \left(v = \frac{h}{2}\right).$$

$$\tau_{max} = \frac{3}{2}\frac{P}{bh}, \text{ per } y = 0,$$

vale a dire che la massima forza elastica si produce in corrispondenza dell'asse neutro, ed è una volta e mezza più grande che se lo sforzo di taglio si ripartisse uniformemente.

Per un *circolo di raggio r:*

$$\tau = \frac{4}{3}\frac{P}{\pi r^2}\sqrt{1 - \frac{y^3}{r^2}}$$

$$\tau_{max} = \frac{4}{3}\frac{P}{\pi r^2} \quad \text{per } y = 0.$$

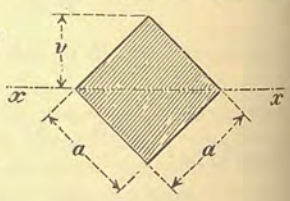


Fig. 1549.

Per un *quadrato di lato a*, disposto come nella fig. 1549:

$$\tau = \frac{P\sqrt{2}}{a^2}\left[1 + \frac{y}{v} - 2\left(\frac{y}{v}\right)^2\right]; \quad v = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

$$\tau_{max} = \frac{9\sqrt{2}}{8}\frac{P}{a^2} = 1{,}59\frac{P}{a^2} \text{ per } y = \frac{1}{4}v.$$

Per una *sezione a doppio* T simmetrica, colle dimensioni segnate nella fig. 1550:

$$\tau_{max} = \frac{3}{4}\frac{P}{a}\frac{b v^2 - (b-a) f^2}{b v^3 - (b-a) f^3}, \text{ per } y = 0.$$

(*) Un tale calcolo è ampiamente svolto nelle opere del Grashof, del Bach, del Madamet, ecc. citate nella Bibliografia con cui si chiude questo articolo.

(**) Secondo Grashof, *Theorie der Elasticität und Festigkeit.*

Se si ha, per esempio, $\frac{a}{b} = \frac{d}{f} = \frac{1}{10}$,

$$\tau_{max} = \frac{9}{4}\frac{P}{\Omega}$$

essendo Ω l'area della sezione a doppio T.

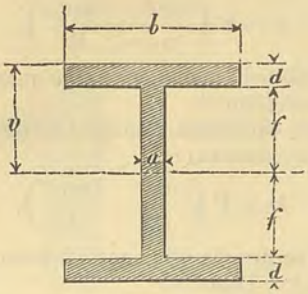


Fig. 1550.

Dunque in questo caso la massima forza elastica (al centro della sezione considerata) è più che doppia di quella che si avrebbe se lo sforzo di taglio si distribuisse uniformemente sull'area della sezione a doppio T. Questo fatto è utilissimo a conoscersi perchè può assumere una importanza considerevole in alcuni casi speciali, come quello, per esempio, di un trave a doppio T, la cui anima presenti dei fori in corrispondenza dell'asse longitudinale, come rappresenta la fig. 1551. In questo caso è

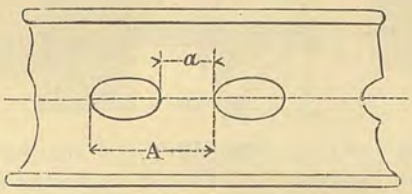


Fig. 1551.

evidente che la materia compresa nella lunghezza a di un *pieno* deve essere capace di resistere alla forza di scorrimento longitudinale che si produrrebbe in un identico trave ad anima piena sulla lunghezza A complessiva di un *pieno* e di un *vuoto;* e questa circostanza viene ancora ad aggravare notevolmente (e tanto più quanto più a è piccolo in confronto di A) quella della forte resistenza elastica che si sviluppa, tanto longitudinalmente quanto trasversalmente, nelle fibre centrali del trave.

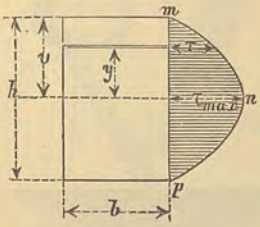


Fig. 1552.

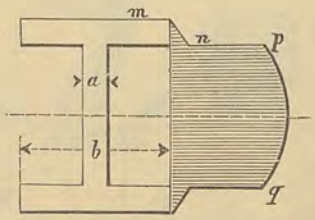


Fig. 1553.

Le fig. 1552 e 1553 rappresentano graficamente la legge con cui varia la resistenza elastica unitaria nelle diverse zone di una sezione rettangolare piena, e di una sezione a doppio T simmetrica. Nel 1° caso la forza elastica, nulla sulle fibre più esterne, va crescendo, in modo continuo come le ordinate della curva mnp fino al valore $\tau_{max} = \frac{3}{2}\frac{P}{bh}$; nel secondo, invece, questa forza, debolissima da m in n, aumenta bruscamente a partire da quest'ultimo punto (e questo brusco aumento è dovuto alla brusca diminuzione nella larghezza della sezione trasversale, da b ad a), per poi restare pressochè costante su tutta l'altezza dell'anima, come rappresenta la curva pq del diagramma.

Questo diagramma ci spiega il perchè, in pratica, *nei travi a doppio* T, *nei quali lo spessore dell'anima e delle suole è piccolo in confronto dell'altezza totale del trave, si può ritenere che lo sforzo di taglio si eserciti unicamente sull'anima, e vi si distribuisca in modo uniforme.*

Ciò premesso, vediamo come si possano calcolare i solidi inflessi nelle ordinarie condizioni della pratica, tenendo conto non solo del momento flettente ma anche dello sforzo di taglio e dello scorrimento longitudinale, di cui sappiamo ora valutare gli effetti. Per avere, in un punto qualunque, la forza elastica risultante, basta evidentemente comporre la forza elastica $\sigma = M_f \frac{y}{I}$ (V. pag. 1200), prodotta dalla flessione, con le due forze elastiche τ sviluppate dallo sforzo di taglio (una nel piano della sezione, l'altra in direzione normale).

Dicendo k_f la forza elastica risultante si ha, secondo il Grashof:

$$k_f = \frac{m-1}{2m}\sigma + \frac{m+1}{2m}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2},$$

e quindi, *per i metalli*, ritenendo $m = \frac{i'}{\varepsilon} = 4$ (V. pagina 1166), si avrebbe

$$k_f = \frac{3}{8}\sigma + \frac{5}{8}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}.$$

[Secondo il Bach (*Maschinenelemente*, 1881, pag. 11 e 12) queste formole devono essere corrette con un coefficiente α_0 nel seguente modo:

$$k_f = \frac{m-1}{2m}\sigma + \frac{m-1}{2m}\sqrt{\sigma^2 + 4(\alpha_0\tau)^2}$$

$$k_f = \frac{3}{8}\sigma + \frac{5}{8}\sqrt{\sigma^2 + 4(\alpha_0\tau)^2}.$$

Il valore di questo coefficiente è, rispettivamente:

$$\alpha_0 = \frac{k}{\frac{5}{4}k_s} \quad \text{ed} \quad \alpha_0 = \frac{k_c}{\frac{5}{4}k_s},$$

essendo k, k_s e k_c i carichi ammissibili per trazione, per taglio e per compressione].

Il valore di k_f, adunque, dipende essenzialmente dai valori di σ e di τ. Ora il massimo di queste due forze elastiche non si verifica nello stesso punto, che anzi dove si hanno i più grandi valori di σ (cioè nelle fibre più esterne) sappiamo ora che τ ha i valori minimi. La ricerca quindi del massimo valore di k_f, in base al quale si dovrebbe calcolare la sezione trasversale del solido, riescirebbe abbastanza complicata.

In pratica, colle forme di sezioni trasversali generalmente adottate, e nei casi più comuni di flessione, questa ricerca non presenta alcun interesse, perchè il calcolo del solido inflesso si può fare, con approssimazione più che sufficiente, in un modo ben più semplice e spedito, come stiamo per indicare.

Abbiamo visto or ora, ed insistiamo su questo fatto importante, che in una sezione trasversale di un solido sottoposta contemporaneamente a sforzo di flessione ed a sforzo di taglio (ed è questo il caso che si verifica più frequentemente) le parti più lontane dall'asse neutro, nelle quali la resistenza elastica unitaria provocata pel fatto della flessione semplice $\left(k_f = M_f \frac{v}{I}\right)$ assume il valore massimo, sono precisamente quelle in cui la resistenza al taglio si annulla; e viceversa le fibre corrispondenti all'asse neutro, nelle quali gli sforzi di taglio raggiungono il valore massimo, sono quelle in cui l'effetto degli sforzi di flessione sono nulli.

È evidente, adunque, che per verificare se un trave, inflesso da una o più forze normali al suo asse nei modi più usuali, si trova in buone condizioni di stabilità, basterà:

1° calcolare la resistenza elastica $k_f = M_f \frac{v}{I}$ che si sviluppa nelle fibre più lontane dall'asse neutro in forza del momento flettente, in quella sezione dove questo momento ha il massimo valore (V. pag. 1201 e seg.);

2° determinare la massima resistenza allo scorrimento longitudinale che si verifica nelle fibre centrali; e verificare se queste due resistenze, prese separatamente, non eccedano i rispettivi limiti consentiti dalla sicurezza, ammessi in pratica.

È questo infatti il procedimento generalmente seguito per verificare la stabilità (o per calcolare) dei travi a doppio T composti, nei quali si fa in modo che le due tavole, da sole, siano capaci di resistere al momento flettente, e l'asta resista, pure da sola, allo sforzo di taglio.

Trattandosi poi di travi a sezione rettangolare o circolare piena, è facile dimostrare che, se le loro dimensioni trasversali sono piccole rispetto al braccio di leva della forza flettente, gli sforzi di taglio hanno sempre un valore affatto trascurabile, e quindi basta fare la verifica della stabilità od il calcolo del trave colla formola della flessione semplice:

$$k_f = M_f \frac{v}{I}.$$

4. **Trazione, flessione e taglio (Trazione obliqua).** — Questa resistenza composta si verifica quando una forza P applicata all'asse di un trave A B agisce obliquamente, sotto un angolo $P\,A\,R = \delta$ (fig. 1554) rispetto all'asse stesso. Difatti delle due componenti:

$$R = P \cos \delta \quad \text{ed} \quad N = P \operatorname{sen} \delta$$

della forza data la prima esercita trazione, la seconda flessione e taglio.

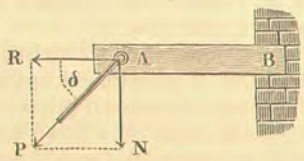


Fig. 1554.

Anche qui, per gli stessi motivi enunciati al numero precedente, lo sforzo di taglio si può trascurare.

La forza $R = P \cos \delta$ produce in ogni punto della sezione del trave una resistenza elastica unitaria di trazione $= \frac{P \cos \delta}{\Omega}$, la quale si somma evidentemente colla resistenza elastica di trazione provocata dalla flessione, il cui valore massimo (sulla superficie convessa del solido inflesso) è $\frac{P \operatorname{sen} \delta \,.\, l}{W}$ (l lunghezza del trave). Ponendo la somma di queste due resistenze eguale al carico di sicurezza per trazione k, si ha l'*equazione di stabilità:*

$$k = P\left(\frac{\cos \delta}{\Omega} + \frac{l \operatorname{sen} \delta}{W}\right),$$

che serve tanto pel calcolo del trave quanto per la verifica della sua stabilità.

Una seconda equazione di stabilità (relativa alle fibre della superficie concava) è:

$$k_c = P\left(\frac{\cos \delta}{\Omega} - \frac{l \operatorname{sen} \delta}{W}\right),$$

la quale si deve prendere in considerazione solo quando $k_c < k$, e $\frac{\cos \delta}{\Omega} < \frac{l \operatorname{sen} \delta}{W}$.

Per una *sezione rettangolare* di lati b ed h, le formole suddette dànno rispettivamente:

$$P = k \frac{b h^2}{6 l \operatorname{sen} \gamma + h \cos \gamma}$$

$$P = k_c \frac{b h^2}{6 l \operatorname{sen} \gamma - h \cos \gamma}.$$

Dei due valori di P si assumerà il minore.

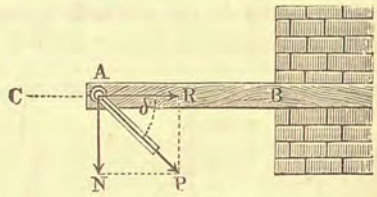


Fig. 1555.

5. **Compressione, flessione e taglio** (V. fig. 1555). — Trascurando, anche qui, lo sforzo di taglio, si hanno le due equazioni di stabilità:

$$k = P\left(\frac{l \operatorname{sen} \delta}{W} - \frac{\cos \delta}{\Omega}\right)$$

$$k_c = P\left(\frac{l \operatorname{sen} \delta}{W} + \frac{\cos \delta}{\Omega}\right)$$

di cui la prima si deve prendere in considerazione solo quando $\frac{l \operatorname{sen} \delta}{W} > \frac{\cos \delta}{\Omega}$ e $k < k_c$ (come nella *ghisa*).

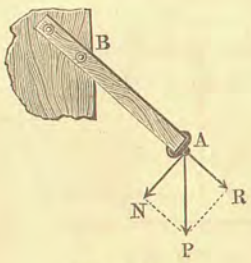


Fig. 1556.

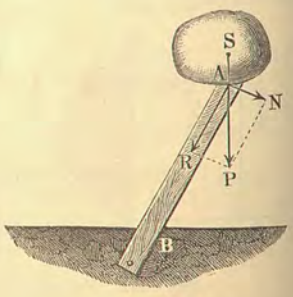


Fig. 1557.

I due casi precedenti (4 e 5) di resistenze composte si verificano abbastanza spesso nelle pratiche applicazioni.

Le fig. 1556 e 1557 ne rappresentano due esempi.

Nel caso in cui, come è rappresentato dalle figure 1558 e 1559, la forza P, oltre ad essere obliqua all'asse del trave, fosse applicata *fuori centro*, in C, valgono ancora le formole sopra riportate, purchè in esse si ponga per l la lunghezza del trave, B A, aumentata di A D.

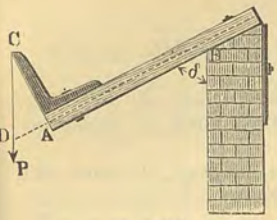


Fig. 1558.

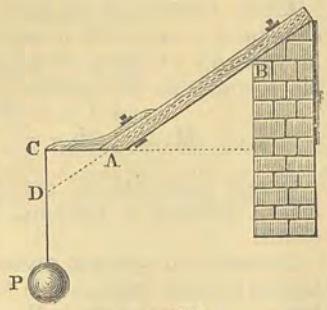


Fig. 1559.

Quando un trave A A (fig. 1560), caricato d'un peso P nel mezzo, non poggia liberamente, ma è *forzato* fra due muri, si sviluppa del pari una resistenza composta di compressione e flessione. Dicendo δ l'angolo che le

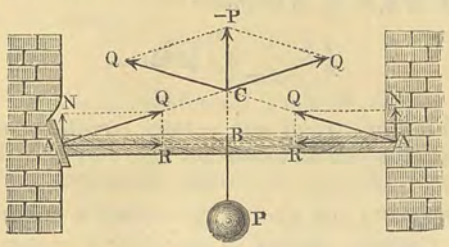


Fig 1560.

sezioni estreme A A di appoggio del trave fanno colla normale all'asse, le superficie di appoggio reagiscono sulle estremità del trave con due forze eguali, il cui valore è (V. fig. 1560):

$$Q = \frac{P}{2 \operatorname{sen} \delta}.$$

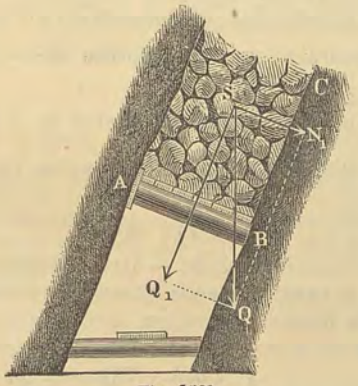


Fig. 1561.

Scomponendo ognuna di queste reazioni, si ha la forza secondo l'asse, o *di compressione:*

$$R = Q \cos \delta = \frac{P \cos \delta}{2 \operatorname{sen} \delta} = \frac{1}{2} P \operatorname{cotg} \delta,$$

e la forza normale, o *di flessione:*

$$N = Q \operatorname{sen} \delta = \frac{P}{2}.$$

Quindi l'equazione di stabilità sarà:

$$k_c = \frac{P \operatorname{cotg} \delta}{2 \Omega} + \frac{P l}{4 W}$$

da cui si ricava il peso che può portare con sicurezza il trave:

$$P = \frac{2 \Omega k_c}{\operatorname{cotg} \delta + \frac{1}{2} \frac{\Omega I}{W}}.$$

Un caso analogo al precedente è quello rappresentato dalla fig. 1561. In questo caso il peso Q, *uniformemente distribuito*, che può portare il trave A B, di lunghezza l, è:

$$Q = \frac{2 \Omega k_c}{\left(\operatorname{cotg} \delta + \frac{1}{4} \frac{\Omega l}{W}\right) \operatorname{sen} \beta},$$

dove δ è l'angolo d'inclinazione del piano d'estremità del trave colla sezione normale all'asse del medesimo, e β l'angolo d'inclinazione della superficie B C coll'orizzonte (*).

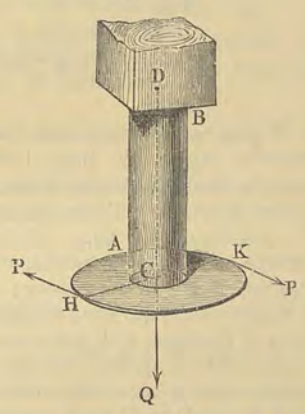


Fig. 1562.

6. **Trazione, o compressione, e torsione.** — Se ad un trave A B (fig. 1562) è contemporaneamente applicata una forza Q secondo l'asse ed una coppia di forze (P, — P) *tendente a produrre una rotazione*, si provoca nello stesso tempo una resistenza alla torsione ed una resistenza alla tensione od alla compressione. La massima forza elastica che si provoca nel solido (supposto di rivoluzione) è:

$$k = \frac{3}{8} \frac{Q}{\Omega} + \sqrt{\left(\frac{5}{8} \frac{Q}{\Omega}\right)^2 + \left(\frac{5}{4} \frac{M_t r}{I_x}\right)^2}$$

dove M_t è il valore del momento torcente, I_x il *momento d'inerzia polare* (V. *Resistenza alla torsione*).

In base alla medesima si calcoleranno le dimensioni da dare al solido. Un esempio pratico di questa resistenza si ha nei *torchi* ordinari.

7. **Flessione e torsione.** — Nelle costruzioni meccaniche è questo uno dei casi più importanti e più frequenti di resistenza composta; esso si verifica in tutti gli alberi di trasmissione, e specialmente negli alberi motori, nelle manovelle, nei gomiti, ecc. Abbiamo già detto (V. pag. 1220) come negli alberi di trasmissione si possano trascurare gli sforzi di flessione; ma negli alberi motori questi hanno, quasi sempre, un'influenza uguale, se non maggiore, di quella degli sforzi di torsione, e quindi questi alberi devono essere calcolati

(*) G. Weisbach, *Meccanica delle costruzioni e delle macchine*. Traduzione dal tedesco dell'ing. G. Sacheri.

tenendo conto della *resistenza composta di flessione e di torsione.*

Una simile resistenza si sviluppa in qualsiasi solido ad asse rettilineo sollecitato da una o più forze situate in piani normali all'asse, ma non incontranti l'asse stesso; tale è appunto il caso degli alberi, vuoi motori, vuoi di trasmissione, nei quali queste forze eccentriche sono rappresentate dalla pressione che agisce sul bottone di una manovella, sui denti di una ruota, o alla periferia di una puleggia.

Consideriamo, infatti, un solido prismatico C D (figura 1563) incastrato in D e sollecitato da una forza P contenuta in un piano normale all'asse CD, ma applicata all'estremità del braccio CA. Supponiamo, per maggior semplicità, il braccio CA normale all'asse C D e la forza P normale al braccio C A. Immaginiamo applicate in C, sull'asse del solido, due forze + P e — P eguali e dirette per verso contrario, parallelamente alla forza P, e della stessa intensità di quest'ultima, con che non si alterano per nulla le condizioni di equilibrio del solido.

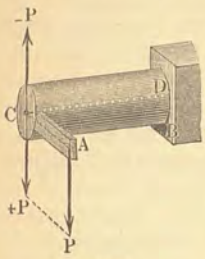


Fig. 1563.

La forza + P genera nel solido una resistenza composta di flessione e taglio (V. pag. 1198); la coppia (P, — P) risultante dalle altre due forze, essendo contenuta in un piano normale all'asse del solido, sviluppa resistenza alla torsione (V. pag. 1164); si avrebbe dunque veramente, nel caso presente, una resistenza composta di taglio, flessione e torsione; ma gli effetti dello sforzo di taglio anche qui sono sempre trascurabili di fronte a quelli di flessione e di torsione, ed il solido si calcola tenendo conto di queste due sole resistenze.

Nel caso considerato il momento flettente massimo si ha in D, ed è $M_f = P \times CD$; il momento torcente è costante, e vale $M_t = P \times CA$.

Or bene, è facile dimostrare colla teoria matematica dell'elasticità che, dicendo σ la forza elastica provocata in un punto qualunque della sezione per effetto del momento flettente M_f

$$\left(\sigma = M_f \frac{v}{I}\right),$$

τ la forza elastica provocata nello stesso punto dal momento torcente M^t

$$\left(\tau = M_t \frac{r}{I_x}\right),$$

e ritenendo $m = \frac{i'}{\varepsilon} = 4$ (V. pag. 1167), la forza elastica risultante nel punto considerato è ancora, come nel caso di resistenza composta di flessione e taglio:

$$k_f = \frac{3}{8}\sigma + \frac{5}{8}\sqrt{\sigma^2 + 4\alpha_0^2\tau^2}$$

dove

$$\alpha_0 = \frac{k_f}{\frac{5}{4}k_t}$$

essendo k_f e k_t le forze elastiche ammissibili rispettivamente per flessione e torsione.

Questo caso di resistenza composta ha un'importanza assai grande, ma limitata, come già dicemmo, agli alberi (motori o di trasmissione), nei quali si può dire che la forma di *sezione trasversale* esclusivamente adottata è la *circolare*.

In questo caso tanto il massimo di δ quanto il massimo di τ si verificano nei punti più distanti dall'asse neutro, cioè alla periferia della sezione, e quindi riescirà facile determinare il massimo valore di k_f, che si verificherà negli stessi punti, ed in base a cui si dovrà calcolare il solido e verificarne la stabilità.

Allora l'*effetto di un dato momento flettente* M_f *combinato con quello di un dato momento torcente* M_t *equivale all'effetto di un unico momento flettente* M_i, *il quale ha per valore:*

$$M_i = \frac{3}{8}M_f + \frac{5}{8}\sqrt{M_f^2 + M_x^2}.$$

Questo momento M_i che *tiene conto* dei due momenti, flettente e torcente, si chiama il *momento ideale.*

Determinato, per una sezione qualsiasi, il valore del momento ideale mediante la formola precedente, si potranno allora calcolare le dimensioni della sezione colla formola della flessione:

$$k_f = M_i \frac{v}{I},$$

nella quale ponendo $v = \frac{d}{2}$, $I_x = \frac{1}{64}\pi d^4$, e risolvendo rispetto a d, si ha la formola:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32\,M_i}{\pi k_f}}$$

che dà il diametro di una sezione circolare in cui è provato il momento ideale M_i.

Resistenza dei recipienti sferici e cilindrici

(*Caldaje, cilindri di macchine a vapore, corpi di pompa, tubi per condotte forzate, ecc.*).

Nelle formole che seguono rappresenteremo con:

r_i il raggio interno della sfera o del cilindro in cm.;

r_e il raggio esterno della sfera o del cilindro in cm.;

k il carico di sicurezza del materiale relativo alla trazione, in Kg. per cm²;

k_c il carico di sicurezza del materiale relativo alla compressione, in Kg. per cm²;

m il rapporto fra l'allungamento relativo e la contrazione laterale (ossia il reciproco di $\eta = \frac{\varepsilon}{i'}$ (V. pagina 1166);

p_i la pressione effettiva interna in Kg. per cm² (atm.);

p_e la pressione effettiva esterna in Kg. per cm² (atm.).

A) Sfera cava.

a) Pressione interna p_i. — Dato il raggio interno r_i si calcola il raggio esterno r_e, secondo il Grashof (*), prima colla formola

$$r_e = r_i \sqrt[3]{\frac{2mk + 2(m-2)p_i}{2mk - (m+1)p_i}} \qquad (1)$$

poi colla formola

$$r_e = r_i \sqrt[3]{\frac{mk_c - (m-2)p_i}{mk_c - (m+1)p_i}} \qquad (2)$$

e dei due valori si assume il maggiore.

(*) Grashof, *Theorie der Elasticität und Festigkeit.* Berlino, R. Gaertner, 1878.

Ritenendo, col Grashof, $m = \frac{10}{3}$, le due formole (1) e (2) dànno rispettivamente:

$$r_e = r_i \sqrt[3]{\frac{k + 0,4 p_i}{k - 0,65 p_i}} \qquad (1')$$

$$r_e = r_i \sqrt[3]{\frac{k_c - 0,4 p_i}{k_c - 1,3 p_i}}. \qquad (2')$$

Secondo queste formole il raggio esterno della sfera diventerebbe infinito quando $k = 0,65 p_i$ o $k_c = 1,3 p_i$; quindi la pressione interna p_i non potrebbe mai superare i seguenti valori:

$$p_i < \frac{k}{0,65} \quad \text{e} \quad p_i < \frac{k_c}{1,3}.$$

Per piccole pressioni p_i sono sufficientemente esatte, sempre secondo il Grashof, le seguenti due formole più semplici:

$$r_e = r_i \left(1 + \frac{m-1}{2m} \frac{p}{k}\right) \quad \text{ed} \quad r_e = r_i \left(1 + \frac{1}{m} \frac{p}{k_c}\right)$$

le quali, ritenendo in cifre tonde $m = 3$, si possono riunire in una sola:

$$r_e = r_i \left(1 + \frac{1}{3} \frac{p}{k_o}\right) \qquad (3)$$

intendendo che k_o rappresenti il minore dei due valori k e k_c.

Dalla (3) si ricava la seguente formola semplicissima che dà direttamente lo *spessore* $r_e - r_i$ della sfera:

$$s = r_e - r_i = \frac{1}{3} r_i \frac{p}{k_o}. \qquad (3')$$

Secondo il Bach (*) si avrebbe invece la formola:

$$s = \frac{1}{2} r_i \frac{p_i}{k} \qquad (4)$$

che, se $k < k_c$ (come avviene per es. per la ghisa), fornisce spessori alquanto maggiori e quindi più sicuri.

Se la sfera cava è ottenuta per via di chiodatura, si deve tener conto dell'indebolimento prodotto dai fori dei ribaditi. Dicendo n il numero dei ribaditi, di diametro δ (cm.), e partendo dall'ultima formola del Bach, si deve fare lo spessore

$$s = \frac{\pi r_i^2}{2\pi r_i - n\delta} \frac{p_i}{k}. \qquad (5)$$

Formole di Brix, di Barlow e di Lamé. — Brix ha dato, per il calcolo delle sfere cave soggette a pressione interna, la stessa formola data dal Bach, sopra riferita. Il Brix suppone che sotto l'azione dellla pressione interna lo spessore della parete non subisca alcuna variazione (?).

Barlow invece ammette una legge di variazione tale che la superficie della sezione meridiana della sfera (corona anulare) si mantenga costante, e dà le seguenti formole:

$$p_i = \frac{2k}{1 + \frac{r_i}{s}}; \quad \frac{s}{r_i} = \frac{p_i}{2k - p_i}.$$

Il Lamé non fa alcuna ipotesi preliminare, e calcola rigorosamente le variazioni di tensione per le diverse molecole poste su uno stesso raggio, in funzione della pressione interna. Questo metodo di calcolo, che è certamente il più esatto, conduce alle seguenti formole:

$$p_i = 2k \frac{(r_i + s)^3 - r_i^3}{(r_i + s)^3 + 2r_i^3};$$

$$\frac{s}{r_i} = \sqrt[3]{\frac{2(k + p_i)}{2k - p_i}} - 1,$$

analoghe a quelle del Grashof, da cui però differiscono notevolmente per il valore dei coefficienti numerici.

b) Pressione esterna p_e. — Supponendo che le pareti della sfera non si scontorcano, si ha, sempre secondo il Grashof:

$$r_e = r_i \sqrt[3]{\frac{2 m k_c}{2 m k_c - 3(m-1) p_e}} \qquad (6)$$

ed

$$r_e = r_i \sqrt[3]{\frac{m k}{m k - 3p}}. \qquad (7)$$

Per piccole pressioni si può ritenere, con sufficiente approssimazione, lo spessore della sfera dato dalla formola:

$$s = r_e - r_i = \frac{1}{3} r_e \frac{p_e}{k_o} \qquad (8)$$

essendo k_o il minore dei due valori k e k_c.

Il Bach dà invece:

$$s = \frac{1}{2} r_e \frac{p_e}{k_c} \qquad (9)$$

che, *per la ghisa* fornisce sempre spessori minori, poichè $\frac{1}{2k_c} < \frac{1}{3k}$. Sia, per es., $p_e = 20$ (atm.). Si ha, per la ghisa, $k = 200$ e $k_c = 500$; quindi, secondo la formola del Grashof (8), si avrebbe

$$s = \frac{1}{3} r_e \frac{20}{200} = \frac{1}{30} r_e;$$

mentre la formola del Bach (9) darebbe

$$s = \frac{1}{2} r_e \frac{20}{500} = \frac{1}{50} r_e.$$

B) Cilindro cavo.

1. Formole del Bach.

a) Pressione effettiva interna: p_i Kg. per cm²:

$$r_e = r_i \sqrt{\frac{k + \left(1 - \frac{2}{m}\right) p_i}{k - \left(1 + \frac{1}{m}\right) p_i}} =$$

$$= r_i \sqrt{\frac{k + 0,4 p_i}{k - 1,3 p_i}}. \qquad (10)$$

Si deve avere

$$p_i < \frac{k}{1,3}.$$

Per $\frac{p_i}{k} = 0,05 \quad 0,1 \quad 0,15 \quad 0,2 \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,5 \quad 0,6 \quad 0,65 \quad 0,7 \quad 0,75$

si ha rispettivamente $\frac{r_e}{r_i} = 1,045 \quad 1,093 \quad 1,147 \quad 1,208 \quad 1,355 \quad 1,555 \quad 1,85 \quad 2,37 \quad 2,85 \quad 3,77 \quad 7,21.$

(*) C. Bach, *Elasticität und Festigkeit.* Berlino, J. Springer, 1889-1890, V. anche il *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1880, pag. 283 e seg.

Per *piccoli spessori di parete* $s = r_e - r_i$, si può usare la formola:

$$s = r_i \frac{p_i}{k}.$$

Quando la sezione trasversale viene indebolita da chiodature o simili, si deve prendere s corrispondentemente più grosso (V. *Sfera cava*).

b) *Pressione effettiva esterna:* p_e Kg. per cm².

$$r_e = r_i \sqrt{\frac{m k_c}{m k_c - (2m-1)p_e}} = \frac{r_i}{\sqrt{1 - 1{,}7 \frac{p_e}{k_c}}}.$$

$$r_e = \frac{r_i}{\sqrt{1 - 0{,}9 \frac{p_e}{k}}}.$$

Dei due valori di r_e si prende il maggiore.

Per *piccoli spessori di pareti*, si può ritenere:

$$s = r_e \frac{p_e}{k_c}.$$

2. *Formola del Lamé.* — Se si indica con:

d il diametro interno del cilindro;
p_i la pressione sulla superficie interna;
p_e la pressione sulla superficie esterna;
k il carico di sicurezza per trazione del materiale,

lo spessore s della parete del cilindro si può calcolare, secondo Lamé, colla seguente *formola esatta:*

$$s = \frac{d}{2}\left(\frac{1}{\sqrt{1 - 2\frac{p_i - p_e}{k + p_i}}} - 1\right).$$

Quando p_e e p_i sono molto piccoli di fronte a k (come nel caso di tubi per condotte ordinarie di acque potabili), si può usare la formola più semplice (dedotta dalla precedente, sviluppando in serie e trascurando le potenze di $2\frac{p_i - p_e}{k + p_i}$ superiori alla prima):

$$s = \frac{d}{2} \cdot \frac{p_i - p_e}{k + p_i}.$$

Si può ancora nel denominatore trascurare p_i di fronte a k, ed allora si ottiene la formola

$$s = \frac{d}{2} \frac{p_i - p_e}{k},$$

identica a quella del Bach (V. sopra).

3. Secondo esperienze di Fairbairn la pressione capace di schiacciare un tubo di ferro è:

$$p_e = 325 \frac{s^{2,081}}{l^{0,564}\, d^{0,889}}$$

essendo s lo spessore del tubo in millimetri, d ed l il diametro e la lunghezza in centimetri.

Resistenza delle lastre (*).

a) *Lastra di forma circolare sopportante una pressione di p Kg. per cm² (fig. 1564), semplicemente appoggiata alla periferia.*

Se si rappresentano con:

h lo spessore della lastra;
δ la massima saetta d'inflessione, in mezzo;
k_f la resistenza alla flessione provocata;
E il modulo d'elasticità della materia;

si ha, secondo il Grashof:

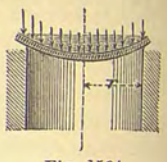


Fig. 1564.

$$k_f = 0{,}87 \left(\frac{r}{h}\right)^2 p,$$

$$\delta = 0{,}7 \frac{p}{E} \frac{r^4}{h^3}.$$

b) *Lastra come sopra, ma incastrata su tutto il suo contorno* (fig. 1565). Secondo il Grashof:

$$k_f = 0{,}68 \left(\frac{r}{h}\right)^2 p,$$

$$\delta = 0{,}17 \frac{p}{E} \frac{r^4}{h^3}.$$

Secondo il Bach si avrebbe:

$$k_f = 0{,}8 \left(\frac{r}{h}\right)^2 p \quad \text{a} \quad 1{,}2 \left(\frac{r}{h}\right)^2 p,$$

$$\delta = 0{,}17 \frac{p}{E} \frac{r^4}{h^3} p \quad \text{a} \quad 0{,}6 \frac{p}{E} \frac{r^4}{h^3}.$$

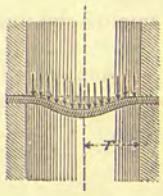


Fig 1565.

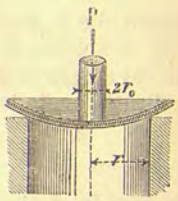


Fig. 1566.

c) *Lastra di forma circolare, caricata di un peso* P *ripartito uniformemente sull'area di un circolo concentrico di raggio* r_0, *semplicemente appoggiata* (figura 1566). Secondo Grashof:

$$k_f = \left(\frac{4}{3} \ln \frac{r}{r_0} + 1\right) \frac{P}{\pi h^2}$$

$\frac{r}{r_0} =$	10	20	30	40	50
$k =$	4,07	4,99	5,53	5,92	$6{,}22 \frac{P}{\pi h^2}$

$$\delta = \frac{5}{3\pi} \frac{P r^2}{E h^3} = 0{,}53 \frac{P r^2}{E h^3}.$$

Secondo il Bach:

$$k_f = \frac{3}{\pi} \cdot 1{,}5 \left(1 - \frac{2}{3} \frac{r_0}{r}\right) \frac{P}{h^2},$$

$$\delta = 0{,}4 \frac{P r^2}{E h^3} \quad \text{a} \quad 0{,}5 \frac{P r^2}{E h^3}.$$

d) *Lastra come sopra, incastrata alla periferia* (fig. 1567). Secondo Grashof:

$$k = \frac{4}{3} \ln \frac{r}{r_0} \frac{P}{\pi h^2}$$

(*) Secondo Grashof, *Theorie der Elasticität und Festigkeit*, Berlino 1878; e Bach, *Elasticität und Festigkeit*, Berlino 1889-1890

$\frac{r}{r_0} =$	10	20	30	40	50
$k =$	3,07	3,99	4,53	4,92	$5,22 \frac{P}{\pi h^2}$

$$\delta = \frac{3}{2\pi} \frac{P r^2}{E h^3} = 0,48 \frac{P r^2}{E h^3}.$$

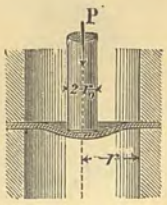


Fig. 1567.

Fig. 1568

e) *Una lastra in forma di corona circolare, con diametro esterno r ed interno r_0, è incastrata su tutto il suo contorno esterno ed ha l'orlo interno unito invariabilmente ad un manicotto mobile nel senso dell'asse* (fig. 1568). *La lastra sopporta la pressione specifica p.* Secondo il Grashof si ha per:

$\frac{r_0}{r} =$	0,1	0,2	0,4
$k_f =$	1,942	1,781	$1,263 . \frac{1}{3} \frac{r^2}{h^2} p$

f) *Una lastra in forma di corona circolare ha incastrati tanto l'orlo esterno quanto l'orlo interno e sopporta la pressione specifica p* (fig. 1569). Secondo il Grashof si ha per:

$\frac{r_0}{r} =$	0,3	0,3	0,5
$k_f =$	0,4557	0,3043	$0,1976 . \frac{2}{3} \frac{r^2}{h^2} p$

Fig. 1569.

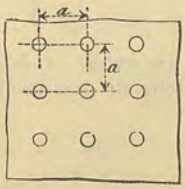


Fig. 1570.

g) *La lastra è resa fissa in punti, che formano i vertici di tanti quadrati di lato a, e sopporta la pressione specifica p* (fig. 1570).

Si ha, secondo Grashof:

$$k_f = \frac{2}{9} \frac{a^8}{h^2} p,$$

$$\delta = \frac{1}{36} \frac{p a^4}{E h^3}.$$

h) *Una lastra rettangolare è incastrata sui quattro lati, le cui lunghezze sono a e b ($a > b$), e sopporta la pressione specifica p.*

Si ha, secondo Grashof:

$$k_f = \frac{1}{2} \frac{a^4}{a^4 + b^4} \frac{b^2}{h^2} p, \quad \delta = \frac{1}{32} \frac{p}{E h^3} \frac{a^4 b^4}{a^4 + b^4}.$$

Se la lastra è di forma quadrata, di lato *a*:

$$k_f = \frac{1}{4} \frac{a^2}{h^2} p, \quad \delta = \frac{1}{64} \frac{p a^4}{E h^3}.$$

i) *Lastra rettangolare, come sopra, ma soltanto appoggiata sui quattro lati.* Secondo il Bach:

$$k_f = \frac{1}{2} \varphi \frac{a^2 b^2}{a^2 + b^2} \frac{p}{h^2}.$$

Per una *lastra quadrata* ($b = a$)

$$k_f = \frac{1}{4} \varphi \frac{a^2}{h^2} p.$$

Il valore di φ è compreso fra 0,75 ed 1,13.

k) *Lastra rettangolare, come sopra, semplicemente appoggiata e sollecitata dalla forza* P *concentrata nel mezzo.* Secondo il Bach:

$$k_f = 1,5 \varphi \frac{a b}{a^2 + b^2} \frac{P}{h^2}$$

$$\varphi = 1,75 \text{ a } 2.$$

Formole per il calcolo delle molle (*).

Avvertenze e notazioni generali.

Rappresenteremo con:

P il *carico statico* della molla, in Kg.;

f la saetta d'inflessione, o cedimento della molla, corrispondente al carico P od alla resistenza provocata k_f o k_t, in cm.;

l la lunghezza, in cm.;

n il numero delle foglie (per le molle a balestra) o delle spire (per le molle di torsione ad elica);

V il volume della molla, in cm^3;

k_f la resistenza ammissibile alla flessione, in Kg. per cm^2;

k_t la resistenza ammissibile alla torsione, in Kg. per cm^2;

E e G i moduli d'elasticità relativi alla flessione ed alla torsione (V. le tabelle a pag. 1171 e 1198).

Le altre dimensioni risultano dalle figure.

Il *lavoro meccanico* assorbito da una molla, nell'inflettersi della quantità *f*, è

$$A = \frac{P f}{2} = \frac{1}{c} \frac{k_f^2}{E} V,$$

dove *c* è una costante che dipende unicamente dalla forma della molla; essa esprime il rapporto dei volumi (e quindi dà la quantità di materiale occorrente per la costruzione) di diverse molle di uno stesso materiale, le quali per uno stesso lavoro meccanico vengono egualmente sollecitate.

Tutte le molle di egual forma e dello stesso materiale hanno lo stesso peso (se sono egualmente sollecitate).

(*) Dal *Prontuario dell'Ingegnere*, compilato sulle edizioni 14 e 15 del Prontuario della Società Hütte, per cura e sotto la direzione dell'ing. F. Mazzola. Torino, E. Loescher, 1894.

A. — Molle di flessione.

a) *Molle di flessione ad asse rettilineo.*

Forma della molla	P =	$f =$	$A = \frac{Pf}{2} =$
1. Molla rettangolare.	$\frac{1}{6}\frac{bh^2}{l}k_f$	$4\frac{l^3}{bh^3}\frac{P}{E} = \frac{2}{3}\frac{l^2}{h}\frac{k_f}{E}$	$\frac{1}{18}\frac{k_f^2}{E}V$
2. Molla triangolare.	$\frac{1}{6}\frac{bh^2}{l}k_f$	$6\frac{l^3}{bh^3}\frac{P}{E} = \frac{l^2}{h}\frac{k_f}{E}$	$\frac{1}{6}\frac{k_f^2}{E}V$
3. Molla rettangolare con sezione longitudinale limitata da una parabola cubica.	$\frac{1}{6}\frac{bh^2}{l}k_f$	$6\frac{l^3}{bh^3}\frac{P}{E} = \frac{l^2}{h}\frac{k_f}{E}$	$\frac{1}{9}\frac{k_f^2}{E}V$

Le *curve elastiche* per le due ultime forme di molle sono archi di circolo, esse sono quindi da preferirsi nella formazione di molle composte.

b) *Molle di flessione a più foglie sovrapposte.*

Esse si ottengono sovrapponendo diverse molle semplici delle forme sovradescritte. Le principali condizioni cui deve soddisfare una buona molla composta sono le seguenti:

a) che essa si avvicini, il più che sia possibile, alla forma di un solido di eguale resistenza;

b) che nell'inflessione le diverse foglie non si allontanino le une dalle altre; la linea elastica deve perciò essere un arco di circolo.

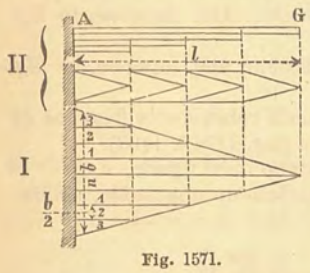


Fig. 1571.

A queste due condizioni soddisfa perfettamente la prima delle seguenti molle composte; le altre soddisfano esattamente solo alla seconda.

1° Se si immagina scomposta in un numero pari di parti di eguale larghezza una molla triangolare semplice (fig. 1571 I) e queste parti si suppongono riunite e sovrapposte in modo da formare il corpo rappresentato dalla fig. 1571 II, si ottiene una molla triangolare composta, la quale si comporta precisamente come la molla semplice con cui venne formata.

Le formole che dànno il carico P (in Kg.) e la flessibilità f (in cm.) di una tal molla saranno adunque:

$$P = n\frac{bh^2}{6}\frac{k_f}{l}\ ; \quad f = 6\frac{l^3}{bh^3}\frac{P}{E} = \frac{l^2}{h}\cdot\frac{k_f}{E}\ (*).$$

2° Invece di fare triangolari le estremità delle singole foglie, esse si possono ritagliare secondo una parabola cubica (fig. 1572), conservando loro una larghezza costante su tutta la lunghezza.

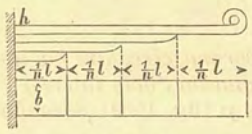


Fig. 1572.

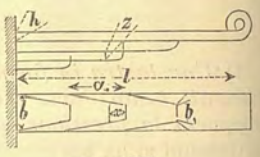


Fig. 1573.

3° Talvolta invece si fanno le estremità delle foglie di forma trapezia (fig. 1573), dando loro il profilo determinato dall'equazione:

$$z = h\sqrt[3]{\frac{x}{x + \frac{b_1}{b}(a - x)}}\ .$$

4° Le *molle a balestra* risultano generalmente dall'unione di due molle composte, di una delle forme

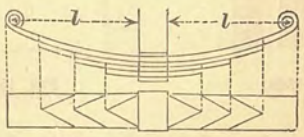
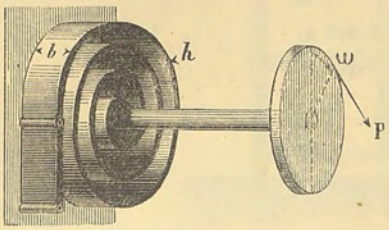
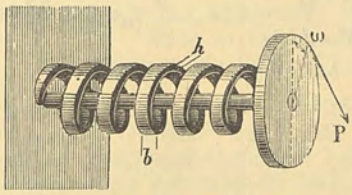
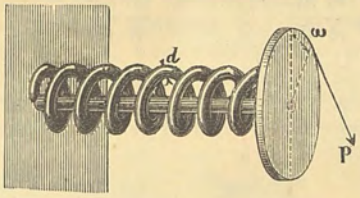


Fig. 1574.

considerate, leggermente incurvate ad arco di circolo (fig. 1574). Le formole che si adoperano pel calcolo di queste molle sono le stesse che abbiamo sopra riportate, trascurandosi la curvatura delle foglie.

(*) La resistenza ammissibile k_f per l'acciajo da molle si ritiene generalmente di 6000 a 8000 Kg. per cm². Mediamente: k_f = 6500 Kg. per cm².

c) *Molle di flessione a spirale e ad elica cilindrica.*

Forma della molla	$P =$	$f =$ $r\omega =$	$A = \frac{Pf}{2} =$
1. Molla a spirale a sezione rettangolare bh. 	$\frac{bh^2}{6}\frac{k_f}{r}$	$12\frac{Plr^2}{Ebh^3} = 2\frac{rl}{h}\frac{k_f}{E}$	$\frac{1}{6}\frac{k_f^2}{E}V$
2. Molla ad elica a sezione rettangolare. 	$\frac{bh^2}{6}\frac{k_f}{r}$	$12\frac{Plr^2}{Ebh^3} = 2\frac{rl}{h}\frac{k_f}{E}$	$\frac{1}{6}\frac{k_f^2}{E}V$
3. Molla ad elica a sezione circolare. 	$\frac{\pi d^3}{32}\frac{k_f}{r}$	$\frac{64}{\pi}\frac{Plr^2}{Ed^4} = 2\frac{rl}{d}\frac{k_f}{E}$	$\frac{1}{8}\frac{k_f^2}{E}V$

B. — **Molle di torsione.**

(Notazioni come a pag. 1239).

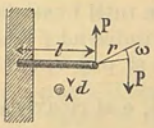
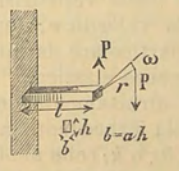
Nelle formole seguenti si deve fare:

$\alpha = 1{,}2$ per la sezione quadrata,

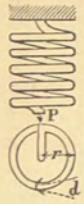
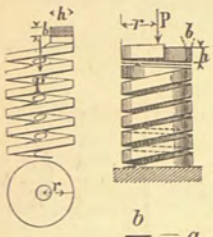
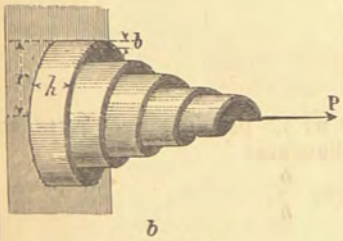
α variabile da 1,2 ad 1,5 per la sezione rettangolare man mano più allungata;

a indica il rapporto $\frac{b}{h}$.

a) *Molle di torsione ad asse rettilineo.*

Forma della molla	$P =$	$f =$ $r\omega =$	$A = \frac{Pf}{2} =$
	$\frac{\pi}{16}\frac{d^3}{r}k_t = 2Wk_t =$ $= 0{,}196\frac{d^3}{r}k_t$	$\frac{32r^2l}{\pi d^4}\frac{P}{G} = 2\frac{rl}{d}\frac{k_t}{G}$	$\frac{3}{8}\frac{k_f^2}{E}V = \frac{1}{4}\frac{k_t^2}{G}V$
	$\frac{2}{9}\frac{b^2h}{r}k_t$	$\alpha . 3r^2l\frac{b^2+h^2}{b^3h^3}\frac{P}{G} =$ $= \alpha . \frac{2}{3}rl\frac{b^2+h^2}{bh^2}\frac{k_t}{G}$	$\alpha . \frac{1}{9}(a^2+1)\frac{k_f^2}{E}V =$ $= \alpha . \frac{2}{27}(a^2+1)\frac{k_t^2}{G}V$

b) *Molle di torsione ad elica e coniche.*

Forma della molla	P =	$f =$	$A = \frac{Pf}{2} =$
	$\frac{\pi}{16}\frac{d^3}{r}k_t = 2\,W k_t = = 0{,}196\frac{d^3}{r}k_t$	$\frac{64nr^3}{d^4}\frac{P}{G} = \frac{4\pi nr^2}{d}\frac{k_t}{G}$	$\frac{1}{4}\frac{k_t^2}{G}V$
 $\frac{b}{h} = a$	$\frac{2}{9}\frac{b^2h}{r}k_t$	$\alpha . 6\pi nr^3\frac{b^2+h^2}{b^3h^3}\frac{P}{G} = = \alpha . \frac{4}{3}\pi nr^2\frac{b^2+h^2}{bh^2}\frac{k_t}{G}$	$\alpha . \frac{2}{27}(a^2+1)\frac{k_t^2}{G}V$
	$\frac{\pi}{16}\frac{d^3}{r}k_t = 2\,W k_t = = 0{,}196\frac{d^3}{r}k_t$	$\frac{16}{\pi}\frac{r^2l}{d^4}\frac{P}{G} = \frac{rl}{d}\frac{k_t}{G}$	$\frac{1}{8}\frac{k_t^2}{G}V$
 $\frac{b}{h} = a$	$\frac{2}{9}\frac{b^2h}{r}k_t$	$\alpha . \frac{3}{2}\frac{r^2l(b^2+h^2)}{b^3h^3}\frac{P}{G} = = \alpha . \frac{1}{3}\frac{rl(b^2+h^2)}{bh^2}\cdot\frac{k_t}{G}$	$\alpha = . \frac{1}{27}(a^2+1)\frac{k_t^2}{G}V$

Resistenza delle molle agli urti. — Le formole che abbiamo dato sopra per il calcolo delle molle si riferiscono ad un *carico statico*, cioè presuppongono che il carico cresca per gradi infinitesimi da zero fino al suo valore finale P. Ora in pratica le molle vengono generalmente impiegate per attutire la violenza degli urti, ed è importante perciò conoscere il massimo sforzo che l'urto di un dato corpo produce in una molla.

Abbiamo visto che il lavoro meccanico assorbito da una molla nell'inflettersi della quantità f è

$$A = \frac{Pf}{2} \text{ (V. pag. 1239);}$$

quindi se una molla viene assoggettata all'urto di un corpo animato da una forza viva mv^2, e deve distruggerla completamente, si dovrà avere:

$$\frac{Pf}{2} = \frac{mv^2}{2},$$

e siccome noi abbiamo dato, in tutti i casi, la saetta f in funzione di P, basterà sostituire ad f il suo valore nella formola precedente (che si può anche scrivere, più semplicemente: $P = \frac{mv^2}{f}$), e si ricaverà il valore di P, ossia del carico statico che produce la stessa inflessione, e quindi sviluppa la stessa resistenza elastica, che la massa m urtante colla velocità v; donde poi le formole date per ogni caso particolare faranno conoscere il valore di questa resistenza elastica.

Si può anche determinare direttamente questo valore sostituendo nella formola precedente a P ed f i suoi valori in funzione di k (k_f o k_t) che abbiamo dato per ciascun caso particolare, e risolvendo rispetto a k.

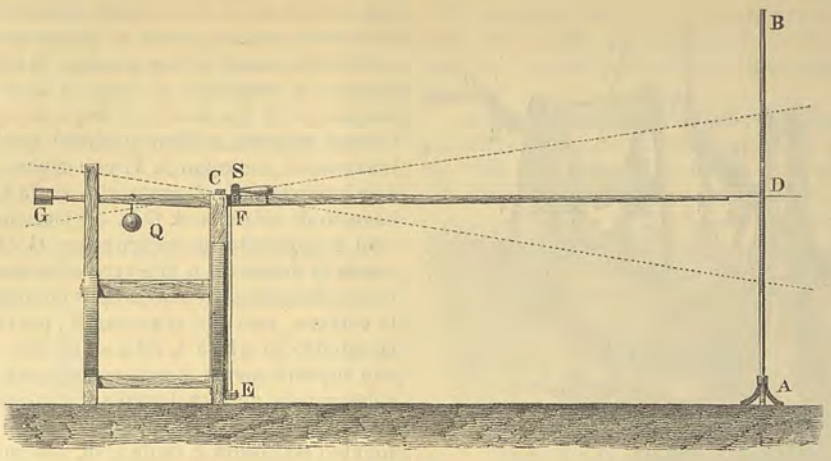


Fig. 1575.

Esperienze sulla resistenza dei materiali. Modo di eseguirle. Strumenti e macchine relative.

I primi sperimentatori si servirono di apparecchi assai semplici. Gerstner, cui spetta il merito di aver eseguito i primi esperimenti di qualche importanza sulla resistenza e sull'elasticità dei fili di ferro, impiegò l'apparecchio a leva rappresentato dalla fig. 1575, composto essenzialmente di una lunga leva C D col fulcro in C, portante un contrappeso G ed un peso scorrevole Q. Il filo metallico E F era fissato all'estremità inferiore, in E, e superiormente si avvolgeva attorno ad un asse F portato dalla leva C D, in prossimità del suo fulcro. Quest'asse si poteva far girare mediante una vite senza fine S (V. il particolare rappresentato nella fig. 1576), dando così al filo una tensione ognor crescente, a cui si faceva equilibrio mediante il peso Q.

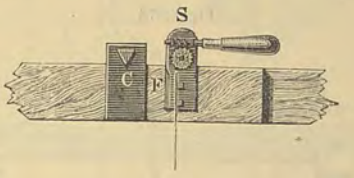


Fig. 1576.

L'estremità D della leva, posta di fronte all'asta graduata A B serviva da indice, segnando, ingranditi 54 volte, gli allungamenti del filo ad ogni aumento di tensione.

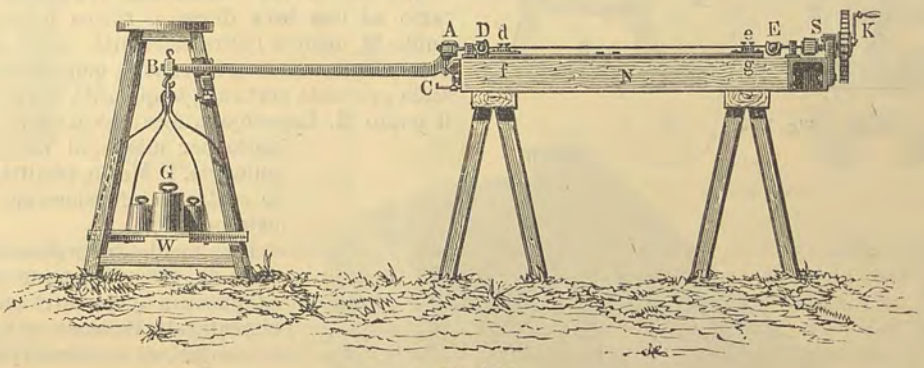


Fig. 1577.

Lagerhjelm e Brix si valsero entrambi di un apparecchio un po' meno primitivo, composto essenzialmente di una leva ad angolo A C B (fig. 1577), il cui braccio più lungo, disposto orizzontalmente, era caricato, all'estremità B, da un piatto di bilancia W su cui si ponevano dei pesi G. All'estremità A del braccio più corto, verticale, di detta leva, era attaccato, per mezzo di una morsa D, un capo del filo di ferro D E, il quale veniva tirato, all'altro capo, da una seconda morsa E. Nell'apparecchio di Brix il rapporto dei bracci di leva era CA : CB = 1 : 20, e la morsa E era assicurata alla vite S (fig. 1577), che poteva essere fatta girare per mezzo della manovella K e di un sistema d'ingranaggi, producendosi per tal modo gli sforzi di trazione. Per misurare gli allungamenti servivano due nonii, *d* ed *e* fissati, per mezzo di viti di pressione, alle estremità del filo metallico, i quali scorrevano sopra due scale graduate *f* e *g*.

Nell'apparecchio di Lagerhjelm la tensione era prodotta per mezzo di uno strettojo idraulico la cui asta dello stantuffo afferrava l'estremità della verga sottoposta ad esperimento. (Il Brix esperimentò specialmente su fili metallici, del diametro di 2 a 4 mm.; mentre il Lagerhjelm estese le sue esperienze a verghe di ferro del diametro di 13 e più millimetri).

La fig. 1578 rappresenta l'apparecchio col quale Fairbairn fece i suoi esperimenti di resistenza alla rottura. Esso consiste in una robusta leva di ferro fucinato, o braccio di bilancia A C D, col fulcro in D appoggiato contro un cuscinetto di acciajo portato da un

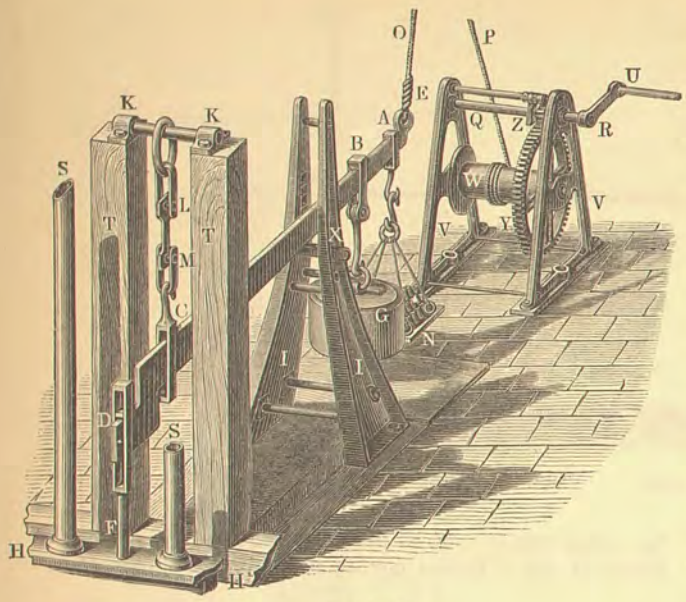


Fig. 1578.

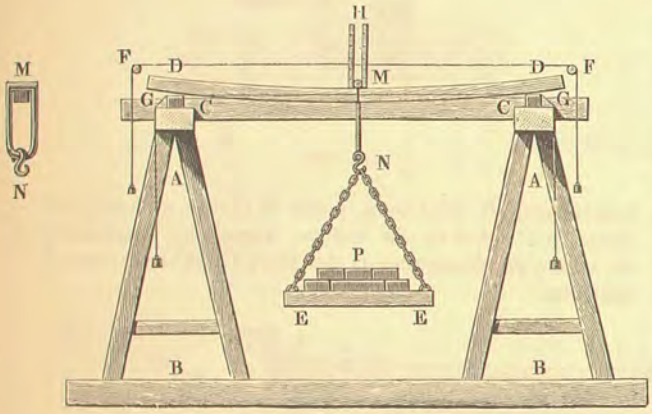


Fig. 1579.

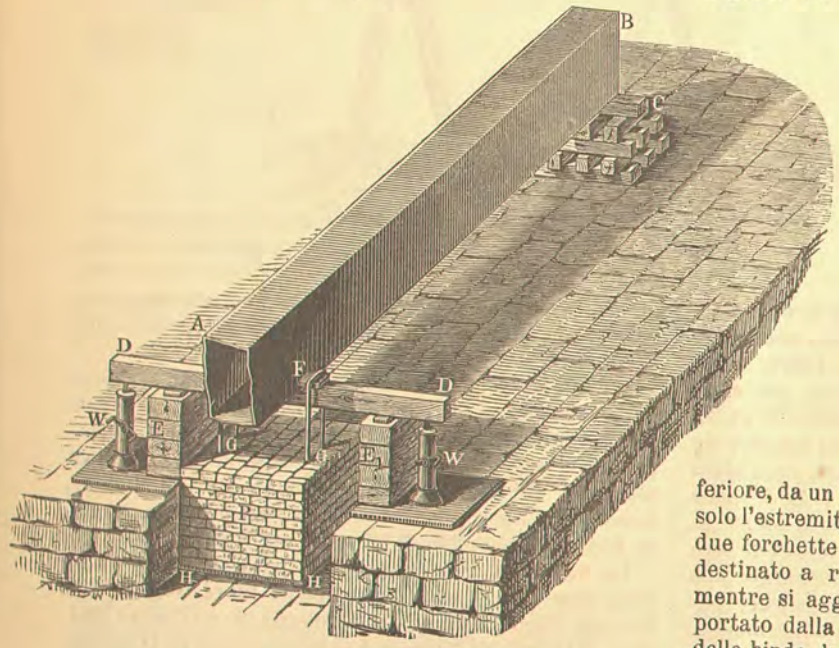


Fig 1580.

telajo solidale ad una robusta chiavarda F, la quale può dal disotto venire alzata od abbassata per mezzo di una madrevite, mentre due colonne di ferro S, S dànno la necessaria resistenza al pezzo di base H H che è attraversato da F. La sbarra di ferro da sperimentare, L M, trovasi sospesa, mediante alcuni anelli di catena, alla traversa di sostegno K K che riposa sui ritti T, T, ed è inferiormente collegata alla staffa C, attraversata dal braccio di bilancia A C D. Al braccio lungo A C della leva è applicato un contrappeso G ed un piatto di bilancia N destinato a ricevere altri pesi minori. A sostenere inferiormente il braccio di bilancia, quando avviene la rottura, serve la traversa X, portata da un robusto cavalletto di ghisa I, ed a sollevarlo serve la fune O P che superiormente si accavalca sopra una puleggia, per ridiscendere ad avvolgersi sul tamburo W di un verricello. Caricati i pesi sul piatto N, si abbassa gradatamente l'estremità A della leva, sostenuta dalla fune O P, facendo girare un poco la manovella V del verricello, fino a che il braccio di bilancia si appoggi sulla staffa C, e quindi il pezzo di ferro da sperimentare si trovi teso dal contrappeso G e dai pesi N.

Eytelwein e Gerstner fecero esperimenti sulla elasticità e sulla resistenza alla rottura per flessione con un apparecchio semplicissimo rappresentato nella figura 1579. I cavalletti A B portano due cuscinetti di ferro C e C su cui prendono appoggio le estremità del solido prismatico D D che si vuol sottoporre ad esperimento. Il carico che deve inflettere il solido è rappresentato da pesi P collocati sopra un piatto di bilancia E E portata da una staffa M N la cui parte superiore riposa sul punto di mezzo M del trave. Per misurare le saette d'inflessione Eytelwein adoperava due fili F F e G G tesi orizzontalmente per mezzo di piccoli contrappesi, ed una scala M H collocata sul mezzo del trave (fig. 1579).

Gerstner invece ricorse alla trasmissione per contatto ad una leva di cui il fulcro è assai vicino al punto M, mentre l'altra estremità, a mo' dell'indice di un orologio, segnava, ingrandita quindici volte su di una scala graduata verticale, la quantità di cui si abbassava il punto M. Lagerhjelm fece uso di un indice posto in moto per mezzo di un filo e di una puleggia. Il Morin, ed altri, misuravano le saette di inflessione per mezzo di un catetometro.

Finalmente rappresentiamo ancora, nella fig. 1580, il sistema adoperato da Stephenson e da altri per fare esperimenti sulla flessione delle travi vuote, o tubulari, di lamiera. Il tubo A B, di cui è stata sulla figura spezzata ed asportata la metà anteriore, riposava alle due estremità, come in C, su cataste di travi di legno, e nel mezzo era sostenuto da una robusta trave D D portata sulle aste di due binde di sollevamento W, W. A metà del tubo, questo era attraversato, immediatamente al disopra della sua parete inferiore, da un braccio di ferro di cui nella figura si scorge solo l'estremità F, e sul medesimo prendevano appoggio due forchette G G alle quali era appeso il piatto H H destinato a ricevere i pesi. Prima dell'esperimento, e mentre si aggiungevano i pesi, l'intero carico veniva portato dalla trave D D; ma poi, abbassandosi le aste delle binde, la trave D D veniva a posarsi sulla sottostruttura E E, ed il tubo, caricato del peso P sul mezzo,

e lasciato affatto libero, assumeva quella saetta di inflessione che corrispondeva alle sue dimensioni. Questa saetta veniva misurata per mezzo di uno scorrevole munito di nonio.

Gli esperimenti sulla resistenza dei materiali hanno acquistato oggidì un'importanza eccezionale, non soltanto per gli studiosi di questa interessantissima ed importantissima scienza, ma ben anche per gli industriali e per i costruttori, tanto meccanici quanto civili; poichè la trasformazione che gradatamente si è andata operando nei processi metallurgici, e la necessità di

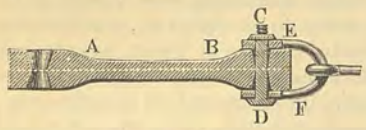


Fig. 1581.

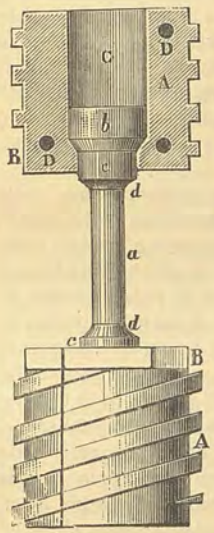


Fig. 1582.

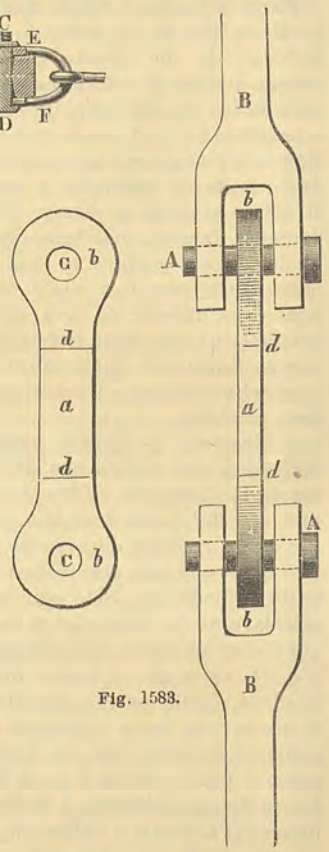


Fig. 1583.

ricorrere, in questi tempi di viva concorrenza, all'impiego di materiali di una qualità e di una resistenza appena sufficienti per soddisfare alle condizioni dei capitolati, hanno creato, tanto per i primi quanto per i secondi, come un obbligo formale di sottomettere a prove di resistenza i materiali da impiegare nelle costruzioni.

Gli è perciò che le macchine per provare le resistenze dei materiali si sono, in questi ultimi anni, perfezionate e moltiplicate tanto che impossibile ne riuscirebbe, anche per la ristrettezza dello spazio, di passarne in rassegna non foss'altro che i tipi principali. Dovremo perciò limitarci a dare la descrizione di alcune fra le più stimate e più note presso di noi, rimandando, per un gran numero di altre, pure pregevoli, alle pubblicazioni citate nella *Bibliografia* con cui si chiude questo articolo.

Alla descrizione delle macchine dobbiamo far precedere alcune indicazioni generali sul modo di preparare i *provini* per eseguire le esperienze; ciò che diremo si riferisce più specialmente alle *prove dei metalli alla trazione*, che sono quelle che occorrono più frequentemente.

Chiameremo *sbarre di prova*, o semplicemente *provini*, quei pezzi dei metalli da esperimentare che si debbono direttamente assoggettare alla *prova di resistenza*.

Ai provini per i saggi di resistenza alla trazione si dà generalmente la forma di un bullone a due teste. La fig. 1582 rappresenta uno dei tipi più generalmente addottati, insieme col suo *sistema di attacchi; a* è il corpo cilindrico, perfettamente tornito, del provino; *b b* ne sono le due *teste*, le quali talvolta si fanno di riporto, avvitandole sulle estremità filettate dei provini. In tal caso due di queste teste-dadi possono servire successivamente per diversi provini. *c c* sono due *portate*,

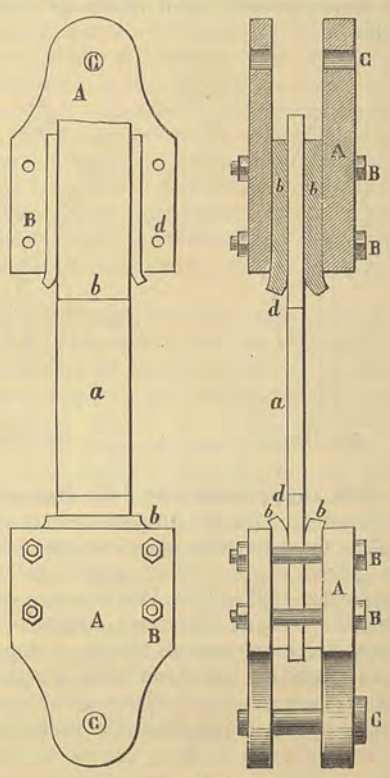


Fig. 1584.

destinate a *centrare* il provino; queste portate vengono bene spesso soppresse, ed allora le teste *b b* sono collegate al corpo cilindrico *a* del provino mediante due fusti tronco-conici. Verso le estremità del corpo del provino si segnano, a distanza esattamente determinata, due tratti, come *d d*, o semplicemente due punti, che servono a misurare direttamente, sul provino stesso, gli allungamenti.

I provini ricavati da lamiere non si torniscono, ma si tagliano semplicemente dalla lamiera; essi risultano per lo più costituiti da un corpo centrale di forma prismatica a sezione trasversale rettangolare, con spessore eguale a quello della lamiera e larghezza tripla o quadrupla, raccordato alle due teste da due porzioni di larghezza gradatamente crescente. In tal caso il sistema d'attacco è analogo a quello rappresentato nella fig. 1582.

Altre volte si dà a questi provini la forma indicata nella fig. 1583, che rappresenta pure chiaramente il modo di attacco. La fig. 1581 rappresenta un tipo di provino adottato da alcuni sperimentatori. Ogni foro praticato nelle teste del provino A, B, normalmente al suo asse, ha nel mezzo uno spigolo a coltello, affinchè

la trazione avvenga esattamente secondo l'asse, mediante la chiavarda C D che lo attraversa, e le cui estremità sono prese da una staffa E F.

Esponendo la descrizione delle macchine avremo occasione di far conoscere altri sistemi di attacco alquanto diversi.

Una certa difficoltà si prova a ritenere le estremità dei provini quando si tratta di fili metallici (e specialmente di funi) oppure di cinghie di cuojo, di caoutchouc, ecc.: se il sistema d'attacco è mal combinato i provini scorrono negli attacchi, oppure si corre il rischio di produrre una diminuzione di resistenza in corrispondenza degli attacchi stessi, nel qual caso il provino si rompe sempre in loro vicinanza, ed il valore dell'esperienza è poco o nullo.

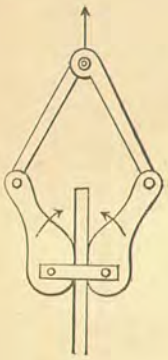


Fig. 1585.

Fig. 1586.

La fig. 1584 rappresenta una delle disposizioni suggerite e raccomandate dal Duguet per le esperienze sulle *cinghie*. Qualche volta si può anche ricorrere alle *morse di presa automatiche*, come quelle rappresentate nelle fig. 1585 e 1586. Per le prove sulle grosse funi metalliche bisogna addottare disposizioni affatto speciali che, per mancanza di tempo, e sopratutto di spazio, non possiamo qui descrivere. Passiamo piuttosto a dare la descrizione di alcune macchine per provare le varie specie di resistenze dei materiali.

Macchina per esperimentare le resistenze dei materiali da costruzione progettata dall'ingegnere Giovanni Curioni, e posseduta dalla R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri in Torino.

In omaggio alla memoria del compianto mio professore di costruzioni, l'illustre ing. G. Curioni, e per deferenza alla Scuola cui ebbi l'onore di appartenere, dò la precedenza, su tutte le altre macchine per esperimentare la resistenza dei materiali, a quella ideata e progettata dal direttore della suddetta Scuola e dalla medesima posseduta; la qual macchina da molti anni funziona regolarmente, presentando due notevoli vantaggi, cioè quello di una potenza superiore alla media delle macchine di simil genere, e quello di prestarsi ad esperimenti relativi ad ogni specie di resistenza, mentre le macchine più recenti e perfezionate difficilmente servono per più di due, o al massimo tre, specie di resistenza (trazione, compressione e flessione).

Questa macchina è rappresentata in elevazione, in sezione longitudinale ed in sezione orizzontale nella Tav. I; la Tav. II poi rappresenta i particolari delle disposizioni per provare le varie specie di resistenza. Quanto alla sua descrizione non crediamo di poter far meglio che riprodurre quella fattane dallo stesso Curioni in una sua Memoria presentata alla Reale Accademia delle Scienze di Torino (1).

« La macchina esercita gli sforzi mediante un potente *strettojo*, il quale trasmette la sua azione ai saggi da esperimentarsi; quest'azione è contrastata da quella di un sistema di leve il quale termina con una stadera onde poter equilibrare gli sforzi mediante appositi romani, e l'entità degli sforzi stessi si trova esattamente valutata dalla posizione dei romani sulla stadera, senza necessità di calcoli e quindi senza alcun pericolo di errori ».

Ecco ora la descrizione della macchina in questione.

Parti principali della macchina. — « Queste parti (vedi la Tavola I) sono: lo strettojo A, stabilmente collocato su un robusto zoccolo di ghisa, avente per iscopo di dare gli sforzi capaci di provocare determinate resistenze nei corpi da sottoporsi ad esperimento; il carretto B B B B, unito alla testa dello stantuffo dello strettojo per un estremo, sostenuto all'altro estremo da due rotelle, e destinato a trasmettere l'azione dello strettojo ai corpi in prova; il robusto sostegno C, solidamente fermato nell'imbasamento della macchina, il quale serve a portare la leva D a cui vengono trasmessi sforzi eguali a quelli prodotti dallo strettojo in ogni esperimento; la leva or indicata; il sostegno E sul quale ha appoggio il fulcro della stadera F per misurare l'intensità degli sforzi trasmessi dallo strettojo ai corpi sottoposti ad esperimento; e finalmente la stadera predetta.

« *Strettojo.* — Questa parte importantissima della macchina non è altro che un apparecchio stato ideato dai signori Desgoffe e Ollivier, ingegneri a Parigi, ossia uno *strettojo steridraulico* (*presse sterhidraulique*).

« In un robusto cilindro di ghisa *a* (vedi Tavola I) può muoversi uno stantuffo pieno *b*, pure di ghisa; e, unito al fondo del detto cilindro, si trova un recipiente circolare, in corrispondenza del cui centro vi sono sulle pareti due aperture pel passaggio di un albero di ferro *d* (fig. 5), sul quale è fissata una puleggia a ganasce *e*, di ghisa. Nella parete posteriore del detto recipiente si trova una terza apertura per il passaggio di una corda di budella *f* (fig. 3). Una seconda puleggia a ganasce *g*, pure di ghisa, è posta fuori dell'apparecchio; ed è essa fissata all'albero *h* di ferro. Girando convenientemente l'albero *d* o l'albero *h*, la detta fune si può far passare dalla puleggia esterna all'interna o viceversa.

« Le ganasce della puleggia interna *e* devono essere fatte in due o più parti, per ottenere che possano passare per l'apertura dello stantuffo nel collocarle in opera; giacchè il recipiente circolare che contiene detta puleggia di necessità deve venire dalla fondita col cilindro *a*, se non si vuole che lo strettojo sia soggetto a fughe, le quali lo renderebbero affatto inservibile allo scopo.

« Per lo stesso motivo fra lo stantuffo e la parete dello strettojo si deve porre una guernitura di cuojo. Dove l'albero *d* attraversa le pareti dello strettojo occorre una guernitura costituita del bossolo metallico, di un anello di cuojo, della stoppa e di un secondo anello di cuojo. L'apertura per il passaggio della fune *f* presenta pure una guernitura nella quale, oltre il bossolo metallico e la stoppa, s'incontrano i due anelli di cuojo, se pure non si crede preferibile una guernitura di stoppa fra due bossoli metallici.

« Per rendere facile il movimento della detta fune e

(1) *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino*, serie II, tomo XXXII.

per diminuire il suo fregamento col metallo, si allargano e si fanno ad imbuto le estremità della guernitura per cui essa passa. E con questa disposizione si possono evitare gli inconvenienti che sembrano dover risultare dal cangiamento di direzione che prende la fune a misura che si svolge da una puleggia per essere avvolta sull'altra.

« La pressione che lo strettojo deve produrre si ottiene col far entrare una parte della fune *f* nel vano interno, riempito d'olio o di glicerina. E, siccome non può a meno di verificarsi un piccolo scolo all'entrata della fune nel bossolo, scolo il quale proviene, non da una fuga, ma dal fatto che la fune alla sua sortita dal recipiente si trova coperta da un sottile strato di liquido, conviene collocare un piccolo recipiente *i* (Tavola I, fig. 1) destinato a riceverlo.

« La puleggia esterna *g* deve avere diametro un po' più grande di quello della puleggia interna *e*, affinchè la velocità di uscita della corda sia un po' maggiore della velocità d'entrata e tale da facilitare il rinculo dello stantuffo *b* sotto l'azione della sola pressione atmosferica o col sussidio, se occorre, di contrappesi o di altri congegni usati per gli strettoi di grande potenza.

« All'albero *d* sono fissate due ruote dentate, ciascuna delle quali ingrana con un pignone fissato all'albero *k* (Tav. I, fig. 1 e 2).

« E, tanto l'albero *h*, quanto l'albero *k* (il cui movimento si trasmette per l'ingranaggio all'albero *d*), si mettono in azione mediante due manovelle. Conviene impiegare in questa operazione due uomini, i quali devono agire d'accordo, lentamente ed in modo continuo onde provocare nei corpi sottoposti ad esperimento resistenze ognor crescenti e non produrre lo snervamento e la rottura sotto l'azione di urti.

« Lo strettojo è fornito di un apparecchio nel quale vi sono un manometro *l* (fig. 1) per valutare la pressione che in esso si verifica ed una coppa o recipiente *m* (fig. 1 e 3), capace di contenere tanto liquido quanto corrisponde ai volume della maggior quantità di fune che si può avvolgere alla puleggia interna. Questa coppa *m* serve anche per l'introduzione dell'olio o della glicerina nel vano dello strettojo, ed è munita d'una chiavetta per stabilire o intercettare la sua comunicazione col vano stesso.

« Quando lo strettojo, colle dimensioni risultanti dai disegni, sia fatto in ghisa di prima qualità e fuso verticalmente con tutte le cure prescritte dall'arte del fonditore nei casi più difficili della pratica, si può produrre sulla faccia interna del suo stantuffo una pressione di 120 000 chilogrammi, cui, a motivo del diametro assegnato allo stantuffo stesso, corrisponde nello strettojo la ragguardevole pressione di 336 atmosfere.

(Recentemente a questo strettojo a corda di budella, sistema Desgoffe ed Ollivier, venne sostituita una *pressa steridraulica a stantuffo*, costrutta dai fratelli Colla di Torino).

« *Carretto.* — Il carretto consta essenzialmente delle due robuste piastre di ghisa *n* ed *n'* (fig. 1) rilegate fra di loro dai quattro tiranti di ferro *o*. La piastra *n* è unita alla testa dello stantuffo, e la piastra *n'*, attraversata nel suo mezzo da un foro, porta la testa di ghisa *p* (fig. 1, 3 e 5 della Tav. I) con chiocciola nel senso del suo asse, la quale è attraversata da una vite di ferro *q* con volante di ghisa *r* alla sua estremità. La stessa piastra *n'* porta due rotelle di ghisa *s* (fig. 1) scorrevoli sopra apposite guide, affinchè il carretto possa avanzare o retrocedere secondo che lo stantuffo dello strettojo è spinto innanzi o indietro. Fra le accennate due guide e sulla base della macchina vi è una dentiera, colla quale ingrana un rocchetto inalberato su un asse orizzontale fermato alla piastra *n'*. Su quest'asse orizzontale vi sono pure due rotelle cilindriche *θ* con fori nel senso di raggi della loro sezione retta di mezzo, onde impiantarvi apposite leve per far rinculare il carretto o per far sortire lo stantuffo dallo strettojo.

« Nel mezzo della piastra *n* vi è un foro di sezione quadrata per ricevere alcuni pezzi ausiliari necessari per provocare le resistenze alla pressione, alla perforazione, alla flessione ed alla torsione.

« All'estremità della vite *q*, è adattata una robusta staffa d'acciajo *u*, la quale viene in acconcio per provocare le resistenze alla trazione longitudinale, alla trazione interna, allo scorrimento trasversale ed agli scorrimenti longitudinale e laterale. La detta staffa scorre senza girare quando si mette in moto la vite *q*.

« *Sostegno della leva.* — Questo sostegno costituisce uno dei pezzi più complicati della macchina, è di ghisa e presenta tale forma da servire: a dar libero passaggio ai due tiranti inferiori del carretto; a sostenere la leva in modo che il suo fulcro sia ridotto ad un solo tagliente; e finalmente a dare libero passaggio a quegli organi che saranno destinati per trasmettere alla leva gli sforzi sovr'essi prodotti onde provocare una determinata resistenza.

« Lo stesso sostegno in modo solidissimo è fermato alla base della macchina; e la sua sezione orizzontale ha tali dimensioni da dare le più ampie garanzie di sicurezza per rapporto alla resistenza al taglio, anche sotto il massimo sforzo di 120 000 chilogrammi. Per opporsi poi alla flessione che il detto sforzo tende a produrre nel sostegno in discorso, si sono adottate le seguenti disposizioni: si è fatta crescere la sua sezione orizzontale dalla sommità al piede; si è fermata con un sufficiente numero di robuste chiavarde la sua base e quella dell'intiera macchina; e mediante due tiranti *o'* si è operato un potente collegamento del corpo dello strettojo col sostegno medesimo.

« Per raggiungere lo scopo che il fulcro della leva si riduca ad un tagliente, si è posto un tirante *v* con snodi nei punti d'attacco al sostegno C ed alla leva D.

« L'appoggio *x* del fulcro della leva al sostegno in discorso è dato da due pezzi di riporto in acciajo durissimo temperato (fig. 1).

« *Leva.* — Questo pezzo della macchina è di acciajo; ha due orecchioni *y* per ricevere quell'organo destinato a trasmettere alla leva lo sforzo a cui si è sottoposto un corpo in prova, e due altri orecchioni *z* che dànno il fulcro d'appoggio della leva contro il sostegno C. Questi orecchioni, dalla parte in cui devono trovarsi in contatto coll'organo e col sostegno predetti, sono foggiati a tagliente.

« Nella posizione di equilibrio della leva, la linea dei fulcri che corrispondono ai due taglienti indicati è verticale; e la distanza dei fulcri stessi è di metri 0,19. All'estremo del braccio di maggior lunghezza, la leva è appesa ad un tirante verticale *α* coll'intermezzo di un fulcro *β*, e la perpendicolare abbassata da questo fulcro sulla verticale predetta è di metri 1,90; cosicchè è 10 il rapporto fra il braccio più lungo ed il braccio più corto della leva.

« La sezione retta dei fulcri della leva consta di due parti, ossia di un segmento circolare e di un triangolo isoscele ottusangolo, coll'angolo ottuso di circa 120°, inscritto nel circolo cui il detto segmento appartiene. Il diametro di questo circolo è di metri 0,09 pei due fulcri maggiori; di metri 0,035 pel fulcro minore posto

all'estremità del braccio orizzontale della leva. I due fulcri y e z non sono invariabilmente uniti alla leva, ma si possono togliere e rimettere, sia per la composizione della macchina, sia ancora per cangiare l'organo di trasmissione da collocarsi sul fulcro y a seconda delle esperienze che si vogliono instituire.

« La sezione trasversale della leva diminuisce andando verso l'estremità del suo braccio orizzontale.

« *Sostegno della stadera.* — Questa parte della macchina è di ghisa, ed ha forma piuttosto complicata a motivo dei molti pezzi cui, senza alcun contrasto, deve dar passaggio. Questi pezzi sono i due tiranti inferiori o, l'estremità della leva D, la vite q ed il tirante verticale α.

« Questo sostegno, atteso la sua altezza relativamente grande, è consolidato in alcuni punti come si vede in γ e δ, ed alla sommità presenta gli opportuni cuscinetti per ricevere il fulcro della stadera ed un volantino onde far muovere un romano sulla stadera stessa.

« *Stadera.* — Questa delicata parte della macchina è di acciajo, con appoggio sul sostegno E mediante il fulcro λ (fig. 3, Tav. I).

« La leva D trasmette alla stadera una decima parte dello sforzo che il corpo sottoposto ad esperimento esercita sul fulcro y, e questa trasmissione ha luogo mediante il tirante di ferro α, fatto in modo da dar libero passaggio alla vite q. Questo tirante è sospeso alla stadera mediante il fulcro μ, ed è di metri 0,11 la distanza di questo fulcro dall'altro fulcro λ quando la stadera è equilibrata, ossia quando la sua faccia o spigolo superiore è orizzontale.

« La parte di stadera lunga metri 2,20, compresa fra la verticale del fulcro λ ed il punto ν, è divisa in duecento parti eguali.

« Sullo strettojo sorge un sostegno Σ di ghisa il quale è destinato a dare appoggio all'estremità del braccio più lungo della stadera in riposo, e ad impedire che essa si sollevi oltre un certo limite quando si sta per equilibrarla.

« In un punto ρ, posto presso l'estremo della stadera e distante metri 2,50 dal fulcro λ, si pone un romano fisso R, il quale è destinato alle pesate corrispondenti a sforzi della macchina variabili di 10 000 in 10 000 chilogrammi. E ogni peso di 44 chilogrammi del romano fisso corrisponde ad uno sforzo di 1000 chilogrammi sul fulcro μ e di 10 000 chilogrammi sul fulcro y. Per misurare lo sforzo di 100 000 chilogrammi occorrono adunque dieci pesi di 44 chilogrammi caduno. Il primo di questi pesi è dato da quello dell'asta del romano fisso e di una piastra di ghisa portata dall'estremo inferiore dell'asta del romano stesso, gli altri nove sono dati da altrettante coppie di piastre eguali di ghisa, ciascuna delle quali pesa 22 chilogrammi. Nel senso del lato maggiore, e per poco più della metà della loro lunghezza, le lastre di ghisa hanno una fenditura longitudinale per disporle l'una sopra l'altra sull'asse del romano R.

« Per le pesate o parti di pesate corrispondenti a sforzi minori di 20 000 chilogrammi vi è un romano scorrevole R', il quale può essere caricato di cinque differenti pesi di 20 chilogrammi caduno. Il primo di questi pesi è dato dal romano, dal suo carretto e da una piastra di ghisa appesa all'estremità inferiore dell'asta del romano stesso, gli altri si hanno con quattro eguali piastre, pure di ghisa, ciascuna delle quali, dovendo da sola pesare 20 chilogrammi, ha grossezza maggiore della prima. Questi pesi, precisamente come quelli pel romano fisso, hanno una fenditura longitudinale onde disporli l'uno sopra l'altro, sull'asta del romano mobile.

« La verticale passante pel centro del romano scorrevole non si può portare a distanza minore di 25 divisioni della stadera dal fulcro λ, e quindi, siccome il peso minimo di questo romano è di 20 chilogr., risulta che, anche togliendo il romano R e lasciando solo il romano R', non si possono fare pesate corrispondenti a sforzi inferiori a 500 chilogrammi. Questo però non costituisce un inconveniente della macchina, giacchè in generale non avrebbero alcuna utilità, nella pratica delle costruzioni, le esperienze fatte sotto l'azione di sforzi così piccoli. D'altronde, come fra poco si indicherà, non manca il mezzo di misurare anche gli sforzi minori di 500 chilogrammi.

« Il romano scorrevole non viene mosso a mano ma sibbene da un volantino χ con rocchetto, il quale ingrana con una ruota dentata imperniata sullo stesso asse di una puleggia che riceve una corda senza fine, unita al carretto e che passa su di un'altra puleggia all'estremità opposta della stadera.

« La stadera si prolunga dalla parte opposta a quella su cui si devono leggere le pesate, e porta un contrappeso T atto ad equilibrare perfettamente il sistema della leva e della stadera scarica dei suoi romani quando la macchina non è in azione, e questo onde ottenere che le indicazioni date dalla stadera corrispondano unicamente agli sforzi prodotti sul fulcro y.

« Le pesate comprese fra 500 e 10 500 chilogrammi si devono fare col solo romano scorrevole; si può adoperare il solo romano scorrevole oppure il romano scorrevole ed il romano fisso per le pesate comprese fra 10 500 e 20 000 chilogrammi; per tutte le pesate superiori a 20 000 chilogrammi è di assoluta necessità lo impiego dei due romani.

« Occorrendo di fare pesate inferiori a 500 chilogr., si toglie il romano R, si lascia il solo romano R', affatto scarico, si aumenta il contrappeso T fino ad equilibrare la stadera, e quindi si fa uso di un piccolo romano da manovrarsi a mano. Onde ottenere lo sforzo corrispondente ad una data posizione di un romano scorrevole si moltiplica il peso del romano stesso per il corrispondente numero di divisioni della stadera.

« I fulcri μ e λ della stadera sono fatti come quelli della leva, ed il diametro della parte circolare della loro sezione è di metri 0,035. La stadera ha grossezza costante, ma l'altezza della sua sezione trasversale verticale cresce dall'estremo verso il fulcro λ.

« *Fondazione.* — Per la fondazione della macchina si sono poste quattro robuste traverse di ferro ε (fig. 3 e 4, Tav. I), ciascuna delle quali attraversa le estremità inferiori di due aste verticali ζ aventi le estremità superiori a vite; sulle dette traverse si sono poste tre lunghe rotaje di ferro η, una in corrispondenza del piano verticale determinato dall'asse della macchina, le altre due parallele alla prima e distanti da essa di circa metri 0,47. Tutto lo spazio compreso fra il piano orizzontale determinato dalle facce inferiori delle traverse ε e delle rotaje η si è riempito di muratura, e quindi si sono poste due pietre parallelepipede colla spessezza di metri 0,30, complessivamente più lunghe e più larghe della base della macchina, facendo passare le otto aste ζ per fori praticati nelle pietre stesse. Il giunto fra queste pietre corrisponde alla metà circa del sostegno C della leva, e ciascuna di esse è attraversata da quattro delle otto aste ζ. Sulle dette pietre ben orizzontali, con tutti i fori necessari per fermarvi (mediante chiavarde colle loro code inzolfate

MACCHINA PER ESPERIMENTARE LE RESISTENZE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

dell'ing. G. CURIONI. — Particolari.

Fig. 1.ª Disposizione per provare la resistenza alla trazione longitudinale

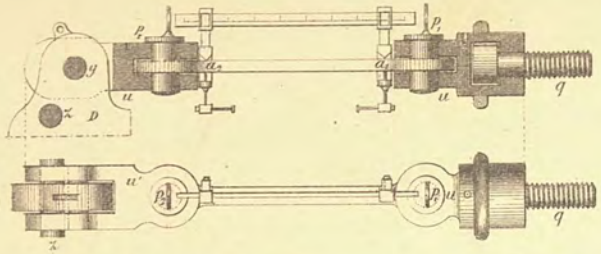


Fig. 2.ª Disposizione per provare la resistenza allo scorrimento trasversale

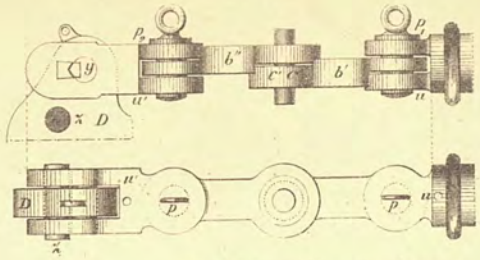


Fig. 3.ª Disposizione per provare la resistenza allo scorrimento longitudinale e laterale

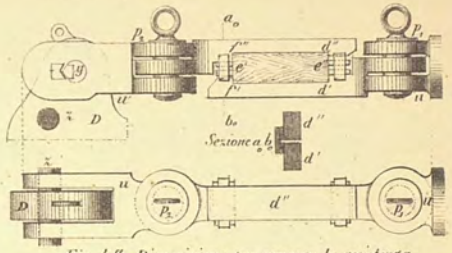
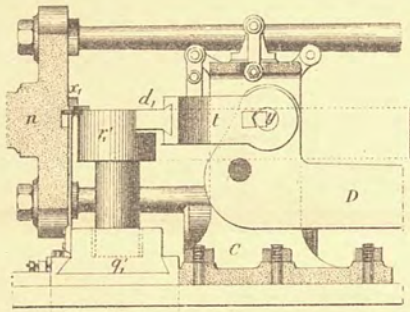


Fig. 9.ª Disposizione per provare la resistenza alla torsione



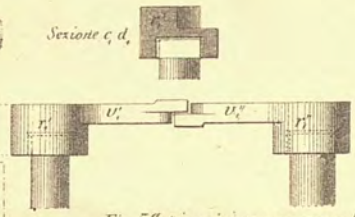


Fig. 8.ª Disposizione per misurare la vera saetta di flessione

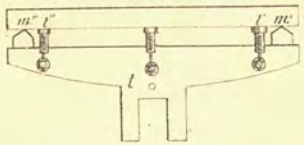


Fig. 4.ª Disposizione per provare la resistenza alla trazione interna

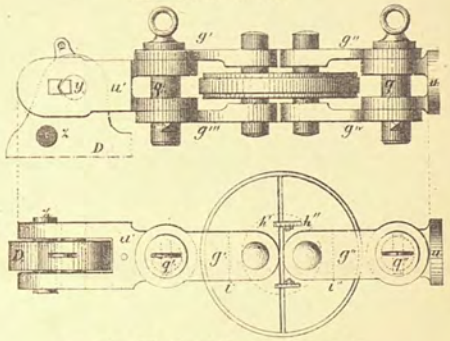
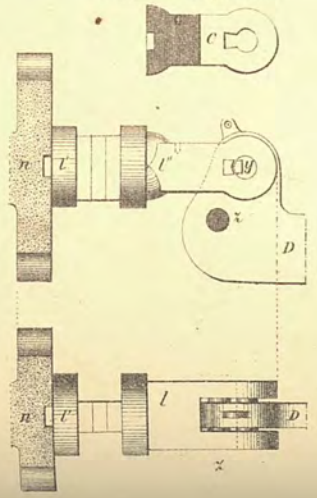


Fig. 5.ª Disposizione per provare la resistenza alla pressione



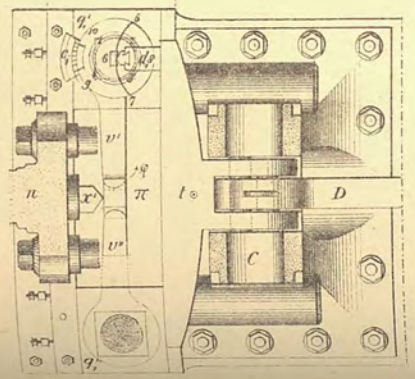


Fig. 7.ª Disposizione per provare la resistenza alla flessione

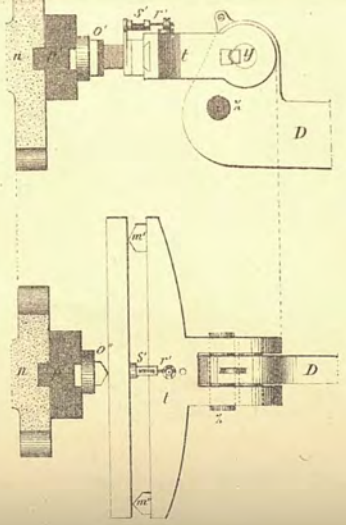
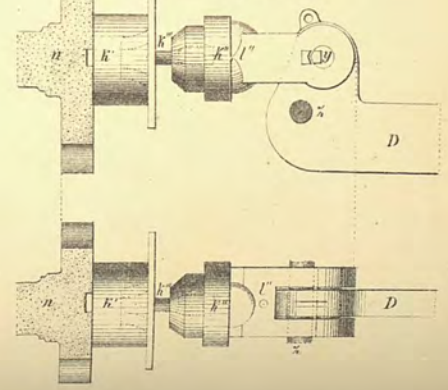


Fig 6.ª Disposizione per provare la resistenza alla perforazione



Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lit. Camilla e Bertolero

MACCHINA PER ESPERIMENTARE LE RESISTENZE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

dell'ing. G. CURIONI

Fig. 1ª Elevazione di fianco

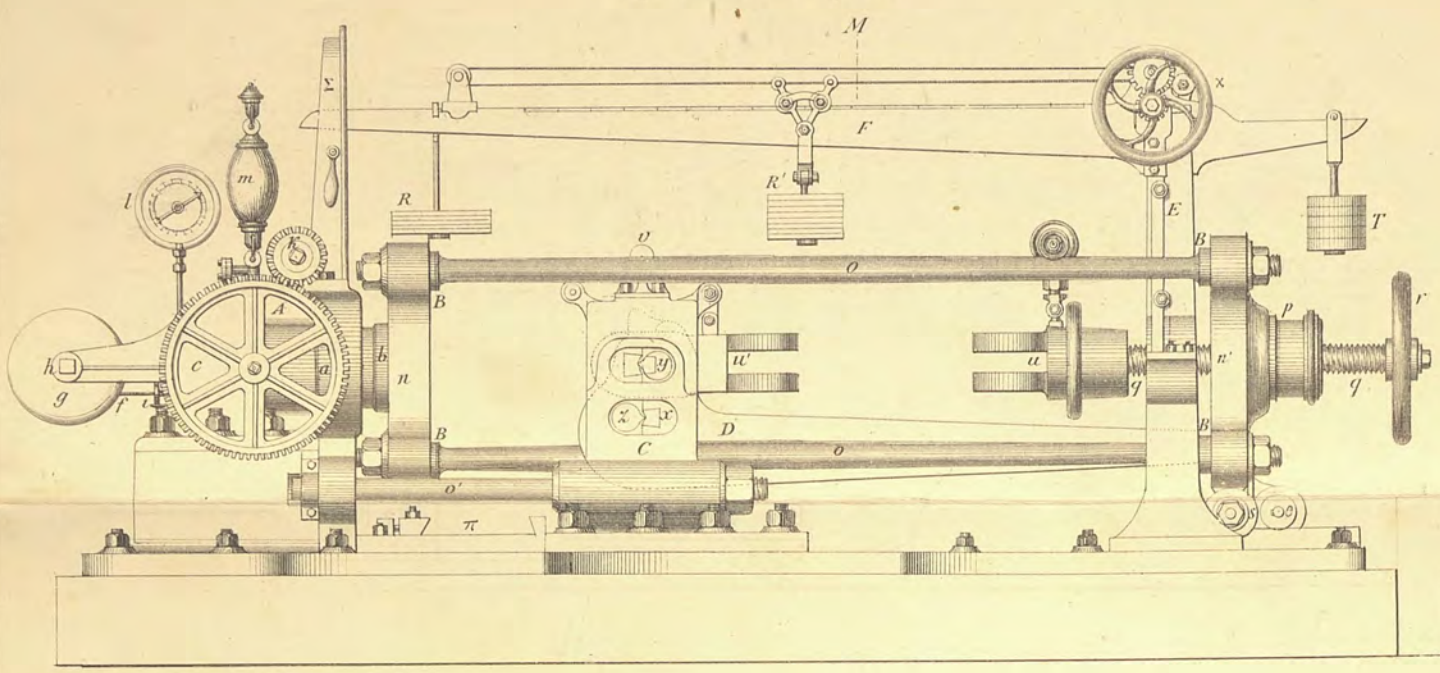


Fig. 2ª Elevazione di fronte

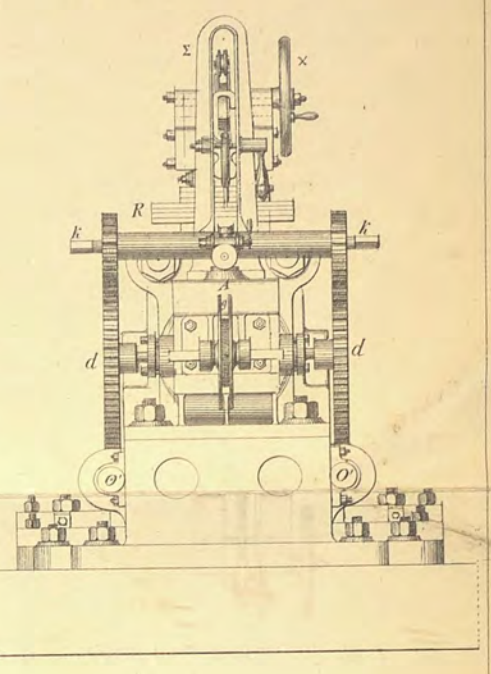


Fig. 3ª - Sezione longitudinale A B

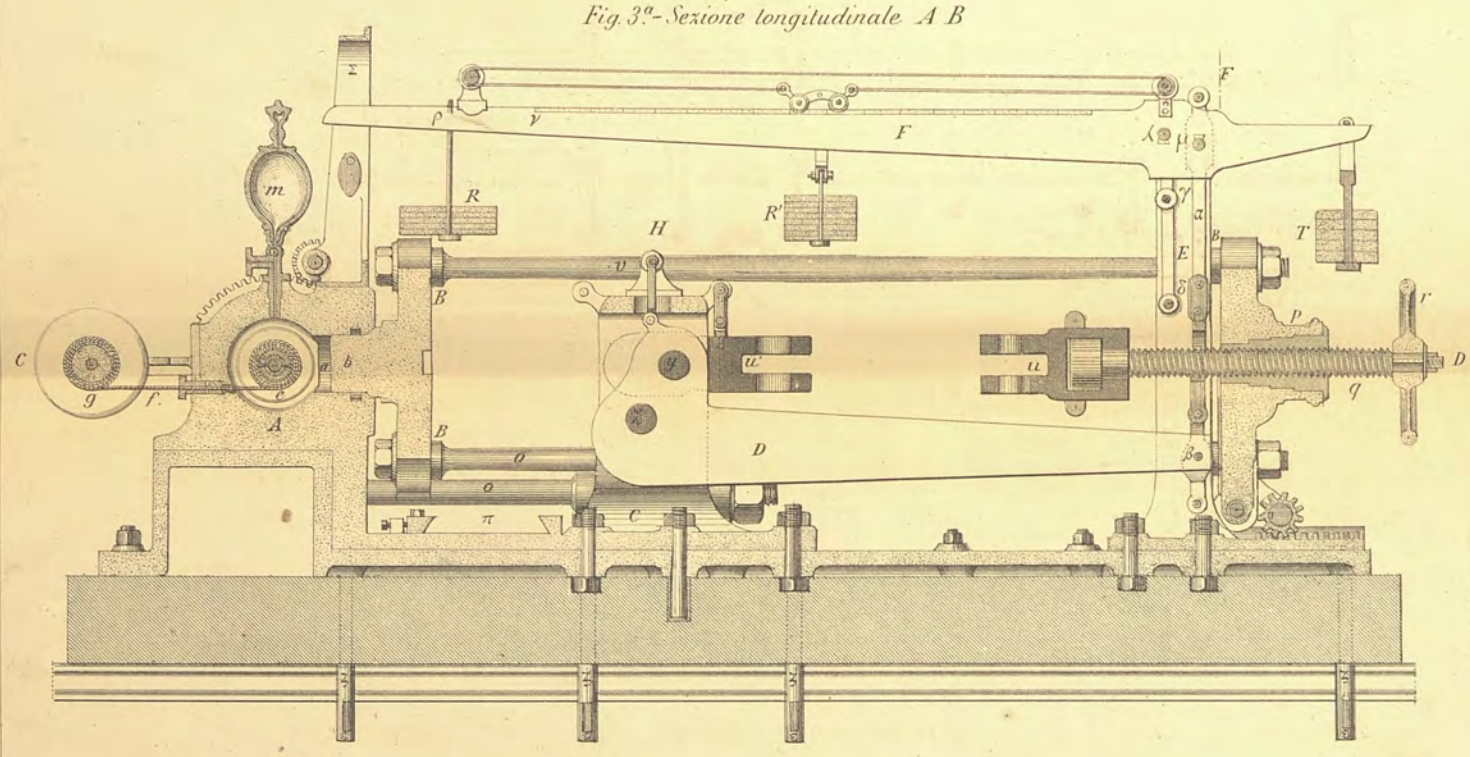


Fig. 4ª - Sezione trasversale F G.

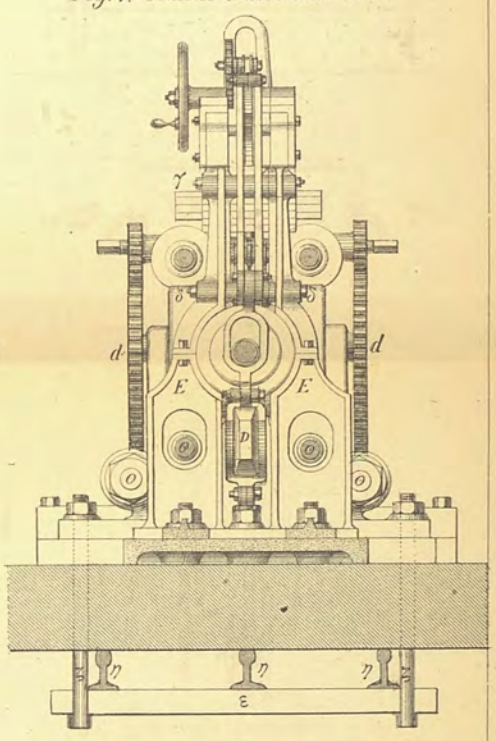


Fig. 5ª - Sezione orizzontale C.D.

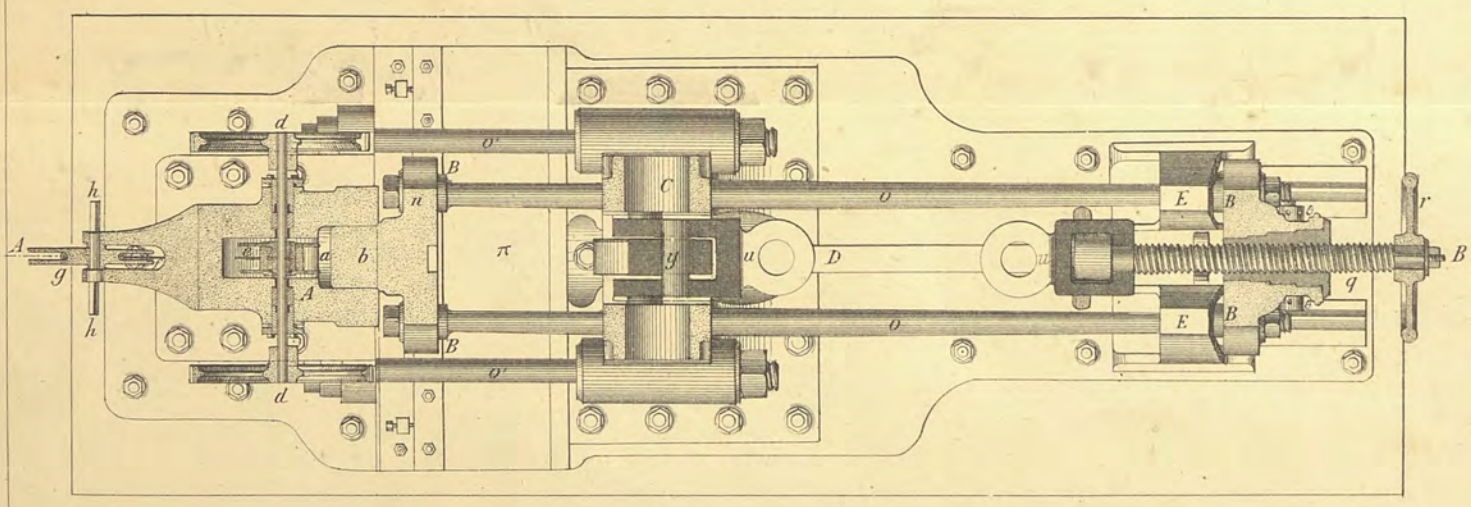
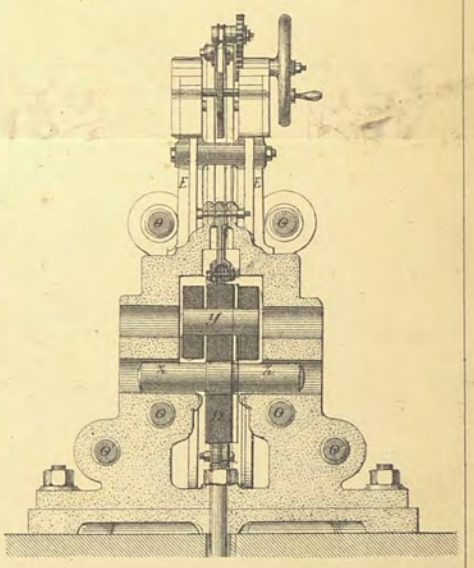


Fig. 6ª - Sezione trasversale H I.



Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lit. Camilla e Berlolero

nelle pietre stesse) la generale piattaforma di ghisa A, si è fissata la macchina in modo che le traverse ε, le rotaje n, la muratura che avvolge quelle e queste, le pietre e la piattaforma formino un insieme immobile ed indeformabile, anche sotto l'azione del massimo sforzo che si può produrre sui pezzi sottoposti ad esperimento.

« Esperienze sulla resistenza alla trazione longitudinale. — Supponendo che il saggio da esperimentare abbia un occhio in ciascuna delle sue estremità si pone fra le due staffe u ed u', come lo dimostra la fig. 1 della Tavola II, vi si fissa mediante due perni d'acciajo p_1 e p_2; si gira il volante r (Tav. I, fig. 1), onde ottenere che i due perni suddetti siano in procinto di mettere in tensione il pezzo in prova; e finalmente si fa agire lo strettojo, girando convenientemente le manovelle applicate all'albero k. Lo stantuffo b avanza, e con esso il carretto, e così nel saggio viene provocata la resistenza all'estensione.

« La reazione del corpo viene trasmessa al fulcro y della leva D, e, convenientemente regolando i pesi e le posizioni dei romani della stadera, si può misurare questa reazione, eguale appunto alla resistenza stata provocata.

« Volendosi fare esperienze relative all'elasticità si stabiliscono prima gli sforzi successivi e crescenti cui il corpo si vuol sottoporre. Si dispongono i romani sulla stadera in modo da marcare il più piccolo degli sforzi prestabiliti, e quindi lentamente si mette in azione lo strettojo, finchè si vede che l'estremo della stadera leggermente s'innalza. A questo punto si cessa dal far agire lo strettojo e, quando sul saggio siasi messo un regolo graduato con nonio, come lo indica la figura 1 della Tavola II e che si sia tenuto conto della distanza primitiva L fra i due punti a_1 e a_2, si può valutare l'allungamento elastico l' corrispondente alla stessa distanza e far quindi l'allungamento proporzionale $\lambda' = l' : L$. Proseguendo gradatamente l'operazione con sforzi successivamente crescenti provocati nello stesso modo, si possono dedurre gli allungamenti elastici ad essi corrispondenti e fare gli allungamenti proporzionali, i quali serviranno a dare un'idea dello sforzo sotto il quale il corpo si è snervato.

« Se, una volta provocata una determinata resistenza nel corpo, si vuol trovare il corrispondente allungamento permanente, si può far girare la puleggia esterna dello strettojo affinchè sorta tanta fune dallo strettojo stesso, quanta ne venne introdotta onde ottenere lo sforzo al quale il corpo venne sottoposto, e far indietreggiare il carretto operando alla sua estremità colle leve da applicarsi alle rotelle θ (Tav. I, fig. 1 e 5).

« Più speditamente si possono fare queste operazioni aprendo lentamente la chiavetta posta sotto il recipiente m per permettere al liquido contenuto nello strettojo di liberamente espandersi nel recipiente stesso, e girando di poco la vite q per trar partito del giuoco, appositamente lasciato nel senso dell'asse della macchina fra la testa della vite stessa e la parte ricevente questa testa, della staffa u (Tavola I, figure 3 e 5). La differenza fra le lunghezze della parte di corpo compresa fra i due punti a_1 ed a_2 (Tav. II, fig. 1), dopo e prima dell'esperimento, dà l'allungamento permanente che le corrisponde.

« Per le esperienze relative alla rottura si caricano dapprima i romani della stadera, e si mettono in tale posizione da marcare uno sforzo minore ma non molto lontano da quello che corrisponde alla rottura del saggio. Si pone dopo in movimento lo strettojo procedendo colla voluta lentezza, e, quando si vede che l'estremo della stadera si innalza, si mette in moto il romano scorrevole per mantenerla equilibrata. Attentamente si osserva il corpo in prova onde far cessare l'azione dello strettojo appena si manifestano in esso i primi indizi di rottura, all'apparire dei quali conviene aprire la chiavetta del recipiente m, onde schivare strappamenti ed urti che potrebbero riuscire nocivi alla macchina.

« Le estremità dei saggi da sottoporsi ad esperimenti, per provare la loro resistenza all'estensione, non sempre presenteranno un occhio come si è detto precedentemente, e quindi la necessità di apposite morse e di appositi ordigni per fermare alle forcelle u ed u' i pezzi da porsi in prova. Non è ora il caso di parlare di questi organi, giacchè, dovendo essi variare colle qualità e colle dimensioni dei materiali da esperimentarsi, conviene farli costruire appositamente per ogni serie di esperienze.

« La lunghezza massima dei corpi nei quali si può provocare la resistenza all'estensione mediante la macchina di cui si presenta il progetto è di un metro.

« Esperienze sulla resistenza allo scorrimento o al taglio trasversale. — I saggi da esperimentarsi si pongono verticalmente fra i due pezzi di acciajo b' e b'', i quali sono attaccati alle due forcelle u ed u' (fig. 2, Tav. II).

« La macchina si fa agire come per provocare la resistenza alla trazione, e la resistenza allo scorrimento trasversale viene cimentata nella sezione c' c''.

« Nell'instituire questi esperimenti non si può pretendere di poter valutare le piccolissime deformazioni che vi corrispondono, e quindi non si può far altro che occuparsi della resistenza alla rottura.

« Onde rendere possibile di instituire esperienze sopra saggi di differente diametro, i fori praticati nei pezzi b' e b'' saranno fatti in modo da poter collocare nel loro interno dei collari di riporto nei quali verranno posti i corpi da esperimentarsi. Questi collari potranno anche essere fatti con fori di forma diversa dalla circolare, onde poter esperimentare sopra saggi prismatici aventi sezioni rette di forme svariate.

« Esperienze sulle resistenze agli scorrimenti o al taglio longitudinale e laterale. — La resistenza allo scorrimento longitudinale si provoca in modo analogo a quello stato indicato per la resistenza allo scorrimento trasversale. I corpi da esperimentarsi si pongono longitudinalmente, ossia colle loro fibre nel senso dell'asse della macchina, fra i pezzi d'acciajo d' e d'' (Tav. II, fig. 3), i quali sono uniti alle due forcelle u ed u'.

« Facendo agire la macchina come per provocare la resistenza alla trazione, si mette in giuoco la resistenza allo scorrimento longitudinale nella sezione e' e''.

« I pezzi da esperimentarsi, conservando costantemente forma parallelepipeda colla lunghezza e' e'' e coll'altezza f' f'', possono avere differenti grossezze nel senso della loro terza dimensione.

« Se, invece di disporre i corpi colle loro fibre nel senso dell'asse della macchina, si disponessero colle fibre stesse orizzontali ma in direzione perpendicolare all'asse predetto, si provocherebbe una resistenza che si potrebbe dire allo scorrimento laterale.

« Esperienze sulla resistenza alla trazione interna. — Questa resistenza è quella che viene provocata nelle cerchiature e nei tubi destinati a sopportare una pressione interna; ed ecco in qual modo si possono instituire i relativi esperimenti.

Come lo dimostra la fig. 4 della Tav. II, abbiansi quattro pezzi di acciajo g' g'' g''' g'''', identici e con un occhio cilindrico a ciascuna estremità; due dischi semicilindrici h' ed h'' pure di acciajo, anche identici fra di loro, con orecchioni sporgenti dalle loro basi e con una linguetta sulla loro superficie convessa; e finalmente due piastre di acciajo o di ghisa i' ed i'', foggiate a semi-corona circolare, colle faccie concave a perfetto combaciamento delle faccie convesse dei dischi ultimi accennati e con scanalature per ricevere le linguette di questi ultimi. Se, disposti come risulta dall'ultima citata figura i due pezzi inferiori g''' e g'''', poi i due dischi h' ed h'' e le due piastre i' ed i'', si mette il cerchio da sottoporsi ad esperimento e quindi i due pezzi g' e g''; se, mediante i due perni q' e q'', il tutto si unisce alle due forcelle u ed u', e se si fa agire la macchina, come per provocare la resistenza alla trazione, evidentemente sul cerchio predetto si provoca la resistenza alla trazione interna.

« Con diverse coppie di piastre i' ed i'' si possono sottoporre ad esperimento cerchiature di differenti diametri.

« Per avere un' idea dell' allungamento subìto dalla cerchiatura sotto l'azione di un determinato sforzo, può bastare una graduazione fissata al disco h' sulla quale scorre un nonio fermato al disco h''.

« È anche possibile determinare l'allungamento permanente di una cerchiatura per una determinata forza traente, e per raggiungere lo scopo basta seguire le norme state tracciate parlando delle esperienze sulla resistenza alla trazione longitudinale.

« Esperienze sulla resistenza alla pressione. — Per queste esperienze, i saggi da porsi in prova devono essere collocati fra un pezzo l' di acciajo unito alla piastra n del carretto (fig. 1, Tav. I) ed un pezzo l'' (fig. 5, Tav. II) da applicarsi al fulcro y (Tav. I) in luogo della forcella u'. I due pezzi l' ed l'' sono muniti di un piccolo foro nel senso del loro asse, onde potervi all'occorrenza adattare dei pezzi o dischi di riporto in acciajo, ed ottenere fra i piani di appoggio una distanza eguale alla lunghezza dei saggi.

« Lo strettojo e la stadera si impiegano per provocare e misurare la resistenza alla pressione in modo affatto analogo a quello già stato indicato per la resistenza alla trazione.

« Occorrendo di instituire esperimenti di elasticità, e quindi determinazioni di accorciamenti, si attacca fra due punti del corpo in prova un piccolo regolo graduato, con nonio e si procede analogamente a quanto si è detto per la resistenza alla tensione, tanto per valutare gli accorciamenti elastici, quanto per accertare gli accorciamenti permanenti.

« Le esperienze sulla resistenza alla pressione si possono anche fare a compressione libera o a compressione in matrice. Nel primo caso, essendo il saggio appoggiato solamente alle sue due estremità, sotto l'azione della forza premente può liberamente deformarsi; nel secondo caso, essendo esso mantenuto in apposita matrice, può solo accorciarsi ma non inflettersi.

« Per ora non è il caso di parlare della forma della matrice, giacchè, essendo questa un organo che deve essere fatto espressamente a seconda della qualità e della forma dei materiali su cui si opera, converrà occuparsene quando sia ben definito quali esperienze di questo genere si vogliono instituire. La lunghezza massima dei corpi su cui si può esperimentare la resistenza alla pressione è di m. 0,35.

« Esperienze sulla resistenza alla perforazione. — Si fanno queste esperienze in modo analogo a quello già stato indicato per la pressione. Si fissa alla piastra n (fig. 6, Tav. II) un pezzo di acciajo k' con un foro nel senso del suo asse; al pezzo l'', che è quello stesso per la pressione, si ferma il pezzo di acciajo k'' munito di un punteruolo k''' in acciajo temprato; e la lamiera o piastra da perforarsi si mette fra il pezzo k' ed il punteruolo predetto.

« Facendo agire la macchina come per provocare la resistenza alla pressione, si mette in giuoco nella piastra predetta la resistenza alla perforazione.

« Non è difficile di misurare l'avanzamento del punteruolo fino a raggiungere un dato sforzo, e quindi di instituire esperienze di elasticità sulla perforazione dei corpi solidi.

« Esperienze sulla resistenza alla flessione. — I saggi da sottoporsi ad esperimento si pongono fra la piastra n del carretto ed il sostegno C. Al fulcro y della leva (fig. 1, Tav. I) si applica il pezzo di acciajo t (fig. 7, Tav. II) il quale a distanze eguali dal suo mezzo porta i due taglienti m' e m''. Questi taglienti poi sono scorrevoli entro una scanalatura lasciata nel pezzo t, onde poterli porre a distanza più o meno grande, e la maggior distanza a cui si possono collocare è di 1 m. Il saggio, nel quale vuolsi provocare la resistenza alla flessione, si mette contro i detti taglienti, e nel suo punto di mezzo si fa agire un tagliente d'acciajo o'' fissato nel pezzo di ghisa p' che a sua volta è fermato nella piastra n. Non occorre dire come sia necessario un assortimento di pezzi p', variabili in altezza di centimetro in centimetro od anche di mezzo centimetro in mezzo centimetro onde instituire esperimenti per saggi di differente grossezza.

« Per misurare le saette d'inflessione si ha un regolo r' graduato in millimetri, sul quale può scorrere un ordigno a squadra avente un braccio s' foggiato a tubo. Questo tubo presenta un'apertura longitudinale destinata a lasciare scoperta una parte della graduazione del regolo predetto, e porta un nonio per la valutazione di frazioni delle divisioni della graduazione stessa. Il regolo r' si fissa al pezzo t con una vite di pressione, l'ordigno a squadra si dispone in modo che il suo braccio a tubo sia infilato sul detto regolo e che l'altro braccio sia verticale contro il corpo sottoposto a flessione. Facendo agire lo strettojo per produrre la flessione, questa si manifesta col piegamento del saggio e coll'avanzamento dell'ordigno a squadra; e la differenza fra le indicazioni del nonio per due determinati sforzi dà la saetta corrispondente alla differenza degli sforzi stessi.

« Non occorre indicare come si determinano le saette elastiche e permanenti, dopo quanto si è detto precedentemente parlando degli allungamenti elastici e permanenti; e basta notare che le indicazioni date dal misuratore della flessione possono essere affette da un piccolo errore, dipendente dal fatto che durante la flessione ha luogo una piccola penetrazione dei taglienti m' ed m'' nel saggio in prova. Per evitare questo errore basta impiegare tre apparecchi misuratori da applicarsi, uno nel mezzo dell' intervallo $m'm''$ e gli altri due presso i taglienti m' ed m'', ad egual distanza di quello di mezzo (fig. 8, Tav. II). Sottraendo dall'indicazione data dal primo misuratore la media aritmetica delle indicazioni date dagli altri due, si ottiene nella differenza la vera saetta di flessione per la lunghezza $t't''$ del corpo esperimentato.

« Esperienze sulla resistenza alla torsione. — Queste esperienze sono quelle che presentano maggiori difficoltà per essere eseguite in modo che cause estranee alle forze sotto le quali credesi di provocare la

resistenza alla torsione non influiscano sui risultamenti definitivi; ed ecco quali combinazioni si sarebbero adottate nella macchina di cui si discorre.

« Fra il sostegno C e lo zoccolo sottostante allo strettojo A (Tav. I), si è posta una piastra di ghisa π presentante una larga incavatura, nella quale, tolti i due tiranti o', si possono porre due ritegni di ghisa q' e q'' di forma parallelepipeda vuota (fig. 9, Tav. II). Questi ritegni sono destinati ad essere posti ad eguale distanza dall'asse della macchina e per fissarvi due corpi identici sui quali vuolsi esperimentare la resistenza alla torsione.

« Ben fissati i corpi da porsi in prova nei ritegni suddetti, in modo che i loro assi risultino verticali, si serrano le estremità superiori di ciascuno di essi in un robusto disco di acciajo r'_1. Questo disco presenta al disotto un' incavatura, entro la quale deve entrare la estremità superiore del corpo, e nel centro dell'incavatura esiste un piccolo tenone destinato a penetrare in un foro praticato nel corpo stesso in direzione del suo asse. La parte interna di questa incavatura presenta quattro intaccature 1, 2, 3 e 4, le quali servono, sia per fissare la testa del corpo nel disco r'_1, sia pel caso in cui la testa del corpo sia più piccola del vano che deve riceverla, giacchè allora si potrà ridurre questo vano a dimensioni convenienti mediante anelli di riporto. Se i corpi da esperimentarsi avessero sezione poligonale, converrebbe procurarsi anelli di analoga sezione.

« Il detto disco porta un braccio di leva v' e la sua faccia superiore consta di due parti piane 5, 6, 7, 8 e 5, 6, 7, 9 e 10, la prima delle quali è più bassa della seconda. Contro il risalto in acciajo 6 appoggia il ritegno d'acciajo d_1 il quale, fermato nel pezzo t che è quello stesso che serve per provocare la resistenza alla flessione, serve per trasmettere alla leva, e quindi alla stadera, lo sforzo sotto il quale si opera per produrre la torsione. Il ritegno d_1 non deve toccare la faccia 5, 6, 7, 8, ed il suo tagliente si trova sull'asse del disco e quindi sull'asse del corpo al quale il disco stesso è applicato onde provocare la resistenza alla torsione.

« Lo sforzo per provocare la resistenza alla torsione si ottiene col porre in azione lo strettojo. Questo sforzo, mediante il pezzo d'acciajo x' unito alla piastra n viene trasmesso alle estremità dei due bracci di leva v' e v''; e si ripartisce in modo da agire per metà sull'uno e per metà sull'altro dei due corpi in prova. Fissata la totale pressione che vuolsi esercitare sui due bracci di leva, si disporrà la stadera in guisa da essere capace di equilibrarla e quindi lentamente si farà agire lo strettojo. Quando la pressione, che questo esercita all'estremo dei due bracci di leva v' e v'' sarà uguale a quella P marcata dalla stadera, fatto questo che si manifesterà sulla stadera stessa, giacchè essa si mostrerà equilibrata, si potrà dire che alle estremità di ciascuno dei due bracci di leva avrà luogo la pressione $^1/_2$ P; che nel punto 6 si verificherà pure una pressione $^1/_2$ P diretta in senso contrario di quella che ha luogo all'estremo del braccio di leva v', che per conseguenza il disco a cui questo braccio è applicato si troverà sotto l'azione della coppia ($^1/_2$ P, — $^1/_2$ P); e che sotto l'azione di questa coppia dovrà girare nel senso della freccia φ e così provocare la resistenza alla torsione nel corpo cui questo disco è applicato.

« Si comprende facilmente come coll' indicata disposizione si possano instituire esperienze sulla resistenza elastica e sulla resistenza alla rottura, e come si possano anche misurare gli angoli di torsione coll'adattare al disco r'_1 un nonio il quale scorra in un arco graduato fissato ad un sostegno indipendente dal corpo sottoposto ad esperimento ed avente il suo centro sulla verticale determinata dall'asse del corpo stesso.

« Pregi e potenza della macchina. — La macchina della quale si è data la descrizione e si è indicato l'uso, ha sulle macchine analoghe finora conosciute i seguenti vantaggi; quello di prestarsi ad esperimentare tutte le resistenze, e non le sole di trazione, di pressione e di flessione; quello della grande potenza che la rende atta ad instituire esperimenti su corpi di grandi dimensioni ed a porli per conseguenza in condizioni identiche o prossime a quelle cui saranno per trovarsi nelle costruzioni. Le disposizioni per provocare le resistenze agli scorrimenti trasversale, longitudinale e laterale sono affatto nuove; come pure sono nuove, e degne di speciale menzione, quelle per provocare la resistenza alla torsione.

« Finalmente per dare un'idea della potenza della macchina, di cui si è data la descrizione e si è indicato l'uso, si crede opportuno di indicare le dimensioni dei saggi che con essa si possono rompere, considerando quei materiali che sono di uso più frequente nella pratica delle costruzioni.

Si possono rompere per trazione:

Legnami di essenza forte con sezione quadrata	di m. 0,14	di lato
Cilindri di ghisa	» 0,11	di diametro
Cilindri di ferro	» 0,07	»
Cilindri di acciajo	» 0,05	»

Si possono rompere per taglio o per scorrimento trasversale:

Cilindri di ghisa	di m. 0,09	di diametro
Cilindri di ferro	» 0,08	»
Cilindri di acciajo	» 0,06	»

Si possono rompere per pressione:

Prismi di legname di essenza forte con sezione quadrata . . .	di m. 0,16	di lato
Cilindri di ghisa	» 0,06	di diametro
Cilindri di ferro	» 0,07	»
Prismi di pietra calcare di media resistenza con sezione quadrata .	» 0,20	di lato
Prismi di granito con sez. quadrata	» 0,12	»
Pilastrini di mattoni di grande resistenza con sezione rettangolare .	» 0,24	per 0,25
Pilastrini di mattoni di media resistenza con sezione rettangolare .	» 0,24	per 0,38
Pilastrini di mattoni di poca resistenza con sezione rettangolare . . .	» 0,37	per 0,38

Si possono rompere per flessione:

Prismi di legname di essenza forte con sezione quadrata	di m. 0,30	di lato
Prismi di ghisa con sezione quadrata .	» 0,23	»
Prismi di ferro » »	» 0,18	»
Prismi di acciajo » »	» 0,12	»

Le rotaje per ferrovie ed anche le più resistenti travi in ferro che si trovano in commercio per soddisfare alle esigenze dell'arte edificatoria.

Si possono rompere per torsione:

Cilindri di legname di essenza forte	di m. 0,24	di diametro
Cilindri di ghisa	» 0,12	»
Cilindri di ferro	» 0,12	»
Cilindri di acciajo.	» 0,08	»

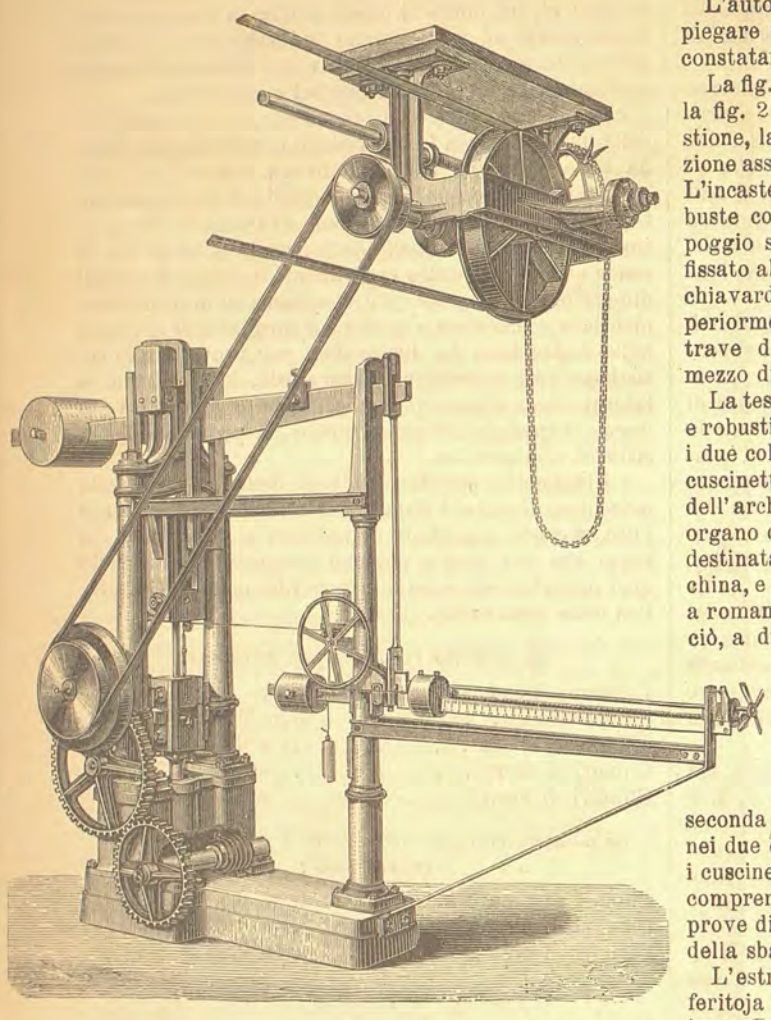


Fig. 1587.

« Che anzi, aumentando le dimensioni degli apparecchi apprensori dei corpi da sottoporsi ad esperimenti di torsione, si può operare su saggi metallici di dimensioni assai maggiori di quelle indicate.

« Le esperienze relative alla determinazione delle deformazioni elastiche, dovendosi fare sopra corpi in cui sia ben lungi dal verificarsi il fenomeno della rottura, si possono anche instituire sopra corpi con dimensioni molto maggiori di quelle state indicate ».

Macchina di Mohr, costrutta dalla « Mannheimer Maschinen - Fabrik » (Mohr e Federhaff) di Mannheim.

La nota Casa costruttrice di macchine Mohr e Federhaff di Mannheim è certamente, fra quelle che si occupano della costruzione di macchine per provare la resistenza dei materiali, una delle più importanti. Tra i varii tipi di queste macchine che essa fabbrica e mette in commercio, quello rappresentato dalle fig. 1 e 2 della Tav. III e dalla figura prospettica 1587 è uno dei più pregevoli e dei più noti in Italia, essendo posseduto da varii Istituti e Stabilimenti industriali, fra i quali citeremo il R. Museo industriale di Torino, la Società nazionale delle Officine di Savigliano, ecc.

L'autore di questo studio ha avuto occasione di impiegare ripetute volte detta macchina, ed ha potuto constatarne i pregi.

La fig. 1 della Tav. III rappresenta una vista di fianco, la fig. 2 una vista di dietro della macchina in questione, la quale, come si vede dalle figure, è di costruzione assai svelta, ed occupa, relativamente, poco spazio. L'incastellatura della macchina si compone di tre robuste colonne di ghisa A, A', B, le quali prendono appoggio sopra uno zoccolo Z, pure di ghisa, che viene fissato alla pietra di fondazione per mezzo di 4 robuste chiavarde. Le due colonne posteriori A ed A' sono superiormente collegate fra di loro da un massiccio architrave di ghisa T, ed alla colonna anteriore B per mezzo di due ferri a C, come T'.

La testa dell'architrave T dà passaggio ad una lunga e robustissima leva L L, la quale si appoggia, mediante i due coltelli *l*, che ne costituiscono il fulcro, sopra due cuscinetti *c* di acciajo portati dai due bracci verticali dell'architrave. Questa leva L L costituisce il primo organo di una bilancia differenziale a sistema di leve, destinata a trasmettere gli sforzi esercitati dalla macchina, e ridotti in una conveniente misura, alla bilancia a romano R R, su cui si leggono gli sforzi stessi. Per ciò, a distanze leggermente diverse dal suo fulcro, la leva L L porta due coltelli *a*, *a'* su cui si appoggiano due cuscinetti fissati inferiormente ai lati orizzontali superiori di due robusti telai rettangolari *b*, *b'* (fig. 1), i quali portano, sul lato orizzontale inferiore altri cuscinetti che servono di appoggio ai coltelli *i* ed *i'* di una seconda leva triangolare cortissima D, il cui fulcro è nei due coltelli *m*, *m*. Su questi coltelli si appoggiano i cuscinetti di altri due telai rettangolari *d*, *d'*, i quali comprendono fra di loro la *testa* a cui si fissa (nelle prove di resistenza alla trazione) l'estremità superiore della sbarra da provare.

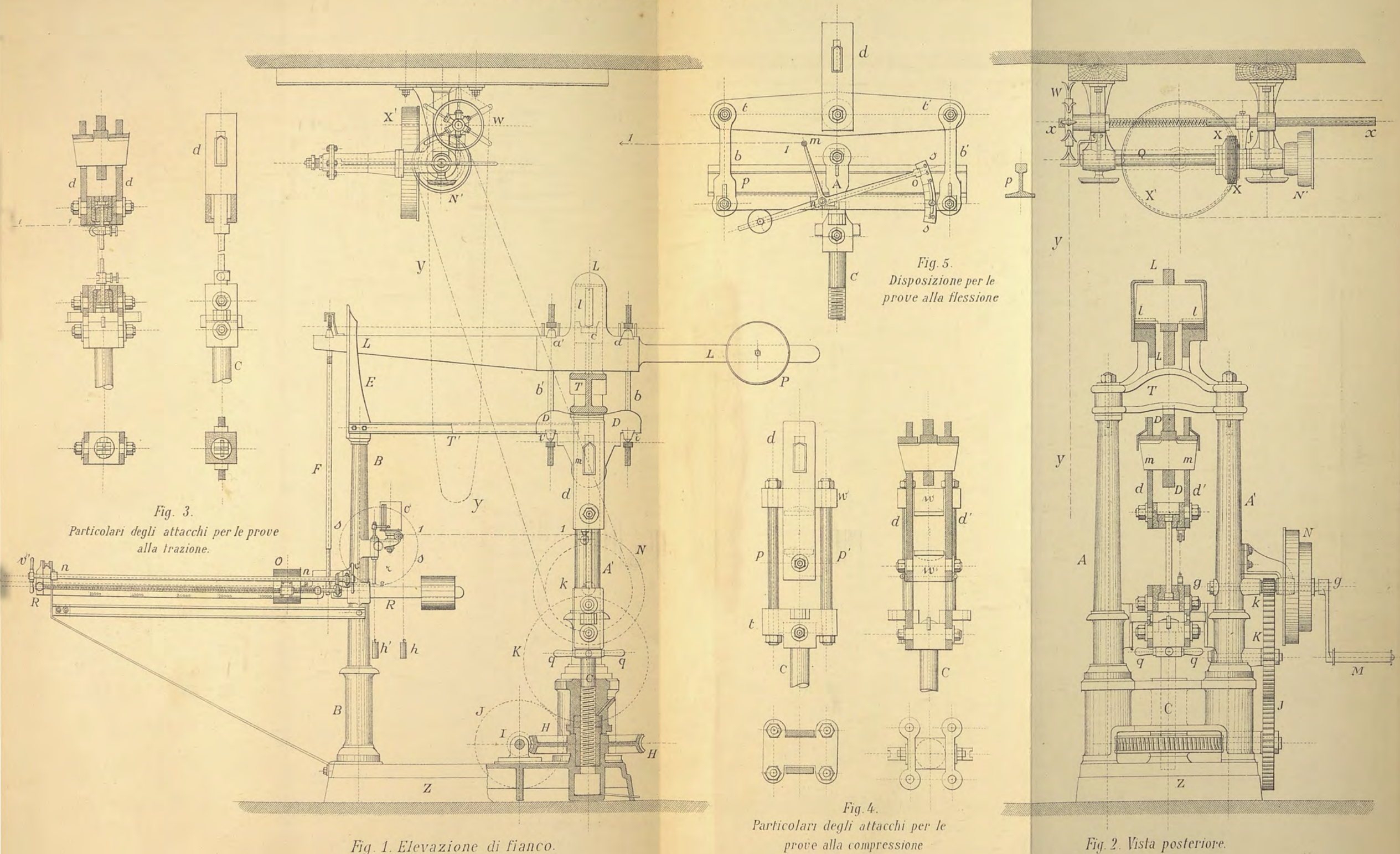
L'estremità anteriore della leva L attraversa una feritoja praticata nell'appendice superiore E della colonna B, e, per mezzo del tirante F, trasmette gli sforzi esercitati dalla macchina, e già ridotti dalla leva differenziale L L, alla bilancia a romano R R. L'estremità posteriore della stessa leva porta un contrappeso P.

La forza di trazione della macchina è di 50 000 chilogrammi; e questo carico può essere pesato mediante lo spostamento di 1 metro del romano O sulla leva della bilancia R R. Ciascuna delle divisioni minori segnate su quest'ultima corrisponde ad uno sforzo di 100 chilogrammi, ed il romano O porta un nonio per mezzo del quale si può leggere, coll'approssimazione di 10 chilogrammi, lo sforzo di trazione esercitato ad ogni momento dell'esperienza.

La manovra del romano è comodissima, e si fa per mezzo di uno qualunque dei due volantini *v*, *v'* calettati all'estremità di un alberetto *n n*, portato da due sopporti fissi all'intelajatura della macchina. Verso l'estremità posteriore di questo alberetto, in prossimità del fulcro della bilancia a romano, è calettata una piccola ruota dentata la quale ingrana con una ruota simile, calettata all'estremità di un secondo alberetto, filettato a vite perpetua, girevole entro due sopporti solidali alla leva della bilancia. Questo alberetto filettato attraversa una chiocciola praticata in un'appendice del romano O; per guisa che, facendo rotare uno dei due volantini *v* e *v'* il romano O si può spostare lungo la leva della bilancia su cui è infilato, in modo da fare costantemente equilibrio agli sforzi, gradatamente crescenti, esercitati dalla macchina.

MACCHINA DI MOHR PER ESPERIMENTARE LA RESISTENZA DEI MATERIALI ALLA TRAZIONE, ALLA COMPRESSIONE ED ALLA FLESSIONE

costrutta dalla *Mannheimer Maschinen Fabrik* (Mohr e Federhaff) di Mannheim.



Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lo sforzo di trazione viene esercitato per mezzo di una robustissima vite in acciajo fuso C, la cui estremità superiore, non filettata, si rende solidale alla seconda *testa* a cui si fissa (nelle prove di resistenza alla trazione) l'estremità inferiore del pezzo da provare. La sezione del pane di questa vite (ossia il *profilo della filettatura*) è un triangolo rettangolo, coi vertici arrotondati. Il lato orizzontale del triangolo è quello che sopporta tutta la pressione. Questa vite attraversa una chiocciola in bronzo fosforoso incastrata nella cavità interna del mozzo di una ruota dentata H i cui denti ingranano con una vite senza fine I orizzontalmente disposta e girevole entro due sopporti fissati al basamento della macchina.

L'albero di questa vite senza fine si prolunga al di là del sopporto di destra (fig. 2) per calettarvi una ruota dentata J la quale imbocca con una seconda ruota dentata K, di raggio alquanto maggiore, calettata sopra un alberetto girevole entro un sopporto solidale alla colonna in ghisa A'. Finalmente la ruota K riceve il movimento di rotazione da un rocchetto *k*, calettato sull'albero *g g* il quale può essere messo in moto, sia a mano per mezzo della manovella M, sia mediante le puleggie a disco N, per mezzo di cinghie e trasmissione.

La trasmissione destinata a mettere in azione la macchina deve essere tale da permettere, per un dato numero, costante, di giri dell'albero di trasmissione principale, di imprimere alle puleggie N delle velocità angolari variabili in modo continuo da zero fino ad un valore massimo, allo scopo di poter regolare l'andamento dell'esperienza secondo la natura del materiale da provare, secondo la grossezza del pezzo di prova, e secondo il carattere di maggiore o minore precisione che deve presentare la prova stessa. La disposizione a tale effetto addottata dalla casa costruttrice è rappresentata, in alto, dalle figure stesse 1 e 2, e consiste nello interporre, fra l'albero di trasmissione principale e le puleggie motrici della macchina un albero di rimando Q (fig. 2), su cui sono calettate le puleggie N' collegate per mezzo di cinghia alle N, e che può ricevere una velocità di rotazione piccola quanto si vuole mediante un *innesto di frizione a dischi, a rapporto variabile di velocità*, di cui diamo qui appresso la descrizione.

L'albero Q, fra i due sopporti pendenti che lo sorreggono, porta un disco X, il cui mozzo è infilato sull'albero stesso mediante una lunga chiavetta fissata a freddo che gli impedisce di rotare sull'albero, ma gli permette di spostarsi longitudinalmente sul medesimo. Lo spostamento si ottiene facendo girare attorno al proprio asse, per mezzo della catena *y y* accavalciata sulla puleggia W, l'alberetto *x x* su cui quest'ultima è calettata. L'alberetto *x x* è filettato, e quindi girando spinge innanzi il braccio *f* che comanda il disco X, imperocchè la parte superiore di questo braccio porta un occhio funzionante da chiocciola della vite praticata su *x x*. Un secondo disco X', di dimensioni maggiori, è collocato di fronte al disco minore X, in modo che i piani dei due dischi sono normali l'uno all'altro. La periferia del disco X è rivestita di cuojo, e si appoggia, con una certa pressione, contro la faccia piana del disco X', di ghisa. Quest'ultimo ha la sua periferia foggiata come quella delle puleggie ordinarie, e su questa periferia si avvolge una cinghia che trasmette il movimento dall'albero della trasmissione principale (o direttamente dal motore) al disco-puleggia X'. Questo, in virtù dell'attrito che si sviluppa fra la sua superficie piana e la superficie cilindrica, rivestita di cuojo, della puleggia X, comunica alla medesima un moto di rotazione, che, per mezzo delle puleggie N ed N', viene trasmesso alla macchina. Ora si comprende come la velocità di rotazione del disco X, e perciò delle puleggie N ed N', sarà tanto maggiore quanto più il disco stesso si troverà distante dal centro del disco X', e che, quando la periferia del disco X si troverà esattamente di fronte a questo centro, l'albero Q non riceverà alcun movimento. Prima di dare il moto alla macchina si manovra la catena *y* in modo da portare appunto il disco X sul centro del disco X'; quindi si mette in movimento quest'ultimo, ed allora si sposta, per mezzo della catena di manovra, il disco X fino a tanto che le puleggie N della macchina abbiano assunta la velocità di rotazione che si giudica conveniente. Volendo accelerare l'esperienza si allontana maggiormente il disco X dal centro del disco X'; e volendo arrestare la macchina, sia perchè si desideri fare una sosta nell'esperienza, sia perchè questa è terminata, si riporta il disco X sul centro di X'. Il trasporto del disco X deve sempre farsi mentre è in moto il disco X'.

Rotando, in virtù del descritto sistema di ingranaggi, la vite C, questa si abbassa e quindi esercita sul pezzo tenuto fermo superiormente, uno sforzo di trazione ognor crescente, per fare equilibrio al quale bisogna spostare, sulla rispettiva bilancia, il romano O, manovrando uno dei volantini *v*, *v'*. Volendo, ad un certo punto della prova, *scaricare* il pezzo esperimentato, basta portare il disco X dalla parte opposta del centro del disco X'; quello assumerà allora evidentemente un moto di rotazione in senso contrario, che si trasmetterà parimenti alla macchina; la vite C si innalzerà, ed il pezzo si troverà in breve *scaricato*.

La vite di trazione C porta sulla sua testa una traversa in acciajo fuso, guidata a guisa di un pattino fra le due colonne A, A', e collegata alla *testa* di attacco inferiore del pezzo di prova. La testa della vite è attraversata da una robusta chiavetta che impedisce alla medesima di girare quando la chiocciola è posta in movimento. Però, togliendo la detta chiavetta, la vite può essere fatta girare liberamente a mano, per mezzo di quattro manubrii *q*, *q*, ciò che semplifica grandemente, rendendola molto più spedita, la messa in posizione della sbarra di prova.

(Nelle macchine di più recente costruzione, invece dei manubrii *q*, *q*, la testa della vite porta, calettata, una ruota conica che riceve il movimento da un piccolo pignone calettato sopra un alberetto che si può far girare mediante una manovella amovibile).

Le sbarre ed i prismi sperimentati si trovano nella macchina in una posizione e ad un'altezza tale da poter essere comodamente sorvegliati ed ispezionati da ogni lato.

Uno dei pregi di questa macchina consiste nell'*apparecchio registratore* di cui essa è provveduta e che fornisce, in modo semplice ed ingegnoso, un diagramma esatto dell'esperienza (vedi fig. 1588), il quale indica, ad ogni istante, l'andamento dei fenomeni elastici. Ecco in che consiste detto apparecchio registratore dei diagrammi.

Dalla colonna anteriore della macchina, B, sporge internamente un braccio che porta un cilindro *o*, girevole attorno ad un asse verticale, e sul quale si può addattare un foglio di carta, tenutovi aderente da due linguette di acciajo. Inferiormente al cilindro è disposta, sul suo asse, una puleggina su cui si avvolge un cordoncino l, l di seta (o di finissimi fili di ferro dolce) il quale è fissato per un'estremità ad un punto della periferia della puleggia, e, dopo aver dato sulla medesima

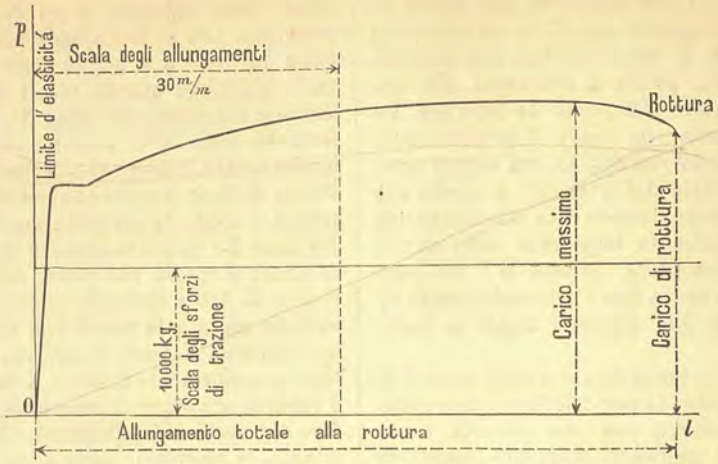


Fig. 1588.

alcuni giri, se ne diparte in direzione orizzontale per andare ad accavalciarsi sopra una puleggina portata dalla *testa* d'attacco superiore, fissa, del pezzo di prova, e quindi discendere verticalmente ad attaccarsi alla *testa* d'attacco inferiore, mobile.

Quando questa seconda testa, nel corso dell'esperienza, discende, allontanandosi dalla testa fissa, il cordoncino 1, 1 fa evidentemente rotare il cilindro *o*. Un contrappeso *h*, portato da una cordicella avvolta, in senso contrario alla 11, sull'asse del cilindro *o*, fa equilibrio alla tensione di quest'ultima.

Contro la superficie del cilindro *o* è mantenuta, per mezzo di una molla, e leggermente premuta, la punta di una matita disposta orizzontalmente secondo un raggio del cilindro, e portata da un portamatita *r* che può muoversi in direzione verticale. Il gambo di questo portamatita è foggiato a dentiera, ed ingrana con una piccola ruota dentata calettata sopra un alberetto che porta, esternamente, una puleggia *s* (di diametro molto più grande che quello della ruota dentata) su cui si avvolge un secondo cordoncino 2,2, il quale se ne diparte inferiormente, in direzione orizzontale, per andare ad attaccarsi, per mezzo di un uncinetto, ad un occhio fissato al romano O della bilancia. Quando questo si sposta verso l'estremità anteriore della macchina la funicella 2,2 farà rotare la puleggia *s*, e quindi il portamatita si innalzerà. Un contrappeso *h'* attaccato inferiormente al gambo di quest'ultimo serve a mantenere la voluta tensione nella funicella 2,2, tendendo a fare discendere il portamatita.

Collocato il pezzo da provare, e messa in azione la macchina, il cilindro *o* comincierà a rotare con una velocità periferica proporzionale alla velocità con cui si abbassa la vite C, ossia gli spostamenti del cilindro rispetto alla matita (supposta fissa) saranno proporzionali agli allungamenti della sbarra provata alla tensione. Nello stesso tempo, crescendo gli sforzi esercitati dalla macchina sulla sbarra, l'operatore, per tenere la bilancia a romano in equilibrio dovrà spostare il romano O verso l'estremità della medesima, e quindi produrrà l'innalzamento del portamatite. È quindi evidente che la punta della matita traccerà sulla carta avvolta sopra il cilindro *o*, che gli si sviluppa dinnanzi, una linea le cui ascisse rappresentano, in una certa scala gli allungamenti subìti dal pezzo in prova, e le cui ordinate rappresentano i carichi successivamente portati dal pezzo.

Gli assi delle coordinate si sogliono tracciare sulla carta avvolta sul cilindro, prima di dar principio alla esperienza, facendo anzitutto rotare a mano, di una quantità conveniente, il cilindro contro la punta fissa della matita (con che si traccia l'asse delle ascisse, ossia degli allungamenti *Ol*, vedi fig. 1588), e poscia, dopo aver lasciato che il contrappeso *h* faccia ritornare il cilindro nella sua posizione iniziale, sollevando, pure a mano, il portamatite (e con ciò si traccia l'asse delle ordinate, cioè dei carichi *Op*) che il contrappeso *h'* riporterà esattamente alla posizione iniziale.

Prima poi di mettere la macchina in azione bisogna assicurarsi che tanto la funicella 1, 1, destinata a trasmettere gli allungamenti, quanto la 2, 2, trasmettente gli spostamenti del romano O, siano ben tese. Queste funicelle devono essere flessibilissime, e non devono presentare sotto le tensioni prodotte dai rispettivi contrappesi, allungamenti sensibili.

La macchina che abbiamo descritto si presta non soltanto ad eseguire le esperienze di resistenza alla trazione, ma ancora quelle di resistenza alla compressione, ed alla flessione. Basta per ciò cambiare, per ognuna di queste prove, gli organi d'attacco compresi fra le due piastre rettangolari *d*, *d'* sospese ai coltelli di fulcro della leva triangolare D, e la testa della vite C.

Nelle fig. 1 e 2 della Tav. III è rappresentata la forma e la disposizione di questi organi per le prove di resistenza alla trazione su sbarre cilindriche; la figura 3 rappresenta il modo di attacco delle sbarre piatte.

Per le *prove di resistenza alla compressione* si addatta alla testa della vite C una traversa *t* da cui si innalzano verticalmente due montanti *p*, *p'* (figura 4) che portano alla loro estremità superiore una delle teste, *w*, fra cui deve essere serrato il prisma da sperimentare. L'altezza dei montanti è tale che questa testa viene a trovarsi al disopra della seconda testa *w'*, portata dalle staffe *d d'*, che sono, esse pure, più lunghe di quelle che servono per le prove di trazione. In forza di questa disposizione è evidente che, restando identico il funzionamento della macchina, cioè abbassandosi la vite C, e con essa la testa *w* (mentre la *w'* è immobile), il prisma compreso fra le due teste viene schiacciato.

Affinchè il prisma compresso venga uniformemente sollecitato su tutta la sua superficie di appoggio, ossia per evitare i *carichi unilaterali*, si frappongono, fra il prisma e ciascuna delle due teste *w* e *w'* due piastre di acciajo, provviste sopra una faccia di una sporgenza esattamente lavorata secondo una calotta sferica (vedi

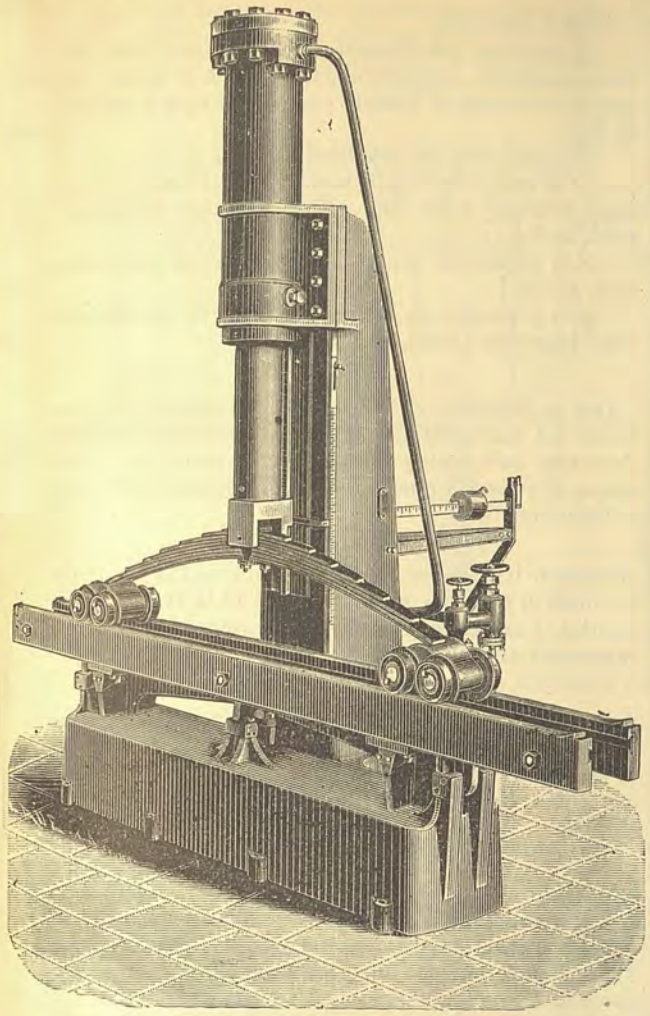


Fig. 1589.

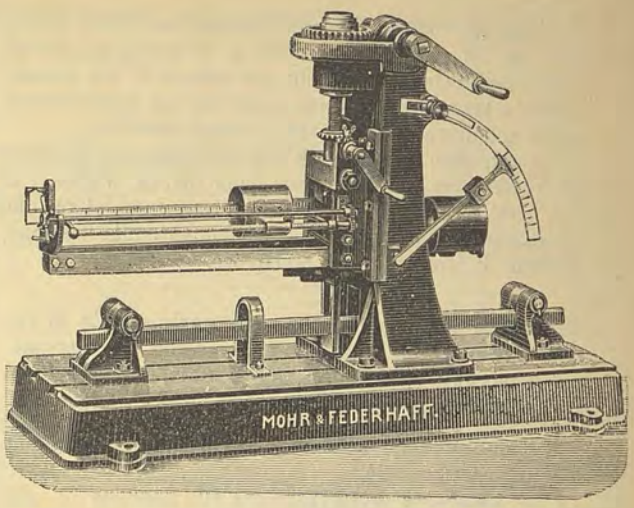


Fig. 1590.

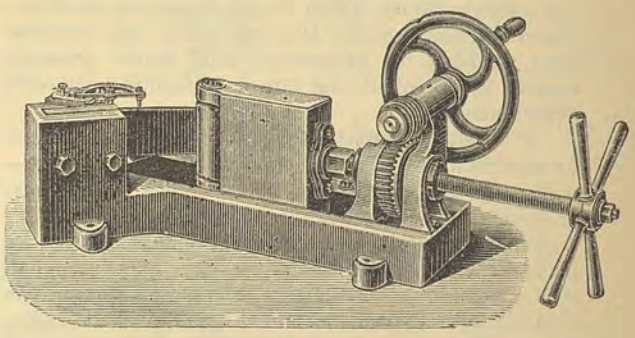


Fig. 1591.

fig. 4, Tav. III), la quale si addatta entro una cavità corrispondente praticata su ognuna delle due teste *w* e *w'*, mentre l'altra faccia, quella cioè che si trova a contatto col prisma di prova, è perfettamente spianata. Le due calotte vengono spalmate d'olio, e quindi le piastre assumono con tutta facilità quella piccola inclinazione rispetto all'orizzonte che potesse essere richiesta da una imperfetta lavorazione del prisma di prova, cioè da una differenza di altezza nei suoi varii punti. (L'adesione prodotta dall'olio basta per sostenere la piastra superiore contro la rispettiva testa *w* fin tanto che essa non si appoggia ancora sulla faccia superiore del prisma da sperimentare).

Per le *prove di resistenza alla flessione* si addatta e si fissa ai telai *d d'* della bilancia differenziale, invece della *testa* destinata alle prove di trazione e di compressione, una robusta traversa *t t* (figura 5) dalle cui estremità pendono due bracci *b*, *b'*, distanti esattamente di 1 metro. Questi bracci portano inferiormente dei *coltelli* orizzontali sui quali viene collocato il pezzo da esperimentare alla flessione che in figura è rappresentato da una rotaja *p;* sopra questo pezzo, in corrispondenza del suo punto di mezzo, si appoggia un terzo *coltello* portato da una testa A che si rende solidale alla vite di trazione C.

Ai due coltelli estremi è collegato un regolo munito di una leva a squadra *m n o*, di cui l'estremità *o* del braccio più lungo, munita di nonio, segna sopra un arco graduato *s s* le saette d'inflessione, ingrandite in una certa scala, mentre l'estremità *m* del braccio più corto è collegata alla funicella 1, 1 che va all'apparecchio dei diagrammi.

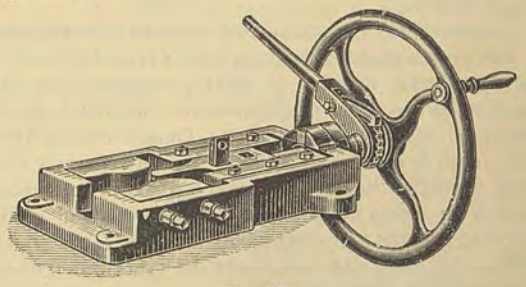


Fig. 1592.

Nelle macchine di più recente costruzione, come è quella posseduta dal R. Museo industriale, questa disposizione per eseguire gli esperimenti sulla flessione è stata alquanto modificata.

La fig. 1587 rappresenta, in prospettiva, la macchina di Mohr e Federhaff sopra descritta.

Le fig. 1589, 1590, 1591 e 1592 poi rappresentano altre macchine speciali per le prove di resistenza dei materiali, costrutte dalla stessa Casa costruttrice.

Nella fig. 1589 è rappresentata una *macchina idraulica per la prova delle molle a balestra*, in cui gli sforzi sono ottenuti, non più per mezzo di un meccanismo a leve ed ingranaggi mosso da una trasmissione, ma sì coll'ajuto di una potente pressa idraulica.

La fig. 1590 rappresenta una macchina per le prove di *resistenza alla flessione* della sbarre di ghisa; le fig. 1591 e 1592 finalmente rappresentano altre due piccole macchine, per provare, parimente alla flessione, striscie di lamiere, ferri piatti, ecc.

Macchine per esperimentare le varie specie di resistenze dei materiali, sistema Thomasset, costrutte da Vollot et Badois, ingegneri costruttori a Parigi.

Le macchine del sistema Thomasset si distinguono per tre particolarità:

1° Le sbarre da provare, sia alla flessione od alla torsione che alla trazione od alla compressione, vengono collocate sulla macchina in posizione orizzontale, ed in direzione orizzontale si esercitano dalla macchina gli sforzi destinati a cimentare le sbarre stesse; il che, se riduce considerevolmente l'altezza delle macchine, dando loro l'aspetto di lunghi banchi, ne aumenta l'area occupata in pianta. Oltre di ciò la pratica ha dimostrato che, per le prove alla trazione ed alla compressione, la posizione orizzontale delle sbarre presenta qualche inconveniente dal lato della facilità e comodità della manovra.

2° Gli sforzi esercitati vengono misurati, non più con un sistema di leve facenti capo ad una bilancia a romano, ma bensì per mezzo di un semplice *apparecchio dinamometrico a mercurio* che costituisce la caratteristica essenziale delle macchine sistema Thomasset, e permette una grande semplificazione nel sistema di leve destinato a trasmettere gli sforzi, sistema che viene ridotto ad una sola leva a squadra robustissima, il cui piano è verticale, ed il cui fulcro si trova nel vertice dell'angolo retto formato dai suoi due bracci. Il braccio corto della leva è verticale; ad esso vengono direttamente trasmessi, senza alcuna riduzione, gli sforzi esercitati dalla macchina, in direzione orizzontale; il braccio lungo è orizzontale, e la sua estremità si appoggia sul coperchio dell'apparecchio dinamometrico, cui trasmette gli sforzi, ridotti nel rapporto dei due bracci di leva.

L'apparecchio dinamometrico consiste essenzialmente in una grossa scodella di ghisa (detta il *moltiplicatore*) poco profonda, a guisa di piatto, riempita d'acqua, e coperta da un disco di caoutchouc chiudente esattamente ed appoggiato sull'acqua. Questo disco è fissato per mezzo di bulloni alla flangia in cui risvolta l'orlo della scodella. Sul medesimo si appoggia un secondo disco o coperchio di ghisa da cui s'innalza, nel centro, un corto gambo terminante in un coltello; su questo coltello è appoggiata l'estremità del braccio orizzontale della suddetta leva a squadra.

La capacità della scodella comunica, mediante un piccolo tubo, con il pozzetto o serbatojo di un manometro a mercurio, ripieno di mercurio e d'acqua, la quale si trova per tal modo in comunicazione coll'acqua contenuta nella scodella.

Esercitando una pressione sul coperchio metallico della scodella, questo, per mezzo del disco di caoutchouc, trasmette la pressione all'acqua e quindi al mercurio contenuto nel pozzetto, il quale si eleverà nel tubo manometrico di vetro, aperto superiormente.

Se si indica con:

P lo sforzo (di trazione, per esempio) esercitato dalla macchina, sopportato dalla sbarra di prova, e da questa trasmesso al braccio corto della leva a squadra, in Kg.;

k il rapporto dei due bracci di leva;

Q la pressione totale esercitata dal braccio lungo della leva sul coperchio dell'apparecchio dinamometrico, in Kg.;

S la superficie premuta dell'acqua nel moltiplicatore, in dm^2;

q la pressione in Kg. che si esercita su ogni dm^2 della superficie stessa, — si avrà:

$$P = kQ = kqS.$$

Ora la pressione q è misurata dall'altezza della colonna del mercurio nel tubo manometrico al disopra dello zero della scala graduata di cui è provvisto il tubo stesso. Dicendo h questa altezza, in decimetri, si avrà evidentemente

$$q = 13{,}6\ h$$

(ritenendo il peso specifico del mercurio = 13,6); e quindi lo sforzo di trazione a cui è soggetta la sbarra sperimentata è espresso, in funzione dell'altezza della colonna manometrica, dalla formola:

$$P = h(k\,S.\,13{,}6).$$

La quantità k S. 13,6 è costante per una data macchina, e si chiama appunto la *costante della macchina*. Il suo valore viene sempre indicato dal fornitore della macchina; del resto è facile ricavarlo mediante misure dirette.

Dicendo α questo valore si ha, finalmente:

$$P = \alpha h.$$

Del resto non è necessario nemmeno conoscere α, perchè la scala del manometro è graduata in modo che su di essa si leggono direttamente gli sforzi P in Kg. esercitati, in qualsiasi momento, dalla macchina.

L'abbassamento del coperchio del moltiplicatore, ossia dell'estremità del braccio lungo della leva a squadra, è uguale in ogni istante all'altezza della colonna del mercurio nel tubo manometrico divisa per il rapporto della superficie S alla sezione trasversale del tubo stesso. Siccome questo rapporto è sempre molto grande, gli abbassamenti risultano piccolissimi, ossia di pochi decimi di millimetro, ciò che è una condizione essenziale della tenuta e della buona durata del disco di gomma. — La scodella, il pozzetto del manometro ed il tubo di comunicazione, devono essere perfettamente ripieni di liquido privo d'aria.

3° Gli sforzi esercitati dalla macchina vengono sviluppati (in tutte le macchine Thomasset, fuori che in quelle destinate agli esperimenti sulla torsione) da una pressa idraulica, lo stantuffo della quale è reso solidale con un'estremità della sbarra da provare mentre l'altra estremità è collegata al braccio corto della leva a squadra trasmettente gli sforzi all'apparecchio dinamometrico (vedremo fra breve la disposizione speciale adottata per le prove alla flessione). — Per azionare questa pressa idraulica il Thomasset è stato indotto a respingere l'uso delle cosidette *pompe di forza*, le quali producono l'aumento di pressione a scatti, con danno della macchina e della regolarità degli esperimenti, e adottò invece una specie di pompa ad azione continua, ossia un *compressore steridraulico* il quale differisce da quello dei sigg. Desgoffe e Ollivier, descritto a pag. 1246, perchè la pressione è prodotta da uno stantuffo tuffante che viene lentamente, ed in modo

MACCHINA DI THOMASSET

per provare le resistenze alla flessione ed alla compressione (della forza di 50 tonn.).

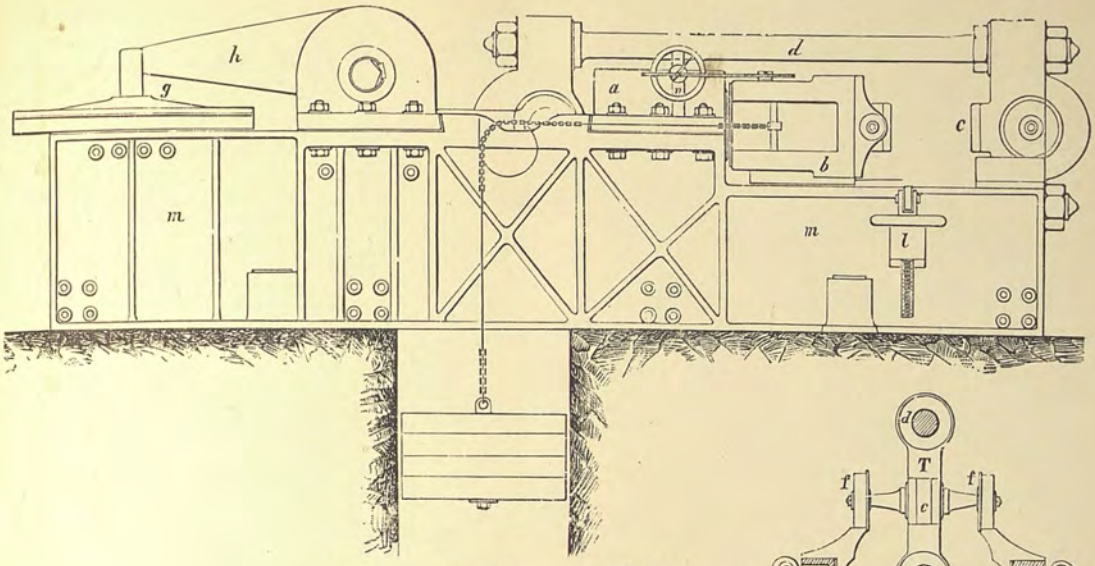


Fig. 1. — Elevazione (vista di fronte).

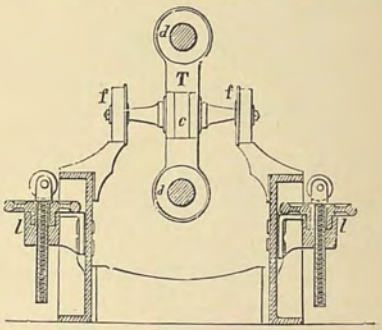


Fig. 2. — Sezione secondo A B.

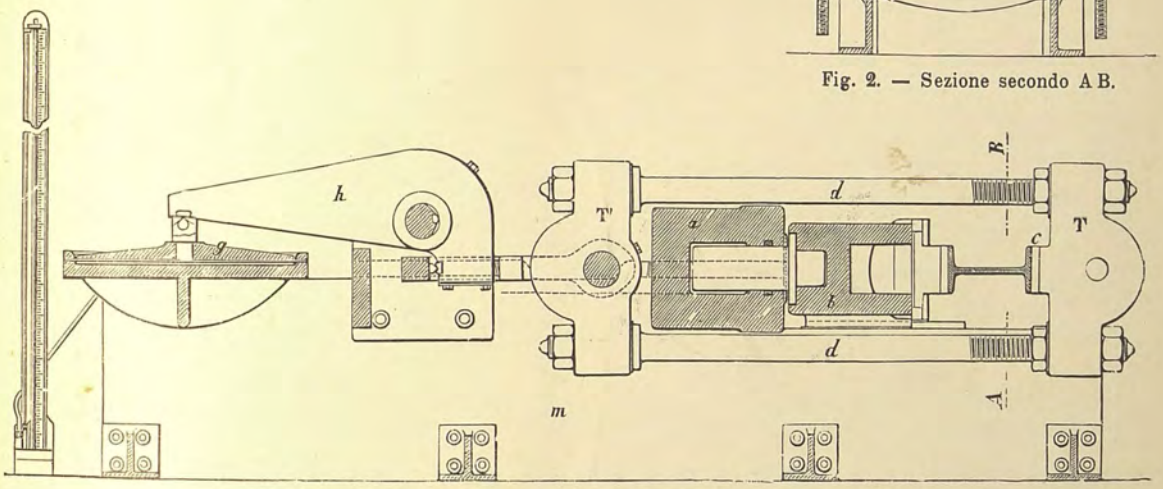


Fig. 3. — Sezione longitudinale.

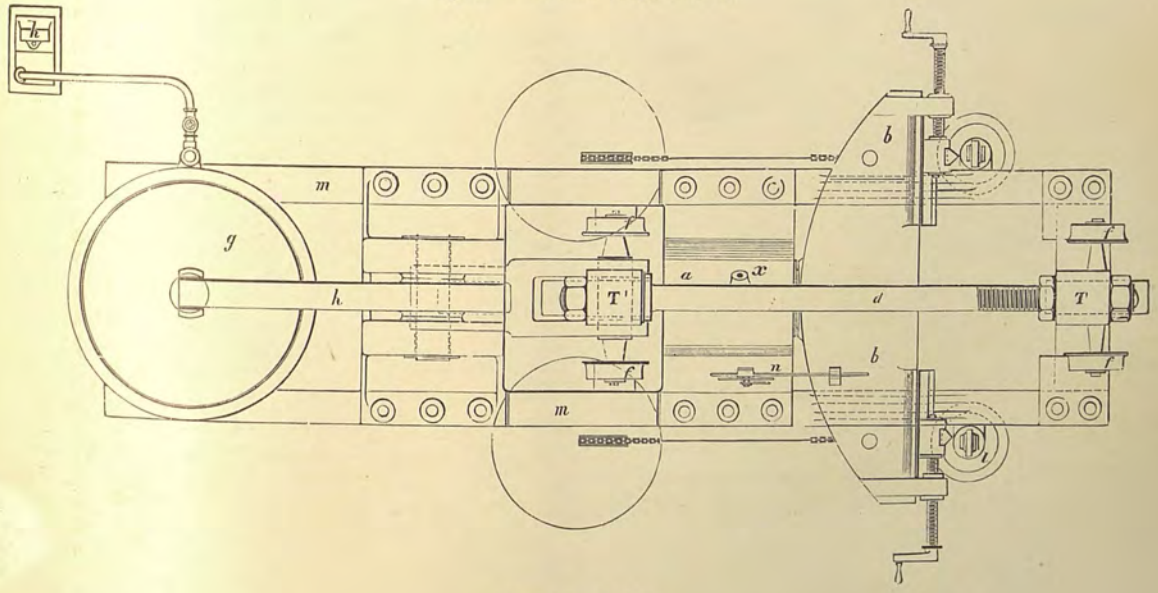


Fig. 4. — Pianta.

Unione Tip.-Editrice Torinese.

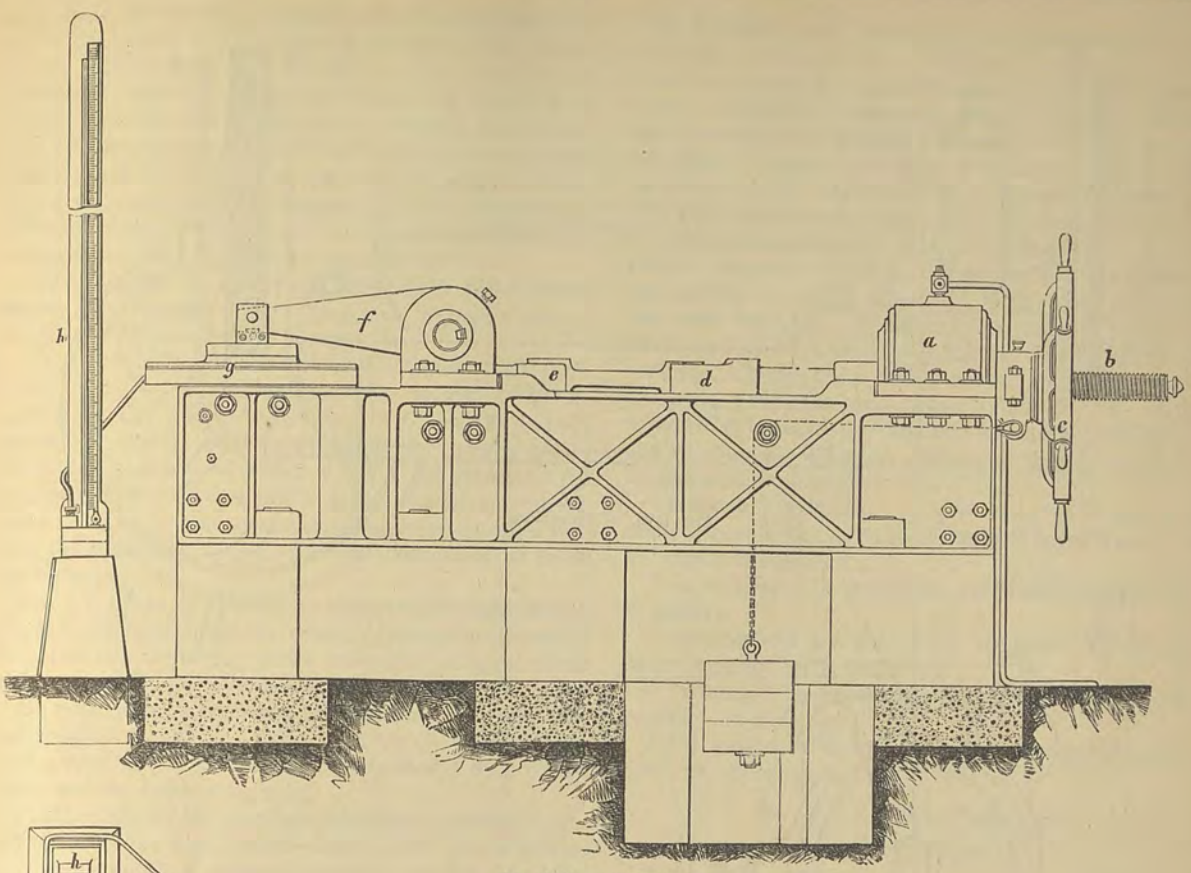


Fig. 1593. — Elevazione.

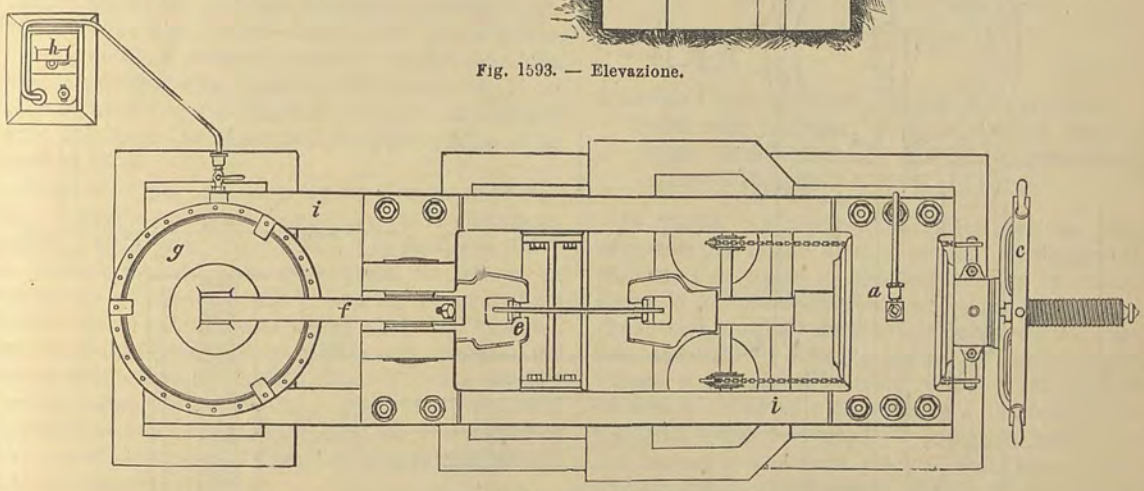


Fig. 1594. — Pianta.

Macchina sistema Thomasset per provare la resistenza alla trazione, costrutta da Vollot et Badois (della forza di 50 tonn.).

continuo, cacciato nel cilindro del compressore per mezzo di un sistema d'ingranaggi che dànno moto ad una chiocciola in cui entra l'estremità superiore filettata del gambo di detto stantuffo. — Mediante un volante a manubrii si può, con piccolo sforzo, dar moto al sistema d'ingranaggi, producendo così un aumento lento quanto si vuole, e, ciò che più importa, continuo e senza sbalzi, della pressione nel cilindro del compressore e quindi anche in quello della pressa idraulica della macchina, a cui il primo è collegato per mezzo di un piccolo tubo.

Passiamo ora alla descrizione delle macchine sistema Thomasset, descrizione che riescirà più chiara e più breve dopo le suddette premesse che ci dispenseranno da inutili ripetizioni.

1. *Macchina per provare le resistenze alla flessione ed alla compressione* (fig. 1, 2, 3 e 4, Tav. IV). — Le figure rappresentano la macchina pronta per eseguire le prove di resistenza alla flessione sopra un ferro a doppio T. Questo (od altra sbarra che si tratti di provare alla flessione) viene collocato orizzontalmente fra il coltello centrale *c*, solidale alla robusta traversa in ghisa T (fig. 2, 3 e 4, Tav. IV) ed i due coltelli laterali di cui è provvisto il pezzo *b* contro cui si esercita, nel suo punto di mezzo, la pressione della pressa idraulica destinata a produrre gli sforzi di compressione. — I due suddetti coltelli possono spostarsi, per mezzo di due manovelle (fig. 4, Tav. IV), lungo il pezzo *b*, in guisa da far variare, entro dati limiti, la distanza orizzontale dei due punti d'appoggio laterali della sbarra da provare dal

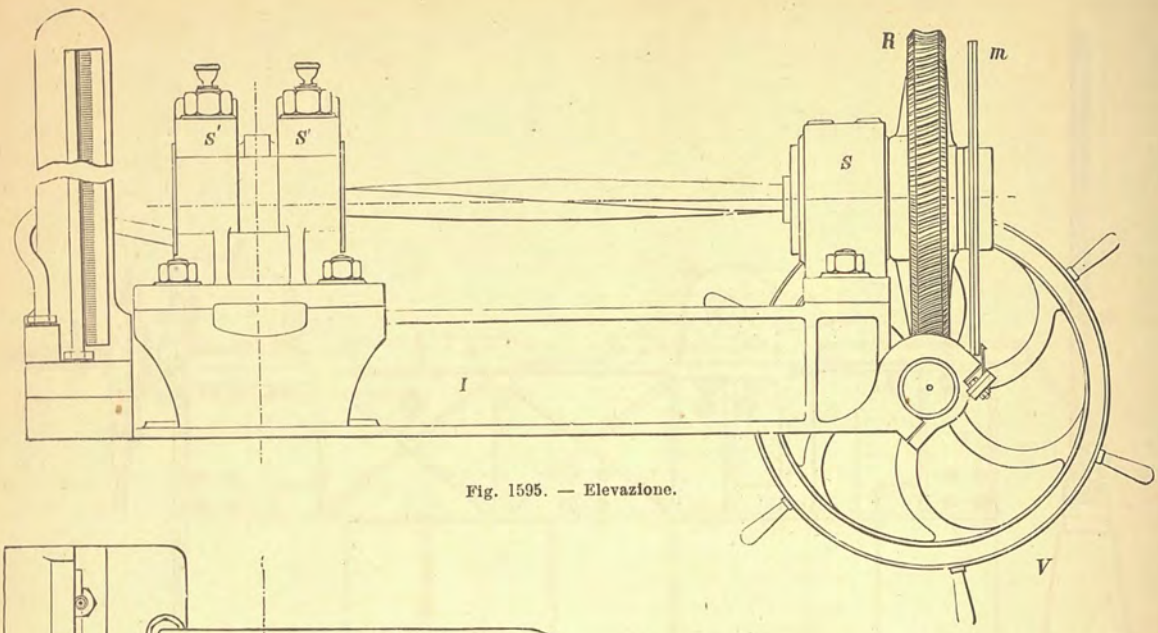


Fig. 1595. — Elevazione.

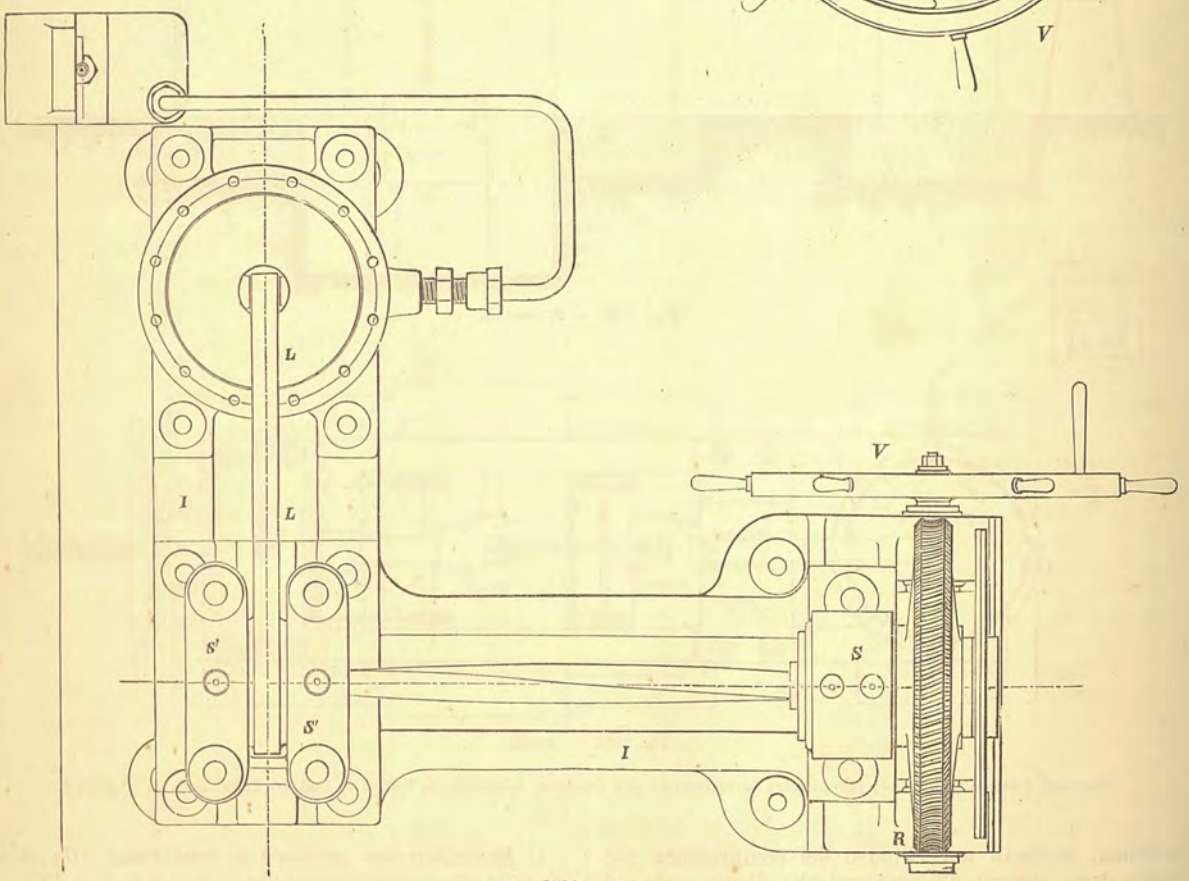


Fig. 1596. — Pianta.

Macchina Thomasset per provare la resistenza alla torsione.

punto d'appoggio centrale, rappresentato dal coltello fisso *c*. Al pezzo *b* vengono ad attaccarsi lateralmente le estremità di due catene le quali si accavalciano su due puleggie disposte sui fianchi dell'intelajatura *m* della macchina e sono caricate, all'estremità dei loro tratti pendenti verticalmente, da due contrappesi nascosti entro cavità praticate nella fondazione della macchina (fig. 1 e 4, Tav. IV); questi contrappesi tendono continuamente a trarre indietro il pezzo *b*, e servono quindi ad attutire l'urto che si produce quando avviene la repentina rottura del pezzo, ed a riportare il detto pezzo *b* al principio della sua corsa per una nuova esperienza. Contro il punto di mezzo del pezzo *b* si appoggia, in opportuna cavità cilindrica, il gambo dello stantuffo della pressa idraulica, il cui cilindro *a* è fissato, per mezzo di chiavarde, all' intelajatura *m* della macchina.

Injettando, per mezzo del compressore steridraulico, l'acqua nel cilindro *a*, lo stantuffo viene spinto verso il pezzo *b*, il quale trasmette la pressione alla sbarra da

provare, e, per mezzo di questa, al coltello c della traversa T. Questa è rigidamente collegata, per mezzo di due robusti tiranti orizzontali *d*, *d*, ad una analoga traversa T' che a sua volta è collegata, per mezzo di un telajo di cui appare chiaramente la forma dalla fig. 4, Tav. IV, al braccio corto verticale della leva a squadra *h* (fig. 1, 3 e 4, Tav. IV), il cui braccio più lungo, orizzontale, si appoggia, alla sua estremità, sopra il coperchio *g* dell'apparecchio dinamometrico, il quale comunica, per mezzo di un tubo di rame, col manometro *h*.

Per tal modo la pressione sopportata dalla sbarra che si esperimenta viene trasmessa integralmente al braccio corto della leva a squadra *h*.

Il sistema delle due traverse T e T' e dei tiranti *dd* è sopportato (nel modo chiaramente indicato dalle figure 2 e 4, Tav. IV) da 4 rotelle *f*, *f*, *f*, *f*, affine di permettere i leggieri spostamenti subìti dal sistema stesso (spostamenti che sono uguali a quelli dell'estremità del braccio corto verticale della leva a squadra, e questi, come vedemmo, sono piccolissimi), e permettere il *rinculo* del medesimo quando avviene la rottura dei solidi sperimentati.

Per tal modo la pressione sopportata dalla sbarra che si esperimenta, nel suo punto di mezzo (trattandosi di prove alla flessione) viene trasmessa integralmente al braccio corto della leva a squadra *h*.

La macchina è provvista, lateralmente, di due piccoli martinelli a vite, *l*, *l* (fig. 1, 2 e 4, Tav. IV), destinati a facilitare il collocamento della sbarra da provare alla flessione sulla macchina.

Finalmente un indicatore a quadrante *n* serve a misurare le saette d'inflessione delle sbarre sperimentate.

L'acqua sotto pressione è fornita a questa macchina da un compressore steridraulico a 500 atmosfere, il cui cilindro comunica con quello dello strettojo *a* mediante un tubo che viene ad innestarsi su quest'ultimo superiormente, in *x*.

2. *Macchina per provare la resistenza alla trazione.* — Questa macchina, rappresentata in elevazione dalla fig. 1593 ed in pianta dalla fig. 1594, non differisce sostanzialmente dalla precedente se non per la posizione del cilindro *a* della pressa idraulica, il quale si trova verso un'estremità della macchina, mentre nella prima esso occupa una posizione intermedia fra l'apparecchio dinamometrico, il quale si trova sempre ad un'estremità della macchina, e l'estremità opposta, dove si collocano i solidi da sperimentare. Questa disposizione rende notevolmente più semplice la costruzione della macchina.

L'acqua arriva sotto pressione dal compressore steridraulico mediante un piccolo tubo innestato superiormente al cilindro della pressa, in *a*.

Le sbarre da esperimentare alla trazione vengono afferrate fra due ganasce *e* e *d*, di cui la prima è collegata al braccio corto della leva a squadra *f*, la seconda *d* è unita al gambo dello stantuffo della pressa. Questo gambo attraversa longitudinalmente il cilindro della pressa ed è filettato alla sua estremità *b*, per potere, manovrando sul volantino a manubrii *c*, avvicinare od allontanare la ganascia *d* dalla *e*, secondo il bisogno, cioè secondo la maggiore o minor lunghezza delle sbarre da provare.

Lo stantuffo della pressa è, anche qui, equilibrato per mezzo di due contrappesi nascosti nella fondazione della macchina e sospesi a due catene agganciate allo stantuffo; *g* è il vaso dell'apparecchio dinamometrico, il quale comunica, mediante un tubo di rame, col pozzetto del manometro a mercurio *h*.

3. *Macchina per provare la resistenza alla torsione* (fig. 1595 e 1596). — Questa macchina è di costruzione ancor più semplice della precedente, essendosene eliminata la pressa idraulica ed il relativo compressore steridraulico. Gli sforzi di torsione vengono esercitati, a mano, mediante il volante a manubrii V, calettato sul prolungamento di un albero portante una vite perpetua la quale ingrana colla ruota dentata R. Il mozzo di questa ruota gira, a mo' di perno, entro un robusto sopporto S, ed ha in corrispondenza dell'asse una cavità, di sezione quadrata, nella quale si adatta una delle teste, pure di sezione quadrata, in cui terminano le due estremità della sbarra da cimentare alla torsione. L'altra testa s'inserisce in una eguale cavità quadrata praticata nel mozzo (girevole nel doppio sopporto S') di cui è provvista un'estremità della leva L, che si appoggia all'altra estremità, sul coperchio dell'apparecchio dinamometrico.

Un cerchio guaduato *m*, provvisto di indice e di nonio girevoli col mozzo della ruota R serve a misurare gli angoli di torsione.

Se si chiama L la lunghezza del braccio della leva L, in metri;

S la superficie premuta della scodella dell'apparecchio dinamometrico, in dm^2;

h l'altezza della colonna di mercurio nel tubo del manometro, in dm.;

M_t il momento torcente corrispondente alla medesima, in chilogrammetri, si avrà:

$$M_t = L \times S \times h \times 13{,}6 = \alpha h$$

essendo α la costante dello strumento.

Macchina per sperimentare la resistenza dei metalli alla trazione, costrutta dalla Compagnia delle Strade ferrate « Paris-Lyon-Méditerranée » (fig. 1597 e 1598).

In questa macchina gli sforzi di trazione vengono esercitati per mezzo di una *pressa idraulica*, il cui cilindro P è nascosto nell'intelajatura in ghisa che forma lo zoccolo della macchina. — Le sbarre da sperimentarsi vengono fissate inferiormente al gambo *t* dello stantuffo P' di detta pressa, e superiormente al tirante *t'* sospeso al sistema di leve A, B, destinate a ridurre lo sforzo ed a trasmetterlo alla bilancia a romano C. — Lo stantuffo P' è collegato per mezzo di due catene, accavalciate su due puleggie portate dal cilindro stesso della pressa idraulica, ad un contrappeso E disposto in una fossa F praticata nella fondazione della macchina, il quale tende continuamente a spingere in alto il cilindro stesso. Un sistema di molle a dischi, sistema Belleville, frapposte tra lo stantuffo ed il coperchio del cilindro, serve ad attutire l'urto che ha luogo quando si produce la rottura della sbarra.

La fig. 1599 rappresenta un particolare della guarnizione collocata alla parte superiore del cilindro. Essa si compone di un anello di ottone *p*, diviso in due pezzi secondo un diametro; i due mezzi anelli abbracciano esattamente il gambo *t* dello stantuffo, contro il quale sono serrati da un secondo anello di caoutchouc *a*, stretto a sua volta da una rondella di ferro *b*. Questa disposizione forma un'eccellente chiusura ermetica, la quale impedisce alla polvere d'infiltrarsi tra il gambo ed il cilindro della pressa.

Sullo zoccolo della macchina si innalzano due colonne di ghisa Q, collegate superiormente da un architrave Q'. La parte superiore di questa intelajatura

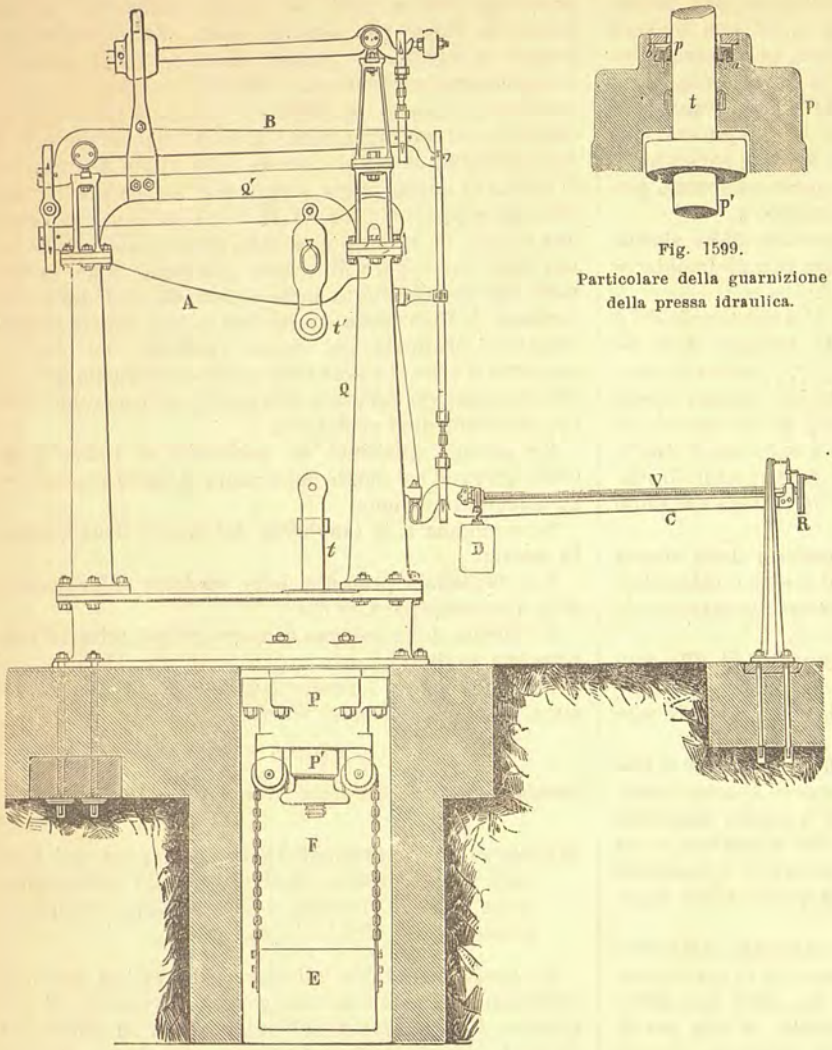


Fig. 1597. — Vista di fianco.

Fig. 1599.
Particolare della guarnizione della pressa idraulica.

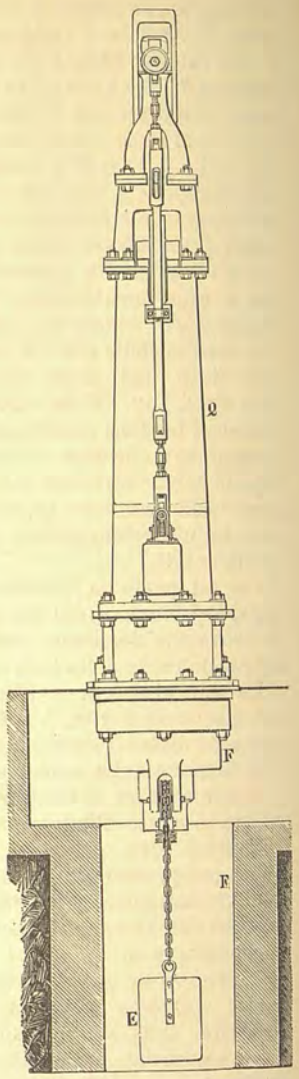


Fig. 1598. — Vista di prospetto.

Macchina per esperimentare la resistenza dei metalli alla trazione, della Compagnia delle Strade ferrate « Paris-Lyon-Méditerranée ».

porta il sistema di leve A, B sopra nominato. Il rapporto dei bracci di leva è di 1 : 4 nella prima leva A, e di 1 : 10 nella seconda, B. — Quello dei bracci della leva C su cui si muove il cursore che porta il romano D, quando questo cursore si trova all'estremità della sua corsa a destra, è di 1 : 12.

Il romano D pesa 200 chilogrammi. — Lo sforzo massimo che si può esercitare con questa macchina è di 100 000 chilogrammi.

Un sistema di contrappesi, situato nella parte più alta della macchina, e chiaramente indicato nella fig. 1597, equilibra il sistema di leve per modo che, quando non si esercita alcun sforzo di trazione, ed il romano è al principio della sua corsa, le diverse leve si trovano in equilibrio sui loro fulcri.

Una disposizione analoga a quella che abbiamo descritta parlando della macchina di Mohr (pag. 1252), permette di spostare, agendo sul volantino R, il romano D lungo la leva C della bilancia, in modo da fare continuamente equilibrio agli sforzi di trazione esercitati dalla macchina. Sulla scala graduata scolpita su detta leva si può quindi leggere, a qualunque momento dell'esperienza, lo sforzo sopportato dalla sbarra che si sta sperimentando.

Questa macchina funziona con piena soddisfazione della Compagnia sua proprietaria; il solo appunto che le si potrebbe muovere è quello di costare assai, e di occupare, relativamente, un grande spazio.

Macchina per esperimentare i metalli alla trazione, alla compressione, alla flessione ed alla torsione, dei sigg. Chauvin e Marin-Darbel, costruttori a Parigi.

Anche in questa macchina, come nella precedente, gli sforzi vengono esercitati in direzione verticale, per cui verticale è del pari la posizione delle sbarre o dei prismi esperimentati alla trazione od alla compressione. Del resto la macchina, salva la forma costruttiva verticale, quale appare dalle fig. 1600 e 1601, ha molti punti di contatto colle macchine del sistema Thomasset. Gli sforzi vengono prodotti, anche qui, da una pressa idraulica il cui cilindro P è collocato verticalmente fra due delle tre colonne C che costituiscono la parte principale dell'intelajatura della macchina.

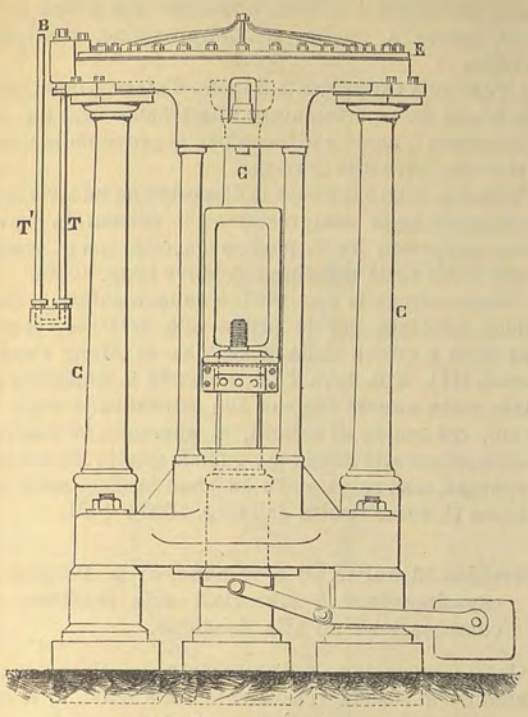


Fig. 1600. — Elevazione.

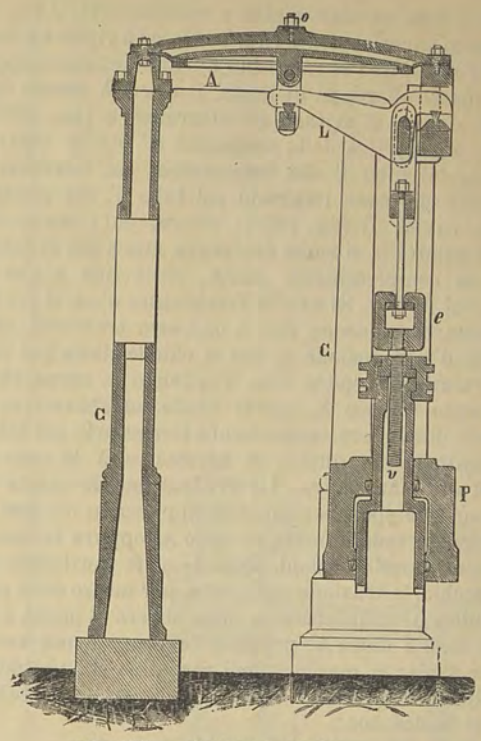


Fig. 1601. — Sezione verticale.

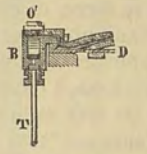


Fig. 1603.

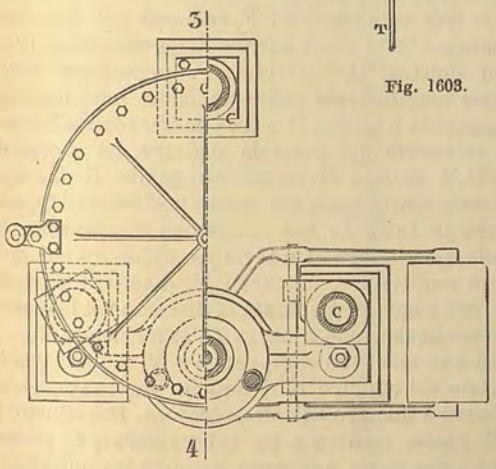


Fig. 1602. — Sezione - Pianta.

Fig. 1604.

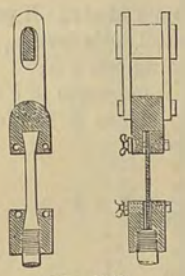


Fig. 1605.

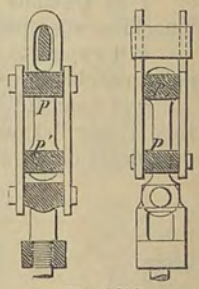


Fig. 1606.

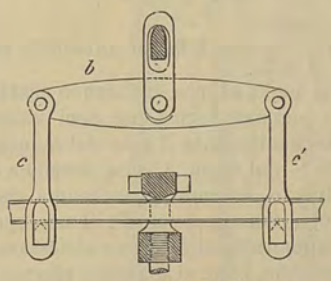


Fig. 1607.

Macchina per esperimentare i metalli alla trazione, alla compressione, alla flessione ed alla torsione, di Chauvin e Marin-Darbel.

Il gambo dello stantuffo della pressa è cavo, ed è attraversato da una vite a pane triangolare v la quale permette di allontanare od avvicinare, secondo la lunghezza delle sbarre da provare, il pezzo d'attacco inferiore e delle medesime, montato su detta vite, al pezzo d'attacco superiore. Quest'ultimo è sospeso ad una leva di 2° genere L che si appoggia, mediante coltelli, ad un'estremità, sull'intelajatura della macchina, ed all'altra estremità sopra una briglia che fa corpo con un disco A il quale è uno degli organi dell'*apparecchio dinamometrico*. Questo non differisce da quello delle macchine Thomasset se non per ciò che, invece di agire per compressione, esso agisce *per aspirazione*.

Il disco A è applicato al disotto di una calotta sferica, portata superiormente dalle tre colonne C, la cui parte inferiore è munita di un diaframma anulare D in caoutchouc (V. la fig. 1601 ed il particolare rappresentato nella fig. 1603) che è fissato internamente alla periferia del suddetto disco A, ed esternamente alla periferia della calotta sferica sopranominata. La cavità elastica così costituita (compresa fra la calotta, il diaframma D ed il disco A) comunica per mezzo di un

tubo T con un manometro a mercurio T', il cui tubo è aperto superiormente (fig. 1600), ed è ripiena d'acqua.

Per riempire l'apparecchio dinamometrico si applica, per mezzo di zeppe di legno, il disco A contro la calotta sferica, si svitano gli otturatori *o* (fig. 1601) situato sul vertice della medesima ed *o'* (fig. 1603) e si versa, dal tubo T' del manometro, del mercurio fino a tanto che esso, risalendo pel tubo T, sia penetrato nella cavità B (fig. 1603); allora, dal foro centrale della calotta *o*, si versa dell'acqua fino a che la cavità B ne sia completamente piena, ossia fino a che essa esca dal foro *o'*. Si avvita l'otturatore *o'*, e si continua a versare dell'acqua fino a che essa trabocchi dall'orificio d'introduzione *o*, che si chiude allora per mezzo del relativo tappo a vite. Togliendo le zeppe che sostengono il disco A, questo tende ad abbassarsi, e fa perciò discendere leggermente il mercurio nel tubo T'. Il punto in cui questo si arresta sarà lo zero della scala del manometro. La graduazione di questa scala si può fare sperimentalmente applicando dei pesi noti, crescenti gradatamente, al disco A, oppure in base alle seguenti considerazioni. Quando si fa funzionare l'apparecchio, la trazione esercitata, per mezzo della pressa idraulica e coll'intermezzo della sbarra di prova e della leva L, sul disco A, produce l'effetto di una ventosa, ossia aspira il mercurio nel serbatojo B (fig. 1603) facendo abbassare la colonna manometrica nel tubo T'. Se si indica con:

S la superficie del disco A in cm^2;

P la trazione esercitata, in un dato istante, dalla macchina e sopportata dalla sbarra di prova, in Kg.:

k il rapporto dei bracci della leva L, rapporto che nella macchina descritta è uguale a 5;

h la quantità di cui il mercurio si è abbassato nel tubo T' per l'azione dello sforzo di trazione P, in cm., è evidente che si dovrà avere

$$P = \frac{h}{76} \times S \times k ,$$

ossia

$$h = \frac{76}{S \times k} P = \alpha P.$$

La quantità $\frac{76}{S \times k} = \alpha$ è la costante dello strumento, che è nota, o si può dedurre misurando esattamente S e *k*. Quindi si può calcolare *h* per ogni valore di P, e graduare conseguentemente il tubo del manometro.

La superficie S del disco A, che funziona come uno stantuffo aspirante, essendo grandissima rispetto alla sezione del tubo manometrico T', il suo spostamento verticale corrispondente al massimo abbassamento della colonna di mercurio, ossia al massimo sforzo di trazione esercitato dalla macchina (questo sforzo massimo, per il tipo di macchina sopradescritto, e rappresentato dalle fig. 1600 e 1601 è di 30 000 Kg.) è piccolissimo, non raggiungendo $^1/_{10}$ di millimetro; questo fatto ha la sua importanza, perchè ne risulta che il punto di sospensione superiore delle sbarre si può ritenere come immobile. Oltre di ciò, essendo detto spostamento insignificante, il diaframma anulare D è soggetto a deformazioni minime, il che contribuisce alla sua conservazione.

Si tara, per così dire, il peso delle sbarre sottoposte a esperimento, spostando, ad ogni prova, se occorre, la scala graduata del tubo manometrico in modo che lo zero di questa scala corrisponda sempre esattamente al livello del mercurio nel tubo al principio dell'esperienza.

Questa macchina può servire, coll'uso di opportuni organi accessorii d'attacco, oltrecchè alle prove di trazione, anche a quelle di compressione, flessione e torsione.

La fig. 1604 rappresenta il modo d'attacco delle sbarre cilindriche da esperimentare alla trazione. La fig. 1605 rappresenta il modo d'attacco per le prove delle striscie di lamiera, pure alla trazione.

Nella fig. 1606 è indicata la disposizione addottata per esperimenti sulla compressione; il prisma da provare viene compresso fra le piastre d'acciajo *p* e *p'* precisamente come nella macchina di Mohr (pag. 1252).

Finalmente nella fig. 1607 è rappresentata la disposizione adottata per le prove alla flessione, identica essa pure a quella della macchina di Mohr (vedi la Tavola III). Alla leva L si sospende il bilanciere *b*, il quale porta sospese alle sue due estremità le bielle *c*, *c'* su cui, col mezzo di coltelli, si appoggia la sbarra da sperimentare alla flessione; quando questa ha una certa lunghezza, essa passa entro un vano lasciato nella terza colonna C, come risulta dalle fig. 1600 e 1601.

Macchina idraulica ed a romano, di L. Delaloe, per esperimentare i materiali alla trazione, alla compressione ed alla flessione.

Questa macchina, rappresentata in elevazione, in pianta ed in sezione trasversale nella Tav. V, si compone essenzialmente:

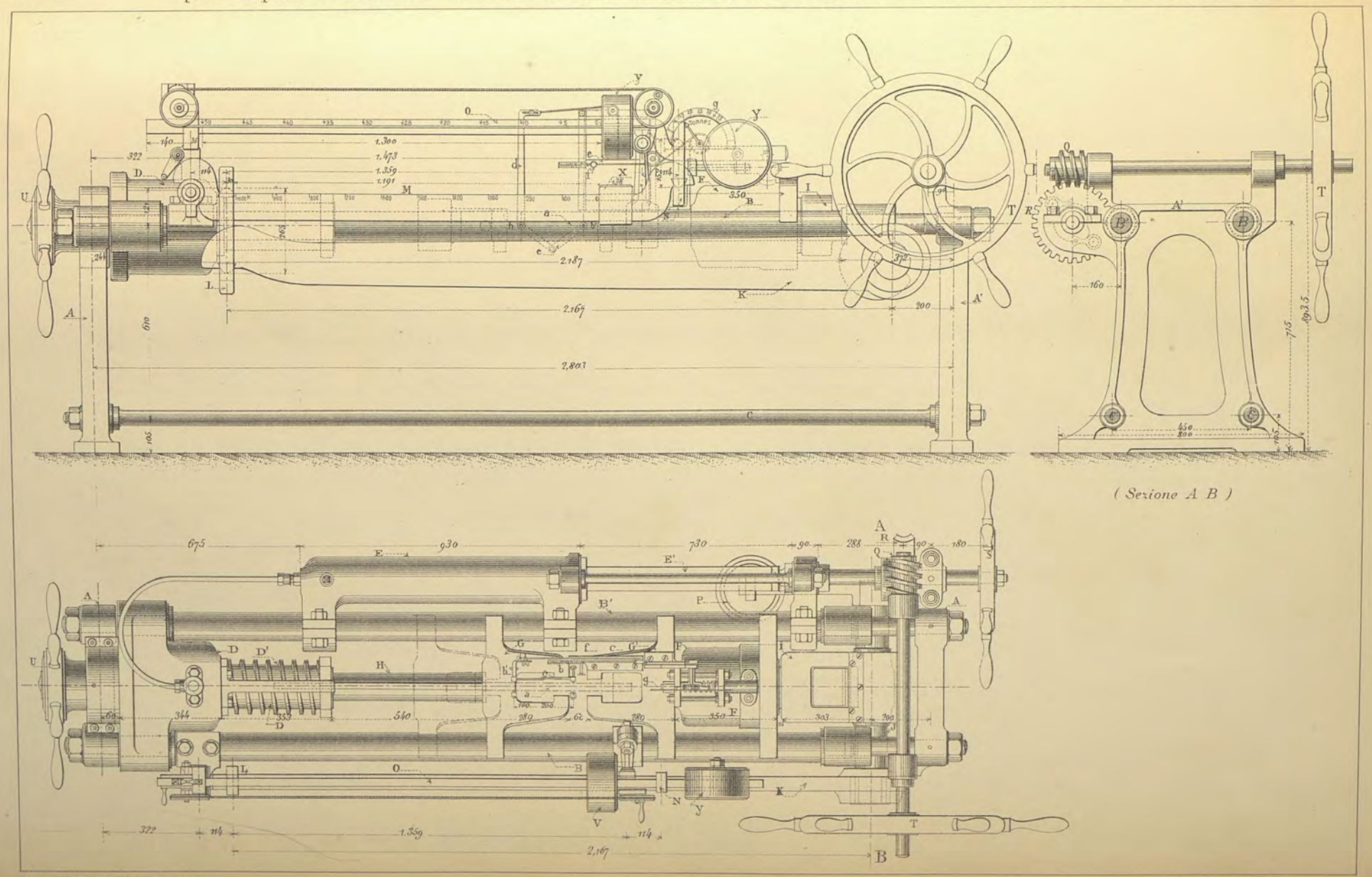
1° Di un'intelajatura costituita da due solidi cavalletti in ghisa A ed A' collegati da quattro tiranti orizzontali in ferro, di cui i due superiori B, B', più robusti, sopportano gli organi principali della macchina, mentre i due inferiori C, C' servono semplicemente a collegare, alla loro base, i cavalletti;

2° Di due cilindri D ed F, collocati col loro asse coincidente coll'asse longitudinale della macchina. Il cilindro di sinistra, D, è il *cilindro principale*. Sullo stesso asse longitudinale della macchina sono disposte le due ganascie o *morse* G e G', che servono ad afferrare le estremità dei pezzi da provare. La morsa di sinistra, G, è munita di un grosso gambo H filettato per un certo tratto nella sua parte posteriore, la quale attraversa in tutta la sua lunghezza lo stantuffo D' scorrevole nel cilindro D e termina, all'uscire dal medesimo, in una testa a manubrii U, manovrando sulla quale si può regolare a volontà la distanza fra le morse, per mettere in tensione il pezzo da esperimentare;

3° Di uno stantuffo *compressore* E', il quale caccia e comprime nel cilindro E il liquido impiegato, consistente in tre a quattro litri di *valvolina*. Dal cilindro E il liquido passa, mediante un tubo ricurvo, di piccolo diametro, nella parte anteriore del cilindro principale, ed agendo sulla faccia dello stantuffo lo caccia indietro, unitamente alla morsa G che gli è solidale. Il gambo dello stantuffo E' è filettato, e si può fare avanzare o retrocedere, con una certa rapidità, mediante il volantino a manubrii S, oppure, più lentamente, manovrando sopra un altro volante T, sull'albero del quale si trova, all'estremità opposta, una vite senza fine Q, imboccante con un rocchetto dentato R, il cui mozzo funziona da chiocciola della vite praticata sul gambo dello stantuffo E'. Si manovra il volantino S', facendo così funzionare direttamente il compressore, quando si tratta di piccoli sforzi, e per ottenere il *ritorno* rapido, alla fine di ogni esperienza; dovendosi invece esercitare sforzi più potenti si ricorre al volantino T, di funzionamento più lento;

MACCHINA IDRAULICA ED A ROMANI DI L. DELALOE

per esperimentare i materiali alla trazione, alla compressione ed alla flessione.



Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lit. Camilla e Bertolero

4° Di una *bilancia a romani*, composta di tre leve K, M, O, portate da opportuni sopporti disposti sopra un fianco della macchina, e di un albero J solidale alla prima leva K e provvisto, nella sua parte centrale, di un coltello contro cui viene a premere il telajo I collegato allo stantuffo del cilindro F, il quale stantuffo è ritenuto da cinque coppie di molle a dischi (Belleville) contenute nel cilindro stesso, mentre il cilindro F fa corpo colla morsa di attacco G'. Le due leve della bilancia M ed O sono graduate e munite ciascuna di un romano; sulla inferiore si leggono i chilogrammi, sulla superiore le tonnellate. L'estremità di sinistra della prima leva K è collegata alla seconda leva M per mezzo della briglia L, ed analogamente l'estremità di destra della leva M è collegata alla terza leva O per mezzo della briglia N;

5° Finalmente dell'*apparecchio registratore* dei diagrammi, il quale è costituito nel seguente modo. Lo stantuffo del cilindro F essendo immobile, perchè collegato alla bilancia a romano nel modo sopra indicato, si muove invece su di esso, sotto l'azione degli sforzi di trazione esercitati dalla macchina sulla sbarra afferrata dalle morse G e G', il cilindro stesso F, ed i suoi spostamenti saranno eguali ai cedimenti della molla a dischi sopra accennata, la quale viene compressa fra lo stantuffo ed il fondo del cilindro F, ossia saranno proporzionali agli sforzi sopportati dalla sbarra (ritenendo che la flessibilità della molla sia proporzionale al carico). Ora il cilindro F porta, superiormente, una dentiera che ingrana con un rocchetto calettato sull'asse di un indice girevole sopra il quadrante graduato *g*, il quale è munito di due indici; quello fisso, ora nominato, e quello folle, il quale viene trascinato dal primo ed è destinato ad indicare il massimo dello sforzo esercitato nell'esperienza. Sull'asse di detti indici è calettata una puleggina a cui è fissa l'estremità di una funicella la quale, girando gli indici, si avvolge sulla medesima producendo lo spostamento, in senso orizzontale, di un portamatita *f* attaccato all'estremità di una piccola molla ad elica cilindrica destinata a mantenere in tensione la detta funicella. Questo portamatita si muove di fronte ad una tavoletta verticale *e*, la quale si sposta, verticalmente, in un telajo fissato alla morsa G per l'azione di un sistema di leve *d b c b'*, di cui i due snodi *b* e *b'* vengono fissati a due punti segnati sulla sbarra da sperimentare ad una distanza di 100 o 200 mm., secondo la lunghezza della medesima. Gli spostamenti verticali della tavoletta essendo proporzionali agli allungamenti subìti dalla sbarra, e gli spostamenti del portamatita essendo proporzionali ai carichi, è evidente che quest'ultimo traccierà sul foglio di carta steso sulla tavoletta *e* il diagramma esatto dell'esperienza.

Crediamo inutile dilungarci ulteriormente a descrivere la disposizione delle parti accessorie di questa macchina, perchè essa risulta in modo abbastanza chiaro dalle figure della Tav. V.

Per procedere ad un esperimento di resistenza alla trazione si comincia a riempire il corpo della pompa E e la parte anteriore del cilindro principale D di *valvolina*, versandola da un piccolo foro praticato superiormente nel cilindro E, che poscia si chiude con un tappo a vite. Questa operazione si eseguisce una volta per tutte, essendo sempre lo stesso liquido che agisce nel corpo di pompa E e nel cilindro D; tutto al più occorrerà aggiungere, di quando in quando, un poco di valvolina per sopperire alle leggere perdite che si potessero verificare in causa di un'imperfetta tenuta delle guarnizioni. Si adatta la sbarra da provare fra le due ganascie G e G', e si mette la medesima in tensione, manovrando il volantino U collocato all'estremità di sinistra della macchina. Si monta allora sulla sbarra il sistema di leve *d b c b'*, ed all'estremità superiore della leva *d* si attacca il filo che, dopo essere passato sopra una piccola puleggia, porta all'altra estremità la tavoletta *e*. Si fanno scorrere sulle leve della bilancia M ed O i rispettivi romani fino alle divisioni corrispondenti al carico massimo a cui si vuole assoggettare la sbarra; ed allora si mette in movimento uno dei due volanti a manubrii S o T.

Si produce così nel cilindro D una pressione gradatamente crescente che si trasmette alla sbarra di prova, e da questa alla molla Belleville contenuta nel cilindro F, ed alla bilancia a romani. Il cilindro F si sposta gradatamente nella direzione dello sforzo di trazione, e la sua dentiera, ingranante col rocchetto fissato all'asse portante gli indici, fa rotare questi ultimi, che segnano, ad ogni istante, sul quadrante graduato *g*, lo sforzo di trazione sopportato dalla sbarra. Contemporaneamente il portamatite *f* traccia sulla tavoletta *e*, nel modo sopra indicato, il diagramma dell'esperienza.

Quando succede la rottura, la molla Belleville si distende bruscamente; ma il cuscino d'aria compreso fra il fondo del cilindro F ed il suo stantuffo basta per attutire l'urto. A questo punto l'indice fisso del quadrante *g* ritorna bruscamente allo zero della scala graduata, ma l'indice folle, trascinato dal precedente, rimane ad indicare il massimo sforzo raggiunto, anche se non si siano manovrati i romani della bilancia.

Questa macchina è costrutta per uno sforzo massimo di 25 tonnellate, per ottenere il quale basta esercitare sui manubrii del volante T uno sforzo di 6 chilogrammi.

Le prove alla compressione ed alla flessione si eseguiscono adattando, fra le morse G e G', dei pezzi di forma speciale, appositamente costrutti. La macchina ora descritta è un recente perfezionamento di un'altra macchina analoga costrutta alcuni anni or sono dallo stesso Delaloe; essa non pesa più di una tonnellata, occupa un'area di metri 2,50 × 0,60, e presenta i seguenti vantaggi principali:

1° Possibilità di eseguire le esperienze vuoi molto rapidamente, vuoi assai lentamente, secondo i casi;

2° Lunga corsa a vuoto, la quale permette di esperimentare sbarrette di lunghezze assai diverse;

3° Impiego della *valvolina* (olio minerale), la quale conserva le guarnizioni, non produce ruggine e non si altera col tempo;

4° Manovra a mano, la quale ha il vantaggio di evitare le sorprese.

Macchine per provare la resistenza dei tessuti, dei fili, ecc.

Per esperimentare la resistenza dei tessuti, dei filati, della carta, dei sottili fili metallici, ecc., di tutti quegli oggetti, insomma, che presentano una resistenza relativamente limitata, non possono servire le grosse macchine precedentemente descritte, e bisogna ricorrere a piccole macchine molto più delicate e sensibili.

Anche di queste macchine minori si hanno molti tipi, dovuti a diversi costruttori; noi ci limiteremo a dare, nella fig. 1608, il disegno, in prospettiva, di una macchina per provare la resistenza dei fili metallici, costrutta dalla rinomata Casa Mohr e Federhaff di Mannheim, delle cui macchine ci siamo già a lungo occupati (vedi pag. 1252), e la descrizione di un'altra macchinetta, rappresentata nelle fig. 1609, 1610 e 1611, per provare la resistenza dei tessuti.

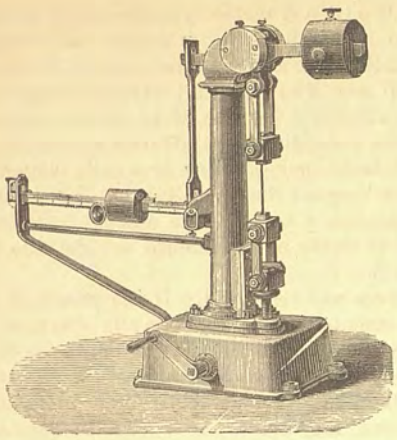


Fig. 1608. — Macchina per provare le resistenza dei fili metallici, costrutta dalla Casa Mohr e Federhaff di Mannheim.

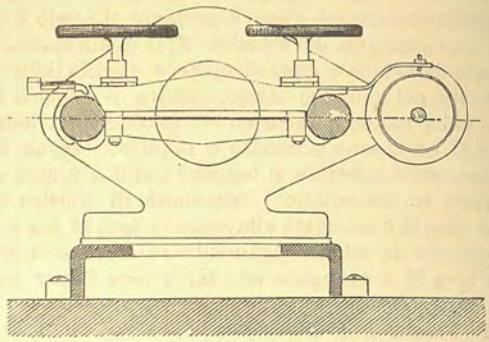


Fig. 1609. — Sezione verticale trasversale.

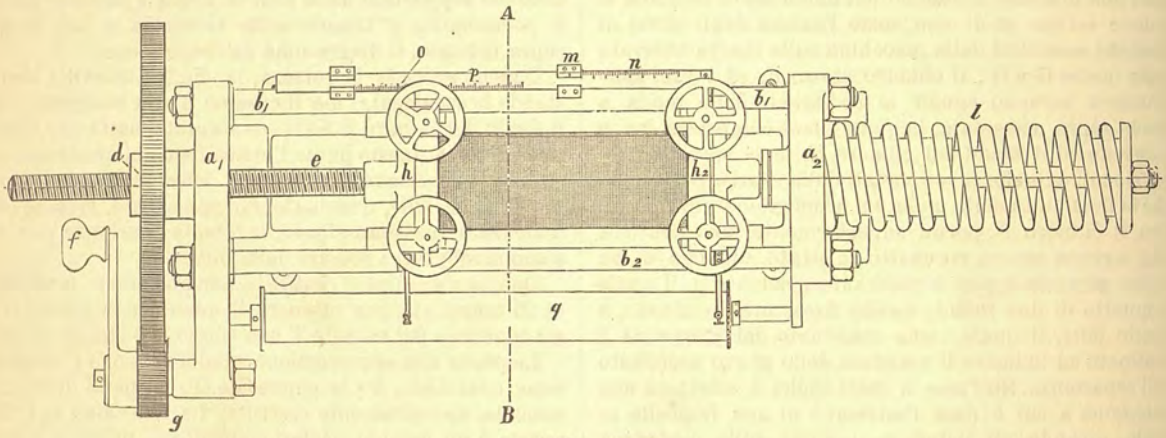


Fig. 1610. — Pianta.

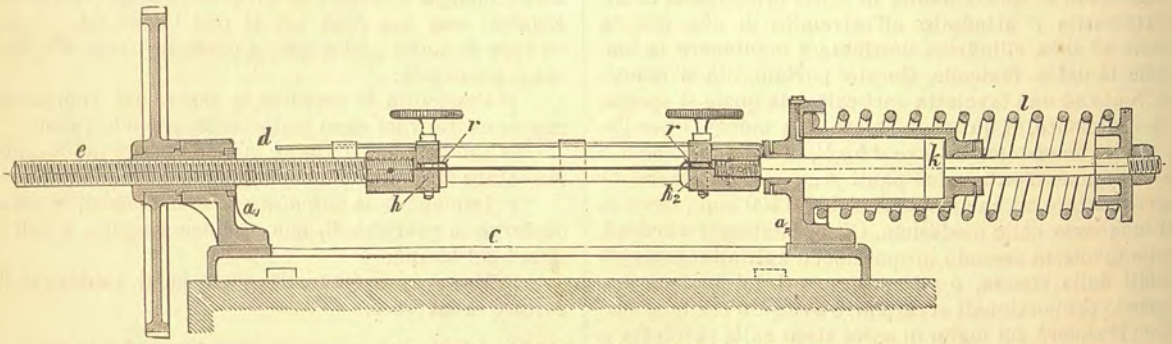


Fig. 1611. — Sezione verticale longitudinale.

Fig. 1609, 1610 e 1611. — Macchina per provare la resistenza dei tessuti, di Amsler-Laffon.

Macchina per provare la resistenza dei tessuti, di Amsler-Laffon (1). — Il principio su cui è costrutta questa macchina è semplicissimo. Una striscia del tessuto da provare viene afferrata alle estremità da due morsette e tesa per mezzo di una vite; la tensione viene misurata dalla compressione di una molla ad elica cilindrica.

La fig. 1611 rappresenta una sezione verticale longitudinale, la fig. 1610 una pianta di questa macchinetta. Due traverse a_1 e a_2, collegate superiormente dai tiranti b_1 e b_2, ed inferiormente dallo zoccolo c, costituiscono l'intelajatura della macchina.

La traversa di sinistra a_1 serve da sopporto alla chiocciola d della vite e. Su questa chiocciola è calettata una ruota dentata che riceve il movimento dal rocchetto g per mezzo della manovella f. Girando questa manovella si fa perciò girare la chiocciola, e quindi la vite e si sposta in direzione del proprio asse. L'autore osserva giustamente che, trattandosi di esperienze comparative, sarebbe preferibile dar moto al rocchetto g per mezzo di una trasmissione a cinghia con disinnesto automatico, per ottenere un'azione continua, uniforme e sempre uguale dell'apparecchio; imperocchè, specialmente nei tessuti, la resistenza allo strappamento dipende in gran parte dalla durata dell'esperimento.

(1) V. il *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse*, 1888, p. 307.

Arrestando, per esempio, il movimento della vite di tensione il tessuto continua ad allungarsi e lo sforzo di trazione diminuisce.

La vite *e* è solidale colla morsetta *h*, che deve afferrare una delle estremità del tessuto; l'altra estremità viene serrata nella morsetta h_2 solidale al gambo dello stantuffo *k*. Questo gambo si prolunga al di là dello stantuffo, e porta una rotella contro cui si appoggia una molla ad elica cilindrica *l*. Lo stantuffo si muove in un cilindro ripieno d'olio, ed è provvisto di una piccola valvola che lascia passare l'olio nella parte posteriore del cilindro quando lo stantuffo si avanza verso la parte anteriore del medesimo. Avvenendo la rottura del tessuto, lo stantuffo tende a retrocedere bruscamente, per l'azione della molla *l*, ma allora la detta valvola si chiude, e lo stantuffo retrocede invece lentamente, funzionando come una cateratta. Di fianco al tirante b_1 vi ha un regolo la cui estremità si appoggia contro la morsetta h_2. Tendendo il tessuto, la molla *l* si comprime e la morsetta h_2 si avanza verso sinistra, spingendo il regolo, che scorre fra due guide. L'indice fisso *m* segna sulla scala graduata *n*, scolpita sul detto regolo, il carico a cui si trova soggetta la molla, e quindi anche il tessuto, in chilogrammi. L'indice *o* portato dalla pinzetta *h* e la scala graduata *p* incisa sullo stesso regolo servono a dar la misura degli allungamenti subìti dal tessuto. Quando avviene la rottura del tessuto, il regolo graduato rimane fermo al suo posto ed indica il carico di rottura. Prima di ricominciare una nuova esperienza bisogna respingere il regolo contro la morsa h_2.

Sul tamburo girevole *q* si avvolge un foglio di carta su cui la macchina traccia automaticamente il diagramma dell'esperienza. — Le morsette sono costrutte in modo da poter serrare fortemente fra di esse le estremità della striscia di tessuto senza danneggiarne menomamente la resistenza, per evitare gli strappamenti negli attacchi che si verificano sempre nelle macchine provviste di sistemi di presa difettosi. Ciascuna estremità del tessuto viene ripiegata attorno ad una lastrina *r* che si serra nella relativa morsetta per mezzo di una vite di pressione, ed è ritenuta da due risalti della morsetta stessa.

Siccome, a misura che si aumenta la tensione, il tessuto diminuisce di spessore, bisogna serrare di tempo in tempo le viti di pressione durante l'esperimento. La corsa dello stantuffo *k* è di 10 cm.; la striscia di tessuto può avere una lunghezza compresa fra 20 e 40 cm., e la sua larghezza non deve superare i 10 cm.

Alcune osservazioni sul modo di eseguire le prove di resistenza dei materiali, ed in special modo dei metalli e delle pietre da costruzione.

Le prove a cui si assoggettano i materiali che debbono soddisfare alle ordinarie condizioni prescritte dai capitolati si riferiscono, quasi esclusivamente: per i *metalli*, all'elasticità ed alla resistenza alla rottura per *trazione*, e qualche volta (per la *ghisa*) per *compressione;* per le *pietre* ed i *mattoni*, semplicemente alla resistenza alla rottura per *compressione*.

Finchè si tratta di questi ultimi materiali, i quali in pratica si trovano appunto soggetti, *nella più gran parte dei casi*, essenzialmente a sforzi di compressione semplice, si può dire che le dette prove di resistenza alla rottura per compressione sono sufficienti, in generale, a dare un'esatta idea della bontà del materiale. Tuttavia, siccome avviene, non di rado, che le pietre, i massi murali, ecc., si trovino sollecitati da forze le quali provocano nei medesimi le resistenze alla trazione, allo scorrimento, ed alla flessione, non sono prive di interesse, anzi talvolta possono riuscire di somma importanza le esperienze relative a queste specie di resistenze. A questo proposito meritano di essere segnalati gli interessanti esperimenti eseguiti fin dal 1875 dal ten. colonnello Conti sulla resistenza alla flessione della *pietra serena*, e quelli eseguiti dal maggiore F. Falangola sulla resistenza alla flessione delle pietre in generale, i cui risultati sono riportati nelle pubblicazioni citate in calce a questo articolo (vedi *Bibliografia*).

Venendo ai *metalli*, osserveremo che questi ben raramente si trovano soggetti a soli sforzi di trazione; e quindi ci pare che potrebbe tornare utilissimo eseguire sui medesimi, oltre alle prove di elasticità e di resistenza alla trazione, che pure sono sempre le più necessarie a farsi, anche altre prove relative alle resistenze, al taglio, alla flessione, od alla torsione, cui in pratica devono essere, in ogni caso speciale, cimentati, e ciò perchè *non sempre dal modo di comportarsi di un materiale sollecitato unicamente da sforzi traenti si può dedurre con certezza la sua attitudine a resistere a sforzi di natura diversa*, quantunque la maggior parte dei Prontuari faccia dipendere il calcolo dei solidi soggetti a sforzi di natura qualunque dai dati che si riferiscono alle resistenze alla trazione ed alla compressione. E nel fare dette prove si dovrebbe cercare di avvicinarsi, per quanto è possibile, alle condizioni che si verificheranno poi in pratica.

Tuttavia, siccome le prove di resistenza alla flessione, al taglio ed alla torsione pare che vogliano riservarsi agli scienziati, ed anche perchè ci manca assolutamente lo spazio, noi tralascieremo di occuparci di questi esperimenti, quantunque siamo convinti della loro importanza, non solo per gli studiosi di resistenza dei materiali, ma anche per i costruttori e per gli industriali, e ci limiteremo ad esporre alcune osservazioni che abbiamo avuto campo di fare in numerose prove da noi eseguite sulla resistenza dei metalli alla *trazione* e delle pietre, dei mattoni, ecc. alla *compressione*.

Cominciamo dalle prove dei metalli alla trazione. Diciamo subito che per queste prove riteniamo di gran lunga preferibili le macchine munite di *apparecchio registratore dei diagrammi* (come è, p. es., la macchina di Mohr e Federhaff descritta a pag. 1252), a quelle che ne sono sprovviste. Supponiamo, p. es., di avere a fare una prova con una macchina Thomasset, che pure è pregevole per molti rispetti. L'operatore è costretto a tenere costantemente l'occhio sulla colonna di mercurio dell'apparecchio dinamometrico, se vuol essere sicuro di leggere lo sforzo massimo sopportato dalla sbarra di prova, od il carico di rottura. Che se egli vuole, inoltre, essere edotto del modo di comportarsi del materiale esperimentato dal punto di vista dell'elasticità, dovrà eseguire delle continue misure sulla sbarra sottoposta ad esperimento, interrompendo l'esperienza per fare le corrispondenti letture sulla scala graduata del manometro, registrare tanto le prime quanto le seconde, ecc. Insomma è evidente che lo sperimentatore avrà molto più da fare che non con una macchina Mohr, per la quale basterà che, manovrando gli appositi volantini, mantenga costantemente in equilibrio il braccio della bilancia a romano; la macchina s'incarica allora di dargli registrate, nel modo più chiaro possibile, mediante il diagramma, tutte le fasi dell'esperienza. E poichè questo diagramma va costruendosi sotto ai suoi occhi, egli sarà continuamente informato dei fenomeni elastici che avvengono nel

materiale sperimentato; così non appena vedrà il diagramma inflettersi verso l'asse delle ascisse (V. figura a pag. 1254) saprà che il metallo ha raggiunto il suo limite d'elasticità; quando vedrà il diagramma, dopo aver raggiunto l'ordinata massima, abbassarsi verso lo stesso asse, ne dedurrà che la sbarra è completamente snervata, ed assai prossima alla rottura, e potrà arrestare immediatamente l'esperienza, e *scaricare* rapidamente il corpo (facendo funzionare la macchina in senso inverso) per evitare gli strappi violenti, causati dalla rottura delle grosse sbarre, che, col molto ripetersi, potrebbero essere di danno alla solidità della macchina. Insomma il diagramma, oltre di evitargli le indispensabili registrazioni a ricordo dell'esperienza, fornisce allo sperimentatore indicazioni preziosissime sul modo di governare l'andamento dell'esperienza stessa.

Occorre però sapere interpretare alcune particolarità che spesso offrono i diagrammi ricavati colla macchina Mohr (o con altre provviste di analogo apparecchio registratore); poichè non sempre il diagramma presenta la *fisionomia* regolare di quello riprodotto a pag. 1254, il quale è stato fornito dalla macchina Mohr in una prova sopra una sbarra di acciajo. Così talvolta una repentina deflessione del diagramma può provenire da uno scorrimento negli attacchi, il quale può cessare spontaneamente, ed allora si vede il diagramma riprendere il suo andamento normale, oppure può prolungarsi indefinitamente, nel qual caso è inutile continuare l'esperienza.

Altre volte le irregolarità, le *spezzature*, nel primo tratto di diagramma provengono da difetti della sbarra, da mancanza di omogeneità del materiale, ecc. In ogni caso il buon senso, ajutato dalla *pratica* in questo genere di esperimenti, suggeriranno sempre l'interpretazione più probabile delle accidentalità dei diagrammi.

Quando si ha da fare un certo numero di esperimenti può tornare faticosa, specialmente per gli occhi obbligati ad una certa fissità, l'occupazione di tener costantemente in bilico il braccio della bilancia a romano, manovrando i volantini v v' (V. pag. 1252). L'autore di questo articolo, il quale ha avuto occasione di usare con una certa frequenza la macchina di Mohr, aveva sentito il bisogno di rendere automatica la manovra del romano della bilancia, lasciando così una completa libertà d'azione allo sperimentatore, e stava studiando il modo di ottenere il suddetto scopo, quando comparve sulla *Lumière Électrique* (n° del 17 agosto 1890) un articolo del principe russo Andrej Gagarine il quale aveva avuta la stessa idea, e dava la descrizione di un apparecchio elettromagnetico da lui applicato ad una macchina di Mohr installata nell'Arsenale di Pietroburgo, mediante il quale l'operazione del rilevare i diagrammi era resa completamente automatica. Il Gagarine cita un altro apparecchio elettrico avente lo stesso scopo, ed applicato alla macchina di Olsen (del quale si può trovare la descrizione nello stesso giornale *La Lumière Électrique*, 23 agosto 1884), ma rivendica la priorità della sua invenzione (?) che del resto, come egli dice, differisce notevolmente da quella d'Olsen.

Senza entrare nel merito di questi apparecchi, è certo che essi riescono piuttosto complicati e di installazione costosa.

Del resto il lasciare allo sperimentatore la cura di far eseguire dalla macchina il diagramma ha il vantaggio che questi, essendo obbligato a sorvegliare l'andamento dell'esperienza, può dirigerla nel modo più opportuno, accelerandola o ritardandola secondo che crede conveniente, ed arrestandola anche, quando ne sia il caso. In generale si può dire che l'esperienza deve procedere lentamente nel primo periodo, cioè fino a che non si è oltrepassato il limite di elasticità; e tanto più lentamente quanto meno il primo tratto del diagramma, pressochè rettilineo, diverge dall'asse delle ordinate Op (V. fig. 1588), ossia quanto minori risultano, a parità di sforzi, gli allungamenti della sbarra. Una volta poi che la sbarra ha oltrepassato il limite d'elasticità, il che viene chiaramente indicato dal diagramma, si può accelerare l'esperienza.

Parlando dell'*elasticità ulteriore* (V. pag. 1161 e 1162) abbiamo già accennato all'influenza che sui risultati delle esperienze può esercitare la durata delle medesime. Numerose esperienze vennero fatte per determinare in modo concreto tale influenza; e da esse risulta chiaramente che, nelle prove di resistenza alla trazione, come in generale in tutte le prove di resistenza, gli sforzi si devono far crescere non solo a gradi, ma nello stesso tempo con sufficiente *lentezza*, poichè nel caso contrario si producono nelle sbarre dei movimenti oscillatorii, il cui studio è assai complicato, ma che hanno per risultato finale quello di diminuire il carico di rottura; in alcune esperienze di Kirkaldy la riduzione fu del 18 % (1). D'altra parte poi, quando, mediante un accrescimento sufficientemente lento dello sforzo traente, siano evitati i movimenti vibratorii della sbarra, l'esperienza dimostra che il carico di rottura diminuisce a misura che la durata d'applicazione del carico aumenta (2). Le differenze però che risultano dalla più o meno grande durata dell'esperienza sono, per i metalli ordinari adoperati nelle costruzioni, ed entro i limiti fra cui praticamente è compresa tale durata, abbastanza piccole da potersi, in generale, trascurare. Venendo a numeri concreti, noi non crediamo che convenga (trattandosi p. es. di sbarre di acciajo, o di ferro del diametro di 10 a 18 mm.) far durare un'esperienza meno di 15 minuti, come pure stimiamo inutile prolungarla oltre i 45 minuti. In media si può ritenere che ogni prova dura $^1/_2$ ora circa. Quando poi occorra soltanto conoscere il *carico di rottura* delle sbarre si può far a meno di rilevare il diagramma, e l'esperienza si può condurre più speditamente. Quello che importa, sopratutto, dovendosi fare una serie di esperienze comparative, si è di farle in condizioni il più che sia possibile identiche.

Diciamo ora poche parole sulle prove di resistenza delle pietre e dei mattoni alla rottura per compressione, a completamento di quanto esponemmo a pag. 1174 e seguenti. Queste prove devono procedere anche più lentamente che le precedenti, a motivo dei piccoli accorciamenti (dovuti alla piccola altezza dei prismi che, in generale, vengono sperimentati) che si possono produrre prima che avvenga la rottura del pezzo. Una delle difficoltà di queste prove consiste nell'esatta determinazione del carico di rottura, poichè avviene spesso che una pietra presenti già numerose fenditure superficiali in tutti i sensi e nondimeno *porti* ancora perfettamente il carico, non solo, ma si possa ancora caricare ulteriormente. Al *diverso modo d'interpretare i fenomeni di rottura* si deve se i risultati di diversi esperimentatori, relativi ad un medesimo materiale, differiscono spesso notevolmente fra di loro.

Per queste prove, avendo meno importanza i fenomeni d'elasticità ed il relativo diagramma, le macchine Thomasset possono servire egregiamente.

(1) Madamet, *Résistance des matériaux*, pag 56.

(2) Vedi i *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, 1890, 1° semestre, pag. 705.

Dovendosi provare una pietra di cui non si conosce ancora, neanche approssimativamente, il carico di rottura riferito all'unità di superficie (k_c), si daranno al prisma di prova dimensioni tali da essere certi di poterlo rompere con uno sforzo alquanto minore di quello massimo che può sviluppare la macchina che si ha a disposizione. Eseguito un primo saggio si avrà, dal carico di rottura osservato, una norma per fissare le dimensioni dei prismi per i saggi successivi.

Trattandosi di mattoni (di ottima qualità), difficilmente questi si potranno rompere interi con macchine di potenza ordinaria (50 tonnellate); e perciò converrà tagliarli in pezzi sufficientemente piccoli. A questa riduzione delle dimensioni, ed alla pratica generalmente seguita di spianare le faccie compresse, si obbietta da taluni che con ciò il mattone non si trova nelle condizioni della pratica. Noi osserveremo, a questo proposito, che, importando specialmente di avere dei risultati *comparativi*, quando si operi allo stesso modo in tutti i saggi, il valore dei risultati sarà più che sufficiente per la pratica. Del resto le differenze che si riscontrano fra i risultati ottenuti sperimentando su pilastrini di mattoni colle faccie compresse regolarizzate mediante malta (avvicinandosi cioè, per quanto è possibile, alle condizioni della pratica), ed i risultati ottenuti sperimentando su piccoli cubi tagliati dal mattone e colle faccie semplicemente spianate (la pratica di disporre il mattone fra pezzi di lamiera di piombo è stata condannata da molti dei più insigni sperimentatori), non sono tali da poter influire seriamente sulla scelta di un conveniente *carico di sicurezza*, il quale, come si sa, è sempre una frazione assai piccola del *carico di rottura*.

BIBLIOGRAFIA.

C. Bach, *Elasticität und Festigkeit*, Berlin, Julius Springer, 1889-90. — A. Madamet, *Résistance des matériaux*, Paris, E. Bernard et C., 1891. — T. Grashof, *Theorie der Elasticität und Festigkeit, mit Bezug auf ihre Anwendung in der Technik*, Berlin, Rudolph Gaertner, 1878. — V. Contamin, *Cours de Résistance appliquée*, Paris, J. Dejey et C., 1878. — E. Linglin, *Traité élémentaire de la résistance des matériaux*, Paris, J. Baudry, 1880. — Ch. Duguet, *Déformation des corps solides. Limite d'élasticité et résistance à la rupture*, Paris, Gauthier-Villars, 1882-1885. — De Mastaing, *Cours de mécanique appliquée à la résistance des matériaux*, Leçons professées à l'École centrale des arts et manufactures, Paris, J. Dejey et C., 1874. — A. Bottiglia, *Lezioni sulla resistenza dei materiali professate al R. Museo Industriale di Torino (Corso di composizione di macchine)*. — R. H. Cousins, *Theoretical and Practical Treatise on the Strength of beams and Columns*, 1889. — Moritz R. v. Pickler, *Die Materialprüfungsmaschinen*, Leipzig, G. Knapp, 1879. — F. Mazzola, *Prontuario per l'Ingegnere*, compilato sulle edizioni 14ª e 15ª dell'*Ingenieurs Taschenbuch* edito dalla Società «Hütte», Torino, Ermanno Loëscher, 1894. — G. Weisbach, *Meccanica delle costruzioni e delle macchine*, Parte I, Libro II: *Resistenza dei materiali*, traduzione dell'ing. G. Sacheri, Torino, Unione Tipografico-Editrice, 1888. — G. Curioni, *L'arte di fabbricare*, vol. IV: *Resistenza dei materiali e stabilità delle costruzioni*, Torino, A. F. Negro, 1877. — A. Castigliano, *Manuale pratico per gli Ingegneri*, Parte terza: *Resistenza dei materiali*, Torino, A. F. Negro, 1884. — A. Castigliano, *Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, et ses applications*, Torino, A. F. Negro, 1879.

M. Armengaud père, *Publication industrielle des machines, outils et appareils*, vol. XXV, pag. 431 *(Machine à essayer les chaines par traction directe)*, e pag. 546 *(Mode d'essai des bandages)*; vol. XXVI, pag. 124 *(Appareils d'essai des métaux à la traction)*; vol. XXXII, pag. 465 *(Machines à essayer les fils et les tissus; Machines à essayer les ciments)*; volume XVIII, pag. 41 *(Résistance des matériaux: Machines et appareils appropriés spécialement à l'usage des expériences*, par MM. Desgoffe et Ollivier, et MM. Werder, Klett et C.). — P. Chevillard, *Machine hydraulique à romaine pour l'essai des métaux, système L. Delaloe* (nella *Revue Industrielle*, anno 1887, pag. 273). — Detto: *Machine Wicksteed à essayer les matériaux, perfectionnée par le professeur Kennedy* (nel medesimo giornale, anno 1890, pag. 477). — A. B., *Machines à essayer les métaux et les fils, tissus, etc.*, construites par MM. E. Chauvin et Marin-Darbel (*Id.*, anno 1878, pag. 264). — *Iron*, 1882, 1° sem., pag. 361, *Thomasset's testing Machinery*. — *Dingler's Polytechnisches Journal*, 1882, vol. 246, pag. 127, *Material-Prüfungsmaschine* von Heinr. Thomasset in Paris. — *Dingler's*, id., id., 1890, vol. 278, pag. 12, *Riehlé's Prüfungsmaschine zur Bestimmung der Torsions-Festigkeit*. — *Iron*, 1883, 1° sem., pag. 178, *Testing machinery*, by Herr Mohr, Mannheim. — *Id.*, id., 2° sem., pag. 349, *Olsen's new testing machines*. — G. Curioni, *Esperimenti sulla resistenza alla pressione dei mattoni pieni nelle condizioni della pratica*, eseguiti nella R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri in Torino (negli *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*, 1882, vol. XVII). — G. Curioni, *Risultati di esperienze alla rottura per trazione e per compressione di malte idrauliche e di malte cementizie*, eseguite nella Regia Scuola, ecc. (negli stessi *Atti*, maggio 1881). — G. Sacheri, *Risultati di esperimenti eseguiti sulla resistenza alla compressione di alcuni pilastrini di muratura* (nell'*Ingegneria civile e le Arti industriali*, anno 1885, pag. 1). — G. Sacheri, *Apparecchio di Ch. Manet per misurare direttamente gli allungamenti od i raccorciamenti delle sbarre sottoposte a sforzi di trazione o di compressione* (nello stesso giornale, anno 1878, pag. 152). — F. Falangola, *Esperimenti sulla resistenza delle pietre alla flessione* (nello stesso giornale, anno 1887, pag. 50 e nella *Rivista di Artiglieria e Genio*, gennaio 1887). — *Sulla resistenza alla flessione della pietra serena*. Relazione della Commissione accademica Betocchi, Cremona e Beltrami (negli *Atti della Reale Accademia dei Lincei*, tomo 2°, serie II, e nell'*Ingegneria civile*, anno 1875, pag. 100). — Mercadier, *L'elasticité dynamique et statique des fils métalliques* (nel *Journal de l'École Polytechnique*, anno 1891, vol. 58, pag. 155. — Martens, *Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften des Eisens* (nell' *Oesterreichische Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen*, anno 1891, vol. 39, pag. 184). — Gallizia, *Alcuni casi di resistenza dei materiali* (nel *Giornale del Genio civile*, anno 1891, vol. 29, pag. 32 e 543). — Engesser, *Knickfestigkeit gerader Stäbe* (nel *Centralblatt der Bauverwaltung*, anno 1891, pag. 483). — Contamin, *Coéfficient de résistance des fers et aciers* (nelle *Mémoires de la Société des Ingenieurs civils*, anno 1891, vol. 44, pag. 275). — Bricka, *Mesure des flèches, influence de la température dans la flexion des poutres droites* (negli *Annales des Ponts et Chaussées*, 1891, pag. 325). — Hibbard, *Effect of temperature on the tensile strenght*

and ductility of metals (nella *Railroad Gazette*, anno 1892, pag. 323). — Lebasteur, *L'atélier des essais des métaux du Paris-Lyon-Méditerranée* (negli *Annales des Ponts et Chaussées*, anno 1892, pag. 617). — Poincaré, *Théorie de l'élasticité* (nei *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, anno 1892, vol. 114, pag. 385). — Bauschinger, *Einfluss der Zeit bei Zerreisversuchen mit verschiedenen Metallen* (nelle *Mittheilungen aus dem mech. techn. Laboratorium der k. techn. Hochschule in München*, anno 1891, pag. 3). — Bredt, *Zerknickungsfestigkeit und excentrischer Druck* (nel *Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure*, anno 1886, vol. 30, pag. 621). — Flamant, *Flexion au-delà de la limite d'élasticité* (nel *Genie Civil*, anno 1886, vol. 9, pag. 3). — Galliot, *Les efforts élastiques et les vibrations qui se produisent dans des corps de mêmes dimensions* (negli *Annales des Ponts et Chaussées*, 1886, VI, 11, p. 490). — Kirsch, *Ueber die Veränderung der Elasticitätsgrenze von Eisen und Stahl* (nello *Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure*, 1886, vol. 30, pag. 791). — Martens, *Ergebnisse von Untersuchungen mit schmiedbarem Eisenguss* (nelle *Mittheilungen aus den K. Technischen Versuchanstalten*, an. 1886, vol. 4, p. 131). — Préandeau, *Résistance des poutres droites* (negli *Annales des Ponts et Chaussées*, 1886, VI, 12, p. 78). — Chauvin, *Machines for testing the strength of materials* (nell'*Iron*, 1886, vol. 28, pag. 232, e nello *Scientific American*, 1886, vol. 54, pag. 374). — Götz und Kurz, *Messungen der durch Anspannen von Drähten bewirkten Quercontractionen* (nel *Repertorium der Physik*, 1886, vol. 22, pag. 9, e 1887, vol. 23, pag. 521). — Unwin, *Enregistreurs automatiques pour les essais de résistance* (nel *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1886, pag. 567). — Emery's, *Maschine zur Untersuchung der Festigkeit der Materialien* (nel *Dingler's Polyt. Journal*, 1887, vol. 266, pag. 241). — Flamant, *Résistance à l'écrasement des pierres partiellement chargées* (negli *Annales des Ponts et Chaussées*, 1887, VI, 14, pag. 230). — MacDonald's, *600-ton testing machine, Union-bridge Co* (nelle *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 1887, vol. 16, p. 1). — Pelletan, *Extension des plaques élastiques* (negli *Annales des Mines*, 1887, VIII, 11, pag. 228). — Mercadier, *Détermination des constantes et du coéfficient d'élasticité* (nel *Moniteur industriel belge*, 1888, vol. 15, pag. 226). — Rudeloff, *Ueber Festigkeits-Probirmaschinen, insbesondere zur Untersuchung der Zugfestigkeit von Metallen* (nello *Stahl und Eisen*, 1888, vol. 8, p. 809). — Riehle's, *Screw power testing machine* (nell'*Iron*, 1889, vol. 32, pag. 283). — Roussel, *Testing Works, Malines* (nei *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 1889, vol. 91, p. 392). — Kircheis, *Bruchfestigkeit-Prüfungswaage* (nel *Maschinenbauer*, 1889, pag. 62). — Landsberg, *Ueber die Bestimmung der Querschnitte von Eisenconstructionen fur Beanspruchungen, welche zwischen Zug und Druck wechseln* (nello *Zeitschr. des Architeken- und Ingenieur-Vereins zu Hannover*, 1889, vol. 34, p. 575). — Olsen's, *Material-Prüfungsmaschine* (nell'*Iron*, an. 1889, vol. 35, p. 242). — Svilokossitch, *Unification des méthodes d'essais de résistance des matèriaux* (nella *Cronique Industrielle*, anno 1889, vol. 12, pag. 145). — Mercadier, *Études expérimentales sur l'élasticité dynamique et statique des fils métalliques* (nei *Comptes rendus de l'Académie, etc.*, anno 1889, vol. 108, pag. 344). — Kurz, *Zusammensetzung von Biegung und Torsion* (nel *Repertorium der Physik*, anno 1889, vol. 25, pag. 64). — Goodman, *Machine à essayer avec enregistreur électrique* (nella *Lumière Électrique*, an. 1889, vol. 34, pag. 221). — Collignon, *Flexion des pièces droites comprimées* (negli *Annales des Ponts et Chaussées*, anno 1889, vol. 17, pag. 98). — Collignon, *Détermination des limites de l'effort tranchant dans les poutres droites* (*Id.*, *id.*, pag. 125). — Bonnami, *Appareil pour l'essai des matériaux* (nel *Genie Civil*, anno 1889, vol. 75, pag. 473). — Bayley's, *Testing machine* (nel *The Engineer*, anno 1889, vol. 68, pag. 294). — Bach, *Versuche ueber Drehungsfestigkeit* (nel *Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure*, anno 1889, vol. 33, pagina 137). — Bach, *Versuche ueber Druckfestigkeit* (*Id.*, *id.*, pag. 162). — Martens, *Festigkeitsprüfungsmaschine für die Königl. mechanisch-technische Versuchsanstalt* (nel *Zeitschr. d. V. deutscher Ingenieure*, anno 1890, vol. 34, pag. 1003 e 1027). — Kirsch, *Die Methoden zur prüfung der Richtigkeit von Festigkeits-Probirmaschinen* (nelle *Mittheilungen des Technol. Gewerbe-Museums*, anno 1890, vol. 6, pag. 97). — Tetmajer, *Ergebnisse neuer Festigkeitsversuche an Metallbautheilen* (nello *Schweizerische Bauzeitung*, anno 1890, vol. 15, pag. 64). — Ritter, *Fortpflanzung der Spannungen in elastischen Körpern* (nel *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, an. 1890, vol. 34, pag. 196 e 1298). — Rey, *Formules pour le calcul des pièces soumises à des efforts de flexion ou de torsion* (nelle *Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils*, anno 1890, vol. 42, II, pag. 729). — S'Gravesande's, *Verfahren zur Bestimmung des Elasticitätsmoduls* (nei *Poggendorff's Annal. der Physik und Chemie*, anno 1890, vol. 41, pag. 330). — Engesser, *Ueber zusammengesetzte Druck-und Biegungsfestigkeit schmiedeiserner Stäbe* (nel *Zeitschrift des Vereins Deutsches Ingenieure*, anno 1890, vol. 34, pag. 731). — Bach, *Versuche ueber die Widerstandsfähigkeit ebener Platten* (nello stesso giornale, anno 1890, vol. 34, pagine 1041, 1080 e 1139). — Deshayes, *Essais de résistance des métaux* (nel *Génie Civil*, an. 1884, p. 328). — Hartig, *Ueber die Constanten der Zerreissungsfestigkeit und deren vergleichende Anordnung für verschiedene Materialien* (nel *Civilingenieur*, 1884, vol. 30, p. 93). — Planat, *Principes de la résistance des matériaux* (nella *Semaine des constructeurs*, 1884, vol. 9, pag. 61 e 529). — Tresca, *L'écrouissage et la variété de limite d'élasticité* (nella *Revue industrielle*, 1884, vol. 15, p. 370). — Antoine, *Calculation of the résistance of the materials* (nei *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, vol. 72, p. 200). — Baumeister, *Experimentelle Untersuchung über Torsionselasticität* (nei *Poggendorff's Annalen*, vol. 254, pag. 578). — Léauté, *Application de la résistance des matériaux au calcul des pièces des machines* (nel *Journal de l'École Polytechnique*, anno 1883, vol. 52, pag. 201). — Michaëlis, *Theorie der elastischen Nachwirkung* (nei *Poggendorff's Annalen*, vol. 252, p. 726). — Planat, *Résistance des matériaux de construction* (nella *Semaine des constructeurs*, an. 1881, p. 397). — Girol, *Résistance des matériaux* (nella *Chronique Industrielle*, 1881, p. 283). — Egleston, *Nécessité d'étudier méthodiquement la résistance des métaux soumis à des efforts répétés* (nella *Revue universelle des mines*, anno 1880, II, 7, pag. 521). — Bauschinger, *Ueber den Einfluss der Dauer auf die Festigkeit von Probestäben aus Eisen und Stahl* (negli *Annalen f. Gewerbe und Bauwesen*, 1879, vol IV, pag. 269).

Ing. F. Mazzola.

RETI. — Francese *Filets;* tedesco *Netze;* inglese *Nets.*

Il lavoro a rete od a maglia quadra, o al modano o punto a stuoja, come variamente è in Italia indicato, è uno dei lavori più antichi, col quale si adornavano anche le vesti, come ne fanno fede le antiche scolture assiriche ed egizie. È impossibile determinare quale ne sia stato il paese originario, giacchè tal lavoro lo si trova presso tutti i popoli primitivi come ordigno da caccia e da pesca nella sua più semplice costituzione. Le trasformazioni successive e i perfezionamenti importativi sono stati tali da creare con esso delle opere d'arte, ornando le reticelle con ricami in fili colorati o no o con fili d'oro e d'argento e persino con pietre preziose. E tutt'ora sono pur celebri le reticelle di seta ricamate in oro e argento della Persia, i nostri antichi pizzi a maglia quadra (Vedi MERLETTI E PIZZI) ed i ricami di Cluny in Francia, ed ancora oggi come lavoro ornamentale non ha cessato d'essere in voga e intieri paesi si occupano alla confezione di reti e reticelle ornamentali, nonchè quali ordigni di caccia e di pesca.

Il lavoro a rete pertanto si divide in due categorie: *Reti da caccia e da pesca* e *Reti o reticelle ornamentali.* In questo capitolo trattasi soltanto delle reti da pesca e da caccia. Le reti sono fabbricate a mano e meccanicamente.

FABBRICAZIONE A MANO DELLE RETI.

La forma della maglia delle reti è sempre la stessa, quella di un quadrato o di una losanga, varianti di forma a seconda del modano o modello impiegato nella fabbricazione od a seconda del modo di allacciare le maglie. Gli ordigni da pesca sono totalmente fabbricati a maglia semplice, tutte le altre maglie, doppie, allungate, intrecciate, ecc., formano parte delle reticelle ornamentali.

Utensili. — Due soli utensili occorrono alla fabbricazione della rete: la spoletta o spola, detta anche navetta e qualche volta ago da rete, ed il modello o modano.

La *spoletta* è l'utensile sul quale si avvolge il filo che serve alla formazione della rete, ed è di due forme. La fig. 1612 è la forma della spoletta per le grandi e medie maglie, le fig. 1613 e 1614 sono quelle per le medie e piccole; la prima è la più generalmente usata, arrivandosi con essa a lavorare maglie di 4 mm. di lato, che sono le più piccole adoperate nelle reti da pesca. Le spolette della forma della fig. 1612 sono fatte di legno o in metallo, quelle della fig. 1613 in legno o in osso, e quelle della fig. 1614 in metallo; le piccole della forma della fig. 1612 si fanno anche in osso.

I legnami adoperati di preferenza sono: il bosso, il corniolo ed il frassino ed anche legni esotici, purchè essi sieno elastici, flessibili e non fragili: fa d'uopo che il legname che si adopera sia di essenza dura a fibre molto serrate, che difficilmente si scheggi, per evitare il deterioramento o lo spezzamento del filo nel suo svolgersi lavorando.

Le spolette della forma della fig. 1612 sono anche fatte di lamiera di ferro dolce e quelle della fig. 1614 in acciajo.

Nella fig. 1612: *c* è la testa, *b* il tallone, *f* il corpo della spoletta, *a* è la punta di ritegno del filo.

Nelle fig. 1613 e 1614: *f* è il corpo, *d* le pinze a molla, *c* il foro di ritegno del filo.

Le spolette variano di dimensioni a seconda della maglia da eseguirsi, sono cioè proporzionali alla maglia stessa. Quelle della fig. 1612 hanno generalmente una lunghezza da m. 0,22 a m. 0,27 ed una larghezza da m. 0,006 a 0,022. Una maggior lunghezza di 0,27 non è utile per la perdita di tempo che si ha nell'eseguire i movimenti per fare il nodo. Le spolette della fig. 1613 e 1614 sono sempre meno lunghe. Le spolette di legno hanno uno spessore da 2 a 3 mm. e quelle in osso da 1,5 a 2, quelle di metallo secondo le fig. 1612 e 1613 hanno lo spessore di mm. 1,5, quelle come la fig. 1614 sono assortite come gli aghi da calze.

La sezione trasversale della fig. 1612 e 1613 è rettangolare coi lati minori arrotondati, quella della fig. 1614 è circolare.

Le spolette metalliche della fig. 1612 sono più pesanti di quelle di legno, ma presentano il vantaggio di raramente rompersi, mentre quelle di legno e di osso si spezzano alla più piccola caduta o ad un irregolare movimento.

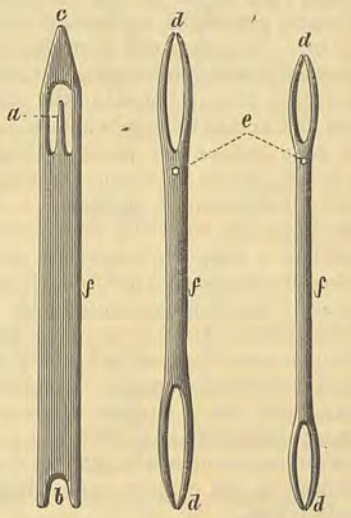


Fig. 1612. Fig. 1613. Fig. 1614.

Spolette.

Le spolette devono essere assortite in diversa lunghezza da m. 0,10 a m. 0,27 a seconda della maglia da formarsi e dei rammendi da eseguirsi.

I *modani* o *modelli* sono di forma cilindrica o prismatica a sezione rettangolare, il diametro di quelli cilindrici ed il lato maggiore della sezione dei prismatici sono strettamente legati alla grandezza della maglia che con essi si eseguisce, e cioè la lunghezza del lato della maglia deve essere eguale alla metà della circonferenza del modano cilindrico, od alla somma della lunghezza del lato maggiore e del lato minore della base del modano prismatico.

I modani più grandi si fanno di legno durissimo, come bosso, corniolo, sorbo, e non si devono fabbricare di legni teneri per la facilità colla quale si ondulano le loro superficie, nel qual caso, oltre alla formazione di maglie irregolari, si ha una grande difficoltà a scaricare il modano del lavoro fatto.

I modani medii sono in osso duro e quelli più piccoli in acciajo.

Per maglie il cui lato è maggiore di m. 0,05 si adoperano i modani prismatici di legno a spigoli arrotondati, che alcuni chiamano *forme.*

Per maglie di lato da 0,05 a 0,01 si usano modani di legno cilindrici.

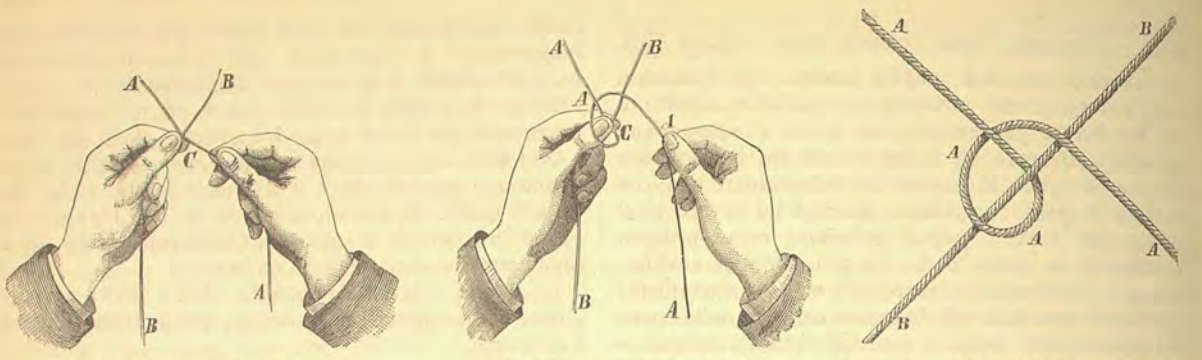


Fig. 1615. — Prima posizione. Fig. 1616. — Seconda posizione. Fig. 1617. — Seconda posizione ingrandita.

Nodo del tessitore (fig. 1615, 1616 e 1617).

Per maglie di lato minore di 0,01 i modani sono di osso o d'acciajo, i più sottili si fanno sempre d'acciajo.

I modani sieno prismatici o cilindrici devono avere per tutta la loro lunghezza una costante sezione trasversale; la conicità che molti fabbricanti di reti adottano per facilitare lo scaricamento delle maglie, riesce di pregiudizio alla durata della rete nel suo uso; giacchè la diversità della sezione nel modano origina maglie irregolari e le più piccole si trovano poi soggette a tensioni più forti e facilmente si spezzano. I modani più piccoli, quelli in acciajo ed in osso possono avere le loro estremità coniche a guisa degli aghi da calze, i medii in legno invece semplicemente arrotondati, i più grandi potranno avere il solo spigolo arrotondato.

La lunghezza del modano è pure importante; troppo lungo è difficile a mantenere esattamente e se serve per maglie grandi riesce così pesante da stancare troppo presto la mano, così che il modano di esagerata lunghezza provoca irregolarità di lavoro. La pratica ha dimostrato e dimostra che una lunghezza di m. 0,12 è la più conveniente e la più comoda per la riuscita del lavoro e per chi lavora.

Un buon *pajo di forbici* ed un *coltello* completano l'armamentario del fabbricante di reti.

Sulle spolette va avvolta una certa quantità di filo proporzionatamente alle dimensioni della spoletta stessa ed a quelle della maglia da eseguirsi; l'operazione dell'avvolgimento del filo è detta *caricare la spoletta*.

Pel caricamento delle spolette piatte simili alla fig. 1612 si fa un nodo all'estremità del filo, se ne storce un pezzetto a guisa di cappio, nel quale vi si introduce la punta *a;* la spoletta si tiene colla mano sinistra stringendone il corpo in modo che uno dei piani sia di fronte al caricatore, e la testa in alto ed il tallone in basso. Il filo tenuto colla destra e fissato alla punta, lo si abbassa in avanti lungo il corpo della spoletta, lo si accavalla al tallone *b*, passandolo dietro e riconducendolo in alto e facendo ruotare nella mano sinistra la spoletta o movendo opportunamente il filo lo si riconduce sulla superficie di fronte davanti alla punta e lo si accavalla a questa col pollice della mano destra. In tal modo sulla superficie posteriore il filo è disposto diagonalmente, mentre nell'anteriore è longitudinale. Si riconduce in basso il filo diagonalmente accavallandolo al tallone dal di dietro in avanti, oppure nel mentre si abbassa il filo si fa compiere un mezzo giro alla spoletta cambiando la superficie che sta di fronte, lo si rialza di nuovo longitudinalmente per accavallarlo alla punta e si continua in tal modo fino a che la spoletta sia sufficientemente caricata. Con tal metodo avviene che due fili disposti longitudinalmente sono separati da uno diagonale e viceversa, ciò che rende regolarissimo e facile il dipannamento del filo.

Per caricare quelle della forma della fig. 1613 e 1614 si passa il filo nel foro *c* esistente sotto una delle pinze e vi si fa un nodo all'estremo perchè non sfugga; qui è da notare che molto spesso le spolette in osso non portano il foro ed allora il filo lo si fissa a mezzo di un cappio. Fissato il filo lo si conduce lungo il corpo della spoletta, lo si fa passare attraverso le punte *d* della pinza opposta alla cruna, lo si riconduce di nuovo lungo la spoletta nell'altra pinza e così via fino a che sia caricata convenientemente di filo.

È di somma importanza il non caricare di troppo la spoletta per non rendere difficili i suoi passaggi attraverso alle asole che deve formare il filo per eseguire il nodo. Ciò porta che nell'esecuzione del lavoro si deve ricaricare la navetta più volte ed annodare gli estremi del filo col quale si è lavorato col nuovo caricato. Quest'annodamento deve presentare delle condizioni importanti e cioè deve essere robustissimo, ben serrato e del più piccolo volume possibile, condizioni che sono completamente soddisfatte dal *nodo del tessitore*, che per qualunque tensione si potranno spezzare i fili sì, ma mai sciogliersi il nodo. Questo tipo di nodo è semplicissimo, di uso continuo nel lavoro di rete e si eseguisce nel seguente modo. Si prende l'estremo *A* di uno dei fili fra il pollice e l'indice della mano destra, l'estremo *B* dell'altro filo fra le stesse dita della mano sinistra (fig. 1615), s'incrociano insieme ponendo *A* sotto *B* e stringendone la loro incrociatura *C* fra il pollice e l'indice della mano sinistra. Indi il filo *A* tenuto dalla destra lo si rivolge ad asola, girandolo sul pollice sinistro e passandolo dietro all'estremo del filo *A* (figure 1616 e 1617), conducendolo fra mezzo l'incrociatura *C*, al disopra del filo *B*, mantenendo sempre ferme e strette le dita della mano sinistra. Poi, colla mano destra, si passa l'estremo del filo *B* nell'asola formata dal filo *A* sul pollice sinistro e si fa passare l'asola al di sopra dell'estremo di *B* (fig. 1618 e 1619) mantenendo ferme e strette le dita della mano sinistra. Si tira quindi con la mano destra il filo *A* per serrare fortemente i due fili insieme (fig. 1620, 1621 e 1622) e ottenere il nodo formato come nella figura. Si tagliano gli estremi dei fili *A* e *B* il più vicino possibile al nodo formato che mai non si disfarà.

Perchè il nodo riesca ottimo e solido è da osservarsi che l'asola formata dal filo *A* sul pollice sinistro, dopo che l'estremo del filo *B* vi è stato sottopassato, stia su questo stesso filo *B* e non venga a passare sul filo *A*, chè in questo caso si otterrebbe un nodo scorrevole e di nessuna efficacia. Le fig. 1623 e 1624 dànno

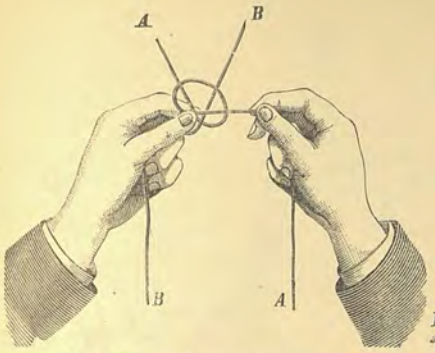


Fig. 1618. — Terza posizione.

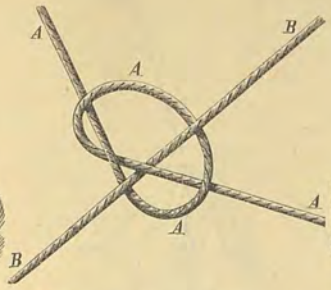


Fig. 1619. — Terza posizione ingrandita.

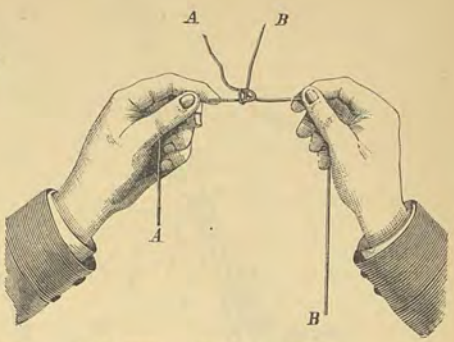


Fig. 1620. — Quarta posizione.

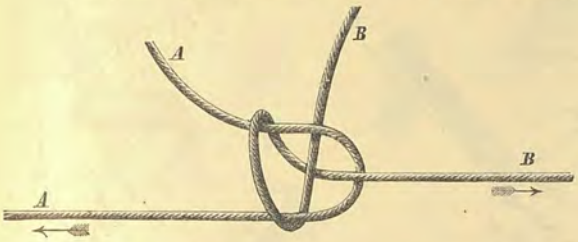


Fig. 1621. — Quarta posizione ingrandita.

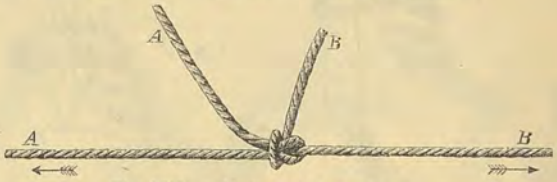


Fig. 1622. — Nodo stretto ingrandito.

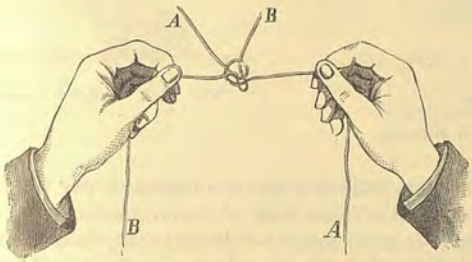


Fig. 1623. — Formazione del nodo.

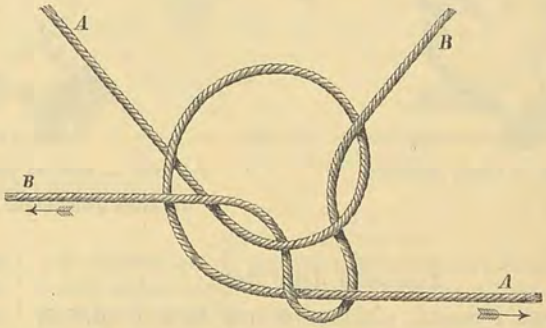


Fig. 1624. — Formazione del nodo ingrandito.

Nodo del tessitore (fig. 1618 a 1624).

la forma del nodo prima che colla mano destra si agisca tirando il filo *A* per stringerlo.

Quando si dovrà eseguire questo nodo per riattaccare il filo della spoletta a quello della rete in corso di lavoro, si dovrà formare il nodo d'attacco il più vicino possibile a quello dell'ultima maglia tessuta.

Materiale. — Per l'esecuzione delle reti da pesca occorrono filo, spago, cordetta e corda. La scelta del filo deve essere diligente ed è importante, dipendendo da esso la durata della rete, ed il migliore è quello di canape macerata sul prato, cioè quella a fibre di colore grigiastro e per quanto è possibile di canape maschia, perchè più fino, più robusto, più liscio e meno peloso di quello proveniente dalla canape femmina. Il filo dovrà constare di due, tre, quattro e più fili primi ritorti insieme *a mezza torta*, perchè sia meglio resistente la rete nel lavoro; il filo a tutta torta quando si bagna aumenta la propria torta e in questo caso i lati delle maglie delle reti restano assoggettati a tali tensioni che facilissimamente si spezzano. L'abitudine poi di fabbricare reti con fili soltanto binati senza torta per dare maggior robustezza alla rete è in generale un grave difetto, perchè nei lati della maglia i fili binati non hanno la stessa precisa lunghezza, per cui la resistenza è data dal più corto, rimanendo inerte l'altro. Ciò si incontra nelle parti delle reti che devono essere più forti, perchè sopportano il peso intiero dell'ordigno o perchè portano le corde piombate. Le maglie di queste parti, in luogo d'essere fatte con fili binati semplicemente, dovranno essere eseguite con fili grossi ritorti perfettamente.

I fili di lino dànno buoni risultati nella confezione delle reti, ma sempre però le sono superiori i filati di canape.

Gli spaghi, le cordette e le corde devono avere la loro regolare torta, ma prima d'essere impiegate si tratteranno all'acqua bollente per dar loro la pieghevolezza occorrente che non hanno quando sono nuove.

Lo spago disposto a matasse verrà posto in una pentola con tant'acqua da ricoprirlo per circa 6 cm. e per due ore almeno si dovrà mantenere l'acqua in ebollizione, curando d'aggiungerne per non lasciare allo scoperto lo spago. Raffreddata l'acqua se ne estraggono le matasse, che si lasciano essiccare in luogo coperto e ben aereato, si dipannano poi per formarne dei grossi gomitoli.

La cordetta e la corda dovranno mantenersi in ebollizione per un tempo maggiore a seconda della loro grossezza: così le più grosse si faranno bollire almeno per cinque ore.

Per le reti da caccia occorrono filati di lino, canape e seta, spaghi, cordette e corde; queste ultime devono essere trattate, come per le reti da pesca, prima di essere usate.

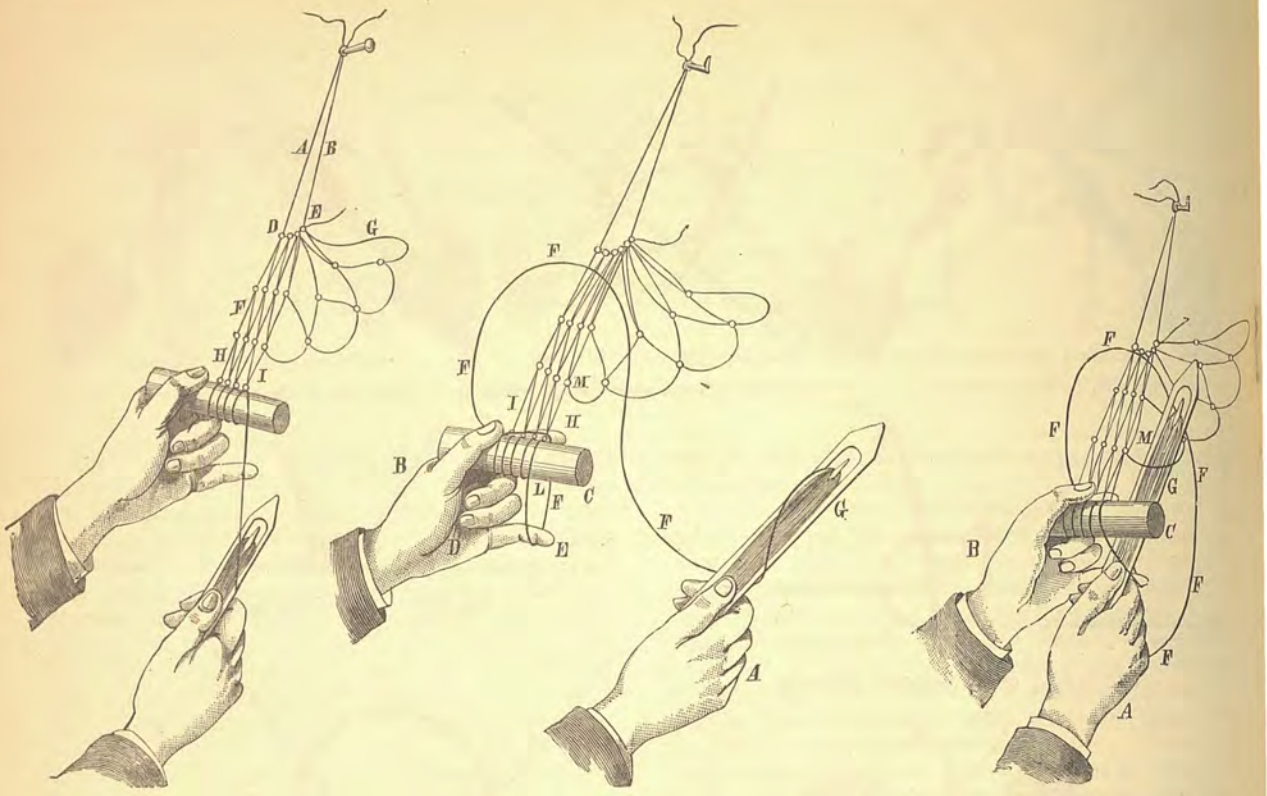


Fig. 1625. — Prima posizione. Fig. 1626. — Seconda posizione. Fig. 1627. — Terza posizione.

Tessitura delle maglie sotto il mignolo.

Tessitura delle Reti.

Le reti a maglia constano di una *serie* o *giri* di maglie in forma di losanga o di quadrati, sui quali si compiono degli *aumenti* o delle *diminuzioni* nel numero delle maglie che costituiscono un giro a seconda che è necessario *aumentare* o *diminuire* le dimensioni della rete che si sta lavorando. Ad ogni giro si formano soltanto delle mezze maglie, per cui occorrono due giri di mezze maglie per averne uno di maglie intere; così nel *cominciare una rete*, o, come molti dicono, nel fare la *levata*, si eseguisce il primo giro di *punti a maglia*, che è formato da una serie di mezze maglie, i cui lati rimangono disposti a festone formando una specie di addentellato o merletto.

Tutti i lavori a rete sono incominciati su una corda, cordetta, spago o cordoncino, a seconda della grossezza del filo che si adopera nella tessitura, anzi deve essere sempre molto più forte per resistere alla tensione che vi si produce nel lavorare ed al peso del lavoro eseguito. Questa corda o spago sul quale si attacca il filo per tessere è disposta ad asola od a lungo cappio *A B* (fig. 1625) con un nodo agli estremi ed accavallato pel nodo stesso ad un chiodo a gancio *C* piantato in una parete o ad altro pezzo molto stabile, o puntato con un grosso spillo sopra un cuscino piombato. Nella parte opposta al nodo del cappio si incomincia la rete, tessendo il primo giro formato, come abbiamo detto, di una serie di punti o mezze maglie, che nella fig. 1625 sono rappresentate riunite in *D E*. Tutti gli altri giri di punti *F G* e *H I* tessuti poi vengono a formare l'intera maglia.

La tessitura dei punti o la formazione del nodo col quale rimane eseguito il punto si opera in varii modi e sono distinti dalle dita che si adoperano per trattenere il filo con cui si tesse. Così abbiamo il metodo nel quale si *forma il nodo sotto il dito mignolo*, l'altro in cui *il nodo è formato sotto l'anulare e medio*, e nel terzo *il nodo viene formato sopra il pollice*. Il primo è adoperato in generale nel tessere le reti nuove, il terzo nel rammendarle, ed il secondo è quello seguìto dalle donne nell'esecuzione di fine reticelle d'ornamentazione.

1° **Metodo.** — La formazione del nodo o del punto sotto il mignolo si eseguisce in quattro movimenti o posizioni delle mani e per facilmente spiegarli supponiamo di tessere un giro di punti che non sia il primo.

1° *Movimento* (fig. 1626). — La spoletta carica di filo è tenuta colla mano destra *A* ed il filo è attaccato alla rete che si sta tessendo. Col pollice e l'indice della mano sinistra *B* si stringe il modano *C*, mentre il medio e l'anulare della stessa mano sono ripiegati sul palmo *D*; il dito mignolo *E* deve rimanere disteso. Il filo *F F F* della spoletta *G* si passa al disopra del modano *C* (fig. 1625), indi sotto il disteso mignolo *E*, indi si rialza dietro il modano e sotto l'indice *H*, lo si piega in avanti per inserirlo fra il pollice *I* ed il modano, e rialzandolo lo si dispone ad arco di circolo sopra le maglie già eseguite. Il filo deve essere tenuto bene stretto fra l'indice ed il modano e fra il pollice ed il modano, ed il mignolo deve tendere l'asola *L* formata fra esso ed il modano stesso. Il modano deve essere tenuto ben diritto e tangente ai punti dell'ultimo giro eseguito.

2° *Movimento.* — Si infila la spoletta *G* nell'interno dell'asola *L* formata fra il mignolo ed il modano (figura 1627), passandola al disotto del modano *C* e infilandola per la sua metà lunghezza circa nel punto *M* del giro precedente e al disopra del filo *F F F* disposto

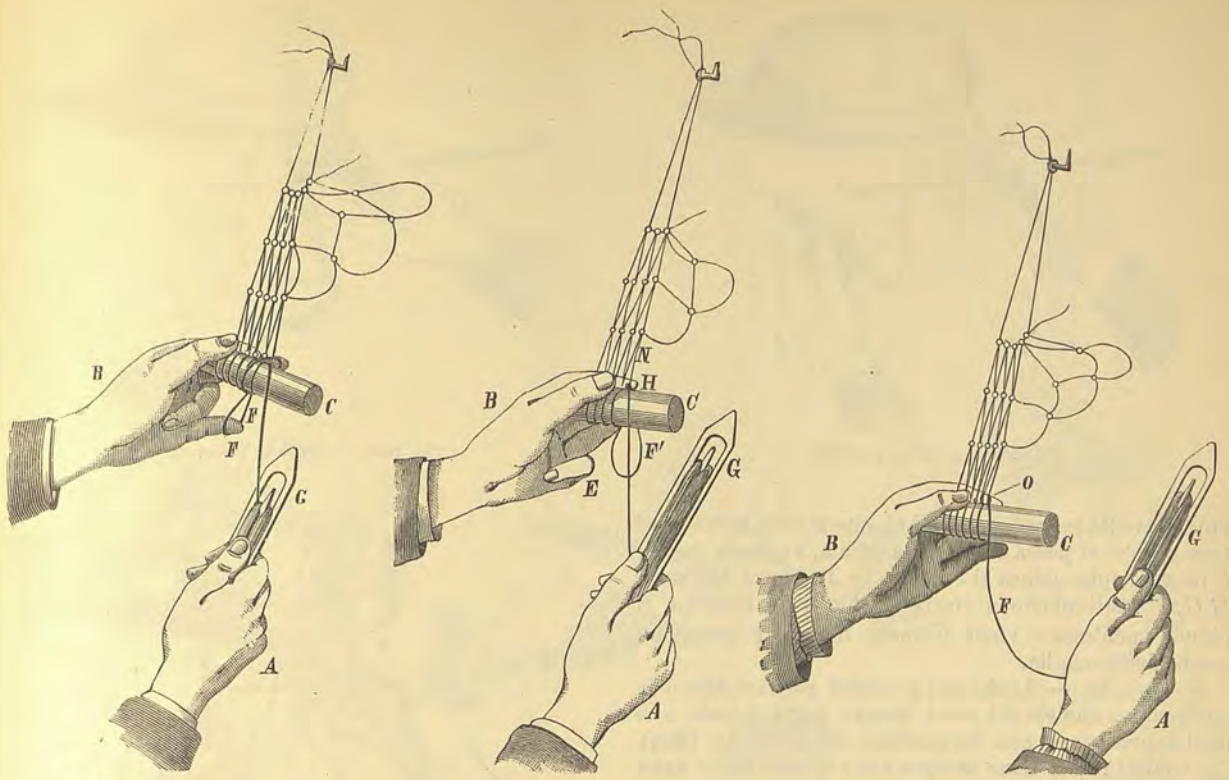


Fig 1628. — Quarta posizione. Fig. 1629. — Quinta posizione. Fig. 1630. — Sesta posizione.

Tessitura delle maglie sotto il mignolo.

ad arco di circolo sopra il tessuto già eseguito. Il filo della spoletta nella parte *F' F'*, che forma arco intorno alla spoletta stessa, deve rimanere libero e sospeso. La spoletta rimane così fra il mignolo della mano sinistra e la maglia *M* e trovasi appoggiata; la mano destra *A*, che è al disotto del modano, l'abbandona per un istante per riprenderla immediatamente al disopra della maglia *M* e del modano *C*.

3° *Movimento* (fig. 1628). — Estratta la spoletta dalla maglia in cui si era infilata, la si abbassa passando sul davanti del modano e tirando il filo, il dito mignolo abbandona l'asola che teneva e riprende quella che rimane formata dalla porzione di filo *F' F'* della spoletta, tendendola fortemente perchè s'appoggi convenientemente al modano *C*, nel mentre che colla mano destra si tira il filo della spoletta e il dito pollice della mano sinistra *B* lascia libero il filo che stringeva sul modano.

4° *Movimento* (fig. 1629). — Il filo, inviluppando esattamente il modano ed essendo la maglia nella sua esatta posizione sul modano stesso in *N*, la vi si mantiene coll'indice *H* della mano sinistra e si ritira il dito mignolo *E* dall'asola *F'*, che ne era mantenuta tesa; indi colla mano destra *A* si tira la spoletta e relativo filo, fino a che il nodo sia bene stretto e si sia formato nella posizione segnata *O* (fig. 1630) al disopra del modano *C*.

Ogni punto va eseguito in questo modo per ciascuna maglia del giro precedente, e si deve avere attenta cura perchè i nodi siano bene stretti e si trovino tutti in linea retta sul modano, affinchè le maglie riescano regolari ed uniformi, ed il filo formante i nuovi punti nei quali sta infilato il modano, si adagi convenientemente ed uniformemente stretto intorno al modano stesso.

2° Metodo. — È uguale al precedente, soltanto che il dito mignolo della mano sinistra non ha alcuna azione sulla formazione del punto.

1ª *Posizione.* — Supponendo anche in questo caso di avere già in corso la tessitura di una rete, che è fissata ad un guanciale piombato per mezzo del cappio, si prende la spoletta *C* fra l'indice ed il pollice della mano destra *A*, e il modano *D* fra l'indice ed il pollice della mano sinistra *B*, appoggiando il modano tangenzialmente ai punti della rete fatta, il medio e l'anulare si passano sotto il modano piegati in modo da disporsi in parte paralleli ad esso (fig. 1631).

Il filo della spoletta che è unito al tessuto lo si passa, abbassandolo, sul davanti del modano e del medio e dell'anulare sottoposti, lo si rialza girandolo dietro le stesse dita e, accavallandolo sull'indice *E* della stessa mano, lo si conduce parallelamente al modano sotto il pollice sinistro *F*, indi lo si distende ad arco *I I I* sul tessuto e lo s'abbassa dietro il modano.

2ª *Posizione.* — Si infila la spoletta nell'asola formata intorno alle dita, medio e anulare della mano sinistra (fig. 1632), passandola sotto il modano *D* e si infila nella prima maglia libera del giro precedente e al disopra dell'arco formato dal filo *I I* della spoletta. In tal modo si è formata una seconda asola *G G* intorno alle dita della mano sinistra (fig. 1633). Si trattiene la spoletta colla mano sinistra, nel mentre la mano destra ne lascia l'estremo inferiore, per afferrarne immediatamente l'estremo opposto.

3ª *Posizione.* — Si tira il filo della spoletta, lasciandolo libero da sotto il pollice *F*, si ritirano le dita, medio e anulare, dall'asola che tenevano tesa, la quale colla tensione del filo della spoletta va man mano chiudendosi. Nello stesso tempo le stesse dita si fanno

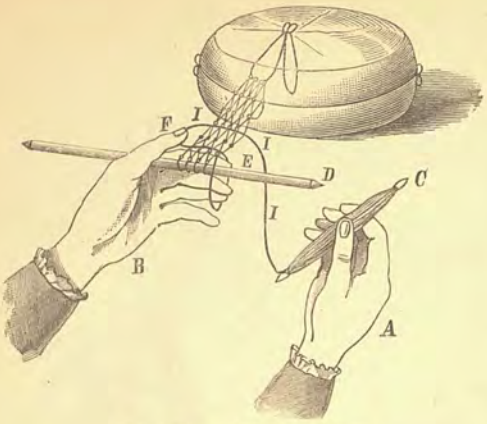


Fig. 1631. — Prima posizione.

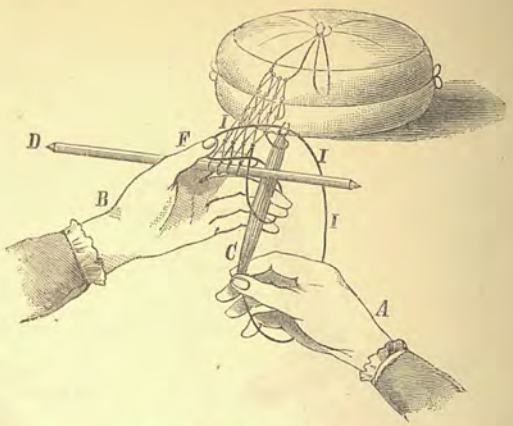


Fig 1632. — Seconda posizione.

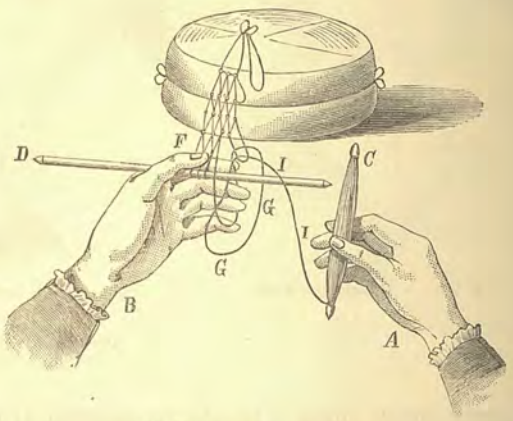


Fig. 1633. — Terza posizione.

Tessitura delle maglie sotto l'anulare (fig. 1631, 1632 e 1633).

entrare nella seconda asola *G G*, che si deve mantenere tesa perchè si possa chiudere la prima, e quando questa è interamente chiusa si ritirano le dita pure dall'asola *G G*, e continuando a tirare il filo della spoletta, si chiude anch'essa e viene formato il nodo e quindi un punto della maglia.

3° Metodo. — Anche qui poniamo per facilitarne la spiegazione che sia già stata tessuta parte di rete e si debba procedere alla formazione del nodo (fig. 1634). La spoletta *D* si tiene sempre nello stesso modo nella mano destra *A*, ed il modano *C* colla mano sinistra fra il pollice e l'indice, appoggiandolo sulle altre dita chiuse sul palmo della mano.

Si tira il filo *E* della spoletta, lo si passa sul davanti del modano, vi si ripassa dietro avviluppandolo, si infila la spoletta nella maglia *G* del giro precedente da sotto in sopra, tirando il filo per ben avvolgere il modano e guidandolo in basso. Si hanno così due tratti di filo paralleli che sono accavallati alla maglia. Questi tratti si stringono fra il pollice e l'indice in *F*, mantenendone la loro tensione. Colla mano destra, che stringe la spoletta, si getta il suo filo a sinistra facendogli descrivere l'arco *E E E* (fig. 1635), che va da sinistra a destra. Si abbraccia con le altre dita il modano perchè resti esattamente nella sua posizione e si fa passare la spoletta sotto i due tratti di filo che si sono accavallati nella maglia *G* e sopra il filo che forma l'arco *E E*.

Si abbandona l'estremo inferiore della spoletta, per afferrarne l'altro colla stessa mano destra, e si tira il filo *E* stringendo a poco a poco l'arco formato dal filo, lasciando scorrere sul pollice l'asola che va scomparendo col formarsi del nodo al disopra del pollice in *H* (fig. 1636). Nel momento che l'asola per la sua ristrettezza scorre giù dal dito, si dovrà agire con forte tensione sul filo perchè il nodo riesca bene stretto, nel mentre che il pollice e l'indice devono mantenerlo in quella posizione esatta in cui devesi formare.

I nodi che vengono formati col 1° e col 2° metodo sono perfettamente eguali fra loro, quello formato col 3° metodo è invece diverso. La fig. 1637 dà il nodo dei primi due metodi, cioè il nodo eseguito sotto il mignolo o sotto l'anulare e medio; la fig. *a* a destra presenta il nodo di fronte come si vede nell'eseguirlo, l'altra dà il nodo nella parte opposta. Il filo *A A* è della maglia del giro precedente, il filo della spoletta B_0 s'accavalla ad *A* in *B'*, scende seguendo *B' B''* e gira dietro secondo *B''' B''*, passando davanti sulla linea *B''' B''''*, si inserisce sotto *B'' B'''* ed esce dal nodo secondo *B*.

Il nodo sopra il pollice è rappresentato dalla fig. 1638, nella quale *A A* è il filo della maglia del giro precedente, il filo della spoletta che fa il nodo da B_0, s'accavalla ad *A* in *B'*, scende dietro verticalmente in *B' B''*, di fronte segue *B'' B'''*, gira dietro secondo *B''' B''''*, ritorna sul davanti per inserirsi sotto *B'' B'''* ed uscire a *B*. La figura a sinistra dà il nodo di fronte, l'altra dalla parte opposta.

I nodi si devono ottenere in linea retta sul modano e tutti quanti vicinissimi al modano stesso e nella sua parte superiore, come mostra la fig. 1639; anzi è bene che i nodi sieno stretti sul modano come pure le nuove maglie che si vanno tessendo, perchè riescano tutte di eguale forma, delle medesime dimensioni e si ottenga con ciò un tessuto regolare a rete. La regolarità e l'eguaglianza delle maglie è una delle condizioni per la maggior durata della rete stessa, perchè le piccole maglie che saranno state tessute fra le grandi soggiaceranno a tensioni maggiori che non le regolari e quindi in istato di logorarsi più presto.

Nel tessere una rete occorre aumentarne o diminuirne le dimensioni per arrivare ad avere la forma che si richiede. L'aumento o la diminuzione della dimensione si ottengono aumentando o diminuendo il numero delle maglie in determinati giri della superficie a rete.

Nei tessuti a maglie losanghe gli aumenti si eseguiscono dopo un certo numero di giri di maglie di egual numero.

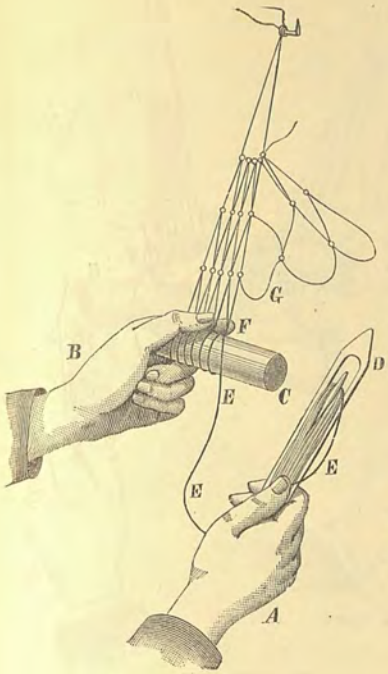


Fig. 1634. — Prima posizione.

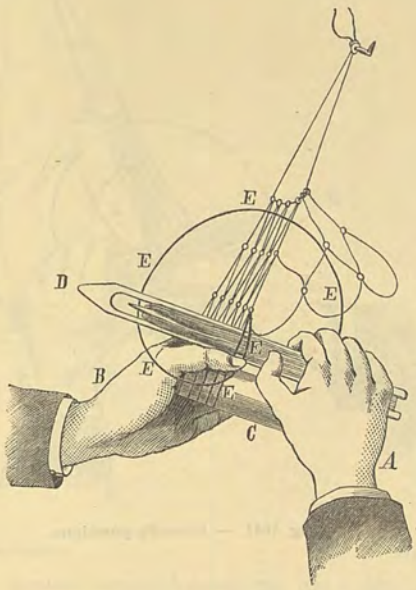


Fig. 1635. — Seconda posizione.

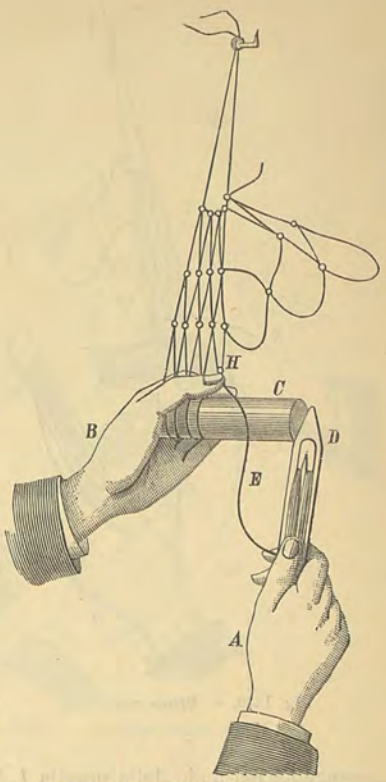


Fig. 1636. — Terza posizione.

Tessitura delle maglie sul pollice (fig. 1634, 1635 e 1636).

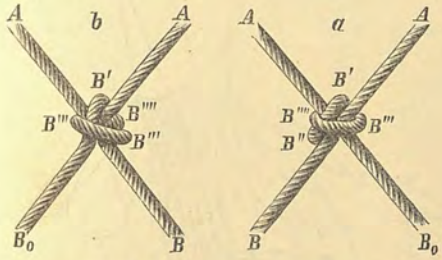


Fig. 1637. — Nodo ingrandito sotto il mignolo.

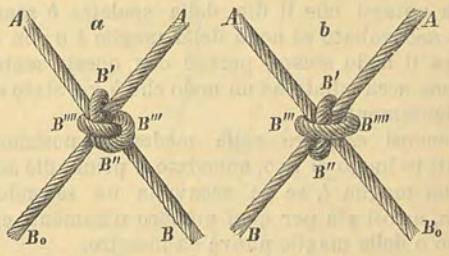


Fig. 1638. — Nodo ingrandito sul pollice.

Aumenti. — Poniamo di dover aumentare di una maglia la rete che si sta tessendo e questa sia a maglie losanghe e si sia giunti al punto determinato nel quale si deve eseguire l'aumento o l'inserzione di una maglia in più del numero che si ha nel giro precedente. Si sarà pertanto tessuto un certo numero di giri e si avrà la spoletta *D* nella mano destra *A* (fig. 1640), nella mano sinistra *H* si tiene il modano *C*, si avvolge il filo *E* della spoletta attorno al modano e si infila la spoletta da sotto in sopra nella maglia *l* del giro precedente, accavallandone il nodo e si riconduce il filo al di sopra del modano. Si ha così un'asola accavallata al nodo della maglia *l*, i cui tratti, al disopra del modano, si stringono fra il pollice e l'indice della mano sinistra. Si fa la gettata del filo da destra a sinistra (fig. 1641) sopra il pollice ed il tessuto, s'inserisce la spoletta da destra a sinistra sotto i tratti dell'asola, sopra il tessuto e al di sopra della gettata, la si estrae a sinistra tirandone il filo e stringendo il nodo *N* (fig. 1642), guidandone la formazione col pollice.

Si continua a tirare il filo della spoletta stringendo il nodo *N* fortemente, avendo cura (fig. 1643) che esso si trovi in esatta posizione lineare degli altri nodi al di sopra del modano. Le altre maglie si tessono poi

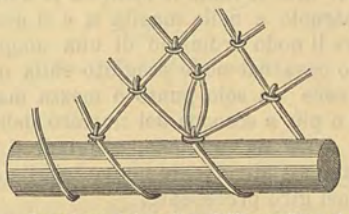


Fig. 1639. — Posizione dei nodi e delle maglie sul modano.

nel modo ordinario, fino a completo giro. Esaminiamo come avviene l'aumento di una maglia operando in tal modo. Se non si eseguisse l'accavallamento del filo della spoletta al nodo della maglia *l* e si tessesse una maglia ordinaria, la diagonale maggiore di questa

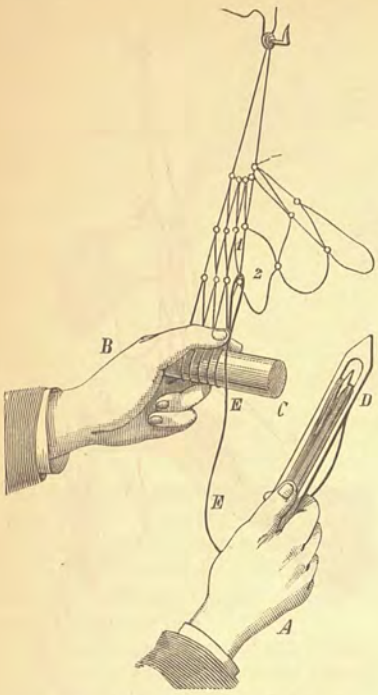


Fig. 1640. — Prima posizione.

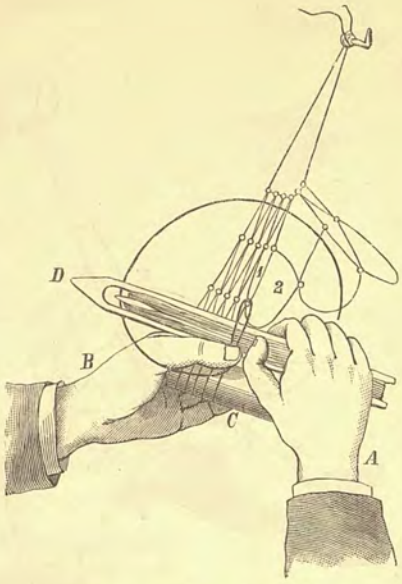


Fig. 1641. — Seconda posizione.

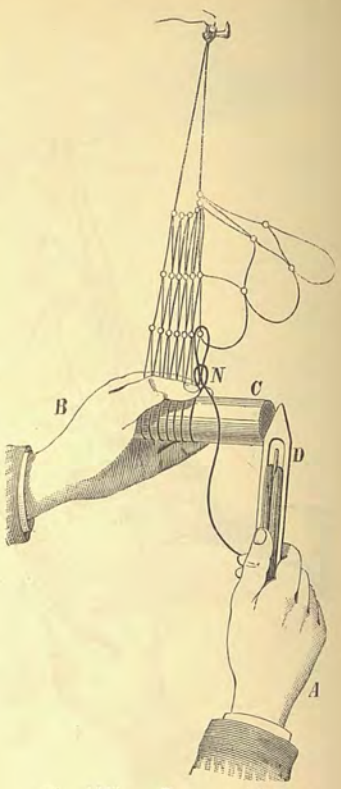


Fig. 1642. — Terza posizione.

passerebbe pel nodo della maglia *l*. Accavallando, come si disse, il filo della spoletta, introduciamo al posto dell'immaginaria diagonale un nodo sospeso e quindi un nodo fra due successivi di uno stesso giro, epperciò una maglia in più.

È da notarsi che il filo della spoletta è semplicemente accavallato al nodo della maglia *l* e non è serrato fra il nodo stesso, perchè con questo metodo, il filo viene accavallato ad un nodo che è già stato stretto precedentemente.

Dovendosi eseguire nella medesima posizione due aumenti in luogo di uno, annodato il primo filo accavallato alla maglia *l*, se ne accavalla un secondo e si annoda, e così via per quel numero d'aumenti che occorrono o delle maglie nuove da inserire.

L'aumento semplice, doppio, ecc., si può eseguire anche col metodo del formare il nodo sotto il mignolo. Si forma, come d'ordinario, l'asola sul mignolo ed in luogo di fare la gettata del filo della spoletta *D* a sinistra, lo si infila nella maglia *a* da annodare e quindi si avvolge di nuovo il modano *C* ed il mignolo (figura 1644), si tira il filo dietro il modano e si fa la gettata del filo. Indi si infila la spoletta *D* nelle due asole tese dal mignolo e nella maglia *a* e si procede come per eseguire il nodo ordinario di una maglia comune.

In questo caso dal nodo eseguito sulla maglia *a* in luogo di avere un solo punto o mezza maglia, se ne hanno due o più a seconda del numero delle asole che si saranno fatte sul mignolo, e quindi si inseriscono sotto la maglia *a* altrettante nuove maglie oltre quelle contenute nel giro precedente.

Con questo metodo gli accavallamenti del filo, che formano le nuove maglie, non sono mobili o semplicemente accavallati, ma rimangono stretti nel nodo stesso che si eseguisce e quindi sono fissi. È però da aver cura che il nodo sia molto stretto per poter eseguire il giro successivo senza avere deformazione nelle mezze maglie d'aumento.

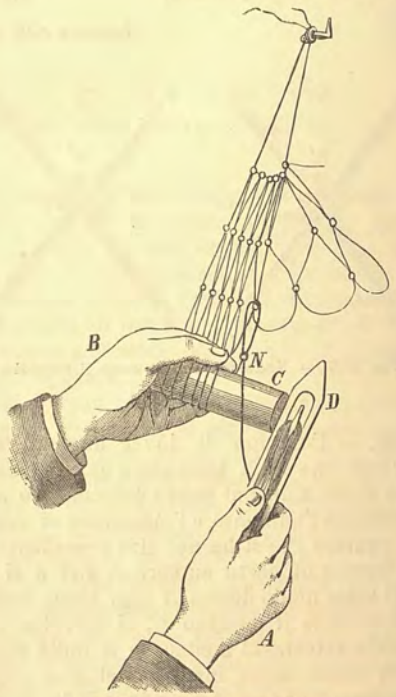


Fig. 1643. — Quarta posizione.

Aumenti — Primo metodo (fig. 1640 a 1643).

Altro metodo per ottenere gli aumenti e seguito però da pochi pel confezionamento di reti, ma lo è abbastanza nelle reticelle ornamentali, consiste nel formare due maglie sulla stessa maglia corrispondente del giro precedente, eseguendovi due ordinarii punti o nodi. Questo sistema conduce ad avere due nodi comuni

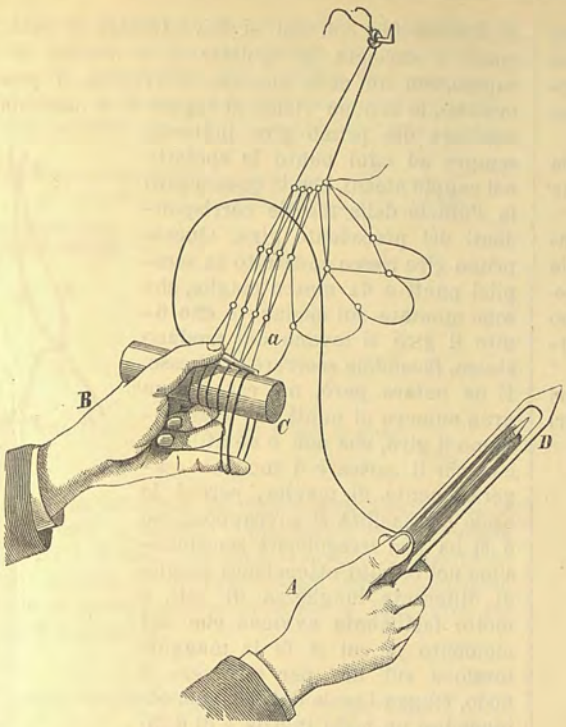


Fig. 1644. — Prima posizione.

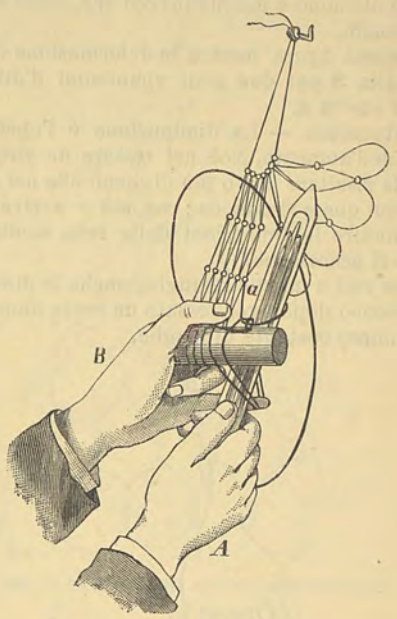


Fig. 1645. — Seconda posizione.

Aumenti — Secondo metodo (fig. 1644 e 1645).

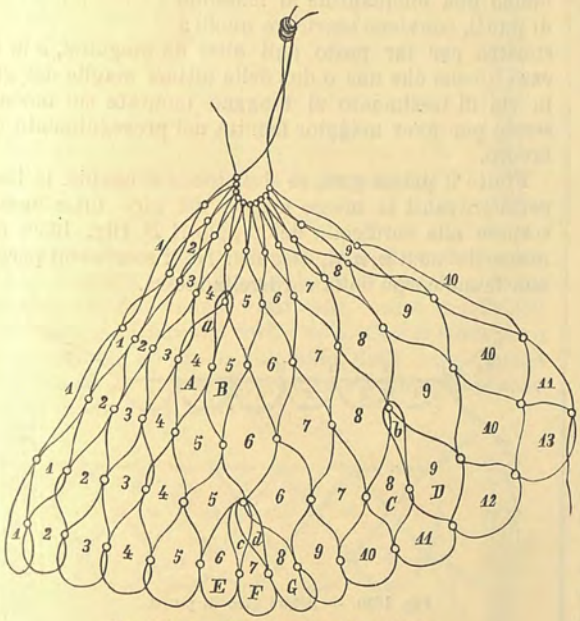


Fig. 1646. — Primo e secondo metodo.

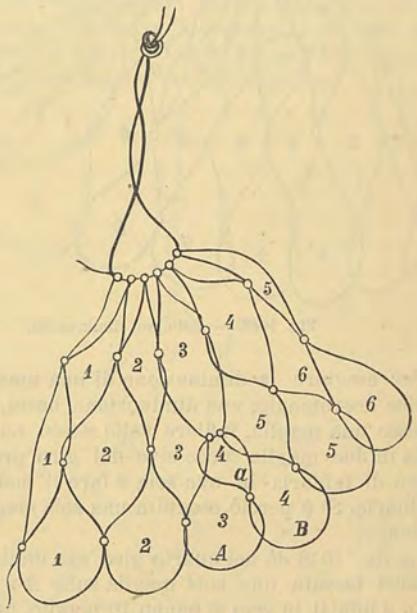


Fig. 1647. — Terzo metodo.

Rete con aumenti (fig. 1646 e 1647).

vicinissimi e su di una stessa maglia, ciò che ne porta la sua deformazione con un accorciamento di due lati, dimodochè la maglia rimane accorciata e soggetta a maggiori tensioni, e quindi più facile il logoramento della rete, ed è per ciò che i pescatori non seguono questo terzo metodo, ma i primi due. Anzi essi dànno la preferenza al primo. La fig. 1646 dà esempii di aumenti coi primi due metodi; il secondo giro consta di 9 maglie, ma al terzo giro fra le maglie 4 e 5 è inserita, col primo metodo a nodo sul pollice, una maglia *a*, così che al quarto giro al posto di una maglia ne abbiamo due *A* e *B*, e quindi questo giro viene ad essere costituito di 10 maglie. Al sesto giro fra le maglie 8 e 9 è inserita col secondo metodo a nodo sotto il mignolo, una nuova maglia *b*, e quindi nel settimo giro il numero delle maglie diventa 11, avendo sostituito ad una sola maglia le due *C* e *D*. Al settimo giro sono state inserite collo stesso metodo due nuove maglie *c* e *d*, così che nel giro susseguente il numero delle maglie diventa 13, avendo sostituite le maglie *E*, *F*, *G* ad una sola.

La fig. 1647 ci dà l'esempio di un aumento col terzo metodo, cioè sulla maglia 3 del secondo giro è formata la nuova maglia *a*, e quindi nello stesso giro e nel successivo abbiamo 6 maglie invece di 5, come ne esistono nel secondo.

La stessa figura mostra la deformazione che subisce la maglia 3 pei due nodi vicinissimi d'attacco della maglia nuova *a*.

Diminuzioni. — La diminuzione è l'operazione inversa dell'aumento, cioè nel tessere un giro di maglie se ne fa risultare una o più di meno che nel giro precedente sul quale si annoda; con ciò si arriva allo scopo di diminuire le dimensioni della rete, mentre coll'aumento si accrescono.

Nelle reti a maglie losanghe, anche le diminuzioni si eseguiscono dopo aver tessuto un certo numero di giri con numero costante di maglie.

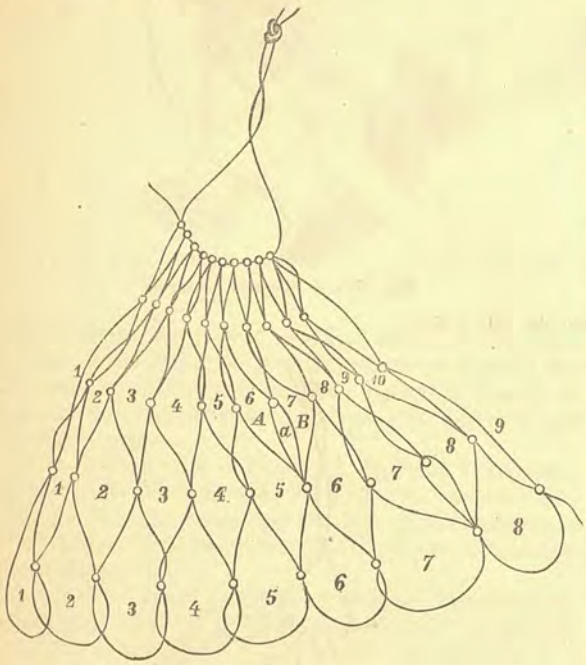


Fig. 1648. — Rete con diminuzioni.

Per eseguire la diminuzione di una maglia o, come si dice brevemente, una diminuzione, basta, nel mentre si tesse una maglia, infilare nello stesso tempo la spoletta in due maglie successive del giro precedente, in luogo di infilarla in una sola e fare il nodo nel modo ordinario. Si è perciò eseguita una sola maglia in luogo di due.

La fig. 1648 dà nel quarto giro una diminuzione, essendosi tessuta una sola maglia sulle *A* e *B* del terzo giro, e infatti in esso si hanno 10 maglie, nel quarto se ne hanno solo 9.

Tessitura di reti a maglie losanghe.

Una rete a maglie losanghe si tesse eseguendo i punti andando da sinistra verso destra, dipendendo codesto dal modo, come s'è visto, di esecuzione di ogni singolo punto, lavorandosi da sinistra a destra. Per incominciare il tessuto si forma con un filo forte, spago od altro, a seconda della grandezza della rete e del filo adoperato nella tessitura, un cappio *A B C* (fig. 1649), annodandone gli estremi ed appiccicandolo dalla parte del nodo ad un chiodo infitto in una parete, p. es., o ad uno spillo su un guanciale piombato. La estremità *E D F* del filo con cui si deve tessere la rete e del quale è caricata la spoletta *G* si annoda in *D* al cappio, con un nodo comune scorrevole, si prende il modano, lo si pone vicino al cappio e si incomincia la tessitura del primo giro infilando sempre ad ogni punto la spoletta nel cappio stesso, che in questo giro fa l'ufficio delle maglie corrispondenti del precedente giro. Questo primo giro riesce costituito da semplici punti o da mezze maglie, che sono montate sul modano e che finito il giro si levano dal modano stesso, facendole scorrere su di esso. È da notare però, nel caso di un gran numero di punti che costituiscono il giro, che non è nè utile, nè comodo il caricare il modano esageratamente di maglie, perchè le asole con facilità si sovrappongono e si ha una irregolarità sensibilissima nel tessuto, ottenendosi maglie di differente lunghezza di lati, e molto facilmente avviene che nel momento in cui si fa la maggior tensione sul filo per stringere il nodo, sfugga l'asola dal modano, ottenendosi un nodo inutile e di difficile snodatura.

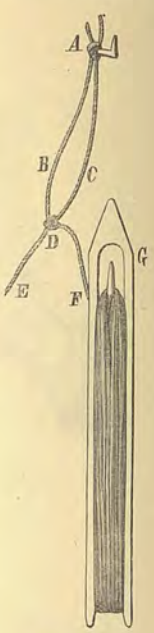


Fig. 1649. Inizio del tessuto.

Per cui quando sul modano si hanno una cinquantina al massimo di punti, conviene scaricare quelli a sinistra per far posto agli altri da eseguirsi, e in tal caso è bene che una o due delle ultime maglie del giro in via di tessimento si tengano montate sul modano stesso per aver maggior facilità nel proseguimento del lavoro.

Finito il primo giro, se si distende il cappio, in linea retta trovansi le mezze maglie del giro tutte eguali, sospese alla cordicella del cappio *A B* (fig. 1650) per mezzo dei nodi *n, n, n,* eseguiti. Nodi scorrevoli perchè non fanno corpo colla cordicella stessa.

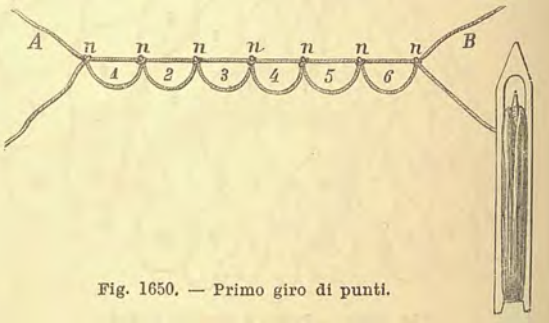


Fig. 1650. — Primo giro di punti.

La figura mostra il primo giro formato di sei mezze maglie (da 1 a 6). Per passare alla esecuzione del secondo giro, dovendosi sempre tessere da sinistra a destra è d'uopo capovolgere il lavoro, come dà la fig. 1651, dovendosi cominciare sulla sesta maglia del primo giro. Si pone il modano *E* vicinissimo a questa sesta maglia e si tessono le nuove, ma non si farà più passare la spoletta attraverso il cappio, ma attraverso alla corrispondente maglia del primo giro. Finito il secondo giro e distendendo il cappio si presenterà il tessuto com'è rappresentato dalla fig. 1652, dopo però averne scaricato il modano.

Per tessere il terzo giro si dovrà capovolgere o rivoltare (figura 1652), come dicono i retajuoli, il lavoro, tenere vicinissimo alla maglia 6 il modano e tessere come abbiamo detto pel secondo giro, avvertendo che la prima maglia è la guida per tutte le altre.

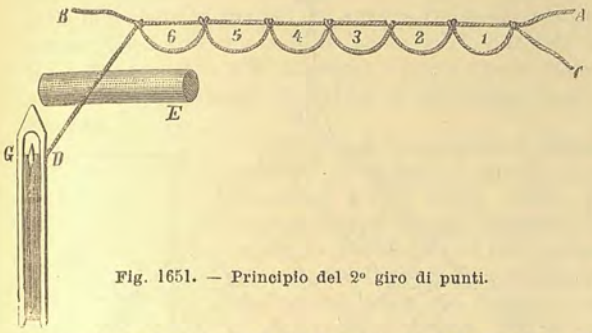


Fig. 1651. — Principio del 2° giro di punti.

Compiuta la tessitura del terzo giro, distendendo il cappio, avremo il tessuto della forma rappresentata dalla fig. 1653. E così rivoltando il lavoro si passerà ad eseguire il quarto giro e si continuerà nello stesso modo fino a che il tessuto abbia ottenuto la lunghezza richiesta e determinata.

Fig. 1652. — Secondo giro di punti.

A tessuto finito si snoda il cappio, e, facendone scorrere la funicella nei nodi eseguiti su di esso, la si cava, indi, stirando fortemente i lati delle mezze maglie del primo giro, si disfaranno tutti i nodi. Così il contorno o bordo, come sì spesso è chiamato, della rete, rimane costituito da un giro di mezze maglie e similmente sono formati gli altri lati della rete.

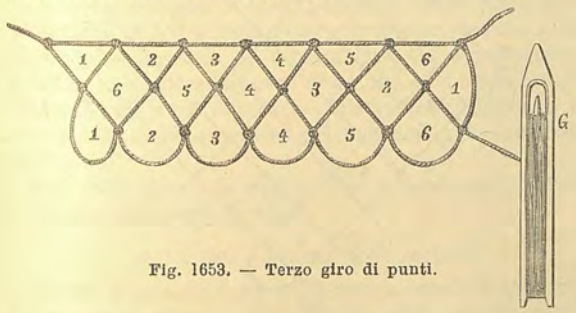


Fig. 1653. — Terzo giro di punti.

Dalle ultime figure si desume che le maglie a losanga, qualunque sia la forma geometrica del tessuto a rete, hanno i loro lati che non sono paralleli alle linee del contorno della rete, ma sono disposti trasversalmente, e gli angoli di tutte le maglie sono eguali, come pure i lati che sono a due a due paralleli.

Per tessere una rete a maglie losanghe o romboedriche si eseguiscono nel primo giro tante mezze maglie quante ne occorrono per dare al tessuto la larghezza o lunghezza determinata, numero che è facile calcolare *a priori*, come vedremo in seguito.

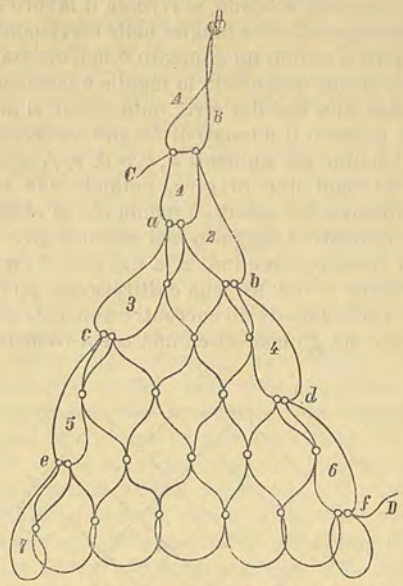


Fig. 1654. — Rete a maglia quadra in lavorazione.

Tessuti di reti a maglie quadre.

Una rete a maglie quadre è costituita da maglie a lati eguali, perpendicolari fra loro e a due a due paralleli, cioè da maglie a forma di quadrati, i cui lati però sono paralleli ai contorni della rete stessa, supposta questa della forma quadrata o rettangolare.

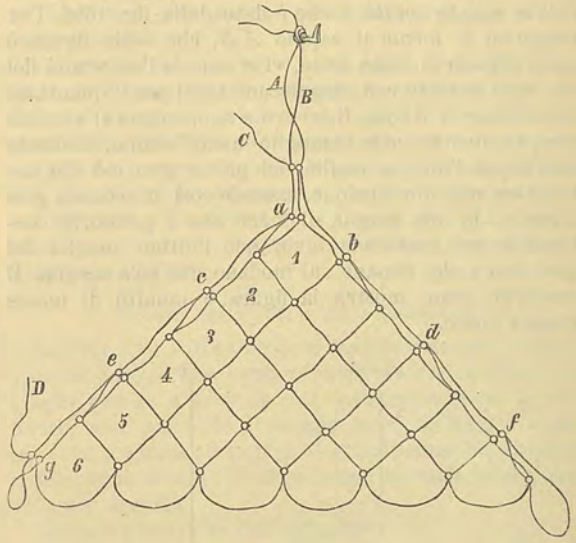


Fig. 1655. — Rete a maglia quadra distesa.

L'esecuzione di ciascuna maglia è fatta come le maglie a losanga, non v'ha nulla di diverso per la formazione del nodo; la sola differenza esiste nell'esecuzione del tessuto, e che andiamo a descrivere. Si forma il solito cappio *A B*, con una cordicella, che si aggancia ad un punto fisso, vi si annoda l'estremo *C* del filo di cui è caricata la spoletta e si eseguisce il primo giro che consta di un solo punto o mezza maglia. La figura 1654 dà lo schema del tessuto nel mentre si eseguisce, la figura 1655 dà lo stesso tessuto disteso,

mostrando le maglie quadre. Si leva il modano, si rivolta il lavoro e si incomincia il secondo giro, si fa una maglia sulla precedente, indi si fa un aumento *a* sulla stessa; si scarica il modano, si rivolge il lavoro e si fa il terzo giro eseguendo due maglie nelle corrispondenti del secondo giro e quindi un aumento *b* nell'ultima maglia. E così si continua eseguendo le maglie e facendo sempre un aumento alla fine del giro, fintantochè si arriva ad avere sul modano il numero di maglie occorrenti. Nelle figure abbiamo gli aumenti *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, che sono eseguiti ad ogni fine di giro, notando che la prima maglia effettiva del tessuto è quella che si ottiene dopo il primo aumento *a* eseguito nel secondo giro. Il contorno del tessuto, come indica la fig. 1655, è formato da maglie intere e dai fili che costituiscono gli aumenti, per cui è rinforzato da fili correnti e annodati allo stesso tessuto, ciò che gli conferisce una certa robustezza.

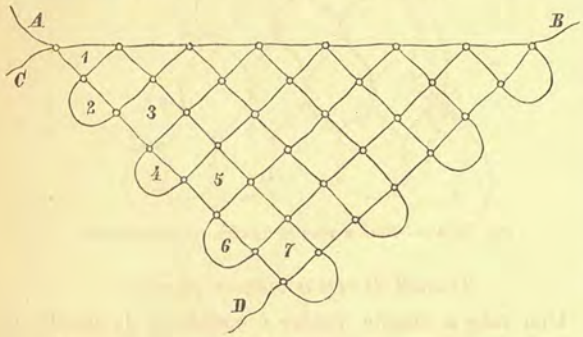


Fig. 1656. — Rete a maglie quadre sciolte.

Un altro metodo per eseguire un tessuto-rete a maglie quadre è quello conosciuto sotto il nome di *Tessuto-rete a maglie sciolte* e che è dato dalla fig. 1656. Per eseguirlo si forma il cappio *A B*, che nella figura è stato disteso in linea retta, vi si annoda l'estremità del filo della navetta e si eseguiscono tanti punti quanti ne occorrono; si rivolta il lavoro e si prosegue al secondo giro, eseguendo tutte le maglie meno l'ultima, lasciando cioè libera l'ultima maglia del primo giro, ciò che costituisce una diminuzione, essendo così il secondo giro formato da una maglia di meno che il primo. Si continua in tal modo non lavorando l'ultima maglia del giro fino a che rimane sul modano una sola maglia. Il contorno, come mostra la figura, è munito di mezze maglie libere.

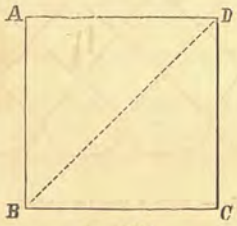


Fig. 1657.

Supponendo di doversi tessere un quadrato, rappresentato da *A B C D* nella fig. 1657 col primo metodo, si incomincierà quindi da un vertice, per esempio *A*, con una maglia e ad ogni giro si eseguirà l'aumento di una maglia, come si disse, fino a che il numero dei giri darà tante maglie quante ne occorrono per formare un lato del quadrato; ovvero, che è più comodo, si continuerà fino a che sul modano si avranno tante maglie quante ne occorrono per avere la lunghezza effettiva della diagonale *B D* del quadrato stesso, e così se ne sarà tessuta la metà, facendo ad ogni giro gli aumenti *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, e quindi al sesto

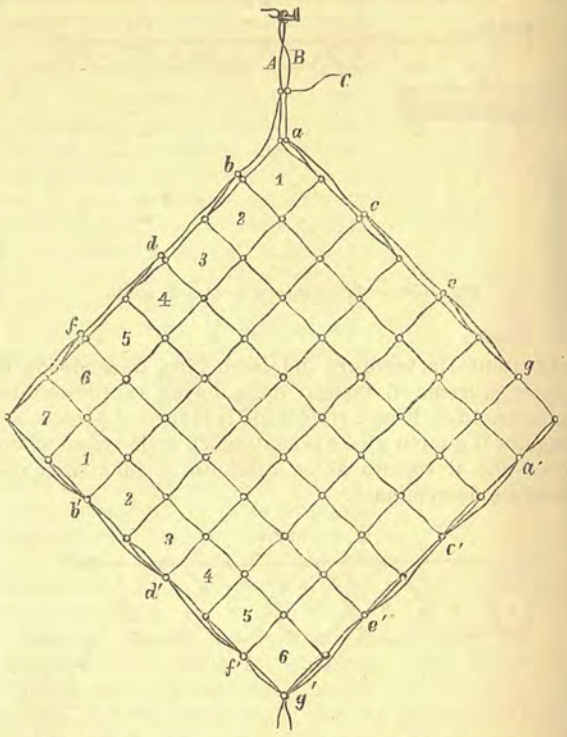


Fig. 1658. — Tessitura di un quadrato a maglia quadra.

giro di maglie terminano gli aumenti, indi si fa il settimo giro regolare senza aumento alcuno e il mezzo quadrato è finito. Per eseguire l'altra metà si continua a tessere, ma in luogo di fare un aumento ad ogni fine

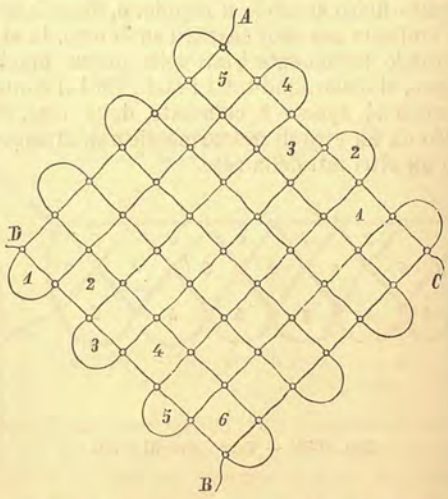


Fig. 1659. — Tessitura di un quadrato a maglie quadre sciolte.

di giro, si farà una diminuzione, e così proseguendo al sesto giro si avrà una sola maglia sul modano, che viene chiusa col nodo sul pollice *g'*. Così facendo le diminuzioni *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, *f'*, si completa il quadrato. (Gli aumenti e le diminuzioni potranno, se si vuole, essere fatti al principio di ogni giro, invece che alla fine).

Volendosi eseguire lo stesso quadrato col secondo metodo, si monteranno sul cappio tante maglie, quante ne occorrono a formare la diagonale *C D* (fig. 1659) del quadrato, e si tesserà il triangolo non lavorando l'ultima maglia del giro precedente fino a chiudere il triangolo al suo vertice *B*. Si leva il tessuto dal cappio e si infila in questo la maglia del vertice *B*; si annoda l'estremo *C* del filo con cui si è incominciato il lavoro al filo della spoletta e si prosegue il tessuto nello stesso modo fino a formare il vertice *A* coll'ultima maglia rimasta.

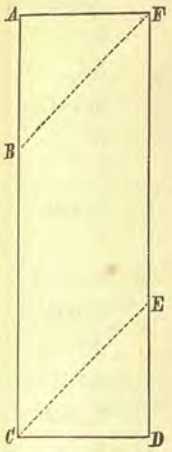


Fig. 1660.

Supponendo invece che si debba eseguire un tessuto di forma rettangolare *A C D F* (fig. 1660), si incomincierà il tessuto eseguendo il triangolo rettangolo *A B F*, come si è fatto per il quadrato precedente, cominciandolo con una maglia in *A* ed aumentando di una maglia ad ogni giro fino a che si sia ottenuto un numero necessario a formare i lati *A B* e *A F*. Completato il triangolo si eseguirà *un giro normale*, cioè *senza aumenti nè diminuzioni*, e quindi si tesserà il secondo giro, *cominciando con un aumento e terminando con una diminuzione;* il terzo giro lo si farà *normale*, il quarto s'incomincierà con un aumento e si finirà con una diminuzione, e così si continuerà *eseguendo un aumento ed una diminuzione ad ogni giro di numero pari o ad ogni due giri.* Si proseguirà in tal modo a tessere fintantochè si sia ottenuto il numero delle maglie necessarie per formare i lati *B C* e *E F* del parallelogrammo, che deve sempre finire con un giro normale di maglie, cioè senza aumento nè diminuzione. Se la prima diminuzione si sarà eseguita sul lato *E F* e il primo aumento sul lato *B C*, a parallelogrammo finito si avranno tutti gli aumenti sul lato *B C* e le diminuzioni sul lato *E F*.

Rimane a tessere il triangolo *C D E* per completare il rettangolo e lo si eseguisce come il secondo triangolo del quadrato, cioè facendo *una diminuzione* ad ogni giro fino a che non rimane che una sola maglia che deve formare il vertice *D* e che si chiude con un nodo sul pollice.

Nell'eseguire questi tessuti è d'uopo avere una grande attenzione per non commettere errori, sia dimenticando di eseguire aumenti o diminuzioni, sia scambiandoli. L'errore commesso appare dopo che si è tessuto buon tratto di rete e per ripararlo occorre molta fatica, e la riparazione deve eseguirsi, giacchè non può sussistere l'errore.

Per altre forme e per le reti ornamentali, vedere l'articolo MERLETTI E PIZZI.

Calcolo del numero delle maglie.

Prima d'incominciare un tessuto a rete è d'uopo determinare il numero delle maglie che occorre montare nel primo giro, giacchè il tessuto è ordinato in generale colle dimensioni e forma che deve avere, specialmente trattandosi di reti da pesca e da caccia. Così prima di procedere nella trattazione dell'articolo, crediamo opportuno fermarci su questa parte, che è di molta importanza.

In generale una rete è ordinata, dandone la forma, le sue dimensioni, il lato e la forma della maglia. Le reti da pesca e da caccia sono tutte in maglia losanga, la maglia quadrata è adottata in reti speciali, come vedremo, e nel commercio e nella fabbricazione delle reti non sono ancora entrate assolutamente le misure metriche, e si dà ancora la preferenza alle misure antiche per quanto riguarda la maglia, mentre si usano le misure metriche per le dimensioni della rete. Le maglie sono sempre date pella lunghezza del loro lato ed in *linee* (1 linea = m. 0,002256).

Nelle reti a maglie quadre, nelle quali i lati delle maglie sono paralleli ai lati della rete parallelogrammica, per avere il numero delle maglie occorrenti a formare un lato della rete, della quale sieno date la lunghezza di esso lato e quella del lato della maglia, basterà dividere la lunghezza del lato della rete per quella del lato della maglia, ed arrotondare la cifra del quoto per avere un numero finito.

Nelle reti a maglie losanghe non abbiamo i lati della maglia paralleli ai lati della rete che abbia forma di parallelogramma, ma invece sono le diagonali della maglia che si trovano in tali condizioni. Si deve poi osservare che la maglia è chiamata losanga per la sua posizione rispetto ai lati della rete, ma i suoi angoli sono tutti eguali e retti, per cui è un vero quadrato.

Ora il numero delle maglie, di cui è dato il lato, occorrenti a formare la lunghezza del lato della rete è eguale a questa lunghezza divisa per quella della diagonale della maglia.

Essendo la maglia un quadrato di lato a, la sua diagonale $d = a\sqrt{2} = a\ 1{,}4142$.

Per risparmio di tempo nell'eseguire questa facile calcolazione e perchè si usano le misure antiche, abbiamo stabilito la tabella a pagina seguente, che dà la lunghezza delle diagonali della maglia di cui sia dato il lato in millimetri o in linee, e di più il diametro o le dimensioni del modano occorrente per eseguire la maglia stessa.

Il calcolo eseguito per un lato della rete dà il numero delle maglie da montarsi; lo stesso calcolo per l'altro ci dà pure il numero delle maglie occorrenti, ma osserviamo che il numero risultante non è il numero dei giri da tessere, ma solo la metà, perchè occorrono due giri di punti per avere le maglie intere, per cui, raddoppiando il numero delle maglie che dà il calcolo, si otterrà il numero dei giri da tessere per avere la lunghezza richiesta.

Forme delle reti e loro tessitura.

Le reti sono tutte tessute a maglie losanghe, alcune specialità od alcune parti di certe reti sono tessute a maglie quadre e tutte le reti, qualunque sieno le loro forme, sono costruite di un solo pezzo di tessuto senza cuciture o giunte; è perciò di grandissima importanza il determinare come si eseguiscono le varie forme con un unico tessuto.

Le forme tipi delle reti sono due:

1° Reti piane quadrate;

2° Reti cilindriche.

Le altre forme sono derivate da questi due tipi fondamentali.

Le reti rettangolari sono derivate dalla forma quadrata e quelle circolari piane sono combinazioni di quelle cilindriche, come pure le combinazioni di tessuti piani dànno luogo a reti piramidali, e quelle di reti cilindriche a reti coniche, ecc. Non soltanto però con tali combinazioni si ottengono forme speciali di reti, ma si possono ben anco ottenere variazioni di forme, a seconda della loro montatura.

TABELLA *delle diagonali delle maglie losanghe e delle dimensioni dei modani.*

Lato della maglia in		Diagonale	Diametro del modano	Lato della maglia in		Diagonale	Diametro del modano	Lato della maglia		Diagonale	Dimensioni del modano	
linee	mm.	mm.	mm.	linee	mm.	mm	mm.	linee	mm.	mm.	largh. mm	spessore mm.
	2	2,830	1,275		24	33,940	15,268		51	72,124	46	5
1	2,256	3,190	1,437	11	24,816	35,093	15,800	23	51,838	73,376	46	5,838
	2,5	3,535	1,592		25	35,355	15,904		53	74,952	48	5
	3	4,240	1,900		26	36,770	16,540		54	76,366	49	5
	3,5	4,950	2,230		27	38,183	17,176	24	54,144	76,566	49	5,144
	4	5,657	2,550	12	27,072	38,283	17,242		55	77,781	50	5
	4,5	6,365	2,865		28	39,597	17,812		56	79,195	50	6
2	4,512	6,380	2,873		29	41,011	18,448	25	56,400	79,756	50	6,400
	5	7,070	3,182	13	29,328	41,473	18,680		57	80,609	50	7
	5,5	7,778	3,500		30	42,426	19,084		58	82,023	50	8
	6	8,485	3,818		30,5	43,127	19,426	26	58,656	82,947	50	8,656
	6,5	9,192	4,136		31	43,840	19,720		59	83,437	55	4
3	6,768	9,571	4,310	14	31,584	44,664	20,117		60	84,852	55	5
	7	9,900	4,454		32	45,254	20,356	27	60,912	86,137	55	5,912
	7,5	10,606	4,772		32,5	45,955	20,700		61	86,266	55	6
	8	11,313	5,090		33	46,668	20,992		62	87,680	55	7
	8,5	12,020	5,408	15	33,840	47,854	21,554		63	89,094	55	8
	9	12,727	5,726		34	48,082	21,628	28	63,168	89,327	55	8,168
4	9,024	12,761	5,748		35	49,497	22,264		64	90,508	60	4
	9,5	13,435	6,044		36	50,911	22,900		65	91,923	60	5
	10	14,142	6,362	16	36,096	51,044	22,987	29	65,424	92,517	60	5,424
	10,5	14,847	6,688		37	52,325	23,536		66	93,337	60	6
	11	15,556	7,000		38	53,739	24,172		67	94,751	60	7
5	11,280	15,951	7,184	17	38,352	54,234	24,428	30	67,680	95,708	60	7,680
	11,5	16,261	7,324		39	55,153	24,808		68	96,165	60	8
	12	16,970	7,636		39,5	55,853	25,159		69	97,580	65	4
	12,5	17,674	7,962		40	56,568	25,444	31	69,936	98,890	65	4,936
	13	18,384	8,272	18	40,608	57,425	25,896		70	98,994	65	5
6	13,536	19,142	8,621		41	57,982	26,080		71	100,408	65	6
	14	19,798	8,908		41,5	58,681	26,433		72	101,822	65	7
	14,5	20,503	9,236		42	59,396	26,716	32	72,192	102,088	65	7,192
	15	21,213	9,544	19	42,864	60,615	27,300		73	103,236	65	8
7	15,792	22,232	10,058		43	60,810	27,352		74	104,650	70	4
	16	22,637	10,180		44	62,224	27,988	33	74,448	105,278	70	4,448
	17	24,041	10,816		45	63,639	28,624		75	106,065	70	5
	18	25,455	11,452	20	45,120	63,805	28,738		76	107,479	70	6
8	18,048	25,522	11,495		46	65,053	29,260	34	76,704	108,469	70	6,704
	19	26,870	12,088		46,5	65,751	29,617		77	108,893	70	7
	20	28,284	12,724		47	66,467	29,896		78	110,307	70	8
9	20,304	28,742	12,930	21	47,376	66,995	30,175	35	78,960	111,659	70	8,960
	21	29,698	13,360		48	67,881	30,532		79	111,721	75	4
	22	31,112	13,996		49	69,295	31,168		80	113,136	75	5
10	22,560	31,903	14,370	22	49,632	70,186	31,612		81	114,550	75	6
	23	32,526	14,632		50	70,710	31,804	36	81,216	114,849	75	6,216

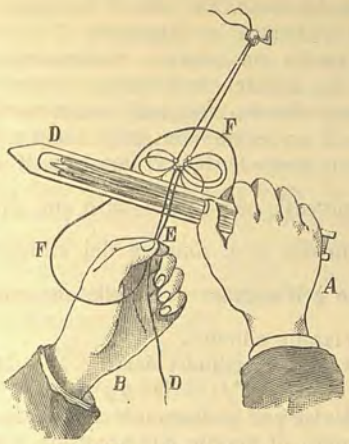


Fig. 1661. — Prima posizione.

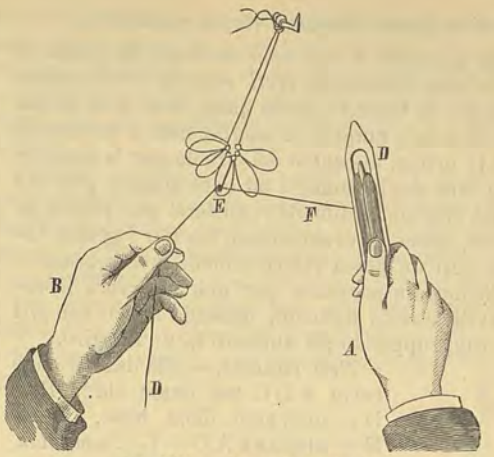


Fig. 1662. — Seconda posizione.

Reti cilindriche — Nodo di chiusura.

Reti quadrate. — Dato il lato della rete e quello della maglia e scelto opportunamente il filo ed il modano, si monteranno sul cappio il numero necessario N di maglie a costituire la lunghezza del lato della rete, indi si tesseranno un numero di giri $2N$ per eseguire l'intera superficie, senza fare nè aumenti, nè diminuzioni di sorta. Occorrono, ricordiamo, a costituire il lato del quadrato che si ottiene tessendo, un numero di giri doppio di quello delle maglie, giacchè in ogni giro si tessono dei punti o mezze maglie.

Supponendo che L sia il lato della rete ed l il lato della maglia e d la lunghezza della sua diagonale, il numero delle maglie a montarsi per la *levata* o per cominciare il tessuto è $N = \frac{L}{d}$.

Il numero dei giri da eseguirsi è $G = 2N$.

Le *reti rettangolari* sono derivate dalla forma quadrata, perchè, fatta la levata con numero di maglie occorrente pel lato minore o larghezza del rettangolo, si tesseranno tanti giri quanti nè occorreranno per formare il lato maggiore o la lunghezza.

Supponendo che il rettangolo sia largo B e lungo L e che la diagonale della maglia da tessersi sia eguale a d, il numero delle maglie della levata è $N = \frac{B}{d}$, ed il numero dei giri da tessersi è $G = 2\frac{L}{d}$, e quindi sulla lunghezza del rettangolo avremo un numero di maglie $N^1 = \frac{G}{2}$.

La superficie rettangolare verrà tessuta senza introdurvi nè aumenti, nè diminuzioni.

Reti cilindriche. — Queste reti sono tessute in tondo, così che non si hanno giunte di sorta nella loro superficie, epperciò sono tessute a maglie losanghe con una variazione per ottenere il cilindro chiuso e solido.

L'esecuzione di questo tessuto è in linea generale eguale a quella di un tessuto piatto, ma è d'uopo che ogni principio di giro si saldi stabilmente colla fine dello stesso giro per ottenere la superficie richiesta.

La *levata* si eseguisce similmente a quella descritta e rappresentata dalla fig. 1649, ma per le reti cilindriche il pezzo DE di filo della spoletta pendente dal cappio è qui della massima utilità, mentre nelle reti piatte quadrate non ne ha alcuna. Il filo DE deve avere una lunghezza un po' più grande dell'altezza del cilindro che si deve tessere, e prende il nome di *filo corrente.*

Si fa la levatà costituita del numero di maglie occorrenti e si ha il primo giro, il quale completato si eseguisce il così detto *nodo di chiusura* o *la saldatura del giro*, e cioè, terminato il giro di maglie, si uniscono parallelamente, stringendoli fra il pollice e l'indice della mano sinistra B (fig. 1661) il filo corrente DE e quello della spoletta EF partente dall'ultimo nodo eseguito, e si stringono nel punto E alla lunghezza dell'ultima o della prima maglia eseguite e si fa in quel punto un nodo sul pollice. Si fa cioè la gettata del filo da destra a sinistra e si passa la spoletta sotto i fili paralleli e si stringe il nodo, ed i due fili devono così formare una vera maglia (fig. 1662). Questo nodo però essendo scorrevole, lo si rende fisso formando col filo corrente e con quello della spoletta un nodo ordinario bene stretto, immediatamente al di sotto del primo. Questi due nodi che formano la saldatura del giro devono essere eseguiti ad ogni fine di giro tessuto.

In questo tipo di rete molte volte si eseguisce il cilindro con fili di varia grossezza, in tal caso il cambiamento del filo deve eseguirsi alla saldatura del giro; si recide il filo corrente vicino alla saldatura e quello della spoletta in modo da poter essere annodato col nuovo filo, il quale deve avere il proprio estremo, oltre il nodo d'attacco, abbastanza lungo da costituire il filo corrente. Molti però usano mantenere sempre lo stesso filo corrente qualunque sia il cambio del filo con cui si tesse.

Fig. 1663.

Supponiamo di dover tessere un cilindro-rete del diametro D e dell'altezza H a maglia losanga di lato l, la cui diagonale è d. La levata sarà costituita da un numero di maglie $N = \frac{\pi D}{d} - 1$. La maglia che si detrae è sostituita da quella che viene formata colla saldatura del giro (fig. 1663).

Il numero dei giri da tessersi per avere la lunghezza H, altezza del cilindro, è $G = 2\frac{H}{d}$.

Reti di forma derivata dalla cilindrica.

Due tipi generali di reti sono derivati da quella cilindrica e sono chiamate: *Reti coniche* e *reti piane circolari*, per la tessitura delle quali, se si fa la levata nel punto di minor numero di maglie, cioè al vertice del cono per le prime, al centro del circolo per le seconde, si devono fare degli aumenti ad ogni singolo giro che si tesse, ciò che non è difficile ricordarsi per piccoli lavori di rete, come gli ornamentali, ma per i grandi lavori delle reti da pesca riesce difficile per la grandissima attenzione da prestarsi per non incorrere in errori. Si evita questa difficoltà tessendo le reti con giri normali, raggruppando gli aumenti in un sol giro.

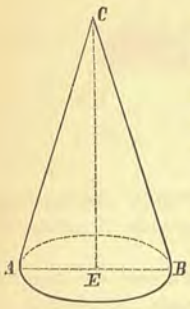


Fig. 1664.

Reti coniche. — Sia dato il cono retto A B C nel quale sia A B = D = diametro della base, C E = H = altezza e A C = L = apotema, che dev'essere tessuto a maglia losanga di lato l e di diagonale d (fig. 1664).

Il numero delle maglie occorrenti a formare l'apotema è $N = \frac{L}{d}$, che saranno eseguite con un numero di giri $G = 2\frac{L}{d}$; si farà la levata con una maglia e si tesseranno i varii giri nei quali si faranno sempre gli aumenti necessarii finchè si avrà sul modano un numero di maglie $N^1 = \frac{\pi D}{d}$, che formeranno la circonferenza della base del cono. In tal caso otteniamo la superficie conica geometrica.

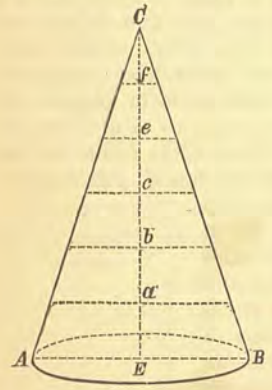


Fig. 1665.

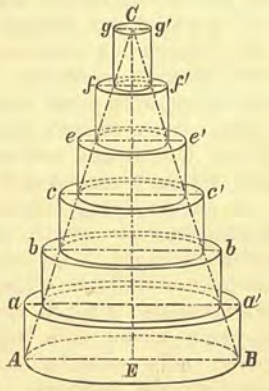


Fig. 1666.

Reti coniche.

Seguendo invece il sistema indicato di eseguire gli aumenti solo in dati giri, ed eseguendo gli altri a giri normali, ne deriva che la superficie conica è sostituita da una serie di superficie cilindriche che la inviluppano. Ordinariamente si divide l'altezza CE del cono ABC in parti eguali nei punti a, b, c, e, f (fig. 1665), dai quali tirando le parallele al diametro AB della base, le porzioni di esse interrotte dalle generatrici CA, CB sono i diametri delle basi dei cilindri inviluppanti ed Ea, ab, bc ne sono la rispettive altezze. Tracciandone i cilindri, la rete prende la forma che dà la fig. 1666. In tal caso il numero dei giri di maglie da tessersi non dipende dalla lunghezza della generatrice del cono, ma dalla sua altezza, giacchè la somma delle altezze dei varii cilindri forma l'altezza totale del cono. Per cui il numero di maglie che devono costituire la lunghezza CE, altezza del cono, deve essere un numero esattamente divisibile pel numero dei cilindri che abbiamo sostituito al cono, perchè ciascun cilindro venga ad essere costituito nella sua altezza da un numero intero di maglie. Ritenendo le annotazioni precedenti, avremo che il numero di maglie occorrenti per C E è dato da $N^0 = \frac{H}{d}$, e se indichiamo con x il numero dei cilindri avremo: $\frac{N^0}{x} = n^0$, che è il numero di maglie che costituiranno l'altezza di ciascun cilindro.

I diametri dei varii cilindri sieno: A B = D; $b\,b^1 = D^1$; $c\,c^1 = D^2$; $e\,e^1 = D^3$; $f\,f^1 = D^4$; $g\,g^1 = D^5$; le cui circonferenze divise per la diagonale d della maglia ci daranno il numero di maglie che occorono a formare un giro di ciascun cilindro, e quindi le indichiamo rispettivamente con n, n^1, n^2, n^3, n^4, n^5, e ciascun cilindro sarà tessuto con un numero di giri $g = 2\,n^0$, e ciascun cilindro verrà tessuto in ogni suo giro senza aumenti, nè diminuzioni di maglie.

Si incomincierà il tessuto dal cilindro più piccolo e quindi la levata consterà di n^5 maglie e si tesseranno g giri, dopo di che il 1° cilindro è completo e bisogna passare al 2°; ma questo deve essere tessuto con n^4 maglie in circonferenza, e quindi nel giro di numero $g + 1$ bisognerà fare tanti aumenti al numero n^5 del giro g fino ad avere il numero n^4, e cioè dovremo fare $n^4 - n^5 = a^1$ aumenti nel giro $g + 1$.

E così per passare dal 2° al 3° cilindro dovremo fare $n^3 - n^4 = a^2$ aumenti nel giro di numero $2\,g + 1$; e per passare dal 3° al 4° cilindro $n^2 - n^3 = a^3$ aumenti nel giro $3\,g + 1$; e di 4° al 5° cilindro aumenti $n^1 - n^2 = a^4$, nel giro $4\,g + 1$; e dal 5° al 6° cilindro aumenti $n - n^1 = a^5$, nel giro $5\,g + 1$; e quindi eseguendo $g - 1$ giri di n maglie avremo il tessuto conico, ed avremo raggruppato gli aumenti in 5 giri separati di tessuto, in luogo di eseguirli ad ogni giro per ottenere la superficie conica geometrica.

Esempii. — Supponiamo si abbia da tessere una rete conica il cui diametro di base sia D = 0,600 e l'altezza H = 0,900, con maglia losanga di lato $l = 0{,}027$, la cui diagonale $d = 0{,}038183$, formando una superficie conica geometrica (fig. 1665).

La levata od il principio del tessuto è formato con una sola maglia.

L'ultimo giro sarà formato di maglie

$$N = \frac{\pi D}{d} = \frac{3{,}14\,.\,0{,}600}{0{,}038183} = 49{,}4 - 50,$$

epperciò avremo un numero totale di aumenti

$$a = 50 - 1 = 49.$$

Il numero dei giri da tessersi, in questo caso è dato dal doppio del numero delle maglie che occorrono a formare la generatrice C A del cono, la cui lunghezza è data da

$$AC = \sqrt{CE^2 + AE^2} = \sqrt{H^2 + \frac{D^2}{4}} =$$

$$\sqrt{0{,}81 + 0{,}09} = \sqrt{0{,}90} = 0{,}94868,$$

e quindi il numero delle maglie che occorrono a formare tale lunghezza è dato da

$$\frac{0{,}94868}{0{,}038183} = 24{,}8 - 25$$

e quindi occorrono un numero di giri G = 50.

E siccome sono 49 gli aumenti da farsi ed il primo giro consta di una maglia, così in tutti i giri dopo il primo si dovrà eseguire un aumento. Tutti gli aumenti sarà bene eseguirli sulla stessa generatrice e non in punti qualunque per ottenere una maggior regolarità di tessuto e per non scordarne l'esecuzione, giacchè verranno eseguiti l'uno sotto l'altro.

Supponiamo ora che la stessa rete sia da eseguirsi con tanti cilindri (fig. 1666). La superficie conica geometrica inviluppata dai cilindri abbia un diametro di base D = 0,600 e un'altezza H = 0,900 e la maglia di lato l = 0,027 e di diagonale d = 0,038183.

L'altezza H consterà di maglie

$$N^o = \frac{H}{d} = \frac{0,900}{0,038183} = 23,5\text{-}24$$

e quindi di giri G^0 = 48, per cui la effettiva altezza della rete tessuta è di 0,9164.

L'altezza è divisa in 6 cilindri e quella di ciascuno sarà costituita da maglie n^0 = 4 e di giri g = 8, essendo tutti i 6 cilindri di egual altezza e tessuti colla stessa maglia.

I diametri dei cilindri sono:

$$D = 0,600;\ D^1 = 0,500;\ D^2 = 0,400;\ D^3 = 0,300;$$
$$D^4 = 0,200;\ D^5 = 0,100.$$

Le rispettive circonferenze:

$$C = 1,885;\ C^1 = 1,375;\ C^2 = 1,257;\ C^3 = 0,9425;$$
$$C^4 = 0,6283;\ C^5 = 0,3142;$$

per le quali occorrono i numeri di maglie:

$$n = 49,4\text{-}50;\ n^1 = 41,2\text{-}41;\ n^2 = 32,9\text{-}33;$$
$$n^3 = 24,6\text{-}25;\ n^4 = 16,3\text{-}16;\ n^5 = 8,2\text{-}8;$$

e gli aumenti nel passaggio da un cilindro all'altro saranno nello stesso ordine:

$$a^5 = n - n^1 = 9;\ a^4 = n^1 - n^2 = 8;\ a^3 = n^2 - n^3 = 8;$$
$$a^2 = n^3 - n^4 = 9;\ a^1 = n^4 - n^5 = 8.$$

Per eseguire il tessuto si monterà il 1° giro sul cappio di 8 maglie e si tesseranno altri 7 giri tutti eguali senza alcuna variazione, e il primo cilindro è terminato.

Il 9° giro è di passaggio fra il 1° e il 2° cilindro, cioè bisogna passare da 8 a 16 maglie nel giro, per cui in questo 9° giro s'introdurranno 8 aumenti, e poi si tesseranno altri 7 giri tutti eguali e sarà finito il 2° cilindro.

Il 17° giro è di passaggio fra il 2° ed il 3° e vi si introdurranno 9 aumenti per aver sul modano 25 maglie e quindi si tesseranno con queste 7 giri per avere il 3° cilindro.

Al 25° giro si eseguiranno 8 aumenti per avere 33 maglie colle quali tessuti i 7 giri si avrà il 4° cilindro.

Al 33° giro si avranno 8 aumenti e si avranno le 41 maglie occorrenti, e dopo i 7 giri si avrà il 5° cilindro.

Al 41° giro si faranno 9 aumenti per avere le 50 maglie occorrenti pell'ultimo cilindro e colle quali tessuti i 7 giri si sarà finita la rete.

Riassumendo abbiamo:

			Aumenti	Totale
1° giro	=	8 maglie		
9° »		8 »	+ 8	16 maglie
17° »		16 »	9	25 »
25° »		25 »	8	33 »
33° »		33 »	8	41 »
41° »		41 »	9	50 »
48° »		tessuto terminato.		

In luogo di eseguire tutti gli aumenti sul primo giro dei varii cilindri si potranno suddividere in più giri, avendo però la diligenza di eseguirli tutti quanti e di ben distribuirli per non avere delle strozzature. Così è bene, come mostra la pratica, che l'altezza massima dei cilindri comprenda un tratto di generatrice della superficie conica da 0,250 a 0,300, ottenendosi con ciò una rete molto più regolare ed un'economia non indifferente di filo.

Si usano nella pesca delle reti coniche, come le abbiamo descritte, che non sono totalmente con un'unica maglia, ma invece sono tessute con maglie differenti, per cui la rete resta divisa in zone e ciascuna tessuta con maglia propria; e così, a seconda delle condizioni a cui devono soddisfare tali reti per l'uso loro, si hanno di quelle, nelle quali le dimensioni delle maglie crescono dal vertice alla base del cono, altre invece decrescono.

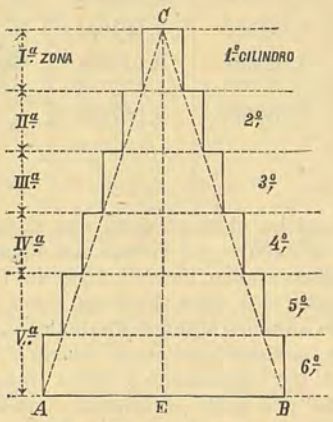


Fig. 1667. — Reti coniche.

Queste reti sono di largo uso, per cui ne esamineremo la loro confezione in uno dei casi e supporremo di dover tessere una rete conica di m. 1,000 di diametro alla base e di m. 1,500 di altezza con maglie decrescenti dal vertice alla base e delle seguenti dimensioni:

Zona	Maglie: lato	diagonali
1ª	l = 0,031584 (linee 14)	d = 0,044664
2ª	= 0,033840 (» 15)	= 0,047854
3ª	= 0,036096 (» 16)	= 0,051044
4ª	= 0,038352 (» 17)	= 0,054234
5ª	= 0,040608 (» 18)	= 0,057425

adottando le misure commerciali in linee. E per di più supporremo che l'ultima zona di maglie di 0,040608 di lato occupi un'altezza di circa 0,500 sulla base (fig. 1667).

Dividiamo pertanto il cono in tante zone di 0,250 di altezza, delle quali le due più prossime alla base saranno tessute colle maglie determinate e così pure le altre quattro risultanti. Incominciamo a determinare le vere altezze delle zone in cui abbiamo diviso il nostro cono determinandone il numero delle maglie occorrenti per formarle. E troviamo:

Zona	Altezza	Maglie	
1ª	h^1 = 0,26798	n^1 = 6	1° cilindro
2ª	h^2 = 0,23927	n^2 = 5	2° »
3°	h^3 = 0,25522	n^3 = 5	3° »
4ª	h^4 = 0,27117	n^4 = 5	4° »
5ª	h^5 = 0,2297	n^5 = 4	5° »
	h^6 = 0,2297	n^6 = 4	6° »
	H = 1,49304	N° = 29	

E determiniamo i diametri dei sei cilindri ed il numero di maglie che devono formare le loro circonferenze, ed abbiamo:

	Diametro	Maglie nella circonferenza
Cilindro 1°	0,1833	$n^1 = 13$
» 2°	0,2428	$n^2 = 23$
» 3°	0,513	$n^3 = 32$
» 4°	0,6934	$n^4 = 40$
» 5°	0,8468	$n^5 = 46$
» 6°	1,00585	$n^6 = 55$

E quindi gli aumenti pel passaggio da un cilindro ad un altro sono:

$$a^1 = 10 \quad a^2 = 9 \quad a^3 = 8 \quad a^4 = 6 \quad a^5 = 9$$

E riassumendo possiamo formare la seguente tabella che servirà per l'esecuzione del tessuto:

Numero del cilindro	Maglia		Altezza del cilindro	Diametro del cilindro	N° delle maglie nella		Aumenti
	lato	diagonale			altezza del cilindro	circonfer. del cilindro	
1°	0,031584	0,044664	0,26798	0,1833	6	13	
2°	0,033840	0,047854	0,23927	0,2428	5	23	10 al 13° giro
3°	0,036096	0,051044	0,25522	0,5130	5	32	9 al 23° »
4°	0,038358	0,054234	0,27117	0,6934	5	40	8 al 33° »
5°	0,040608	0,057485	0,22970	0,8468	4	46	6 al 43° »
6°			0,22970	1,00585	4	55	9 al 51° »
							Totale giri G = 58

Le reti coniche abbiamo detto che si incominciano col piccolo cilindro o pel vertice, ma è possibile, come molti fabbricanti fanno, incominciarle dal massimo numero di maglie, cioè dalla base del cono, ed allora in luogo di fare aumenti si fanno diminuzioni.

Seguendo lo stesso metodo di calcolo è facile determinare i dati per l'esecuzione di reti a tronco di cono, e qui riferiamo che molti fabbricanti quando hanno da eseguire delle reti coniche a maglie diverse, tessono il piccolo cono estremo e i varii altri tronchi di cono, formanti le zone a maglie uniformi, separatamente, poi li riuniscono con cuciture.

Reti piane circolari. — Chiamate anche reti piatte circolari o tonde. Si eseguiscono collo stesso metodo di quelle cilindriche per quanto riguarda la chiusura della circonferenza, cioè, fatto il primo giro, l'ultima maglia di esso viene formata dall'annodamento del filo corrente col filo della spoletta; e si tessono similmente alle coniche per quanto riguarda gli aumenti, cioè, o ad ogni giro si fa un numero costante di aumenti o si raggruppano in determinati giri soltanto, facendo altri giri con numero uguale di punti. Esamineremo i due modi di tessere queste reti piatte circolari.

Sia R il raggio del contorno della rete circolare che si deve tessere con maglie losanghe di lato l e di diagonale d.

Il numero di maglie che costituiranno il raggio è dato da $N = \frac{R}{d}$, e quindi la rete verrà completata tessendo giri $G = 2\,N$ (fig. 1668).

Ma ad ogni giro che si tesse il raggio aumenta, ammesso che si incominci dal centro, di una lunghezza costante eguale alla metà della diagonale della maglia, supposto che il tessuto si confezioni a maglia costante, e quindi il numero delle maglie che costituiranno la circonferenza aumenta ad ogni giro, per cui il tessuto viene ad essere così diviso in tanti anelli circolari concentrici, che formano i giri di maglie a tessersi. Per cui i raggi di tutti questi anelli o dei giri, partendo dal centro, sono:

$$r^1 = 0{,}5\,.\,d, \quad r^2 = 2r^1 = d, \quad r^3 = 3r^1 = 1{,}5\,.\,d,$$

$$r^4 = 4r^1 = 2\,.\,d \ldots\ldots r^x = x\,.\,r^1 = \frac{x}{2}\,d = R\,;$$

e le rispettive circonferenze sono:

$$c^1 = 2\pi r^1 = \pi d, \quad c^2 = 2\pi d, \quad c^3 = 3\pi d,$$
$$c^4 = 4\pi d \ldots\ldots c^x = x\pi d = C\,;$$

ed il numero delle maglie costituenti queste circonferenze sono:

$$n^1 = \frac{\pi d}{d} = \pi, \quad n^2 = 2\pi, \quad n^3 = 3\pi, \quad n^4 = 4\pi \ldots\ldots n^x = x\pi\,;$$

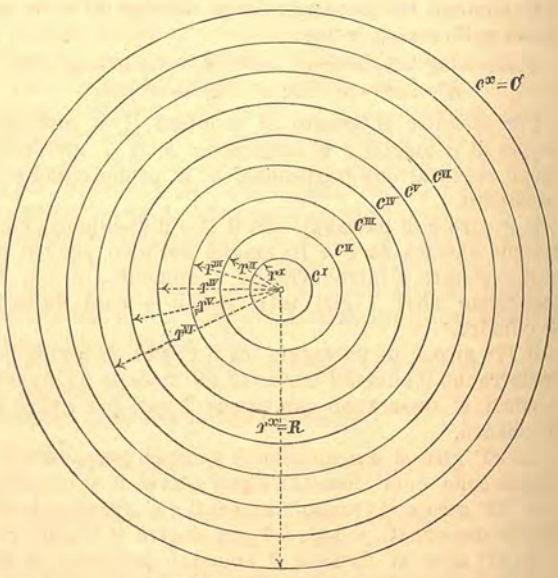


Fig. 1668. — Rete piatta circolare

ed essendo $\pi = 3{,}142$, il primo giro od il principio della rete dovrebbe essere formato in cifra rotonda da tre maglie, ciò che non può aver effetto, perchè nel giro successivo ne occorrono di più, e quindi il principio si fa montando nel primo giro un numero di maglie eguali a quello del secondo giro e perciò con un minimo di $n^2 = 2\,\pi = 2 \times 3{,}14 = 6{,}28 = 6$.

Gli aumenti per passare da un giro ad un altro, o da una all'altra circonferenza sono:

$$a^1 = n^2 - n^1 = 2\pi - \pi = \pi, \quad a^2 = n^3 - n^2 = 3\pi - 2\pi = \pi,$$
$$a^3 = \pi \ldots\ldots a^x = \pi.$$

cioè ad ogni giro si devono eseguire aumenti in numero costante, come si era già detto, ed eguale a $\pi = 3,142$ e in cifra tonda eguale a 3, che è il minimo per queste reti piatte.

Esempio. — Poniamo si abbia a tessere una rete piatta circolare del raggio esterno R = 1,200, a maglie losanghe uniformi di lato $l = 0,035$ e di diagonale $d = 0,049497$. Eseguendo le varie calcolazioni si ha: N = 24, 24 - 24, G = 48, e riassumendo le altre abbiamo:

Raggi	Circonferenze	Maglie	Aumenti
0,02475	—	6	-
0,0495	0,31086	9	3
0,07425	0,4663	12	3
0,09900	0,620	15	3
0,12375	0,777	18	3
1,188	3,730	75	

e la rete è rappresentata dalla fig. 1669, nella quale i tre raggi a linee doppie indicano gli aumenti che sono fatti ad ogni giro.

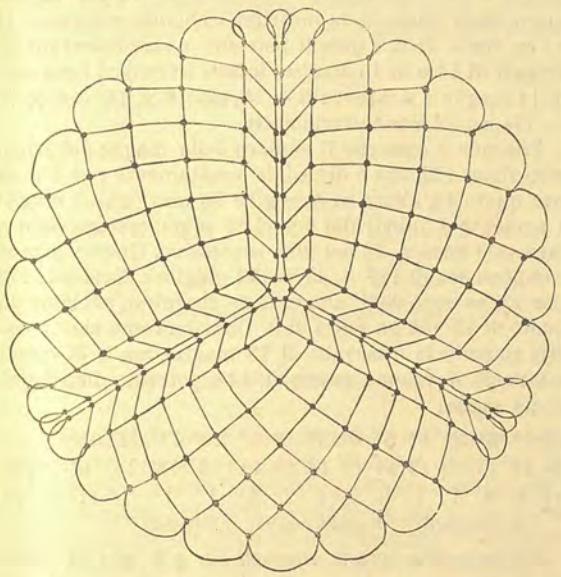


Fig. 1669. — Rete piatta circolare.

In pratica si usa spesso tessere queste reti, incominciando con un numero maggiore di maglie, tessendo i primi giri con questo numero costante, così in questo caso si farebbe la levata di 18 maglie e si tesserebbero 5 giri ordinarii, cioè fino a quello in cui il numero di maglie occorrente forma l'esatta circonferenza. La fig. 1670 dà il tessuto in questo caso.

Le grandi reti piatte circolari sono tessute generalmente a diverse maglie; poniamo qui il caso numerico di tali reti, e cioè: sia da tessersi una di queste reti di raggio esterno R = 1,200, divisa in quattro zone dal centro alla periferia delle grandezze

$$b^1 = 0,250 = b^2 = b^3,\ b^4 = 0,450$$

con maglie di lato

$$l^1 = 0,030,\ l^2 = 0,033,\ l^3 = 0,035,\ l^4 = 0,038,$$

e di diagonale

$$d^1 = 0,042426,\ d^2 = 0,046668,\ d^3 = 049497,\ d^4 = 0,053739.$$

I raggi delle zone risultano:

esterno $r^1 = 0,250$, $r^2 = 0,500$, $r^3 = 0,750$, R = 1,200
interno 0 0,250 0,500 0,750

I numeri di maglie contenuti nella larghezza radiale delle zone sono:

$$n^1 = 5,8\text{-}6,\ n^2 = 5,3\text{-}5,\ n^3 = 5,\ n^4 = 8,3\text{-}9,$$

e quindi il numero dei giri per ciascuna zona è:

$$g^1 = 12,\ g^2 = 10,\ g^3 = 10,\ g^4 = 18,\ G = 50,$$

e le larghezze effettive delle varie zone sono:

$$b^1 = 0,2545,\ b^2 = 0,2334,\ b^3 = 0,2475,\ b^4 = 0,4836$$

ed i raggi esterni delle zone:

$$r^1 = 0,2545,\ r^2 = 0,4879,\ r^3 = 0,7354,\ R = 1,2198\text{-}1,220.$$

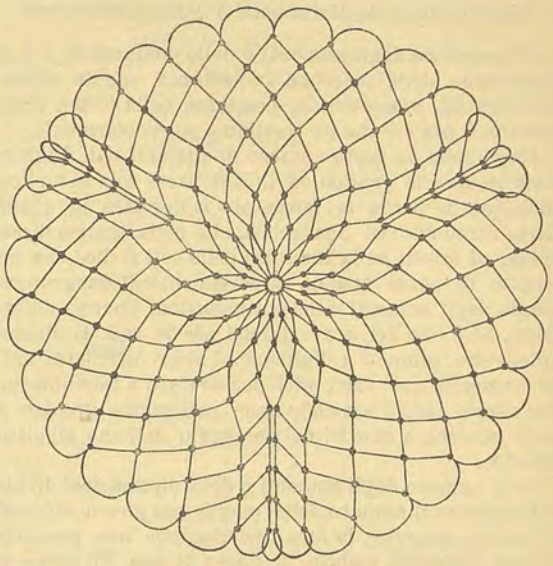


Fig 1670. — Rete piatta circolare.

Il numero delle maglie nelle circonferenze esterne delle zone sono:

$$n^1 = 37,6\text{-}38,\ n^2 = 65,6\text{-}66,\ n^3 = 93,3\text{-}94,\ n^4 = 142,4\text{-}143,$$

ed il numero degli aumenti da eseguirsi nelle varie zone sono:

$$a^1 = 26,\ a^2 = 28,\ a^3 = 28,\ a^4 = 49;$$

per a^1 è supposto che si faccia la levata di 12 maglie.

Questi aumenti da eseguirsi nelle varie zone dovranno essere distribuiti uniformemente nei vari giri che occorrono a tessere le zone stesse.

Fig. 1671. — Rete piatta circolare.

Riassumendo si ha la seguente tabella:

Zone	Maglie		Zone		N° Maglie		Aumenti
	lato	diagonale	larghezza	raggio	nel raggio	nella circonferenza	
1ª	0,030	0,042426	0,2545	0,2545	6	38	26
2ª	0,033	0,046668	0,2334	0,4879	5	66	28
3ª	0,035	0,049497	0,2475	0,7354	5	94	28
4ª	0,038	0,053739	0,4836	1,2200	9	143	49

Le reti piatte circolari nelle quali gli aumenti si fanno solo in dati giri, non riescono perfettamente piatte o piane quando sono tessute, ma hanno la forma di un cono *A B C* a grande base e piccola altezza, e questa superficie conica viene sostituita (fig. 1671) da cilindri coassiali che la inviluppano.

La esecuzione di queste reti perciò rientra in quella delle reti coniche e nulla v'ha di diverso se non i cilindri che qui hanno piccolissima altezza e grandissima base e sono in numero assai limitato.

Distribuzione degli aumenti o delle diminuzioni.

L'inserzione degli aumenti e delle diminuzioni è una operazione della massima importanza, niente affatto trascurabile, se si desidera esattezza nella forma e nel tessuto; è per ciò che ne trattiamo particolarmente.

Eseguendo un certo numero di aumenti o di diminuzioni in un solo gruppo od in una parte sola di un tessuto, questo perde la forma che si desidera in quella parte formandovisi una gobba, che nella pratica dicesi borsa, ed infatti nella tessitura delle reti si dice che un tessuto fa borsa quando precisamente il raggruppamento degli aumenti o delle diminuzioni l'hanno deformato, ed è uno dei gravi diffetti per le reti. È d'uopo quindi che aumenti e diminuzioni sieno distribuiti uniformemente nei varii giri per ovviare a tale diffetto, che riesce molto sensibile nelle reti piatte circolari e nelle coniche a cilindri nel passaggio dall'uno all'altro cilindro.

Se il numero degli aumenti o delle diminuzioni divide esattamente il numero delle maglie nel giro in cui essi si devono eseguire, la loro distribuzione non presenta alcuna difficoltà, giacchè il quoto di essa divisione ci indicherà il numero delle maglie che devono formare l'intervallo fra due consecutivi aumenti o diminuzioni. Così se nel giro abbiamo 120 maglie e vi si devono introdurre 40 aumenti, il quoto della divisione è 3, e quindi ogni tre maglie ordinarie si introdurrà un aumento.

La cosa è ben diversa quando il numero delle maglie del giro non è un multiplo esatto del numero degli aumenti, ed allora si presentano per l'esecuzione due metodi, e cioè:

1° Si formano gl'intervalli fra due successivi aumenti composti di numeri differenti di maglie ordinarie alternati fra loro, qualora si eseguiscano gli aumenti in un giro.

2° Si ripartiscono gli aumenti in diversi giri, sempre lasciando fra gli stessi aumenti ed in ciascun giro un numero eguale di maglie intermediarie.

In generale, la distribuzione degli aumenti o delle diminuzioni deve essere d'una regolarità eccezionale, che si otterrà distribuendo le inserzioni in quel numero di giri che la forma della rete o il suo modo di tesserla consente.

Esaminiamo i due metodi:

1° Il numero totale degli aumenti si deve fare in un sol giro. Poniamo d'avere un giro composto di 108 maglie nel quale si debbano inserire 48 aumenti, ma il numero 108 non è un multiplo esatto di 48, chè dividendo l'uno per l'altro, si ha per quoto 2 più un resto di 12, cioè facendo un aumento ogni due maglie ordinarie ne rimarrebbero 12 senza aumento di sorta e quindi ne risulterebbe una irregolarità sensibilissima nel tessuto. Ma le 12 maglie si possono distribuire uniformemente facendo degli intervalli di 3 maglie; infatti, distribuendo le maglie e gli aumenti come segue:

1°	2 maglie ordinarie	poi	1	aumento
2°	2 »	»	1	»
3°	2 »	»	1	»
4°	3 »	»	1	»

e ripetendo quest'ordine per 12 volte si completerà il giro di 108 maglie con 48 aumenti inseriti. La somma delle maglie ordinarie è 9, che moltiplicata per 12 dà 108, e quella degli aumenti è 4, che per 12 dà 48, e così gli aumenti restano uniformemente ripartiti.

2° Il numero totale degli aumenti si deve fare in più giri. Poniamo d'avere un giro contenente 130 maglie e debbansi inserire 56 maglie in due giri. Poniamo nel primo giro di inserire 1 aumento ogni 3 maglie; dividendo il 130 per 3 abbiamo per quoto 43 ed un resto di 1, cioè possiamo inserire in questo giro 43 aumenti, ma coll'avanzo di una maglia. Allora noi faremo 42 aumenti ogni 3 maglie e ne faremo 1 coll'intervallo di 4 maglie, e quindi abbiamo $42 \times 3 + 4 = 130$, cioè sulle 130 maglie abbiamo eseguito i 44 aumenti. Ne restano da farsi ancora 12 per raggiungere i 56 richiesti; ma il secondo giro è ora composto di $130 + 44 = 174$ maglie. Dividendo il 174 per 12, numero degli aumenti da inserirsi, abbiamo per quoto 14 ed un resto di 6, e quindi potremo avere intervalli alternati di 14 e di 15 maglie; infatti avremo 6 intervalli di 14 maglie e 6 intervalli di 15, cioè $6 \times 14 + 6 \times 15 = 174$ coi 12 aumenti richiesti.

Ponendo il caso che il numero delle maglie del primo giro fosse 129, che è divisibile esattamente per 3 e dà per quoto 43, allora in esso giro faremo ogni 3 maglie 1 aumento e quindi dei nostri 56 ce ne resterebbero a fare solo ancora 13 nel giro successivo. Questo giro si compone ora di $129 + 43 = 172$ maglie e dividendo 172 per 13, numero degli aumenti da eseguirsi, abbiamo un quoto di 13, più un resto di 3. Distribuiremo cioè i nostri aumenti in intervalli di 13 maglie, ma 3 di questi intervalli dovranno essere di 14 e potremo distribuirli come segue:

a)	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	
b)	13	13	13	13	14	13	13	13	14	13	13	13	14	= 172
c)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	= 13

a) Intervalli; *b*) Numero maglie; *c*) Aumenti.

Nell'eseguire questi aumenti in più giri, si dovrà porre attenzione che la distribuzione di essi nel giro successivo al precedente sia tale che non avvenga di dover fare un aumento entro una maglia portante un altro aumento, al fine di non avere scorrimento di nodi e deformazioni nel tessuto.

Le diminuzioni pure non dovranno corrispondersi, l'una sotto l'altra, per non dar luogo a linee di nodi e di restringimenti, che possono deformare il tessuto o dargli un aspetto difettoso, e per la stessa ragione gli aumenti pure non corrisponderanno fra loro, sebbene siano inseriti a nodi fissi.

Nella pratica della fabbricazione delle reti ben difficilmente si incontrano questi semplici calcoli tanto necessarii ed utili, forse perchè si credono troppo nojosi, ed invece si ricorre a tabelle o, meglio, a dati pratici, nei quali è stabilita la distribuzione degli aumenti e delle diminuzioni desunta materialmente da tessuti regolarissimi. Questo sistema non permette pertanto di essere liberi di tessere reti di qualunque dimensione e forma, ma invece limitate entro certi dati tanto le une che le altre, mentre il calcolo non dà limiti, non solo, ma permette di stabilire *a priori* la distribuzione degli aumenti e delle diminuzioni dalla quale dipende la regolarità della tessitura della maggior parte delle reti.

RETI DA PESCA (francese *Filets de pêche;* tedesco *Netze bei Pfirsche;* inglese *Nets by peach*).

Tipi di reti, loro fabbricazione e montatura.

Raccogliamo alcuni tipi di reti, perchè il darli tutti quanti sarebbe lavoro improbo, dovendosi riunire i tipi che sono usati in tutto il mondo, giacchè in ogni paese, nazione, provincia, fiume e spiaggia si hanno delle reti speciali, come se ne hanno delle speciali a seconda del pesce che si pesca. Diamo invece i tipi più rimarchevoli per la loro fabbricazione, essendo tutti gli altri sole variazioni.

Sparviero. — È una rete piatta circolare la cui corda di manovra è attaccata al centro del circolo ed è il tipo fondamentale; come tipo derivato si ha lo sparviero conico, il cui angolo al vertice però non è mai acuto. La fig. 1672 mostra uno sparviero piatto circolare, *A A* è la corda di manovra fissata al centro *B*, che rileva la rete a forma di cono, alla base del quale evvi un largo orlo *C C*, che nell'interno è mantenuto rialzato da tiranti di cordicella *D D*, equidistanti fra loro. La base è pure guarnita d'una *corona di palle* od olive di piombo infilate nella corda *E E*, alla quale si fissano

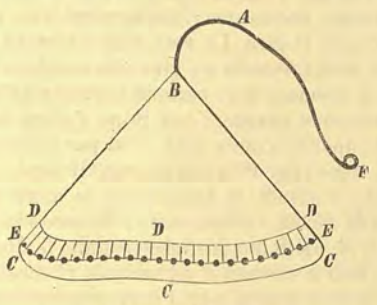


Fig. 1672. — Sparviero.

gli estremi dei tiranti che formando nell'interno della rete l'orlo rialzato, originano le *borse* o *sacche*. La parte di rete interna alla corona di palle è detta *cuffia*, al cui centro è attaccata la lunga corda di manovra, detta *corda di gettata*, *B A F*. L'estremo *F* di questa corda è foggiato a cappio per infilarvi la mano sinistra, onde assicurarsi della tenuta assoluta della rete.

La rete si tesse lasciando attaccato alla prima maglia il filo corrente per chiudere il giro ad anello, come si disse per la tessitura delle reti cilindriche, ed è formata da maglie decrescenti per lato dal centro all'orlo, il quale è tessuto con filato ritorto molto più robusto di quello della rete stessa. Per dare un'idea esatta più che ci sia possibile di questo tipo di rete ne citiamo alcune, riassumendo i dati per la loro tessitura.

Tipo n. 1. — Sparviero di 500 maglie; lato della maglia alle borse = 0,031; diametro dell'attacco delle borse = 6,500; diametro alla corona di palle = 7,000.

La rete si compone di 16 cilindri coassiali, e gli aumenti pel passaggio da un cilindro all'altro sono fatti sempre nell'ultimo giro di ciascun cilindro (V. tabella seguente).

Montatura. — La corda di palle di piombo o corda piombata deve avere una lunghezza di 22 metri circa, cioè un po' più della circonferenza della rete alla corona, ed in essa vi si devono infilare le olive o palle in numero eguale ad un terzo delle maglie della circonferenza della rete, cioè $166 = \frac{500}{3}$ di un totale peso di Kg. 7, cioè per ciascuna gr. 42 circa.

N° del cilindro	Filato ritorto	Modano *d*	N° maglie nell'ultimo giro	N° degli aumenti	Totale maglie nel primo giro	N° dei giri con aumenti	N° dei giri senza aumenti	*Osservazioni*
1	a 3 capi	0,040	—	—	50	—	16	Levata della rete con 50 maglie.
2	»	»	50	20	70	1	5	
3	»	»	70	25	95	1	7	
4	»	0,038	95	30	125	1	7	
5	»	»	125	25	150	1	7	
6	»	»	150	25	175	1	7	
7	»	0,036	175	41	216	1	9	
8	»	»	216	32	248	1	9	
9	»	0,033	248	45	293	1	9	
10	»	»	293	32	325	1	9	
11	»	0,031	325	55	380	1	10	
12	»	»	380	35	415	1	10	
13	a 4 capi	»	415	85	500	1	10	
14	»	»	500	—	500	—	1	
	a 8 capi	0,033	500	—	500	—	3	Attacco dei tiranti.
15	»	0,031	500	—	500	—	1	
	a 4 capi	»	500	—	500	—	34	
16	»	0,033	500	—	500	—	1	
	a 8 capi	»	500	—	500	—	2	Attacco della corona di palle.
						12	157	
						G = 169		

La corona piombata si attacca sul contorno della rete annodandola alle maglie con filato ritorto a 8 capi, prendendo alternatamente una maglia e la corda, lasciando fra i nodi una distanza di circa 0,040 e ripartendo le palle uniformemente, cioè 1 palla ogni 3 maglie. Ciascuna maglia si attacca alla corona con un nodo ordinario solidamente stretto e finita l'annodatura si passa al rialzamento delle borse.

I tiranti di cordella, detti anche *cordicelle*, *cordini*, si tagliano per questo caso lunghi 0,220 ed a ciascun capo vi si fa uno stretto nodo il più possibile alla estremità.

Si capovolge la rete e si distende la parte di tessuto compresa fra la corona e i 4 giri fatti col filato a 8 capi, al di là delle borse, ed a questi fra il 2° ed il 3° giro vanno annodati i cordini ad un nodo che corrisponda radialmente ad un interspazio di due nodi della corona piombata. Al nodo scelto si attacca con un nodo scorsojo semplice l'estremo di un cordino e l'altro estremo lo si infila fra gli angoli formati dalla 1ª e 2ª maglia in filo grosso al disopra della borse, lo si gira intorno alla 1ª maglia e si passa il nodo che vi esiste sotto il cordino, che si tira con forza, indi si annoda l'estremità del cordino alla corona con un nodo scorsojo semplice che deve aver vicino il nodo della maglia. Fissato il primo cordino, si annoda il secondo a 7 maglie di distanza da quella a cui si è annodato il primo e così via.

Attaccati tutti i cordini, si rivolta la rete per attaccarvi la corda di gettata; si toglie il cappio che ha

servito a tener la levata nel tessere la rete, s'infila nelle maglie l'estremo di essa corda, colla quale si fa un'impiombatura sulla corda stessa, che viene poi fasciata con un legame di grosso filo. Si dà alla corda una lunghezza da 7,50 a 8 e all'altro estremo si forma il cappio di sicurezza.

Tipo n. 2. — Sparviero da ghiozzi di 1400 maglie; lato della maglia alle borse $l = 0{,}009$; diametro all'attacco delle borse = 4,580; alla corona di palle = 4,880.

N° del cilindro	Filato ritorto	Modano d	N° maglie nell'ultimo giro	N° degli aumenti	Totale maglie nel nuovo giro	N° dei giri con aumenti	N° dei giri ordinari	Osservazioni
1	a 3 capi	0,018	—	—	77	—	24	Levata di 77 maglie.
2	»	»	77	57	134	1	17	
3	»	»	134	55	189	1	17	
4	»	0,015	189	83	272	1	17	
5	»	»	272	58	330	1	17	
6	»	0,013	330	123	453	1	21	
7	»	»	453	69	522	1	21	
8	»	0,011	522	183	705	1	24	
9	»	»	705	78	783	1	24	
10	»	0,009	783	275	1058	1	24	
11	»	»	1058	78	1136	1	24	
12	»	»	1136	79	1215	1	24	
13	»	»	1215	185	1400	1	14	
14	»	0,011	1400	—	1400	—	1	
	a 4 capi	»	1400	—	1400	—	3	Attacco dei tiranti
15	»	0,009	1400	—	1400	—	1	
	a 3 capi	»	1400	—	1400	—	80	
16	»	0,011	1400	—	1400	—	1	
	a 4 capi	»	1400	—	1400	—	2	Att. della corona di palle.
						12	356	
						G = 368		

La corda piombata od a palle di piombo avrà una lunghezza di 23 a 24 metri e porterà 468 palle formanti un peso totale di Kg. 8, cioè ogni palla peserà gr. 17 circa.

I tiranti di cordella avranno cm. 14 di lunghezza e la corda di gettata da 7,500 a 8,000 di lunghezza.

Sparviero a strascico, chiamato anche *Gil*, *Gillo* e *Gala*. — È uno sparviero di dimensioni maggiori degli ordinarii descritti, con maggior carico di filo e di piombo e non è gettato a mano come i precedenti. In questi la corda di gettata è detta corda di centro ed è molto grossa e lunga da 4 a 5 metri. Sulla corona piombata s'infilano le palle in numero corrispondente ad $^1/_3$ di quello delle maglie del contorno e formanti un peso totale di 18 a 20 Kg.

Essendo la confezione e montatura di questi sparvieri eguale o molto simile a quella dei precedenti, non ci fermiamo su di essa.

Bilancia, chiamata anche *Quadra*, *Sacca*, *Scacchiere*, ecc. — È una rete quadrata a sacca, montata sopra due archi *A A* incrociati (fig. 1673), formati da due pezzi di legno elastico e leggero, e la cui lunghezza è proporzionata alla grandezza della rete e alla profondità delle acque nelle quali si deve pescare. La pratica ammette che la profondità di queste reti sia compresa fra 2,300 e 4,000 per pescare in acque profonde da 2 a 3 metri. La rete che costituisce la bilancia è quadrata, nella quale le dimensioni delle maglie sono

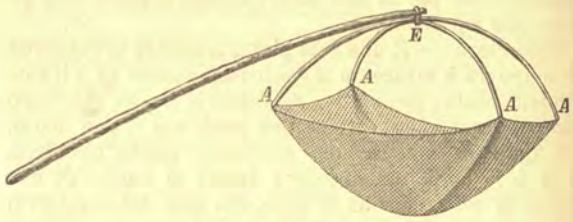


Fig. 1673. — Bilancia.

proporzionali a quelle della rete, ed è costituita da una serie di pezzi rettangolari di varia dimensione con le diminuzioni necessarie; diminuzioni che non si faranno mai nel 1° giro. La rete non è tessuta, come le precedenti, cioè tessendo un giro che contiene le maglie occorrenti a formare una sezione normale all'asse della rete, ma tessendo invece, l'una dopo l'altra, delle porzioni della superficie della rete. Così per fabbricare una bilancia si tesse (fig. 1674) dapprima il fondo *A*, che è un quadrato, e quindi si tesseranno le altre parti che sono tutte di forma rettangolare; la seconda porzione a tessersi è *B*, nella quale s'inserirannno le diminuzioni al 2° giro, indi si tesserà il rettangolo *C*, facendo le diminuzioni solo sopra la parte corrispondente ad *A* da 1 a 2; poi la parte *D*, annodando il filo della spoletta al filo col quale si è incominciata la 1ª maglia di *A* nel punto 3, e le diminuzioni si faranno solo nella parte corrispondente ad *A*, cioè fra 2 e 3. Si proseguirà alla tessitura del rettangolo *E*, ma anche in questo le diminuzioni si faranno soltanto in corrispondenza del lato del 1° quadrato *A*, cioè fra 3 e 4. Il quadrato *A* è così contornato dai quattro pezzi eseguiti e si prosegue nella confezione di altri per formare un secondo contorno ad *A*.

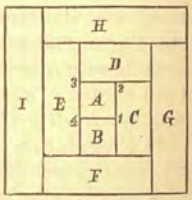


Fig. 1674. — Tessitura della bilancia.

Nel caso della nostra figura si incomincia la tessitura del rettangolo *F*, nel quale si introdurranno le diminuzioni nel 2° giro ed in corrispondenza delle lunghezze dei pezzi *E B C* ai quali è a contatto; poi si passerà al pezzo *G*, facendo le diminuzioni in corrispondenza delle lunghezze di *C* e *D*, e così via, cioè incominciando a inserire le diminuzioni del 2° giro e facendole sempre in corrispondenza dei lati dei pezzi ai quali quello che si sta tessendo è a contatto, continuando a tessere pezzi di contorno ai precedenti fino a che la rete abbia la richiesta larghezza e profondità. Nella confezione però di questo tipo di rete, in cui i pezzi non sono staccati e poi ricuciti, ma tessuti l'uno annodato nelle maglie dell'altro, non si dovrà mantenere costantemente il tessuto montato sul cappio che ha servito alla confezione del 1° pezzo del fondo, ma invece, togliere il cappio stesso, usandone uno suppletorio che si infilerà nella parte più acconcia del tessuto

già eseguito, in modo che la continuazione del lavoro non riesca nè difficile, nè incomoda. Condizioni queste per avere un tessuto più regolare e minor perdita di tempo. Anzi la miglior posizione di attaccare il cappio suppletorio, è quella di infilarlo nel primo giro del pezzo che si sta tessendo dopo averne fatti 3 o 4 giri.

Come abbiamo fatto per gli sparvieri, diamo anche per questa un tipo per la sua confezione.

Bilancia di m. 4,13 di lato a maglie variate, con modani di 0,015, 0,02, 0,031, 0,036 e 0,04 (fig. 1675).

1° Quadrato. — *A*, fondo; modano $d = 0{,}015$; filato ritorto a 2 capi, finissimo.

Cominciare il pezzo sopra 26 maglie e fare 52 giri; in totale 1352 maglie.

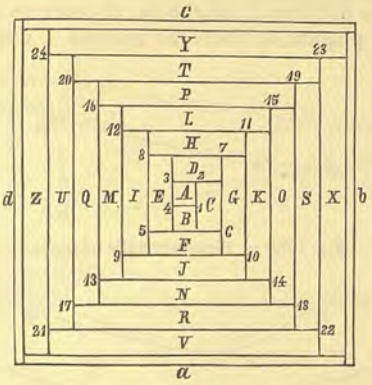


Fig. 1675. — Tessitura della bilancia.

2° Quadrato. — Modano e filato precedenti.

Consta dei quattro pezzi *B*, *C*, *D*, *E*, di 21 giri ciascuno, con diminuzioni al 2° in ciascun pezzo di 1 a 3, cioè di una maglia sopra 3 (facendo cioè una maglia ordinaria ed una diminuzione), solo però in corrispondenza del lato del 1° quadrato *A* nella figura da 1 a 2, da 2 a 3, da 3 a 4 e da 4 a 5, lavorando i pezzi come segue:

Pezzo *B*, 1° giro: tessere 36 maglie su *A*. — 2° giro: 1) fare 8 volte 1 maglia e 1 diminuzione; 2) 2 maglie. — Tessere 19 giri da 18 maglie ciascuno.

Pezzo *C*, 1° giro: tessere 36 maglie su *B* e *A*. — 2° giro: 1) per 8 volte 1 maglia e 1 diminuzione; 2) 2 maglie su *A*; 3) 10 maglie su *B*. — Tessere 19 giri da 30 maglie.

Pezzo *D*, 1° giro: tessere 36 maglie su *C* e *A*. — 2° giro: 1) per 8 volte 1 maglia e 1 diminuzione; 2) 2 maglie su *A*; 3) 10 maglie su *C*. — Tessere 19 giri da 30 maglie.

Pezzo *E*, 1° giro: tessere 47 maglie su *D*, *A*, *B*. — 2° giro: 1) per 8 volte 1 maglia e 1 diminuz.; 2) 2 maglie su *A*; 3) 10 m. su *D*. — Tessere 19 giri da 41 m.

3° Quadrato. — Modano *d* 0,02, filato precedente. — Consta dei 4 pezzi rettangolari *F*, *G*, *H*, *I*, tessuti sui lati del precedente con 21 giri ciascuno, e con diminuzioni di $^1/_3$ al 2° giro sui tratti 5-6, 6-7, 7-8, 8-5, così lavorando:

Pezzo *F*, 1° giro: tessere 40 m. su *E*, *B*, *C*. — 2° giro: 1) per 13 volte 1 m. e 1 dm.; 2) 1 m. — Tessere 19 giri da 28 m.

Pezzo *G*, 1° giro: 50 m. su *F*, *C*, *D*. — 2° giro: 1) per 13 volte 1 m. e 1 dm.; 2) 1 m. su *C*; 3) 10 m. su *F*. — Tessere 19 giri da 38 m.

Pezzo *H*, 1° giro: 50 m. su *G*, *D*, *E*. — 2° giro: 1) per 13 volte 1 m. e 1 dm.; 2) 1 m. su *D*; 3) 10 m. su *G*. — Tessere 19 giri da 38 m.

Pezzo *I*, 1° giro: 61 m. su *H*, *E*, *F*. — 2° giro: 1) 11 m. su *F*; 2) per 13 volte 1 m. e 1 dm.; 3) 1 m. su *E*; 4) 10 m. su *H*. — Tessere 19 giri da 49 m.

4° Quadrato. — Modano 0,027, filato precedente. — Tessere 4 pezzi rettangolari *J*, *K*, *L*, *M*, di 24 giri con diminuzioni al 2° sui tratti 9-10, 10-11, 11-12, 12-9, sui lati del precedente come segue:

Pezzo *J*, 1° giro: 48 m. su *I*, *F*, *G*. — 2° giro: per 16 volte 1 m. e 1 dm. — Tessere 19 giri da 32 m.

Pezzo *K*, 1° giro: 58 m. su *J*, *G*, *H*. — 2° giro: 1) per 16 volte 1 m. e 1 dm.; 2) 10 m. su *J*. — Tessere 19 giri da 42 m.

Pezzo *L*, 1° giro: 58 m. su *K*, *H*, *I*. — 2° giro: 1) per 16 volte 1 m. e 1 dm.; 2) 10 m. su *K*. — Tessere 19 giri da 42 m.

Pezzo *M*, 1° giro: 69 m. su *L*, *I*, *J*. — 2° giro: 1) 11 m. su *J*; 2) per 16 volte 1 m. e 1 dm.; 3) 10 m. su *L*. — Tessere 19 giri da 53 m.

5° Quadrato. — Tessere sui lati del precedente i 4 pezzi rettangolari *N*, *O*, *P*, *Q*, da 21 giri, con diminuzioni di $^1/_3$ sui tratti 13-14, 14-15, 15-16, 16-13, come segue:

Pezzo *N*, 1° giro: 52 m. su *M*, *J*, *K*. — 2° giro: 1) per 17 volte 1 m. e 1 dm.; 2) 1 m. — Tessere 19 giri da 36 m.

Pezzo *O*, 1° giro: 62 m. su *N*, *K*, *L*. — 2° giro: 1) per 17 volte 1 m. e 1 dm. su *L* e *K*; 2) 1 m. su *K*; 3) 10 m. su *N*. — Tessere 19 giri da 46 m.

Pezzo *P*, 1° giro: 62 m. su *O*, *L*, *M*. — 2° giro: 1) per 17 volte 1 m. e 1 dm. su *M* e *L*; 2) 1 m. su *L*; 3) 10 m. su *O*. — Tessere 19 giri da 46 m.

Pezzo *Q*, 1° giro: 73 m. su *P*, *M*, *N*. — 2° giro: 1) 11 m. su *N*; 2) per 17 volte 1 m. e 1 dim. su *M*; 3) 1 m. su *M*; 4) 10 m. su *P*. — Tessere 19 giri da 57 m.

6° Quadrato. — Modano 0,036, filato ritorto a 3 capi finissimo. — Tessere i 4 pezzi rettangolari *R*, *S*, *T*, *U*, di 25 giri ciascuno, con diminuzioni di $^1/_3$ al 2° sui tratti 17-18, 18-19, 19-20, 20-17, come segue:

Pezzo *R*, 1° giro: 56 m. su *Q*, *N*, *O*. — 2° giro: 1) per 18 volte 1 m. e 1 dm.; 2) 2 m. — Tessere 23 giri da 40 m.

Pezzo *S*, 1° giro: 68 m. su *R*, *O*, *P*. — 2° giro: 1) per 18 volte 1 m. e 1 dm. su *P* e *O*; 2) 2 m.; 3) 12 m. su *R*. — Tessere 23 giri da 52 m.

Pezzo *T*, 1° giro: 68 m. su *S*, *P*, *Q*. — 2° giro: 1) per 18 volte 1 m. e 1 dm. su *Q* e *P*; 2) 2 m. su *P*; 3) 12 m. su *S*. — Tessere 23 giri da 52 m.

Pezzo *U*, 1° giro: 81 m. su *T*, *Q*, *R*. — 2° giro: 1) 13 m. su *R*; 2) per 18 volte 1 m. e 1 dm. su *Q*; 3) 2 m. su *Q*; 4) 12 m. su *T*. — Tessere 23 giri da 65 m.

7° Quadrato. — Modano 0,040, filato precedente. — Tessere i 4 pezzi rettangolari *V*, *X*, *Y*, *Z*, da 25 giri ciascuno con diminuzioni di $^1/_3$ al 2° sui tratti 21-22, 22-23, 23-24, 24-21.

Pezzo *V*, 1° giro: 64 m. su *U*, *R*, *S*. — 2° giro: 1) per 21 volte, 1 m. e 1 dim.; 2) 1 m. — Tessere 23 giri da 44 m.

Pezzo *X*, 1° giro: 76 m. su *V*, *S*, *T*. — 2° giro: 1) per 21 volte 1 m. e 1 dm. su *T*, *S*; 2) 1 m. su *S*; 3) 12 m. su *V*. — Tessere 23 giri da 56 m.

Pezzo *Y*, 1° giro: 76 m. su *X*, *T*, *U*. — 2° giro: 1) per 21 volte 1 m. e 1 dm. su *U*, *T*; 2) 1 m. su *T*; 3) 12 m. su *X*. — Tessere 23 giri da 56 m.

Pezzo *Z*, 1° giro: 89 m. su *Y*, *U*, *V*. — 2° giro: 1) 13 m. su *V*; 2) per 21 volte 1 m. e 1 dm. su *U*; 3) 1 m. su *U*; 4) 12 m. su *Y*. Tessere 23 giri da 69 m.

8° Quadrato. — Modano 0,04, filato ritorto a 3 capi forte. — Consta di 4 pezzi rettangolari *a*, *b*, *c*, *d*, di

3 giri ciascuno a m. eguali senza diminuzioni e destinati a unire la corda di guarnizione alla rete. I pezzi sono lavorati come segue:

Pezzo *a*: Tessere su Z, V, X, 3 giri da 68 m.
Pezzo *b*: » *a*, X, Y, 3 » 69 »
Pezzo *c*: » *b*, Y, Z, 3 » 69 »
Pezzo *d*: » *c*, Z, *a*, 3 » 70 »

La bilancia ultimata si comporrà di 8 quadrati contenenti 29 pezzi con 600 giri e con 25 972 maglie, e si completa con la corda destinata a portarla sui quattro lati, come vedremo.

Si tessono altre bilancie più piccole per pescate minori e più facili a gettare e a tirare, e sono lavorate come quella portata in esempio, ma sono finite sui quadrati eseguiti coi modani di 0,027, 0,031, 0,036, a seconda delle dimensioni richieste, tenendo conto però che come contorno finale devono farsi i 4 rettangoli da 3 giri a grosso e forte ritorto.

Le bilancie da ghiozzi sono tessute interamente con modano $d = 0{,}009$.

Montatura della bilancia. — Il contorno della rete deve essere munito di una corda a rinforzo, la quale deve avere una lunghezza tale da mantenere i lati del contorno tesi ed ai quattro angoli formare quattro occhielli per attaccare la rete alla sospensione. Per ciascun occhiello occorre circa 0,20 di corda ed altrettanti per la giunta, quindi la totale lunghezza della corda di guarnizione di questa rete deve essere quattro volte il lato suo più 1 metro o, meglio, quattro volte il numero delle maglie costituenti un lato moltiplicato per la diagonale, più 1 metro. Colla giunta degli estremi della corda si forma uno degli occhielli di sospensione. Determinata questa lunghezza totale, in pratica si usa segnare sulla corda le varie lunghezze, e cioè 0,20 ad un estremo, indi la lunghezza del lato, poi 0,20 e via per facilitare la montatura. Così segnata la corda, la si infila in tutte le maglie dell'ultimo giro della rete, indi si prende la maglia formante l'angolo, si riuniscono i due segni della corda che deve formare l'occhiello, si passa un filo forte nella maglia che si stringe colla corda ai due segni, si ripete per gli altri angoli della rete, formandosi così gli occhielli nel saldare la rete alla corda.

L'armatura è formata da pertichelle di salice, legno bianco leggerissimo e molto elastico, e si compone di due archi *A A* che si incrociano in *E* (fig. 1673) e della leva *C D*. Per gli archi, che sono composti di due pezzi ciascuno, conviene scegliere dei rami pressochè ugualmente grossi su tutta la loro lunghezza, si scortecciano e vi si tolgono i nodi e ciascun pezzo deve avere una lunghezza, al minimo, uguale a quella del lato della rete o della lunghezza della corda di guarnizione fra due occhielli. A ciascuno dei pezzi deve essere data la forma conveniente quando sono ancora verdi o dopo aver soggiornato tre o quattro giorni nell'acqua, perchè essiccati mantengano le curve date loro dalla forma, la quale si prepara con picchetti sul terreno o con chiodi su di un tavolone o parete. La forma (fig. 1676) si prepara piantando i tre punti fissi *A*, *B*, *C*, in linea retta, ed il quarto *D* sotto un dato angolo, in modo che, chiamando *L* la lunghezza del lato della rete, le distanze sieno: A B = 0,007 L; B C = 0,150 L; C D = 0,500 L; D F = 0,250 L; C E = 0,465 L; A D = 0,710 L.

Consolidati i punti fissi, vi si adagia la pertica come mostra la figura I punti fissi devono essere convenientemente lunghi, per poter disporre le quattro pertiche l'una sull'altra nella stessa forma, dalla quale verranno tolte quando saranno perfettamente secche. Due a due i pezzi stampati devono essere riuniti per la loro estremità *A B* in modo da formare l'arco occorrente; a tal uopo le estremità *A B* di ciascuna pertica vengono tagliate a cuneo, all'una è esportato il legno per di sotto (fig. 1677) e all'altra per di sopra ed in modo che i piani risultanti si combacino perfettamente e che, legate con filo di ferro ricotto, abbiano a presentare la forma data dalla fig. 1678, ed a maggior rinforzo e stabilità si pongono dei chiodetti ribaditi attraverso le parti a contatto. Così composti i due archi si incrociano ad angolo retto sul mezzo delle loro giunte e si lega l'incrociatura per renderla fissa e per sospenderla alla leva della rete. Per legare l'incrociatura si prende una cordicella di 5 a 6 mm. di diametro e di 2,500 di lunghezza, si piega in due e dall'estremo piegato, si ritorcono insieme i due capi per

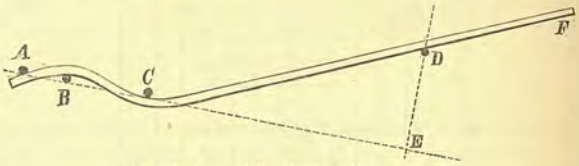


Fig. 1676. — Piegatura delle pertiche.

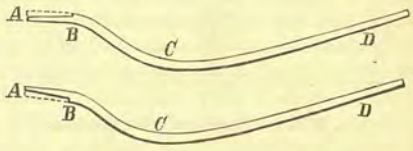


Fig. 1677. — Taglio per la legatura.

Fig. 1678. — Legatura.

Preparazione dell'armatura della bilancia (fig. 1676, 1677 e 1678).

una lunghezza di 26 a 30 cm. al più e si ferma la torta con un doppio nodo. Le estremità dei due capi si infilano nell'occhio al principio della torta data e vi si fa passare tutta la parte non torta ed anche il nodo di fermo, in modo che vi resti formato una specie di nodo corsojo colla parte ritorta. Si pone questo nodo sull'incrocio degli archi e i due capi di funicella negli angoli opposti dell'incrocio, che si circondano per due o tre volte e strettamente, indi si passa la funicella negli altri due angoli che pur s'avvolgono strettamente, e si continua questa legatura alternata fino a che rimane tanta funicella da fare un nodo comune per fissare la legatura.

Indi si devono portare ad esatta lunghezza i tratti degli archi, ritagliandone gli estremi, che poi si infilano negli occhielli della corda di guarnizione della rete, che vi sono fermati mercè una legatura con filo, e la rete è montata. Per finirne la montatura, le piccole e medie bilancie sono attaccate col nodo corsojo della croce (così chiamandosi l'incrociatura degli archi) all'estremità di un forte palo, ove lo stesso nodo vi è fissato con una legatura fatta col capo di una lunga corda, colla quale si facilita la gettata e la levata della rete, tirando su essa e formando fulcro l'estremità del palo che s'appoggia ad un punto fisso. Le grandi bilancie invece sono attaccate col nodo corsojo

ad una corda che s'avvolge ad una carrucola montata su apposito sostegno posto su una barca.

Bilancella per la pesca dei gamberi. — Questa rete è circolare, ma il fondo è quadrato, cioè la sua confezione ha principio come quella della bilancia, cioè col tessere il 1° pezzo quadrato, intorno al quale si tesse, in luogo di rettangoli, una superficie conica o, meglio, una serie di cilindri coassiali. La fig. 1679 dà una di queste bilancelle, il cui tessuto infilato in un cerchio di fil di ferro è sospeso a tre funicelle o cordini *B C*, che s'annodano ad una sola, il tirante *C D* col quale si sospende alla bacchetta *D E*. Alla maglia di centro del fondo è fermato un pezzo di spago per legarvi l'esca. Queste bilancelle sono adoperate anche per la pesca di piccoli pesci, ma il tipo vero è adatto per la pesca dei gamberi.

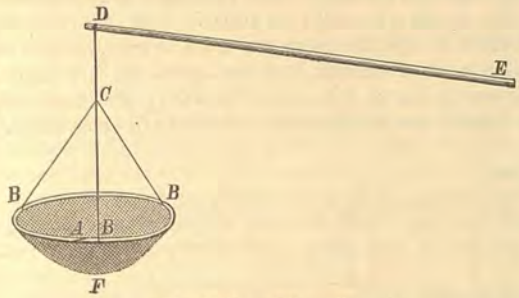


Fig. 1679. — Bilancella.

Il pezzo quadrato che è il primo a tessersi e intorno al quale si deve poi formare la superficie conica della rete deve presentare delle condizioni, perchè la tessitura non dia luogo a difficoltà di lavorazione nel distribuire gli aumenti o le diminuzioni, e cioè, che il perimetro presenti un numero pari di maglie. Come abbiamo fatto per le precedenti reti, diamo qui il riassunto per la tessitura di una di queste.

Bilancella di m. 0,440 di diametro. — Verrà composta di un fondo quadrato e di 5 cilindri soprapposti, costituiti da 48 giri e completata con un cerchio di ferro e dei cordini di sospensione. La rete si fa sempre in maglie losanghe di 0,015 di lato, senza variazione di maglie.

Fondo: modano 0,015, filato ritorto a 3 capi, finissimo. — Levata di 8 maglie e si tessono 16 giri ordinarii per avere il pezzo quadrato di 8 maglie di lato.

Completato il pezzo di fondo, si stacca il filo della navetta, si toglie il cappio di sostegno del 1° giro e lo si infila invece nel giro di maglie che formano la terza su tutto il circuito. Si attacca di nuovo il filo della navetta alla prima maglia del fondo, notando di lasciarvi il filo corrente per chiudere l'anello di maglie.

1° Cilindro, modano e filo eguali: 1° e 2° giro da 31 maglie ciascuno. 3° giro: 1) per 9 volte 1 aumento e 3 maglie; 2) per 2 volte 1 am. e 2 m. — Tessere poi 2 giri da 42 maglie ciascuno. (Per ottenere una buona regolarità nel tessuto, è d'uopo, quando si è fatto un giro di 42 maglie, di infilare in esso il cappio di sostegno, togliendolo dal fondo).

2° Cilindro, 1° giro: 1) per 8 volte 1 am. e m.; 2) per 2 volte 1 am. e 5 m. — Tessere poi 9 giri da 52 maglie.

3° Cilindro, 1° giro: 1) per 8 volte 1 am. e 5 m.; 2) per 2 volte 1 am. e 6 m. — Tessere 9 giri da 62 maglie.

4° Cilindro. — Tessere 5 giri da 62 m.

5° Cilindro, modano 0,015, filato ritorto a 6 capi. — Tessere 2 giri da 62 m. ciascuno.

Montatura della bilancella. — Il cerchio di ferro zincato consta di un filo grosso del diam. di 5 a 6 mm. (bordione), la cui periferia è data dal numero delle maglie dell'ultimo cilindro moltiplicato pella diagonale delle maglie, più pochi centimetri pel giunto, che viene fatto tagliandone gli estremi a cuneo. Si infilano le maglie nel cerchio e si lega il giunto con filo di ferro sottile. Si adopera pure un cerchio di legno in luogo di quello di ferro, ma in tal caso bisogna munire la bilancella di una corona di palle perchè s'affondi.

Montato il cerchio e segnati su esso tre punti equidistanti *B*, *B*, *B*, vi si annodano tre funicelle di 0,400 a 0,500 di lunghezza e si riuniscono in un nodo solo *C* gli altri loro estremi, che si fissano al capo del tirante formato da una stessa funicella lunga circa 1,500, il cui altro capo a nodo corsojo è passato all'estremo della bacchetta *D E*, il cui altro capo a punta si pianta nel terreno. Alla maglia più profonda della rete, sul fondo, si annoda uno spago per l'esca.

Le dimensioni delle varie parti delle bilancelle si modificano, come quelle delle bilancie, a seconda della profondità di pescata che devono avere.

Negossa. — La negossa è una rete sedentaria, chiamata anche *nassa*, *nassera*, *narva*, ecc., formata da un cilindro nel cui interno esistono delle strozzature o colli impedenti al pesce entrato di uscire. In generale si fanno negosse a due colli, chè quelle ad uno solo non dànno buona pesca.

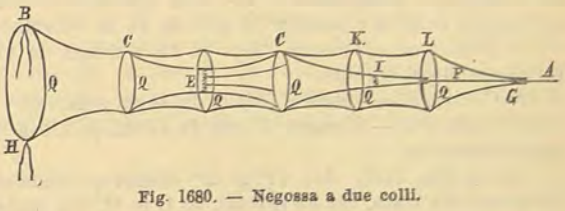


Fig. 1680. — Negossa a due colli.

La negossa si compone di varie parti, così chiamate (fig. 1680): *C B*, entrata; *C C*, corpo della testa; *C L*, corpo della coda; *L A*, coda; *E*, collo di testa; *I*, collo di coda; *Q Q*, cercini.

I cercini servono a mantenere la forma cilindrica alla rete.

Di queste reti se ne fabbricano di piccole, dette *negossette*, pei gamberi e per piccoli pesci. Daremo i riassunti per la confezione di una negossa e di una negossetta.

Negossa ad entrata di 1,750 di diametro a maglie losanghe di 0,031. — Il filato è ritorto e 3 capi, finissimo; i giri però in cui devono essere infilati i cercini sono fatti con ritorto a 6 capi, forte. — La negossa si compone di 33 cilindri.

1° Cilindro, modano 0,031. La rete si leva sopra 24 m. a cilindro, delle quali l'ultima, la 24ª, è formata col filo corrente annodato al filo della spoletta. — Tessere 3 giri da 24 m. ciascuno.

2° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 am. e 3 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 29 m.

3° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 am. e 4 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 34 m.

4° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 am. e 5 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 39 m.

5° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 am. e 6 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 44 m. (I 20 giri tessuti formano la coda *L A*).

6° Cilindro. — Tessere 2 giri in filo ritorto a 6 capi pel cercine da 44 m.

7° Cilindro. — Tessere 20 giri da 44 m. ciascuno.

8° Cilindro. — Tessere 2 giri da 44 m. ciascuno in filo a 6 capi pel cercine.

9° Cilindro. — Tessere 20 giri da 44 m. ciascuno.

10° Cilindro. — Tessere 2 giri da 44 m. in filo a 6 capi.

(Questi 46 giri dal 6° al 10° cilindro, formano la coda fra 3 cercini da *C* a *L*, e nella quale entrerà il collo di coda).

11° Cilindro. — Tessere 4 giri da 44 m. ciascuno.

12° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 dm. e e 5 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 39 m.

13° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 dm. e 4 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 34 m.

14° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 dm. e 3 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 29 m.

15° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 dm. e 2 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 24 m.

16° Cilindro, modano 0,04. — Fare 1 giro da 24 maglie doppie, cioè di doppia lunghezza, e quindi di 0,08, ottenute girando il filo della spoletta intorno al modano per 2 volte; a queste maglie vengono attaccati i cordini in *I*, che riuniscono il collo di coda alla coda.

(I 21 giri fatti dall'11° al 16° cilindro formano la parte chiamata collo di coda, *I*).

17° Cilindro, modano 0,031. — Riprendere all'ultimo giro di maglie in filo a 6 capi (al 10° cilindro), prima del collo, in *D*, attaccando il filo della spoletta ad una qualunque maglia, e tessere 20 giri da 44 m. ciascuno.

18° Cilindro. — Tessere 2 giri in filo a 6 capi da 44 m. ciascuno pel cercine.

19° Cilindro. — Tessere 20 giri da 44 m. ciascuno.

20° Cilindro. — Tessere 2 giri da 44 m. in filo a 6 capi pel cercine.

(I 44 giri fatti, dal 17° al 20° cilindro, formano il corpo della testa, fra i 3 cercini, da *C* in *C*, nel quale entrerà il collo di testa).

21° Cilindro. — Tessere 4 giri da 44 m.

22° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte, 1 dm. e 5 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 39 m. ciascuno.

23° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 dm. e 4 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 34 m. ciascuno.

24° Cilindro, 1° giro: 1) 5 m.; 2) per 5 volte 1 dm. e 3 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 29 m. ciascuno.

25° Cilindro, 1° giro; 1) 5 m.; 2) per 5 volte, 1 dm. e 2 m.; 3) 4 m. — Tessere 3 giri da 24 m. ciascuno.

26° Cilindro, modano 0,04. — Tessere 1 giro da 24 maglie, girando il filo intorno al modano due volte per avere maglie di 0,08, alle quali si devono attaccare i cordini in *E*, che uniscono il collo di testa al 1° cercine del corpo di coda in *C*.

(I 21 giri fatti, dal 21° al 26° cilindro, formano il collo di testa *E*).

27° Cilindro, modano 0,031. — Riprendere all'ultimo giro di maglie in filo a 6 capi (al 20° cilindro), prima del collo, in *C*, attaccando il filo della spoletta ad una maglia qualunque. — Tessere 3 giri da 44 m.

28° Cilindro, 1° giro: 1) 1 m.; 2) per 7 volte 1 am. e 6 m.; 3) 1 m. — Tessere 4 giri da 51 m.

29° Cilindro, modano 0,036. — Tessere 3 giri da 51 m.

30° Cilindro, 1° giro: 1) 1 m.; 2) per 7 volte 1 am. e 7 m.; 3) 1 m. — Tessere 4 giri da 58 m.

31° Cilindro, modano 0,04. — Tessere 3 giri da 58 m.

32° Cilindro, 1° giro: 1) 2 m.; 2) per 6 volte 1 am. e 9 m.; 3) 2 m. — Tessere 8 giri da 64 m. ciascuno.

33° Cilindro. — Tessere 2 giri da 64 m. in filo a 6 capi pel cercine di entrata.

(I 30 giri fatti, dal 27° al 33° cilindro, formano l'entrata da *B* a *C*, e che avrà 1,750 circa di diametro).

Si toglie il cappio sul quale si è incominciato il lavoro, si disfanno i nodi del primo giro di maglie e si chiude la negossa in questo punto, alla coda, facendo un giro in filo a 3 capi binato sopra il modano di 0,04 e prendendo 2 maglie alla volta colla spoletta, cioè diminuendo a metà il numero delle maglie, riducendolo a 12. A questo giro di 12 m. si attacca la corda della coda.

La negossa è terminata con 33 cilindri comprendenti 183 giri con 7708 m. e si completa coi cordini dei colli, cercini, ecc.

Si tessono negosse con maglie da 0,015 con 1 m. di diametro d'entrata, che si adoperano anche per la pesca delle anguille, nel qual caso l'entrata è semicircolare.

Negossetta a maglia da 0,015. — Si adopera filato ritorto a 3 capi, finissimo per tutta la rete, eccetto dove vanno posti i cercini, ove s'adopera filo a 6 capi. La negossetta ha un solo collo (fig. 1681) e si compone di 20 cilindri con un diametro d'entrata di circa 0,700.

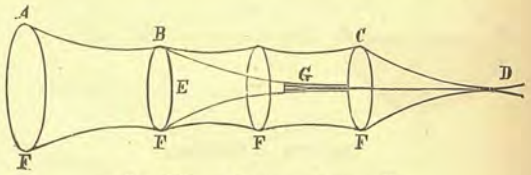


Fig. 1681. — Negossa ad un collo.

1° Cilindro, modano 0,015. — Fare la levata della rete sopra 14 m., formando la 14ª col filo corrente. — Tessere poi 2 giri da 14 m. ciascuno.

2° Cilindro, 1° giro: 1) 1 m.; 2) per 6 volte 1 am. e 2 m.; 3) 1 m. — Tessere poi 4 giri da 20 m.

3° Cilindro, 1 giro: 1) 1 m.; 2) per 6 volte 1 am. e e 3 m.; 3) 1 m. — Tessere poi 4 giri da 26 m.

4° Cilindro, 1° giro: 1) 1 m.; 2) per 6 volte 1 am. e 6 m.; 3) 1 m. — Tessere poi 4 giri da 32 m.

(I 18 giri fatti formano la coda da *C* a *D*).

5° Cilindro. — Tessere 2 giri da 32 m. con filo a 6 capi pel cercine.

6° Cilindro. — Tessere 14 giri da 32 m. con filo a 3 capi.

7° Cilindro. — Tessere 2 giri da 32 m. con filo a 6 capi pel cercine.

8° Cilindro. — Tessere 14 giri da 32 m. con filo a 3.

9° Cilindro. — Tessere 2 giri da 32 m. con filo a 6.

(I 34 giri fatti dal 5° al 9° cilindro, formano il corpo della negossetta fra i tre cercini, da *B* a *C*, e nel quale è posto il collo).

10° Cilindro. — Tessere 3 giri da 32 m. con filo a 3.

11° Cilindro, 1° giro: 1) 1 m.; 2) per 6 volte, 1 dm. e 3 m.; 3) 1 m. — Tessere poi 4 giri da 26 m.

12° Cilindro, 1° giro: 1) 1 m.; 2) per 6 volte 1 dm. e 2 m.; 3) 1 m. — Tessere poi 4 giri da 20 m.

13° Cilindro, 1° giro: 1) 1 m.; 2) per 6 volte 1 dm. e 1 m.; 3) 1 m. — Tessere poi 4 giri da 14 m.

14° Cilindro, modano 0,027. — Tessere 1 giro da 14 m., avvolgendo il filo due volte sul modano per avere maglie doppie, cioè da 0,054, alle quali si attaccano i cordini per riunire il collo alla coda in *G*.

15° Cilindro, modano da 0,015. — Riprendere all'ultimo giro di maglie in filo a 6, cioè al 9° cilindro, prima del collo, in *B*, attaccando il filo della spoletta ad una maglia qualunque. — Tessere 3 giri da 32 m.

16° Cilindro, 1° giro: 1) 2 m.; 2) per 5 volte 1 am. e 6 m. — Tessere poi 2 giri da 37 m.

17° Cilindro, modano 0,02. — Tessere 3 giri da 37 m.

18° Cilindro, 1° giro: 1) 2 m.; 2) per 5 volte, 1 am. e 7 m. — Tessere poi 2 giri da 42 m.

19° Cilindro, modano 0,027. — Tessere 8 giri da 42 m.

20° Cilindro. — Tessere 2 giri da 42 m. in filo a 6 capi pel cercine d'entrata.

(I 22 giri fatti, dal 15° al 20° cilindro, formano l'entrata, da *A* a *B*, e che avrà circa 0,700 di diametro).

Si toglie il cappio sul quale si è incominciata la rete, si disfano i nodi del primo giro e si chiude in questo punto (coda) la negossetta, facendo un giro di maglie con filo binato a 3 capi e con modano di 0,04, e prendendo due maglie alla volta per ridurne il numero a metà, cioè a 7 maglie, alle quali verrà attaccata la corda della coda.

La negossetta finita consta di 20 cilindri formati da 93 giri con 2794 maglie, che si completa coi cordini, cercini e corda.

Montatura delle negosse e negossette. — La prima operazione è l'attacco della corda di coda e dei cordini di sospensione dei colli. Per la corda di coda si adopera una funicella robusta, lunga circa 0,700, che si infila nell'ultimo giro di maglie fatte col filo binato alla coda della rete e i due capi della corda poi si annodano insieme.

I cordini dei colli si montano con spago forte da materassajo e per montarli si rovescia la negossa a guisa di calza, cominciando dal collo di coda. La lunghezza dei cordini si misurerà sulla rete stessa fra il giro di maglie in grosso filo del quarto cercine e la coda *G* della negossa (fig. 1680) e se ne toglieranno quattro pezzi. Si divideranno in quattro parti il numero delle maglie di doppia lunghezza del principio del collo *I* e nelle maglie formanti ciascun quarto vi si infila un cordino, che si annoda solidamente con un nodo corsojo. I quattro cordini poi s'annodano insieme in *F*, press'a poco nel piano del giro di maglie dove va posto l'ultimo cercine *L* del corpo di coda.

Altri quattro cordini, lunghi quanta è la distanza, misurata sulla rete, fra i giri di maglie del 1° cercine *C* e del 3°, si attaccano come i precedenti.

I cercini del corpo della rete sono formati di vimini di ligustro di 7 ad 8 mm. di diametro, e quelli d'entrata di 15 a 16 mm. di diam., e dovranno essere il più lungo e il più regolare possibile, poichè i cercini del corpo devonsi formare con un solo vimine, mentre quelli d'entrata si possono fare di due o più. Si monderanno dei nodi senza scortecciarli e si taglieranno alle lunghezze seguenti:

Negosse con maglia da	0,031	0,02	0,015
Cercini del corpo .	$l = 2,000$	1,750	1,300
» d'entrata .	$l = 3,700$	3,450	3,350
Negossette con maglia da 0,015			
» »	da 0,759 (in un pezzo)		
» »	da 1,600 (in uno o due pezzi).		

I giunti dei cercini si fanno con pezzi di sambuco di due o tre anni a grosso legno, nel quale s'innestano le estremità del vimine incurvato. Il cercine s'infila nelle maglie di filo a 6 capi alternando una maglia sopra e una sotto, quindi le estremità *AA* del cercine (fig. 1682) s'introducono nel pezzo *B* di sambuco, sul quale si faranno passare due o più maglie per ben tendere circolarmente il giro di maglie e la rete.

Le entrate si montano con cercini circolari, generalmente in due pezzi come mostra la fig. 1683, infilando il cercine nel giro di maglie a filo grosso, e si montano entrate semicircolari per pescate speciali, come anguille, ecc. Le prime si montano come i cercini del corpo ed egualmente se ne formano i giunti; le seconde (fig. 1684) si montano con un semicerchio di vimine *AA* infilato come i cercini nelle relative maglie, e le sue estremità sono riunite da una funicella, formante diametro *BB*, e infilata essa stessa nelle maglie. Le maglie si dovranno trovare distribuite per $^2/_3$ sul semicerchio di ligustro e per $^1/_3$ sulla funicella diametro.

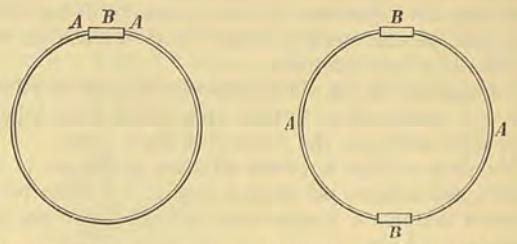


Fig. 1682. — Cercine in un pezzo. Fig. 1683. — Cercine in due pezzi.

Montatura delle negosse (fig. 1682 e 1683).

Resta a formare la sospensione dei colli nell'interno della negossa, perchè si tengono sull'asse della rete, ed a ciò conviene sospenderla ben tesa coll'attaccare il cercine d'entrata e la corda della coda a due punti fissi, in posizione da poter lavorare con comodità; si prepara un uncinetto con del filo ferro e si segnano le maglie sul cercine *D* alle quali corrispondono in piano orizzontale le maglie del collo di testa annodate coi cordini. Si infila l'uncino in una delle maglie del cercine

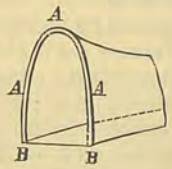


Fig 1684. — Entrata di negossa per la pesca delle anguille.

controsegnate e si afferra il cordino che vi deve essere legato e attirandolo lo si annoda alla maglia, osservando che il cordino resti in piano orizzontale affinchè colla tensione non torca il collo; l'operazione va ripetuta su gli altri tre cordini, la cui tensione deve essere tale da mantenere aperto il collo senza deformarne le maglie. Pel collo di coda s'introduce l'uncino della coda *G* della negossa e si afferra e attira il nodo dei cordini del collo che si allaccia con nodo alla corda di coda, badando di non dare una troppa tensione al collo nell'allacciamento. Finite le due sospensioni, si devono verificare i colli, non dovendo presentare contorcimenti nè stiramenti, e nel caso si correggono le sospensioni riannodando i cordini e spostandoli all'occorrenza.

Agli estremi del diametro verticale del cercine d'entrata in *B* e *H* vanno attaccati due pezzi di spago di 0,200 circa, coi quali la negossa viene fissata al palo di testa, come la corda di coda viene fissata ad un altro palo, ambedue lunghi proporzionatamente alla profondità dell'acqua in cui devesi affondare la negossa, e che s'impiantano solidamente nel fondo in modo da mantenere su esso la rete ben distesa.

Negosse ad ale, chiamate *Lupe* od anche *Luve* (fig. 1685). — Tale tipo di rete non è altro che una negossa precedente la cui entrata è munita di due ale che si distendono obliquamente al fine di sbarrare, come dicono i pescatori, una più grande quantità d'acqua e di dirigere tutto il pesce della sbarratura all'entrata della negossa. Il corpo della rete è identico a quello d'una negossa precedente ed in generale le negosse ad ale si fabbricano col diametro minimo di 1,000, e se ne fabbricano di tali diametri, con opportune ale da sbarrare interamente un corso d'acqua od una corrente.

Le ali sono d'ordinario costituite da 32 a 80 giri di maglie in lunghezza ed anche più, a seconda del servizio che deve prestare la rete e munite di bacchette verticali perchè restino distese e rinforzate da una cordicella al loro contorno.

Le negosse ad ale sono tutte tessute in filato ritorto a 3 capi, eccetto dove devono essere posti i cercini e le bacchette delle ale, che si fanno in filo a 6 capi.

Nel dare un tipo di queste negosse ad ale per la tessitura, rimandiamo pel corpo a quanto si è detto per le negosse semplici e riassumiamo qui solo i dati per tesserne una ad ale.

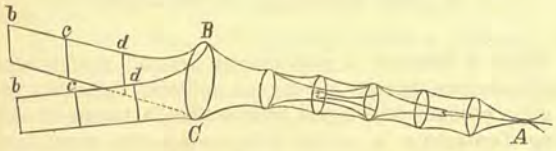


Fig. 1685. — Lupa o negossa ad ale.

27° Cilindro, modano 0,031. — Riprendere all'ultimo giro di maglie in filo a 6 capi prima del collo, in *C* (fig. 1680), attaccando il filo della spoletta ad una maglia. — Tessere 4 giri da 44 m.

28° Cilindro, 1° giro: 1) 2 m.; 2) per 5 volte, 1 am. e 8 m.; 3) 2 m. — Tessere poi 3 giri da 49 m.

29° Cilindro, modano 0,036. — Tessere 3 giri da 49 m.

30° Cilindro, 1° giro: 1) 2 m.; 2) per 5 volte, 1 am. e 9 m; 3) 2 m. — Tessere poi 3 giri da 54 m.

31° Cilindro, modano 0,04. — Tessere 12 giri da 54 m.

32° Cilindro. — Tessere 2 giri da 54 m. in filo a 6 capi pel cercine d'entrata (i 30 giri fatti, dal 27° al 32° cilindro, formano l'entrata, da *B* a *C*, che avrà un diametro di 1,000).

Ali. — Per tessere un'ala: modano 0,004. — Si fanno solo 26 m. sulla circonferenza dell'ultimo giro dell'entrata e poi si tessono su esse altri 5 giri da 26 m.

7° giro: 1) 1 m.; 2) per 3 volte, 1 dm. e 6 m.; 3) 1 m. — Tessere poi 5 giri da 23 m.

13° giro: 1) 1 m.; 2) per 3 volte, 1 dm.; e 5 m.; 3) 1 m. — Tessere altri 5 giri da 20 m.

19° giro: 1) 1 m.; 2) per 3 volte, 1 dm. e 4 m.; 3) 1 m. — Tessere altri 3 giri da 17 m.

Tessere poi 2 giri da 17 m. in filo a 6 capi per la bacchetta; 26 giri da 17 m. in filo a 3 capi; 2 giri da 17 m. in filo a 6 capi; 26 giri da 17 m. in filo a 3 capi; 2 giri da 17 m. in filo a 6 capi per la bacchetta estrema. (Gli 80 giri tessuti costituiscono una delle ali).

L'altra ala viene tessuta ugualmente e imposta sull'entrata simmetricamente, e cioè si attaccherà il filo della spoletta sulla maglia vicina a quella ove incomincia l'ala, già tessuta, sulla circonferenza di entrata.

Qui abbiamo dato un tipo di ali a tre bacchette, ma se si volessero ali di minor lunghezza, basta diminuire il numero dei giri, di 26 a maglie di filo a 3 capi, più 2 a maglie di filo a 6 capi, in totale di 28 giri per bacchetta di meno.

Montatura. — La montatura della negossa fu già descritta; ci rimane quella delle ali, le quali sono munite al giro di contorno di una forte funicella infilata nelle maglie.

Le bacchette avranno circa 0,700 di lunghezza e di 0,007-0,008 di diametro e devono essere di ligustro scortecciato e mondato dai nodi. Si infilano nelle maglie in filo 6 capi e le maglie estreme si legano fortemente con spago nelle intaccature fatte ai capi delle bacchette in modo che il tessuto rimanga disteso. L'ultima bacchetta esterna delle ali porta attaccate alle maglie estremi due pezzi di forte spago per legare le ali alle pertiche, colle quali si fissano sul fondo del corso d'acqua.

La vanga, il rastrello e la borsa o pozzetto. — Queste reti sono tutte della stessa forma e quindi costituiscono un tipo solo, quello delle reti a borsa od a sacca; differiscono fra loro per le dimensioni e per la grandezza delle maglie e per la montatura. Tutte e tre questi reti non hanno, si può dire, limiti di dimensioni per essere ben distinte, ciò nonostante descriveremo i tre tipi ordinari che sono chiamati vanga o forca, rastrello, borsa o pozzetto ed anche elemosiniera dalla loro montatura.

Questi reti sono tessute come le bilancelle, cioè il primo pezzo, il fondo, e un quadrato intorno al quale si tesse una rete conica, e perciò per quanto riguarda il principio e la condotta della tessitura rimandiamo alle bilancelle.

Il pezzo quadrato di fondo si tesse con diversi modani per le prime due, a seconda delle dimensioni che devono avere, e quindi si fa con un numero di giri determinato dal modano stesso e cioè:

Modano .	0,009	0,015	0,020	0,027	0,031
Levata m.	30	20		16	
Giri . . .	60	40		32	

Pel terzo tipo, la borsa, che è una piccola rete, il fondo si fa sempre con modano di 0,009 con una levata di 10 m. e facendo 20 giri.

Prima d'incominciare la rete, si dovrà stabilire la sua profondità e diametro e quindi i varii modani da adoperarsi; si dovrà calcolare il numero dei giri, quello delle maglie, degli aumenti, per ottenere la determinata circonferenza, notando che tutti gli aumenti devono riunirsi nei tre quarti inferiori del tessuto e nessuno nel quarto superiore, e quindi si determinerà il numero dei cilindri e si distribuiranno gli aumenti.

Gli ultimi due giri dell'orlo saranno tessuti in filo grosso per resistere alla montatura.

I tre tipi di rete differendo solo fra loro per dimensione non crediamo di dare riassunti di tessitura per tutti e tre: ne daremo per uno solo e pel tipo più piccolo, per la borsa, potendosi da esso derivare con facilità i riassunti per gli altri.

Poniamo quindi di aver da tessere una rete a borsa o sacca in maglia da 0,009 e del diametro all'orlo di 0,500 e di una profondità di 0,750. — La diagonale della maglia è $l = 0{,}0127$ ed il modano corrispondente di 0,0057.

La circonferenza all'orlo è di 1,570 e conterrà 124 maglie, mentre la profondità ne conterrà 60, che per la tessitura occorreranno 120 giri.

Il fondo verrà formato da un quadrato di 10 maglie di lato e nella sua periferia avrà 39 maglie, per cui per arrivare alle 124 che occorrono all'orlo si dovrà inserire $124 - 39 = 85$ aumenti.

Gli aumenti però si devono fare nei $^3/_4$ inferiori della rete e cioè nei 90 giri dopo il fondo, lasciando l'altro quarto superiore od i restanti 30 giri senza aumenti. I 90 giri possono essere divisi in 6 cilindri dei quali 3 da 16 giri e 3 da 14, gli altri 30 giri in due cilindri di cui uno da 28 giri e l'altro da 2 che verranno eseguiti in filo grosso per resistere all'armatura della rete. Tutta la rete verrà tessuta in ritorto a 2 capi, finissimo; mentre i due giri dell'orlo saranno tessuti in ritorto a 4 capi.

Gli aumenti verranno così distribuiti: nel 1° cilindro 15, negli altri 5 cilindri successivi 14 per ciascuno e si eseguirà il tessuto come segue:

Fondo. — Si leverà la rete sopra 10 m. e si tesseranno 20 giri per avere il quadrato di 10 m. di lato. Finito si toglierà il cappio, disfando i nodi del 1° giro e si ripasserà nella 3ª maglia di contorno. Si attaccherà il filo della spoletta col filo corrente al filo del 1° nodo fatto nel levare il fondo.

1° Cilindro, 1° e 2° giro da 39 m. ciascuno; 3° giro: 1) per 9 volte, 1 am. e 3 m.; 2) per 6 volte, 1 am. e 2 m. — Tessere poi 14 giri da 54 m.

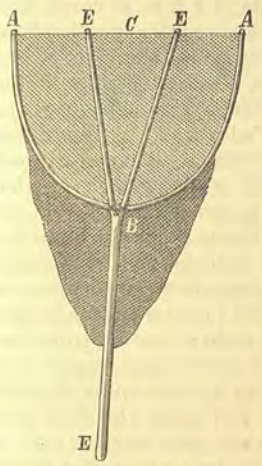


Fig. 1686. — Vanga.

Fig. 1687. — Rastrello.

2° Cilindro, 1° giro: 1) per 12 volte, 1 am. e 4 m.; 2) per 2 volte, 1 am. a 3 m. — Tessere 15 giri da 68 m.

3° Cilindro, 1° giro: 1) per 12 volte, 1 am. e 5 m.; 2) per 2 volte, 1 am. e 4 m. — Tessere 15 giri da 82 m.

4° Cilindro, 1° giro: 1) per 12 volte, 1 am. e 6 m.; 2) per 2 volte, 1 am. e 7 m. — Tessere 13 giri da 96 m.

5° Cilindro, 1° giro: 1) per 12 volte, 1 am. e 7 m.; 2) per 2 volte, 1 am. e 6 m. — Tessere 13 giri da 110 m.

6° Cilindro, 1° giro: 1) per 12 volte, 1 am. e 8 m.; 2) per 2 volte, 1 am. e 7 m. — Tessere 13 giri da 124 m.

7° Cilindro. — Tessere 28 giri da 124 m.

8° Cilindro. — Tessere 2 giri da 124 m. in filo a 4 capi, sui quali va fissata la montatura della rete.

Montatura della vanga o forca (fig. 1686). — Questo tipo di rete si monta sempre sopra un semicerchio di legno leggiero ed elastico, generalmente di salice, in uno o due pezzi a seconda della grandezza della rete e di una grossezza proporzionata. Il semicerchio *A B A* è tenuto incurvato da un diametro *A C B* fatto di una buona corda. Queste reti hanno da 1,500 a 5 m. di diametro. Formato il semicerchio, col relativo diametro, vi si cuce a sopraggitto il primo giro di maglie dell'orlo della rete con filo uguale a quello con cui sono fatte le maglie stesse e vi si applica l'asta. Questa consta di una pertica a forca *E E E*, le cui branche sono un po' maggiori del diametro della rete, e la lunghezza totale della pertica raggiunge al massimo i 5 metri.

I capi delle branche della forca sono solidamente legati alla corda *A B* in *E E*, e le parti opposte al semicerchio con spago forte, e la rete montata.

Montatura del rastrello. — Ha la stessa forma della precedente (fig. 1687), ma ha sempre minori dimensioni, non oltre i 3 metri di diametro all'orlo, e ne differisce nella montatura, essendo il diametro di corda sostituito da una traversa *A A* di legno, nella quale sono incastrati gli estremi del semicerchio di legno, e nella pertica, che non è foggiata a forca, ma è semplicemente diritta, ed il suo capo è incastrato nella traversa in B. L'ultimo giro di maglie è cucito a sopraggitto sulla montatura e la pertica è legata strettamente al semicerchio con dello spago. La pertica ha al massimo una lunghezza di m. 2,500.

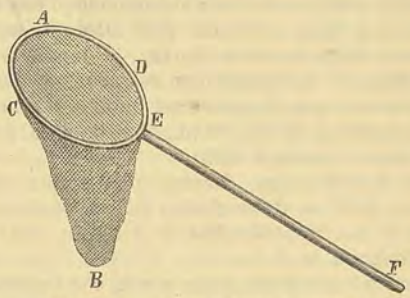


Fig. 1688. — Borsa o sacca a manico.

Montatura della borsa o sacca. — In due modi si monta questa rete, nel primo (fig. 1688) la rete è montata sopra un cerchio di forte filo di ferro ed è munita di manico; nel secondo (fig. 1689) è montata sopra un semicerchio in legno col diametro in corda, come la vanga, ma non ha nè manico, nè pertica di manovra.

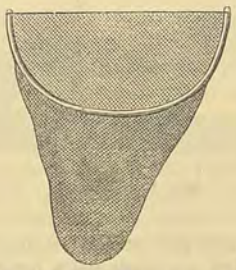


Fig. 1689. — Borsa o sacca.

Col primo tipo di montatura, la rete non ha meno di 0,400 di diametro ed un massimo di 0,500, con profondità di 0,600 a 0,750 ed il cerchio di filo di ferro è montato sopra un manico o pertica, di legno leggiero ma il meno flessibile e della lunghezza da 4 a 5 m. a seconda della profondità o dei modi della pesca.

La rete non viene generalmente cucita sul cerchio di filo di ferro per ovviare al rapido logoramento, ma le maglie dell'ultimo giro, sono, ciascuna, annodate ad un anello di ottone di 0,010 di diametro, nel quale si infila il cerchio della montatura.

Con tale montatura, le maglie dell'ultimo giro devono avere doppia lunghezza, ottenuta adoperando un modano di doppia circonferenza di quello adoperato per le altre maglie, ovvero, tenendo lo stesso modano, vi si gira il filo della spoletta, due volte.

Gli anelli sono annodati con nodo corsojo alla maglia, si infila (fig. 1690) la maglia nell'anello, e si fa entrare l'anello nell'asola della maglia: tirando l'anello e la maglia stessa si viene a formare il nodo che si stringerà fortemente. Nel secondo modo di montatura avrà sempre una profondità minima di 0,600, e la montatura è fatta come nella vanga.

Queste reti vengono anche tessute in diverse maglie a seconda dell'uso di pesca a cui devono essere adibite.

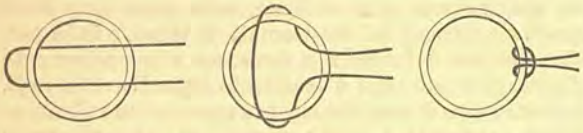


Fig. 1690. — Annodatura di anelli metallici nelle maglie.

Tese (fig. 1691). — La tesa si compone di una sacca *A* e di due ali, o tese, o braccia *B B* attaccate sulla circonferenza della sacca o borsa; la lunghezza delle braccia dipende dall'estensione dell'acqua ove si pesca, ed in generale per la pesca nei fiumi e al mare gli si dà una lunghezza di 50 a 60 m., oltre la sacca, e 3 metri di altezza con maglie di 0,031.

Per la fabbricazione, daremo ad esempio una tesa con bracci di 27 m. di lunghezza e 3 m. di altezza, con sacca di 6 m. di profondità *C A* e 6 m. circa di diametro d'entrata in *A*.

La rete s'incomincia dalla sacca, che in generale è costituita da maglie di 0,031 in filo ritorto fortissimo a 3 capi; essendo la sacca conica, si tesse dapprima il quadrato di fondo di 40 maglie di lato, cioè si fa la levata di 20 maglie e si tessono 80 giri. Si taglia il filo della spoletta, si leva il cappio, si disfano i nodi del primo giro, si rimette il cappio nelle terze maglie, si riannoda il filo alla prima maglia della levata e si tesse col filo corrente per la tessitura cilindrica.

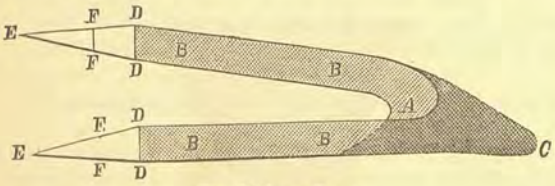


Fig. 1691. — Tesa

Il fondo conta una periferia di 79 maglie, mentre l'entrata ne conta 428 e quindi nella tessitura della sacca abbiamo un'inserzione di 428 — 79 = 349 aumenti.

La profondità della sacca consta di 136 maglie; cioè di 272 giri, nei $^3/_4$ dei quali vanno distribuiti gli aumenti e cioè 145 giri con 2 aumenti e 59 con 1 aumento, gli altri 68 giri restano costanti per numero di maglie.

Nelle inserzioni degli aumenti converrà aver cura ch'essi non si seguano l'uno sull'altro sulla stessa generatrice perchè non diano luogo ad un rigonfiamento.

Le ali o tese constano di 614 maglie o di 1228 giri di 68 maglie ciascuno. S'incomincia la prima ala da una maglia qualunque della circonferenza dell'orlo della sacca tessuta e, finita la prima ala, s'incomincia la seconda nella maglia vicina sull'orlo della sacca.

Si fabbricano tese più grandi e più piccole di quelle di cui abbiamo dato l'esempio, senza dare il riassunto per la lavorazione potendosi desumere dai precedenti, ma però pel buon risultato si potrà diminuire il diametro d'entrata della sacca e la lunghezza delle ali, ma non la loro altezza e quindi su esse si potranno proporzionare le altre dimensioni.

Montatura della tesa. — Occorrono due corde di 15 a 18 mm. di diametro di una lunghezza eguale al doppio di quella di un'ala, più quella di un terzo della circonferenza d'entrata della sacca, più dieci metri circa, così per l'esempio dato occorre che ciascuna corda abbia una lunghezza di 72 m. almeno. L'una deve formare la corda di galleggiamento, l'altra la corda piombata o d'affondamento. Sulla prima s'infilano un certo numero di pezzi di sughero quadrati di 0,100 — 0,120 di lato e di 0,030 di spessore, numero che varia colla lunghezza delle ali della tesa, ponendosene uno ogni 12 maglie più i due estremi; pel caso sopra descritto occorrono 116 pezzi di sughero. A ciascun capo delle ali devesi avere una lunghezza libera di 4 a 5 m. di corda. La corda di galleggiamento si cuce sull'orlo superiore delle ali e sulla periferia libera della sacca a sopraggitto, cucendo ciascuna maglia con forte filo ritorto a 4 capi, fissando solidamente i sugheri ad ogni 12 maglie, e curando in specie il legaccio dei due sugheri estremi, che con facilità si distaccano. L'altra corda, quella d'affondamento, si cuce pure a sopraggitto all'orlo inferiore delle ali, lasciando a ciascun estremo da 4 a 5 m. di corda libera. A questa corda si attaccheranno i contrappesi in piombo, o come più d'ordinario è l'uso, in pietra quando s'appresta la rete per la pesca, staccandoli a pesca finita per il più facile maneggio della rete alla lavatura e asciugamento. D'ordinario s'adoperano per contrappesi delle pietre calcaree, perchè con facilità i contrappesi si distaccano pescando e perciò la pietra dà una minore spesa: queste pietre hanno la grossezza e forma di un uovo di pollo d'India, e sono forate al quarto od al terzo dell'asse maggiore con un piccolo foro nel quale si passa un forte spago che si annoda strettamente e saldamente alla pietra, lasciando i capi abbastanza lunghi per legare la pietra con un nodo a rosetta, sulla corda d'affondamento. Le pietre o contrappesi vanno distribuiti come i galleggianti e se ne determina il numero d'attaccarsi a seconda del loro peso, che deve essere tale da poter affondare i sugheri nelle acque aventi più di 3 metri di profondità e che la corda d'affondamento strisci sempre sul fondo dell'acqua.

A ciascuna estremità libera delle ali si hanno due capi di corda di circa 5 m. di lunghezza ciascuno, che s'annodano insieme ai loro estremi in *E*, e a circa metà lunghezza, *F F*, delle corde vi si lega fortemente sopra di esse ed ai suoi capi un bastone di 1 a 1,50 di lunghezza, perchè nel trascinare la tesa non si aggroviglino le ali. Sulle stesse corde vanno attaccate due o tre cinghie di diversa lunghezza, perchè i pescatori possano *trainare* la rete più comodamente e con minor fatica.

Tramagli (fig. 1692). — Prendono il loro nome da *tre maglie* ed in qualche località si chiamano perciò tremaglie, essendo costituite da tre reti o maglie rettangolari soprapposte: le due esterne, dette *borsiere*, sono fatte in grandi maglie quadre, perchè vi passi liberamente il pesce e l'interna, chiamata la tela o retina, è in piccole maglie losanghe, perchè il pesce non l'attraversi. Questa retina deve formare delle tasche o borse fra le maglie delle reti esterne, che perciò sono chiamate borsiere, e nelle quali resta imprigionato il pesce, e deve avere delle dimensioni molto più grandi delle esterne, almeno una volta e mezza in più. Questo tipo di rete si fabbrica in ogni dimensione, ma sempre però proporzionatamente al servizio che deve fare.

I tessuti esterni essendo a maglie quadre, cioè coi loro lati paralleli a quelli del contorno, si devono cominciare

con una sola maglia e tessere aumentando di una ad ogni lato, fino a che i lati del triangolo contino tante maglie quante ne occorrono per la larghezza del rettangolo, indi si tessono i giri seguenti del parallelogrammo (fig. 1693) e quindi il triangolo finale. D'ordinario si fanno in filo ritorto a 4 capi, fortissimo e ben torto in maglia da 0,150 di lato con modano rettangolare di 3 a 4 mm. di spessore e di 145 mm. di larghezza. Ponendo di fare un tramaglio di 16 m. di lunghezza e 4 di larghezza, si leverà sopra una maglia e si formerà il triangolo di 27 maglie *A B B* e quindi il parallelogrammo di 80 giri *B B C C*, e poi il triangolo *C C D* di 27 maglie di lato; si tesseranno due pezzi che montati sulle relative corde di contorno saranno a maglia quadra.

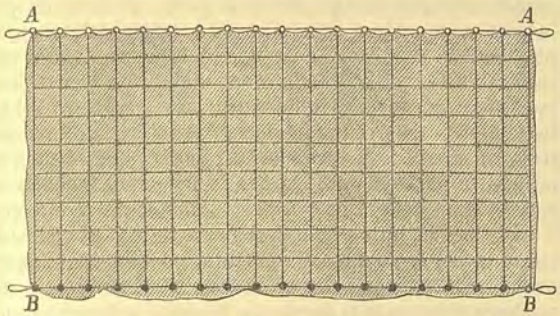


Fig. 1692. — Tramaglio.

La retina o rete interna è tessuta a maglie losanghe di 0,024 in filo ritorto a 3 capi finissimo, ed avrà una larghezza di 10 m. ed una lunghezza di 40, due volte e mezza quella delle borsiere, si leverà sopra 286 maglie tessendo 1144 giri.

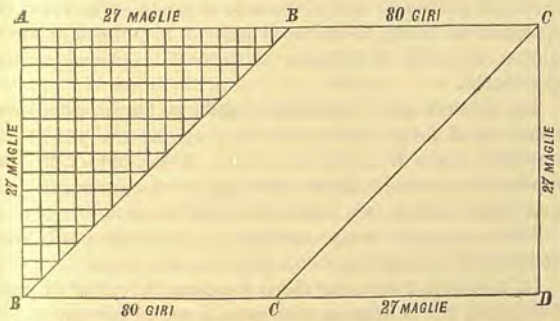


Fig. 1693. — Borsiera.

Montatura dei tramagli. — Sopra un piano largo a sufficienza si stende una delle borsiere, fissandola al piano per le quattro maglie d'angolo, e vi si distende sopra la retina, dopo aver infilate tutte le maglie del contorno con una funicella di 5 a 6 mm. di diametro.

La retina increspata uniformemente deve coprire la borsiera senza oltrepassarla, e la si distende sopra la seconda borsiera tendendola come la prima ai quattro punti fissi.

Con un buon filo ritorto si cuciono insieme le tre reti a sopraggitto formando un nodo a ciascuna maglia delle borsiere, notando di legarvi strettamente la funicella di bordo della retina, colla quale si formeranno quattro asole di 2 a 3 cm. di diametro interno ai quattro angoli del rettangolo (fig. 1692, *A A*, *B B*), che servono al maneggio della rete.

Indi i lati più lunghi del rettangolo si guarniscono l'uno colla corda di galleggiamento e prende il nome di *testa del tramaglio*, l'altro della corda d'affondamento che dicesi *piede del tramaglio*. Sulla corda di testa si infilano ogni 20 cm. circa dei pezzi di sughero uguali a quelli delle tese, e sulla corda di piede si legano in corrispondenza le pietre o i piombi, ed anche una corona piombata, simile a quella degli sparvieri, sulla quale le palle od olive distino di 10 cm.

Col tessuto a rete, oltre le reti da pesca propriamente dette, si fabbricano le *sacche* pel trasporto dei pesci ed i *vivai*.

Le sacche sono costituite da una rete tronconica in maglie losanghe di 0,009, 0,015, 0,020, 0,030 e raramente più grandi. S'incominciano facendo una levata di 30 a 50 maglie a seconda della larghezza dell'entrata o bocca della sacca e si tessono in ritorto fino a 3 capi, in forma cilindrica, su tanti giri quanti ne occorrono per la richiesta profondità, distribuendo in essi uniformemente gli aumenti per aver la larghezza richiesta, ma terminando con un giro di numero pari di maglie per poterne eseguire la chiusura. Per eseguirne la chiusura si piega il tessuto in due, in modo che si trovino soprapposte due maglie dei lati, e sopra di esse e prendendole a due a due così disposte, si tesse un giro di punti collo stesso modano col quale si è tessuta la sacca, facendo la così detta cucitura a rete.

Un altro modo di chiusura è quello di tessere un giro di maglie con un modano avente per diametro un terzo del diametro di quello con cui è stata tessuta la rete, eseguendo i nodi su ciascuna maglia del giro da chiudersi, non prendendo le maglie adiacenti sullo stesso lato, ma alternativamente una su un lato e l'altra sull'altro.

Eseguita la chiusura, si toglie il cappio su cui si è incominciato il tessuto, si disfano i nodi e si tesse l'orlo con due giri di maglie in filo ritorto a 6 capi con modano di doppio diametro di quello della sacca. Nell'ultimo giro si infila una cordicella robusta, abbastanza lunga per poter aprire totalmente la bocca della sacca, e stirandola si chiude per lo scorrere delle maglie.

Oppure le maglie dell'ultimo giro per la loro miglior conservazione, si possono munire di anelli di ottone nei quali si infila la cordicella.

Un altro modello di queste sacche di trasporto consiste nel tessere la sacca chiusa come le reti coniche, cioè cominciando dal fondo con un pezzo quadro, sul quale si tesse la sacca conica inserendo aumenti ad ogni giro.

Per la tessitura di questo modello si usano cinque maglie, cioè di 0,009, 0,015, 0,020 e 0,030, tessendo i fondi in quadrati con lati di maglie 10, 15, 20, 25 con giri 20, 30, 40, 50, intorno al quale si tesse tronconicamente un tessuto profondo e largo quanto lo si richiede, e gli ultimi due giri si tessono in ritorto fortissimo a 6 capi ed il giro dell'orlo con modano di diametro doppio del precedente. Nelle maglie di questo giro va infilata la funicella di chiusura, oppure annodati gli anelli di ottone.

Queste sacche servono sia a trasportare il pesce, sia a conservarlo fuori acqua.

I *vivai* sono reti coniche che stanno allargate per mezzo di cercini come le negosse, e che sospese nell'acqua mantengono vivo il pesce contenuto, e nelle quali può facilmente nuotare. Esse si fanno in maglie diverse e proporzionate al pesce che devono contenere così se ne tessono a maglie piccolissime per vivai di pesce minuto.

Si tessono conicamente in tanti cilindri coassiali con ritorto finissimo a 3 capi, solo i giri pei cercini e per l'orlo che si fanno in ritorto forte a 6 capi.

Diamo il riassunto per la tessitura di uno di questi vivai, detto *marmotta* (fig. 1694), composto di 16 cilindri e lavorato come segue:

1° Cilindro, modano 0,009, ritorto a 3 capi, levata di 22 m. con filo corrente. — Tessere poi 2 giri da 22 m.

2° Cilindro, 1° giro: per 22 volte 1 am. e 1 m. — Tessere 2 giri da 44 m. ciascuno.

3° Cilindro, 1° giro: per 22 volte 1 am. e 2 m. — Tessere 2 giri da 66 m. ciascuno.

4° Cilindro, 1° giro: per 22 volte 1 am. e 3 m. — Tessere 2 giri da 88 m. ciascuno.

5° Cilindro, 1° giro: per 22 volte 1 am. e 4 m. — Tessere 2 giri da 110 m.

6° Cilindro, 1° giro: per 22 volte 1 am. e 5 m. — Tessere 12 giri da 132 m.

(Questi 28 giri tessuti formano il fondo del vivajo).

7° Cilindro, modano da 0,01, ritorto a 6 capi. — Tessere 2 giri da 132 m. pel cercine nel fondo.

8° Cilindro, modano da 0,009, ritorto a 3 capi. — Tessere 18 giri da 132 m.

9° Cilindro, 1° giro: 1) per 10 volte 1 dm. e 11 m.; 2) 2 m. — Tessere 17 giri da 122 m. — (Questi ultimi 36 giri formano il corpo centrale del vivajo).

10° Cilindro, modano da 0,01, ritorto a 6 capi. — Tessere 2 giri da 122 m. pel cercine del corpo.

11° Cilindro, modano da 0,09, ritorto a 3 capi. — Tessere 17 giri da 122 m.

12° Cilindro, 1° giro: 1) per 17 volte 1 dm. e 5 m.; 2) 3 m. — Tessere 3 giri da 105 m.

13° Cilindro, 1° giro: 1) per 17 volte 1 dm. e 4 m.; 2) 3 m. — Tessere 3 giri da 88 m.

14° Cilindro, 1° giro: 1) per 17 volte 1 dm. e 3 m.; 2) 3 m. — Tessere 3 giri da 71 m.

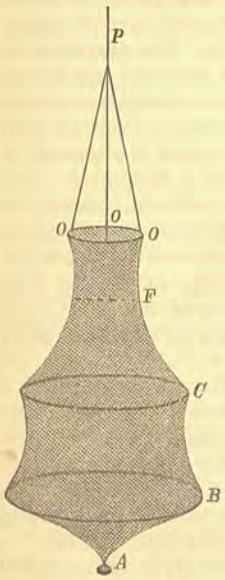


Fig. 1694. — Vivajo.

15° Cilindro, 1° giro: 1) per 17 volte 1 dm. e 2 m.; 2) 3 m. — Tessere 16 giri da 54 m.

16° Cilindro, modano 0,01, ritorto a 6 capi. — Tessere 2 giri pel cercine *D* della bocca da 54 m.

(Questi ultimi 46 giri formano l'entrata del vivajo).

Finita la tessitura, levasi il cappio, si disfano i nodi e col mezzo di un forte spago infilato nel 1° giro fatto, si chiude strettamente il fondo, attaccandovi una palla di piombo od una pietra perchè resti verticale quando è sospeso nell'acqua.

I cercini sono di ligustro, di canna od anche di fanone, che si infilano nelle maglie e si lega la loro giuntura con un legaccio di filo d'ottone, avendo cura che il loro diametro sia tale da non distendere troppo le maglie infilate. Il cercine d'entrata o della bocca avrà al massimo un diametro di 15 cm., ed al quale si attaccano tre cordini che si riuniscono in un solo *P* per la sua sospensione.

Con tale montatura il vivajo rimane aperto e perciò non è possibile la sua totale immersione, ma nel caso si debba immergerlo o che sia l'uso d'immergerlo se ne fa la chiusura, serrando un giro di maglie nella parte più stretta dell'entrata. A tale scopo si passa tra le maglie, in *F*, una funicella scorrevole e legata ai cordini di sospensione in modo che, abbandonato il vivajo al proprio peso, la funicella sotto la tensione stringe il giro di maglie formando un collo facilmente allargabile con un mano per l'introduzione del pesce.

Questo tipo di vivajo porta diversi nomi oltre quello di *marmotta:* in alcuni paesi è chiamato *asino*, *ciucia*, ecc.

Gettata delle reti.

Gettata dello sparviero. — Si lega la corda di gettata al polso della mano sinistra con un nodo corsojo, fatto coll'anello ivi posto, si prende colla mano sinistra la rete a 0,700 dalla corda piombata e colla mano destra si stendono le borse e si puliscono, notando di distendere e scrociare i cordini piombati, perchè la rete si sviluppi tutta quanta al getto. Si distende poi la rete a terra e a cominciare da 0,600 dalla corda piombata la si raccoglie ripiegandola su se stessa per tratti di 0,400 a 0,450 nella mano sinistra, e per ultimo la corda di gettata. Si solleva tutto lo sparviero all'altezza del ventre e si appoggia sull'avambraccio sinistro, steso orizzontale, la rete riunita; colla mano destra si prende la parte di rete che sta sul ventre, tenendo la mano vicinissima alla corda piombata, lasciando che il resto penda sul ventre. Così preparata si avvicina al punto in cui si vuol fare la gettata, ponendosi di fianco, avendo alla propria destra l'acqua, si dà lo slancio girando rapidamente il corpo da sinistra a destra, spingendo in avanti le braccia ed aprendo le mani, per permettere alla rete di svolgersi. Lo sparviero lanciato bene cade sull'acqua disteso a cerchio, al cui centro è attaccata la corda di gettata, che cala rapidamente sul fondo; si tira poi leggermente la corda per aprire le borse perchè il pesce vi possa entrare, si rialza lentamente la rete tirando a destra e a sinistra successivamente per riunire i piombi e quindi rapidamente si estrae lo sparviero e lo si getta sulla riva. Si spiegano le borse, si estrae il pesce e si puliscono dalle pietre ed erbe, si spreme la rete e si raccoglie per rigettarla.

La gettata può eseguirsi stando in barca, operando come se si fosse sulla riva o spiaggia, ma però sarà opportuno che il pescatore adatti il proprio abito in modo che le maglie della rete non vi si aggancino per non essere egli stesso trascinato nell'acqua.

Molti pescatori usano attirare il pesce nei punti ove vogliono fare le gettate con disporvi dell'esca.

In generale collo sparviero si pesca in luoghi di profondità da 2 a 3 metri e con poca o niuna corrente.

Il gil o sparviero da traino è gettato nello stesso modo.

Gettata della bilancia. — Le grandi bilancie sono impiantate fisse e sono manovrate col mezzo di una corda e puleggia fissa attaccata ad una capra o con una lunga leva interappoggiata; in questi casi la bilancia non è munita della pertica. L'armatura della rete viene direttamente attaccata alla corda della puleggia od è appesa all'estremità della leva con una corda; la capra e la leva possono essere installate sulle rive e spiagge e su barche. La gettata e la tirata della bilancia viene eseguita manovrando opportunamente gli apparecchi.

Le bilancie medie e le piccole sono manovrate a mano e sono munite tutte quante della pertica di una lunghezza da 4 a 5 metri a seconda delle dimensioni della rete e del punto ove si pesca, pertica che generalmente si fa di ontano, per la sua leggerezza e flessibilità.

L'estremo più sottile della pertica viene infilato nel nodo corsojo dell'incrocio dell'armatura ad archi, che viene stretto fortemente sulla pertica a 15 o 20 cm. dall'estremità, alla quale viene annodata una lunga corda. L'altro estremo, il più grosso, della pertica deve formare punto d'appoggio sulla riva o sulla barca; se il terreno della riva dell'acqua è molle, perchè la pertica non vi affondi di troppo, vi si lega strettamente ed in croce retta un pezzo di ontano della grossezza della pertica e lungo circa 0,500; precauzione inutile se la pertica appoggia sulla barca o su una riva molto dura. Rilasciando lentamente la corda, la bilancia scende sul fondo dell'acqua generalmente da se stessa, ma alle volte se ne facilita la immersione premendo con un piede sulla pertica. La rete si lascia ferma sul fondo dell'acqua per un certo tempo, un quarto d'ora circa, e se ne fa la tirata agendo sulla corda legata all'estremo libero della pertica.

Le bilancie piccole e molte volte le medie non sono munite della corda di manovra o di gettata, ed allora la gettata si ottiene abbandonando la pertica e premendo su di essa per farne più presto l'immersione. La tirata si eseguisce ponendosi il pescatore a cavalcioni della pertica, che afferra con ambe le mani, il più distante che gli è possibile e quindi riversando il proprio corpo all'indietro, piegando le gambe, trae a sè la pertica e tira la rete.

La tirata deve avvenire lenta e senza scosse. Quando la rete è fuori acqua la si scuote, si trae a sè per raccoglierne il pesce e per pulirla, indi si continua nelle successive gettate.

Gettata della bilancella. — Se si adopera per il pesce, si getta la bilancella in acqua e si lascia affondare completamente, tenendo in mano la bacchetta o posandola sulla riva o piantandola convenientemente; dopo qualche tempo si tira, sollevando la bacchetta lentamente.

Per la pesca dei gamberi, che si fa con buon esito dal mese di giugno fino ai primi freddi e durante tre o quattro ore dopo il tramonto, è conveniente gittarne un certo numero simultaneamente e distanti 10 a 12 metri l'una dall'altra ed in modo che il cerchio di ferro riposi per bene sul fondo, la bacchetta piantata in modo che i cordini sieno leggermente tesi. Ogni bilancella deve avere l'esca composta di carne putrida ovvero fresca, ma sfregata coll'assafetida, e meglio del merluzzo o dell'aringa affumicata.

Posa delle negosse. — Negosse e negossette sono adoperate nello stesso modo, sia che abbiano l'entrata circolare per la pesca dei pesci in genere, sia ad entrata semicircolare per quella dei barbii e delle anguille e dei pesci di fondo. Sono fissate poco discoste dalle rive o nei punti più adatti pel passaggio del pesce, e alle volte, per meglio attirarlo, si pone un'esca nel corpo di coda. Per la loro posa si fa un occhiello alla corda di coda, nel quale si infila una pertica ben puntuta al capo più grosso e di una lunghezza, che impiantata per 30 a 40 cm. nel fondo sporga dall'acqua almeno di un metro. Un'altra eguale pertica viene legata al cercine d'entrata per mezzo degli spaghi fissati agli estremi di un diametro. S'impianta solidamente dapprima la pertica della coda, in modo che la corrente spingendo la negossa non la debba strappare, indi si impianta quella d'entrata in modo che la negossa abbia la direzione della corrente, se vi è, che sia ben distesa e che il cercine d'entrata o il diametro di funicella riposi sul fondo.

Generalmente le negosse sono posate colle barche nei fiumi, e devesi tenere le pertiche abbastanza discoste dalle rive per lasciar libero il passaggio alle barche.

Le pertiche sono d'ordinario di frassino per le grandi negosse e d'altro legno meno forte per le negosse piccole e negossette. Queste reti si lasciano in posa per 24 ore e dopo averle scaricate del pesce si lavano e si puliscono perfettamente.

La levata si eseguisce spiantando la pertica dell'entrata, indi quella della coda e sollevando con esse l'intera negossa.

Posa della lupa. — Si fa come quella della negossa per quanto riguarda il corpo, e le ali sono mantenute distese con altre due pertiche infilate nelle corde di testa delle ali. Queste devono divergere in modo da sbarrare completamente il corso d'acqua nel quale si pesca o sbarrare completamente la corrente. Il miglior risultato di queste reti lo si ha in acque poco correnti e pressochè stagnanti, giacchè, altrimenti caricandosi enormemente di erbaccie e radici, per la loro grande estensione, non riescono un'attrattiva pel pesce.

La posa e la tirata della lupa è d'uopo farsi in più persone pel suo peso, specialmente alla tirata. La lavatura o pulitura deve essere diligente e accurata per un buon servizio.

Pesca colla vanga o forca. — Si fa in diversi modi: con acque torbide per piena il pesce sta vicino alle rive ove la corrente è meno rapida, la rete s'immerge tenendola pel manico della forca e lasciandola immersa colla forca verticale o quasi per qualche tempo al fondo per attirare il pesce. Si tira la rete, si toglie il pesce, si pulisce e si fa un'altra gettata più a monte, si deve pescare cioè rimontando costantemente la corrente.

L'altro modo è quello in cui il pescatore, stando nell'acqua pone la vanga di fronte ad una ceppaja d'albero immersa nell'acqua o di contro i ciuffi di canne ed erbe palustri, sia di faccia alle rive bucherate ove suppone si nasconda il pesce e si mantiene l'entrata della rete in modo da bloccare il luogo. Un altro pescatore ed anche due dalla riva muniti di agitatoi, composti di pertiche al cui estremo è inchiodata una tavoletta di legno o, meglio, dei pezzi tondi di vecchio cuojo, sbattono l'acqua a monte della rete, dirigendo i proprii colpi verso di essa e man mano avvicinandosi. Quando i colpi toccano la rete, il portatore della vanga, la solleva rapidamente, raccoglie il pesce, pulisce la rete e rifà la gettata in altro posto.

Il terzo modo viene adottato nei corsi d'acqua guadabili. Il portatore della rete sta sulla ripa e dispone la vanga normalmente al corso, coll'entrata volta a monte ed il più vicino alla riva stessa. Gli altri cogli agitatori si pongono in acqua ad una ventina di metri superiormente, sbattendo ripe e fondo e discendendo verso la rete, che, raggiuntala, viene tirata per rigettarla più a monte.

Questi tre modi sono praticati con vanghe che hanno un diametro di 2 metri al più d'entrata, perchè maneggevoli stando sulla riva o vicino ad essa in acqua; con vanghe di diametro maggiore, fino a 5 metri, si pesca col battello e col terzo modo, e cioè uno manovra la rete, raccoglie il pesce e la pulisce, gli altri due manovrano il battello e agitano l'acqua opportunamente.

Pesca col rastrello. — Si adopera come la forca, ma negli stagni o in luoghi paludosi e ripieni di erbe, perchè la traversa in legno permette di ripiegarle e scacciare il pesce dai suoi nascondigli. È utile per la piccola pesca nelle pozze paludose.

La *borsa* od il *pozzetto* a manico si adopera come le precedenti nei piccoli corsi d'acqua pel pesce minuto.

Si usa pure pel pesce grosso, ma in tal caso è d'uopo di manovrare la borsa in modo da involgerlo, e quindi affaticarlo per poterlo gettare sulla riva senza che i suoi colpi di difesa e resistenza spezzino la rete.

La borsa a semicerchio è usata per i vivai stabili, vasche, tinozze, ecc., per estrarre quel pesce che si desidera, e raramente è usata alla vera pesca, nel qual caso si adopera come la vanga.

Pesca alla tesa. — Si eseguisce in due modi: colla tesa mobile e a tesa fissa.

Nel primo modo occorrono sei pescatori con una barca, di cui quattro al trascino della rete e due alla sorveglianza e condotta della barca. La tesa viene preparata sulla riva ripiegandola su se stessa in modo che tirandone un'ala si possa svolgere senza arruffarsi. Quattro pescatori montano in barca e tengono le corde di un'ala, gli altri due restano a terra; la barca passa alla riva opposta e la rete passa all'acqua e ne è gettata. Due pescatori della barca scendono a terra, si allacciano le tracolle, così pure fanno gli altri due della riva opposta ed insieme trascinano la tesa contro corrente, nel tempo stesso la barca segue la rete per sorvegliarne gli andamenti e per rimediare agli accidenti che possono avvenire.

Trascinata la tesa per un certo tempo, durante il quale si saranno fatte delle soste per battere le rive e mettere in fuga il pesce, la barca passa fra le ali sul davanti della rete, vi montano due pescatori trainanti col capo dell'ala e passano all'altra riva, girando in semicerchio per chiudere la fuga al pesce compreso fra le ali. Fatta la chiusura se ne fa la tirata, agendo contemporaneamente ed egualmente sulle due ali, in modo che il pesce passi nella sacca; ciò che non sempre avviene, e si trova del pesce imbrogliato nelle maglie per la testa o per le pinne ed anche nelle pieghe della rete stessa.

Modo codesto adatto quando la lunghezza delle ali è tale da poter sbarrare l'intero corso d'acqua nel quale si pesca. Se la tesa non arriva a sbarrarlo o non si voglia o non si possa per condizioni speciali, si trascina la tesa con due barche, a poppa delle quali sono assicurate le corde delle ali, e da prua si batte l'acqua cogli agitatori per cacciare il pesce nell'interno della tesa.

La pesca a tesa fissa consiste nel legare le corde delle ali della tesa gettata opportunamente a punti fissi della riva o posti nell'acqua e rimontare la corrente cacciando il pesce verso la tesa. Dopo un certo tempo se ne fa la tirata, come si disse più sopra.

Un modo intermedio è quello di fissare ad una riva un'ala e colla barca attraversare il corso d'acqua distendendo interamente la tesa e quindi girando a semicerchio a monte chiudendola e tirandola.

Pesca al tramaglio. — Ordinariamente si adoperano due barche alle quali sono sospesi i capi della corda di galleggiamento e distano fra loro in modo da mantenerla tesa e rimontano la corrente se ve ne ha, o sbarrano le vie seguite dal pesce, ed all'occorrenza una terza barca agitando l'acqua invia il pesce contro il tramaglio. Il pesce passa con facilità fra le maglie della prima borsiera ed incontra la retina che cedendo sotto la pressione dell'acqua e del pesce si foggia a borse attraverso le maglie della seconda borsiera, nelle quali il pesce resta ingarbugliato e imprigionato.

Nei fiumi si usa il tramaglio mobile colle barche, quando essi sono grandi, e nei piccoli lo si fissa sbarrando in parte o interamente il corso. In questi casi vi hanno dei pescatori che rimontano il fiume fino a 150 metri dalla rete, da dove discendendo secondo corrente agitano l'acqua e battono le rive per cacciare il pesce verso il tramaglio.

La tirata di questa rete si fa chiudendola in a monte per rinserrare il pesce non ancora imborsato, e a seconda dell'opportunità se ne fa la tirata sulla riva o su una barca, raccogliendo man mano il pesce estraendolo dalle borse e sbrogliandolo dalle maglie.

Conservazione delle reti.

Le reti non si gettano all'acqua senza aver loro fatto subire una preparazione preventiva alla putredine, alla quale vanno soggette le fibre vegetali col lungo contatto dell'acqua. Preparazione però sulla quale non esiste perfetto accordo fra i pescatori, fra i quali domina generalmente l'idea che la stagione influisca assai sulla più o meno lunga conservazione delle reti da pesca, cosicchè in date epoche dell'anno non si gettano alla pescata che reti vecchie di tre o quattro anni di servizio e che hanno subìto parecchie volte la preparazione preventiva. Così nei mesi di giugno, luglio e agosto e specialmente nei giorni di canicola non si gettano le reti nuove. A parte quest'idea che si vuole dipenda dai depositi che lasciano le acque sulle reti in questi mesi e difficili a togliersi, l'operazione preventiva, la *tannatura*, è praticata da tutti quanti i pescatori e quindi può ammettersi la sanzione della pratica sulla sua utilità. Molti però pretendono che la tannatura indurisca sì il filo ma non lo preservi, come il colore bruno-scuro che acquistano le reti allontani i pesci. Questioni di difficile soluzione non avendosi dati sufficienti per trattarle.

La tannatura o, come si dice in termine di pesca, la *concia*, viene eseguita in due modi: a caldo e a freddo.

La concia a caldo consiste nell'immergere la rete in una decozione satura e bollente di tannino e tenervela immersa per 30 a 40 ore e nella quale il filo acquista una tinta bruna e rimane dolce al tatto.

La concia a freddo consiste nel disporre a strati alternati di 2 a 3 cm. di tannino e di 8 a 10 di rete in un vaso fino a 10 cm. dal bordo, terminando con uno strato di tannino e riempiendo poi il vaso con acqua limpida e caricando la massa di pesi per tenerla costantemente immersa. Le reti si lasciano per circa un mese in bagno, indi si ritirano e si essiccano senza lavatura di sorta. In tal caso è da aver cura di visitare soventi il bagno, perchè vi sia sempre sufficiente acqua che ricopra la massa e per assicurarsi che la soluzione tannica non siasi alterata, ciò che si constata immergendovi le dita. Se la soluzione è alterata, è oleosa al tatto e fila scolando dalle dita in luogo di sgocciolare, ed in tal caso si deve togliere la rete, accuratamente lavarla e rimmergerla in altro bagno fresco. Non si mettono reti in concia a freddo nei mesi dal giugno al settembre, alterandosi rapidamente la soluzione. Le reti così conciate sono di colore più scuro e dure al tatto.

Lavatura.

Oltre la concia, la conservazione delle reti è migliorata con le accurate lavature e puliture eseguite dopo la pesca; in special modo esigono queste operazioni le reti sedentarie che stanno in acqua più o meno tempo e quindi maggiormente suscettibili al deterioramento.

La lavatura e la pulitura si fanno contemporaneamente, ed i pescatori tengono assai al modo speciale con cui lavano e puliscono ogni tipo di rete; la lavatura è eseguita per togliere alla rete i depositi terrosi e la pulitura per sbarazzarla dalle erbe, radici o da altre impurità che vi si saranno attaccate, e si eseguiscono appena

finita la pesca, e l'asciugamento si cerca di ottenerlo rapidamente.

Lo sparviero lo si lava interamente, e con cura le borse, lo si spreme per liberarlo dalla maggior possibile quantità d'acqua, e lo si pulisce scuotendolo fortemente o battendolo con sottili bacchette di nocciuolo, indi lo si fa essiccare attaccando la corda di orlo ad un muro e sospendendo in alto allo stesso il fondo in modo da essere disteso a ventaglio.

Le bilancie piccole e medie si staccano dalla sospensione e si lavano sfregandole su se stesse leggermente, indi stendonsi su una pertica od una corda tesa orizzontalmente per l'essiccazione. Le grandi bilancie, che in genere sono fisse, si lavano montate sulla loro sospensione, immergendole più volte nell'acqua e scuotendole fortemente per pulirle.

Le bilancelle si immergono più volte e rapidamente nell'acqua, si scuotono fortemente, si spremono e si pongono ad essiccare.

Le negosse, negossette e lupe si lavano nello stesso modo, e siccome sono sempre cariche di materiale, si scuotono fortemente e si battono per pulirle; indi si attacca la loro coda all'estremità di una pertica e s'immergono più volte e rapidamente nell'acqua; si ribattono e si risciacquano. Si fanno essiccare stendendole legate a due pertiche piantate nel terreno, all'una delle quali è legata l'entrata, all'altra la coda se trattasi di negosse, e se sono lupe fra quattro pertiche, occorrendone altre due per lo stendimento delle ali.

Le vanghe, rastrelli e borsette si lavano per immersione e si puliscono scuotendoli fortemente e si fanno asciugare stendendoli contro un muro.

Le tese che sono reti grandi e pesanti si lavano con molta cura sulla spiaggia. Si tolgono i contrappesi d'affondamento; due uomini entrano nell'acqua e ve le trasportano, e ne lavano prima le tese indi la sacca. Le tese sono prese per le corde di testa e piede e sono rimosse e scosse fortemente nell'acqua; la sacca nello stesso modo presa pel fondo, si risciacqua e si batte per liberarla dalle impurità che non si sono staccate nell'acqua; si risciacqua nuovamente e si stendono sulla spiaggia o su corde ad essiccare, curando di non ripiegarle e riporle se non a perfetto asciugamento.

I tramagli si lavano come le tese, ma si deve curare la retina che aggrovigliandosi si lava male e non asciuga bene, cosicchè nella lavatura e nell'asciugamento si dovrà passarla minutamente, distendendola, colle mani.

Le sacche di trasporto ed i vivai si lavano per immersione semplice e si puliscono scuotendoli, e si lasciano asciugare sospesi.

Rimenda delle reti.

La rimenda delle reti, ossia il rifare le maglie rotte o strappate, è una delle operazioni importanti per la loro conservazione e non si può trascurarla anche per il risultato della pesca.

Per facilitare la spiegazione, poniamo di avere una rete strappata (fig. 1695) e nello strappo sianvi maglie rotte e maglie mancanti come mostra la figura colle linee punteggiate, e cioè, 5 maglie rotte nel giro superiore dello strappo, da 1 a 5; altre 5 m. nel secondo giro, da 6 a 10; 4 nel terzo, da 11 a 14; 3 nel quarto, da 15 a 17; e 2 nel quinto, da 18 a 19.

Per il rammendo conviene distendere la rete nella parte dello strappo ed eseguire la ritagliatura, cioè ingrandire il foro e ridurlo come lo presenta la fig. 1696, cioè si è tagliato tutto quanto era rotto, conservandosi gli angoli *a*, *b*, *c*, *d*, *i* delle maglie che hanno due lati tagliati e le maglie *e*, *f*, *g*, *h*, *j*, *k*, *l*, *m* hanno un solo lato asportato e nei nodi *m*, *l*, *j* si è lasciato un pezzo di lato per potervi annodare il filo della spoletta pel rammendo.

Dopo devesi, per quanto è possibile, levare i nodi, disfacendoli, degli angoli delle maglie tagliate in *a*, *b*, *c*, *d*, *i*, perchè dopo la riparazione non restino due nodi uniti. La cosa è facile per reti poco usate o giovani, come dicono, ma è abbastanza difficile in quelle vecchie, ed allora è giuocoforza lasciarveli.

Fig. 1695. — Rimendatura. Esempio di strappo.

Si attacca il filo della spoletta al lato della maglia *m* (fig. 1696) e con un modano adatto si tesseranno le maglie 1, 2, 3, 4, 5, la maglia 5 sarà formata al punto *e* con un nodo sul pollice e si taglierà il filo della spoletta, per riattaccarlo al lato della maglia *l*. Si tesseranno le maglie 6, 7, 8, 9, 10, l'ultima sarà chiusa al punto *f* con un nodo sul pollice. Si stacca il filo e lo si riannoda in *k* e si fanno le maglie 11, 12, 13, 14, chiudendo la 14 in *g*. Attaccando il filo a *j* e *senza adoperare il modano*, si faranno le maglie 15, 16, 17 con nodi sul pollice.

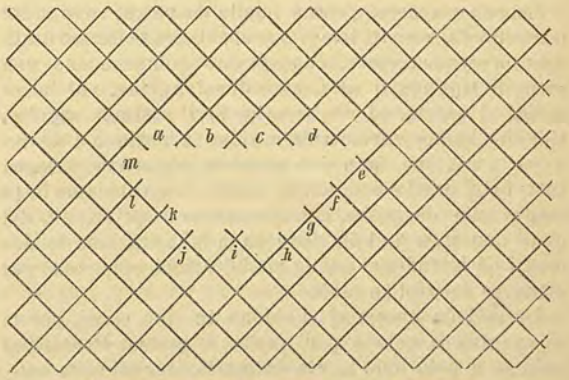


Fig. 1696. — Strappo preparato per la rimenda.

Si rifaranno gli aumenti o le diminuzioni che vi esistevano o che il contorno sano della rete accenna che vi esistessero, come pure in filo più grosso le maglie di attacco.

Se lo strappo o rottura della rete si riduce a pochissime maglie, se ne fa il rimendo senza il modano, annodando le nuove maglie sul pollice. Supponendo di avere solo 2 maglie strappate (fig. 1697), si taglierà via quanto è stato danneggiato, si tenterà disfare i nodi nei punti *c* e si lascierà abbastanza filo in *a* per annodarvi quello della spoletta. Si eseguisce il rammendo attaccando il filo della spoletta al tratto lasciato nel punto *a*, si passa

la spoletta nell'angolo *c*, si stira per formare il lato mancante delle maglie *a* e *c* e stringendo l'angolo col filo fra il pollice e l'indice si fa il nodo sul pollice. Indi la navetta si infila nell'angolo *c* e data la voluta tensione al nuovo lato *c c* si annoda sul pollice, e quindi si passa la navetta nell'angolo *d*, si fa il nodo sul pollice per formare il lato *c d*, e, come ultimo nodo, lo si consolida con un secondo, e staccato il filo dalla spoletta il rimendo è eseguito.

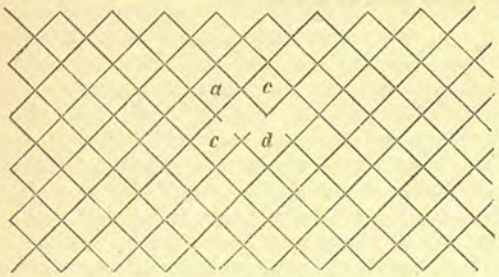


Fig. 1697. — Rimendatura di piccoli strappi.

I piccoli strappi non sono rari nelle grandi reti, ed avvengono nella tirata, come anche nella gettata, ed è perciò che i pescatori tendono a far delicatamente la gettata per assicurarsi che non vi si siano fatti strappi o per non farne dei nuovi. Nel caso accidentale di trovarne, essi ne eseguiscono immediatamente il rammendo senza modano, qualunque siano grandi e piccoli, rimettendosi poi a rifare i grandi rammendi allo stendimento delle reti per l'essiccazione. È per codesto che i pescatori vanno sempre alla gettata muniti di spoletta caricata di filo uguale a quello della rete.

Reti da Caccia.

Tipi, fabbricazione e montatura.

Le reti da caccia, come quelle da pesca, sono state usate fin dai remoti tempi e probabilmente furono usate contemporaneamente, e oggigiorno comprendono una serie di tipi adatti al genere di selvaggina, o al luogo in cui si caccia, od anche secondo il sistema seguito, tipi che hanno varianti da nazione a nazione e da regione a regione. Non ci è possibile passare in rassegna tutti i tipi usati e conosciuti, perciò, come abbiamo fatto con quelle da pesca, considereremo i principali, dai quali non sarà difficile dedurre la fabbricazione dei derivati od introdurvi quelle modificazioni opportune per ottenere dei tipi speciali.

Le reti da caccia si dividono in due classi, per la selvaggina a pelo e per quella a piuma. Pochissimi animali a pelo sono in via ordinaria cacciati colla rete, anzi si riducono soltanto a due, la volpe ed il coniglio; però di altri animali è possibile far caccia in questo modo adattando il tipo e la robustezza della rete all'animale stesso.

Ordinariamente chiamasi *nappa* un pezzo di rete a maglia losanga di qualunque dimensione.

Reti per selvaggina a pelo.

La volpe, quando è ritirata nel proprio covo, se ne fa la caccia con una rete a borsa. Questa consta di un tessuto di forma quadrata a maglie losanghe di 30 linee = mm. 67,68 di lato, con diagonale di mm. 95,708, fatta con cordicella del diametro di 8 mm. Per eseguire il tessuto si adopera il modano del diametro di mm. 43,108; in qualche luogo però per rendere più facile la tessitura si preferisce usare un modano più piccolo, ed anche non si usa facendo servire all'uopo le dita della mano sinistra. La lunghezza dei punti si regola in tal caso ad occhio o con un modulo, e non si adopera spoletta ma si fa servire a ciò la matassa della cordicella.

Occorre, prima di cominciare la tessitura, preparare la cordicella, togliendovi l'eccesso di torsione che la rende rigida e le dà la tendenza all'aggrovigliamento, ciò che rende difficilissima e penosa la lavorazione. Tale preparazione consiste nel distendere la corda in tutta la sua lunghezza, fissare un estremo ad un punto fisso, serrarla fra due pezzi di legno tenuti colle mani, che si fanno scorrere lungo la corda verso l'estremità libera. Due o tre passate rendono la corda flessibile e maneggevole; se ne forma una matassa lunga circa 30 cm., la quale, come si è detto, si fa servire da spola.

S'incomincia la rete formando una levata di 20 a 22 punti sopra una robusta corda foggiata a cappio e si tessono da 40 a 44 giri in modo che si ottiene un quadrato di 2 m. circa di lato. Nella tessitura è d'uopo serrare fortemente i nodi per renderli stabili, e ciò è possibile se la cordicella è stata preparata, notando che i nodi aperti sono scorrevoli e producono irregolarità nel tessuto.

Finita la tessitura, si toglie il cappio, si disfanno i nodi del primo giro stirando fortemente i lati delle prime maglie e si finisce montandola.

La montatura di questa rete è semplicissima: consta nell'infilare nelle maglie di contorno una corda lunga 6 m. circa, legandovi strettamente alla sua metà una maglia di centro di uno dei lati, lasciando scorrevoli le altre. Radunando le maglie infilate, il tessuto si foggia a mo' di borsa, la cui bocca si dispone aperta sull'entrata del covo e i capi della corda si legano ad un robusto piuolo piantato in terra.

Il coniglio selvatico viene cacciato con una rete che è simile alla precedente, anzi è dello stesso tipo, tranne che viene costituita da maglie più piccole e da filato forte, ovvero da spago ritorto.

La rete è un quadrato a maglie losanghe da 13 a 18 linee di lato, cioè da 30 a 40 mm. con diagonali da 41,5 a 57,5 mm. circa, tessute con filo forte ritorto a quattro capi e con modano da 18,7 a 25,7 mm. di diametro.

La levata è di 14 a 20 punti sopra cappio e si tessono da 28 a 40 giri.

Si monta infilando nelle maglie di contorno di tre lati consecutivi una cordicella lunga m. 2 circa, legandovi strettamente con spago o con un nodo della stessa cordicella una maglia del contorno. Nelle maglie formanti il quarto lato si infila un forte bastone di legno ben appuntito ad un estremo per piantarlo in terra e perforato in due punti. I capi della cordicella si infilano nei fori del bastone e sulla parte uscente si forma un nodo su ciascun tratto che disti da 50 a 60 cm. dalla maglia fissa o dalla metà della cordicella. La rete si stende con ciò a borsa e i tratti di cordicella al di là dei nodi servono per mantenerne aperta la bocca che si addossa all'entrata della tana.

Reti per selvaggina a piuma.

Copertone o covritore a strascino, covertore. — È una rete adoperata per la caccia alle quaglie, ai coturni, pernici, ed a seconda delle regioni italiane è denominato copertone a strascino, covertore, strascino sovrerba, strusa, ecc. È formato da una nappa di rete a maglie losanghe, il cui lato varia a seconda della selvaggina che si vuol cacciare, ed ha la forma rettango-

lare o quadrata, di dimensioni variabili a seconda del modo col quale viene adoperato e perciò si distinguono in copertoni piccoli e grandi, o, come in qualche luogo si usa dire, strascino minore e maggiore.

I copertoni rettangolari hanno in generale m. 3,50 ad 8 di larghezza e m. 9 a 15 di lunghezza, quelli quadrati hanno 7,50 a 20 di lato.

Per le quaglie si adotta una maglia di 10 a 12 linee pari a 20 a 27 mm. di lato circa; per le pernici invece da 12 a 18 linee pari a 27 a 40 mm. circa di lato.

Qualunque sia la dimensione, si tesse con refe di lino o canape ritorto a due capi e della migliore qualità.

Un copertone rettangolare piccolo di 3,50 per 9 m. per quaglie si tesse con una levata di 110 maglie di 10 linee = 2,56 mm. di lato e di mm. 31,9 di diagonale con modano di 14 mm. di diametro e se ne tessono 564 giri per averne la lunghezza di m. 9 senza introdurvi aumenti o diminuzioni.

Un copertone quadrato per quaglie che abbia un lato di 10 m. con maglia da 12 linee = 27 mm. si incomincia con una levata di 262 maglie con modano di mm. 17,2 di diametro e se ne tessono 524 giri per ottenere la nappa quadrata.

Un copertone rettangolare grande di 8 m. per 15 e per pernici a maglie da 18 linee si incomincia con una levata di 140 maglie con modano di mm. 25,85 di diametro e se ne tessono 524 giri.

Un copertone quadrato maggiore di 20 m. di lato per pernici a maglie di 18 linee si principia con una levata di 348 maglie con modano di mm. 25,85 di diametro e se ne tessono 696 giri.

La montatura della nappa rettangolare o quadrata consiste sempre nell'infilare nelle maglie di contorno di uno dei lati maggiori del rettangolo o di uno qualunque del quadrato una forte corda, alla quale si fissano con uno spago tutte le maglie e con accuratezza e più giri di spago le due maglie estreme, perchè la nappa resti ben distesa. I capi estremi della corda si possono foggiare ad asole, nei copertoni piccoli, per meglio tenere in mano la corda e manovrare la rete, oppure si legano ai capi della corda due leggeri e sottili pezzi cilindrici di legno, nei grandi copertoni, per rendere più facile il maneggio della pesante rete. In alcuni luoghi poi le asole della corda volte a nodo corsojo si fissano agli estremi di due leggiere pertiche, lunghe tanto, che, tenute verticali, la rete distesa non tocchi terra.

Questi sistemi di montatura servono quando il copertone è maneggiato da due uomini, ciò che è possibile per copertoni ordinari, di cui abbiamo notato le dimensioni, ma in qualche località si usa un copertone di dimensioni maggiori delle date e col quale si fanno caccie estese passando alla copertura di una zona larghissima, in tal caso il peso della rete e il tempo impiegato sono tali che due ed anche quattro uomini non avrebbero abbastanza forza per seguire la caccia, e perciò il copertone viene trascinato da due cavalli, al cui arcione sono attaccate le asole della corda di montatura, ed i cacciatori seguono, coi rispettivi battitori, i cavalli.

I piccoli copertoni possono anche essere maneggiati da un solo cacciatore, ed in tal caso un estremo della corda è legato ad un forte piuolo lungo cm. 60 appuntito ad un capo, l'altro estremo della corda è foggiato ad asola o vi è legato un tirante in legno. Il piuolo surroga il secondo cacciatore o l'ajutante.

Fra questi copertoni vi ha il così detto *covertore portatile*, che è adoperato da un solo cacciatore e per le quaglie; consta esso di una nappa trapezia di rete, le cui basi misurano m. 2,20 e m. 1,10 ed un'altezza di m. 2,20 e m. 1,80 circa. Nelle maglie che formano le due basi del trapezio si infilano due cordicelle alle quali si fissano con spago le maglie. La cordicella della base maggiore si fissa agli estremi di due leggieri bastoni lunghi circa m. 2,75; quella della base minore in un punto dei bastoni tale, che il lato della rete rimanga ben disteso sui bastoni stessi, ai quali con spago si fissano le maglie, foggiandosi il copertone a stendardo, come mostra la fig. 1698.

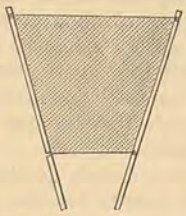


Fig. 1698. — Covertore portatile.

La nappa del copertone per lo più è tinta in nero, e solo in qualche regione meridionale italiana si usa tannarla come le reti da pesca, perchè meglio resista, dicono, alle brezze marine.

Paretella, paretajo, copertone a caduta o ad ante. — Come la rete precedente piglia il nome di copertone dal coprire gli uccelli che sono presi, ma è detto *a caduta*, perchè in luogo di trascinarlo lo si fa cadere; si chiama *ad ante*, perchè consta di due parti, che cadendo coprono, chiudendosi, la zona di terreno che è compresa fra esse quando sono aperte, figurando precisamente come le imposte di una apertura fatta sul terreno e che in alcuni luoghi chiamansi *ante*. Dicesi anche *altana* o *altalena* e anche *doppio paretajo mobile*, perchè le due parti in piedi ritte figurano due pareti.

La rete è adatta per la caccia ai fringuelli, fanelli, allodole e in generale agli uccelli piccoli, e consta di due reti dell'altezza di m. 1,500 circa e della lunghezza di m. 20 nelle dimensioni medie, e poste in modo che, facendole cadere o, meglio, ruotare ambedue sulla linea di terra, vengano a coricarsi sul terreno sovraddossandosi di alquanto o, con termine di caccia, incavallandosi. Il terreno che esse vengono così a coprire è seminato a miglio o vi è della stoppia o delle piccole piante, per cui le nappe di rete devono essere abbastanza ampie nella loro montatura per non ischiacciare le piantagioni e per non essere esse stesse strappate. Per cui per un'altana o copertone ad ante delle predette dimensioni occorrono le nappe di metri 1,750 circa di altezza per m. 22,300 di lunghezza.

Le nappe sono in maglia losanga di 7 linee o mm. 15,8 di lato, con diagonale di mm. 22,3, in refe forte ritorto a due capi. Si principia il tessuto con 80 maglie con modano del diametro di mm. 10 circa, e se ne tessono 2000 giri regolari senza aumenti nè diminuzioni. Si tessono le due nappe separate ed eguali.

Per la montatura delle due nappe occorrono due pezzi di corda forte di m. 26,500 circa ed altri due di m. 23,000. In ciascuna nappa e nelle maglie di contorno dei lati più lunghi si infila una delle corde di m. 26,50 in lato, che forma la testa dell'*anta*, e una di m. 23,000 nell'altro lato a formarne il piede. Le maglie estreme della nappa nella testa dell'anta si fissano con spago a m. 3,25 da ciascun estremo della corda e si distribuiscono le altre maglie uniformemente

sulla corda stessa legandovele con spago. Le maglie estreme nel piede dell'anta si fissano con spago a 1,55 dagli estremi della corda e le altre vengono legate alla corda stessa con spago distribuendole uniformemente.

Si preparano quindi sei bastoni di legno forte ben dritti, lunghi m. 1,580 portanti un'intaccatura anulare verso gli estremi, l'una, quella per la testa dell'anta a cm. 3 dall'estremità, e l'altra, quella del piede, a cm. 5. Questi servono a mantenere allargata la rete su un'altezza di m. 1,50, per cui ne viene fissato uno fra le corde di ciascuna anta dove termina la nappa, legandovelo con più giri di spago, ed un altro alla metà di ciascuna anta. Quattro forti piuoli lunghi m. 0,60, chiamati *passoni*, corde di manovra delle ante, ecc., completano il corredo per la tesa della rete, di cui tratteremo nell'apposito capitolo.

Di questo tipo di rete si fa quella chiamata *altana a bosco*, ottima per passeri, ortolani, tordine, boverine, zivoli. In questa le due ante sono di diversa larghezza fra loro e molto più diversa larghezza hanno le nappe stesse, dovendo una di esse, la maggiore, ricoprire un boschetto di vimini o sanguine od olivetta di circa m. 6 di lunghezza per 1 m. di larghezza e altezza, od anche una piantagione di miglio.

In generale la rete consta di due ante della medesima lunghezza, di circa 15 a 16 metri, e una di esse ha un' altezza di m. 1,50 e l'altra circa m. 4,50, la quale deve coprire il boschetto che è opportunamente piantato. Le due ante devono avere una grandissima incavallatura per ottenere una chiusura rapida.

Le nappe sono tessute con maglia e filo eguale alla citata, ma una delle ante è tessuta con una levata di 80 maglie e si compie con 1800 giri, mentre l'altra anta è incominciata con una levata di 270 maglie e se ne tessono 2000 giri.

La corda di testa dell'anta minore ha una lunghezza di circa m. 21,50 con m. 3,25 di estremi liberi; la corda di piede ha una lunghezza di m. 18,10 circa con m. 1,55 di estremi liberi. L'anta maggiore ha una corda di testa lunga m. 26,50 con 5,75 di estremi liberi, e quella di piede ha una lunghezza di m. 18,10 circa con m. 5,75 di estremi liberi.

Le nappe usansi da molti greggie, cioè del colore naturale del refe, ma in generale sono sempre tinte in nero o verde cupo o, come usasi dire, in verdone.

In qualche regione usasi una paretella semplice, cioè una sola anta che serve a coprire un dato spazio di terreno nella sua caduta. È una rete però che non dà i risultati della paretella doppia che abbiamo descritta.

Antenella. — Consta di una nappa di rete tessuta con filo ritorto finissimo di seta in forma rettangolare di m. 150 circa di lunghezza, per m. 3 circa di altezza a maglie losanghe di 20 linee = mm. 45 di lato. Rete che impropriamente è chiamata pantiera in alcune località.

L'antenella viene incominciata con una levata di 48 maglie con modano del diametro di mm. 28,7, e se ne tessono 5000 giri senza alcun aumento nè diminuzione, e finita la tessitura della nappa, si annodano degli anelli di osso del diametro interno di circa 15 mm. a tutte le maglie di contorno di uno dei lati maggiori, nei quali vi ha infilata una forte cordicella ritorta, lunga circa 100 a 110 m. i cui estremi sono annodati a cappio. Quattro piuoli o passoni legati agli estremi di due pezzi di forte corda (tiranti), lunga circa 6 m. e sei pali liscii, dritti e forti dei quali cinque lunghi m. 3,70 circa appuntiti ad un estremo e biforcuti od incavati all'altro ed il sesto lungo m. 3,50 circa biforcuto ad un estremo e piatto all'altro, completano il corredo della montatura di questa rete. Essa serve alla caccia delle allodole, gazzelle, beccaccie, tordine.

L'antenella col corredo citato dei pali e passoni, viene stesa in linea retta e la nappa si distribuisce uniformemente sulla corda di testa dell'antenella.

Un'altra montatura della stessa rete si fa, quando si usa stenderla a semicircolo; in questo caso non v'ha bisogno di anelli d'osso, ma la nappa si fissa sulla corda di testa che viene infilata nelle maglie di un lato più lungo, sopra una lunghezza di corda minore della lunghezza del lato della nappa stessa, perchè la rete non rimanga tesa, ma resti invece molle e mobilissima, condizione essenziale perchè *faccia buon giuoco.*

Montata la rete sulla corda, se ne completa la montatura con una serie di pali appuntiti ad un estremo e biforcuti all'altro che servono al sostegno della rete, ma non vi è bisogno dei passoni e delle corde di distesa o tiranti.

In questo tipo di rete ha molta importanza il filato, più che la forma della maglia e la sua grandezza, come pure la ricchezza di rete compresa in una data lunghezza, perchè il suo buon giuoco è totalmente basato in primo luogo sulla sua invisibilità, rispetto agli uccelli, per cui deve essere tessuta col filato di seta il più sottile possibile, che oltre a rendere la rete pressochè invisibile, la rende leggerissima e mobilissima. In secondo sulla quantità di rete o sua ricchezza che si ha su una data lunghezza di corda, affinchè la selvaggina volandogli contro ne resti imbrogliata fra le maglie e più si agita, quando è rimasta accalappiata, più vi s'imbrogli e non riesca a fuggire, ciò che però avviene se manca una certa lestezza in chi è incaricato a raccogliere la preda.

Raniera. — È una rete semplice a maglie losanghe di diversa larghezza a seconda della selvaggina che si deve cacciare e si usa ordinariamente sopra siepi ed alberi.

Pei piccoli uccelli la maglia deve avere 10 linee = mm. 22,5 di lato e per uccelli più grossi, come i merli, 12 linee = mm. 27 di lato, e per altri 24 linee = 54 mm.

Ordinariamente la sua azione è quella di far rimanere ingarbugliata nella maglia la selvaggina, che spaventata dal cacciatore, vi vola contro e perciò deve essere una rete non molto distesa, mobile, flessibile e sottilissima come l'antenella e come questa viene tessuta in filato di seta ritorto un po' più grosso, ovvero in refe di lino ritorto ma del più fino possibile.

La dimensione della rete è proporzionale alla siepe o all'albero che si vuole avviluppare e quindi le sue dimensioni d'ordinario sono comprese fra m. 2,25 a 2,75 di lunghezza per m. 1,50 a 2 di larghezza in forma rettangolare per servirsene sulle siepi, ed ha dimensioni anche doppie per servirsene sugli alberi.

Poniamo di dover tessere una raniera di 2,75×2 in maglia losanga da 10 linee = mm. 22,5 di lato con diagonale di mm. 31,9 e con modano del diametro di mm. 14,33.

S'incomincia la nappa della rete dal lato minore, dandogli dimensioni maggiori di circa un quarto di quelle della rete finita e quindi la nappa che abbiamo preso ad esempio dovrà avere le dimensioni di 2,50×3,45, epperciò la levata dovrà constare di 78 maglie, e si dovrà tesserne 216 giri ordinarii senza aumenti e diminuzioni.

Per la montatura si infilano nelle maglie di contorno dei lati maggiori due cordicelle forti della lunghezza di m. 3,25, delle quali una deve formare la testata e l'altra

il piede della rete. La nappa nella testata si distende per la lunghezza di m. 2,75 e si fissano alla cordicella tutte le maglie, legandovele con una passata di sottile spago o con forte refe ritorto; nel piede invece si fissa la sola maglia di mezzo alla cordicella lasciando scorrevoli le altre, e perchè nell'uso le maglie di contorno non si logorino facilmente, o vi si annodano degli anelli di osso o più comunemente vi si tesse un giro di maglie con refe ritorto a quattro capi. La corda di testa si finisce agli estremi con due ase per poterla fissare, occorrendo, ai capi di due pertiche; a quella di piede si fanno due nodi agli estremi perchè non sfuggano le maglie.

Nelle maglie dei lati minori si infilano pure due cordicelle di m. 2,50 circa, che vengono legate nei nodi o nelle piombature delle ase della corda di testa e si lasciano libere al piede, notando però di fissare sulla cordicella la maglia di mezzo ad 1 m. dalla testa. Molti usano finire le cordicelle dei lati minori con un'asa nella quale s'infila la cordicella di piede per renderla scorrevole.

Per la *caccia a diluvio* per le passere come usasi in Romagna, si adopera una raniera di refe molto lunga e di una larghezza tale da avviluppare per lo meno i tre quarti di uno dei più grandi alberi della regione in cui si caccia; le dimensioni occorrenti nella raniera dipendono pertanto dal luogo nel quale si adopera, ma in via ordinaria è un rettangolo di 4 a 5 m. di larghezza per 6 a 8 di lunghezza. La nappa costituente la raniera ha uguale larghezza, ed una lunghezza maggiore di 1 a 1,50 della rete stessa.

Tessuta la nappa, se ne forma la testata infilando nelle maglie di contorno di uno dei lati minori, che dovranno essere munite di anelli d'osso o tessute con filo strafforte, una cordicella lunga da 4,50 a 5,50 i cui capi sono formati ad ase per fissarli sopra due pertiche; la maglia di mezzo è fissata alla cordicella, le altre sono scorrevoli, per proporzionarne la distesa alle dimensioni dell'albero.

Il piede della raniera è foggiato a sacca, raddoppiando la rete per la lunghezza di m. 1 o meno e cucendo insieme le maglie nei fianchi o infilando in esse uno spago che si annoda nelle maglie estreme. Una cordicella eguale a quella della testa e della stessa lunghezza è infilata nelle maglie dell'orlo della sacca, lasciandovi scorrevoli le maglie, meno di quello di mezzo; una terza cordicella più sottile s'incomincia ad infilare nella maglia di mezzo della nappa nel giro combaciante coll'orlo della sacca e si infila a destra od a sinistra in tutte le maglie del giro e quindi in quelle dell'orlo insieme alla seconda cordicella, poi nelle maglie vuote del giro nel quale si è già infilata per farla uscire nella stessa maglia ove si è incominciato. Questa terza cordicella serve a regolare la larghezza della bocca della sacca, mentre la seconda serve a legarla al tronco dell'albero.

Supponendo di dovere tessere una di tali raniere delle dimensioni di 5 per 8 a maglie losanghe di 12 linee = mm. 27 di lato con diagonale di mm. 38,28, in refe finissimo ritorto a due capi con modano del diametro di mm. 17,2, si farà una levata di 130 maglie con refe forte ritorto a quattro capi, indi il secondo giro lo si farà col filato finissimo a due capi e se ne tesseranno 364 giri ordinari, indi 1 giro con refe forte a quattro capi e quindi 104 giri col filato fino e 1 giro col filato forte.

Tessuta la nappa se ne distende la parte inferiore, la si raddoppia facendo combaciare l'ultimo giro in filato grosso col giro intermedio dello stesso filato per formare la sacca, i cui fianchi si saldano tessendo un giro di maglie come si disse per le sacche di trasporto del pesce o infilando nelle maglie soprapposte uno spago che si annoderà alle maglie estreme.

Una cordicella ritorta di m. 6 infilata nelle maglie di filo forte del primo giro formerà la testa della raniera, e si foggeranno ad ase un po' lunghe gli estremi, per poterle volgere a nodo corsojo, per attaccare la raniera alle pertiche. Una seconda cordicella ritorta di 4 m. circa viene infilata nell'ultimo giro di maglie in filato forte, ed il cordino sottile in tutto il contorno della sacca formato da maglie in filo forte, fissando quella di mezzo nella testa e nell'orlo della sacca.

Pantiera o rete da passata o ragna. — Due tipi di pantiere si hanno, la pantiera semplice e la contromagliata; la prima consta di una nappa di maglia semplice a losanga, l'altra di due nappe, una di maglia quadrata a larghe maglie e l'altra in maglie losanghe in piccole maglie; questa seconda nappa è detta *retino*, l'altra la *contromaglia*.

La pantiera semplice è una nappa di rete rettangolare in filo forte e fino a maglia losanga in larghezza proporzionale alla selvaggina a cui si dà la caccia nelle passate, per le quali la pantiera è in special modo usata, la sua forma è rettangolare o quadrata, come meglio si adatta al luogo in cui si tende. D'ordinario è rettangolare di 35 m. di lunghezza per 10 di larghezza, con maglia da 12 linee = mm. 27 fino a 30 linee = 67,5 mm. di lato; le dimensioni però del rettangolo possono essere minori ed anche maggiori, come può aumentare la lunghezza lasciandosi inalterata la larghezza; di regola generale si confeziona la rete adattata al luogo, ottenendosi con ciò buon giuoco, come pure si ha miglior giuoco con una pantiera di dimensioni piccole rispetto al luogo di tesa, più che con una pantiera di dimensioni troppo grandi in modo da doverla raccogliere sui lati o ammainare.

Supponendo di dover tessere una pantiera semplice di medie dimensioni, 25×10 m. in maglia losanga da 22 linee = mm. 49,6 di lato con diagonale di mm. 70,2, in refe fino ritorto a 4 capi, s'incomincierà a farne la levata con 142 maglie sopra modano del diametro di mm. 31,6 e se ne tesseranno 712 giri ordinari per averne la lunghezza richiesta.

Due corde lunghe 25 m. che vengono infilate nelle maglie di contorno dei lati maggiori ed i cui capi sono annodati ad asa, costituiscono la testa e il piede della pantiera, per cui la nappa viene ad occupare una lunghezza di corda in modo da non trovarsi totalmente distesa. Due altre corde lunghe m. 15 circa ed attaccate alle ase della testa servono a sostenere la pantiera, e due altre cordicelle attaccate al piede e legate a piuoli conficcati nel terreno, servono a mantenere fissa la pantiera perchè non sventoli.

Le pantiere contromagliate constano di due nappe, delle quali l'una, il *retino*, è a maglie losanghe la cui larghezza varia pel genere di selvaggina cacciata, e la *contromaglia*, a maglie quadre la cui larghezza è pure dipendente dalla selvaggina.

Il retino consta di nappe a maglie da 10 linee = mm. 22,5 a 24 linee = mm. 54; la contromaglia di nappa a maglie quadre da mm. 100 a 150 di lato in via ordinaria.

Ponendo di dover tessere una pantiera contromagliata di 25×10, con retino a maglie da 16 linee e con contromaglia da 120 mm., si tesserà il retino in refe finissimo ritorto a due capi a maglie losanghe di

16 linee = mm. 36 di lato, di mm. 51 di diagonale, con modano del diametro di mm. 23 e si tesserà una nappa larga 15 m. e lunga 37, incominciandone la tessitura con una levata di 294 maglie e se ne tesseranno 1452 giri ordinari e regolari.

La contromaglia si tesserà delle dimensioni di metri 10×25 con refe fortissimo ritorto a 4 capi, con modano del diametro di mm. 76,5 cominciando la levata con una maglia e facendo un aumento ad ogni principio o fine di giro e se ne tesseranno tanti giri finchè si avrà costituito un triangolo isoscele *A B C* (fig. 1699) di 83 maglie per lato, indi si tesseranno 250 giri per formare il parallelogrammo *A C D E*, poi ad ogni giro si farà una diminuzione sino a che rimarrà una sola maglia per formare il triangolo *D E F* che completa il rettangolo (Vedi il capitolo *Rete a maglia quadra*).

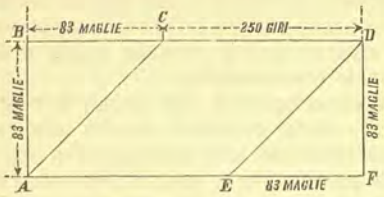


Fig. 1699. — Tessitura della contromaglia.

Per montare la pantiera si distenderà sopra un piano la contromaglia fissandola per i quattro estremi, si passerà una cordicella di 4 a 5 mm. di diametro in tutte le maglie di contorno del retino, che si distenderà sulla contromaglia distribuendone le pieghe il più regolarmente possibile sulla cordicella in modo d'avere coperta tutta la contromaglia, e si cuce con spago ritorto il retino su tutto il contorno colla contromaglia facendovi un nodo di sopragitto a ciascuna maglia e formando colle cordicelle, mediante una legatura, delle ase a ciascun vertice del rettangolo. Una delle cordicelle formerà la testa della pantiera, alle ase della quale vanno attaccate due cordicelle lunghe, mentre alle ase del piede si attaccano altre due cordicelle con picchetti perchè la contromaglia rimanga ben distesa quando la rete è montata per la caccia.

Tramagli. — Sono composti come quelli da pesca, di tre nappe, le due esterne a maglia quadra grande, che nella caccia sono dette *contromaglie*, e l'interna a maglia losanga, detta il *retino* e di dimensioni molto maggiori delle esterne, perchè penetrando nelle maglie quadre formi delle borse nelle quali resta accalappiata la selvaggina.

I tramagli sono adoperati d'ordinario per la caccia alle quaglie, allodole, pernici, fagiani e beccaccini, e perciò essi variano di dimensioni delle nappe e delle maglie, per la differenza di grossezza dell'uccello. In generale le contromaglie devono avere una dimensione tale che l'uccello cacciato vi passi attraverso comodamente, ed il retino deve avere una maglia abbastanza piccola perchè l'uccello non vi sfugga attraverso. Queste due condizioni che si richiedono nei tramagli ridondano a vantaggio del cacciatore, perchè la rete riesce tanto più leggera quanto più è a maglie larghe.

I tramagli per quaglie hanno lunghezze da m. 4 a 10 e altezze da m. 0,60 a 1,50, i più piccoli sono detti *tramaglini;* le contromaglie sono costituite da nappe rettangolari a maglia quadra di mm. 100 a 120 di lato, ed il retino da nappa rettangolare a maglia losanga di 18 linee = mm. 40,6 di lato con diagonale di mm. 57,4.

I tramagli per allodole hanno lunghezza da m. 4 a 10 e altezza da m. 0,60 a 1,50 con contromaglie a maglia quadra di mm. 100 di lato e con retino a maglia losanga di 14 linee = mm. 31,5 di lato con diagonale di mm. 44,66.

I tramagli per pernici e fagiani hanno lunghezza da m. 6 a 20 e altezza da m. 1 a 2 con contromaglie a maglie quadre di mm. 180 a 200 e con retino a maglie losanghe di 36 linee = mm. 81 circa di lato con diagonale di mm. 114,8.

I tramagli per beccaccini hanno lunghezza da 4 a 8 m. e altezze da m. 0,60 a 1, con contromaglie e maglie quadre di mm. 100 di lato e con retino a maglie losanghe di 14 linee = mm. 31,5 di lato con diagonale di mm. 44,66.

Le contromaglie si tesseranno con refe fortissimo ritorto a quattro capi, mentre i retini si tesseranno con refe finissimo ritorto a due capi.

Non diamo esempi di tessitura di questo genere di rete, essendoci già estesi nei tramagli da pesca e nelle pantiere contromagliate; ricordiamo che il retino deve avere una superficie molto maggiore delle contromaglie e che in generale le sue dimensioni si tengono una volta e mezza circa quelle delle contromaglie.

La montatura dei tramagli è facile come quella delle pantiere: si stende su un piano una delle contromaglie e si fissa per i vertici, vi si distende sopra il retino, nelle cui maglie di contorno si avrà previamente infilata una cordicella di 4 mm. di diametro, e si distribuisce la nappa sulla superficie della contromaglia, in modo che la rete sia distribuita regolarmente.

La seconda contromaglia si distende sul retino e si fissa agli stessi punti ove è fissata la prima e si procede alla cucitura a sopragitto delle tre nappe fra loro e per tutto il contorno, cucitura da eseguirsi con forte filo ritorto.

I tramagli vanno muniti dei loro sostegni consistenti in bastoncini di 10 a 20 mm. di diametro a seconda dell'altezza del tramaglio, e lunghi m. 0,20 a 0,30 in più dell'altezza stessa del tramaglio. Questi bastoncini portano due intaccature circolari, l'una ad un estremo ove viene legata la testa della rete e l'altra alla distanza dell'altezza del tramaglio ove vi si lega il piede, in modo che le contromaglie rimangano ben distese; l'altro estremo dei bastoncini è appuntito per poterli piantare nel terreno. Si distribuisce un certo numero di bastoncini sulla lunghezza del tramaglio, numero che dipende dalla robustezza loro rispetto alla pesantezza o forza della rete e se ne devono porre tanti che quando la rete è tesa, le contromaglie si mantengano dritte e non cadenti, per cui i tramaglini hanno i bastoncini a 0,50 di distanza fra loro, ed i tramagli, fino a 2 m.

Le nappe di questa rete sono tinte in nero o in verdone scuro, e la tintura viene eseguita prima di farne la montatura. I tramaglini per beccaccini sono tannati come le reti da pesca perchè resistano all'azione dell'acqua, ove generalmente sono tesi.

Stendardo. — È una rete quadrata di 6 a 7 metri di lato che si stende attraverso ad un filare di piante per dar la caccia agli uccelli sulla sera.

Consta di un tramaglio con nappe tessute per allodole e tinte in nero, che viene montato sopra due pertiche opportunamente lunghe, perchè stia nella parte fronzuta degli alberi e resti ben disteso, cioè le contromaglie non facciano pieghe perchè le bocche delle borse del retino sieno ben aperte.

La tessitura di uno di questi stendardi è eguale a quella dei tramagli e la montatura sopra le pertiche consiste

nel legare ad esse saldamente le ase delle cordicelle di testa e di piede della rete.

Strascino. — È una rete che ha due lunghe ali munite di un bastone e che due o quattro uomini trascinano sopra i campi nella notte, accalappiando la selvaggina addormentata.

Lo strascino ha da 20 a 30 metri di larghezza per 5 a 6 metri di altezza, in forma rettangolare, tessuto a maglia losanga di 30 a 36 linee di lato in filo fortissimo ritorto a 4 capi; la maglia è molto larga perchè la rete sia leggera e perchè nello strascinarla non rimane distesa, per cui anche la piccola selvaggina non può sfuggire, ma volendo attraversare le maglie vi si imbroglierebbe.

Covettone, covone, buttrio, montore, bertavello. — Sono i nomi che prende la negossa da pesca nel suo servizio per la caccia alla selvaggina; notiamo però che i nomi di covettone e buttrio sono proprii alle negosse ad un solo collo fatte di rete come quelle per la pesca, mentre i nomi di montore e bertavello si dànno anche a specie di negosse fatte di vimini.

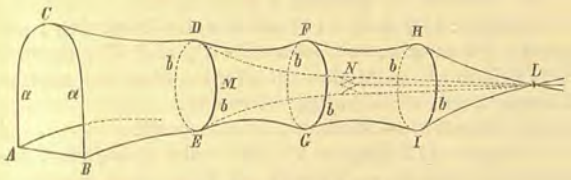


Fig. 1700. — Covettone.

La fig. 1700 mostra un covettone nel quale non fu rappresentata la maglia della rete per rendere più chiara la figura. *ABC* è la bocca del covettone, *ABCDE* l'entrata, *DEFG* il corpo della testa, *FGHI* il corpo della coda, *HIL* la coda, *N* il collo, *M* il corpo del collo; *aa* cercine dell'entrata a semicerchio; *bb* cercini del covettone.

Nella caccia, al contrario della pesca, si adoperano queste reti ad un sol collo; vengono tessute nello stesso modo, cioè con una serie di cilindri coassiali in refe fino ritorto, eccetto nei punti ove devono montarsi i cercini che si tessono in filo forte ritorto.

Il cercine d'entrata nella caccia è sempre in forma di semicerchio *ACB* tenuto in sesto dal cordino *AB* e raramente questo cercine è rotondo, ciò che avviene solo in casi speciali d'applicazione del covettone, come vedremo nel prossimo capitolo.

Non sono condizioni essenziali di questa rete l'invisibilità e la leggerezza, per cui viene tessuta in filato abbastanza robusto perchè sia più resistente all'uso e agli urti della selvaggina che vi si è introdotta.

Non ripeteremo qui per quanto riguarda la tessitura quello che abbiamo già detto per i tessuti a rete cilindrici e conici, e rimandiamo il lettore al primo capitolo dell'articolo e qui ci limitiamo a dare due esempi di tessitura di covettoni, di cui uno grande e l'altro piccolo, dai quali, con quanto abbiamo già esposto nel primo capitolo, sarà facile tesserne qualunque altro di determinate dimensioni.

Nel primo esempio trattiamo la tessitura di un covettone dei più grandi, cioè di 0,90 di diametro di bocca o di entrata ad un solo collo, a quattro cercini e della lunghezza totale di m. 2,15.

Il filato pel tessuto a rete è refe finissimo ritorto a tre capi, greggio o tinto, e per le maglie nelle quali vanno infilati i cercini si adoprerà refe fino ritorto a sei capi.

Si incomincia la tessitura dalla coda venendo verso l'entrata ed è divisa in una serie di cilindri come qui indichiamo.

1° Cilindro. — Maglia di 14 linee = mm. 31,5, diagonale mm. 44,5; modano mm. 20 di diametro. Levata di 24 maglie, delle quali 23 eseguite sul modano, e la ventiquattresima eseguita col filo corrente per avere la forma cilindrica. — Tessere poi 3 giri di maglie ordinarie di 24 maglie per giro.

2° Cilindro. — Lo stesso modano e medesimo filato.

1° giro: 1) Tessere 5 maglie ordinarie; 2) eseguire per 5 volte consecutive 1 aumento e 3 maglie ordinarie; 3) tessere 4 maglie ordinarie. Il giro riesce composto di 29 maglie. — Tessere in seguito 3 giri di 29 maglie ordinarie.

3° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) 5 maglie ordinarie; 2) per 5 volte di seguito 1 aumento e 4 maglie ordinarie; 3) 4 maglie ordinarie. — Tessere poi 3 giri di 34 maglie.

4° Cilindro. — Modano e filati eguali.

1° giro: 1) 5 maglie ordinarie; 2) per 5 volte di seguito 1 aumento e 5 maglie ordinarie; 3) 4 maglie ordinarie. — Tessere poi 3 giri di 39 maglie.

5° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) 5 maglie; 2) per 5 volte 1 aumento e 6 maglie ordinarie; 3) 4 maglie. — Tessere poi 3 giri di 44 maglie.

I cinque cilindri sono costituiti da 20 giri e formano la parte *HIL* detta la coda (fig. 1700).

6° Cilindro. — Modano uguale e filato a sei capi. — Tessere 2 giri in refe a sei capi pel cercine con 44 maglie per giro.

7° Cilindro. — Modano uguale e filato a tre capi. — Tessere 20 giri di 44 maglie per giro.

8° Cilindro. — Filato a 6 capi. — Tessere 2 giri pel cercine di 44 maglie per giro.

9° Cilindro. — Filato a 3 capi. — Tessere 20 giri di 44 maglie per giro.

10° Cilindro. — Filato a 6 capi. — Tessere 2 giri di 44 maglie pel cercine.

Questi ultimi 46 giri dal 6° al 10° cilindro costituiscono la parte *DEHI* chiamata il corpo di coda del covettone e nella quale vi entra il collo.

11° Cilindro. — Filato a 3 capi. — Tessere 4 giri di 44 maglie ciascuno.

12° Cilindro. — Filato e modano eguali.

1° giro: 1) 5 maglie ordinarie; 2) per 5 volte di seguito 1 diminuzione e 5 maglie; 3) 4 maglie. — Tessere poi 3 giri di 39 maglie ciascuno.

13° Cilindro. — Filato e modano eguali.

1° giro: 1) 5 maglie ordinarie; 2) per 5 volte di seguito 1 diminuzione e 4 maglie; 3) 4 maglie. — Tessere poi 3 giri di 34 maglie ciascuno.

14° Cilindro. — Filato e modano eguali.

1° giro: 1) 5 maglie; 2) per 5 volte di seguito 1 diminuzione e 3 maglie; 3) 4 maglie. — Tessere poi 3 giri di 29 maglie ciascuno.

15° Cilindro. — Filato e modano eguali.

1° giro: 1) 5 maglie; 2) per 5 volte di seguito 1 diminuzione e 2 maglie; 3) 4 maglie. — Tessere poi 3 giri di 24 maglie ciascuno.

16° Cilindro. — Modano del diametro di 40 mm. filato a 3 capi. — Tessere 1 giro avvolgendo il filo due volte intorno al modano per avere maglie di 62 mm., alle quali si attaccano i cordini *N* (fig. 1700), che riuniscono il collo alla coda.

Questi ultimi 21 giri, dall'11° al 16° cilindro, costituiscono il collo *MN*.

17° Cilindro. — Modano di mm. 20, filato a 3 capi. Riprendere all'ultimo giro di filato a 6 capi prima del collo, attaccando il filo della spola a qualunque maglia della circonferenza e tessere 3 giri di 44 maglie ciascuno.

18° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) 1 maglia; 2) per 7 volte di seguito 1 aumento e 6 maglie; 3) 1 maglia. — Tessere poi 4 giri di 51 maglie ciascuno.

19° Cilindro. — Modano di mm. 36 e filato a 3 capi. — Tessere 3 giri di 51 maglie ciascuno.

20° Cilindro. — Modano e filati eguali.

1° giro: 1) 1 maglia; 2) per 7 volte di seguito 1 aumento e 7 maglie; 3) 1 maglia. — Tessere poi 4 giri di 58 maglie ciascuno.

21° Cilindro. — Modano di mm. 40 e filato a 3 capi. — Tessere 3 giri di 58 maglie ciascuno.

22° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) 2 maglie; 2) per 6 volte di seguito 1 aumento e 9 maglie; 3) 2 maglie. — Tessere poi 8 giri di 64 maglie.

23° Cilindro. — Modano eguale, filato a 6 capi. — Tessere 2 giri di 64 maglie ciascuno pel cercine dell'entrata.

Questi ultimi 30 giri fatti, dal 17° al 23° cilindro, costituiscono la parte *ABCDE* chiamata entrata (fig. 1700).

Si toglie la rete dal cappio sul quale si è tessuta, si disfano i nodi del primo giro e su esso si tesse la chiusura del covettone, attaccandolo per una parte qualunque. La chiusura si eseguisce facendo un giro di punti con filo a 3 capi binato e con modano di 40 mm. prendendo colla spola le maglie del primo giro due a due per volta per ridurne il numero a metà, cioè da 24 a 12. A queste 12 maglie si attaccano le cordicelle della coda.

Il covettone viene completato coi cordini del collo, coi cercini e le corde di coda come diremo nella montatura.

Covettone a maglia di 10 linee: mm. 22,5 di lato, diagonale di mm. 32; modano del diametro di mm. 13,7, e filato finissimo ritorto a 3 capi; per le maglie dei cercini, filato ritorto a 6 capi.

1° Cilindro. — Modano di mm. 13,7; filato a 3 capi. — Levata cilindrica di 14 maglie e tessere poi 2 giri di 14 maglie ciascuno.

2° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) 1 maglia; 2) per 6 volte di seguito 1 aumento e 2 maglie; 3) 1 maglia. — Tessere poi 4 giri di 20 maglie ciascuno.

3° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) 1 maglia; 2) per 6 volte di seguito 1 aumento e 3 maglie; 3) 1 maglia ordinaria. — Tessere poi 4 giri di 26 maglie ciascuno.

4° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) maglia; 2) per 6 volte di seguito 1 aumento e 4 maglie; 3) 1 maglia. — Tessere poi 4 giri di 32 maglie ciascuno.

Questi 18 giri costituiscono la coda del covettone.

5° Cilindro. — Tessere 2 giri in filato a 6 capi con 32 maglie per giro.

6° Cilindro. — Tessere 14 giri di 32 maglie ciascuno in filato a 3 capi.

7° Cilindro. — Tessere 2 giri in filato a 6 capi con 32 maglie per giro.

8° Cilindro. — Tessere 14 giri in filato a 3 capi.

9° Cilindro. — Tessere 2 giri in filato a 6 capi.

Questi ultimi 34 giri costituiscono il corpo del covettone.

10° Cilindro. — Tessere 3 giri con filato a 3 capi di 32 maglie ciascuno.

11° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) maglia; 2) per 6 volte di seguito 1 diminuzione e 3 maglie; 3) 1 maglia. — Tessere poi 4 giri di 26 maglie.

12° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) maglia; 2) per 6 volte di seguito 1 diminuzione e 2 maglie; 3) 1 maglia. — Tessere poi 4 giri di 20 maglie ciascuno.

13° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) maglia; 2) per 6 volte di seguito 1 diminuzione e 1 maglia; 3) 1 maglia. — Tessere poi 4 giri di 14 maglie.

14° Cilindro. — Modano di 27 mm., filato eguale. — Tessere 1 giro avvolgendo il filo due volte sul modano per avere delle maglie di 54 mm., alle quali vanno attaccati i cordini del collo per riunirlo alla coda.

Questi ultimi 19 giri tessuti, dal 10° al 14° cilindro, formano il collo.

15° Cilindro. — Modano di 15 mm., filato eguale. — Riprendere all'ultimo giro in filato a 6 capi prima del collo, attaccando il filo della spola ad una maglia qualunque. Tessere 3 giri di 32 maglie ciascuno.

16° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) 2 maglie; 2) per 5 volte di seguito 1 aumento e 6 maglie. — Tessere poi 2 giri di 37 maglie.

17° Cilindro. — Modano di 20 mm., filato a 3 capi. — Tessere 3 giri di 37 maglie ciascuno.

18° Cilindro. — Modano e filato eguali.

1° giro: 1) 2 maglie; 2) per 5 volte di seguito 1 aumento e 7 maglie. — Tessere poi 2 giri di 42 maglie.

19° Cilindro. — Modano di 27 mm., filato a 3 capi. — Tessere 8 giri di 42 maglie ciascuno.

20° Cilindro. — Modano e filato a 6 capi. — Tessere 2 giri di 42 maglie ciascuno pel cercine d'entrata.

Gli ultimi 22 giri, dal 15° al 20° cilindro, formano l'entrata del covettone.

Si toglie il tessuto dal cappio di levata, si disfano i nodi del primo giro, sul quale si tesse un giro di maglie in filo a 3 capi binato su modano di 40 mm. e prendendo due a due le maglie del primo giro per ottenerne solo 7, alle quali si attaccheranno le corde della coda. Questo covettone misura un'entrata di m. 0,42 di diametro.

Per la montatura dei covettoni non vi è alcuna differenza con quella delle negosse da pesca: si incomincia coll'infilare nelle maglie di filo doppio della coda una cordicella ritorta lunga da 0,50 a 0,70, i cui estremi si annodano insieme; questa corda tesa mantiene chiusa la coda del covettone. I cordini del collo si fanno di spago forte ritorto e sono quattro, la cui lunghezza si deve misurare sul covettone stesso, dal penultimo cercine *FG* alla coda *L* (fig. 1700). Ogni cordino si infila nel quarto delle maglie costituenti l'ultimo giro del collo (maglie di doppia lunghezza), fissandovelo con un nodo corsojo fatto ad un estremo, e si riuniranno insieme con un nodo semplice vicino all'ultimo cercine. I cercini sono di vimini e piegati prima a cerchio, perchè mantengano la forma; hanno i loro estremi tagliati a cuneo, che vengono legati strettamente con spago, dopo averli infilati nei giri di maglie a grosso filato (Vedasi il capitolo *Reti da pesca, negosse*).

Montati i cercini, si fa la sospensione del collo, e perciò si attacca il cercine d'entrata ad un punto fisso e così pure la corda della coda in modo che la rete rimanga perfettamente tesa. Con un gancio si afferrano i cordini del collo annodati, si snodano e si fanno passare i cordini attraverso la coda per annodarli insieme alla corda della coda stessa, notando che la tensione dei cordini

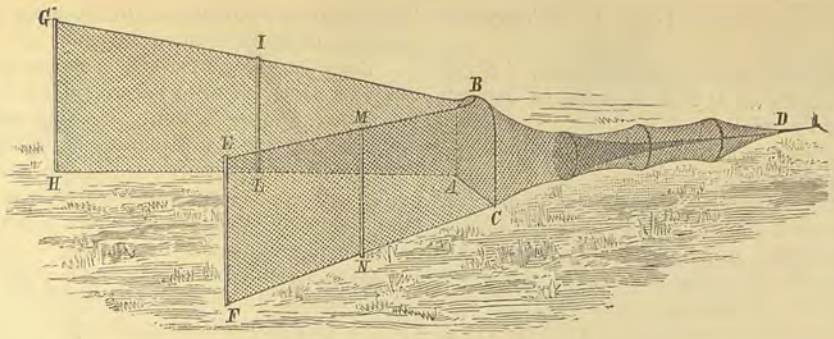


Fig. 1701. — Tesa a covettone.

non deve essere nè troppo forte, nè troppo debole. I covettoni in tal modo sono montati e pronti per l'uso.

Tesa o muta da quaglie. — Questa denominazione comprende l'insieme dell'impianto occorrente colla apposita rete per la caccia alle quaglie. Qui ci occuperemo soltanto della rete, trattando poi nel prossimo capitolo l'impianto.

La rete per la tesa da quaglie è formata in diversi modi. Quello più generalmente usato consiste in un covettone o covone al quale sono attaccate due ali alla bocca d'entrata, le quali servono a guidare la selvaggina al covettone. La fig. 1701 dà uno di questi covoni ad ale; *ABCD* è il covone, *BCEF* e *ABGH* sono le due ali che partono dall'entrata e si prolungano all'infuori per 10 m. e più, allontanandosi in modo da distare l'una dall'altra di 5 a 7 m. ai loro estremi. Il covone è tessuto come abbiamo descritto nel capitolo precedente, per cui qui ci fermeremo sulla tessitura delle ali soltanto.

L'entrata del covone per le tese da quaglie è indispensabile sia semicircolare e il cordino che forma il diametro deve appoggiare fortemente al terreno, perchè la quaglia non debba salire, per cui determinata la lunghezza del quarto di circolo o il numero delle maglie formanti esso quarto *BC* o *AB*, su esse si incomincierà la tessitura dell'ala, tessendone tutti quei giri che occorrono per avere la lunghezza designata e introducendovi quegli aumenti occorrenti per avere il numero di maglie formanti l'altezza *EF* o *GH* agli estremi che il più delle volte oltrepassa 1 m.

Poniamo che l'entrata del covone abbia un diametro di mm. 512 corrispondente a 44 maglie di 10 linee = mm. 22,5 di lato con diagonale di mm. 32, per cui sul cordino formante il diametro del semicerchio dell'entrata avremo 16 maglie e sul semicerchio ne avremo distribuite le rimanenti 28. Per tessere la prima ala, si incomincierà a controsegnare la 1ª e la 16ª maglia che andranno montate sul cordino e dalla 16ª se ne conteranno 14 sulle quali si incomincerà a tessere l'ala, che poniamo debba avere una lunghezza di 8 m. e un'altezza di m. 1,20 circa all'estremità. In lunghezza dovremo tesserne perciò 500 giri della stessa maglia e al principio abbiamo il primo giro di 14 maglie, mentre l'ultimo giro ne deve avere 38 per raggiungere l'altezza desiderata, per cui nei 500 giri devonsi introdurre 38 — 14 = 24 aumenti, per cui potremo tessere i primi 5 giri senza aumenti, indi ogni 20 giri si farà 1 aumento, e gli ultimi 15 senza aumenti.

Tessute le due ali si infilerà nelle maglie di contorno dei lati più lunghi una cordicella ritorta alla quale si fisseranno con un nodo di sopragitto tutte le maglie; un estremo della cordicella lo si annoderà al semicerchio dell'entrata e l'altro estremo si foggierà ad asola di 2 a 3 cm. di diametro. Dei bastoncini appuntiti ad un estremo e bastantemente lunghi e robusti si fisseranno sulla lunghezza delle ali per tenerle tese e due altri passati nelle asole, nelle quali saranno legati, le manterranno nella posizione verticale.

Un altro sistema di fabbricare la tesa da quaglie è quello di tessere e mantenere il covettone separato dalle ali; in questo caso però le ali sono congiunte da un'altra nappa nella loro parte superiore, formando una nappa sola, la quale, distesa, ha la forma di un trapezio, la cui base minore ha la lunghezza del semicerchio dell'entrata del covone e la base maggiore il doppio dell'altezza di un'estremità dell'ala, più la distanza fra le ali.

Ritenendosi di applicare il covone sul cui semicerchio si hanno 28 maglie e di dover fare le ali e coperta con maglie di 10 linee che abbiano la lunghezza di 6 m. e l'altezza massima di 1,20; dovremo tessere una nappa trapezia le cui basi avranno 0,900 e 7,00 ed un'altezza di 6 m. La base minore consterà di 28 maglie e la maggiore di 213, e si devono tessere 374 giri, nei quali si devono introdurre 185 aumenti, cioè 1 aumento per ogni due giri, o meglio fare 2 aumenti ogni quattro giri.

Un terzo sistema è quello di fare un graticciato con un'apertura semicircolare uguale all'entrata del covettone, che vi si applica da una parte, e dalla parte opposta due graticciati sostituiscono le ali e sopra di essi si stende una nappa qualunque per coprire lo spazio racchiuso.

Una tesa da quaglie si impianta anche senza covettone, ma con una semplice pantiera contromagliata. Si determina una cert'area quadrata seminata a miglio o piantata a fronde, ai vertici del quadrato si pianta un palo di m. 1,80 circa, e intorno ai pali, verticalmente, si tende la pantiera contromagliata.

Tesa per uccelletti. — È una grandissima rete costituita da una sacca, dalla quale si staccano tre nappe, due verticali e la terza orizzontale rilegante superiormente le prime. Le tre nappe servono ad avvolgere l'estremità di un boschetto ed a guidare la selvaggina nella sacca.

Questo tipo di rete usato nelle fossate e di preferenza nelle boschine di salici lungo i fiumi, non aveva un uso molto comune pel costo suo, prima che la legge lo vietasse per l'enorme distruzione di selvaggina.

Le dimensioni della sacca e delle nappe dipendono dal boschetto sul quale si tende, per cui quando erane permesso l'uso, si piantavano le boschine di determinate dimensioni in larghezza e lunghezza e non lasciavansi crescere oltre una data altezza. Ciò che era importante nelle dimensioni, erano la larghezza e l'altezza; la lunghezza non aveva importanza, giacchè le nappe

laterali e di cielo non erano poste che all'estremità della piantagione.

La fig. 1702 dà una di queste tese montate: *A B C D* è la sacca, *B C E F* e *D H G* le due nappe laterali, *D C I H* la nappa di cielo.

Le tre nappe si tessono in maglia losanga ed in forma trapezia, colla base maggiore *B C* eguale o di poco minore dell'altezza delle piante e la base minore *E F* di circa la metà della prima. La nappa di cielo è rettangolare, pure tessuta in maglia losanga. La sacca è in maglia losanga tessuta come una sacca di tesa da pesca, al qual capitolo rimandiamo il lettore.

La tesa è sostenuta da robusti pali *B C*, *I M*, *E L*... piantati *a priori* e collegati fra loro da corde; la sacca è mantenuta aperta per la tensione che vi produce il piantone *A*.

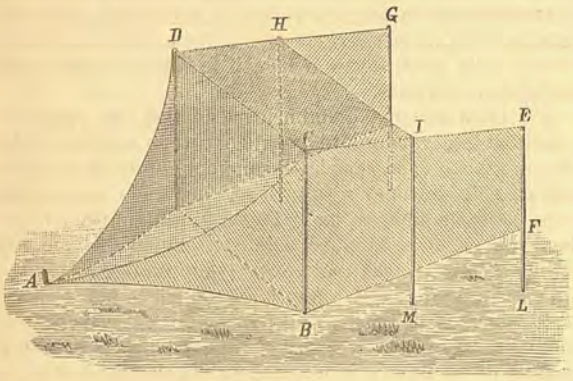


Fig. 1702. — Tesa a sacca.

Non crediamo dilungarci su questo tipo, essendo esso proibito in quasi tutta l'Europa; l'abbiamo accennato come varietà.

Reti da bressanella o brescianella. — La bressanella da varii anni estesasi in Lombardia e nota nella provincia di Brescia, dalla quale prese nome, è un'impianto fisso per la caccia alle passate, specialmente ai tordi; essa è munita di reti a pantiera contromagliata, nelle quali il retino è molto ricco per poter fare il più gran numero di borse possibile.

La contromaglia deve essere robusta ed è tessuta in cordino ritorto a maglie quadre da 100 a 120 mm. di lato, ed il retino è tessuto in refe finissimo ritorto a 3 capi a maglia losanga di 10 a 12 linee = mm. 22 a 27 di lato.

La pantiera montata nella bressanella ha una posizione obliqua, per cui la pantiera, in luogo di avere una sola contromaglia, ne ha due, cioè si presenta eguale ad un tramaglio, perchè in tal modo il retino è sostenuto dalla sottostante contromaglia e trovasi sempre ben disposto per imborsarsi in quella esterna.

In generale le dimensioni delle pantiere occorrenti nella bressanella sono di m. 24 a 30 di lunghezza per 7 a 8 m. di larghezza; devono essere montate con corda di testa e di piede robuste, e la corda di testa deve portare ogni 6 m. circa un cordino annodato per l'allacciamento alle piante di sostegno e la corda di piede è munita degli stessi cordini ad ogni 3 o 4 m., che legati ai relativi picchetti mantengono tese le contromaglie.

Reti per roccolo. — Il roccolo è un altro impianto simile alla bressanella, nel quale però le reti sono poste verticalmente e sono composte di una serie di pantiere contromagliate che, per la loro posizione, possono avere una sola contromaglia. Infatti sono usate pantiere a contromaglia semplice e doppia.

Tanto le reti per roccolo che per la bressanella sono sempre tinte in nero e raramente in verdone scuro.

Lanciatoja. — È una rete usata nella campagna romana per caccia notturna alle allodole in ispecie, ma per pigliare all'occorrenza quella selvaggina a piuma od a pelo che si presenta a tiro, e prende il nome di lanciatoja dal lanciarla che si fa sopra la selvaggina.

La rete è un pezzo di tessuto, montato un po' molle sopra un'armatura (fig. 1703) perchè faccia borsa leggermente, a maglia losanga da 12 linee di lato in refe fino ritorto a tre capi.

Il tessuto dovrebbe essere fabbricato come le bilancelle da pesca perchè l'arnese riesca migliore.

La montatura consta di due grossi vimini, innestati per il loro estremo più forte in un bastone quadro di legno *A B* e ripiegati a semicerchio e legati in *C* pei loro estremi più sottili. Il tessuto è cucito sul semicerchio per mezzo delle sue maglie di contorno.

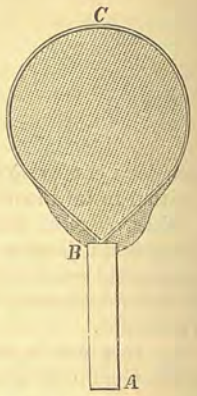


Fig. 1703. — Lanciatoja.

Lo stesso arnese lo si costituisce in filo di ferro sostituendo ai vimini il filo di ferro di 4 a 5 mm. di diametro, innestandolo in un bastone tondo e la reticella si fa a traliccio semplice con filo di ferro sottilissimo.

Le dimensioni d'ordinario sono: il bastone *A B* è lungo m. 1,50, e ciascun vimine è lungo m. 2,40.

Tintura delle reti. — In generale le reti da caccia si adoperano tinte in colore e in pochi casi greggie.

Non ci fermiamo a trattare della tintura, della quale rimandiamo al relativo articolo (Tintura), e dichiariamo di non dividere le idee di alcuni cacciatori, che il modo con cui è tinta la rete influisca sul risultato della caccia e quindi si debbano tingere in modo speciale, di cui abbiamo diverse ricette empiriche, ma che non hanno nulla di rimarchevole.

I colori più usati e che più soddisfano sono i verdi più o meno scuri per le reti che si devono confondere colle erbe e foglie, neri per quelle che si tengono sospese libere, o che si usano la notte, colore marrone o terra, per quelle che giuocano su terreni nudi o su paglia o fra piante alte.

Tesa delle reti. — In questo capitolo riassumeremo brevemente il modo di usare le varie reti e di farne i relativi impianti; non ci fermeremo però al modo propriamente detto di cacciare o uccellare o che le reti facciano buon giuoco.

Covertore a strascino. — A seconda della sua larghezza è portato da due uomini o da uno e raramente da due cavalli. Si va a caccia col bracco che deve essere molto quieto e abituato a questo genere di caccia. Supponiamo dapprima che il covertore abbia la corda di testa con asole o coi bastoni-traverse per tenerlo colle mani; i cacciatori tenendo gli estremi della corda porteranno metà per ciascuno la rete e seguiranno a qualche distanza il cane; appena questi avrà postata una quaglia, coturno o pernice, i cacciatori si disporranno, camminando, in modo che la corda riesca parallela al cane, e quando questi si troverà pressochè al punto di mezzo, si fermeranno, lascieranno cadere la nappa a terra ed il cacciatore in avanti girerà circo-

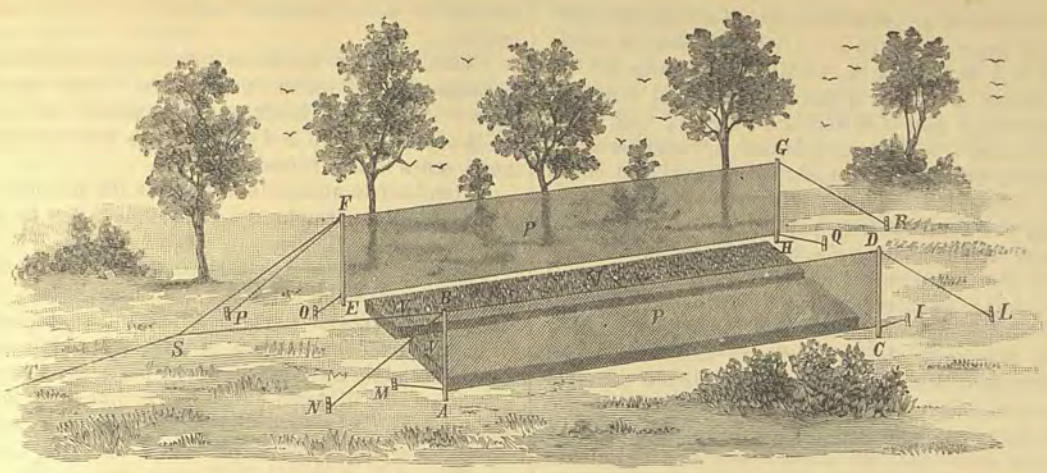


Fig. 1704. — Paretella o covertore a caduta.

larmente tirando la rete e ambidue manterranno la corda all'altezza del cane. Continueranno a trascinarla fino ad avere completamente coperto il cane, ed in questo movimento la selvaggina si alzerà impigliandosi nella rete.

Se il covertore è montato sulle pertiche, i cacciatori lo portano a guisa di stendardo e quando il cane avrà postato, abbassano orizzontalmente le pertiche, trascinano la rete e coprono il cane.

Se è montato invece col picchetto, allora è manovrato da un solo cacciatore, il quale alla ferma del cane, pianta il picchetto alquanto indietro e di fianco al cane stesso, e coll'altro estremo della corda trascina la rete semicircolarmente fino a coprire il cane.

Il covertore portatile è maneggiato da un cacciatore come quello a stendardo. Quello a cavalli, come abbiamo detto nel primo caso.

Si dovrà sempre aver cura che la rete rimanga ben distesa e di abbassarla il più che è possibile alle estremità, perchè la selvaggina non sfugga, ed i cacciatori siano muniti di verghe per far alzare sotto la rete la selvaggina troppo quieta.

Paretella o covertore a caduta. — Sono i cosidetti paretai, che dal modo d'impiantarli e di ordinare il terreno si distinguono per la caccia a cui sono adibiti: così si hanno i paretai per i fringuelli, fanelli, allodole e per uccellare a tatto.

Per i fringuelli occorre un sito cupo e ombroso e perciò si tende il paretajo in luogo vignato che abbia qualche pianta per appoggio o per *imbroccatura*. Fra due filari di vitigni in terreno asciutto e seminato molto raro a miglio, che viene tagliato a circa 0,15 di altezza e si pulirà dalle erbe, si determinerà uno spazio rettangolare della lunghezza della rete e della larghezza del doppio di una meno 0,20. Si strapperà la stoppia del miglio lungo tutto il contorno per la larghezza di 0,20 e di 0,30 sulla mediana parallela ai lati maggiori del rettangolo, venendo così a formarsi due ajuole di stoppia di miglio *V V V*... (fig. 1704).

Il vialetto mediano è dove batte l'incavallatura delle ante, cioè dove le ante quando sono chiuse si sovraddossano, ed i vialetti laterali servono al libero movimento del piede delle ante. Il sito dove si tende il paretajo non dovrà essere nascosto dalle piante circostanti, ma invece in buona vista agli uccelli. Disposta l'area opportunamente, si rizzano le reti *P P* parallelamente fra loro e ai vialetti tracciati, ogni anta sarà montata colle corde di testa e piede e i rispettivi bastoni per tenerle distese in larghezza. Mantenuta l'anta *A B C D* in piedi, s'incomincierà a piantare il passone o picchetto *L*, legandovi la corda di testa, notando che si deve trovare un po' al di fuori, ma di poco, dalla linea di projezione dell'anta, indi si pianterà il passone *I*, legandovi la corda di piede e questo passone dovrà trovarsi invece un po' al di dentro. Si piantano nella stessa guisa i passoni di davanti *N* ed *M* e vi si legheranno le rispettive corde, dando loro quella tensione sufficiente, perchè l'anta scossa verso l'ajuola vi abbia a cadere rapidamente. La troppo forte tensione esigerà una scossa fortissima e quindi troppa forza; una tensione debole farà oscillare l'anta e la farà cadere saltellante. Rizzate le due ante *P P* e regolata la tensione delle corde, specialmente quella di testa, si attaccherà il tirante di manovra. Questa consiste in due corde *SF* e *SB*, che sono legate ai bastoni di davanti *AB* ed *EF* e vanno a riunirsi nel punto *S* alla corda *TS* che va alla capanna degli uccellatori, dalla quale si manovrano le reti. La capanna deve essere nascosta dai fogliami di viti, ed i richiami o canterelli saranno nascosti in fosse mascherate da stoppia.

Le paretelle per allodole e fanelli vanno piantate nei siti bassi ineguali con erbe magre e rossiccie, siti prediletti per questi uccelli. L'erba si taglierà a formare i vialetti e si avrà cura di disporre le ante con una tensione sufficiente per rimanere in piedi sotto il vento che soffia durante il passaggio delle allodole in specie, che è la caratteristica delle passate di quest'uccello. Si otterrà di mantenere in equilibrio le ante non solo con una forte tensione nelle corde, ma anche collo spostamento dei passoni, che però non si farà eccessivo, perchè tanto più essi sono spostati dalle linee dell'anta tanto più forza occorrerà per manovrarla. È inoltre da non trascurarsi affatto l'orizzontalità delle corde di testa e piede delle ante, perchè giuochino con facilità, e nel caso che la paretella si debba impiantare in sito molto inclinato, si ottiene l'orizzontalità coi passoni della corda di piede che disposti in linea retta, servono a dar l'orizzontalità alla corda rispettiva.

Non ci fermiamo a descrivere la tesa di altri paretai che abbiamo citato per la tessitura, giacchè non differiscono dalla precedente che pel sito nel quale si tendono.

Antenella. — Questa rete è diretta principalmente alla caccia notturna delle allodole. All'imbrunire si

tende l'antenella in dato sito sgombro per un certo spazio da grano od altro e col minimo rumore possibile per non disturbare le allodole appiattate, perchè non si alzino. Per fare la tesa della rete, si piantano in linea retta i pali *AB*, *CD*, *EF*, *GH*, *IL* (fig. 1705) ed in maniera che riescano col loro estremo incavato o biforcato alla stessa altezza, si accavalla la corda di testa della rete sui pali, lasciando l'antenella ammainata, cioè non distesa, per ovviare il pericolo di romperla. In una delle ase estreme *M* della corda si passa il cordino tirante che si lega ai passoni *N O* piantati fortemente, indi si monta l'altro tirante nell'asa *P* che si lega ai passoni *Q* e *R* dando una buona tensione alla corda dell'antenella, in modo che i pali si mantengano ben ritti e solidi. Si distende quindi la rete facendo scorrere sulla corda gli anelli di osso, e siccome in corrispondenza dei pali sarebbe difficile e faticoso, il sesto palo che deve essere non acuminato serve all'uopo. Avendo esso un'altezza un po' maggiore dei pali piantati lo si impunta sotto la corda vicino al palo sul quale devono scorrere gli anelli, esso solleva la corda e quindi facilita l'operazione.

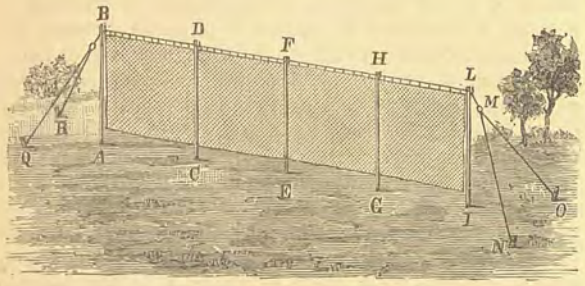


Fig. 1705. — Antenella.

Per eseguire la caccia bisogna oltre la tesa della rete fare la raccolta o la posta della selvaggina, che si compie nel modo seguente: Si mandano in giro dei battitori ad alzare tutte le allodole che si trovano, intanto che uno nascosto a poca distanza dove si deve tendere la rete fischia in chiamata e ne ferma la maggior parte e si riunisce così buona copia di selvaggina. Tesa la rete *vi si dà contro di essa la cacciata* alle allodole in più persone disposte a semicerchio perchè non sfuggano; se le persone sono poche, queste trascinano per terra delle corde che due a due tengono pei capi, e finchè le allodole si alzano a piccoli voli si andrà adagio. Quando le allodole incominceranno a levarsi si andrà in fretta battendo i piedi e facendo rumore, perchè si alzino tutte e facciano un volo lungo, veloce e dritto. Tutte quante incapperanno nella rete e benchè sia a maglia molto larga vi restano prese e quanto più vi si dibattono, più s'inviluppano. È conveniente però ucciderle rapidamente, perchè è facile che col loro dibattersi si liberino e fuggano. In generale la caccia riesce sempre ottima e finita non si raccoglie la rete, ma la si lascia distesa fino al mattino, perchè le allodole sbandate, riunendosi vi incappano facilmente da sè stesse, per cui senza fatica si ha buona presa.

Nei tempi di passata si usa lasciare l'antenella sempre tesa nella notte, raccogliendola solo di giorno, e vi incappano ogni sorta di uccelli, come gazzelle, tordi, merli, beccaccini, ecc.

L'antenella giuoca benissimo fra i boschi nelle passate dei tordi e beccaccie e nei giorni piovosi o scuri perchè a cielo coperto l'antenella giuoca anche di giorno.

I cacciatori in generale per la caccia alle allodole tendono due antenelle l'una dietro l'altra distanti di 15 a 20 m., perchè le sfuggite alla prima restino prese nella seconda; però è d'uopo che la caccia si faccia in notti senza luna e senza vento.

Si tendono le antenelle al disopra dei boschetti cedui di ontano, adoperando dei lunghi pali per le passate delle beccaccie.

Raniera. — Questa rete ha lo scopo di circondare un dato tratto di siepe nella sua maggior parte, o circondare nella maggior parte possibile un albero, epperciò la montatura della raniera si adatta opportunamente, sia montandola su bastoni, sopra pertiche, o senz'altro che la corda di testa e piede. D'ordinario la corda di testa mantiene la rete distesa, mentre al piede la si raccoglie stringendola il più che è fattibile. Una canterella posta a terra al di là della rete se di giorno, una luce se di notte richiamano la selvaggina a gettarsi nella rete stessa.

Alle volte, se gli uccelli sono restìi al volo, si fa rumore dalla parte scoperta per obbligarli a fuggire nella direzione stessa della rete.

Caccia a diluvio. — La raniera che si deve tendere è montata sopra le due pertiche *A B* e *C D* (fig. 1706) per la corda di testa ed è mantenuta distesa, per circondare l'albero senza toccarlo, dalla terza pertica *E F*, che si applica alla rete dopo aver piantate le prime due, ed a questo scopo nel suo estremo superiore è biforcuta. La parte semplice *G* della raniera avviluppa la parte fronzuta e si lascia cadere al piede dell'albero la coda della rete formata a sacca. Colla corda di piede si fissa la rete al tronco legandovela e distendendola in modo da avviluppare la parte maggiore dell'albero, indi si regola l'apertura della sacca *H* stringendo opportunamente la cordicella, la quale si annoderà alla terza pertica *E F* per mantenerne larga l'apertura. Tesa in tal modo la rete, si batte la pianta con sottile pertica, dapprima nella parte scoperta, poi anche nella coperta dalla rete. Gli uccelli spaventati fuggono ed incontrano la rete che avviluppa l'albero, che essi non vedono, eseguendosi tal caccia nella notte, e scivolando lungo la rete, ne vanno al piede e si radunano svolazzando nella sacca. Nessun lume deve usarsi in questo genere di caccia.

Fig. 1706.
Caccia a diluvio.

In luogo di piantare le pertiche *A B*, *C D*, *E F*, si usa anche farle mantenere ritte da tre uomini, per poter prestamente trasportare la rete da un albero all'altro, avendo questa caccia per condizione una gran lestezza nel circondare l'albero, nello sbatterlo e raccoglierne la preda, come pure il silenzio da usarsi nella preparazione.

Pantiera. — Diamo nelle figure 1707, 1708, 1709 tre sistemi di tesa della pantiera semplice e tramagliata; si tendono sempre nei boschi per uccellare in passata.

Nella fig. 1707 abbiamo una lunga pantiera tesa fra pertiche e piante con cordini e passoni per fissarla; nella fig. 1708 è la tesa di una pantiera, che l'uccellatore può alzare e abbassare, regolandola a piacimento standosene nascosto pel richiamo; nella fig. 1709 infine

il modo di tendere una piccola pantiera fra piante abbastanza distanti fra loro.

La pantiera si tende sempre nei vacui dei boschi in ispazio naturale od opportunamente preparato, perchè ne sia libero il passo alla selvaggina e perchè non si abbiano difficoltà alla tesa, nè pericoli di strappare la rete.

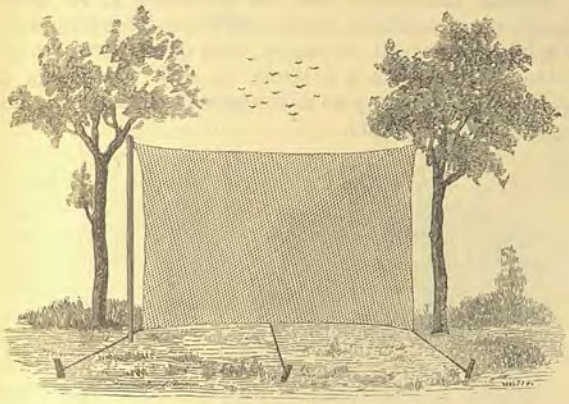


Fig. 1707. — Pantiera — Primo modo di tesa.

Giuocano benissimo tali pantiere nei confini dei boschi anche di collina, ove vi sia vicino qualche vigneto, nei quali siti specialmente si prenderanno tordi, merli e ghiandaje, passando essi dall'uno all'altro posto per cibarsi di uve.

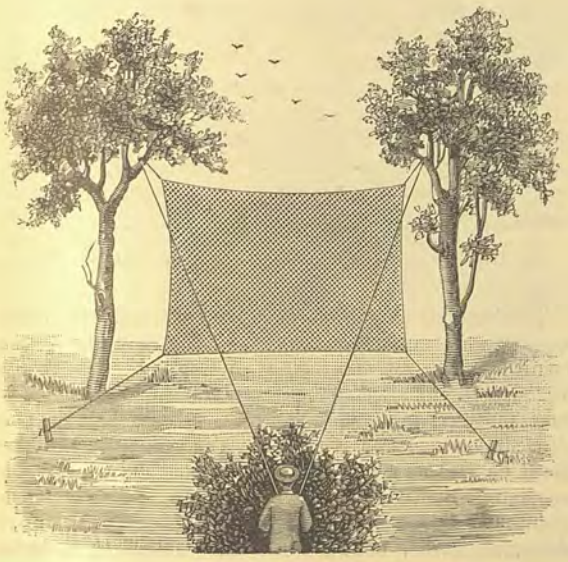


Fig. 1708. — Pantiera — Secondo modo di tesa.

Molti che usano ogni anno tali reti in siti determinati fra bosco e coltivo, regolano annualmente il bosco in modo che non oltrepassi in altezza la rete, piantandovi, se occorra, anche quelle piante che vi mancassero, e di specie di rami flessibili e ubbidienti, come ontani, tigli, ecc., come pure tremoli e ginepri per attirarvi i tordi, e rendendo il bosco molto folto, lasciandovi appositi viali pel giuoco delle reti.

Quando si hanno boschi così regolati, non solo si tendono le pantiere ai loro confini, ma si tendono pure anche nell'interno stesso, dando risultati ottimi. Simili tese sono usate assai in Toscana, ove chiamasi *uccellare alla ragna.*

Tesa alla prussiana. — In un campo a stoppia di miglio si tende da una parte una pantiera contromagliata di 40 a 50 m. di lunghezza e di 3 m. circa d'altezza, mascherata da fogliami e piante; dalla parte opposta e parallelamente si monta una specie di anta da paretajo, ma senza rete e in modo che, tirando la corda di manovra, la si possa alzare ed abbassare a piacimento dal nascondiglio o da una capanna.

Sulla corda di testa di questa specie di anta si attaccano delle spoglie di pannocchia di mais, che, col tirar della corda, saltano all'aria rizzandosi l'anta e spaventano gli uccelli che sono venuti nel giuoco al richiamo delle canterelle. Gli uccelli spaventati volano dalla parte opposta dell'anta e incappano nella pantiera.

Il sistema giuoca ottimamente in montagna anche in siti ripidi, dove è impossibile tendere altre reti; in questo caso la pantiera si tende all'infuori e lo spauracchio all'interno.

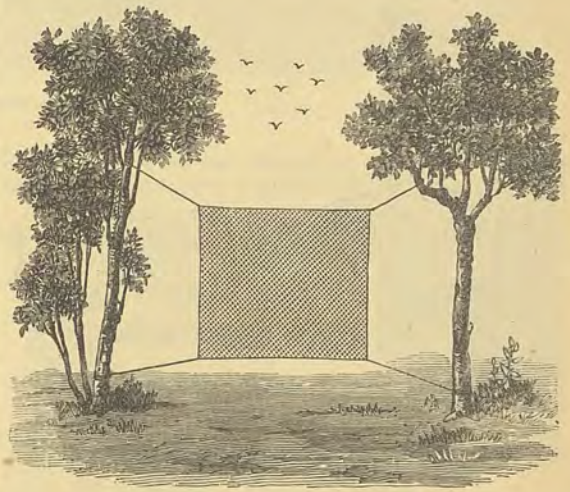


Fig. 1709. — Pantiera — Terzo modo di tesa.

Tramagli. — Si tendono in linea retta o curva piantando solidamente nel terreno i bastoncini di montatura, osservando però che le contromaglie rimangano ben distese.

I tramaglini per quaglie e allodole si tendono di buon mattino o verso sera dopo il tramonto del sole. I tramagli per pernici e starne, si tendono la notte nei luoghi ove questa selvaggina tende a postarsi. Un sistema di caccia al tramaglio per questi selvatici è il seguente: si fanno alzare col bracco e generalmente si alzano in turba, vi si lancia dietro un colpo di fucile per dividere la turba in volata. Ottenuta la divisione, s'intramaglia con più reti il sito ove avvenne la divisione. Dopo qualche tempo si riunirà la turba divisa e cadrà con tutta facilità nel tramaglio teso.

Per le quaglie, teso il tramaglio, si prende a camminare verso il tramaglio stesso, trascinando una corda prima adagio, indi battendo i piedi, per cacciare verso la rete la selvaggina, che vi incapperà imborsandosi.

Stendardo. — Usasi generalmente per le passere e per gli uccelletti che vanno la notte raccogliendosi a frotte sugli alberi. Si osserva nelle lunghe file di alberi, salici, olmi, betulle, pioppi, ecc , dove più particolarmente si raccolgono la notte; e in una sera, fattosi scuro, si interpone lo stendardo a interrompere la fila e ponendo una lanterna a terra nella linea delle piante

e abbastanza distante dalla rete. Dalla parte opposta si sbattono le piante con pertiche venendo verso lo stendardo. Gli uccelli appollajati passeranno da una pianta all'altra, finchè arriveranno a dar dentro la rete.

Eseguita la passata da una parte, si trasporta la lanterna dalla parte opposta, ove si è fatta la battuta, la quale ora si fa dove era la lanterna.

Applicando lo stendardo all'entrata di un fienile, durante la notte, e spaventando nell'interno gli uccelli che vi sono raccolti, oppure lasciando che essi tendano ad uscire da se stessi nel farsi giorno, si farà buona caccia.

Strascino. — Due uomini s'imbracciano le ase delle code, oppure le muniscono di cinghie e se le posano a tracolla e così camminando sopra i prati trascinano la rete, seguìta dai raccoglitori. Questi pongono la loro attenzione al saltellare della selvaggina sotto la rete e da questa disturbata, allora fanno fermare i trascinatori, raccolgono la preda e fanno ricominciare.

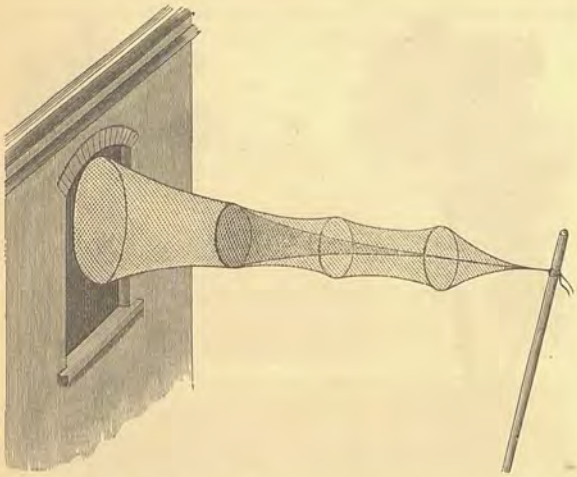


Fig. 1710. — Covettone teso ad una finestra.

Covettone. — Nella fig. 1710 diamo la tesa di un covettone o covone semplice ad una finestra di granajo o di una stanza, nella quale sono solite accorrere le passere. Si lascia che le passere si raccolgano nell'ambiente, indi si applica l'entrata del covettone alla finestra, chiudendo con tavole o tela quanto resta libero della luce della finestra stessa e si mantiene tesa la coda del covettone con una pertica o con una corda. Indi si entra nella stanza e facendo rumore le passere fuggono e penetrano nel covone.

Nella figura 1711 diamo l'applicazione d'un covettone con ali all'estremità di un filare di alberi. Si fa la tesa dell'entrata del covettone e dell'estremità delle ali col mezzo di quattro pali *A B C D*, in modo da abbracciare la parte fronzuta degli alberi; la coda del covettone si stende obliquamente legandola al picchetto *E* piantato nel terreno. La caccia si fa come collo stendardo, cioè, venuta la notte, si pone un lume o si accende fuoco vicino al picchetto *E* e con pertiche si battono le piante del filare molto addietro della rete. Gli uccelli appollajati fuggono al rumore, passando da una pianta all'altra e finiscono per penetrare nel covone.

Tesa o muta da quaglie. — L'impianto consta di un rettangolo *E F G H* (fig. 1712) di 20 a 25 m. di lunghezza per 5 a 7 di larghezza piantato a granturco nano in filari, susseguito da un'ajuola *B E F D*, piantata di arboscelli frondosi. Il granturco arriva all'altezza di 1,80 circa, e il boschetto di fronde non deve superare 0,80; questo è contornato e coperto da una rete a maglie losanghe, e così pure per 4 m. circa il principio del rettangolo a granturco. La rete di coperta nella parete di davanti *A C* mette capo ad un covettone mantenuto teso dal picchetto *I*. In molti luoghi si usa sostituire la rete verticale con graticcio di vimini o con pareti di paglia, della quale pure si fa un tetto sul boschetto e si lascia la sola rete sopra il granturco. Un alto palo *L* con una traversa serve per appendervi i richiami.

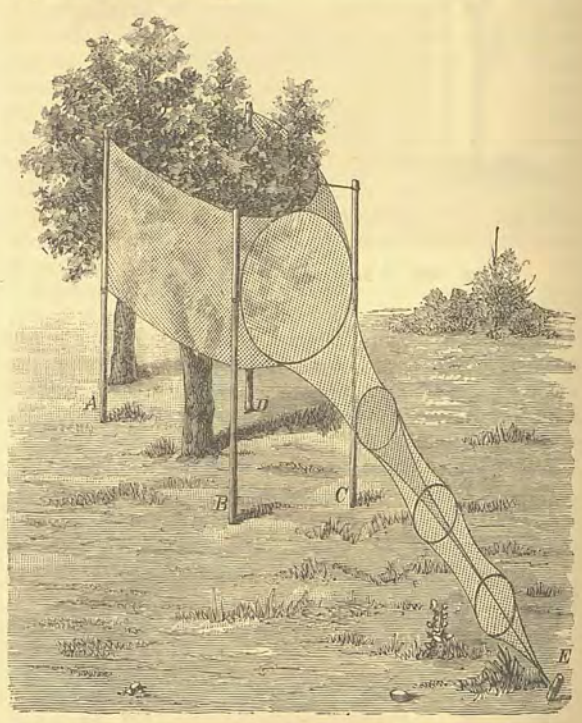


Fig. 1711. — Covettone teso all'estremo di un filare di alberi.

Tutt'intorno la campagna deve essere libera, piana e sgombra perchè la selvaggina non trovi che la tesa come luogo di fermata; solo ad una distanza di 8 a 10 m. si fa una capanna pel servizio della tesa. Verso mezzanotte si appendono le gabbie al palo *L*, le quaglie di richiamo cantano e attirano tutte le altre dei dintorni nella tesa; alla mattina al fare del giorno due cacciatori muniti di sonagliera, oppure percuotendo le piante di mais, cominciano a percorrere a zig-zag i filari di grano turco, cominciando dal lato *G H*, a lento passo proseguendo verso il covone, percorrendo e sbattendo anche il boschetto.

Le quaglie, non potendo elevarsi a volo per le piante, camminano sempre in avanti, finchè entrano nel covone. Si avrà cura che l'entrata di questo sia coperta d'erba ed esternamente con frasche e che l'entrata sul suolo non presenti verun rialzo.

La fig. 1713 presenta un'altra tesa senza covettone; si sceglie appositamente in mezzo a campagna sgombra un boschetto di vimini o si semina miglio in un'area quadrata *A C E F*, di 8 a 10 metri di lato che si contorna di una rete a tramaglio alta 1,80 tinta in verde.

Nel mezzo si alza il palo *H* colla traversa *I* pei richiami, al canto dei quali, le quaglie sparse nei dintorni

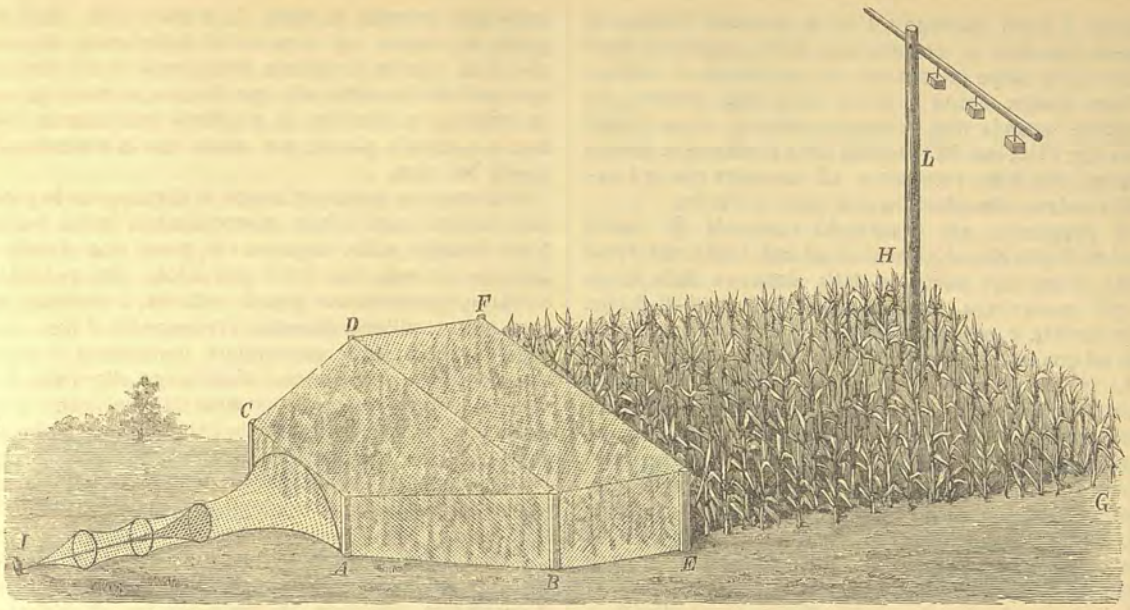


Fig. 1712. — Tesa a covettone o muta da quaglie.

accorreranno ed entreranno nella tesa. Alla mattina sul far del giorno, percorrendo il boschetto, si obbligheranno le quaglie entrate a imborsarsi nel tramaglio. Questa tesa è da alcuni chiamata *muta a paretajo.*

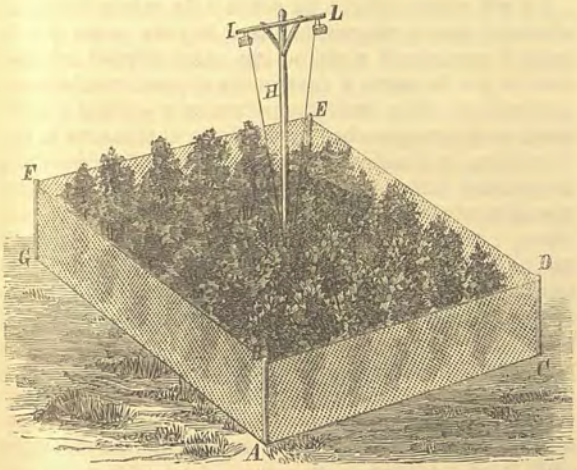


Fig. 1713. — Tesa da quaglie.

Bressanella. — È un impianto speciale per uccellare le passate e diretto principalmente alla caccia dei tordi; è così denominata dalla sua origine dalla bresciana. L'impianto consiste di un pezzo di terreno di forma rettangolare (fig. 1714) *A B C D* delle dimensioni di m. 24 a 30 di lunghezza per 7 a 8 di larghezza, all'intorno del quale per tre lati si impiantano due siepi parallele, l'una esterna *A B C D*, l'altra interna *E F G H*, fra le quali vi ha un viale *a a a*, e la seconda siepe, l'interna, è tagliata dai passaggi *c c c*. Al centro sta l'aja *b b* del giuoco.

Le siepi sono di carpini, faggi, ontani, ecc., e di tratto in tratto si erge nella siepe un albero.

Le siepi si tengono di m. 2,70 di altezza, gli alberi raggiungono circa i 5 m. e di preferenza si lasciano molto più alti quelli della siepe interna; si tengono fronzuti per modo che vengano a contatto nelle loro cime per mascherare il più possibile la rete.

Ad un estremo del terreno è piantata la capanna *L* che serve di ricovero agli uccellatori e per raccogliere

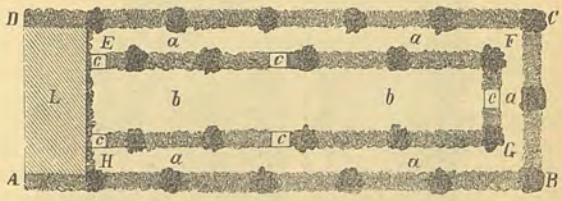


Fig. 1714. — Pianta di bressanella.

le gabbie dei richiami e gli arnesi del giuoco; essa è pure totalmente mascherata da piante rampicanti ed arboscelli.

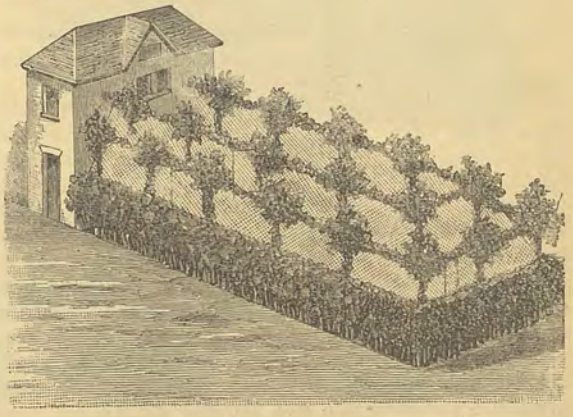


Fig. 1715. — Bressanella.

Nel settembre si predispone il giuoco, che lavora d'ordinario nel mese di ottobre, l'aja interna *b b* deve essere pulita dalle erbe di alto stelo, rovi, ecc., che la ingombrassero, per potervi collocare le gabbie dei richiami ed i zimbelli, e le siepi devono essere ben diradate,

perchè i tordi passeggieri vi si possano facilmente posare. La rete si attacca alla parte superiore degli alberi della siepe interna per la sua corda di testa, e si fissa l'altra corda al piede della siepe esterna, dimodochè prenda una posizione obliqua, come vedesi nella fig. 1715, che dà l'insieme della bressanella. Questa disposizione della rete serve ad impedire che gli uccelli evadano, alzandosi fra una siepe e l'altra.

Si preparano gli spauracchi composti di piccoli fasci di foglie che si attaccano ad una corda, che viene posta lungo l'aja partendo dalla capanna, dalla quale si può manovrare facendo saltellare i fasci di foglie. Una civetta è posta poco discosto dalla capanna e allato ad una gabbia con tordo non acciecato.

Al far del giorno si comincia la caccia; all'avvicinarsi di una truppa di tordi, gli uccellatori fan giuocare la civetta e strillare il tordo vicino e quindi cominciano a cantare i richiami; i tordi di passata vengono prima a posarsi sulla siepe e alberi esterni, indi passano nell'aja. Allora gli uccellatori alzano gli spauracchi, e gli uccelli fuggendo s'imborsano nella rete ed una prima tirata è fatta, e tolti gli uccelli presi si ricomincia.

La tesa può giuocare tutto l'autunno uccellando a tutti gli uccelli di passata.

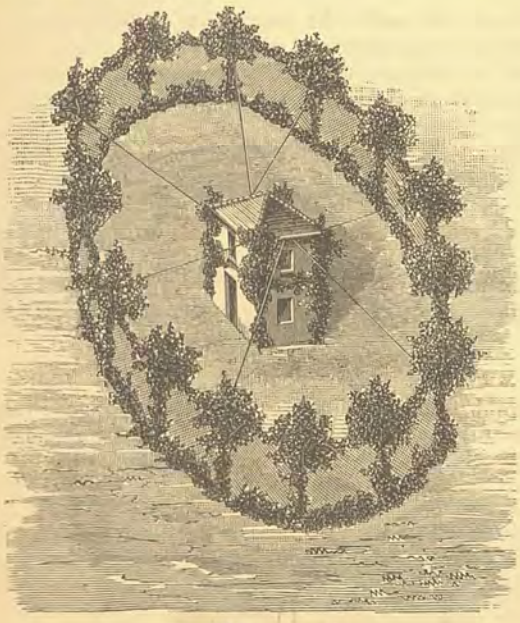


Fig. 1716. — Roccolo.

Roccolo. — È un altro impianto o tesa dalla quale si è derivata la bressanella. Può servire allo scopo un boschetto naturale o impiantato appositamente, che si fa a tramontana sulla sommità di una montagna non molto elevata o di una collina abbastanza eminente, e che sia staccata da altre per una valle o pianura, perchè i tordi in ispecie preferiscono posarsi su punti elevati, per cui, non trovando altra posizione, sono invitati a dirigersi alla tesa più che altrove.

Il boschetto deve essere di carpini o di faggi dell'altezza non oltre i m. 6 e ben fronzuti, e della periferia di circa m. 300; deve trovarsi completamente isolato e non si dovrebbero trovare altri alberi per un raggio di circa 300 m.

Ordinariamente si pianta un circolo di alberi, carpini o faggi, come mostra la fig. 1716, che si lascian crescere ben fronzuti in modo da riunirli alla cima e al piede. Al centro del circolo si fabbrica la capanna, che si fa coprire da piante rampicanti e che deve essere sufficientemente alta per dominare tutta la tesa. In autunno si tendono le pantiere nell'interno della tesa e contro le piante, per modo che la contromaglia riesca ben tesa.

Alla mattina assai per tempo si dispongono le gabbie dei richiami sugli alberi nascondendole colle fronde; poco distante dalla capanna si pone una civetta ed accanto ad essa due tordi non ciechi, che, vedendola, strillano, specialmente quando saltella. I richiami appena esposti all'aria spiegano vivacemente il loro canto e all'aurora i tordi passeggieri, mettendosi in moto, udendo i canti ed i richiami, si dirigono alla volta della tesa nella quale vengono a posarsi. Gli uccellatori allora lasciano scorrere gli spauracchi dalla capanna al disopra degli alberi e gli uccelli impauriti, fuggendo a volo basso incappano nelle reti. Gli uccellatori poi s'impossessano della preda, ritirano gli spauracchi e ricomincia il giuoco.

Lanciatoja. — Oltre le allodole, si dà la caccia a tutta la selvaggina che si incontra. Fatta notte, esce il cacciatore con una lanterna munita di riverbero triangolare che porta in una mano, e nell'altra tiene la lanciatoja e va rovistando gli alberi ed il terreno, ed appena vede un uccello a conveniente distanza, abbassa la lanciatoja e lo copre, se ne impossessa e rimettesi al giuoco.

Tessitura meccanica.

Le reti come ordigno da pesca e da caccia hanno un consumo annuo ragguardevole e si nota come per la pesca il consumo è massimo nei paesi nordici europei, mentre per la caccia è massimo nei paesi meridionali. La lentezza della tessitura a mano e questo grande consumo promossero ben presto l'idea di tentarne la fabbricazione meccanica, ma il problema si presentava abbastanza difficile per le condizioni che, i pescatori specialmente, appongono al tessuto perchè faccia buona pesca, e diciamo dei pescatori, giacchè il consumo delle reti da pesca supera di gran lunga quello delle reti da caccia. Seguendo attentamente i documenti dell'industria e del lavoro si vede che di tentativi ve ne furono assai, ma con risultati negativi, ed il primo che attrasse una speciale attenzione e che si vuole da molti sia il primo assoluto è quello dovuto all'illustre Jacquard, inventore del telajo per stoffe operate che porta il suo nome, il di cui brevetto porta la data del 13 dicembre 1805. Però Jacquard aveva avuto fin dal 1803 un premio dalla Società d'incoraggiamento di Parigi pel suo telajo da reti.

Dopo Jacquard si ha una notevole lista di brevetti e di notizie che ci dànno la storia dei tentativi fatti in Francia, in Inghilterra, ecc., e perfino in America, nei quali però si trovano commisti i telai per reticelle ornamentali e per passamanterie, e nei quali si faceva un annodamento dei fili che non rispondeva per nulla o per poco alle esigenze della pratica di caccia e di pesca. Si sono avute molte macchine che hanno dati risultati abbastanza soddisfacenti come tessitura in genere di ornamento e si arriva all'Esposizione universale di Parigi del 1867, nella quale era esposto ed in azione un telajo a mano da reti dei signori Jouannine et C.ie, il quale produceva, a detta delle relazioni, dei tessuti a rete presentanti tutte quante le condizioni per essere atti alla pesca e riconosciuti tali dagli uomini di mare svedesi, danesi, ecc.

Questo telajo, che mise rumore nell'industria, non era totalmente automatico ed era affidata all'operajo l'esecuzione di vari movimenti, dai quali dipendeva la regolarità della tessitura, lo stringimento del nodo ed altri, ciò che produceva, a seconda della diligenza, dell'attenzione e della minore o maggiore stanchezza dell'operajo nel manovrare a mano od a pedale il telajo, delle reti di poca regolarità e di poca fermezza nei nodi. Inoltre la limitata sua produzione, di poco superiore a quella a mano, spinsero i meccanici a studiare il telajo totalmente automatico ed a manovrarlo meccanicamente, lasciando che l'operajo ne fosse il solo sorvegliante.

Il primo telajo prettamente automatico ed a motore lo si deve a Bonamy, il cui brevetto porta la data del 1° aprile 1873 e nel quale si ebbe una vera rivoluzione negli organi annodatori, e nella loro posizione rispetto al tessuto, dimodochè il nodo veniva eseguito nel senso longitudinale di esso, come a mano, e non nel senso trasversale, come negli antichi telai. E questa disposizione nell'esecuzione del nodo toglieva al tessuto uno dei difetti notati nelle reti prodotte dai telai, cioè quella torsione nei lati delle maglie che impediva il completo distendimento della rete, e quella specie di rigidezza che tale torsione vi provocava, nonchè le deformazioni e la facilità di rottura che le differenti tensioni nei lati promovevano.

E sulla base di questo e su altre abbiamo quindi una limitata serie di brevetti e di notizie dall'Europa e dall'America, senza mostrarci un notevole progresso, ma solo innovazioni e modificazioni per ottenere tessuti regolarissimi, resistenti, duraturi e di buona pescata, unitamente ad una produzione rimuneratrice, e si arriva al 1885, nel qual anno abbiamo un notevole progresso ed una profonda innovazione nel modo di tessere le reti, e che ci sembra l'ultimo per ora.

I signori ing. Ch. Galland et Chaunier di Lione presero un brevetto il 21 maggio 1885, dopo averne presi altri precedentemente, per: Trasformazioni eseguite al telajo da tulle per renderlo proprio alla fabbricazione meccanica della rete da pesca e nel medesimo modo con cui è fabbricata a mano.

Il telajo presentato da questi signori è realmente perfezionato, producendo tessuti esattamente simili a quelli a mano e provvisti come questi, e che mancava nei precedenti telai, di cimose naturali ai fianchi che, a volontà, possono essere fatte con un filo più forte o con fili binati.

Il telajo lavora tutti i filati impiegati oggidì nell'industria, eseguisce maglie di dimensioni variabili, produce sulla sua larghezza una sola nappa od anche più striscie tutte munite di cimose e produce, con una velocità media, da 8 a 12 file di nodi al minuto, a seconda della materia impiegata, e può dare tessuti da 500 a 600 maglie in larghezza. È il tipo odierno di telajo a rete la cui produzione è abbastanza rimuneratrice.

Riconoscendo il progresso fatto dalla tessitura meccanica delle reti ed i soddisfacenti risultati avuti dalle reti prodotte meccanicamente, pure queste non hanno sostituito che in parte quelle a mano, e quasi quasi si può asserire che il telajo lavora, perchè la mano non riesce a coprire le richieste del mercato.

Le ragioni di tale fatto si possono riassumere in tre distinte: primo, che il telajo deve lottare contro un lavoro poco rimuneratore ed utilissimo per occupare le mogli, i figli, i vecchi delle genti di mare, e gli uomini stessi nei paesi nordici in quegli eterni inverni nei quali null'altro possono compiere; secondo, che il telajo non arriva ancora a produrre il nodo perfettamente identico a quello fatto a mano, dando nello stesso tempo la medesima direzione alle maglie, che è la condizione riconosciuta come offrente la più grande solidità colle minime deformazioni, a cui s'aggiunge la fermezza del nodo che per lo più lascia a desiderare; questioni capitali, su cui ci siamo fermati nella tessitura a mano; terzo, che il telajo non ci dà ancora le inserzioni di aumenti o di diminuzioni, per cui per avere forme speciali di reti è giocoforza confezionarle in vari pezzi, coi quali non si arriva ad ottenere le richieste forme delle reti quando sono gettate, per cui flottano male e pescano peggio.

L'industria meccanica però s'impone per i sempre crescenti bisogni della pesca ed è per ciò che essa fornisce già rilevanti quantità di reti.

Il consumo annuo di reti da pesca è assai grande e non si esagerò asserendo che quello mondiale sorpassa i 100 milioni; basta infatti per accertarsene esaminare le statistiche nelle quali la sola Francia figura per 15 milioni e per l'Italia, calcolando le barche peschereccie e la loro dote di reti, non si erra di certo se si pone il consumo annuo di reti a 6 milioni in cifra tonda, e forse aumenterebbe e con essa lo sviluppo della pesca, se alla tessitura a mano vi si associasse in maggior scala il contributo di quella meccanica, che certo sarebbe rimuneratrice.

Anche la caccia potrebbe fra noi essere servita con utilità dal telajo, perchè in essa la forma predominante è la nappa rettangolare e infatti vivono di prospera vita opifici da reti, accanto ai quali la piccola industria e il lavoro casalingo non è quasi sufficiente.

Nella rete s'impone il bisogno, e non l'arte, per cui la mano od il telajo rimane indifferente; è la produzione sola che importa, ed in Italia potrebbe tale tessitura vivere comodamente su maggior scala.

Colla tessitura meccanica si sono introdotte le reti di cotone, che hanno il vantaggio su quelle di canape del loro minor costo, della maggior leggerezza e finezza di filati, si immergono facilmente, flottano benissimo e dànno buona pesca; la loro durata è alquanto minore.

Prima di passare alla descrizione del telajo meccanico, desideriamo premettere lo studio del nodo sotto il mignolo e confrontarlo con quello del tessitore per mostrarne la loro eguaglianza e per facilitare lo studio del telajo stesso. È per ciò che nella prima parte dell'articolo abbiamo studiato largamente i due nodi.

Prendiamo la fig. 1619, la terza posizione del nodo del tessitore, rovesciamo in basso gli estremi del filo *B* e riduciamone paralleli e verticali i tratti, senza modificare i rivolgimenti del filo *A;* la nuova posizione dei fili (fig. 1717) mostra che uno solo di essi, *A*, è intrecciato e l'altro, *B*, è semplicemente accavallato al primo in *C*.

Tendendo contemporaneamente i tratti dei due fili, lasciando scorrere di poco il tratto di destra *A*, l'anello si restringe e s'innalza formandosi al disotto un'asa nella quale è accavallato il filo *B* (fig. 1718).

Considerando ora la formazione del nodo da rete sotto il mignolo, prendiamo i fili nel punto in cui si deve tirare fortemente il filo della spoletta per stringere il nodo, e vediamo (fig. 1719) che il filo fa dei rivolgimenti circolari e s'intreccia con se stesso in *D*, e nel punto *C* vi è semplicemente accavallato il filo *B*. Rovesciando in basso la curva che il filo *A* forma al di sopra di *D*, ovvero facciamo ruotare tutto intero l'anello del filo *A* intorno ad un asse orizzontale passante per *D* e posto nel piano dei tratti paralleli del filo *A*, formiamo una

nuova posizione dei fili che è eguale e simmetrica di quella data dalla fig. 1718, per cui i due nodi, quello del tessitore e quello da rete sotto il mignolo o l'anulare, sono perfettamente eguali, solo che nell'eseguirli, l'uno ha l'incrocio del filo annodante a sinistra e l'altro a destra.

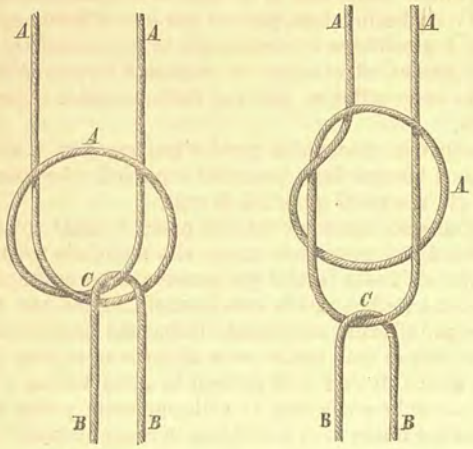


Fig. 1717. Fig. 1718.

Nodo del tessitore.

Inoltre se prendiamo il nodo del tessitore già chiuso (fig. 1622) e l'allarghiamo tirando fortemente le porzioni di fili che abbracciano a due a due i tratti uscenti, veniamo a riconoscere l'intreccio dei fili nella posizione ultima del nodo, nella quale (fig. 1720) si può determinare che uno dei fili, *B*, è semplicemente accavallato all'altro, *A*, che è incrociato in *C;* rialzando al disopra dell'incrocio C, la curva sottostante del filo *A*, ricomponiamo la fig. 1717.

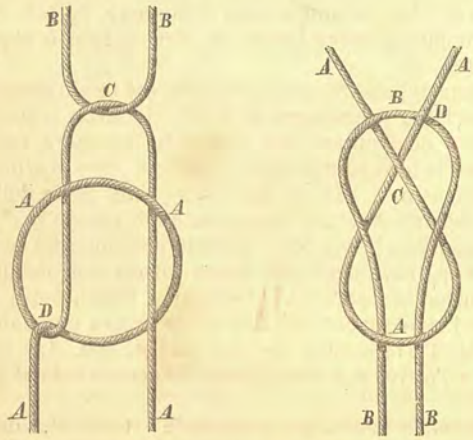


Fig. 1719. — Nodo da rete. Fig. 1720. — Nodo del tessitore.

Prendendo invece un nodo da rete sotto il mignolo o l'anulare (fig. 1637) ed eseguendo la stessa operazione di allargamento, veniamo a formare un intreccio dei fili *A* e *B* uguale al precedente ma rovesciato, cioè, l'incrocio *C*, nel nodo del tessitore (fig. 1720) si forma dal tratto di destra *A* posto sopra il tratto di sinistra, mentre nel nodo da rete è il tratto di sinistra che passa sopra il tratto di destra; di più l'accavallamento di *B* su *A* nel punto *D*, nel primo nodo, avviene a destra, mentre nel secondo avviene a sinistra.

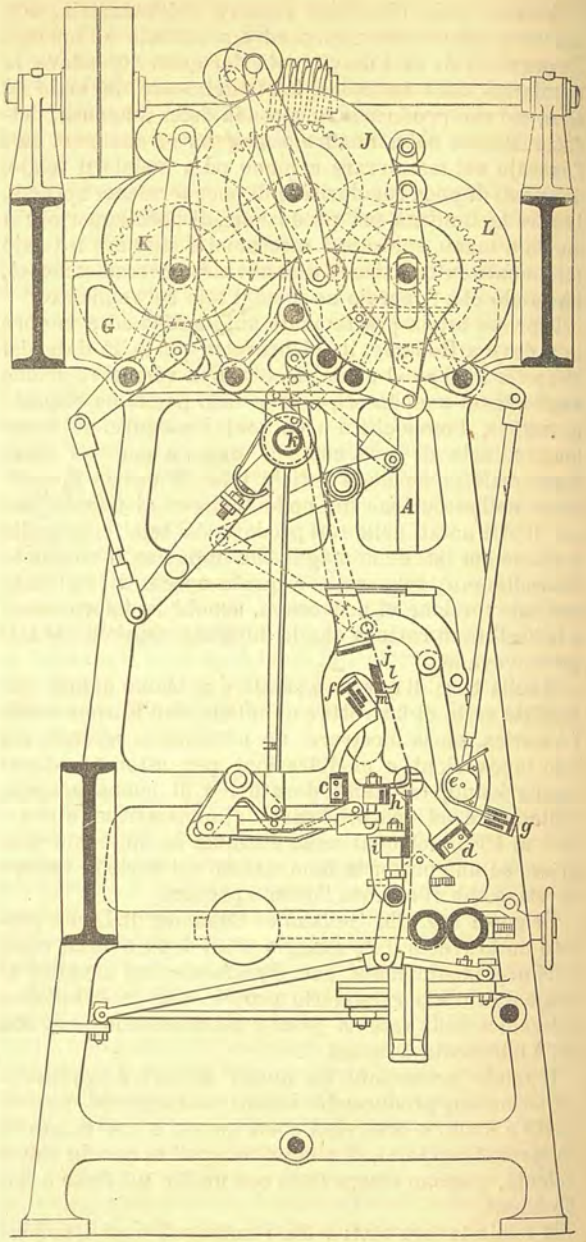


Fig. 1721. — Telajo Galland et Chaunier (sezione trasversale).

I due nodi pertanto sono perfettamente eguali ed uno dei fili è semplicemente accavallato all'altro, per cui l'intreccio che dà stabilità al nodo è formato da uno solo dei due fili, ed è questo il punto importante sul quale si basa la tessitura meccanica delle reti, giacchè il filo *B* (fig. 1717, 1718, 1719) in luogo di avere i suoi tratti paralleli, può essere steso in linea retta attraversante l'asse del filo *A*, indipendentemente dalle circonvoluzioni e intrecci dello stesso filo *A*. Per cui il problema meccanico si riduce a formare l'intreccio sul filo dato dalla fig. 1718 o quello dato dalla fig. 1719, che sono eguali e quindi inserire il filo *B* nell'asa inferiore o superiore di *A*, dandogli la forma delle mezze maglie che si vogliono tessere e quindi operare l'intreccio negli angoli di questo filo inserito per fare una nuova inserzione e così via.

Nella tessitura a mano un filo unico corre dal principio alla fine del tessuto, ma se ad ogni giro, in luogo

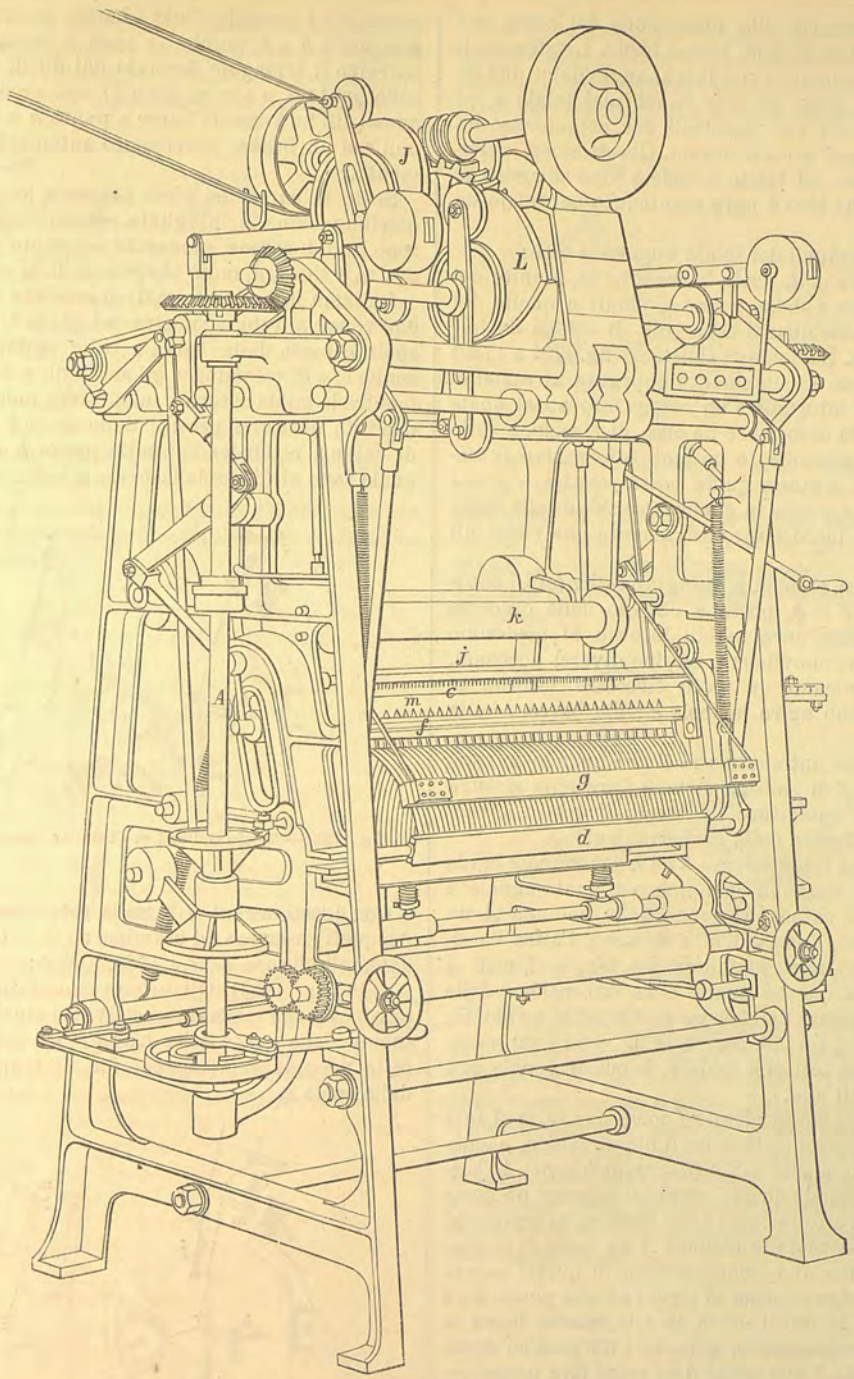


Fig. 1722. — Telajo Galland et Chaunier (insieme).

di rivoltare il tessuto per cominciare il seguente, si spezza il filo e si riattacca a sinistra, abbiamo precisamente la tessitura a due fili; così nel telajo meccanico attuale è facilitata la tessitura della rete operando su due fili, sulla catena e sulla trama, la prima è quella su cui si forma l'intreccio del nodo, la seconda è quella che si inserisce nell'intreccio.

Telajo Galland et Chaunier. — La figura 1721 rappresenta la sezione trasversale e la figura 1722 ne dà l'insieme del telajo; dalle quali risulta che l'incastellatura si compone di due fianchi verticali in ghisa rilegati fra loro da travi trasversali in ghisa e da tiranti in ferro, la cui lunghezza varia a seconda della larghezza massima della rete o del numero di maglie di cui si deve comporre la nappa da prodursi. L'insieme si presenta molto simile al telajo odierno da tulle (vedi MERLETTI E PIZZI).

Il moto è trasmesso da una cinghia all'albero motore orizzontale posto nella parte superiore, sul quale sono montate le puleggie fissa e folle di trasmissione e per mezzo di una vite senza fine, della rispettiva ruota elicoidale e di un ingranaggio cilindrico sono comandati i sei bocciuoli doppi *G*, *K*, *J*, *L*, manovranti ciascuno uno speciale organo, in modo da comunicar loro un moto

alternativo, necessario alla formazione del nodo, per mezzo di un insieme di glifi, leve e bielle. Lo stesso albero orizzontale comanda con ingranaggi conici due alberi verticali *A*, posti sui due fianchi del telajo e sui quali sono calettati vari bocciuoli per comunicare un moto di traslazione a certi organi. Questi alberi verticali esistono pure nel telajo a tulle e sono chiamati *le colonne*, nome che loro è pure mantenuto nel telajo da reti.

Gli organi principali del telajo sono sei e cioè:

1° Due barre *c*, *d*, dette barre a boltz, munite dei porta-spole, spole e della trama *e*, simili a quelle del telajo a tulle, tante quanti sono i fili di catena da impiegarsi, più uno. La barra di sinistra *c* (fig. 1721 a 1730) è totalmente fissa e solidamente collegata al castello, l'altra è mobile intorno ad un centro intorno al quale un bocciuolo le fa descrivere un arco di circolo, e dalle colonne *A* le è comunicato un moto alternativo di traslazione, perchè la stessa guida possa penetrare prima in un intervallo e poscia in quello successivo della barra a boltz fissa *c* e incroci successivamente due vicini fili di catena.

2° Due barre chiamate *spingitori-tiratori* (*pousseurs-tireurs*) *f* e *g*, poste a cavallo delle orecchie delle spole *e*, sono pure mobili intorno al medesimo centro e poste in movimento da due diversi bocciuoli, che loro comunicano un moto circolare intorno al centro; esse fanno agire le spole *e* sulle barre a boltz *c* e *d*.

Un movimento automatico fa sì che quando lo spingitore-tiratore *f* di sinistra stringe l'orecchia sinistra della spola *e*, lo spingitore-tiratore *g* di destra abbandona l'orecchia destra della medesima guida.

3° Due barre longitudinali *h* ed *i*, denominate barre a punte, aventi ciascuna un numero di punte eguale a quello dei fili di catena, ricevono dalle colonne *A* un moto alternativo, l'una dall'alto al basso, l'altra da sinistra a destra (sulla lunghezza del telajo). I nodi si stringono sopra queste punte e la dimensione delle maglie è determinata dalla distanza, variabile a volontà, delle punte *h* e *i*, ciò che permette di tessere sul medesimo telajo delle reti con maglie, la cui diagonale può variare da 8 a 50 mm.

4° Una barra longitudinale *j* porta una serie di tubi destinati a guidare e distribuire il filo di catena, e chiamata perciò barra guida-filo (*barre-guide-fil*). Il bocciuolo *J* che comanda questa barra le imprime un moto alternativo dall'alto in basso e dal basso all'alto; e nello stesso tempo riceve dalle colonne *A* un moto di traslazione. In seguito alla combinazione di questi movimenti essa avvolge attorno ai piedi *l* ed alle punte *h* o *i* i fili di catena. In fin di corsa, in alto, questa barra si rovescia automaticamente, affinchè i fili passino direttamente dal rullo *k* alle punte *h* o *i* senza fare piegature nel passaggio dei tubi *j*.

5° Un subbio *k*, diligentemente ordito, porta i fili di catena e riceve dal bocciuolo *K* un movimento oscillatorio attorno all'asse *u* (fig. 1721), in modo da lasciar libera quella quantità di filo occorrente alla formazione della maglia. Questo moto di rotazione finisce con un brusco ritorno dal basso all'alto, quando la maglia è formata, per stringerne il nodo.

6° Una barra *l* porta dei risalti in forma di piedi rilevati, tanti quanti sono i fili di catena, e tagliati in modo che i tubi *j* li possano facilmente accerchiare; essa riceve dal bocciuolo *L* un moto alternativo verticale. I piedi *l* sono destinati ad allontanare abbastanza fra loro i tratti del filo di catena che li rilegano alle punte *h* o *i* (quando i tubi *j* hanno accerchiato i piedi *l* e le punte *h* o *i*) perchè le spole *e* possano passare attraverso il triangolo formato dai fili di catena avvolti sulle punte *h* o *i* e ai piedi *l*; essi accompagnano poi questi fili fin verso le barre a punte *h* e *i*, abbandonandoli con un brusco movimento automatico di rovesciamento.

Sotto la barra dei piedi *l* striscia longitudinalmente una lunga lama *m*, intagliata a denti a sega, tanti quanti sono i fili di catena, moventisi con moto alternativo da destra a sinistra, moto che riceve dalle colonne.

La lama *m* ha lo scopo di mantenere i fili di catena, che vanno ai tubi, a sinistra del piede *l*, mentre che la spola *e* passa dalla barra a boltz mobile *d* alla barra simile *c*, e di ricondurre gli stessi fili a destra del piede mentre la guida ritorna sulla barra mobile *d*, in modo che i fili di trama uscenti dalle spole *e* incrocino i fili di catena, conducendoli sulle punte *h* o *i*, quando le guide sono al fondo della barra a boltz mobile *d*.

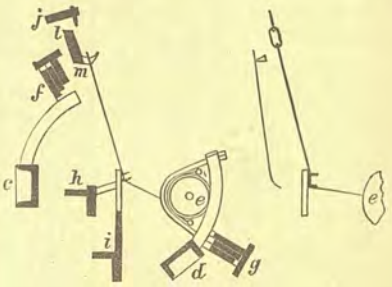


Fig. 1723. — Telajo Galland et Chaunier (prima fase del nodo).

Con questi organi si tesse la rete formandovi i nodi, pei quali passiamo ad esaminarne le otto fasi che sono date dalle figure 1723 a 1730, e cioè:

1ª (fig. 1723). Gli organi annodatori occupano la loro posizione iniziale rispettiva; il filo di catena è trattenuto dalla punta della barra *i* per mezzo di un nodo fatto precedentemente col filo di trama proveniente dalla spola *e*.

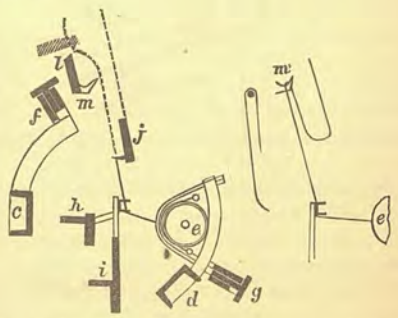


Fig. 1724. — Telajo Galland et Chaunier (seconda fase del nodo).

2ª (fig. 1724). Il filo di catena passa ad avvolgere il piede *l*. Perciò il guida-filo *j*, raddrizzandosi completamente, compie un moto di traslazione nel senso della lunghezza del telajo ed eguale alla larghezza del piede *l*, poi discende dall'altra parte dello stesso piede, essendo la distanza fra i piedi sufficiente per lasciar passare i tubi del guida-filo *j*.

3ª (fig. 1725). Il guida-filo continua nel suo moto di discesa fino a livello delle punte della barra a punte *h*,

dietro le quali ha fatto passare la catena, indi risale facendo passare lo stesso filo a sinistra del piede *l* e poscia si rovescia. Mentre risale, la barra a boltz mobile *d* gira attorno al suo centro innalzandosi; lo spingitore-tira-

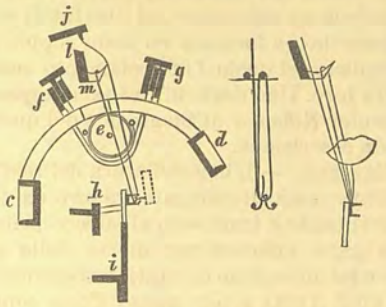


Fig. 1725. — Telajo Galland et Chaunier (terza fase del nodo).

tore di destra *g* conduce la spola *e* finchè l'orecchia sinistra di questa è venuta a contatto collo spingitore-tiratore di sinistra *f*.

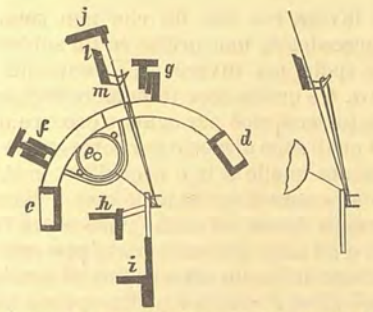


Fig. 1726. — Telajo Galland et Chaunier (quarta fase del nodo).

4ª (fig. 1726). Lo spingitore-tiratore *f* di sinistra trascina la spola *e* fino al fondo della barra a boltz fissa *c*, ove giunta, la lama *m* a denti a sega, che fin qui ha trattenuto i fili di catena andanti ai tubi *j* a sinistra dei piedi *l*, con un rapido movimento di traslazione da sinistra a destra conduce quei fili a destra dei piedi *l*.

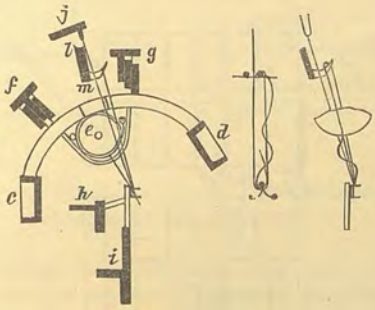


Fig. 1727. — Telajo Galland et Chaunier (quinta fase del nodo).

5ª (fig. 1727). Lo spingitore-tiratore di sinistra *f* fa ritornare la spola *e* finchè l'orecchia destra di questa sia a contatto collo spingitore-tiratore di destra *g*. Si noti nella figura che la spola *e* nell'andare dalla barra a boltz mobile a quella fissa, è passata dietro il filo di catena che va al tubo *j*, e nel ritornare dalla barra a boltz fissa a quella mobile, passa davanti allo stesso filo, per cui si ottiene l'incrociamento dei fili di catena con quelli di trama.

6ª (fig. 1728). Lo spingitore-tiratore di destra *g* trascina allora la spola *e* sulla barra a boltz mobile *d*, mentre questa discende completamente, conducendo i fili di trama sulle punte *h*; nello stesso tempo, i piedi *l*

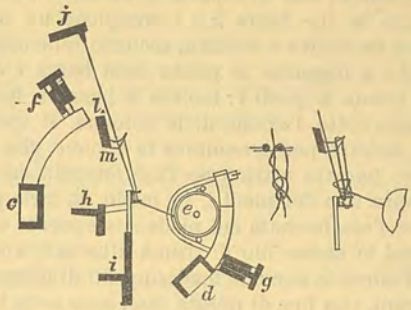


Fig. 1728. — Telajo Galland et Chaunier (sesta fase del nodo).

discendono per accompagnare l'asa formatasi sul filo di catena e portarla fin verso la punte *h*, mentre il subbio *k* (fig. 1721 e 1722) riprende, innalzandosi, la quantità di filo rimasta libera in seguito al movimento del piede *l*.

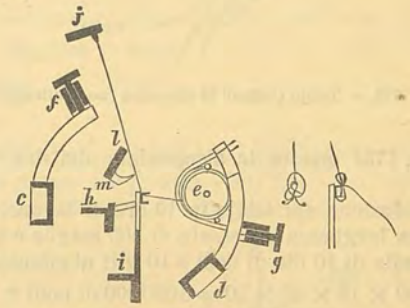


Fig. 1729. — Telajo Galland et Chaunier (settima fase del nodo).

7ª (fig. 1729). La barra dei piedi *l*, terminata la sua discesa, si rovescia automaticamente e abbandona sulle punte *h* l'asa dei fili di catena portata dai piedi *l*; nello stesso tempo, il subbio *k* continua ad innalzarsi e finisce il suo moto con una brusca tirata dal basso all'alto e si stringono i nodi; per facilitare lo stringimento, lo spingitore-tiratore di destra *g* innalza di alquanto la spola *e* per lasciar libera una piccola quantità di trama, la quale è presa e torta dal filo di catena violentemente teso dal subbio *k*.

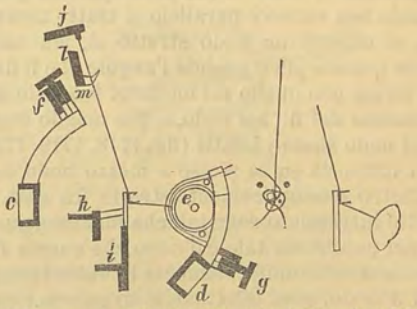


Fig. 1730. — Telajo Galland et Chaunier (ottava fase del nodo).

8ª (fig. 1730). La barra dei piedi *l* risale raddrizzandosi e riprende la sua posizione primitiva, nel mentre che lo spingitore-tiratore di destra *g* riconduce le spole *e* nella loro posizione più bassa. Il nodo essendo

formato sopra le punte della barra *h*, questa si ritira di una lunghezza eguale alla dimensione della maglia che si vuol ottenere. La barra *i* si abbassa per disimpegnare i nodi che si trovano sulle sue punte e ritorna a prendere la posizione che occupava la barra *h*. Nel medesimo tempo le due barre *h* e *i* compiono un moto di traslazione da destra a sinistra, eccitato dalle colonne *A* e destinato a disporre le punte della barra *i* direttamente di fronte ai piedi *l*; inoltre la barra a boltz mobile *d*, pure sotto l'azione delle colonne, si sposta da destra a sinistra per presentare le spole *e*, che questa volta sono passate attraverso l'asa formata dal filo di catena sopra uno dei piedi *l*, in modo da farle passare attraverso l'asa formata sul piede susseguente e ad annodare così lo stesso filo di trama alternativamente e consecutivamente con due medesimi fili di catena.

Gli organi, alla fine di questa fase, sono nella loro posizione iniziale, cioè in quella del principio della prima fase e quindi il telajo si trova pronto a ricominciare una nuova operazione di annodamento, continuandosi la tessitura della rete.

Fig. 1731. — Telajo Galland et Chaunier (nodo allargato).

La fig. 1731 mostra la disposizione dei due fili nel nodo.

La produzione del telajo in 10 ore di lavoro, supponendo una larghezza di tessuto di 500 maglie e una velocità media di 10 file di nodi o 10 giri al minuto è di

$$500 \times 10 \times 60 \times 10 = 3\,000\,000 \text{ di nodi} =$$
$$= 1\,500\,000 \text{ maglie complete.}$$

Al qual numero è bene detrarne un terzo per le fermate per rotture di fili od altro e quindi la produzione effettiva può ritenersi di

$$2\,000\,000 \text{ di nodi} = 1\,000\,000 \text{ di maglie.}$$

Un appunto si fa al nodo delle reti tessute meccanicamente, cioè, la fermezza dei nodi non è perfetta e con facilità diventano scorrevoli, e forma per ciò un difetto abbastanza grave, del quale non sono esenti le reti tessute a mano con poca attenzione. Ciò non è questione di telajo, ma della posizione dei fili nel momento in cui stringesi il nodo, infatti nella tessitura a mano, se non si pone attenzione a tirare il filo della spoletta per stringere il nodo ben vicino e parallelo al tratto montato sul modano, si otterrà un nodo stretto sì, ma tanto più scorrevole quanto più è grande l'angolo che il filo della spoletta forma con quello sul modano. E questo dipende dalla posizione dei fili nel nodo, o, per meglio dire, dalla forma del nodo stesso; infatti (fig. 1718, 1719, 1731) uno dei fili si intreccia su se stesso a mezzo nodo comune, mentre l'altro è semplicemente stretto fra esso, però i giri del filo intrecciato sono tali che mantengono fermo il nodo, ma perchè sia tale è d'uopo che questo filo annodante sia stretto uniformemente in tutte le sue parti formanti il nodo, cosa effettuabile tirandone i capi parallelamente, come avviene nel chiudere il nodo da tessitore. Ma se invece i capi sono tirati obliquamente, essi spostano i giri del filo e li tengono allentati, per cui il nodo si trova stretto nel solo punto d'incrocio. Lo stesso fatto avviene sensibilissimo se si tessono delle maglie con della cordicella molto torta. Lo scorrimento dei nodi porta deformazioni nelle maglie, i cui lati, diventando disuguali, si spezzano i più corti, ed è anche questa una causa che mantiene predominante la tessitura a mano su quella meccanica.

Oggidì lo studio dei meccanici è rivolto ad ottenere un nodo che non sia scorrevole, ed i tentativi sono molti e si rivolgono tutti a formare un nodo doppio in luogo di uno semplice, nel quale l'incrociamento sussista nei due fili e fra loro. Uno degli ultimi telai apparsi è dovuto a Samnler Roberto di Siegmar e del quale diamo una succinta descrizione.

Telajo Samnler. — L'incastellatura del telajo consta di due fiancate verticali collegate fra loro da tiranti in ferro. Il movimento è trasmesso all'albero principale *A* posto nella parte inferiore per mezzo delle puleggie, fissa e folle e sul quale sono montati tre bocciuoli *C*, *C'*, *D* (fig. 1732, 1733, 1734), e per mezzo d'una coppia d'ingranaggi conici trasmette il moto ad un albero verticale *B*, colonna, sul quale sono montati due bocciuoli *E*, *F*, e con una coppia d'ingranaggi conici trasmette il moto all'albero orizzontale *G* posto nella parte superiore del telajo, sul quale sono montati quattro bocciuoli *H*, *H'*, *L*, *L'*.

Il telajo lavora con due fili che non sono disposti, come nel precedente, uno ordito su un subbio, e l'altro posto nelle spole, ma invece sono contenuti ambedue nelle spole *a*, *b* e queste sono in numero doppio di quello dei nodi da tessersi, cioè per ognuno occorre una coppia di spole, le quali sono disposte nei porta-spole *c*, *d*, *c'*, *d'*, e precisamente quelle *a* in *c* e quelle *b* in *d*. I porta-spole possono essere disposti nello stesso piano orizzontale, come nelle figure, od anche l'uno sopra l'altro, due sul davanti e gli altri due sulla parte posteriore del telajo e ricevono un moto alternativo di traslazione da due bocciuoli *E* ed *F*; sotto i porta-spole e nella parte mediana di ciascun scomparto sono posti dei piccoli dischi *e*, la cui guancia affiora sul piano interno degli scomparti da apposite scanalature e servono alla gettata delle spole. I dischi *e* sono montati sopra gli alberi e_1 che ricevono un moto alternativo circolare per mezzo degli ingranaggi *g'* ed *f'* imboccanti coi settori *g* ed *f*, i quali sono mossi dall'albero principale *A* coi bocciuoli *c* e *c'*. I dischi *e* seguono gli spostamenti dei porta-spole permettendolo il diametro dell'alberino *e'*.

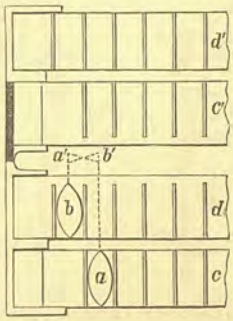


Fig. 1732. — Telajo Samnler (sezione orizzontale).

Le barre a punte *h* ed *i* sono poste l'una sopra l'altra e ricevono un moto alternativo rettilineo e verticale dai bocciuoli *H* ed *H'* per mezzo del sistema di leve *lmno*; queste barre nella loro salita e discesa sono spostate longitudinalmente ed in senso inverso l'una all'altra dai piani inclinati *v* e *v'*.

Il pettine *q* messo in moto dal bocciuolo *L* per mezzo della leva *rr'*, guida i fili nell'annodamento.

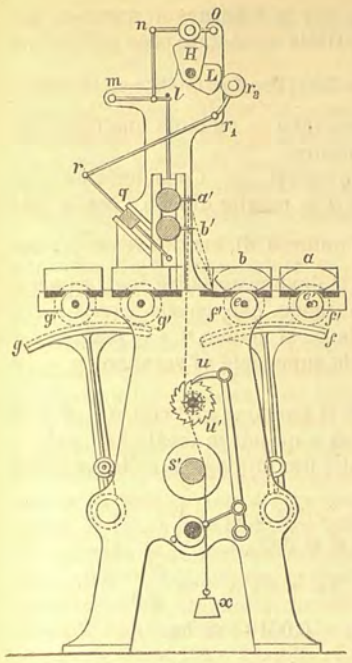


Fig. 1733. — Sezione trasversale.

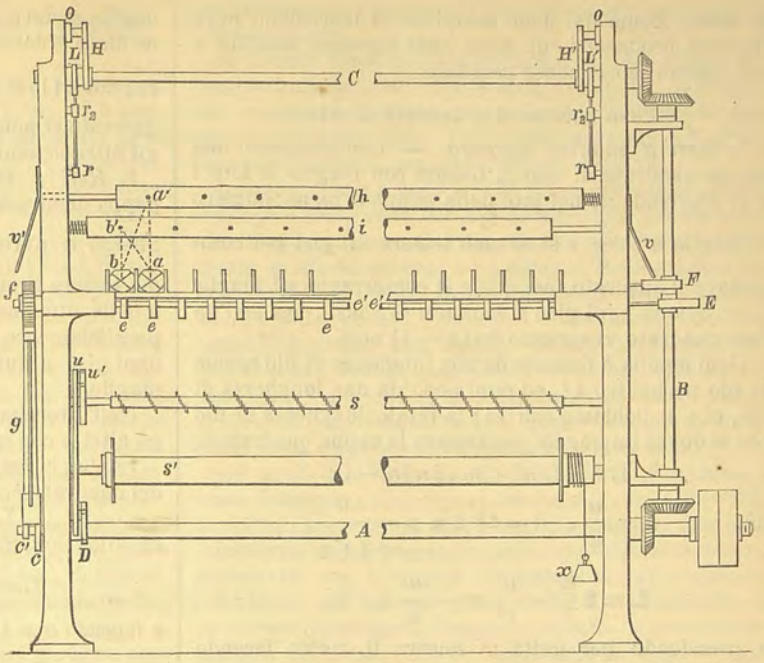


Fig. 1734. — Fronte.

Telajo Samnler (fig. 1733 e 1734).

Il subbio s è il tenditore del tessuto ed è posto in moto intermittentemente dal bocciuolo D per mezzo dell'arpionismo $u\,u'$.

Il subbio s' arrotola il tessuto che gli fornisce il tenditore ed è mosso per la caduta del peso x attaccato alla corda y che s'avvolge al perno.

La formazione del nodo si compie in diverse fasi che descriveremo:

1ª (fig. 1735). Supponendo il tessuto incominciato, le spole si trovano nei relativi porta-spole anteriori

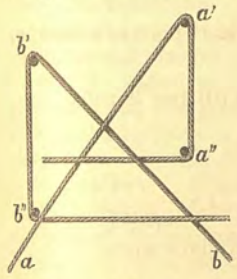


Fig. 1735. — 1ª fase del nodo.

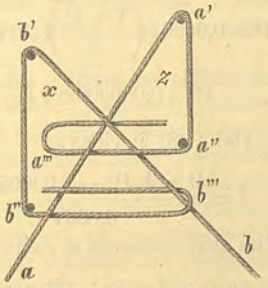


Fig. 1736. — 2ª fase del nodo.

Telajo Samnler (fig. 1735 e 1736).

e considerandone una coppia a e b, come mostrano le figure, i loro fili partenti dal tessuto sono accavallati alle punte a' e b' delle barre a punte, le quali s'innalzano per l'azione del bocciuolo H e si spostano longitudinalmente pei piani v e v' ed i fili $a\,a'$, $b\,b'$ si incrociano nel senso della lunghezza del telajo.

2ª I pettini o guida-fili q si abbassano (fig. 1736) e i porta-spole si traslano, ed i pettini mantengono verticali i tratti dei fili $a^1 a^2$ e $b^1 b^2$ ed orizzontali i tratti $a^2 a^3$ e $b^2 b^3$.

3ª (fig. 1737). I porta-spole rimangono nella loro posizione nuova e le spole sono lanciate da quelli anteriori nei posteriori passando attraverso ai triangoli k e z e formando i tratti $a^3 a^4$ e $b^3 b^4$.

4ª Si rialzano i pettini, si abbassano le barre a punte ed agisce l'arpionismo sul tenditore, le punte abbandonano i fili, si spostano i porta-spole posteriori,

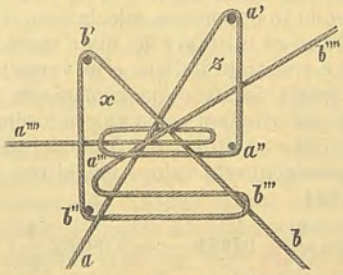


Fig. 1737. — Telajo Samnler (3ª fase del nodo).

le spole sono gettate in quelli anteriori e le barre a punte afferrandone i fili si rialzano e tendono gli estremi dei fili a^4 e b^4 e quindi unitamente al tenditore stringono fortemente il nodo.

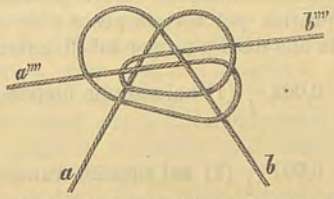


Fig. 1738. — Telajo Samnler (nodo allargato).

5ª I porta-spole anteriori si traslano, le barre a punta sono arrivate alla loro posizione più alta e tutti gli organi sono nella posizione iniziale della prima fase, pronti a ricominciare la loro operazione di un nuovo nodo.

Anche questo telajo ricorda alquanto il telajo a tulle ed il suo nodo, come mostra la figura 1738, è doppiamente incrociato, cioè i due fili oltre ad incrociarsi su

se stessi, come nel nodo semplice, si incrociano pure fra loro, producendo un nodo della massima stabilità e con nessun scorrimento possibile.

Peso teorico dei tessuti a rete.

1. *Reti a maglia losanga.* — Consideriamo una nappa quadrata di lato a, tessuta con maglie di lato l e di diagonale d; nel lato della nappa si ha un numero di maglie $n = \frac{a}{d}$ e si devono tessere $2n$ giri per completare il quadrato, nel quale si conterranno n^2 maglie e siccome in ogni giro si hanno $n - 1$ nodi, così nell'intero quadrato vi saranno $2n(n-1)$ nodi.

Ogni maglia è formata da una lunghezza di filo eguale al suo perimetro $4l$, ed ogni nodo da una lunghezza di filo, che indichiamo con m; la totale lunghezza di filo che si dovrà impiegare per tessere la nappa quadrata è:

$$L = 4l \,.\, n^2 + m \,.\, 2n(n-1)$$

ma $$n = \frac{a}{d}, \quad d = l\sqrt{2} \text{ e } n = \frac{a}{l\sqrt{2}},$$

$$L = 2\frac{a^2}{l} + \frac{a^2}{l^2}m - \frac{a}{l}m\sqrt{2},$$

e prendendo per unità di misura il metro facendo $a = 1$ m. si ha:

$$L = \frac{2}{l} + \frac{m}{l^2} - \frac{m\sqrt{2}}{l}.$$

La lunghezza m dipende dal titolo del filato, dalla forma del nodo e dalla sua chiusura, ma ritenendo il nodo sotto il mignolo e chiuso a sufficienza perchè non scorra, m dipenderà solo dal titolo; ed esaminando dei tessuti e facendo le opportune calcolazioni, si trova che il rapporto fra m ed il titolo t del filato varia colla fibra tessile di cui è costituito il filato e le variazioni per le varie fibre tessili oscillano prossimamente intorno a 0,0019, che si può ritenere come valore medio del rapporto e quindi $m = 0{,}0019\,t$, nel titolo del sistema metrico. Sostituendo questo valore nell'ultima formola e riducendo si ha:

$$L = \frac{2}{l} + 0{,}0019\frac{t}{l^2} - 0{,}00268\frac{t}{l}.$$

Il peso del filato di lunghezza L in funzione del titolo è $P = 0{,}001\,t\,L$ e quindi sostituendo il valore di L e riducendo si ha:

$$P = 0{,}002\frac{t}{l} + 0{,}0000019\frac{t^2}{l^2} - 0{,}00000268\frac{t^2}{l},$$

i due ultimi termini dànno un valore piccolissimo, trascurabile in pratica per reti da pesca e da caccia, per cui la formola che dà il peso per m² diventa:

$$P = 0{,}002\frac{t}{l} \text{ (1) nel sistema metrico,}$$

dalla quale:

$$P = 0{,}001\frac{t}{l} \text{ (2) nel sistema francese,}$$

$$P = 0{,}000846\frac{t}{l} \text{ (3) nel sistema inglese pel cotone,}$$

$$P = 0{,}000302\frac{t}{l} \text{ (4) nel sistema inglese pel lino e canapa,}$$

$$P = 0{,}00000011\frac{t}{l} \text{ (5) per la seta.}$$

Da queste formole è facile ricavare quale titolo di filato si deve adottare per tessere una rete con una determinata maglia ed un dato peso per m², come, quale maglia si deve adottare per la tessitura di una rete con un filato di determinato titolo e con dato peso per m², per es., dalla (1) si ha: $t = 500\,l\,P$ e $l = 0{,}002\frac{P}{l}$, ed analogamente si potranno ricavare le formole analoghe per gli altri sistemi di titolatura.

2. *Reti a maglia quadra.* — Consideriamo una nappa quadrata di lato a in maglie di lato l, nella lunghezza a avremo un numero di maglie $n = \frac{a}{l}$, ma nel tessere il quadrato si devono eseguire degli aumenti o delle diminuzioni, in modo che, considerando i giri parallelamente ad un lato, si hanno $n + 1$ maglie per ogni giro e quindi nella superficie vi saranno $(n+1)^2$ maglie.

Nell'intera superficie si hanno n giri con $n + 1$ nodi ed altri n con $n - 1$ nodi e quindi in totale $2n^2$ nodi.

La lunghezza totale del filo impiegata nella tessitura del quadrato è:

$$L = 4l(n+1)^2 + m \,.\, 2n^2;$$

sostituendo il valore di n si ha:

$$L = 4\frac{a^2}{l} + 8a + 4l + 2m\frac{a^2}{l^2},$$

e facendo $a = 1$ m e $m = 0{,}0019\,t$ si ha:

$$L = \frac{4}{l} + 4l + 0{,}0038\frac{t}{l} + 8,$$

ed il peso del filo L è:

$$P = 0{,}001\,t\left\{\frac{4}{l} + 4l + 0{,}0038\frac{t}{l} + 8\right\},$$

ed eseguendo le operazioni e trascurando i due ultimi termini pei loro piccolissimi valori si ha:

$$P = 0{,}004\,t\left(\frac{1+l^2}{l}\right) \text{ (6) nel sistema metrico,}$$

$$P = 0{,}002\,t\left(\frac{1+l^2}{l}\right) \text{ (7) nel sistema francese,}$$

$$P = 0{,}00169\,t\left(\frac{1+l^2}{l}\right) \text{ (8) nel sist. inglese pel cotone,}$$

$$P = 0{,}0006\,t\left(\frac{1+l^2}{l}\right) \text{ (9) nel sist. ingl. pel lino e canapa,}$$

$$P = 0{,}00000022\,t\left(\frac{1+l^2}{l}\right) \text{ (10) per la seta.}$$

Dalla (8) si ricava:

$$l = \frac{P + \sqrt{P^2 - 0{,}000064\,t^2}}{0{,}008\,t} \quad \text{e} \quad t = \frac{Pl}{0{,}004\,(1+l^2)}$$

che analogamente si ricaverebbero dalle altre.

BIBLIOGRAFIA.

X....., *Manuel du chasseur*, Paris 1825. — Conrad, *Manuel de l'oiseleur*, Paris 1867. — Crippa, *Trattato della caccia*, Torino 1871. — Bojard-De-Mersan, Robert et Vasserot, *Manuel du chasseur*, Paris 1879. — Azzi, Cormon e Manni, *Manuale del cacciatore italiano*, Milano 1892. — X....., *Manuale dell'uccellatore*, Milano 1883. — Walton, *Le parfait pêcheur à ligne*. — Pesson, *Le pêcheur, ou traité général de toutes les pêches d'eau douce et de mer*, Paris 1864. — Lambert, *Pêcheur praticien*, Paris 1880. — De Folin, *La chasse et la pêche*, Paris 1893. — C. Locard, *La pêche*, Paris 1893. — L. Vannetelle, *Filets de pêche*, Paris 1893. — X....., *Manuale del pescatore*, Milano 1893. — Conteulx et de Canteleau, *La vènerie en France*, Paris 1894. — Georgens, *Das Durchziehen und Knüpfen in Filet*, Lipsia 1894.

Ing. ENRICO FONTANA.

RICAMI. — Francese *Broderie;* tedesco *Stickerei;* inglese *Embroidery.*

Il più antico pezzo di stoffa ricamata è conservato nel Museo di arti decorative a Parigi, ed è una striscia ricamata che appartenne ad una mummia egiziana delle tombe di Saqqarah, ed è dato di fatto che l'Egitto, patria e culla della tessitura, ha effettivamente coltivato l'arte del ricamo e ciò ad avvalorare le notizie trasmesseci da Plinio, che ne attribuisce l'invenzione alla Frigia. Babilonesi, Persiani, Frigii, Fenici conoscevano quest'arte e certo, come popoli amanti del lusso e del bello, cercarono ornare le loro vesti e stoffe con decorazioni e produssero il ricamo. Nell'intero Oriente erano famosi i Babilonesi per le loro vesti e coltri ricamate ed i Persiani pei loro tappeti, ma Babilonia ci è data dagli storici come il genio della tessitura e la Frigia come quello del ricamo, cosicchè godeva un altissima riputazione l'*ago frigio*, e la tradizione non manca tuttora a dimostrare con quanto amore fu coltivata l'arte; oggidì ancora sulle coste e nell'interno della Frigia le donne abbelliscono le loro camicie, pezzuole ed altra biancheria, tappeti, coltri, ecc., di ricami a vistosi colori in motivi geometrici garbatamente intrecciati con fogliami e fiori.

Omero, Teocrito e Virgilio ci dànno con certezza che la Grecia coltivò il ricamo comunicatogli dai Fenici, popolo puramente dedito al commercio e al traffico, ed i Greci chiamarono *varieggiati* i lavori di ricamo e *varieggiatori* i ricamatori ad ago e per distinguere le stoffe ricamate dalle tessute, si dissero quelle stoffe o vesti varieggiate a punti d'ago.

Gli Etruschi coltivarono con amore l'arte del ricamare, e ne fanno fede Diodoro Siculo (60 a. C.) e Dionigi d'Alicarnasso (29 a. C.) raccontando dei letti con stoffe fiorite e della tunica e mantello regalati a Tarquinio l'Antico che erano simili, per i fregi d'oro e a colori, a quelli dei re di Persia e di Lidia.

Roma si ebbe l'arte, probabilmente dagli Etruschi, più che direttamente dalla Frigia, sebbene il ricamo fosse chiamato *opus phrygium* e *phrygiones* i ricamatori, che però ebbero anche il nome di *plumarii* per la forma dei disegni.

Tutti i popoli antichi e così i Romani connettevano il ricamo alla tessitura e si avevano i *plumarii textores* che varieggiavano il tessuto coll'ago durante la tessitura, e si avevano i *linteores* che erano i semplici e veri tessitori. E Roma usò e abusò largamente del ricamo e di stoffe ricamate specialmente sotto l'impero sia colle stoffe persiane e babilonesi, sia con quelle che produceva l'arte eletta romana. Bisanzio che raccoglie l'eredità di Roma tramontata, crea l'arte bizantina o arte cristiana, tutta propria per la grandiosità, magnificenza della sua decorazione artistica, nella quale primeggia con altre il ricamo, e Bisanzio sotto l'influenza del vicino oriente supera Roma pel lusso e la suntuosità.

L'arte bizantina si sviluppa e si spande ovunque ed in principal modo in Italia, ove ne era scomparso qualunque indizio e fino a Carlomagno tutte quante le arti anche le più suntuose sono al servizio dei culti e su tutto impera Bisanzio, chè di là proviene ogni cosa, l'occidente è prettamente e interamente tributario dell'oriente. Bisanzio è maestra in tutto anche nell'arte del tessere e ricamare.

Ma l'arte, qualunque sia, vuole la pace e la quiete per la sua vita e pel suo sviluppo; la lotta cogli Iconoclasti in Oriente la disturba, e già Roma era risorta e quivi accorrono gli artisti a coltivare le arti loro e fra essi i tessitori e ricamatori; l'arte però non scompare e dura alla lotta.

Si discute assai in oggi sull'esistenza dei ricami bizantini anteriori all'VIII secolo, e si pone in dubbio che i campioni di stoffe ricamate del VII secolo conservati nel Museo degli Arazzi a Firenze siano di quell'epoca e bizantini, ma siano invece orientali.

In Italia prima e dopo il 1000 l'arte bizantina e greca si dilaga e trova sede ben adatta e propria nei conventi ove si concentra e si sviluppa, rifiorendo artisticamente a gloria nostra, ed i chiostri cassinesi italiani primeggiano e hanno gloria duratura ancora oggi; e va ricordato l'abate Desiderio di Montecassino, poi papa Vittore III, che facendo venire d'Oriente i più celebri artisti orefici, musaicisti, miniatori, pittori, ricamatori, fra il 1057 e il 1087, dà all'ambiente nostro la civilizzazione bizantina ed il nostro Medio evo artistico, di cui tutti ora ci gloriamo e ammiriamo.

Gli Arabi che tanto periti in quest'arte riuscirono e tanto l'amarono, che oltre al decorare di ricami le vesti, le coltri, i tappeti, ne adornarono le scarpe, i foderi di scimitarra, le gualdrappe, le bardature degli animali, ecc., ebbero tal uso o meglio l'abuso sotto gli Ommiadi e Abassidi, che sotto ai primi Califfi e a Maometto la povertà li circondava. Presero a curare la decorazione dei loro indumenti col loro espandersi in Oriente apprendendo la sontuosità dai popoli conquistati e curarono l'arte assiduamente e intelligentemente, e alla loro irruzione in Europa avevano già fatto grandi passi nell'arte e ce lo mostrano i risplendenti palazzi di Damasco, di Bagdad, di Granata ed il ricamo pure era a quei tempi nel suo massimo sviluppo e ce lo fanno divedere gli splendidi manti regali ed i celebri velluti ricamati che i Califfi ed i Sultani mandarono alla Mecca per ricoprire le pareti della sacra *Kaaba*.

Sono essi che ci hanno trasmesso la parola ricamare colla loro voce *rakama*, che la diedero agli ebrei col *rokem*, alla Spagna col *recamar*, e forse la parola francese *broder* e l'inglese *embroider* si vuole derivi dall'araba *bordaton* che è l'orlo della veste che gli arabi ricamavano. Notiamo però che nella *Genesi* e nell'*Esodo* abbiamo la parola *rokem* che non sembra voglia precisare il ricamo ma uno speciale tessuto.

L'Italia possiede il più splendido saggio che esista di ricami dell'XI secolo, ed è la dalmatica imperiale facente parte del tesoro di San Pietro in Roma, ed è lavoro di carattere bizantino eseguito in Roma stessa forse da artisti venuti da Oriente. La sua origine è determinata dalle iscrizioni greche di cui è ornata e la tradizione vuole che sia stata indossata da Carlomagno nell'800 per la sua incoronazione, fatto però molto discusso, giacchè si vuole sia lavoro dell'XI secolo e da alcuni del XII. Qualunque però la discussione, sta il fatto che il lavoro è stato eseguito intorno al 1000 e che è il saggio migliore che esista.

Il Medio evo fu il grande sviluppatore del ricamo come ce lo dimostrano i documenti ed i tesori ricchissimi delle chiese.

Gl'inventari della Santa Sede e specialmente quello ordinato da papa Bonifacio VIII nel 1295 dànno una lunga nota di ricami italiani e forastieri e orientali del XIII secolo. Il tesoro di San Francesco d'Assisi nell'inventario del 1320 descrive una grande quantità d'indumenti sfarzosamente ricamati.

A Firenze si ha che la Corporazione dei mercanti nel 1367 fece eseguire dal ricamatore Cambio una splendida storia di San Giovanni, e nel 1387 un paliotto ed ambidue furono regalati alla chiesa di San Giovanni.

Venezia non stette addietro a Firenze e a Roma, come quella che aveva un gusto splendidissimo, artistico e intelligente per la decorazione; ed infatti una matricola della Scuola di San Teodoro parla di un zendado di grana ricamato a figura fatto nel 1009. Si ha pure nota di un paliotto ricamato che Enrico Morosino donò nel 1206 ai monaci di San Salvador e il tesoro di San Marco nelle sue note del 1300 registra doni splendidi per ricamo. E per di più si ha nella stessa epoca a Venezia l'uso di ricamare ogni cosa e pregievolmente, come l'attestano le borse e le elemosiniere tuttora esistenti, fregiate d'oro e perle e le vesti ricamate bizzarramente a fronde e fiori.

Le stoffe operate a basso e alto liccio diminuiscono l'uso del ricamo sì, ma ne migliorano la produzione.

Del medio evo però non ci rimangono, come anche d'altri tempi, campioni, documenti e note del ricamo domestico, e si ha bensì nella *Piazza universale* del Garzoni, la descrizione dei modi di ricamare nel XVI secolo, ma non abbiamo descrizioni di oggetti ricamati.

Fra i vari modi di ricamare, ha una storia importante il ricamo a perle e in conteria di cui Venezia ebbe il primato che conserva ancora, come mantiene ancora su vasta scala il commercio e la fabbricazione delle conterie fine e ordinarie e delle perle a lume. Questo ricamo ha origini antichissime come lo mostrano le mummie del Louvre che hanno ricami e perle e che gli storici latini indicano col nome di *opus anglicanum*, e ne abbiamo testimonianza nelle figure a mosaico di Ravenna portanti abiti ricamati a perle e risalenti all'888. L'inventario di papa Paolo III del 1547 nota un piviale ricamato a perle e a granatelle e l'elemosiniera del Museo di Dresda e mille altri lavori mostrano lo sviluppo preso da questo ricamo nel XV e XVI secolo.

Il ricamo di Firenze distinto in vari documenti con la dicitura di *opera fiorentina*, non si distingue che per l'esecuzione e pel disegno e per la sua ricchezza ed era preferito dalle Corti.

Il ricamo di Cipro, che ancor oggi si rammenta, è uno fra gli antichi, ed era a due dritti ed eseguito su seta o tela limogiata, e di questo ricamo si cita una stola del 1485 della cappella dei Duchi di Savoja.

Il ricamo di Grecia che ebbe tanto onore e voga e che tuttora si usa, ed è conosciuto col nome di ricamo al *plumetis*, è a bassissimo rilievo.

Il ricamo di Spagna, quello di Rodi e quello di Chio ed il ricamo vellutato furono pure lavori che ebbero le loro glorie e la loro voga e che pur oggi si ricordano volontieri e se ne conservano preziosamente dei migliori campioni.

Il ricamo a cordoncini che risale sui primordi del secolo XVII.

Il ricamo a riporto, cioè a pezzi incollati su fondo senza alcuna cucitura e del quale si hanno documenti risalenti al 1420.

Il tempo però nel quale il ricamo ha raggiunto il suo apogeo per lo sviluppo e pel suo elevamento ad arte vera è nei secoli XV e XVI e proprio in Italia, ove il ricamare erasi tramutato davvero in un *dipingere* coll'ago; qualunque fosse la complicazione degli ornati, figure, paesaggi, ecc., erano eseguiti a colori coll'ago e seta sostituendo il pittore coi suoi pennelli a colori. A Venezia la Consorteria dei pittori, divisa in colonnelli, comprendeva i ricamatori, ed i pittori stessi s'occupavano dei disegni e dei cartoni in tutta Italia e così è ricordato maestro Stefano di Giovanni detto il Sassetta, che nel 1445-46 eseguì i disegni per alcuni ricami pel Duomo di Siena.

I pubblici musei e le collezioni private custodiscono saggi di ricami del XV e XVI secolo, che destano la più viva meraviglia per la magnificenza del lavoro.

Citeremo fra questi: il piviale del secolo XV in velluto controtagliato cremisino su fondo d'oro, con cappuccio e stolone tessuti in seta a colori e fili d'oro, di proprietà della Cattedrale di Genova. — La pianeta del secolo XV di velluto paonazzo con croce ricamata a seta a colori e stemma a riporto eseguita dal Du Prez o Du Prat di Vaud, e proprietà della Cattedrale d'Aosta e l'altra pure del XV secolo in velluto cremisino con croce ricamata a seta, a colori e oro e di proprietà del sig. Sansone Sacerdote. — Il piviale del XVI secolo in damasco violaceo con stemma ricamato dei Malabaila d'Asti del 1507-19 e di proprietà dell'Arcivescovo di Torino, e i frammenti di piviali del XV secolo in ricamo rappresentanti San Martino, Santa Caterina, due angeli, ecc. e di proprietà del pittore Alessandro Artori. — Il piviale del XV secolo in broccato d'oro collo stolone e cappuccio mirabilmente ricamati in seta a colori e oro e figuranti apostoli e santi, e la presentazione al tempio e di proprietà della Cattedrale di Genova. — Il piviale del XVI secolo del cardinale Giuliano della Rovere; papa Giulio II e le pianete dello stesso cardinale, di proprietà della Cattedrale di Vercelli. Questi campioni erano ammirati nell'Esposizione d'arte antica tenuta in Torino nel 1880 e valgono a dimostrare, che anche in Piemonte e a Genova il ricamo era in voga e sviluppato.

Il rinascimento artistico italiano che ci diede i più pregievoli monumenti, che s'impongono all'ammirazione di ognuno, portò la propria influenza rinnovellatrice in tutte le altre arti dipendenti, e così il ricamo italiano, come il pizzo furono ammirati, e invidiati all'estero e l'Europa tutta si diede a copiare e a rifare gli ammirati campioni italiani e tutti i ricami esteri sentono il carattere del ricamo italiano tanto da confonderli. Il ricamo, il pizzo, le stoffe e specialmente i tessuti serici formavano la base del lusso del Rinascimento e le corti italiane d'allora erano promotrici d'ogni progresso, anzi ne erano le sorgenti col loro nobile, alto e artistico lusso e suntuosità. Specialmente dal 400 al 500 le corti degli Sforza, d'Este, Gonzaga, dei Medici erano l'incremento delle arti e delle lettere e sfoggiarono quella regale magnificenza che ancora oggi, pensando, si ammira e meraviglia. Il *re sole*, Luigi XIV e Luigi XV ne sostengono soli il confronto. E qui non è a dimenticarsi l'influenza della donna nei progressi artistici italiani, apportandovi il garbo e la finezza, e le maggiori gentildonne, principesse e regine non sdegnarono il far pizzi e ricamare e la storia ne raccoglie d'assai che sarebbe lungo il citare tutte quante e citare l'influenza loro. I circoli famigliari e privati delle corti non erano che raccolte di gentili creature che fra l'allegro cicaleccio occupavansi di lavori ornamentali artistici nei quali l'arte vera e alta ne era la patrocinatrice e dove spesso si cantavano in coro le tanto ricordate *Chansons à toiles* e *du travail*.

Ricordiamo qui Caterina de' Medici, regina di Francia nel 1547, che ebbe a compagna Maria Stuarda esiliata, che lavoravano di pizzi e di ricami la maggior parte del giorno, mad. Maintenon che fu distintissima ricamatrice, Barbara di Brandeburgo e Isabella d'Este, Barbara Gonzaga per citare le più fulgenti stelle.

Mantova fu celebre pel ricamo e nella specialità dei cappelli e berretti ricamati, talchè tutte le corti vi si

rivolgevano per commissioni; ma è da notare però che la corte dei Gonzaga là vi chiamava i più celebri ricamatori del tempo, e da Milano in ispecie che era celebratissima, talchè si diceva che gli aghi milanesi non temevano quelli di Damasco. Così avevansi ricamatori milanesi in tutte le corti e perfino in quella di Napoli.

A Milano infatti esisteva l'Università dei ricamatori di cui si ha lo statuto dell'anno 1584, ma però esistono prove nel Duomo di Milano di lavori in ricamo fatti eseguire nel 1482 e potremmo citare i nomi dei più celebri ricamatori milanesi, cremonesi, bolognesi, marchigiani, umbri, bergamaschi, veneti, ecc., ed in genere dell'alta e media Italia, che veri artisti hanno dati lavori che tuttora si ammirano.

Agli artisti italiani facevano concorrenza i ricamatori di Francia e di Fiandra, che non indietreggiavano davanti a qualunque difficoltà ed i papi ben se ne servirono.

A Venezia nel XV e XVI secolo, nei tempi in cui il lusso toccò il suo apogeo, i ricami d'ornamentazione di uso personale erano in voga coi pizzi, che si usavano contemporaneamente.

I ricamatori non solo si occupavano di lavori di grande ornamentazione, ma anche di quelli d'uso personale e la raccolta del Museo di Kessington ne fa fede e ne può fare la storia la più completa e precisa.

Ma del ricamo però non ci sopravvanza nulla o troppo poco di quello domestico per seguirlo nello scorrere dei tempi; ma se tanto sviluppo si aveva nel ricamo di vesti e di tappeti, certamente non poteva nè doveva mancare nel domestico e in principal modo nel 500 e rivedendo degli inventari e note di corredi da sposa, si ha una esatta idea del lusso e sontuosità di robe ricamate, che però qualche volta si confondono colle stoffe operate di cui pure in questi tempi l'Italia aveva il primato.

Nel 600 tutta decade l'arte e con essa pure il ricamo, ma lotta e si conserva nella parte sontuosa durante il XVII e XVIII secolo, nei quali conservò la ricchezza ma ben poco l'arte.

Del XVII secolo vanno celebri la milanese Pellegrini, della quale nella Esposizione d'arte antica di Torino del 1880 si ammirava un meraviglioso palliotto di proprietà di S. M. il Re.

Nel XVIII secolo la veneziana Dorotea Aromatori e la pisana Arcangela Paladini.

La Corte pontificia col suo lusso mantenne l'attività artistica italiana nel XVII e XVIII secolo, e in questi tempi Venezia col suo lusso faceva concorrenza a Roma.

La Rivoluzione francese che represse energicamente il lusso e distrusse ogni privilegio, danneggiò tutte le arti e con essa il progressivo sviluppo del ricamo che fu trascurato e dimenticato; ma passati i furori, il ricamo e le altre arti del lusso rifiorirono, talchè oggi è ancora in condizioni abbastanza buone per mantenersi in vita.

Oggi il ricamo è passato come i pizzi nella classe industriale e perciò fiorisce come industria più che quale arte e per di più il nostro ricamo italiano che tanto attrae per arte e per lavoro è soggiogato dall'invasione dei lavori giapponesi e cinesi e principalmente da quelli di *Kioto* nel Giappone, il quale ha pure una bella storia risalendo le memorie al XVII secolo.

Oggidì il ricamo per vestiti che è tanto di moda, è assai capriccioso più per esecuzione che quale arte, che in massima, per non dire sempre, vi manca, e non è la mancanza dell'arte che fa decadere il ricamo, è l'intima condizione dei tempi: produrre molto e a poco prezzo, è ciò che promuove la decadenza in tutto quanto dovrebbe sentire l'accuratezza e il genio, ma le esigenze attuali del consumatore trascurano questi fondamenti e gli basta la sola apparenza, gli basta che il lavoro rappresenti un qualcosa di ornamentale senza curarsi del bello e del buono, si cura della poca spesa e della grande appariscenza ed è ciò che forma pur troppo l'insensibilità dello sguardo alla forma dell'arte. A creare questo stato di cose ha provvisto specialmente la macchina a ricamare di Heilmann, che ha dato alla Svizzera e proprio al Cantone di San Gallo una delle più vive e più fiorenti industrie; con una enorme produzione a mitissimo prezzo, si producono, è vero, delle graziose cose, ma l'occhio non vi rivela il sentimento e la favilla intellettuale dell'esecutore, per cui, nel mentre vi si ammira la precisione, vi si riscontra quella freddezza, quella assenza di vita, che mostrano i ricami a mano, e diciamo pur qui quanto abbiamo detto pei pizzi e merletti: la produzione a mano del genio artistico è di pertinenza del ricco, quello della macchina, del borghese e del lavoratore cittadino.

Premessi questi brevi cenni storici, tratteremo dell'arte del ricamare dividendo l'articolo in due capitoli, come esige lo stato attuale dell'arte, per raccogliere tutti gli svariati modi di ricamare che si hanno sia a mano che meccanicamente.

Ricamo a mano
(franc. *Broderie à la main;* ted. *Standstickerei;* ingl. *At hand embroidery*).

Varii sistemi di ricamare le stoffe si hanno e si avevano, differendo fra loro per il tessuto su cui si ricama, per il modo di esecuzione, per l'effetto della ricamatura, e per la materia di ricamo; non ci intratterremo a lungo sui vecchi sistemi o su antiche materie oggi abbandonati e che certamente la moda non andrà a scovare per rimettere in luce, che solo forse per le forme ed i motivi di disegni, ma ci fermeremo invece sui sistemi che sono tuttora conosciuti, anche se la moda oggidì li abbia trascurati.

I varii modi di esecuzione li tratteremo non per ordine di difficoltà o per questioni di materia, ma li disporremo per ordine, partendo dai più semplici e meno ornamentali per finire coi ricami di grande decorazione, e quest'ordine ci permette di cominciare col ricamo più antico, forse il primo ideato e che non è mai scomparso; anzi la moda ora, capricciosamente, lo ha rimesso a galla dopo averlo trascurato e negletto per molti anni.

Nei varii modi di ricamare o i varii ricami si possono classificare come segue: 1° Ricamo a giorno su tela; 2° Ricamo a giorno sul tulle e sulla reticella; 3° Punti damascati; 4° Ricamo lineare; 5° Ricamo piatto; 6° Ricamo cinese e giapponese; 7° Ricamo in rilievo; 8° Ricamo in oro; 9° Tappezzeria; 10° Ricamo a mosaico; 11° Ricamo in applicazione; 12° Ricamo a perle; 13° Ricamo di tappezzeria su tela.

Ricamo a giorno su tela
(franc. *Les jours sur toile;* ted. *Ausziehstickerei;* ingl. *Draw work*).

È il più antico ricamo che si conosca, e la sua semplicità ed il modo di eseguirlo sono tali, che non si può a meno di ammettere sia stato il primo ideato per l'ornamento delle stoffe primordialmente tessute, come è pur ragione che esso debba essere nato là ove nacque la tessitura, per ornare vagamente la semplice tela e renderla più acconcia per vesti, tappeti, coperte, tende, ecc.

Questo tipo di ricamo si è conservato attraverso i tempi e non v'ha popolo che non lo conosca e non lo applichi; ebbe in antico le sue glorie ed è certo il primo, perchè un campione è stato rinvenuto nelle tombe di Saqqarah, che rimontano a oltre seimila anni, ed è una coperta leggiadrissima per disegno e meravigliosa per esecuzione. Inoltre le più antiche sculture assiriche ed egiziane porgono altri documenti a dimostrare che il ricamo a giorno era conosciuto e applicato ed era il preferito, perchè quelle sculture appartengono ai templi di quell'epoca.

Questo ricamo, dimenticato coll'invenzione di altri, rinasce in Italia e forma il capostipite dei pizzi, e nel medio evo prende voga, che si eleva a vera manìa e poi è posto in disuso, ma però, vuoi per la sua semplicità, per la facilità di esecuzione o per altre ragioni, viene tramandato nelle famiglie e mai si perde o viene assolutamente dimenticato, e non è che la capricciosa moda che ora lo chiama a vita ed ora lo seppellisce, oggi essa spolverando gli antichi campioni li rimetterà alla luce e rivedremo perciò nuovamente il ricamo a giorno in tutto il suo apogeo, specialmente in unione con altri ricami come si usò nel medio evo e più addietro.

Si eseguisce sopra tessuti di tela, dalla finissima mussolina a quelle tessute con grossi filati come le tele di Rodi, di Cuba, ecc.; nei tempi passati, si eseguiva dapprima esclusivamente su tele lino, per cui era conosciuto col nome di ricamo di lino e poi anche su stoffe di seta e quindi sulle mussole e mussoline nel medio evo, nel qual tempo prese in Germania il nome di *Moussolinspitze*, in Inghilterra quello di *Indianwork* e in Francia quello di *Brodérie de Nancy*.

Si eseguisce questo ricamo estraendo ripartitamente nel tessuto i fili di trama o di ordito o ambidue e riunendo con attorcigliamenti e incrociamenti i ciuffi di fili, lasciati, secondo il disegno.

I lavori nei quali sono estratti i soli fili di trama o di ordito erano chiamati dai latini *Opus tiradum*, in Italia sono detti *Punto tirato*, in Francia *Point tiré*, in Germania *Ausziehstickerei*, in Inghilterra *Drawwork*.

Quelli nei quali sono estratti ambidue gli ordini di fili del tessuto, e in cui per lo più si taglia addirittura il pezzo, erano detti dai latini *Opus scissium*, in Italia sono chiamati *Punto tagliato*, in Francia *Point coupé*, in Germania *Augeschnittarbeit*, in Inghilterra *Cutwork*.

Punto tirato. – Si eseguisce, come già si è accennato, estraendo in un senso un certo numero di fili dal tessuto, e lavorando sopra i rimasti, raggruppandoli in fasci con avvolgimenti o annodamenti di un altro filo finissimo, col quale si ornano pure i fasci, sia incrociandoli o eseguendo su essi dei punti di cucito e dei punti speciali in modo da ricavarne dei motivi di disegno, dei quali si hanno campioni del 500 che meritano d'essere chiamati opere d'arte.

Il più semplice ornamento od il primo passo in questo punto sono gli orli, più conosciuti col nome di *orli a giorno*, che con quello a punto tirato. Oggidì sono di moda questi orli, come pure i tramezzi o falsature o *entre-deux* a punto tirato per ornare le biancherie. E sono tuttora presso di noi, come nel 500, quasi l'unico ornamento che s'incontra nel fardello dotale delle contadine spose.

Gli orli si distinguono in due specie, quelli ad una fila di trafori o semplici, e quelli a due file o doppi.

Il più usato è quello dato dalle fig. 1739 e 1740, che è lo stesso orlo, ma eseguito in due sensi: nella fig. 1739 l'esecuzione procede da destra a sinistra, nella fig. 1740 invece da sinistra a destra; null'altro vi ha di diverso, ed il risultato è eguale in tutt'e due le esecuzioni. Si fissa l'altezza della ripiegatura di stoffa che deve formare il

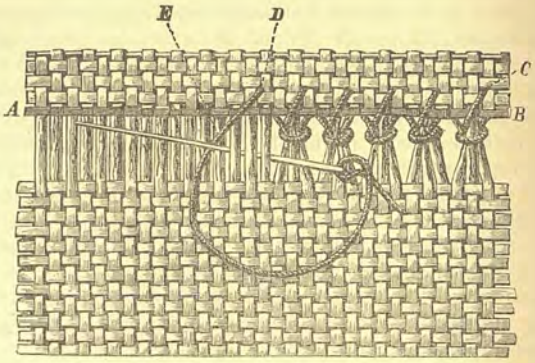


Fig. 1739. — Orlo semplice a punto tirato.

ripieno dell'orlo e sotto la linea ove cade la prima piegatura del ripieno AB, si tirano uno, due, tre ed anche quattro fili del tessuto, a seconda della finezza delle stoffe; più è fina e minor numero di fili si tirano, anzi nelle stoffe trasparenti non si tira alcun filo, perchè il restringimento della cucitura basta a formare i trafori. S'incomincia a lavorare a destra (fig. 1739) od a sinistra (fig. 1740) fissando la gugliata nel punto C, passando l'ago dal disotto in sopra attraverso il ripieno dell'orlo ad uno o due fili sopra la piegatura a seconda della grandezza dell'orlo stesso e della finezza della stoffa. Indi, eseguendo la cucitura, si piega in basso la

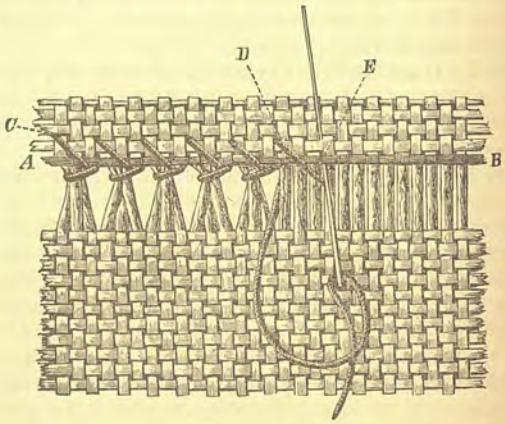


Fig. 1740. — Orlo semplice a punto tirato.

gugliata secondo DE, cioè verso sinistra nel primo caso e verso destra nel secondo, nella direzione secondo cui si lavora, notando che l'uscita D dell'ago è, nel primo caso, fra il primo ed il secondo filo del fascio da annodarsi, nel secondo, fra i fili consecutivi dei due fasci. Si stende la gugliata ad arco e si passa l'ago sotto il numero di fili determinato, o, come si usa dire, si prendono sull'ago i fili che devono formare il fascio; introducendolo sempre da destra a sinistra, lo si tira a sè e lo si infigge dal basso in alto, attraverso il ripieno dell'orlo, piegato da destra a sinistra nel primo caso e verticale nel secondo per cucire il ripieno

stesso. Si tira fortemente la gugliata ed il punto è eseguito e si continua nel modo predetto la cucitura, che riesce, come è presentata dalle figure, a destra ed a sinistra a seconda del verso di lavoro. Le figure sono ingrandite per meglio chiarire l'esecuzione.

La fig. 1741 mostra un altro metodo di cucitura dell'orlo semplice, molto usato nelle stoffe finissime, per formare colla cucitura un cordoncino sulla battitura dell'orlo, un'ornamentazione maggiore; però i punti devono essere regolarissimi e uniformi. Anche qui

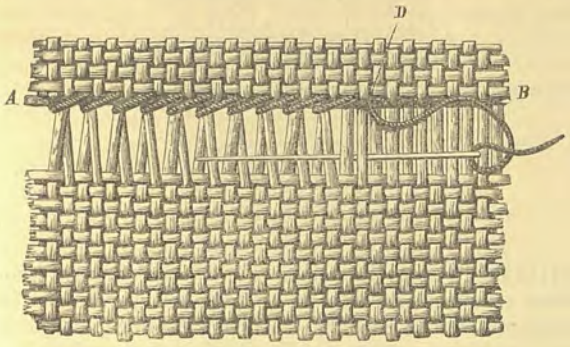


Fig. 1741. — Orlo semplice a punto tirato.

sotto la piegatura AB del ripieno dell'orlo, che deve essere piccolissimo, si tirano i fili, si fissa la gugliata a sinistra, attraversando coll'ago il ripieno sopra lo spigolo vivo della piegatura e cucendo da sinistra verso destra. La gugliata uscente in D è ripiegata in basso e coll'ago si prendono due fili isolati, si tira a sè, e s'introduce l'ago dall'alto in basso, uno o due fili sopra la ripiegatura dell'orlo in modo che esca sullo spigolo di essa esattamente e due fili al di là da dove si è introdotto, si tira forte la gugliata ed il punto è fatto, e si continua. A sinistra della figura sono raffigurati i punti eseguiti e la cucitura.

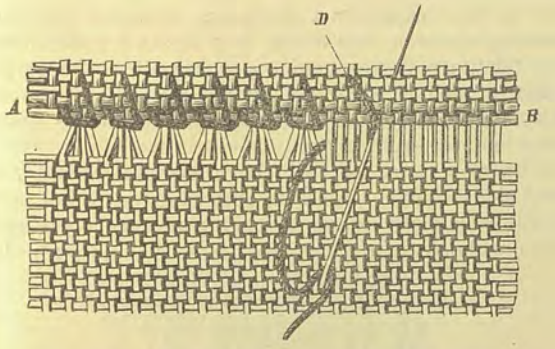


Fig. 1742. — Rovescio d'orlo semplice a punto tirato.

In questi orli, il ripieno che è piegato sopra se stesso, viene cucito nel formare i trafori, ma nel 500, epoca in cui fiorirono i ricami a punto tirato e tagliato, non erano in uso simili orli ripiegati, ma invece si usava arrotolare la stoffa sopra se stessa, in modo che l'orlo veniva a prendere la forma cilindrica. Sistema che la moda va risuscitando oggi cogli stessi ricami e qui crediamo opportuno citarli, sebbene debbano essere adoperati su stoffe molto fine, facendo il rotolino il più piccolo possibile. Le fig. 1742 e 1743 presentano al rovescio e al ritto uno di questi orli in stile del rinascimento, come sono oggi noti. Arrotolato il tessuto per formare il ripieno dell'orlo, al disotto di esso, si tira uno od al più due fili nel tessuto e nessuno nei tessuti trasparenti.

Si fissa la gugliata a sinistra, lavorandosi sempre da sinistra a destra, indi si passa l'ago da destra a sinistra

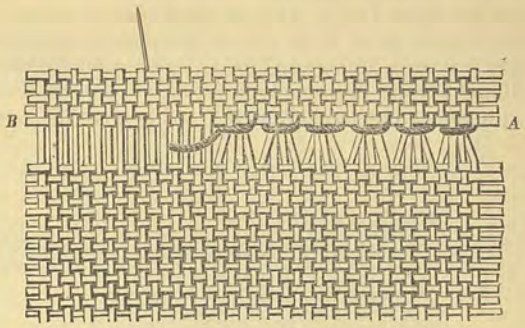


Fig. 1743. — Ritto d'orlo semplice a punto tirato.

sotto quattro fili isolati, si tira a sè la gugliata e la s'introduce sotto l'orlo, se ne attraversa il ripieno, per farlo uscire verso l'alto di esso, uno o due fili sotto la linea superiore e sulla mezzeria del fascio da formarsi, cioè due fili a destra da quello dove lo s'introdusse, si tira a sè fortemente la gugliata ed il punto è eseguito. Le figure mostrano i punti simili tanto sul ritto che sul rovescio.

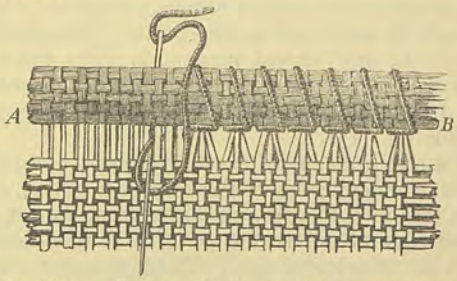


Fig. 1744. — Rovescio d'orlo semplice a punto tirato.

Un altro orlo pure usato nei più fini e migliori ricami del 500, è dato al ritto e al rovescio nelle fig. 1744 e 1745. Anche in questo la stoffa è arrotolata e non piegata e sotto al rotolino si tirano uno o due fili per formare il traforo. Si fissa la gugliata a destra e si lavora da destra a sinistra e non si cuce il rotolino d'orlo,

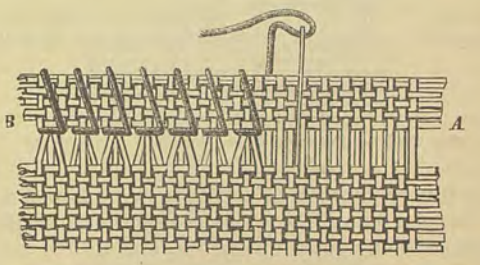


Fig. 1745. — Ritto d'orlo semplice a punto tirato.

ma lo si avvolge semplicemente e strettamente colla gugliata. Si prendono coll'ago due o tre fili isolati, passandolo da destra a sinistra; indi s'introduce l'ago dal disotto in avanti fra i fili isolati da dove si è ritirato prima e al disopra dell'asa della gugliata, e si tira fortemente la gugliata, tenendo stretto a sinistra il rotolino ed il punto è fatto, e si continua.

Le figure dànno i punti finiti tanto al ritto che al rovescio.

L'orlo semplice a punto girato o avviticchiato, è un altro sistema di cucitura degli orli a punto tirato per ottenere con essa una leggiera ornamentazione sulla ripiegatura dell'orlo. La fig. 1746 dà quest'orlo al rovescio; il ritto è come la fig. 1743, che si eseguisce andando da sinistra a destra. Imbastito l'orlo piegato e tirati due o tre fili dal tessuto in opportuna posizione, si fissa la gugliata a sinistra infilando l'ago in C a due o tre fili sopra

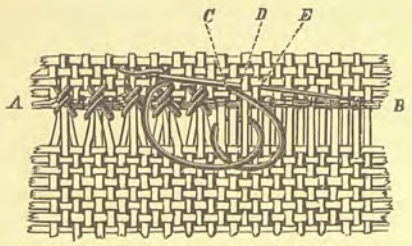


Fig. 1746. — Orlo semplice a punto girato.

lo spigolo AB dell'orlo, e fra il primo ed il secondo filo del fascio a formarsi pel traforo, quand'esso è composto di tre fili isolati; sulla metà del fascio se composto di due soli fili. Si fa passare l'ago da destra a sinistra sotto tre fili isolati e al disopra dell'asa formata dalla gugliata, si stringe il punto e s'infigge l'ago in D un filo più avanti da quello dal quale è uscito prima, facendolo riuscire in E, due fili più innanzi, in modo che la sua uscita avvenga fra il primo e il secondo filo del successivo fascio. Il dritto di quest'orlo si presenta come quello dato dalla fig. 1743.

Orli a due file di trafori od orli doppi a giorno. — Per ornare maggiormente l'orlatura dei ricami, si usò, nel 500, fare gli orli doppi, che differiscono dai semplici, per avere due file di trafori in luogo di una. L'esecuzione di un orlo doppio non è difficile e consiste nell'eseguire l'una dopo l'altra la cucitura a traforo nelle due

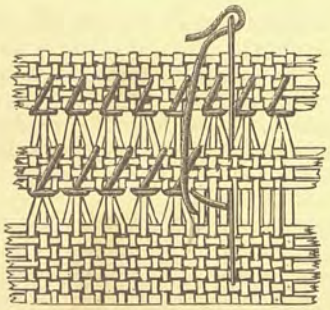


Fig. 1747. — Rovescio d'orlo doppio a punto tirato.

file. Si lavora dapprima l'orlo semplice o la prima fila, con uno dei punti che abbiamo accennato negli orli semplici e come mostrano le fig. 1747 e 1748 con due punti distinti, indi tirati uno o due fili nel tessuto al disotto della prima fila di trafori di un numero di fili eguale a quello che forma un fascio della prima fila in via ordinaria, uno di più, nei tessuti fitti, e quindi si lavorano i trafori, cucendo i fasci in perfetta corrispondenza ai già fatti, cucendoli come se si eseguisse l'orlo dato dalle fig. 1744 e 1745. La fig. 1749 dà il ritto di un orlo doppio.

La cucitura della seconda fila nelle fig. 1747 e 1748 è eseguita in due modi, nella fig. 1747, si prendono i fili del fascio a formarsi prima d'impostare l'ago nella posizione segnata; nella fig. 1749 invece i fili del fascio si prendono dopo aver eseguito il passaggio dell'ago nella posizione segnata; in ambedue i casi il ritto si presenta come quello dato dalla fig. 1749.

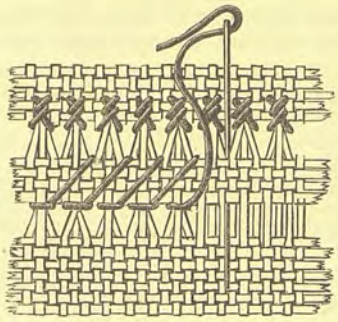


Fig. 1748. — Rovescio d'orlo doppio a punto tirato.

Il filo col quale si cuciono gli orli può essere dello stesso colore del tessuto sul quale si lavora ed anche in colore diverso a seconda che il ricamo che si eseguirà poi, è in bianco o tinta uniforme od a colori variati.

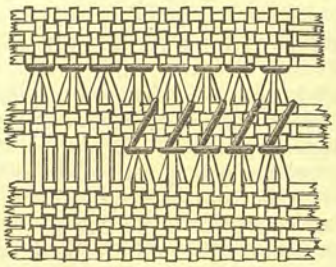


Fig. 1749. — Ritto d'orlo doppio a punto tirato.

In generale questi ricami a punto tirato si montano per la loro esecuzione, sopra un sostegno flessibile, come pergamena, tela lucida, tela cerata o moleschino, per facilitare l'esecuzione e per impedirne l'increspatura; gli orli in generale, quando formano l'unico ornamento del lavoro, si eseguiscono sulla mano libera senza montatura di sorta.

Punti. — Oltre gli orli che abbiamo accennato, vi sono alcuni punti speciali o raggruppamenti dei fasci di fili isolati per mezzo di cuciture che servono cogli orli o colle frangie a formare dei bordi, sia isolati che

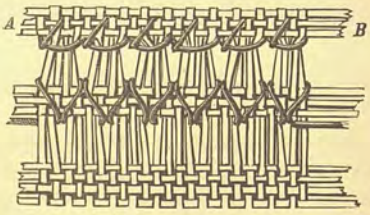


Fig. 1750. — Divisione dei fili.

combinati fra loro. Questi punti vengono anche denominati *traliccio, grate*, e cercheremo di raggruppare i migliori e quelli che furono più in uso; però la varietà dei raggruppamenti dei fasci è indefinita, potendosi essa variare a volontà, per cui accenniamo a quelli che sono i fondamentali, e dai quali si potrà derivarne

altri. Nell'esecuzione di questi punti, molte volte è necessario fare la divisione dei fili isolati, che equivale pressochè all'imbastitura dei lavori comuni di cucito, operazione che in certi casi è punto trascurabile per avere un'ottima esecuzione, ed è operazione indispensabile per chi apprende tal genere di ricamo.

La divisione dei fili nelle striscie sfilate o nelle striscie in cui si sono tirati fili, si ottiene con una cucitura provvisoria come l'impuntura dell'imbastitura, ovvero con una cucitura a nodi che rimane fissa e fa parte pure del ricamo eseguito. Il primo modo di dividere i fili è dato nella fig. 1750. Sulla linea AB è stata eseguita una cucitura d'orlo sulla prima striscia tirata, e si deve dividere in fasci la seconda striscia per eseguirvi sopra un punto; si ottiene la divisione cucendo col cosidetto

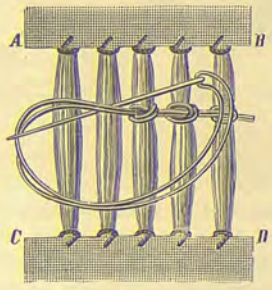


Fig. 1751. — Divisione dei fili.

punto a strega, accavallando coll'ago alternativamente un fascio della seconda striscia ed uno della prima senza tendere troppo il filo per aggrovigliare la tela. La figura mostra la divisione dei fasci e la disposizione dell'imbastitura al rovescio, dalla parte sulla quale si lavora, mentre al ritto essa si presenta in due linee d'impuntura semplice a punti alternati.

La fig. 1751 indica il modo di dividere i fasci con una cucitura a nodi ben tesa, la quale in molti casi serve di ornamento, ed in altri a mantenere i fasci ritti e divisi per eseguire sopra essi un altro punto d'ornato. Si eseguiscono prima le cuciture d'orlo sulle linee AB e CD, indi si fissa il filo ad un fascio con un nodo semplice e si continua la cucitura, passando l'ago da destra a sinistra sotto il fascio da annodarsi e nell'interno dell'asa che forma la gugliata. Si tira l'ago stringendo il nodo e mantenendo fermo il fascio fra il pollice e l'indice della mano sinistra, in maniera che il nodo si formi fra le stesse dita, regolando la distanza fra due nodi consecutivi.

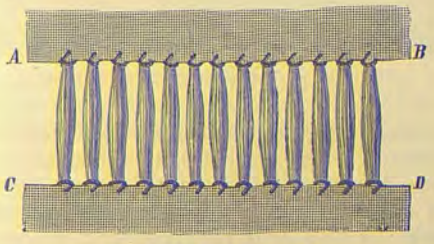


Fig. 1752. — Punto scala.

Punto scala. — Da molti conosciuto sotto il nome di orlo a giorno a doppia impuntura, si eseguisce dapprima una cucitura d'orlo sulla linea AB (fig. 1752), indi si capovolge il lavoro e si eseguisce un'altra cucitura d'orlo sulla linea CD, stringendo fortemente le cuciture perchè i fasci rimangano ben divisi. Questo punto è appariscente con fasci di 4 a 5 fili sopra striscie nelle quali si sono tirati almeno 6 fili, e nelle due cuciture si devono riunire nei nodi gli stessi fili, per avere dei colonnini bene distinti.

Punto obliquo, doppia scala o *punto turco* sono le denominazioni del punto dato dalla fig. 1753, nel quale dopo avere eseguito una cucitura d'orlo sulla linea AB,

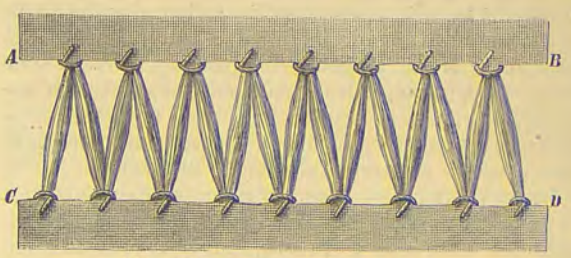


Fig. 1753. — Punto obliquo o turco.

riunendo un numero pari di fili con ogni nodo, si eseguisce la cucitura sulla linea CD riunendo insieme la metà dei fili di un fascio colla metà dei fili del fascio successivo, in modo da ottenere dei colonnini obliqui, come mostra la figura.

In questo punto, la regolarità del numero dei fili riuniti e la cucitura stretta sono le condizioni essenziali per la sua bella riuscita.

Punto a croce (fig. 1754 e 1755). — Eseguito un punto scala come la fig. 1752, si fa un'altra cucitura con evoluzioni d'ago, in modo che tirando fortemente la gugliata si ottiene che i fasci s'incrocino e

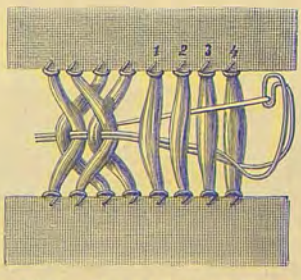


Fig. 1754. — Punto a croce, prima fase.

presentino l'aspetto dato a sinistra nelle due figure. Per eseguirlo si fissa a sinistra la gugliata sulla mezzeria dei fasci, indi si passa l'ago da sinistra a destra (fig. 1754) sotto tre fasci, 1, 2, 3, si ritira l'ago e lo si passa da destra a sinistra sotto i fasci 1 e 2, si ritira l'ago e lo si ripassa da sinistra a destra (fig. 1755) sotto

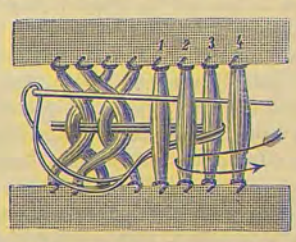


Fig. 1755. — Punto a croce, seconda fase.

i fasci 2 e 4. Si tira forte la gugliata mantenendo stretta fra il pollice e l'indice della mano sinistra la croce precedente, ed i fasci avvoltolati dal filo s'incrociano distendendosi rettilineamente la gugliata.

Questo punto combinato coi precedenti e cogli orli dà luogo ad un tramezzo ricamato elegante, come pure

lo stesso punto a croce ripetuto sopra due o tre linee parallele sui fasci di un punto scala molto larga dà luogo ad un ricamo ricco, che eseguito sopra una tela finissima prende l'aspetto di un merletto. Per quello a due file si eseguiscono i due incrociamenti l'uno dopo l'altro; per quello a tre, conviene eseguire dapprima la fila di mezzo, indi si eseguiscono le altre due file rivolgendo il lavoro per ottenere i tre incrociamenti. Più lestamente si può eseguire, compiendo l'incrocio sulla mezzeria dei fasci, indi fissando con due cuciture a sopraggitto gl'incroci risultanti nei fasci al disopra e al disotto della cucitura mediana. Queste punto triplo si deve eseguire su fasci di almeno 16 fili tirati.

Punto a fasci. — Eseguito il punto scala sopra 5 a 10 e più fili tirati, si annodano strettamente sulla loro metà due o tre fasci a sinistra, indi si avvolgono i due o tre fasci consecutivi col filo della gugliata per tre volte, introducendo l'ago al terzo giro sotto il primo o i due primi fasci e poi tirando fortemente la gugliata nel mentre si tiene ferma e stretta la cucitura fra le prime dita della mano sinistra. In tal modo si ottengono i punti a fasci doppio e triplo ad una linea. Raddoppiando o triplicando il numero dei fili tirati si possono eseguire due o tre cuciture parallele riunendo gli stessi fasci insieme o alternandoli in modo da ottenere tralicci svariatissimi ed eleganti, che possono essere combinati col punto turco e punto scala e con orli.

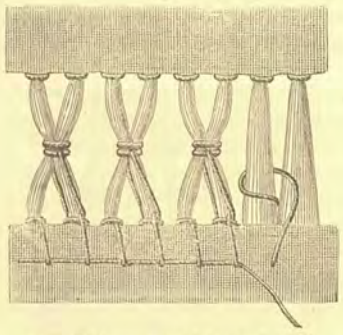


Fig. 1756. — Punto turco a nodi.

Punto turco a nodi (fig. 1756). — Si eseguisce sopra striscia da 12 a 14 fili tirati, si fa un orlo sulla linea superiore e si eseguiscono i nodi e la cucitura inferiore in un sol tratto. Fatto un nodo d'orlo alla base d'un fascio, lo si avvolge coll'ago da sinistra a destra, si coprono 3 fili del tessuto nel senso della larghezza, si passa l'ago da destra a sinistra sotto 4 fili, indi lo si passa al disopra di questi stessi e lo si infigge nella stoffa per farlo uscire 4 fili più lontano. Si fa un punto indietro su questi ultimi fili e si fa uscire l'ago avanti il secondo fascio, facendolo salire fino alla metà del primo; si avvolgono allora da sinistra a destra i due fasci e si fa uscire l'ago fra mezzo ai due giri e si compie un festone alla base del secondo fascio.

Un altro punto, detto *a stella*, è derivato dal punto turco: nella striscia tirata non si eseguisce alcuna cucitura d'orlo, ma sulla mezzeria di essa si eseguisce una cucitura a nodi come quella della fig. 1751, annodando strettamente molti fili in un sol fascio. Si ottiene per ogni nodo un effetto radiale dei fili.

Punto di ripresa. — È il punto fondamentale per l'esecuzione di ornamenti a disegni ad uno o più colori sopra i fasci a punto tirato e si eseguisce riunendo insieme e in modo vario i fasci con cuciture o ad uno o diversi colori. Il punto di ripresa semplice può fornire delle striscie di ricamo isolate come i precedenti punti, le quali servono a inquadrare, generalmente, il disegno eseguito collo stesso punto e che forma la parte principale del ricamo.

Si tirano dal tessuto i fili in numero sufficiente per formare delle serie di quadratelli, d'ordinario da 4 a 6, per cui un multiplo di questi due numeri in ragione delle file di quadratelli da eseguirsi. Si fissa la gugliata e si fa passare il filo in modo da coprirlo coi punti che si vanno facendo e si passa l'ago sopra un certo numero

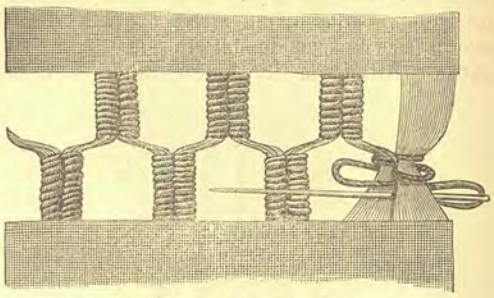


Fig. 1757. — Punto di ripresa.

di fili isolati fino all'altezza che deve avere il quadratello. Si fa sempre passare prima la cassa dell'ago (fig. 1757), per avere più prontamente e senza disturbo fra le dita la punta per infiggerla nella mediana del fascio che si lavora. Per passare da un quadratello all'altro, si attraversa coll'ago il quadratello finito sotto l'ultimo punto di ripresa e si fa passare la gugliata sotto il fascio di fili isolati, passandolo al punto esatto ove devesi incominciare l'altro quadratello.

Si possono eseguire diversi ranghi di quadratelli e di diversa grossezza, e siccome il punto di ripresa divide il quadratello in colonnini riuniti come mostra la figura,

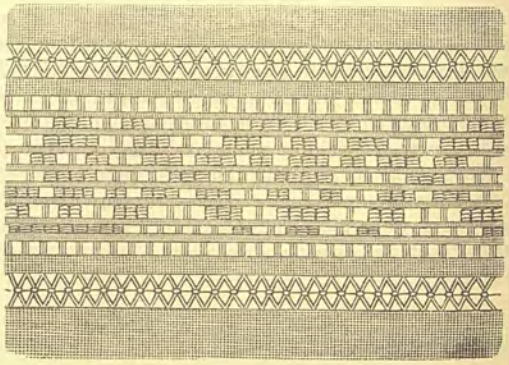


Fig. 1758. — Ricamo a punto di ripresa.

così si possono eseguire quadratelli della stessa altezza e composti di varii colonnini, in modo da ottenerne delle varie larghezze ed anche delle grandi superficie lavorate a questo punto e formando delle configurazioni chiuse da linee rette rappresentanti disegni, come mostrano le fig. 1758 e 1759; di cui la prima dà il lavoro di ricamo eseguito, e l'altra dà il disegno in reticolato dello stesso ricamo. I vuoti molto ampi sono intramezzati da punto scala ed ogni linea di quadratura del disegno, nel ricamo, è separata da una linea di tessuto, cosicchè per eseguire il ricamo si tirano tante listerelle nel tessuto, quanti sono i quadretti che formano il disegno in altezza. Lo stesso disegno si può eseguire in ricamo senza l'interposizione delle listerelle

di tessuto, ricamando i fasci di fili isolati a quadratelli come mostra la fig. 1758. Il ricamo è contornato da un punto scala e da un punto turco a nodi.

Col punto a ripresa si può eseguire qualunque disegno eseguito in reticolato ed a colori distribuendo la larghezza e altezza dei quadretti ed i colori, come indica il disegno; non diamo altri esempi, credendo sufficiente quello dato.

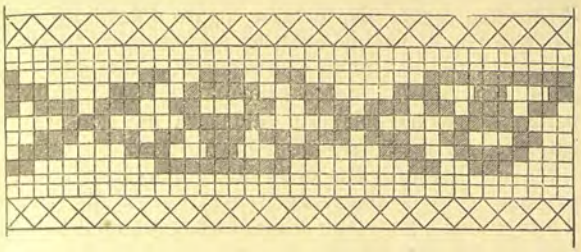


Fig. 1759. — Disegno del ricamo a figura 1758.

Punto a fasci isolati. — È una variazione del punto a ripresa. La striscia sfilata è prima lavorata a punto scala indi si dividono i fascetti in tre parti secondo l'altezza e si lavorano nel terzo medio a punto di ripresa riunendo insieme due, tre, quattro fascetti del punto scala. Si può anche eseguirlo in altro modo adoperando in parte il punto turco, e cioè: si eseguisce una cucitura d'orlo, indi sull'altra linea terminante lo sfilato si comincia con un punto d'orlo, indi si fa il punto di ripresa sulla parte mediana senza rompere la gugliata, indi si discende a formare tanti punti d'orlo secondo il punto turco, quanti sono i fascetti elementari riuniti col punto di ripresa.

Punto a gradini. — Chiamato anche a fasci controposti. È pure una variazione dello stesso punto di ripresa, e lo si eseguisce perfettamente come questo. La striscia sfilata la si imbastisce dividendola in tanti fascetti isolati per avere maggior precisione e questi vengono lavorati riunendoli a tre a tre, a quattro a quattro, ecc., ma nella metà per disotto si lavorano a punto di ripresa i fascetti meno uno, il primo a sinistra od a destra, e nella metà superiore si lavora collo stesso punto l'egual numero di fascetti, meno uno, il primo dalla parte opposta a quello non lavorato inferiormente. Nell'eseguire il punto di ripresa si fanno le cuciture d'orlo sopra e sotto come la inferiore del punto turco. Oppure prima d'imprendere il lavoro a punto di ripresa, si eseguisce sulle due linee limitanti la striscia sfilata, un punto a due dritti, cioè: si fa passare la gugliata sotto 3 fili in larghezza e per sbieco, sotto 4 fili in altezza, si fa un punto indietro a sinistra sopra 3 fili e si fa uscire l'ago al ritto ove comincia il punto obliquo, si passa sul ritto al disopra dei 4 fili, si fa un punto indietro da destra a sinistra per chiudere il quadratello. Fra questi quadratelli e lo sfilato rimane un interspazio nel quale si eseguisce una serie di punti di sopraggitto per ornarlo.

Traliccio a punto di ripresa e a sopraggitto. — La striscia sfilata è bordata da punti di sopraggitto di 3 per 3; per ornamento si può continuare con diverse righe di punti a sopraggitto di 3 per 3, 6 per 6, 9 per 9 fili. La striscia sfilata viene divisa in altezza in tre parti, di cui le estreme sono un quarto e la mediana due quarti, e viene divisa in fascetti di 3 a 4 fili elementari. Un elemento del punto consta di 4 fascetti, dei quali il primo e il quarto nelle parti laterali della striscia sono semplicemente avviluppati colla gugliata e i due di mezzo, il secondo e terzo sono lavorati insieme a punto di ripresa, nella parte mediana sono lavorati insieme a ripresa il primo e secondo, il terzo e quarto. Il lavoro si eseguisce avviluppando a sopraggitto dapprima il fascetto 1 superiormente, indi si risale al bordo colla gugliata e si lavorano i fascetti 2 e 3 a ripresa, che si continua sui fascetti 1 e 2 nella parte mediana e quindi a sopraggitto il fascetto 1 inferiormente e si continua in senso inverso a finire il punto.

Punto a ruota od a pisello. — Si dividono i fili in fasci di numero costante di fili isolati, 6, 8, 10 a seconda della grandezza del pisello che si vuol eseguire. I fasci sono ornati ai bordi di mezzi piselli e di un pisello intero al centro, e s'incomincia a lavorare il punto dai mezzi piselli, facendo passare la gugliata sopra un filo a destra ed a sinistra del centrale, indi si continua successivamente dai due lati fino a che si sono cuciti tutti i fili componenti il fascietto, e rimane compiuto il mezzo pisello.

Il pisello centrale si lavora a partire dal centro del fascetto cucendo circolarmente a punto di ripresa i fili fino a che siano tutti quanti cuciti, coll'avvertenza che nei mezzi piselli i punti non devono serrare troppo i fili del fascetto, mentre nel pisello intiero i punti devono essere molto stretti per ottenere un traforo.

Punto a fasci e piselli. — È una variazione del precedente. I bordi della striscia sfilata vengono cuciti con punto a croce o, come si indica nel linguaggio delle cucitrici, vengono fermati a punto in croce, dividendo i fili isolati in fascetti, oppure si lavora la striscia a punto scala. Si riuniscono poi un certo numero di fascetti, in generale 4, 6, 8, con un pisello, che si lavora passando alternativamente sopra e sotto i fascetti circolarmente e strettamente fino a che si è ottenuto il pisello della grandezza desiderata, si salda facendone uscire l'ago dal centro e si tira la gugliata passando sotto ai fascetti centrali del fascio susseguente per eseguire un altro pisello.

Punto a piselli isolati. — È un'altra variazione. La striscia sfilata si divide in fascetti con una cucitura d'orlo o di ferma, indi si salda la gugliata al quarto inferiore di un fascetto e se ne uniscono un certo numero, 4 per esempio, con un punto indietro doppio, poi si passa a unirne altrettanti ma sul loro quarto superiore, indi altri al quarto inferiore, così continuando alternatamente fino alla fine della striscia, e poi ritornando indietro collo stesso sistema. In tal modo il filo con cui si lavora forma un incrociamento fra i vari fasci. A metà della loro lunghezza si cuciono insieme con tre punti di sopraggitto, il primo fascio a sinistra con punti molto stretti, facendone uscire l'ago fra mezzo i punti per saldare: si tira la gugliata sull'incrocio dei fili della cucitura precedente e vi si forma un pisello lavorando circolarmente intorno ai raggi della crociera, ed ottenuto il pisello desiderato lo si salda facendone uscire l'ago dal centro per passare ad annodare il fascio successivo.

Punto a occhielli o ad anelli. — I bordi della striscia si fermano con una serie di punti, paralleli a quelli isolati, con altezza variabile da 3 a 5 fili per formare anche un'ornamentazione e si determina il numero di fili isolati che deve costituire il fascio. La parte centrale di questo è lavorata per una certa altezza con un punto di sopraggitto dall'alto in basso o viceversa e si continua lavorando poi a punto di ripresa dividendo il fascio in diversi fascetti e si continua verso il bordo fino a lasciare scoperta una certa porzione di fili isolati, e così si lavora un altro fascio.

Poi si riuniscono tutti e due con quattro punti a festone e cioè due da un fascio all'altro agli estremi della cucitura di sopraggitto centrale, e due sui fianchi di questa stessa cucitura, e attorno a questi si fanno passare diversi punti circolari a formare un anello che si termina coprendolo con punti serrati.

Punto a traliccio. — Fermati i bordi di una striscia sfilata dividendola in fascetti, si cuciono a punto di sopraggitto o di ripresa, nella parte inferiore il primo e secondo fascetto per una certa altezza, si passa la gugliata in alto avvolgendola attorno al secondo e si cuciono nello stesso modo in alto il secondo e terzo per venire a cucire in basso il terzo e quarto e così via.

Ricamando a punto tirato, i bordi del lavoro sono costituiti da striscie coi punti accennati e seguendo il contorno del lavoro stesso che è quadrilatero, per cui negli angoli è ben difficile combinare l'incontro delle striscie per averne il disegno continuo, per cui la maggior parte delle volte si lavora nel quadrato d'angolo un ornato ad ago in punto tagliato.

Il filo col quale si cuciono gli orli è in generale finissimo, mentre quello col quale si fa la copertura dei fili isolati o se ne fa l'ornamentazione è grosso od altrimenti si adopera la gugliata doppia.

Punto tagliato. - In questo tipo di ricamo si estraggono dal tessuto i fili tanto della catena, che della trama, nei due sensi cioè del tessuto o si tagliano addirittura i pezzi di tela per fare i vuoti.

In generale questo ricamo consta di un disegno e di un fondo a punto tagliato, od anche semplicemente del disegno oppure di un fondo.

I fondi d'ordinario sono un traliccio a quadretti più o meno grandi costituenti dei cordoncini e nei quali si eseguisce un ornato; i disegni si presentano in tela col loro contorno lavorato ad ago e molte volte anche l'interno del disegno è ricamato a punto tagliato od anche con altri sistemi.

Questo punto fu assai adoperato per eseguire merletti e pizzi che si chiamarono a punto frastagliato e dei quali Venezia ebbe il primato, e perciò non ci dilungheremo in questa parte perchè avrà un capitolo speciale nell'articolo MERLETTI E PIZZI.

D'ordinario si tende ad adoperare per questi ricami delle tele tessute con catena e trama d'egual titolo, perchè tirando i fili nei due sensi per fare i fondi, si ottengono dei vuoti quadrati; è soltanto nelle tele finissime che si tira qualche filo di più in un senso che nell'altro allo scopo di rendere più trasparente il ricamo.

Per eseguire un ricamo con questo punto si sceglie la tela e vi si riporta sopra il disegno determinato: nelle tele finissime lo si traccia con una leggiera impuntura e nelle tele sostenute ve lo si disegna direttamente. Il disegno occupa d'ordinario il centro di un quadrilatero, a meno che non sia un merletto od un pizzo, che porta un contorno di tela, e fra questo ed il disegno si estende il fondo quadrettato. Riportato il disegno, si taglia il tessuto a due fili di distanza dalla traccia e si lavora il contorno o bordo; i fondi si ottengono tirando nei due sensi i fili del tessuto in numero eguale per avere i quadretti, ma nel tirare i fili, nei due sensi, si usa lasciare fra un quadretto e l'altro una strisciolina di tanti fili quanti sono quelli tirati per comporre il quadretto, per cui ogni quadretto è compreso da fili isolati e ogni quattro comprendono un quadretto di tela.

Molte volte i quadretti sono ottenuti ritagliando la tela senza sfilarla.

La ritagliatura del disegno e fondo od anche la sfilatura non la si compie totalmente, ma mano mano che occorre nel progredire del ricamo, per impedire le deformazioni del tessuto. Tanto il contorno del disegno che le striscioline formanti il quadrigliato del fondo si lavorano ad ago, e questa operazione si chiama bordare ed anche ricamare il punto e saldare i bordi o contorni.

La bordatura ha lo scopo d'impedire la sfilatura e di ornare i bordi, e la si ottiene eseguendo una cucitura a cordoncino, nelle tele forti con punto a festone e nelle tele fine e molli con una cucitura a sopraggitto interponendo al ritto fra i punti e la tela uno o due fili di ripieno per rinforzo del cordoncino. Questo modo di bordare è anche chiamato saldatura dei contorni e rifilatura dei bordi (*surfilage des bords*).

Sia nel bordare, che nello sfilare e tagliare, si deve avere la massima diligenza per conservare ai fili tagliati il loro ordine e posizione di tessitura, sulle quali si basa l'eguaglianza, precisione e finitezza del ricamo.

La tela nelle parti in cui si deve lavorare ad ago viene tesa sopra un sostegno pieghevole e liscio, costituito da pergamena, tela cerata, moleschino ed anche tela lucida, a seconda del ricamo e della tela adoperata; la parte già lavorata viene arrotolata e mantenuta coperta, quella a lavorarsi arrotolata semplicemente in modo d'aver sempre coperto il ritto della tela.

Le striscioline che formano il reticolato del fondo, siano esse composte di fili isolati o di tessuto, sono lavorate a sopraggitto semplice e stretto per avere dei sottilissimi cordoncini, oppure a punto di ripresa per avere dei cordoni piatti, ed anche a punto di festone per avere dei cordoni tondi rinforzati nei bordi da cordoncini. D'ordinario si lavorano in lunghezza prima in un senso, indi nell'altro.

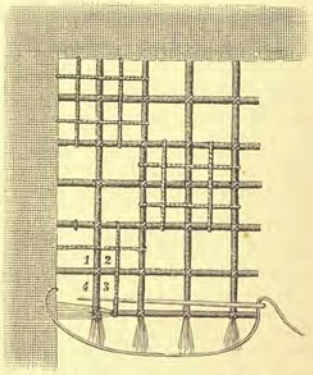


Fig. 1760. — Fondo a punto tagliato.

Fondi. — Nel bordare i tratti del reticolato si formano coll'ago degli ornati nei vuoti quadri, ornati che nel 500 hanno avuto una varietà grandissima e ne possono avere tuttora a seconda del genio e del gusto di chi ricama, e sarebbe cosa molto difficile il raccogliere tutti i fondi che sono stati eseguiti, perchè hanno tutti la stessa esecuzione o poco diversa e variano soltanto nella forma e disegni, per cui qui ne riporteremo alcuni, quelli che formano tipo, giacchè nell'articolo MERLETTI E PIZZI dovranno avere il massimo sviluppo.

La fig. 1760 rappresenta uno dei fondi più facili e maggiormente adoperati. Si tirano i fili a striscie da 5 a 7 alternate da striscie di fili isolati di egual numero o di numero minore a seconda della grossezza dei cordoni che devono formare il traliccio. Questi si lavorano a sopraggitto e nello stesso tempo si lanciano i fili avvi-

ticchiati per formare le croci nei quattro quadratelli, indi si lavorano i cordoni degli altri quadratelli vuoti. I quadratelli ornati si lavorano nel modo seguente: s'incomincia il sopraggitto sulla metà del cordone inferiore del quadratello 3 e lavorando da sinistra a destra si giunge alla metà del cordone destro del 2, si lancia un filo orizzontale al disopra del cordone mediano e si accavalla il cordoncino sinistro di 1, si ritorna, avvoltolando il filo lanciato, al punto di partenza. Si continua il sopraggitto sul cordone fino a metà di quello superiore e si lancia un filo verticale dall'insotto al disopra del cordone fra 2 e 3 e si accavalla quello ove si è cominciato il sopraggitto, si ritorna avvoltolando il filo lanciato fino al punto di partenza e si continua il sopraggitto fino alla metà del cordone sinistro di 4, da cui si lancia il filo al disopra del cordone mediano fra 4 e 3 accavallando il cordone destro del 3, si ritorna avvoltolando il filo lanciato e si finisce il sopraggitto sui cordoni, come mostra la figura.

In luogo di raggruppare i quadratelli ornati quattro per quattro, si può farli isolati o raggrupparli in vario modo, anche a formare disegni per dar maggior vaghezza al fondo.

In genere s'incomincia il lavoro bordando i cordoni a sopraggitto nella prima linea parallela ad un lato, indi si lavora nell'altro senso, cioè dei cordoni del traliccio vengono prima lavorati quelli in un senso indi quelli perpendicolari, lanciando i fili e lavorandoli, quando si debbano formare su essi degli ornati.

Un altro fondo è quello nel quale i fili d'ornamento in luogo di essere diretti secondo le mediane dei quadratelli, lo sono invece secondo le diagonali. In questo fondo si lavorano dapprima i cordoni del traliccio a punto di sopraggitto nei due sensi, finendone una certa porzione, indi si lanciano i fili diagonali, sia secondo le diagonali di un solo quadretto, sia secondo quelle del quadrato che racchiude un certo numero di quadratelli e si lavorano poi questi fili in modo diverso a seconda della loro lunghezza o della maggiore o minore ornamentazione che si vuol ottenere. Così per piccole lunghezze si lancia un filo che si lavora al ritorno con semplice avvolgimento, oppure si lanciano più fili, per lunghezze un po' grandi che vengono lavorati a punto a festone liscio, od anche con asole semplici od a festone (*picots*), ed alle volte si lavorano queste diagonali a punto di ripresa molto fino.

Questi fili lanciati che prendono il nome di barrette, colonnini (*brides*), sono lavorati variamente.

I cordoni del traliccio di un fondo a grandi trafori possono essere lavorati in punto a ripresa, e quindi sui colonnini lanciati tanto nel senso delle mediane che delle diagonali si possono eseguire degli altri ornati come piselli, anelli ed asole, ecc.

Un altro fondo è formato con cordoni di 6 fili lavorati a punto di ripresa nei due sensi, indi si lanciano i fili diagonali e su di essi si lavora l'anello lanciando 4 punti di festone dalle mezzerie dei lati, che poi s'incrociano con un anello di filo.

Disegni rimessi od a rimettitura. — Si chiama disegno rimesso nel punto tagliato, quello in cui il fondo della stoffa è nascosto o coperto dai punti, in modo che la stoffa stessa rimane allo scoperto nelle parti sole occupate dal disegno. In molti casi è difficile il tagliare con precisione i pezzi di tessuto se essi sono molto piccoli, o i dettagli del disegno sono assai minuti, senza danneggiare il tessuto su cui si sta ricamando, per cui si ricorre all'artificio di tirare i fili in tutta la superficie del disegno, come nel fondo secondo il traliccio determinato. Si lavorano i cordoni del fondo, e poi nel disegno si rimpiazzano coll'ago i fili del tessuto che devono apparire. L'esecuzione del tessuto è data dalla fig. 1761 nella quale, per meglio far risaltare l'incrocio dei fili, quelli appariscenti del tessuto sono chiari, mentre quelli introdotti coll'ago sono scuri. Si forma

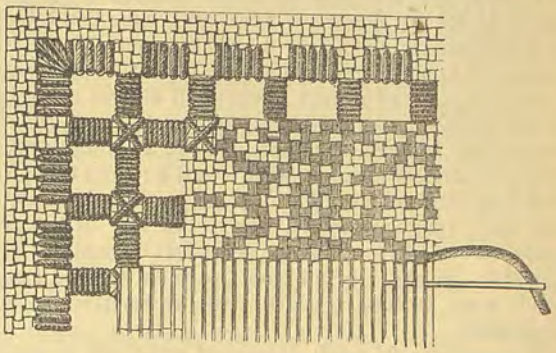


Fig. 1761. — Ricamo a rimettitura.

cioè una reticella a punto tagliato, sulla quale si lavora a traliccio tela per formare il disegno. In luogo di formare il tessuto tela ad ago per eseguire il disegno, si lavora nel quadrigliato a punto penna come dà la fig. 1762, che viene eseguito come quello dei merletti, cioè rialzando i colonnini sulla stoffa di quanto essa viene ad abbassarsi, usando nel riempimento un filato poco torto per avere il rigonfiamento leggiero. I cordoni del quadrigliato devono essere eseguiti prima di lavorare il disegno.

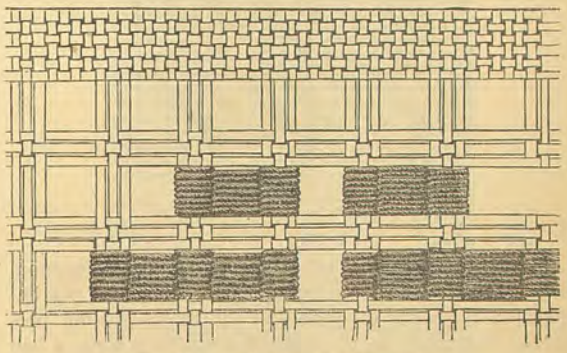


Fig. 1762. — Ricamo a rimettitura.

Non ci estendiamo oltre in questo ricamo perchè entreremmo nella categoria dei merletti, solo aggiungiamo che il ricamo a punto tagliato, combinato con quello a punto tirato e con altri, serve a produrre lavori pregiati, diversi dei quali si conservano come tesori d'arte del 500 ed anteriori, e sono la base dei merletti e pizzi a punto reticella e a punto frastagliato.

Ricamo a giorno sul tulle e sulla reticella.

Questi due ricami a base di punti lanciati, annodati, a catenella, a festone, a croce ed a ripresa, sul tulle greco a grandi maglie o sul tulle di Bruxelles a piccole maglie o sulle reticelle a maglia losanga od a maglia quadra dànno luogo sempre a merletti e pizzi veri o d'imitazione, per cui non ci fermiamo a trattare questo ricamo, ma rimandiamo il lettore all'articolo Merletti e pizzi.

Punti damascati

(franc. *Points damassés;* ted. *Auf. Damastart sticken;* inglese *Raised work*).

È un altro dei ricami antichissimi originario dell'Oriente, come ne fa fede il nome.

I punti che vengono adoperati nei ricami a giorno sul tulle furono e sono tuttora usati sulle fine tele di lino per ornarle, formando dei fondi damascati, per cui presero il nome di punti damascati o punti di Damasco, i quali servono ad ornare l'interno di disegni delineati in contorno con uno qualunque dei punti usati, sia ad impuntura semplice o doppia, a nodi, a cordoncino od altro, od anche a formare fondi ornati a ricami eseguiti. Essi venivano adoperati a formare le stoffe damascate che oggi vengono tessute, per il che non in uso pei grandi lavori, lo sono invece pei lavori di modeste dimensioni, perchè i primi sono forniti dai telai ed i secondi sono tuttora prodotti dalle ricamatrici e dai ricamatori.

Si conoscono 26 punti damascati principali, ai quali nel 500 si aggiungevano i punti dei merletti veneziani, irlandesi, ed i punti a festone, per cui nei ricami a punti damascati si ha una varietà grandissima di esecuzione. Tolti però i punti dei merletti e degli altri ricami, rimangono questi 26, che descriveremo dando pure i saggi dei principali di essi.

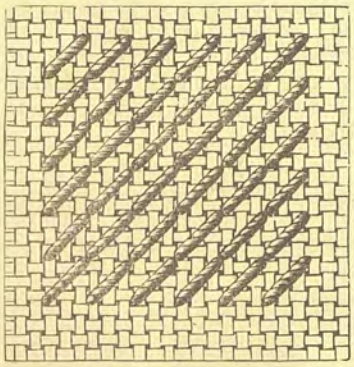


Fig. 1763. — 1° Punto damascato.

Questi punti hanno effetti dipendenti dal disegno e più ancora dal filato col quale si eseguiscono, per cui la scelta di questo dipende dall'effetto che si vuol produrre. Di regola se il punto è semplice e largo e ben distinto si sceglieranno filati grossi, se invece il punto è fino e stretto si dovranno adoperare filati di numero alto, cioè molto fini. I punti possono essere formati con filati del colore della tela su cui si lavora od anche a colori varii a seconda dell'effetto che si vuole ritrarre. Gli aghi che servono meglio a tal genere di ricamo sono quelli molto grossi e non troppo lunghi, per ottenere uno spostamento dei fili del tessuto col loro passaggio affinchè la gugliata non sia troppo strofinata, ovviando con ciò alla deformazione del filato e alla sua naturale apparenza, condizioni essenziali per la buona riuscita del ricamo.

1° *Punto.* — È costituito da punti di cucito disposti in linee parallele ad una diagonale del quadrilatero su cui si lavora (fig. 1763); ogni singolo punto rappresenta la diagonale di un piccolo quadrato, ha quindi la disposizione del satino pari (vedi articolo Tessuti), che incontreremo sovente nei ricami. Si eseguisce lanciando il filo da ricamo in obliquo sopra 3 fili del fondo, si fa passare l'ago da destra a sinistra sotto 3 fili verticali, poi da sinistra a destra in obliquo sopra 3 fili e quindi in orizzontale sopra altri 3.

2° *Punto.* — È simile al primo, ma le linee sono costituite da punti doppi ovvero da punti a 2 fili e si eseguisce come il precedente, sia lavorando con filo semplice, che con doppio; nel primo caso bisogna ripetere i punti, nel secondo rimangono eseguiti con una sola passata, ma però occorre somma diligenza, perchè non si attortiglino, dovendo i punti essere formati da due tratti vicinissimi e paralleli.

3° *Punto* (fig. 1764). — Non è che il punto chiamato *quadrettato alla tedesca.* Si eseguisce in due passate, un'andata ed un ritorno, ed è formato da una serie di punti che costituiscono tanti quadretti, dei quali, nell'andata si fanno tutti i lati verticali, cioè si eseguiscono i punti verticali, tirando fortemente la gugliata; nel ritorno si fanno i punti orizzontali che chiudono i quadretti. Il rovescio consta di punti a croce. Eseguito su

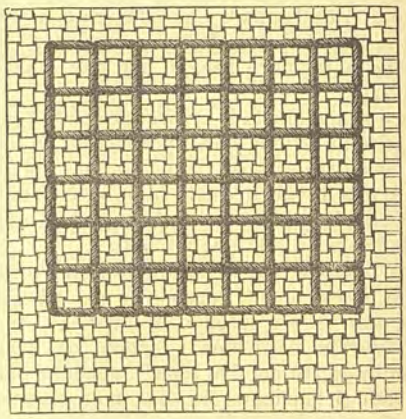


Fig. 1764. — 3° Punto damascato.

tele spesse presenta un effetto di semplice quadrettatura, ma su tele trasparenti finissime le crocelline del rovescio portano il loro effetto sul ritto. In questo punto i quadretti hanno i lati paralleli al quadrilatero di tela ricamata.

4° *Punto.* — È costituito pure da quadretti, i cui lati sono paralleli ad una diagonale del quadrilatero ricamato. Si eseguisce lanciando il filo in alto da destra a sinistra sopra 2 fili, discendendolo poscia sotto 2 fili nell'andata; al ritorno si fanno i punti in senso opposto ai primi, di modo che quattro punti s'incontrano nello stesso passaggio.

5° *Punto.* — È costituito da rombi o losanghe, in luogo di quadretti, e le loro diagonali sono parallele a due lati del quadrilatero ricamato. Si eseguisce similmente al precedente, solo che nel ritorno s'inverte il punto e si prende sempre 1 filo a destra e 2 a sinistra per dare loro l'obliquità voluta.

6° *Punto.* — Forma una scacchiera sulla tela ricamata; ogni quadratello della scacchiera si eseguisce a punti lanciati paralleli alla diagonale del quadratello, incominciando con un punto obliquo di 2 fili, simile al 1° punto damascato e successivamente facendoli da 4, 6, 8 fili, ecc., badando che il più lungo deve trovarsi sulla diagonale del quadretto stesso. Si finisce il quadrato eseguendo i punti diminuendoli fino a 2 fili (fig. 1765).

7° *Punto* (fig. 1766). — Consta di un traliccio di losanghe interrotte secondo le loro diagonali verticali ed i cui lati si compongono di 5 fili lanciati obliquamente

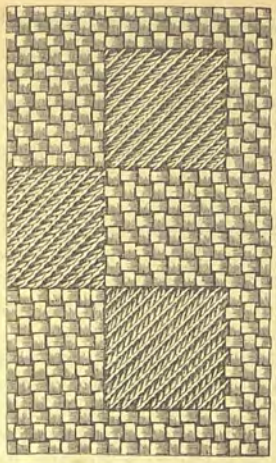


Fig. 1765. — 6° Punto damascato.

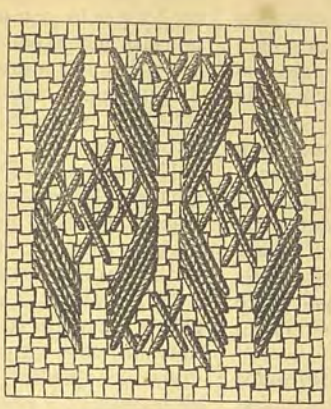


Fig. 1766. — 7° Punto damascato.

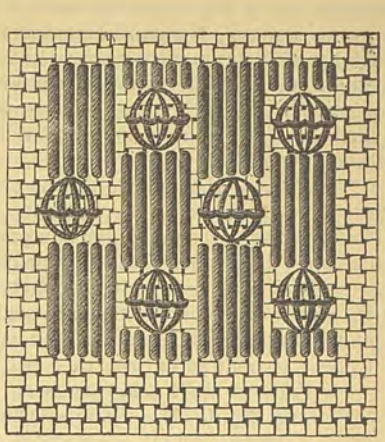


Fig. 1767. — 8° Punto damascato.

su 3 di larghezza e 6 in altezza. Le striscie che interrompono le losanghe sono di 2 fili di larghezza. Quattro punti in croce ornano l'interno delle losanghe. D'ordinario questo punto è eseguito con due filati, l'uno piatto e molle pei punti lanciati, l'altro pei punti a croce molto torto come un cordoncino.

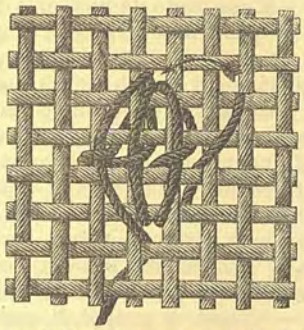


Fig. 1768. — Dettaglio della fig. 1767.

8° *Punto* (fig. 1767 e 1768). — È costituito da striscie di punti lanciati verticali, alle quali sono interpolati dei nodi o gruppi di punti. Le striscie constano di 5 punti di 8 fili; finiti i 5 punti si passa l'ago sotto

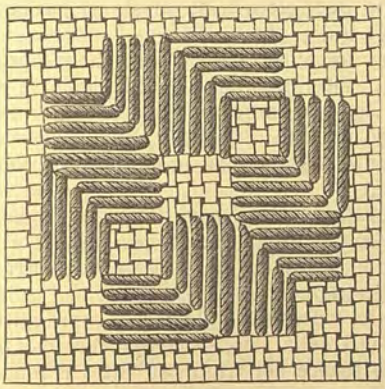


Fig. 1769. — 11° Punto damascato.

6 fili della tela per giungere al posto esatto per fare altri 5 punti lanciati. Il quadratello che rimane fra le striscie si riempie con un nodo a punto di Francia. Si fa uscire l'ago fra il secondo e terzo filo in altezza, lo si passa sopra 4 fili del tessuto, facendolo uscire fra il secondo e il terzo nel senso della larghezza, conducendolo al disopra del tratto fatto col primo punto. Si fissa il tratto con un punto indietro sul secondo filo verticale, e si riconduce l'ago all'apertura formata col primo punto. La fig. 1768 dà il dettaglio del nodo.

9° *Punto*. — Consta di striscie a punti inclinati serrati fra loro, e gl'intervalli fra queste striscie sono ricamati d'ordinario con un meandro a punti a doppio ritto di tappezzeria. Le striscie a tipo satino sono formate da punti inclinati di 3 fili in larghezza sopra 3 in altezza e distano fra loro di 8 a 10 fili.

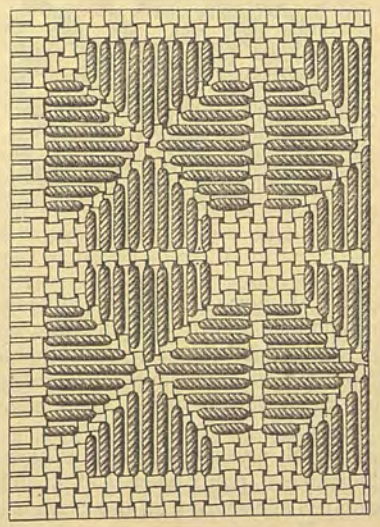


Fig. 1770. — Variazione dell' 11° punto.

10° *Punto*. — Presenta una serie di quadrati disposti diagonalmente e separate da striscie; i quadrati sono lavorati a punto lanciato e alternativamente a punti orizzontali e verticali paralleli ai lati dei quadrati stessi e le striscie sono pure lavorate a punto lanciato, ma obliquo di 3 fili in altezza sopra 6 in larghezza. I quadrati hanno una diagonale sulla stessa linea, per cui sulla linea dell'ultimo punto di un quadrato deve incominciare il successivo.

11° *Punto* (fig. 1769). — Presenta delle serie di esagoni irregolari, aventi un lato comune, ed eseguiti a punto lanciato; sono alternati, l'uno a punto orizzontale, l'altro a punto verticale. Ogni esagono è cominciato con un punto lanciato di 4 fili del tessuto, che si

aumenta fino a 8 per poi diminuire di nuovo a 4. Compiuto un esagono, si passa al successivo.

La fig. 1770 dà un altro punto che è una variazione e presenta una serie di quadrati, ciascuno costituito da 4 triangoli distinti e lavorati a punto lanciato parallelo ai lati del quadrato e decrescenti dai lati all'incrocio delle diagonali.

12° *Punto.* — È composto di una serie di losanghe a punto lanciato e le cui diagonali sono le mezzerie delle striscie. Si eseguisce un rombo con punti lanciati paralleli ad una diagonale, facendo il primo punto di 2 fili, il secondo di 6, il terzo di 10, il quarto di 14 e il quinto di 18, indi si continuano i punti in senso inverso, diminuendoli fino a 2 fili. I rombi sono contigui pel punto più corto secondo la larghezza e pel punto più lungo secondo l'altezza della tela ricamata.

13° *Punto* (fig. 1771). — È una serie di linee di punti a croce e tratti obliqui. Ogni croce è eseguita in due tratti in un'andata e in un ritorno ed è costituita da due punti lanciati di 6 fili in altezza per 3 in larghezza. Per l'esecuzione si contano 6 fili in altezza, si fa passare l'ago da destra a sinistra in obliquo sotto 3 fili della

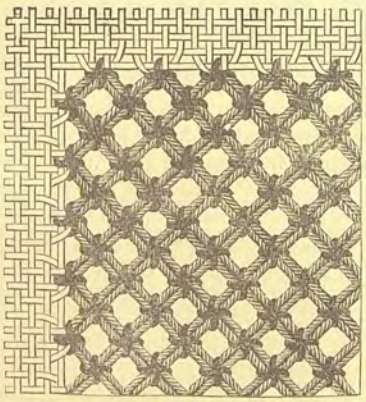


Fig. 1771. — 13° Punto damascato.

tela in andata; il punto consecutivo si compie egualmente lanciando un punto obliquo sopra 6 fili e passando l'ago sotto 3. Al ritorno i punti s'incrociano con quelli dell'andata; ed è perciò possibile lavorare nello stesso modo in qualunque senso. Ogni serie di punti dista dall'altra 6 fili.

14° *Punto.* — Si presenta in forma di linee a zig-zag, che si ottengono con punti lanciati di 4 fili in altezza, facendo passare l'ago sopra 4 fili in altezza e sotto altri 4 in larghezza. Nella linea susseguente i punti s'incontrano al rovescio con quelli della precedente, per cui due punti passano sempre per lo stesso foro della tela.

15° *Punto.* — È una variazione del tredicesimo, e cioè, il punto di ricamo è perfettamente eguale ed eseguito nello stesso modo, ma le linee di punti a croce in luogo di essere in una sola serie parallela, sono in due serie perpendicolari l'una all'altra, cosicchè il ricamo presenta un quadrigliato. Eseguendo tanto questo punto che il tredicesimo sopra stoffe trasparenti e leggiere con punti molto tirati si ottengono degli effetti di traforo che servono ad ornare maggiormente il ricamo eseguito.

Questo punto deve essere eseguito colle file distanti 12 fili di tela fra loro, per cui finita la prima serie o compiuto uno o più punti di essa, si fa passare l'ago fra il sesto e il settimo filo dei dodici d'intervallo sul ritto ove i fili s'incrociano al primo giro di punti.

16° *Punto.* — Consta di due serie di punti disposti in linee parallele, una delle quali è formata a crocelline col 13° punto con un intervallo di 6 fili, l'altra a punti lanciati obliqui col 1° punto damascato. Finita la prima serie di punti a croce, si fanno negli intervalli due file di punti lanciati obliqui, di modo che sulla mezzeria della striscia il punto di ricamo riesce a due fili, mentre ai lati è di un solo.

17° *Punto.* — È formato da striscie longitudinali o verticali di linee a punti a croce del tredicesimo punto e costituite da 4 punti per linea. Fra le striscie evvi un intervallo di 3 fili, sui quali si eseguisce un sopraggitto semplice stringendoli leggermente fra loro.

18° *Punto.* — È costituito da una serie di striscie parallele ricamate a quadrati, interpolate da striscie a linee di punto a sopraggitto. Le striscie a quadrati sono divise dai quadrati stessi in due parti riuscendo essi alternatamente uno a destra e l'altro a sinistra della mezzeria, per cui uno dei loro lati è sempre sulla mezzeria della striscia stessa. I quadrati sono formati da 7 punti lanciati, inclinati alternativamente a destra e a sinistra, ed ogni quadrato è unito all'ultimo punto del precedente, per cui fra essi riescono degli interspazi di 4 per 6 fili.

Tre linee di punti di sopraggitto formano le striscie rettilinee interpolate a quelle dei quadrati.

19° *Punto.* — È costituito da una serie di linee a gradini parallele in punti a sopraggitto, ed ogni tratto di linea è lungo 11 punti di 2 fili in altezza e larghezza; queste linee distano fra loro di 8 fili. Gl'intervalli sono lavorati con quadrati a punto lanciato obliquo del 6° punto e posti negli angoli rientranti dei gradini.

Si eseguisce dapprima la serie delle linee a gradini, indi i quadrati, seguendo l'intervallo e passando coll'ago per disotto, finito un quadrato, per incominciare il susseguente. Se la distanza vuota fra i quadrati è molto grande, è conveniente ornarla con un gruppo di qualche punto, sia a croce od altro.

20° *Punto.* — Consta di gruppi di quattro quadrati a punto lanciato, distanti due fili fra loro, che vengono lavorati a punto di sopraggitto; i gruppi sono circondati da una striscia di tre linee parallele di punti a sopraggitto di 2 fili ciascuna.

21° *Punto.* — È formato da una serie di linee del 13° punto riunite a due a due con un intervallo di 4 fili, e fra ogni striscia di queste si lascia un intervallo di 24 fili.

Le linee dei punti a croce sono fatte sopra 2 e 4 fili della tela, l'interspazio si orna riunendo in esso i fili, sei a sei, con un punto indietro, e compiutone uno si passa l'ago nei due ultimi fili verso il bordo, per ritornare sulla mezzeria ad eseguire un secondo punto e così via.

Gl'intervalli di 24 fili sono lavorati a quadrati ombreggiati con punti incrociati per disotto, al rovescio, che si fanno andando da sinistra a destra e poi da destra a sinistra.

22° *Punto.* — Due serie di punti di sopraggitto di 4 fili nei due sensi della tela, stringono fortemente 4 fili di essa per ottenere dei trafori su tutto il fondo, e compiuta questa cucitura, si fanno due punti lanciati sopra un foro ed a cavallo di due tratti e distribuiti in striscie a zig-zag od altra forma per meglio ornare il fondo.

Nelle tele leggiere e fine i trafori si ottengono facilmente col sopraggitto soltanto, ma nelle forti è impossibile, per cui si ricorre all'artificio di tirare i fili di catena e di trama e preparare divise le striscie di fili da cucire a sopraggitto.

I punti lanciati si fanno con un filo molto più grosso di quello del sopraggitto.

23° *Punto.* — Delle rose a punto lanciato distribuite regolarmente e chiuse in quadrati formati dall'incrocio normale di righe del 13° punto e di righe a punto di sopraggitto, costituiscono questo punto damascato. Le rose si eseguiscono facendo uscire 16 punti lanciati da uno stesso foro nella tela, dei quali 4 su 8 fili, 8 sopra 6, e 4 sopra 4 alternati fra loro, lasciando un intervallo di 4 fili di tela fra ciascuna rosa. Questi intervalli in un senso si lavorano col 13° punto e nell'altro a sopraggitto; questi due punti dovranno essere alquanto stretti per avere dei trafori con cui far risaltare le rose.

24° *Punto.* — Presenta una serie di triangoli in linee orizzontali e verticali che sono mezzi quadrati in cui rimane diviso il fondo. Ogni triangolo è formato da 7 punti lanciati obliquamente, dei quali il primo è lanciato sopra 1 solo filo e l'ultimo sopra 7. Le righe di triangoli sono separate orizzontalmente e verticalmente da un solo filo di tela.

25° *Punto.* — È una combinazione del 6° punto damascato col 23°. Negli spazi lasciati vuoti dalla scacchiera formante il 6° punto, si eseguiscono delle rose con 23 punti lanciati partenti tutti dal centro del quadretto vuoto, cioè fra il terzo e il quarto filo nei due sensi.

26° *Punto.* — È una combinazione di parte del 22° punto e parte dell'11°. Consta di striscie di esagoni irregolari a punti lanciati e da una serie di punti a croce e da un'altra normale a sopraggitto. Si eseguiscono dapprima gli esagoni alternandoli, l'uno a punti lanciati in un senso, l'altro lanciati nell'altro senso, ognuno esige 9 punti, il primo sopra 4 fili, il secondo sopra 5, il terzo sopra 6, il quarto sopra 7, il quinto sopra 8 e gli altri quattro diminuendoli in senso inverso. Indi si eseguiscono i punti a croce in un senso e poi il sopraggitto nell'altro.

La combinazione di questi punti dà luogo a bellissimi ricami damascati, che sono oggidì eseguiti sopra tappeti, tovaglie, coperte, ed in combinazione col punto tirato e tagliato per ornamento di biancherie in specie.

L'esecuzione dei punti damascati non richiede attrezzi speciali, la tela da ricamarsi viene montata, nella parte in cui si deve lavorare, sopra un sostegno flessibile, come pel punto tirato e tagliato, al fine di far scorrere agevolmente l'ago e permettere ai fili del tessuto ricamato di piegarsi sotto la stretta dei punti che si eseguiscono. Per cui si monta la tela sopra pergamena, moleschino, tela cerata, tela lucida a seconda della finezza della tela, mentre le più grosse si ricamano sulla mano senza sostegno alcuno, come se si eseguisse una qualunque altra cucitura.

Un'avvertenza però è da aversi per le tele grosse quando si ricamano con punti che devono avere dei trafori, e cioè è bene tirare i fili nel punto ove i trafori devono riuscire per non adoperare filati estremamente forti e fare troppa fatica nell'eseguire il lavoro.

Ricamo lineare
(franc. *Broderie linéaire;* ted. *Linienstickerei;* ingl. *Line-embroidery*).

Raccogliamo in questo capitolo tre generi di ricamo, a contorno, a intreccio ed a punti, sebbene essi formino tre distinte classi nel lavoro manuale femminile, perchè la loro esecuzione è perfettamente eguale, e solo differiscono nel modo di trattare i disegni.

Il ricamo a contorno e quello a intreccio sono antichissimi e se ne hanno testimonianze nelle vestigia dei primi popoli, e tutt'ora presso gl'Indiani e Africani; quello a punti è un ricamo moderno. I primi due si sviluppano coll'arte istintiva dei popoli, dal più semplice ornamento dovuto alla linea retta e alla curva, indi con fasci di linee parallele e spezzate, fino ai meandri e alle spirali; poi gl'intrecci di linee con foglie, fiori e animali mescolati fra loro con un ordine meraviglioso, mostrando quanto gli antichi popoli fossero ammiratori del bello e si compiacessero di adornare gli oggetti di loro uso. I lavori d'intreccio in materia vegetale, di cui sono meravigliosi maestri gli attuali Irokesi e Caffri, sono i capostipiti dell'arte del tessere, ed è su di essi che l'ornamentazione in ricamo lineare ha avuto principio, e che fu ripetuta sui tessuti, ricamando i semplici contorni di disegni o ricoprendoli con intrecci di linee, per rendere più appariscente la decorazione, con fili di uno o più colori. È da questo ricamo d'intreccio in refe o seta sui tessuti di bisso per vestimenta, che i Veneziani trassero il fino e delicato lavoro del pizzo e della blonda.

La base dei tre ricami è il cucire punti eguali in avanti e in addietro, introducendo l'ago ad eguali distanze, impuntandolo da sopra in sotto e viceversa; quindi il cucire a trapunto od attraverso la stoffa, il punto catenella, il punto a tamburo o di posta, il punto a cordoncino, il punto strega e il punto a nodi.

Tratteremo i tre ricami separatamente per dar luogo alla loro esatta distinzione.

Ricamo a contorno. — Qualunque sia il tessuto da ricamarsi, si riporta su di esso il disegno se è complicato, o si prendono a base i fili dello stesso tessuto se è semplice o se le sue parti seguono l'andamento dell'intreccio della stoffa.

Il filato che si impiega è sempre più grosso di quelli costituenti la stoffa, perchè risalti la decorazione, ed è per questa ragione che in generale si sceglie di vario colore.

Si ricamano le stoffe fine montandole su di un sopporto, come nei ricami a giorno, le stoffe forti senza alcun sostegno. Gli aghi oltre ad essere proporzionali alla grossezza del filato, lo sono anche alla lunghezza dei punti che si eseguiranno.

La cucitura che si impiega generalmente in questo ricamo è l'impuntura, cioè quella formante linee di punti consecutivi senza alcun interspazio (franc. *Point piqué;* ted. *Durchnähen;* ingl. *Behind-Sew*), la quale dà il ricamo più semplice; mentre il punto strega, il punto a mosca, il punto catenella, il punto a cordoncino con e senza imbottitura dànno a questo ricamo semplice una graziosa decorazione, ed è applicabile quando il disegno è puramente un complesso di linee rigirantesi fra loro, ma non è da adoperarsi per fiori, foglie, ecc.

Non ci fermiamo a descrivere il modo di eseguire questi punti, perchè essi sono i primi elementi del cucire che si insegnano nelle Scuole di lavori femminili: solo diremo che la regolarità del punto deve essere curata diligentemente, cioè devono essere eguali ed egualmente tesi, e nelle curve o nelle linee spezzate è d'uopo regolare la lunghezza dei punti sia per avere gli archi il più poligonali possibile, sia che per formare gli angoli o spezzature non vi sia bisogno di far punti più lunghi o più corti.

La scelta della cucitura o del ricamo coi punti accennati non è però da lasciarsi al capriccio, perchè i disegni od i motivi di questi possono presentare degli effetti differentissimi a seconda del punto con cui sono eseguiti, non solo, ma possono essere eseguibili con l'uno o con l'altro di quei punti, per cui è giuocoforza studiare il disegno ed applicarvi quel punto che lo renda di facile

esecuzione e gli dia il miglior effetto. Anzitutto è d'uopo premettere che questi ricami eseguiti su superficie piane, devono rappresentare invariabilmente e costantemente la stessa superficie piana, per cui non è da cercarsi nel ricamare di avere degli effetti di ombre o di chiaro-oscuro; se si volesse tentare si otterrebbe un insieme di indeciso che nuocerebbe alla bontà del disegno.

Il trapunto in avanti ed in addietro e l'impuntura producono delle linee finissime e delicatissime, per cui sono applicati alle figure geometriche, ai viticci, alle foglie, ai fiori, ai frutti ed alle forme di animali, in disegni piccoli e minuti.

Il punto a catenella e il punto a tamburo dànno linee larghe e piatte, mentre i punti a nodi ed a cordoncino formano delle linee a superficie convessa più o meno, anzi il secondo può assumere la forma di nastro piano, quando si escluda l'imbottitura o la si faccia piatta, e saranno da adoperarsi in disegni grandi ed a larghi tratti, nei disegni geometrici a semplici linee rette o curve. Così i primi due per le più fini linee, gli ultimi per le grandi piatte o cilindriche, ed i punti a catenella ed a tamburo per le medie.

I punti a cordoncino, a catenella e a tamburo potranno essere impiegati l'uno presso all'altro, quando il terzo occupi il posto del più sottile cordone.

Ma non solo queste considerazioni sulle linee da eseguirsi sono importanti per questo genere di ricamo, ma altresì il motivo del disegno stesso e il suo stile. I motivi d'ornamentazione fantastici e leggieri richiedono le linee fini e delicate, come ad esempio lo stile del Rinascimento, perchè ne risulti la ricchezza e festosità; mentre i motivi più quieti, quali lo stile gotico e gli orientali, richiedono di preferenza linee non molto fini; ed il greco, che presenta l'impronta della gravità e l'espressione della solenne quiete, esige linee grandi, piatte o cilindriche.

I motivi fuori stile, fantastici, non richiedono queste condizioni di punti di cucito, ma anzi la miscela di questi produce il miglior effetto.

La scelta dei colori dei filati e la grossezza di questi hanno pure una grandissima influenza sul ricamo finito e a seconda del colore della stoffa a ricamarsi, della sua finezza, del disegno stesso si sceglieranno opportunamente. È un fatto che gli orientali, come gli antichi, dànno la preferenza a questo genere di ricamo per le biancherie, ed ambiscono sieno appariscentissimi, per cui adoperano filati più o meno grossi, ma di colore spiccante sul fondo unito della stoffa; e la moda di questi giorni segue gli stessi passi, ma però non pone in disparte lo studio dell'accoppiamento dei colori, di cui fu maestra nel passato la *Scuola Umbra*, che è per noi vanto e gloria nell'arte del ricamo. Così su fondi di colore unito quieto, avrà il miglior effetto un colore vivace o che riesca tale, e quindi su drappo nero il ricamo in verde chiaro. Su fondo rosso bruno, linee verde forte, e su fondo verde grigio le rosse, su fondi bianchi, neri e grigi qualunque colore può venire applicato.

Su stoffa di fondo senza lucido, come il panno ed il velluto, hanno vivace effetto i filati di seta in colori chiari per la loro lucentezza, mentre su fondi di raso, di tela, di damasco in colori chiari, hanno migliore effetto i colori scuri senza lucido o con poco lucido, come si presentano i filati di cotone, di lino e di lana.

L'accoppiamento di colori cupi e brillanti con filati di lana e di seta hanno eccellente effetto, ma però il più brillante, quale la seta bianca, va ben difficilmente adoperata in unione ad altri colori, scomparendo il suo bianco brillante col riflesso degli altri.

In questo genere di ricamo, gli orientali impiegano spessissimo i fili d'oro e d'argento ed i primi in tutta la scala dei colori che può presentare l'oro su fondi colorati ed in unione a filati colorati, ma scelti in modo particolare, perchè i colori non si nuociano a vicenda. Così l'oro paglierino e l'argento bianco su fondi bruni forti, ed i colori brillanti in unione coll'oro e coll'argento vivo e ricco. L'argento accanto al bleu e al giallo; l'oro invece al verde e al violetto. Su fondo rosso od in unione al rosso, l'oro e l'argento a scelta.

I motivi di disegno per questo ricamo devono essere semplicissimi, linee rette o curve, spezzate, isolate o parallele, linee avviticchiantisi e rigiranti su se stesse, meandri ad una o più linee, e qualunque disegno con foglie, fiori, animali lavorati solo nel contorno, senza alcun lavoro nell'interno, che deve rimanere perfettamente piano.

Oggidì questo ricamo è facilmente eseguibile colle varie macchine da cucire, sia con quelle a doppia impuntura che a catenella od a punto annodato ed è per codesto che la moda lo favorisce in modo particolare per quegli oggetti di uso domestico, che per lo più sono decorati dalle padrone di casa, con disegni grandi in motivi semplici e molto facili ad eseguirsi a mano o colle macchine a cucire. La moda facilita ancor più il lavoro fissando i colori delle stoffe e quelli dei filati da ricamo; così per tovaglie e tovagliuoli a fondo bianco o molto chiaro dà la preferenza ai colori turchini ed ai rossi, e per quelli a fondo grigio preferisce il bianco.

Per l'esecuzione si dovrà studiare il disegno nell'andamento delle linee per non staccare la cucitura e renderla saltuaria, condizione principale quando il ricamo si eseguisce colla macchina da cucire, perchè il lavoro deve procedere continuo, senza ritorni e staccature.

Ricami a intreccio (fr. *Broderie à point de lignes;* ted. *Flecktstickerei;* ingl. *At throw embroidery*). — Differisce dal precedente in ciò, che mentre quello lascia la superficie racchiusa nel contorno vuota, questo la vuole riempita con un intreccio di linee, col quale alle volte si possono ottenere, mercè l'applicazione giudiziosa di colori, degli effetti di ombreggio, che però non deve essere ricercato in tale ricamo, non essendo nel suo scopo. Il ricamo a intreccio vuole decorare superfici con fili distesi per cucitura sopra stoffe, tracciando dei motivi di disegno geometrici o fantastici ripieni e piani. Questo ricamo ha la sua origine primitiva nelle stuoje dei nostri antichi, e che ritroviamo nelle stesse stuoje degli attuali popoli incivili, ed in esse non vi è che la decorazione con effetti piani, senza alcuna ricerca di ombreggiature, ma vi regna il contrasto dei colori con ottimi motivi geometrici producenti un effetto seducentissimo. Il ricamo a intreccio ebbe la sua voga dal 300 al 500 presso di noi e si hanno campioni mirabili per finezza di lavoro, per precisione di esecuzione e per scelta di disegni artistici.

Il ricamo consta in generale di figure geometriche isolate o combinate, come di figure fantastiche, contornate da linee in ricamo e ripiene di un graticcio di fili in due o più direzioni parallele fra loro.

Il punto in avanti e in addietro per trapunto, l'impuntura, la catenella, il punto a cordoncino, hanno anche qui la loro applicazione, e combinati fra loro dànno origine al punto a tratti, a quello a linee, al quadrigliato, al punto Holbein, al punto tedesco, al punto a doppio ritto, denominazioni di forma, ma non di sostanza, perchè tutti questi punti non sono che un unico modo di cucire, l'impuntura, a punti più o meno lunghi ed in varie direzioni, formando una serie di punti lanciati con ritorno di

ago. In questo ricamo le accennate cuciture semplici prendono il nome delle suddette combinazioni e da esse anche il ricamo, ed è per ciò che in commercio o presso le ricamatrici troviamo il ricamo d'intreccio distinto con varie denominazioni a seconda del punto col quale fu eseguito o che si richiedeva per eseguirlo.

Il punto maggiormente adoperato è il punto tedesco o quadrigliato che descriviamo.

Le figure 1772 e 1773 dànno i passi del punto a tratti eseguito come si eseguisce l'impuntura, cioè facendo

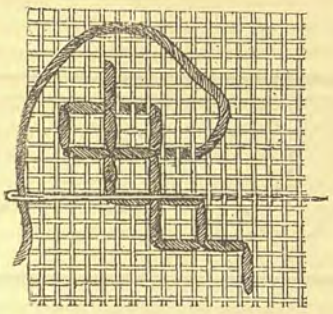


Fig. 1772. — Punto lanciato, 1° giro.

uscire l'ago ad una distanza della sua entrata eguale alla lunghezza del punto che si deve avere. Ricamando figure o disegni si eseguisce in due passi un'andata ed un ritorno; così la fig. 1772 mostra come l'ago passa alternativamente e per tratti al disopra e al disotto dei fili del tessuto, lasciando incompleti dei quadretti; la fig. 1773 mostra come, nel ritorno, i lati bianchi dei quadretti, rimasti nell'andata, sono completati col medesimo sistema di passaggio dell'ago.

Le apprendiste incontrano serie difficoltà nell'esecuzione di questo punto, per quanto riguarda l'eguaglianza

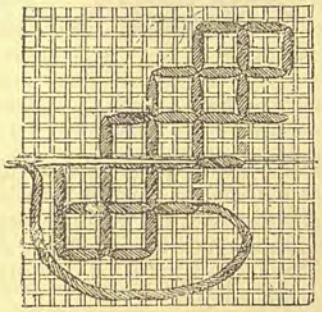


Fig. 1773. — Punto lanciato, 2° giro.

dei punti e più la loro distribuzione nell'andata per assicurarsi la continuità del ritorno; sono però difficoltà che l'esercizio manuale e l'attenzione fanno di molto attenuare. Nel caso che l'intreccio si eseguisca in obliquo sulla stoffa, i punti si eseguiscono nello stesso ordine, come se si coprissero i fili dritti del tessuto. Molte volte però nell'andata si fa una vera e propria cucitura, mentre nel ritorno si fa solo un incrocio col punto esistente. Questi metodi di cucire il ricamo a intreccio erano le sue basi nel 300 in Italia, e sono pur quelle che hanno gli orientali tutt'ora, come mostrano i campioni che si conservano e nei quali si riscontrano delle caratteristiche disposizioni d'intreccio, che formano un gradevole effetto e che sono pur seguite in Oriente; ne citiamo perciò le principali. Eseguito il contorno del disegno si riempie l'interno con un incrocio di fili, che possono intersecarsi ad angolo retto o sotto un qualunque altro angolo, ma l'incrocio ortogonale o ad angolo retto ha direzioni diverse da quelle del contorno ed in qualche solo caso di bordure a merletto, a disegno geometrico sono parallele a quelle del contorno, mentre l'intreccio ad angoli acuti ha le sue direzioni parallele ai lati del contorno, ed in generale si può dire che l'intreccio ortogonale è disposto parallelo o no al contorno, mentre quello acutangolo è sempre parallelo. In disegno contornato, il cui interno dà un fondo continuo, sebbene contenga altre figure, l'intreccio mantiene costantemente le sue direzioni, ma se invece il disegno consta di varie parti staccate, l'incrocio ha proprie direzioni per ogni singola parte. Le stelle o piani a croce, dette anche raggiere, sono sempre costituite da un numero dispari di raggi a

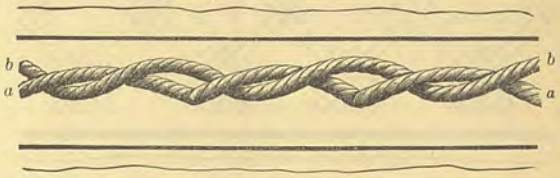


Fig. 1774. — Punto strega.

punti lanciati, nei quali s'intreccia un secondo filo a spirale. In qualche raro caso, e per lo più in fondi a spirale, l'intreccio non copre che una parte del fondo per avere un certo effetto di risalto per ombreggio. Queste disposizioni sono seguite anche nelle bordure, orlature, tramezzi e striscie, le quali a lor volta hanno delle forme e disegni tipi, dai quali se ne sono ricavate altre.

Il più semplice ornato in questo ricamo è il punto strega (fig. 1774) che consta di una fila di punti in addietro od impuntura *a a* e fra essi è intrecciato un secondo filo *b b*. Questo semplicissimo ricamo corre per lo più isolato, ed alle volte compreso fra due linee di cordoncino parallele, ed è l'unico bordo da vesti, che è stato usato da solo.

In generale le bordure a linee rette sono contenute fra cordoncini paralleli, che se sono in numero di due hanno

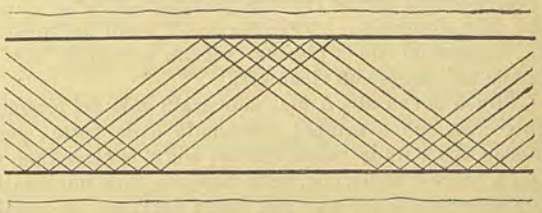


Fig. 1775. — Bordo semplice.

la stessa grossezza, se più l'hanno variabile, ed a seconda della stoffa la grossezza varia in due modi, o nella sola larghezza, facendoli piatti, o in larghezza e spessore eseguendoli semicircolari.

Quando le bordure sono costituite da semplice intreccio di linee o da fasci di linee parallele incrociantesi, l'intreccio parte dal cordoncino superiore e termina su quello inferiore; ma quando l'intreccio dà luogo ad un motivo di disegno, allora questo rimane isolato fra i cordoni. La fig. 1775 offre l'esempio di un bordo semplice, nella quale i fili partono dai cordoni di contorno ed è costituito da una serie di punti lanciati da un cordone all'altro che si eseguiscono in due tratti, nell'andata e nel ritorno. La fig. 1776 dà l'esempio di un bordo a figure non contornate, nelle quali le forme varie si otten-

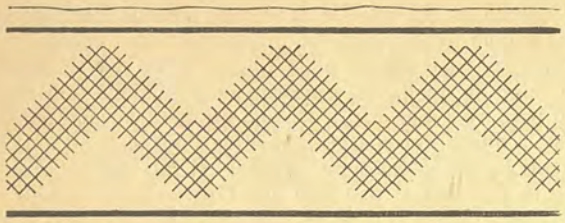


Fig. 1776. — Bordo a punte.

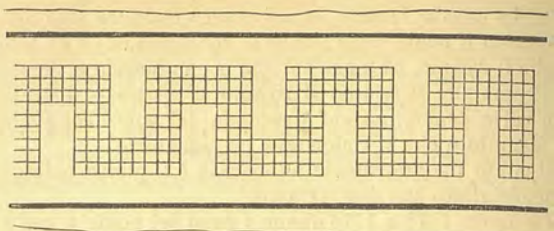


Fig. 1777. — Bordo a merletto.

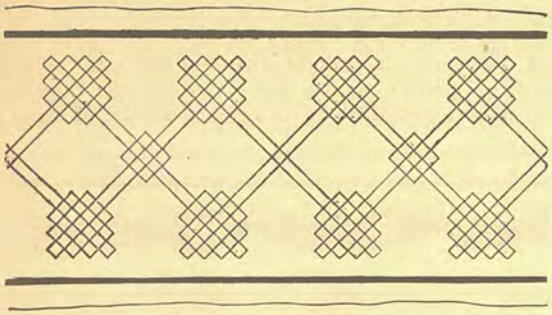


Fig. 1778. — Bordo turco.

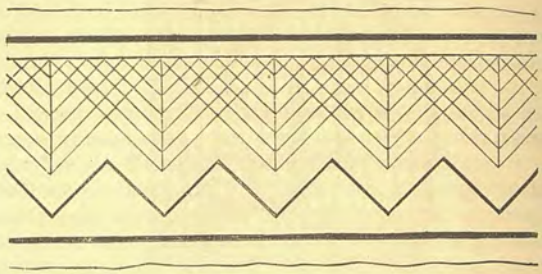


Fig. 1779. — Bordo turco a merletto.

gono facendo dei punti più o meno lunghi che si eseguiscono in due passate; la fig. 1777, che è dello stesso genere, prende il nome di bordo merlettato o merletto a intreccio, perchè rassomiglia al coronamento merlato dei castelli ed è da qui che si vuole derivi la parola *merletto* con cui si denominano i pizzi. La fig. 1778 è un bordo molto in uso fra i Turchi ed è eseguito con un punto a tratti a due ritti, sempre distribuendo la cucitura in due passate, chiudendo cioè i quadratelli o i rettangoli nel ritorno. La fig. 1779 è un bordo a denti o dentello a intreccio, pure assai usato in Oriente ed è da questa forma che alcuni vogliono sia derivata la parola francese *dentelle* a indicare i pizzi.

Con queste figure abbiamo dato i tipi di bordure costituiti da sole linee rette, i cui disegni sono variabili a volontà e di facile composizione. Essi in generale sono in filati colorati perchè risaltino maggiormente; le figure sono nella dimensione che si usavano i bordi nel medio evo, dimensioni che si possono variare a volontà adattandole all'oggetto da ricamarsi.

La linea curva non è mai adoperata sola nel ricamo d'intreccio, ma è sempre combinata colla retta, per poterne avere un intreccio stabile; e così si ottengono i piani a croce o stelle, che, nelle bordure, sono impiegati isolatamente o combinati con figure derivate dai citati bordi rettilinei.

Le figure fondamentali sono la raggiera (fig. 1780) e la mezza raggiera (fig. 1781), che non è che un quarto della raggiera. La prima è costituita da una serie di punti lanciati e disposti radialmente intorno ad un punto ed in numero dispari; gli angoli ch'essi formano fra loro devono essere eguali, perchè la raggiera risulti regolare, altrimenti si avrebbe un effetto di deformazione nel ricamo. I raggi, a partire dal centro, sono poi intrecciati alternativamente con un secondo filo disposto a spira, che termina ad un terzo dall'estremità dei raggi, i quali possono essere di lunghezza diversa per rendere più vaga la raggiera.

La mezza raggiera è pure costituita da punti radiali facenti angoli eguali e di lunghezza diversa ed in numero dispari e disposti in modo che i raggi estremi facciano fra loro un angolo retto o minore di un retto; il secondo filo intreccia i raggi alternativamente andando e venendo dai raggi estremi.

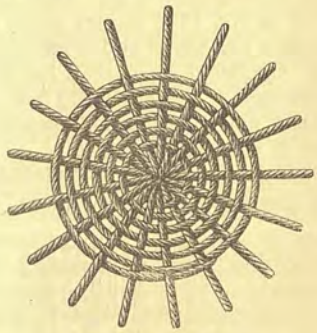


Fig. 1780. — Raggiera.

Una variazione è quella di formare le raggiere e le mezze raggiere elittiche in luogo di circolari, come la combinazione di mezze raggiere fra loro a formare figure geometriche, come raggiere ed altre figure geometriche ad intreccio dànno luogo a bordi ed orlature elegantissime e di pregevole effetto.

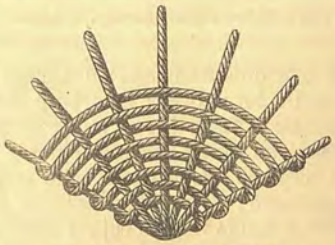


Fig. 1781. — Mezza raggiera.

I disegni d'insieme vengono prima contornati e quindi riempito l'interno con un intreccio semplice a fili rettilinei che s'incrociano ad angolo retto o ad angolo acuto, ovvero con intrecci speciali e abbastanza complicati e che fanno parte dei pizzi, e che verranno trattati per esteso nell'articolo MERLETTI E PIZZI.

Con questo ricamo si ottengono dei graziosi effetti e degli artistici oggetti, ricamando sopra tessuti dei disegni di merletti anche complicati, che riescono di abbastanza facile esecuzione, mentre quella del merletto è difficile, potendo fermare i punti nella stoffa di fondo. Il ricamo eseguito in colore diverso di quello della stoffa di fondo, con una giudiziosa scelta di colori, come accennammo nel ricamo a contorni, ha miglior effetto. Nel medio evo si usava, per coperte di mobili, ricamare ad intreccio sulla stoffa dei merletti piegati e sopradossati e se ne ricavava l'effetto, di un vero merletto gettato a caso sulla stoffa.

Sfogliando gli antichi libri di ricami si incontrano numerosissimi esempi di questi lavori.

I Persiani, i Valacchi, gli Albanesi, i Montenegrini ed i Greci pure, fanno molto uso di questo ricamo per la decorazione di abiti, coperte, tappeti, ecc., con disegni di speciale carattere e adoperando punti simili, ma con disposizioni tali che, unite al disegno, possono a prima vista far credere che ciascuno di quei popoli abbia un sistema particolare di ricamare, ed è per questo, forse, che molti giornali di lavori femminili presentano dei ricami sotto i nomi di ricami o punti persiani, valacchi, ecc. Questi popoli impiegano ingegnosamente l'intreccio acutangolo in piccole striscie, che corrono parallele od anche s'incrociano fra loro producendo dei meravigliosi effetti, ed in queste striscie adoperando di preferenza la così detta cucitura incrociata o a piedi di mosca, semplice e doppia, variandone la distanza dei tratti incrociati per ricercare il miglior effetto.

Questi popoli, ed alcuni anche dell'America, accoppiano al ricamo ad intreccio quello a contorni impiegando il punto a festone, piuttosto che il punto rettilineo o a cordoncino.

Ricamo lineare a punti (franc. *Broderie à point linéaire;* ted. *Punctlinienstickerei;* ingl. *Point line embroidery*). — Da parecchi anni è venuta una derivazione del ricamo a contorni e a intreccio per dar luogo al ricamo a punti; in questo, a differenza dei precedenti, i punti seguono bensì il contorno del disegno ma cercano di raggiungere per lo più l'effetto del chiaroscuro, e non si adopera niun intreccio e niuna eguaglianza, nè forma diversa di punti per variare la decorazione, ma si usano punti di varia lunghezza, per quanto permette od esige il disegno. Ciò è voluto dalla forma stessa dei disegni, anzi si può dire che il desiderio di applicare i precedenti ricami ad un genere di disegno speciale, ne ha derivato questo terzo tipo di ricamo lineare.

Qui si hanno figurine, paesaggi e piante, nelle quali si vuol avere dell'effetto anche di rilievo; è perciò che non si può più avere un contorno tutto eguale, e la superficie interna pure egualmente lavorata, ma tanto questa come quello, devono avere delle variazioni, e quindi occorrono punti cortissimi e lunghissimi, semplici, doppii e tripli, ad impuntura, a trapunto, a semplice cucitura in addietro, quando anche non vi si introducano i punti a catenella, a tamburo e a cordoncino ed altri per raggiungere lo scopo.

È un ricamo che si usa per decorare le biancherie da tavola, anzi fu primieramente esclusivo per la decorazione di esse e non veniva adoperato per altri oggetti. La voga che prese fu tale, perchè così volle la moda, che si applicò ad altri oggetti, come calendari, paraluce, ecc., ma non ebbe gran risultato, mentre lo ebbe e lo conserva tutt'ora per tovaglie e tovaglioli per thè, per bavaglini, salviette, grembialini, ed in genere per le biancherie dei bimbi.

Nulla vi ha di fondamentale, nè formazione di punti, nè disegni: tutto si riduce ad una buona cucitura, non molto tesa e a disegni di figurine, che per lo più rappresentano bimbi in qualche atteggiamento più o meno scherzoso.

Si ricama sulla mano, senza montare la stoffa su sostegno, perchè essa è quasi sempre tela o damasco forte; solo nel caso di ricamare stoffe di seta converrà montare la parte che si ricama su tela lucida al solo intento di non sciupare la stoffa.

In generale si ricama con filati di cotone, di lino e di seta in colori assortiti al fondo, come anche con un tono dominante e adoperandone tutta la scala, oppure riunendo insieme vari toni spiccati. D'ordinario si adoperano colori risaltanti sul fondo e sodi al bucato, perchè gli oggetti ricamati molto spesso sono soggetti al lavaggio.

Alcune variazioni di questo ricamo, dipendenti più dal disegno che dalla esecuzione, prendono in oggi il nome di punto russo, punto ottomano ed altri.

Ricamo piatto
(franc. *Broderie au passé;* ted. *Plattstickerei;* ingl. *Flat-embroidery*).

È oggidì più noto presso di noi colla denominazione francese di ricamo al passato, mentre in Francia fra le ricamatrici è detto *Broderie plate*, derivato dall'antica denominazione italiana di ricamo o punto piatto. È il ricamo col quale sono state create delle vere opere d'arte, gareggianti colla pittura, per cui ne venne il detto, dipingere coll'ago, e delle quali facemmo cenno nella parte storica del ricamo. Nei precedenti ricami ed in altri che tratteremo di poi, la lunghezza dei punti e la loro assoluta eguaglianza è legata dal tipo del ricamo stesso: in questo invece niuna legge, nessun vincolo ha davanti a sè il ricamatore o la ricamatrice, che godono della loro più ampia libertà di lanciare punti più o meno lunghi senza limiti, si può dire, di dimensioni, poichè lo scopo a raggiungersi non è più un ornamento a linee geometriche, ma il ritrarre fedelmente la natura, ottenendo l'ombreggio e la fusione dei colori con linee rette disposte su un piano e date dai fili o punti di ricamo. Nei tempi passati, e non di troppo addietro, si ammetteva indiscutibilmente che i ricamatori sortissero con un genio speciale, più ereditario che naturale, mentre oggi sappiamo che chi coltiva e si educa alle libere leggi del gusto e della fantasia, chi studia la distribuzione delle masse, artisticamente parlando, l'equilibrio delle forme, dei colori, l'armonia fra la stoffa e la relativa decorazione coll'uso che l'oggetto ricamato dovrà avere, entrerà in possesso di quel segreto dell'arte del ricamo, che, dicendosi atavico, ci diede quei campioni che sembrano invero eseguiti col pennello e non coll'ago. Questo ricamo tanto negletto negli anni scorsi, ritorna a poco a poco a rinascere e tratto tratto appajono lavori ottimi, sebbene non arrivino all'altezza di quelli che formano le nostre glorie passate; è lo studio e l'arte che vi manca, è il gusto del bello e la ritrattazione della fedele immagine della natura.

Il punto piatto è sempre trattato a colori, ed anche in chiaroscuro, sia in uno o più toni di nero, esso è antichissimo e se ne hanno le traccie nei popoli antichi dell'Asia, che tutti, in genere, lo hanno coltivato e lo coltivano con caratteri loro particolari, e certamente è fra essi dove nacque e si innalzò all'altezza dell'arte in remoti tempi. Fu arte degli antichi Caldei, degli Assiri, di Babilonia, della Fenicia, dell'India, della Frigia e lo è tutt'ora vera arte pei Cinesi, Giapponesi, Indiani, Per-

siani e Turchi, e specialmente per gl'Indiani che superano tutti gli altri per la suntuosità del ricamo con oro, che trattano nel modo più squisito e ingegnoso, perchè le decorazioni non siano troppo risplendenti e luciccanti, ma sieno quiete e viste da lontano diano l'effetto di un insieme sfumato di colori, ciò che è pur ricercato e seguìto da tutti i popoli asiatici e perfino dai Cinesi e Giapponesi.

Il ricamo turco in punto piatto a colori ha quasi sempre composizioni di piante e animali con un insieme dei più ingegnosi e mirabili; sono i Turchi che hanno introdotto la ricamatura dei motti, delle sentenze, dei versetti del Corano nelle decorazioni ricamate, come pure la caricatura e il simbolismo, senza però ripetere nella stessa decorazione il medesimo motivo. Ciò è pur seguìto dai Cinesi e dai Giapponesi che mai ripetono simmetricamente e periodicamente la stessa caricatura e lo stesso simbolo per non dar luogo a noja. E tal sistema invece è oppostamente seguìto nel medio evo pel ricamo e per le stoffe operate, sopracariche di santi, angeli, calici, nuvole, ecc., in innumerevoli ripetizioni specialmente nelle grandi superficie, mostrando che l'artefice ha avuto il solo scopo di decorare col minimo studio possibile. Ed è per la nessuna ripetizione, che sono oggi graditissimi l'umorismo giapponese e le specialità cinesi in linguaggio figurato e in ischerzose piacevolezze nelle espressioni, a cui si unisce un'esecuzione di ricamo eccellentissima ed ingegnosa, che tratteremo in speciale capitolo.

Il ricamo dell'antica Grecia, che raggiunse il massimo del bello nell'arte decorativa, aveva per base la figura modellata; ed il prodigioso effetto suo, che il più delle volte è trattato con due soli colori, devesi alla purità artistica delle sue forme. Anche i fogliami e i fiori, che molte volte accompagnano la figura, hanno fra loro delicatissimi rapporti di proporzione, come hanno curve ed attacchi così veri, che rappresentano fedelmente il vero e ridanno la natura fino nelle sue minutezze. Nei più antichi ricami greci è stato preferito l'acanto per comporre gli arabeschi coi suoi magnifici accartocciamenti ed eleganti viticci di foglie e fiori, come lo fu nell'architettura e come in questa, si ebbe poi l'arabesco a felci e le palmette, che formarono nel ricamo la decorazione più ricca. Per la orlatura si usò l'edera col suo splendido ammasso di foglie, coi grappoli di bacche gialliccie unite alle bacche e foglie d'alloro.

Queste stesse decorazioni le troviamo pure nei più antichi ricami italiani e ce le mostrano gli arabeschi ricamati delle antiche sculture tosco-romane e umbre ove domina l'acanto, mentre negli antichi ricami lombardi, che vennero poi, abbiamo l'edera.

Nel medio evo l'arabesco in punto piatto ha un grande sviluppo, ma per lo più è simmetrico a motivi ripetuti colla caratteristica degli animali in iscorcio, perchè apparissero uscenti dal piano di decorazione.

Non ci fermiamo a parlare dei ricami della Scuola Umbra, di quella Lombarda e Veneta e delle altre nostre, perchè sarebbe troppo lungo. Concludiamo quest'introduzione dicendo che tutte le scuole italiane, come voglionsi chiamare, raggiunsero la perfezione, ritraendo la natura e dipingendola coll'ago, ed oggi ancora quest'arte in Italia esiste, ma esausta di forze nella sua lotta colla macchina da ricamare e col telajo. Risorgerà e vincerà tornando alla vera arte del bello, che nella lotta del prezzo ha in parte dimenticato gli ajuti; e questi non gli mancano, sia per le Scuole artistiche che per le pubblicazioni, fra le quali devesi annoverare il giornale *L'Aracne* dei fratelli Pozzo di Torino e le pubblicazioni artistiche dell'Hoepli di Milano, e di altri.

Il ricamo a punto piatto viene eseguito su stoffe di seta, di lana, rasate od operate e su velluto quando esse formano il fondo dell'ornamentazione; su tele molto regolari, quando il fondo deve essere ricamato, le tele fine per lavori di piccole dimensioni e tele forti per grandi dimensioni.

Per l'esecuzione di un disegno è importantissimo in questo ricamo il riporto di esso sulla stoffa da ricamare. Due sistemi si sono seguìti in Italia nei tempi aurei del ricamo, e cioè il riporto per mezzo di cuciture, ed il disegnare direttamente sulla stoffa; il primo è seguìto quando la stoffa deve formare il fondo e propriamente sulle stoffe operate, su quelle di lana e sui velluti, sulle quali od è difficile od impossibile il riportarvi un disegno in modo stabile. Sulle stoffe di seta liscie o sulle tele in ispecie si usa e si è usato disegnare sopra direttamente segnando con inchiostro di china i contorni; anzi nei lavori più importanti e proprio sulle tele si trova che il disegno da ricamarsi vi è stato acquarellato, sia in semplice chiaroscuro, sia in colori. I campioni dei nostri più eccelsi artisti sono tutti quanti trattati in questo secondo modo se sono di grandi dimensioni, sono a semplici contorni se di piccole: anzi nei piccoli lavori vi si incontra di rado il disegno riportato sulla stoffa. Il disegno acquarellato è una sicura guida al ricamatore nell'esecuzione del ricamo, specie se acquarellato a colori; ma il vero artista però doveva e deve sentirsi legato troppo da tal disegno e preferiva, come preferisce, un disegno che lasciasse libero il suo gusto e la sua fantasia nell'esecuzione e nella combinazione dei colori; per cui i migliori campioni di ricamo a punto piatto hanno riportato con somma diligenza il contorno, nel cui interno sono segnati gli ombreggi grossolanamente in nero. Proprio come i cartoni degli affreschi dei nostri più eccellenti pittori.

Questo ricamo, come molti altri, che vedremo, non è possibile lavorarli sulla mano, come i precedenti, perchè in esso è essenziale condizione che la stoffa su cui si lavora sia perfettamente piana, per non avere falsi effetti di luce per la trattazione dell'ombreggio e per i toni dei colori.

La stoffa è quindi montata sul telajo da ricamo, nel quale è tesa con cura e in modo che quando vi è tolta non avvengano deformazioni nel disegno, cioè la tensione deve essere uniforme su tutto il contorno.

Due tipi di telajo si hanno: il tamburo a ricamare o telajo circolare, ed il telajo ordinario o rettangolare.

Il telajo circolare moderno (fig. 1782) consta di un anello di legno A, costituito da due anelli B e C rientranti fra loro; l'inferiore C porta un'appendice D terminata a sfera, racchiusa nella sfera cava E che fa parte del supporto G col quale si ferma il telajo al bordo di un tavolo per mezzo della vite H. Fissato il supporto, l'anello può prendere quella qualunque posizione rispetto al supporto, potendo ruotare in tutti i sensi su di esso, mercè il giunto sferico DE; datagli la posizione desiderata, si stringe la vite F per renderlo stabile.

Nella stessa figura è riportata in scala maggiore la sezione trasversale dell'anello A; i due anelli B e C che lo costituiscono hanno la forma di L ad angoli arrotondati e l'uno rivoltato sull'altro si penetrano esattamente e dolcemente. Per montare il telajo si toglie l'anello B, si distende la stoffa sopra C, in modo che la parte su cui devesi lavorare ne occupi il centro, si sovrappone B e comprimendolo si stende la stoffa e si serrano stabilmente i due anelli fra loro. È un telajo che non può avere grandi dimensioni, ma è molto comodo per piccoli lavori. I ricamatori di professione adoperano un telajo circolare, al

quale dànno il nome di tamburo, è più modesto e può avere dimensioni abbastanza grandi; è costituito da due anelli di legno uguali a quelli degli stacci circolari, ma però coi giunti a fronte e non a sovrapposizione. L'anello inferiore è piuttosto alto e aumenta la sua altezza coll'aumentare del diametro nello stesso rapporto che negli

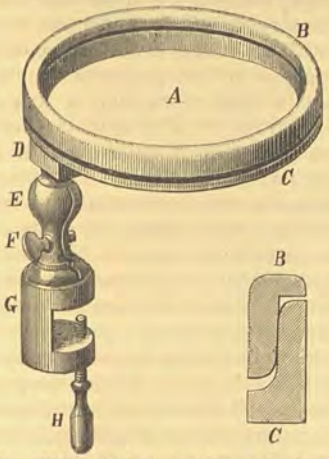


Fig. 1782. — Telajo circolare o tamburo.

stacci; l'anello superiore invece è molto meno alto, pure la sua altezza aumenta col diametro. Il telajo non ha piede, e lo si adopera appoggiandolo alle ginocchia o al bordo di un tavolo. Questi due tipi di telai, che si montano prestamente, hanno il difetto di non poter essere usati per le stoffe fine e le operate, perchè la durezza del legno le sciupa nello stenderle, come pure spostandosi il lavoro non si può serrare la parte ricamata fra gli anelli, chè si sciuperebbe, per cui i ricamatori mantenendo lo stesso modello, sostituiscono al secondo anello, B, di legno, un anello di cuojo senza giunti, od anche un anello di gomma elastica. L'anello di cuojo è ottimo per fini stoffe e quello di gomma per serrare le parti ricamate.

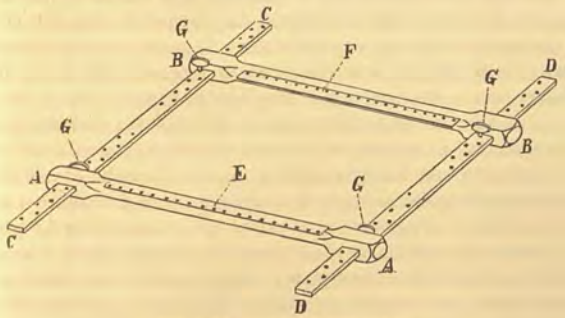


Fig. 1783. — Telajo ordinario.

Il telajo ordinario è il telajo tipo pel ricamo, è rettangolare e sempre in legno (fig. 1783); consta delle due traverse AA, BB, attraversate nei loro estremi dalle stecche CC, DD; le prime hanno su di loro fissato una forte fettuccia F, a cui si cuce la stoffa, e le seconde portano due fili di fori alternati, nei quali introducendovi i piuoli G, servono a stendere la stoffa nel senso della lunghezza. Occorre però stendere la stessa stoffa nell'altro senso, per cui si usano bordare i suoi lati longitudinali di fettuccie, ovvero vi si fissa saldamente un grosso cordone con punti di ferma distanti 3 a 4 cm. e s'intralicciano le fettuccie o i cordoni colle stecche, per mezzo di un forte cordoncino ben teso.

Le dimensioni del telajo dipendono dalla larghezza della stoffa da ricamarsi e non dalla sua lunghezza, perchè, a quella devono uniformarsi la lunghezza delle traverse, che nella loro parte compresa fra le stecche sono rotonde o leggermente arrotondate per avvolgervi senza pregiudizio di sorta la stoffa ricamata o no, mentre ai loro estremi sono a sezione rettangolare o quadrata.

I telai di lusso hanno le traverse rotonde e le stecche sono sostituite da due viti, i cui dadi rotondi mantengono in posto le traverse; le viti nella loro parte di mezzo portano un'appendice, per applicare a snodo il telajo sul proprio piede per rendere più comodo il lavoro. Con questi non è però dato di eseguire grandissimi lavori per la loro leggerezza e poca robustezza, per cui allora è d'uopo ricorrere ai telai ordinarii, i quali se di grandi dimensioni si appoggiano sui cavalletti, se di piccole, fra le ginocchia e il bordo d'un tavolo.

Riportato il disegno a semplice contorno o con acquerello sulla stoffa da ricamarsi e montata questa sul telajo, sono state eseguite le prime due operazioni preparatorie ed è d'uopo che il ricamatore eseguisca la terza, cioè la scelta dei filati e le gradazioni dei vari colori che devono essere adoperati nel ricamo. Questa terza operazione dipende anzitutto dalla stoffa da ricamarsi, indi dal disegno da eseguirsi, per cui i filati sono scelti di lana o di seta, anzi quasi sempre di seta; la scelta delle gradazioni o toni *(nuances)* dei colori da adoperarsi dipende dal numero dei colori che vi si faranno entrare e dagli effetti più o meno morbidi che si vogliono ottenere, così il numero dei toni di un colore potrà essere minimo od anche grande.

In generale nei migliori ricami artistici si ha un gran numero di toni, per ottenere quelle sfumature di cui è solo capace il pennello, per cui è meglio abbondare che economizzare, ed i ricamatori asseriscono che per ogni colore il minimo dei toni deve essere di 6 a 8. Di essi alcuni pretendono che è meglio scegliere toni più bassi dei colori naturali di ciò che si ricama, altri invece sieno più alti, ma però esaminando accuratamente gli antichi campioni si riconosce come si aveva cura di scegliere il vero colore adoperando un numero grande di toni, che in quei tempi erano molto limitati e si avevano colori mancanti di quel brillante e lucido che oggi la tintoria ci ammannisce e che sono, si può dire, i veri.

La ricamatura dovrà sempre procedere, qualunque sia il motivo del disegno, dal contorno dei singoli elementi e dovrà essere combinata in modo che il passaggio da un tono ad un altro non sia percettibile, a meno che il disegno esiga il contrario. In alcuni casi però è d'uopo cominciare non dal contorno, ma si devono eseguire prima alcune parti che lo stesso disegno indica nettamente; avviene questo fatto, il più delle volte, per le foglie, le cui nervature si eseguiscono prima del fondo delle stesse foglie; ma, eseguite le nervature, si dovrà ricominciare dal contorno.

L'impercettibilità del passaggio dei toni, o la fusione dei colori, non è dovuta al caso o ad una legge che regola il punto, essa è propria dell'educazione artistica a cui però non va disgiunto il modo di lanciare i punti, che sebbene non abbiano più un legame, pure, nei migliori campioni hanno una disposizione speciale, colla quale precisamente si ottiene con minor difficoltà la fusione, lasciando però al ricamatore di lanciarli di quella lunghezza che la sua fantasia o il suo occhio gli indica.

I punti non sono paralleli nè perpendicolari al contorno, essi sono sempre inclinati e seguono paralleli fra loro, finchè il disegno lo permette o i colori lo esigono.

L'inclinazione non è a capriccio, ma è sempre determinata dalla diagonale di un quadrato, ed una serie di punti non hanno il loro principio e la loro fine sopra due linee parallele, ma i loro estremi sono spostati di una quantità costante e seguono con esattezza la legge di tessitura del satino, anzi i ricami a punto piatto sono veri satini pari. Non ci fermiamo a trattare la cosa, perchè verrà sviluppata nell'articolo TESSUTI.

Studio ed arte ed i modelli naturali sono le condizioni fondamentali per questo ricamo unite ad un'esercitata mano per la buona cucitura, la quale deve presentare punti aventi la medesima tensione, che a sua volta non deve essere nè forte, nè debole.

Punto al passato. — Non è dato a tutti il produrre dei ricami a colori graduati che siano artistici, ed una delle grandi difficoltà si incontra nel punto, e precisamente nella scelta della sua inclinazione: è per ciò che ebbe origine un punto piatto che è precisamente quello che porta il nome di punto al passato da noi, e che i Francesi per distinguerlo dal vero punto piatto, denominano *point au passé empiétant.* In questo genere di ricamo i punti hanno tutti la medesima lunghezza, e si fanno molto corti quando si ricama con filato finissimo e lunghi con filato grosso. In generale i punti seguono l'andamento del contorno, cioè gli sono paralleli oppure perpendicolari e si eseguiscono in striscie trasversali e molto uniti, ma i punti di una striscia devono penetrare coi loro estremi per un certo tratto fra i punti delle striscie contigue, allo scopo di non avere linee che interrompano i colori, e quindi ricercare la fusione loro più che è fattibile, per cui tale penetrazione non è legata che dall'effetto che si vuole ottenere. Qualunque sia la penetrazione e l'accuratezza del lavoro, il risultato è ben lungi da quello che si ottiene col vero punto piatto, ed è spiacevole che in molte scuole femminili si insegni questo punto al passato come se fosse il vero punto piatto, aggiungendo che i migliori ricami dei tempi addietro sono ottimi per la esatta uguaglianza dei punti.

Prima di passare ad altro ricamo, aggiungiamo, che presso gli orientali è sviluppatissimo il punto piatto, ma non è da confondersi tal punto coi ricami piatti ad intreccio che sono assai comuni presso i Persiani, i Turchi, i Rumeni, i Montenegrini, gli Albanesi, i Marocchini, ecc. Anzi questi popoli ricamano a punto piatto su tele ordinarie, sulle quali ricamano il fondo in piatto, sì, ma con altri tipi di punti, che sono chiamati punti d'oriente, ed anche punti arabi, e del rinascimento, perchè in tale epoca furono adottati anche presso di noi.

Tre punti fondamentali abbiamo fra questi: il primo adoperato per grandi fondi è eseguito a grandi tratti. Consta di una serie di punti paralleli vicinissimi in grosso filato poco torto, i quali sono lanciati liberi per tutta la lunghezza del fondo, o per striscie parallele, o per grandi quadrati; sopra di essi sono lanciati puramente liberi ed in senso perpendicolare o inclinati altri punti in filato più fino e a torta regolare, paralleli fra loro e con un determinato intervallo, in generale pari a 6 fili del primo ordine. Sopra questa seconda serie di punti si fanno quelli di fermata, cioè i punti della seconda serie sono fissati con punti, che li accavallano, sulla tela di fondo; questi terzi punti sono equidistanti ed alternati su ogni punto del secondo ordine, sia che ne accavallino uno o due o più.

Il secondo tipo è un punto intrecciato in modo da ottenere un damascato. Lanciato il primo ordine di punti, il secondo, in senso perpendicolare, intreccia quelli del primo, cioè si fa passare l'ago sopra un certo numero di punti esistenti, indi sotto un numero eguale e così via, e si fanno passare tanti punti nell'egual modo quanti sono i fili del 1° ordine presi. Si ottiene un quadrigliato semplice od anche un disegno geometrico variando il modo di intreccio.

Il terzo tipo è pure un punto intrecciato ed è distinto col nome di punto mosaico, e differisce dal precedente in ciò, che mentre in quello l'intreccio è staccato dal fondo, in questo fa corpo col fondo, cioè i punti del 2° ordine ricoprono in tale posizione i punti del primo, facendosi passare l'ago attraverso la tela di sostegno.

Punto a fiamma. — Poniamo in questo capitolo questo genere di ricamo a colori, perchè i suoi punti sono piatti ed ha per condizione l'intima fusione dei colori, cioè presenta i dati fondamentali del punto piatto. Nel punto a fiamma o ad onda i colori dal tono più intenso devono passare al tono del bianco o ad un tono molto vicino al bianco, e le gradazioni sono stese in striscie a triangoli acuti o in linee sinuose, ed è da ciò che ne viene la denominazione; è anche conosciuto sotto il nome di punto di Ungheria. In questo ricamo le striscie non sono costituite da punti d'egual lunghezza, molto serrati fra loro, ma di diversa, al fine di poter ottenere l'ondulazione, e si penetrano gli uni cogli altri per poter avere la intima fusione dei colori, ed in questo caso i punti coprono al massimo da 8 a 10 fili del tessuto che si ricama. In qualche antico campione italiano si notano i punti serrati e paralleli molto lunghi e saldati in varie parti alla tela di fondo con punti d'arresto. Si adopera per coprire delle grandi superficie, ed anche per formare fondi ad altri ricami e nel medio evo si usava a decorazione delle parti inferiori delle vesti.

Punto d'armi o punto sabbia. — È così chiamato perchè era il punto di preferenza impiegato pel ricamo degli stemmi e dei blasoni, anzi una varietà era propria a rappresentare i campi d'oro per non impiegare il metallo; in oggi è molto impiegato nei ricami in bianco unitamente al plumetis ed a quello a penna, specialmente nelle foglie e fiori, per avere con maggiore facilità un effetto.

La sua esecuzione non è difficile, ma richiede molta pazienza e diligenza; vengono dapprima lavorati tutti i contorni del disegno e delle singole parti a cordoncino dritto ed obliquo, sia adoperando interamente l'uno o l'altro, sia, come si ha nei migliori campioni del medio evo, adoperandoli simultaneamente utilizzando l'effetto diverso che mostrano. L'interno delle parti contornate è riempito da punti indietro molto piccoli e vicini, disposti irregolarmente o con determinate direzioni. La disposizione irregolare con punti piccolissimi dà luogo al punto di sabbia e negli stemmi rappresenta l'oro, punto adoperato a riempire il contornato di un disegno nel quale non si cerca un effetto, od anche per averne uno più sentito su altre parti dello stesso disegno ricamate in modo diverso. Quando però questo punto deve sostituire il punto piatto o deve essere impiegato unitamente ad altri punti per avere effetti ricercati, allora la disposizione dei suoi elementi non può essere qualunque, ma determinata, a seconda dell'effetto che si richiede, ed in questo caso i punti di impuntura avranno quelle lunghezze che l'effetto ed il disegno stesso richiedono ed in questo caso si hanno due disposizioni generali e fondamentali, alle quali si possono apportare quelle modificazioni che saranno per richiedere l'effetto ed il disegno, non mai il capriccio. Una di queste è la disposizione dei punti paralleli e vicinissimi fra loro in striscie trasversali al disegno, la cui lunghezza dipende dal disegno stesso, e l'altezza dall'effetto che si vuole,

per cui tanto la lunghezza che l'altezza varieranno continuamente, ma però se si manterrà l'altezza delle striscie o la lunghezza dei punti costantemente eguale, si otterrà un effetto piano, mentre variandola si avranno effetti diversi. L'altra disposizione invece vuole i punti dell'impuntura disposti consecutivamente a formare linee che seguono il contorno del disegno, e la lunghezza dei punti può dare degli effetti, se distribuita con arte, molto più sentiti che coll'altra disposizione.

Ricamo cinese e giapponese.

I Cinesi ed i Giapponesi coltivano mirabilmente l'arte del ricamo, rendendola simpatica pella lietezza e l'umorismo che vi infondono, con una naturalezza assai vicina al vero, unitamente ad un'esecuzione perfetta e mirabile pello splendore dei colori e pel gusto dei disegni. È a codesto e alla moda che devesi quel trionfo clamoroso che ebbero ed hanno tutt'ora in Europa ed anche presso di noi i ricami di questi popoli. Sono celebri i ricami di Kioto nel Giappone, e più particolarmente i così detti *Fukusas*, che sono quadrati di stoffa di seta ricamati con meravigliosa perfezione in oro ed a colori, e nei quali i Giapponesi avvolgono i regali che si scambiano fra loro.

Cinesi e Giapponesi seguono un metodo diverso dal nostro nei loro ricami ombreggiati; adoperano un punto piatto ed un punto al passato, ma non si preoccupano della fusione dei colori collo scaglionare i punti come noi facciamo. Nel punto piatto essi dispongono i colori l'uno accosto all'altro per gradazioni con punti paralleli più o meno lunghi a seconda dell'esigenza del disegno da ricamarsi, cioè nel loro punto piatto, i punti corrono paralleli attraversando lo spazio da un contorno all'altro e si allungano o s'accorciano a seconda dell'andamento del disegno. Non si preoccupano del passaggio non troppo delicato fra un colore e l'altro, ma curano mirabilmente l'effetto, che ottengono servendosi di una serie non molto grande di gradazioni, ma più ancora adoperando nello stesso ricamo filati di diverso titolo o di varia grossezza e parecchie volte occorre vedere che ogni punto differisce dai susseguenti per colore e filato. Ricoperto coi punti lunghi un motivo od un elemento del disegno, coi rispettivi colori, lanciano su quei punti, quelli che devono formare le linee più appariscenti, come le nervature di foglie, ecc. Ed a seconda delle esigenze del disegno, seminano o no il loro ricamo di punti d'armi a piccoli nodi, in oro od a colori più spiccanti sul fondo, con un lavoro delicatissimo e ammirevole.

Nel punto al passato, seguono lo stesso sistema di disposizione di colori senza preoccuparsi della loro fusione, ma dispongono i punti della medesima gradazione di tinta in striscie attraversanti il disegno. In questo caso però, i punti di una striscia compenetrano nei punti delle seguenti, cioè gli estremi dei punti di un colore sono penetrati nell'interno delle striscie vicine di una quantità fissa, indipendente dalla fusione dei colori, ed ogni striscia varia nel tono di colore. I ricami in questo punto sono alle volte eseguiti cogli stessi colori interamente, qualunque sia il motivo di disegno, variando però la lunghezza dei punti o l'altezza delle striscie colorate, proporzionalmente alla loro ampiezza; le striscie che formano la base dell'elemento dell'intero disegno sono sempre a punti molto lunghi, e nelle striscie successive i punti vanno man mano raccorciandosi col loro avvicinarsi all'estremità opposta dell'elemento. Molte volte, per le esigenze del disegno, le striscie in tono più basso o quelle in toni più elevati sono costituite da punti più lunghi.

In via ordinaria però la lunghezza dei punti nelle varie striscie è costante.

Ricamo in rilievo
(franc. *Broderie en relief*; ted. *Erhabenestickerei*; ingl. *Relief-embroidery*).

Raccogliamo in questo capitolo tutti i ricami a colori e in bianco a più o meno rilievo, nei quali il ricamo è rialzato per ottenere effetti naturali; sono in parte ricami che hanno avuto origine per la difficoltà che presenta il punto piatto e per la loro facile esecuzione hanno tutt'ora un grande sviluppo ed una grandissima applicazione, anzi formano da soli il ricamo domestico odierno e parte integrante dell'istruzione manuale femminile.

Non è dato rintracciare la loro origine, alcuni tipi sono antichi, altri sono affatto moderni, come non è dato il poterli seguire nel loro sviluppo, mancando totalmente o quasi di documenti e campioni, perchè, come abbiamo detto nei cenni storici premessi all'articolo, il ricamo domestico non ha lasciato le sue testimonianze attraverso i secoli, ma è da intuire che debba aver avuto il suo apogeo artistico nei tempi aurei dell'arte e quando il ricamo, per la moda, copriva ogni cosa.

Possiamo distinguere questi ricami come le scolture, ad alto, medio e basso rilievo, per raggruppare in poche classi i vari punti o i vari tipi che sono usati; e per comprendere nello stesso tempo i cosidetti ricami in bianco, dei quali generalmente se ne fa un capitolo speciale.

Col ricamare in rilievo si toglie la difficoltà della fusione delle varie gradazioni di colore, della loro scelta e della loro disposizione, perchè il rilievo produce naturalmente quelle ombre che nel ricamo piatto si tratteggiano coi colori scuri. Così il ricamo in rilievo dà luogo ad un ricamo ad un solo colore con effetti di ombreggio e naturalmente ne è venuto il ricamo in bianco, che dà effetti di chiaroscuro ed è solo possibile in tal modo, perchè un ricamo piatto in bianco, non lineare, produrrebbe effetto di fili o tessuti incollati o cuciti semplicemente sulla stoffa con pochissimo o nessun effetto.

In generale il ricamo in rilievo, meno casi particolari che vedremo, è costituito da un'imbottitura eseguita sul disegno e che forma il sostegno del ricamo che viene eseguito al disopra, per cui la forma dell'imbottitura e la disposizione dei punti di cucito del ricamo e la loro tensione servono a riprodurre la forma naturale di quello che si ricama. Gli effetti che se ne ritraggono sono stupendi, ma le stoffe così ricamate, riescono pesanti, rigide e poco adatte per abiti: pure fu nel 500 ed anche nel 600 di gran moda a colori ed in bianco e in oro.

I punti di ricamo impiegati sono il plumetis, quello al passato e quello a penna, che tratteremo in questo capitolo.

L'imbottitura in questo ricamo è una parte importantissima e deve essere eseguita con diligenza e cura per poterne ricavare col ricamo le esatte forme; essa viene eseguita in vari modi a seconda dell'altezza e della grandezza del rilievo. Negli alti e grandi rilievi si adopera la lana ed il cotone in fiocco in quantità sufficiente, che serve a dare sotto la compressione dei punti di ricamo il rilievo desiderato; i fiocchi di lana o di bambagina sono generalmente fissati prima sulla stoffa di fondo con punti che li accavallano, e il cui filo deve tendere a comprimere convenientemente il fiocco

e in modo che essi punti possano mantenere la loro tensione anche quando si eseguiscono i punti di ricamo. I rilievi alti e stretti non sono ottenuti coi fiocchi di lana e cotone, ma con filati grossi della stessa materia, sia isolati che accoppiati in quel numero, che fissati con punti sul fondo, servano a dare il rilievo voluto. Nel caso di una striscia rilevata a varia altezza e larghezza si aggiungeranno o si toglieranno dei fili a seconda che ne mancano o ve ne sono di troppi per ottenere il rilievo, ma non si dovrà costipare troppo i fili fra loro per non toglierli, per ovviare alle deformazioni che ne possono avvenire ricamando.

Le grandi superficie a medio rilievo si imbottiranno collo stesso sistema, cioè il fascio di fili si farà correre attraverso la superficie da uno all'altro contorno fissandolo con punti, e si sopraporrà uno strato all'altro in quelle parti in cui occorre un maggiore rilievo, ed anche in questo caso si potrà seguire il sistema di aggiungere o togliere fili al fascio per poter ottenere una più regolare variazione del rilievo.

I piccoli rilievi od i ricami a basso rilievo sono imbottiti con cuciture, ed in generale si contornano con una impuntura e l'interno si copre pure di punti molto vicini, più o meno lunghi, a seconda del disegno e quindi sopra questo strato si distribuiscono altri punti, finchè si sia ottenuta l'altezza desiderata; i punti dell'imbottitura devono avere la direzione perpendicolare a quella dei punti di ricamo che verranno sopraposti.

L'imbottitura eseguita in tal modo rende pesanti e rigide le stoffe ricamate e non permette, di ottenere delle parti presentanti la loro naturale leggerezza, come fiori e foglie, epperciò si è ricorso e si ricorre tuttavia ad un artificio per ottenere questa leggerezza colle relative forme naturali, unendovi una maggior prestezza nell'esecuzione, e per di più si hanno parti cave che meglio dànno l'effetto del vero. La surrogazione all'imbottitura consiste nel ricamare le parti, che devono essere rilevate, separatamente, ritagliarle e dar loro la forma che debbono avere e cucirle sopra la stoffa di fondo. In tal modo, prendendo ad esempio un fiore, i petali inferiori sono ricamati sul fondo stesso direttamente, e gli altri, separatamente, e dopo averli finiti in ricamo, si insaldano e quindi si dà loro la forma con ferri caldi, nello stesso modo e con ferri simili adoperati nella fabbricazione dei fiori artificiali in tela, indi si cuciono sul fondo, mercè una finissima cucitura eseguita sull'orlo dei pezzi staccati.

L'imbottitura con lana e bambagia in fiocco e con fasci di fili dà luogo generalmente a superfici irregolari, sopra le quali non si potrebbe ottenere un ricamo perfetto, per cui è d'uopo eguagliarle, coprendone i vuoti e togliendone i gradini con punti trasversali, i quali servono anche a meglio consolidare l'imbottitura.

Finita quest'operazione preparatoria vi si lavora sopra con filati di seta, lana, lino o cotone, colorati o bianchi, lanciando dei punti perfettamente paralleli e vicinissimi fra loro e andanti da un contorno all'altro opposto sia per traverso che per lungo del disegno. La direzione di questi punti dovrà essere scelta in modo da ottenere quell'effetto di luce che è richiesto dal pezzo che si ricama, notando che i raggi luminosi che percuotono un ricamo a punti pel lungo, verticali o inclinati, producono delle ombre e mezze ombre regolarmente succedentisi, mentre percuotendo i fili trasversali, orizzontali o inclinati di poco sull'orizzontale, producono invece dei passaggi piuttosto bruschi di luce. Molte volte per raggiungere uno speciale effetto si usa dare ai punti di ricamo la direzione del satino pari, quella cioè che è la base del ricamo piatto. È perciò che in un ricamo a rilievo s'incontrano diverse direzioni nei punti ricoprenti le imbottiture, come si incontrano delle parti senza imbottiture nelle quali pure i punti hanno delle speciali direzioni per ottenere anche l'effetto piano o leggermente ondulato; il punto a cordoncino dritto, obliquo, semplice e con imbottitura, il punto a festone con o senza imbottitura sono impiegati nelle parti sottili del disegno. Oltre questo modo di ricamare, che d'ordinario si chiama al passato in rilievo, si usa seguire il sistema di altri ricami che hanno piccolo rilievo e che tratteremo in questo capitolo.

In Oriente e specialmente in Turchia e Persia si eseguisce un ricamo a rilievo con imbottitura, la quale è d'ordinario eseguita grossolanamente con cordoni o cordicelle di fibra ordinaria cucita parallelamente ai contorni e quindi nel mezzo, ma in modo da avere maggior rilievo sulla mezzeria del disegno; su questa imbottitura si cuce trasversalmente con fittissimi punti trasversali attraversanti la stoffa di fondo con filati di seta finissimi, in modo da ricoprire diligentemente l'imbottitura e su questo strato si fa un ricamo d'intreccio con seta a colori o con oro.

Ricamo al plumetis. — È un ricamo antichissimo che fu coltivato con amore e arte dagli antichi greci, ed ebbe il nome di punto greco dai Romani ed anche nel medio evo fu pure coltivato e lo è tutt'ora dagli Orientali e da tutti i popoli dell'Asia: anzi è il ricamo prediletto dagli Indiani per selvaggina, foglie e fiori coprenti grandi superficie. Il nome di plumetis è moderno e gli è dovuto dall'apparenza del ricamo che è quella di una finissima piuma, specialmente quando è eseguito in finissimo cotone bianco ben ritorto: anzi per questo ricamo si ha in commercio il cotone *à la plume.* Il *plumetis* è un ricamo che s'addice a disegni molto dettagliati, leggieri e minuti: preparata la stoffa disegnata, che è quasi sempre una stoffa fina, mussolina, mussola, batista, od altra tela finissima, si comincia a preparare il ricamo col fare l'imbottitura, ed a ciò si tracciano tutti i contorni del disegno con solo cotone un po' più grosso di quello che verrà adoperato per ricamare. Si riempiono di poi gl'interni del contornato con una serie di punti disposti nel senso perpendicolare a quello che avranno i punti di ricamo e siccome questi generalmente sono quasi trasversali al disegno, così quelli sono sempre disposti pel lungo e si soprappongono diversi strati di punti là dove vi ha bisogno di rilievo, ed in generale, sui contorni non vi ha che il più piccolo rilievo, mentre verso la mezzeria vi ha il più forte. Finita quest'operazione preparatoria s'incomincia il ricamo con filato finissimo, molto regolare, fissandolo nell'imbottitura con alcuni punti perduti e riportandolo all'estremo inferiore della parte che si lavora ed all'esterno del contorno tracciato, indi si lanciano dei punti da un contorno all'altro in linea retta coprenti lo stesso contorno, punti che devono essere parallelissimi, molto uniti senza incavallature, specialmente sui contorni, e tutti quanti aventi la medesima tensione. La lunghezza dei punti segue perciò l'andamento delle dimensioni trasversali del disegno e col variare di queste, varierà quella.

Le parti del disegno vengono in questa maniera ricoperte d'un sol tratto dai punti, ma alle volte però, come nelle foglie, quando il disegno presenta una linea mediana marcata, come una nervatura, allora si usa ricoprire in due tratti, lasciando fra essi e sulla nervatura un piccolissimo interspazio vuoto. Finita la copertura si passa l'ago tra il ricamo e la stoffa facendolo

uscire all'estremità opposta per saldare il filo, e si taglia.

Altre volte per meglio far risaltare le foglie o alcuni petali di fiori, si combina al plumetis il punto sabbia ed anche il punto d'armi.

Il plumetis presenta le sue difficoltà nell'eseguire la copertura che deve essere di una ineccepibile regolarità ed eguaglianza, in modo che i tratti dei punti si distinguano ugualmente tesi ed addossati, con curve dolcissime che sono prodotte da imbottitura regolare, diligente e ben disposta.

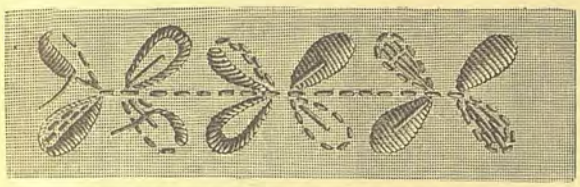


Fig. 1784. — Ricamo al plumetis e al passato.

La fig. 1784 dà chiaramente l'imbottitura ed il ricamo finito in sei modi di una stessa foglia, e nella quale si hanno le diverse direzioni dei punti di ricamo che si impiegano nel plumetis; ed anche qui è d'uopo dire che queste direzioni non vanno impiegate a capriccio, ma giudiziosamente, per poterne avere i desiderati effetti d'ombra.

Ricamo al passato. — È una derivazione del plumetis, anzi gli è poco diverso, esige un'imbottitura maggiore, perchè ha un più alto rilievo e questo deriva dai disegni stessi ai quali si applica il ricamo. Questi sono piuttosto grandi, poco minuti e ben dettagliati, nei quali perciò devono risaltare le nervature o le linee caratteristiche delle parti del disegno e così l'imbottitura deve essere eseguita in modo da poter avere questo risalto nel piano più basso del ricamo. Differenzia poi dal plumetis nella direzione dei tratti dei punti di coperta, cioè in quello, quando un elemento del disegno è composto di varie parti, come i petali di un fiore, la direzione dei tratti deve variare nei petali per ottenere l'effetto maggiore di chiaroscuro, mentre nel ricamo al passato questa direzione rimane costante. Inoltre nel plumetis d'ordinario le nervature sono date dai vuoti, mentre nel passato sono sempre individuate da uno o più punti lanciati nei vuoti lasciati dalla copertura, od anche sulla copertura stessa, quando non ha rilievo.

Si impiegano sempre filati non molto fini, di preferenza media con punti molto lunghi, per avere una certa prestezza nel lavoro ed ovviare alle difficoltà che presentano i filati finissimi.

D'ordinario si confonde il plumetis col passato e non si distinguono che pei disegni, ma però una differenza fra l'uno e l'altro esiste, ma in oggi è ben difficile incontrare dei veri ricami al plumetis, essi sono tutti al passato o al punto penna.

Punto di penna. — È un'altra variazione del plumetis adoperata per grandi disegni molto dettagliati e nei quali si ha bisogno di poco rilievo. Anche in questo ricamo come nel plumetis si imbottiscono gli interni del contorno con punti longitudinali, lasciando i vuoti che devono segnare le linee caratteristiche degli elementi del disegno e finita la imbottitura se ne fa la copertura con punti lanciati in direzione obliqua al contorno e della lunghezza occorrente per coprire la imbottitura.

Anche qui i punti, sebbene si adoperi filato medio, devono essere regolarissimi, paralleli e non troppo serrati gli uni contro gli altri.

Nei tre citati ricami è anche da evitarsi un'eccessiva lunghezza dei punti, per cui si dovrà dar loro la direzione nella quale riescono sufficientemente corti.

Tutti questi ricami in piccolo rilievo si eseguiscono montati sul telajo da ricamo, od anche semplicemente sopra un sopporto di tela cerata, moleschino o tela lucida; il risultato è perfettamente eguale, ma l'esecuzione nè differisce un po', infatti lavorando colla stoffa montata sul telajo, l'ago deve sempre attraversare la stoffa verticalmente, mentre lavorando sul sopporto, l'ago passa orizzontalmente attraverso la stoffa, penetrando da un punto del contorno di destra, per uscire da un punto direttamente opposto del contorno di sinistra. Il lavoro sul telajo dà ricami ben distesi anche colle ricamatrici apprendiste, mentre è difficile anche per le provette ricamatrici l'ottenere un ricamo senza aggrovigliamenti di stoffa eseguendolo sul sopporto.

I ricami a piccolo rilievo sono eseguiti per decorazione di stoffe leggiere e vogliono un'esecuzione accurata che occupa un tempo abbastanza lungo, per cui si è cercato di applicare dei punti di rapida esecuzione, che dànno ricami di poco o niun effetto, ma di poco costo, che è quanto si cerca per ricami ordinari.

Fra questi punti sostituenti i precedenti abbiamo il punto di posta o punto al minuto ed il punto ferrovia od a vapore.

Il *punto di posta* deve il suo nome alla prestezza con cui si eseguisce e, se ben fatto, ha una certa rassomiglianza col punto al passato, ma però non è applicabile soltanto che a disegni piccoli ed a disegni speciali; esso non è che l'applicazione dell'ordinario punto di posta che abbiamo accennato nei ricami lineari. Il ricamare con tal punto consiste nel riempire in un sol tratto una certa porzione di disegno in modo che ne sia coperta, e perciò bisogna ingrossare il filo perchè riesca a fare questa copertura, ma abbia l'apparenza di tanti punti paralleli e vicinissimi per rassomigliare al ricamo al passato. Si riesce a ciò in questo modo: fissato il filo da ricamo che deve avere media grossezza, si fa un piccolo punto nella stoffa ad una estremità della parte da coprire, ma prima di tirare la gugliata, si avvoltola sull'ago il filo tante volte quante ne occorrono a coprire la parte, poi sostenendo fra le dita della mano sinistra l'elica di filo, si tira dolcemente la gugliata e quando l'elica è appoggiata alla stoffa nel punto che esce la gugliata, coll'ago si fa un piccolo punto all'estremo opposto, così d'un tratto si copre la piccola superficie coll'elica di filo che dà l'apparenza di una serie di punti trasversali. L'elica non può però avere una lunghezza molto grande ed in pratica si sa che oltre i quindici avvolgimenti non è possibile avere un ricamo resistente e che raggiunga lo scopo proposto.

In questo modo, regolando la lunghezza delle eliche sul disegno si ottiene un ricamo che presenta dei ripieni rilevati con dei vuoti che possono individuare le linee caratteristiche del disegno.

Il *punto ferrovia* od *a vapore* è ancora più lesto che il precedente, vi si deve impiegare un filato abbastanza grosso e soffice, che copra da se stesso una porzione del disegno. In generale si impiegano filati di cotone accoppiati e ritorti fino a 16 capi, ed anche filati di lana e si copre il disegno a punti lanciati pel lungo in modo che una foglia od un petalo restano eseguiti con 2 soli punti.

Alle volte in luogo di adoperare filati si adoperano delle piccole spinette intrecciate (*soutaches*) di cotone, di lino, di seta e si eseguisce il ricamo a punto ferrovia, che in questo caso prende il nome di ricamo a spinetta (*broderie a soutache*).

Fra i ricami a bassissimo rilievo abbiamo i cosidetti ricami in bianco, meglio detti ricami per biancherie, perchè possono essere eseguiti con qualunque colore; essi si distinguono coi nomi di ricamo inglese, punto Madera, ricamo di Cluny o francese.

Il primo ha uno stile tutto suo particolare con striscie di anelli cavi, foglie bislunghe pure cave e archi ripieni, pei quali è sostanziale l'elegante esecuzione del punto a festone, del cordoncino dritto e a sghembo molto rilevati ed è sempre eseguito su tela della miglior qualità. Il secondo è una modificazione del ricamo inglese per quanto riguarda il disegno, ed ambedue servono per ornamento delle biancherie personali.

Il ricamo di Cluny è una variazione del plumetis ed è sempre eseguito su stoffe leggiere e fini ed è proprio per fazzoletti, solini, polsini, ecc.

Ricamo inglese. — È un ricamo tutto speciale pel genere di disegni di cui si compone; non è che un insieme di occhielli rotondi o bislunghi, di cordoni e di archi o festoni più o meno grandi e addentellati o no, tutti eseguiti con facili cuciture sopra imbottiti per dar loro un sentito rilievo. A parte il disegno, che nulla ha di difficile, la sua base è sui punti di cucito.

Il punto di cucito principale che entra in questo ricamo è il cosidetto punto a festoni, che è il primo passo al ricamo che ordinariamente fanno le ragazze, ed è anche chiamato punto a linguette, denominazioni speciali per il ricamo, ma esso non è altro che il punto da occhielli, il quale permette di ritagliare la stoffa sul suo contorno a nodi, senza pericolo di sfilacciature, ed è chiamato a festoni, perchè è adoperato precisamente in quegli archi che contornando l'estremo inferiore del ricamo, gli dànno la forma di festoni, mentre negli occhielli è rettilineo. Inoltre nei festoni vi entra l'imbottitura per dare loro un rilievo, mentre negli occhielli non vi ha e qui ne sta tutta la differenza.

Il punto da occhielli consta di punti più o meno lunghi, rettilinei e perpendicolari alla linea dell'occhiello, sulla quale essi s'annodano l'uno coll'altro; i punti devono essere molto vicini fra loro, di egual lunghezza e paralleli, e l'annodatura deve sempre essere eseguita nello stesso modo, per ottenere un cordoncino regolarissimo; lo si eseguisce andando da sinistra a destra tenendo verso la persona il bordo che va ritagliato, ovvero si lavora da destra a sinistra tenendo in alto lo stesso bordo. D'ordinario quando si tratta di lavorare a punto d'occhielli delle linee rette si adoperano indifferentemente le due posizioni, ma pei festoni od altra curva si preferisce la prima. Si prepara dapprima il lavoro eseguendo l'imbottitura, la quale differisce a seconda della grandezza che deve avere il punto, cioè a seconda della lunghezza dei singoli punti e del rilievo che deve avere il ricamo. Il punto a festone rettilineo o curvo, quando è sottile e deve rappresentare un fino cordone, lo si imbottisce con una semplice linea di impuntura, od anche, a risparmio di tempo, eseguendo il punto al disopra di un grosso filo libero che ricamando si chiude fra il ricamo e la stoffa; questo secondo metodo esige maggior attenzione e cura per avere linee regolari. Ponendo di seguire l'esecuzione andando da sinistra a destra, si ferma la gugliata fra le due linee limitanti il ricamo e si passa l'ago in modo da farlo uscire sulla linea inferiore; col pollice sinistro si tiene fermo il filo a guisa di asa e si introduce l'ago sulla linea superiore per farlo uscire dalla inferiore perpendicolarmente alle due linee parallele limitanti il ricamo, e al disopra del filo tenuto dal pollice sinistro; tirando la gugliata si forma il punto con un piccolo nodo sulla linea inferiore e si continua.

Nel ricamo inglese il punto ad occhielli è applicato ai festoni i quali si distinguono per la loro forma in festoni rotondi, a punta od a denti, festoni di rosa a denti rotondi e a denti a punta. I festoni rotondi (fig. 1785) constano di due archi di circolo eccentrici che si intersecano dando luogo ad un segmento di varia larghezza. S'incomincia il festone tracciandone il contorno, come nel primo della figura, a punti brevi e poco distanti fra loro, indi se ne fa l'imbottitura interna, riempiendone la superficie con una serie di punti di cucitura semplice,

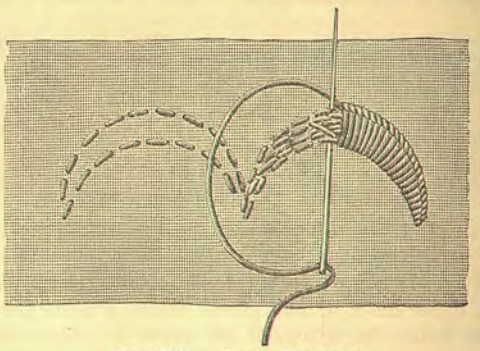


Fig. 1785. — Festoni rotondi.

che si vanno sovraddossandosi sul centro e più nella parte più larga del festone per poterne avere un rilievo che sia proporzionale alla sua larghezza. Il secondo festone della figura è per una metà imbottito e per l'altra ricamato. Nell'eseguire i punti di ricamo si dovrà porre cura alla direzione dei punti perchè non sono paralleli fra loro, ed i fili si troveranno più accostati nell'arco interno che nell'arco esterno sul quale si forma il cordoncino, per cui la difficoltà d'esecuzione sta nella distribuzione regolare ed eguale dei punti senza accavallamento e colla medesima tensione.

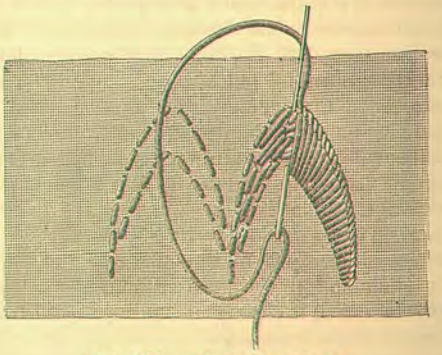


Fig. 1786. — Festoni a punta.

La fig. 1786 dà l'esecuzione dei festoni a punta o a denti, nei quali la distribuzione dei punti è più difficile e più delicata che in quelli rotondi, esigendo un accostamento irregolare sul bordo interno, accostamento che è massimo alla punta e minimo agli estremi del festone; l'imbottitura si eseguisce egualmente alla precedente.

I festoni di rosa od a rosa sono quelli composti di piccoli festoni rotondi od a punta. La fig. 1787 dà una serie di festoni a rose a denti rotondi e la fig. 1788 di festoni a rose a denti a punta riuniti fra loro come i festoni precedenti pei loro estremi.

Completati i festoni, si ritaglia la stoffa sul contorno annodato con una forbice a punte finissime e speciale pel ricamo.

Il punto cordoncino è un altro elemento principale del ricamo inglese, come è elemento pure del plumetis e di tutti i ricami a rilievo per formare delle linee. Questo punto può avere varie larghezze e altezze e si distingue in cordoncino dritto e a sghembo per la direzione dei punti che lo costituiscono; i più fini si fanno senza imbottitura, mentre i più grossi s'imbottiscono per cucito o si frappone fra la stoffa ed il ricamo uno o più grossi fili, come si disse nel plumetis. Ambedue si eseguiscono andando da sinistra a destra, il cordoncino dritto impuntando l'ago dal disopra all'insotto dandogli un'inclinazione tale che i punti si ricoprano di un quarto

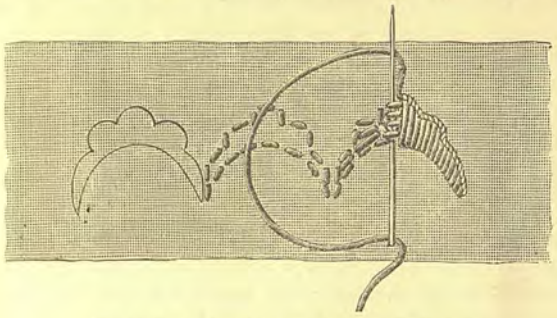


Fig. 1787. — Festoni a rosa a denti rotondi.

della loro lunghezza, mentre nel cordoncino a sghembo s'impunta l'ago dal disotto all'insù con un'obliquità che i punti abbiano a ricoprirsi di oltre la metà della loro lunghezza. È il punto adoperato frequentemente nei ricami isolati dei monogrammi.

Nel ricamo inglese è applicato il cordoncino a rilegare fra loro delle serie di occhielli forati, rotondi e oblunghi. Questi occhielli, oltre a questa differenza di forma, ne presentano un'altra nella loro esecuzione, col punto a cordoncino, con quello ad occhielli, e con tutti e due insieme: di più essi possono essere costituiti da curve concentriche ovvero eccentriche ed in quest'ultimo caso dando luogo ad effetto d'ombreggio prendono il nome di occhielli ombreggiati.

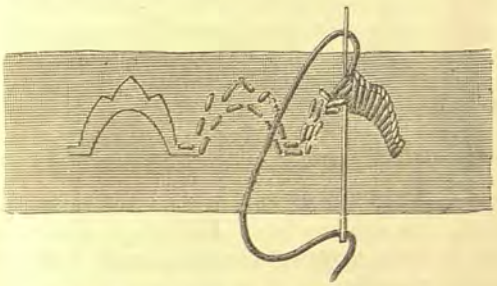


Fig. 1788. — Festoni a rosa a denti a punta.

Gli occhielli rotondi e oblunghi al punto a cordoncino sono indicati nel disegno con una semplice linea, sulla quale si fa una cucitura con un filato più grosso di quello del ricamo e che serve di imbottitura, indi colla forbice da ricamo si taglia nell'interno la stoffa e qnindi se ne lavora il bordo tagliato a punto cordoncino. Quando si ha una serie di questi occhielli posti a contatto, come spesso avviene in questo ricamo inglese, s'imbottisce dapprima una sola metà di ciascun occhiello, passando dall'uno all'altro nel punto di contatto e tracciando una linea sinuosa, nel ritorno si compie l'imbastitura, incrociandola nei punti di contatto, con un'altra linea sinuosa e si finiscono al cordoncino seguendo lo stesso sistema.

Gli occhielli ombreggiati, essendo costituiti da due circoli eccentrici l'uno interno all'altro, presentano un anello di varia larghezza e quindi i punti di ricamo varieranno pure di lunghezza; essi dopo l'imbastitura si lavorano totalmente con punto d'occhielli e prendono il nome di occhielli ombreggiati al punto festone, ovvero per un po' più di metà, nella parte larga, sono lavorati con questo punto e nella rimanente con punto cordoncino.

La combinazione di occhielli tondi forma in questo ricamo degli intrecci elegantissimi di circoli che sono chiamati rosoni, mentre quella degli occhielli oblunghi forma le stelle; combinando i due tipi di occhielli, molti formano delle figure che vorrebbero rappresentare dei fiori, ma formano quanto si può immaginare di più brutto, mentre questo ricamo riesce simpatico quando non è che una combinazione di linee fine e di file di occhielli, terminato con festoni.

Il *punto Madera* è ancora il ricamo inglese applicato ai meandri geometrici il cui contorno è eseguito al cordoncino e fra i contorni sono distribuiti, per ornare la superficie liscia degli occhielli in file, o intrecciati a rosoni, e molte volte degli occhielli grandi, il cui interno è lavorato a punto di merletto.

Oggidì si denominano indifferentemente punto di Madera i due ricami, solo perchè dall'isola di Madera vengono in commercio degli eccellenti ricami all'inglese, insieme agli elegantissimi del suo punto, ma il carattere però dei due ricami è ben distinto dai disegni proprii.

Ricamo di Cluny. — È così denominato perchè da questa città si hanno i migliori ed elegantissimi ricami al punto francese od al plumetis di Francia. Esso è un insieme del plumetis, del passato e di quello a penna, anzi si può dire che non è che un'applicazione ingegnosissima dei tre ricami in uno stesso lavoro, accoppiata ad una mirabile esecuzione sopra grandiosissimi disegni e sopra tessuti finissimi, il più delle volte trasparenti con filati di qualità superiore.

In questo ricamo, il rilievo è vario assai ed è determinato dallo stesso disegno e dall'effetto che si deve ottenere, e la copertura eseguita con perfetta regolarità ed eguaglianza ha quasi sempre due direzioni distinte o parallele al contorno o perpendicolare e quindi nelle due direzioni alternate quando lo esige il disegno. Spesso però i punti seguono una direzione intermedia, quando lo esige l'effetto che si cerca, ed è pure per quest'effetto che il più delle volte le singole parti del disegno sono lavorate in diversi segmenti separati, linee in rilievo o rientranti, come vi si accoppia graziosamente il punto d'armi e quello di sabbia.

Non ci fermiamo su questo ricamo per non ripetere quanto già abbiamo detto pel plumetis e derivati.

Chiudiamo il capitolo coll'accennare ai ricami in punto frastagliato di Venezia, in punto di Venezia, a quelli del Rinascimento, Richelieu ed a punto di Spagna, che sono una combinazione del punto tagliato e dei ricami a piccolo rilievo, ma essendo stati ideati e applicati ai merletti verranno trattati in quell'articolo.

Ricamo in oro
(francese *Broderie d'or;* tedesco *Goldenstickerei;* inglese *Golden-embroidery*).

Gli Orientali furono i primi popoli che introdussero i metalli preziosi nei ricami per renderli più suntuosi, e come furono maestri nell'antichità agli Assiri, Babilonesi e Greci, lo sono tutt'ora ai popoli moderni. Gl'Indiani primeggiano sopratutto in tal ricamo, sia per la ingegnosissima applicazione dell'oro e dell'argento, sia per

la combinazione dei colori con tali metalli da ottenere, anche con un sopraccarico, l'effetto il più artistico e simpatico. I Turchi stessi nella combinazione dell'oro con un accessorio intreccio di fili di seta e dei colori del fondo sanno trarre un ornamento quieto e ricco, così pure i Cinesi ed i Giapponesi col solo oro ricamano in modo meraviglioso delle grandi superficie senza che l'occhio vi trovi contrasti stridenti, anzi si compiace di contemplare la decorazione.

Però il ricamo in oro più sontuoso e più artistico lo si deve all'antica Grecia, nel quale ha superato il ricamo orientale; nulla vi ha di più grazioso, di più bello che il ricamo a palmette d'oro che tutt'ora non è dimenticato e del quale si è abusato nel medio evo, qualche volta deformandolo colla credenza forse di superare in bellezza i modelli.

L'Italia possiede nelle chiese e nei musei dei campioni supremamente belli di ricami in oro, nei quali l'applicazione del metallo non è là per far pompa di ricchezza soltanto, ma per creare del bello coll'arte. Concetto che pur troppo è stato messo da parte e per molto tempo non si è seguito che quello opposto, creare la ricchezza coll'ammassare l'oro nel ricamo, e da qui si ebbero delle decorazioni ricche per materia, ma miserabili di bellezza.

Le antiche comunità, compagnie, ecc., dei ricamatori comprendevano sezioni separate dei ricamatori in oro ed anche in oggi questa divisione appare nell'arte: i ricamatori in oro si tengono da sè soli e trattano puramente quest'arte, come se essa nulla avesse a fare coi ricami senz'oro. È vero che l'esecuzione è diversa, ma le forme risultanti ne sono eguali, e l'esecuzione è tale da economizzare quant'è possibile la costosa materia, null'altro ha e deve avere di diverso; pure dura tutt'ora la divisione assoluta, e l'uso dell'insegnamento, che fa apparire il ricamo in oro un'arte eletta è solo per pochi. È bensì vero che uno studio più largo dell'arte è necessario, staccandosi dal vero, e se questo studio non fosse dimenticato, sarebbe tutt'ora un'arte viva, mentre non ha ancor sentito quel risveglio che sentirono tutte le sue altre sorelle.

Il ricamo in oro però è raramente stato trattato come lavoro in genere delle donne, e delle professioniste ricamatrici; è sempre, si può dire, stata un'arte trattata dai soli ricamatori, e ne fan fede i campioni che proprio tutti, consta, essere stati eseguiti da uomini; e tanto meno entrò a far parte dell'istruzione manuale femminile, ed a questo proposito in un vecchio libro di lavori femminili, si dice nulla del ricamo in oro scusandosi col dire che non è lavoro per donne, tanto più che con un'istruzione di nove anni sotto esperto maestro non si arriva ad apprenderlo con perfezione. Opinione per ora vecchia quanto è vecchio il libro, perchè van scomparendo i ricamatori in oro specialisti e tutte quante le ricamatrici sanno benissimo trattare il ricamo in oro, e nelle scuole s'iniziano pure le ragazze in tal genere di decorazione.

Nel ricamo in oro si lavora costantemente sul telajo, del quale abbiamo già parlato, e le stoffe da ricamarsi vi si tendono sole o con rinforzi a seconda del ricamo che devono portare; in generale si può ammettere, che la stoffa si rinforza con una fodera più o meno robusta a seconda della quantità d'oro che vi si dovrà impiegare, anzi si fa in modo che il ricamo in oro si mantenga sopra un fondo sodo e rigido per la sua migliore conservazione.

Oltre il telajo vi sono altri utensili, quali il fuso, i lisciatoi ed il coltello serpentino. Sul fuso si avvolge il filo d'oro per non sciuparlo cogli sfregamenti ed è composto (fig. 1789) di un manico dal quale parte un'asta cilindrica terminante in forcella, ed è in legno od in osso e d'ordinario ha una lunghezza di 20 cm. circa. Parte della forcella e dell'asta è avviluppata da un filo molle di cotone il cui estremo ad asa serve per fissarvi il filo d'oro binato che s'avvolge ad elica intorno alla forcella.

I lisciatoi sono due, il piccolo ed il grande (fig. 1790 e 1791). Sono tutti e due in legno e rettangolari, il piccolo 15 × 9 a superficie convessa, il grande 32 × 20 piano e amendue provvisti d'impugnatura per manovrarli agevolmente nell'insaldatura del ricamo.

Il coltello serpentino (fig. 1792) consta di una lama sottile e curva e serve a tagliare i modelli di cartone che occorrono in qualche ricamo.

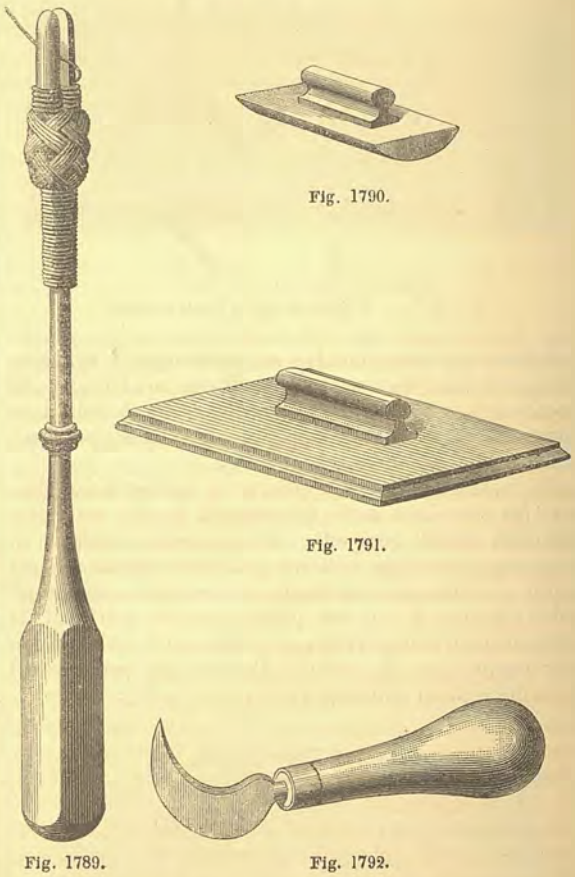


Fig. 1790.

Fig. 1791.

Fig. 1789.

Fig. 1792.

Oltre a ciò chi ricama in oro tiene la cassetta delle forniture, che comprendono i lustrini, le pagliuzze, le perline, le stelle, le cannotiglie, ecc., in oro e che serve a tenerle separate.

Il materiale pel ricamo, oltre quello citato, si compone del filo d'oro, che è un sottilissimo filo metallico avvoltolato sopra un'anima di cotone o di seta; la vermiglia (*bouillon*) che consta di un sottile filo metallico, avvolto a spirale cilindrica, la cannotiglia che è una piccola lamina piegata a cilindro, il filo *chiné* d'oro, che è pure un filo di seta o di cotone colorato su cui è avvolto a larga elica regolare, ovvero periodicamente ad elica larga e strettissima un filo metallico, od anche due di diversa intonazione di colore.

Questi materiali d'oro o d'argento si dividono in due classi: i brillanti e i matti o non brillanti; l'oro si suddivide in colori, dal giallo naturale a tutte le gradazioni e a tutti i colori cho può acquistare l'oro con speciali trattazioni.

Preparato il materiale, si monta il telajo, sul quale si tende una solida tela nel modo ordinario e su questa si applica la stoffa che si vuole ricamare; dopo aver questa disposta a filo dritto, la si cuce sulla tela con punti d'orlo, dandogli una tensione più forte di quella della tela, per impedirne il rigonfiamenio smontandola dal telajo. Sulla stoffa tesa si fanno le operazioni preparatorie del ricamo, le quali differiscono fra loro a seconda del disegno e del ricamo da eseguirsi. Se il ricamo è piatto e il disegno è a semplici linee e non vi hanno superfici che devono essere coperte d'oro, si riporta il disegno direttamente sulla stoffa e si ricama; ma se vi sono linee sottili e piccole superfici, cioè il disegno è minuto, lo si riporta invece sopra un foglio di carta o sopra una sottile pelle di capretto e sopra la stessa stoffa; si ritagliano poi dalla carta o dalla pelle le larghe striscie e le superficie, che devono essere incollate al loro posto sulla stoffa. Se il disegno presenta solo delle striscie e grandi superficie è riportato su cartone che viene ritagliato col coltello e quindi incollato sulla stoffa.

Si taglia col coltello serpentino tenendolo pel manico, la punta della lama all'infuori e tirandolo verso la persona; si fanno dei piccoli tagli che devono essere netti da bave e oltre al contorno si ritagliano le linee interne che formano le costole, nervature od altro. I cartoni, la pelle e la carta sono quindi ricoperti di salda d'amido o colla da una parte e poi attaccati in esatta posizione sulla stoffa, ponendo il lisciatore piano al disopra e sfregando il di sotto col lisciatore curvo, perchè la colla penetri nella stoffa ed il modello vi rimanga perfettamente attaccato, ciò che è difficile pel cartone, che tenderà a staccarsi nelle punte, a cui si ovvia fermandolo con qualche punto di cucitura. Asciutta la colla si può ricamare.

Se il ricamo però è in rilievo, viene riportato il disegno sulla stoffa, sulla quale poi si eseguiscono le imbottiture con fiocchi di lana o cotone, con filati, spinette, cartone e cordicelle di canape, per ottenere il rilievo che si desidera; anzi nel medio evo i ricami in rilievo avevano sempre un fondo di cordicella di canape grigia, che ora si va sostituendo col cordone e cordoncino di cotone, per avere minor peso, bianco per l'argento e colorato in carmino o giallo per l'oro giallo, e in grigio per gli ori colorati.

Nei ricami a rilievo abbiamo già dato sufficienti indicazioni per eseguire tali imbottiture, solo qui accenneremo al modo di imbottire con cordoni e cordicelle di canape più o meno grosse a seconda della grandezza della superficie e del rilievo che occorre. Sulla superficie da rilevarsi si incomincia a disporre la cordicella nella parte corrispondente al massimo rilievo e per la porzione di superficie occupata, quindi si sovrappone un altro strato che coprirà una superficie maggiore e così via finchè tutta la superficie è coperta e si presenta rilevata in superficie curva molto regolare; i tratti di cordicella sono fissati con punti sulla stoffa di fondo. Generalmente sul contorno dell'imbottitura ed a contatto del fondo si cuce con diligenza un cordoncino od una spinetta di oro o d'argento, a seconda che il ricamo è in uno o nell'altro metallo.

Completate le operazioni preparatorie si passa all'esecuzione del ricamo che varia a seconda del materiale che si adopera e quindi distinguesi in ricamo al filo d'oro, alla cannotiglia, alla vermiglia.

Ricamo col filo. — Il filo di oro è montato sul fuso a due capi, si fissano gli estremi dei due fili ad una punta del contorno di una figura e si dispone il filo doppio in linee parallele in direzione perpendicolare o parallela o diversamente inclinata sul contorno a seconda che lo richiede il disegno e l'effetto da ottenersi ed in ciò si dovrà seguire quanto abbiamo detto. I due fili sono fissati sul semplice contorno con un punto di seta gialla sottilissima e quindi riescono disposti a serpentino piatto, ma quando i tratti del filo d'oro sono molto lunghi è d'uopo eseguire dei punti di fermo anche sulla sua lunghezza per renderlo più stabile. Quando si devono coprire striscie o piccole superfici molto lunghe e strette, si dispongono i fili d'oro per tutta la lunghezza e si accoppiano tante volte quante occorrono per coprire la superficie. Molte volte avviene, per la piccolezza della linea da coprirsi, che due fili d'oro sono di troppo, ed in tal caso se ne adopera uno solo, tagliando dall'altro la parte che resta esuberante quando il ricamo continua. Si ricama col filo d'oro anche senza far uso del fuso, infilandolo nella cruna di un ago, ed in tal caso non occorrono più i punti di saldatura, perchè è il filo che passato attraverso la stoffa si fissa da se stesso. Questo modo di ricamare rovina il filo se non si ha l'avvertenza di aprire colla lesina un passaggio convenevole, anzi per non sciupare oro, si usa per infilare nella cruna il filo d'oro, di spogliarne l'estremità per 4 o 5 cm. Inoltre occorre di trovare molte volte dei fili molto rigidi coi quali è pressochè difficile lavorare, si ripiega al difetto riscaldando il filo in matassa o montato sul fuso in un forno ben chiuso ad oltre 100°, e non mai sopra un fornello ad aria libera per ovviare alle colorazioni che possono acquistare l'oro e l'argento.

Ricamo alla cannotiglia. — Le cannotiglie sono di diverso diametro e di varia lunghezza indipendentemente dal diametro e ve ne hanno di liscie e rigate pel lungo o pel traverso, brillanti e matte. L'ago è infilato di seta o cotone e fissata la gugliata ad un punto del contorno, s'infila su di esso una o più cannotiglie per formare la lunghezza del tratto o del punto in oro, indi si fa coll'ago un punto nella stoffa al contorno per saldare il tratto. Se questo è troppo lungo lo si divide in diversi tratti molto accostati. Tale modo di ricamare, per quanto riguarda la direzione dei tratti, è per tutto simile al precedente, converrà però porre cura nello scegliere il filato sul quale s'infilano le cannotiglie, che non sii troppo grosso per non aprirle, nè troppo sottile per non spezzarlo facilmente nel tenderlo per ben fissare il tratto.

Ricamo alla vermiglia. — La vermiglia è una lunghissima elica cilindrica a spire molto accostate e vuota nell'interno; ve ne ha di diverso diametro, e si montano sul fuso come il filo. Per ricamare con essa si tagliano dei segmenti lunghi quanto il tratto da coprirsi e s'infilano sull'ago che serve a fissarlo come la cannotiglia. I tratti lunghi non occorre dividerli in diversi, si fanno per intero e poi si fissano con punti attraverso la stoffa e con seta finissima che penetrando fra le spire si nasconde.

Ricamo a punto di diamante. — Consiste a coprire le superfici con cannotiglie o con pezzi di vermiglia brillanti lunghi al più un millimetro e mezzo, fermandoli sulla stoffa, facendo uscire e rientrare l'ago pel medesimo foro; i pezzetti dovranno essere disposti in varie direzioni e così accostati da non lasciar vedere il fondo, quando esso non deve cooperare nell'ornamentazione.

Punto a lamine. — È stato in uso, come i seguenti, nel medio evo sopra imbottiture di cordicella per frutti e fiori, ed era formato da sottilissime e strette lamine d'oro o d'argento un po' più lunghe del tratto da farsi trasversalmente, per ripiegarne gli estremi e fissarle

sul contorno dell'imbottitura; esse coprivano tutta la superficie lasciando fra loro un piccolo interspazio. Sopra ogni lamina e perpendicolarmente si fissano ad egual distanza delle cannotiglie che servono col loro filo a collegare le lamine; le cannotiglie su due lamine consecutive sono alternate. Si può sostituire alla lamina un filo d'oro.

Punto intrecciato. — Il metodo di esecuzione è eguale al precedente; in luogo della lamina vi è una cannotiglia trasversale e tutte sono intrecciate alternativamente con filo d'oro. Sostituendo alla cannotiglia un filo d'oro si ottiene lo stesso ricamo, ma con diverso effetto.

Punto a scaglie. — Si copre dapprima trasversalmente tutto l'imbottito con filo d'oro o d'argento brillanti, sopra i quali si cuciono in linee perpendicolari, alternativamente e a distanze eguali, delle cannotiglie molto lunghe da coprire 6 ad 8 fili trasversali e intorno a ciascuna di esse si fa un piccolo arco in cannotiglia o meglio in vermiglia brillante.

I ricami in oro piatti combinati con quelli in rilievo, a intreccio e con ricami a colori, producono dei lavori ottimi e ricchissimi, ma con essi è ben difficile raggiungere la bellezza artistica dei ricami a punto piatto.

Non ci fermiamo sui ricami cinesi, turchi e persiani in oro; i primi fanno ricami completamente in oro, ma a soli contorni od a superfici intrecciate e quindi il loro ricamo rientra in quello lineare. I Turchi e Persiani abusano del ricamo in oro, ma non impiegano grandi superfici coperte d'oro, ma tendono a diminuire la vivacità del metallo con un lavoro d'intreccio in seta col quale fermano i fili d'oro al fondo.

Finito il ricamo vi si distende sul rovescio della colla d'amido e quando è asciutta si stacca il lavoro dal telajo.

Tappezzeria, Ricamo al canovaccio
(fr. *Tapisserie;* ted. *Tapetestickerei, Kanevastickerei;* ingl. *Tapestry, Canvass-embroidery*).

Il ricamo di tappezzeria ci viene dall'oriente pur esso e la sua origine è molto antica, la sua denominazione ci dice che esso era esclusivamente impiegato per l'ornamentazione di grandi superficie per la copritura di pareti, pavimenti, mobili, ecc., eseguite sopra tessuti grossolani e robusti. La denominazione di ricamo al canovaccio deriva da uno speciale tessuto, il canovaccio, che rende facilissima e speditissima l'esecuzione. Il ricamo di tappezzeria presenta una superficie perfettamente piana sulla quale l'ornato ed il fondo è costituito d'ordinario da segmenti di linee rette, verticali, orizzontali e quasi sempre in sghembo, formate da filati colorati la cui grossezza dipende dal disegno e dalla grandezza della superficie ricamata. È un'arte che ha preceduto l'arazzo ed il tappeto tessuto ed infatti questi presentano un'operazione di meno cioè la tessitura del canovaccio o della tela che sopporta l'ornamentazione, e questi pure presentano una superficie piana in cui l'ornato ed il fondo sono costituiti da segmenti di linee rette. I tappeti però si presentano anche con una superficie vellutata o composta di tanti anelli sia in ricamo di tappezzeria che tessuti (vedi gli articoli Arazzi e Tappeti).

È questo un ricamo che ha attratto tutti i popoli e ciascuno ne ha fatto un'arte propria ispirandosi al suo senso artistico e al suo gusto del bello, ma nessuno ha inteso quest'arte di decorazione piana meglio dei popoli orientali, i Persiani, gl'Indiani e gli Arabi e ne fanno fede le decorazioni murali dell'Alhambra, i tappeti indiani e persiani, le cui tappezzerie moderne sono, come le antiche, preziosi modelli. Essi portano d'ordinario un semplicissimo disegno, ma elegantemente motivato e composto di fogliami e fiori in cui il giuoco dei colori, nelle loro varie intonazioni fondentisi, è meraviglioso, vero e attraente, talchè fu definito da alcuni l'echeggio di una divina sinfonia dei colori.

La tappezzeria, per quanto riguarda la distribuzione, la disposizione dei colori, la direzione dei punti, è un'arte assolutamente sorella al ricamo piatto e vedremo anche qui nella rassegna dei vari punti ideati che non sono altro che uno studio diligente per ricercare nel piano l'effetto plastico fondendo intimamente i vari toni di tinte, la medesima ricerca e studio del pittore sulle proprie tele.

Questa, che è la vera arte del bello quando è accoppiata alla rappresentazione del vero, ebbe il suo tempo aureo presso di noi, ma vi ebbe purtroppo il suo cattivo, nel quale ricacciata l'arte lontan da sè come troppo impacciante, ci diede le tappezzerie ad un sol colore, turchino, rosso, verde, giallo e grigio e la miseria in arte portò perfino ad adoperare un sol colore per rappresentare qualunque oggetto, qualunque corpo di colore differentissimo. Ciò avvenne quando nei tempi non molto addietro la moda imponeva quel tal colore per ogni cosa, dalle scarpe ai cappelli, dal tappeto alla coltre e così via, dimenticando quanto i freschi, vivaci e veri colori naturali, sono per noi un vero elemento di vita, aventi azione sulle nostre disposizioni d'animo e di mente. Questa moda che ha imposto le sue idee al ricamo di tappezzeria ha segnato un'impronta, indipendentemente dal disegno, che presso noi Europei si ricorda e serve a discernere con sicurezza le tappezzerie ricamate nei vari tempi. Così le tappezzerie artistiche in verde in tutti i suoi toni e rappresentanti foreste, praterie, ecc., sono del medio evo, francesi, tedesche e inglesi, e ben poche italiane, che in quei tempi le scuole di ricamo nostre erano nel loro splendore artistico.

Il principio del rinascimento è segnato dai paesaggi in tinte smorte sopra fondi uniti in toni deboli e chiari.

Il rinascimento dà gli arabeschi carichi di fiori, frutti e foglie, molte volte in tinte piatte senza ombreggio, a tinte piatte, e di tal tipo sono specialmente i lavori denominati alla Enrico II e alla Luigi XIII in Francia. Quelle invece del 500 e del 600 sono caratterizzate dalla minutezza dei disegni, molto dettagliati e dei quali Italia e Francia hanno dato i migliori campioni per lo più conosciuti colla denominazione di stile Luigi XIV. Seguono poi le tappezzerie a soli fiori, fra le quali primeggiano le cosidette alla Pompadour ed anche tipo Luigi XV. Quindi i piccoli mazzi di fiori, i nodi di nastri seminati in uno spazio incorniciato, e molte volte con disegni rappresentanti merletti capricciosamente ravvolti coi nastri fra i fiori, ed è chiamato stile Luigi XVI.

La rivoluzione poi schiaccia ogni arte sontuosa e pone in fuga il bello, che tutt'ora si va richiamando e gli sforzi mostrano che hanno felici successi.

I tessuti sui quali si ricama in tappezzeria sono: il canovaccio semplice, quello doppio o Penelope, la tela di Java, la tela Colbert, la tela da sacchi, quella da vela, le stamigne più o meno grosse e le grossolane tele di lino, canape e juta; fra queste sonvi quelle su cui devesi ricamare il fondo, come i canovacci, le stamigne, la tela Colbert; le altre invece, assortite in colori, servono esse stesse di fondo al ricamo che vi si eseguisce sopra. Questi tessuti presentano un carattere speciale, cioè la loro superficie è quadrettata, in incavo, come nei canovacci, stamigne e tela Colbert, in pieno come nelle altre, perchè il ricamo di tappezzeria richiede precisamente questa ripartizione della superficie da ricamarsi. Ciò però non

fa ostacolo per ricamare in tappezzeria tutti gli altri tessuti che non presentano questa caratteristica, perchè basta ricoprirli con canovaccio o stamigne per avere la ripartizione.

I tessuti speciali presentano una grandissima serie di dimensioni nei singoli quadretti per permettere, sia la riduzione dei disegni in varia grandezza, sia per agevolmente applicare un dato disegno.

La tappezzeria si eseguisce sopra disegni in colore o modelli, sopra disegni nei quali i colori sono contrassegnati con segni particolari o al contrassegno, e sopra tessuti disegnati a semplici linee od anche colorati o al disegno, ma però si ha per tradizione e per descrizione sopra i vecchi libri di ricami che i migliori campioni venivano eseguiti sopra disegni o modelli a semplice contorno, qualche volta riportati sul tessuto, che lasciavano il ricamatore libero di trattare la distribuzione e la disposizione dei colori a suo gusto e studio. Quest'ultimo modo è certo il più difficile, ma anche il più libero ed è il meglio apprezzato da chi sente l'arte; il più facile è quello del disegno in colori.

Ai pezzi di tessuti da ricamare, qualunque sia la loro larghezza, è ottima cosa bordarne i contorni per impedire le facili deformazioni che si risentirebbero nel ricamo; e quest'operazione si eseguisce sia che si debba lavorare sul telajo o sulla mano.

Predisposto il tessuto pel ricamo vi si eseguisce sopra il tracciamento prima di cominciare il lavoro; esso consiste nel segnare con lunghi punti il contorno esterno del ricamo e due linee mediane perpendicolari fra loro e molte volte altre due inclinate a 45° su quelle, per individuare il centro del ricamo ed avere delle linee fondamentali a guida pel disegno, che riescono di grande ajuto quando il ricamo è simmetrico.

Le antiche tappezzerie sono tutte quante eseguite in lana e seta, come pure in oggi si eseguiscono le più fine e le più delicate, ma le correnti si eseguiscono in cotone.

Il ricamo di tappezzeria, oltre ai grandi lavori, è anche applicato all'ornamentazione delle vesti ed altri oggetti d'uso comune, tovaglie, tovaglioli, sottovesti, collari, pantofole, guanciali, borse, portamonete, ecc., applicandolo giudiziosamente in disegni artistici ombreggiati e in tinte piatte e l'uso del cotone colle sue brillanti e vivaci tinte attuali, lo fa ricercato e si espande per la sua facile esecuzione. Pur troppo non si espande nella stessa proporzione il bello coi disegni e ciò si deve ai giornali di moda, che troppo pochi son quelli che hanno per iscopo l'arte del bello, ma la sola speculazione.

Una grande varietà di punti si ha per eseguire tal genere di ricamo e se ne possono ideare e combinare in numero infinito; citeremo qui i principali e migliori e quelli che sono, per così dire, storici, cioè quelli che hanno servito a creare dei capolavori.

Questi punti eseguiti su tessuti chiari, come i canovacci e le stamigne, devono essere fatti con un filato di grossezza proporzionale alla distanza dei loro fili per coprirli completamente e non si vedano attraverso il ricamo, e si devono sempre eseguire nello stesso senso nel medesimo ricamo, come si deve mantenere ai loro tratti la stessa tensione.

Il cambiare il verso del punto ed anche variando solo la tensione produce nell'insieme dei punti, particolarmente nei colori chiari, degli effetti di variazione di tinta da presentare il ricamo marezzato (*moiré*) come se fosse stato eseguito con lane a differenti colori, mentre quella impiegata è la medesima.

Il punto fondamentale ed il più esteso di questo ricamo è il punto a croce, al quale si dà pure il nome di punto di marca, usandosi comunemente per la marcatura della lingeria, ed è da questo punto che il ricamo di tappezzeria ha preso i nomi di ricamo a punto a croce, ricamo a crocelline e ricamo a punto di marca.

Punto a croce (fig. 1793 e 1794). — Consta di una serie di crocelline accavallate alle incrociature del canovaccio, e quindi i tratti del punto seguono le diagonali dei quadratelli; esso si eseguisce in un'andata ed in un ritorno;

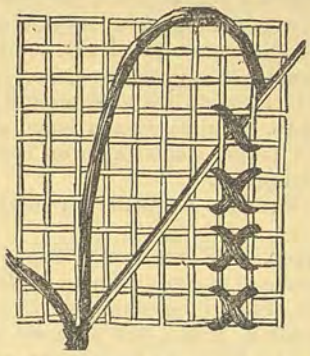


Fig. 1793. — Punto di marca od a croce.

nell'andata, si lancia il filo in senso obliquo da sinistra a destra sopra un filo doppio del canovaccio, poi si fa passare l'ago verticalmente sotto un filo doppio trasversale. Nel ritorno si fa lo stesso punto da destra a sinistra. Avendosi una serie di punti da eseguire collo stesso filato e nella medesima direzione si compiono in due modi, in uno facendo prima nell'andata i mezzi punti in un senso, i più bassi, e nel ritorno si fanno i più alti, incrociandoli coi primi; nel secondo modo si va da destra a sinistra, si fa un mezzo punto e lo si ricopre ritornando, poi si fa uscire l'ago due fili più avanti per compiere un nuovo punto a sinistra del primo e così si continua.

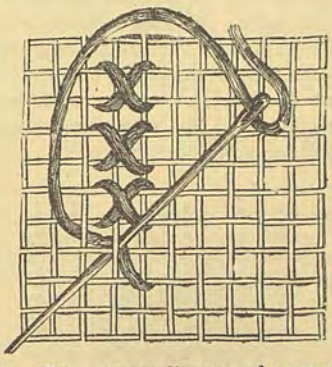


Fig. 1794. — Punto di marca od a croce.

Nell'eseguire i punti nei due modi si dovrà curare di mantenere sempre il medesimo senso di incrociatura.

Da questo sonosi derivati i seguenti punti.

Mezzo punto a croce. — Si adopera quando il filato è troppo grosso rispetto al canovaccio per poter fare un intero punto, si eseguisce distendendo da destra a sinistra su tutta la linea che devono occupare i punti un pezzo di filato e sopra di esso si fanno i mezzi punti nello stesso senso, per cui la parte di filato disteso sostituisce i mezzi punti in un senso. Anche questo punto lo si eseguisce in un'andata e in un ritorno; nella prima si distende il filo e nel ritorno si fanno i mezzi punti.

È generalmente impiegato nelle tappezzerie campionate.

Punto a croce allungato. — Non è che il primo punto che in luogo di essere eseguito al disopra di un incrocio di fili del canovaccio lo si eseguisce sopra due, tre ed anche quattro incroci, cosicchè il punto in luogo di rappresentare le diagonali di un quadrato, rappresenta quelle di un rettangolo. È molto adoperato pel riempimento di grandi tratti esigendo un tempo molto minore del punto semplice per la sua esecuzione.

Una variazione a questo punto, per ottenere una copertura più densa del tessuto di fondo, è quella di fare le croci molto allungate e penetranti le une nelle altre in linea verticale, cioè supponendo che un punto sia fatto di due fili in larghezza e tre in lunghezza, il punto seguente al disotto od al disopra in luogo di cominciare dove finisce il primo, comincia su un incrocio interno già coperto dal primo.

Un'altra variazione è quella del mezzo punto allungato.

Punto doppio. — È una combinazione del punto a croce ordinario e di quello allungato. Si fa una linea di punti a croce ordinari spaziati, cioè lasciando fra essi un vuoto eguale al punto, indi si fanno nei vuoti dei punti di 2 sopra 6 fili il cui incrocio sia sulla linea dei primi; la linea successiva deve essere fatta in modo che ad un punto ordinario corrisponda un punto allungato.

Punto di riso. — Consta di croci grandi e piccole combinate insieme. Si eseguiscono dapprima le croci grandi, d'ordinario 4 per 4 fili, sopra tutta la superficie a ricamarsi e quindi si fanno dei punti al disopra delle estremità dei quattro tratti di ciascun punto a croce e che, incrociandosi essi stessi, si incontrano nell'interspazio esistente fra le grandi croci. Molte volte questo punto è eseguito con due filati di diversa grossezza, col più grosso si fanno le croci grandi.

Punto contrapposto. — È il punto a croce ordinario nel quale però le crocelline sono alternate, una seguendo le diagonali di un quadrato, l'altra le mediane e nella fila successiva ad una delle prime corrisponde una delle seconde. È un punto che copre molto la superficie, ed i Persiani ne fanno una variazione eseguendo il punto come si è detto in seta di colore, e sopra di essi facendo un'altra serie di medesimi punti contrapposti alternati con filo d'oro finissimo, ma sopra una crocellina diagonale ne fanno una sulle mediane, ecc.

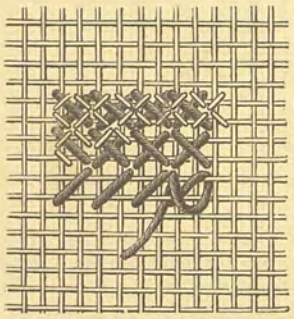


Fig. 1795. — Punto stuoja.

Punto stuoja (fig. 1795). — Consta di una serie di grandi croci e di una serie di mezzi punti accavallanti in senso perpendicolare tutti i bracci delle croci. Eseguita la prima serie di punti si fanno i mezzi in andata e in ritorno conducendo il filato sopra 2 fili in larghezza e 4 in altezza verso il basso, poi da destra a sinistra sotto 2 fili e quindi sopra 2 in larghezza, ecc. L'esecuzione in andata e ritorno richiede moltissima attenzione per non incorrere in errori, che facilissimamente si fanno e obligano a disfare gran parte del lavoro eseguito; si può ovviare a ciò lavorando sempre in andata, riconducendo cioè il filato al punto di partenza.

Punto di felce (fig. 1796). — È composto di croci irregolari a braccia disuguali e lo si eseguisce per ranghi successivi facendo passare il filato sopra 4 fili nel senso dell'altezza e altri 4 in quello della larghezza, facendolo correre da destra a sinistra sotto i due fili di mezzo, verso il basso, e sotto 3 verso l'alto.

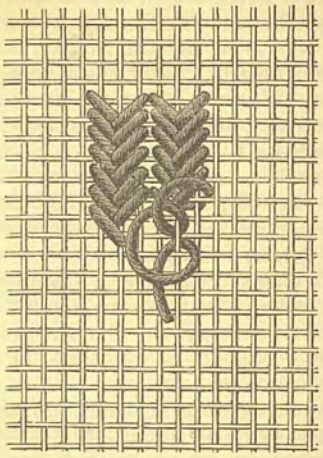


Fig. 1796. — Punto di felce.

Punto a spina. — È costituito da tanti ranghi di mezzi punti con inclinazione alternata, in uno dei ranghi l'inclinazione è da destra a sinistra, nel successivo invece è da sinistra a destra, ed a dividere i ranghi si fa una linea retta di punti indietro. I punti obliqui si fanno per disopra 2 a 4 fili nel senso dell'altezza e della larghezza, poi si conduce l'ago sotto 1 a 2 fili nel mezzo al disotto del punto di partenza del primo punto. Completati i ranghi di fili obliqui si fanno punti rettilinei.

Un altro punto a spina differisce dal precedente pei punti in addietro, i quali s'accavallano agli estremi dei punti obliqui secondo la direzione di quelli del rango contiguo, sia dando loro l'inclinazione da destra a sinistra che da sinistra a destra. Si eseguisce facendo passare il filato sopra 3 a 6 fili e se ne ferma il tratto con un punto addietro fatto sopra l'ultimo incrocio del canovaccio.

Punto tessuto. — Uno di questi punti è detto tela presentando l'incrocio di questo tessuto, e lo si eseguisce lanciando un filato in linea diagonale al disopra dei fili del canovaccio che si vogliono ricamare, poi si ricopre questo filo con punti di sopraggitto equidistanti, che devono essere alternati con quelli eseguiti sul filo lanciato precedentemente.

Variando su ogni filo lanciato il senso d'inclinazione dei punti di sopraggitto si ha il punto sargia e lasciando la medesima inclinazione a questi punti, cambiando il modo con cui si alternano, si ottengono altri punti di buonissimo effetto.

Punto annodato. — Consta di croci a braccia disuguali; si eseguisce facendo passare il filato sopra 2 fili in larghezza e 6 in altezza, poi si conduce l'ago 4 fili più basso in avanti ai fili doppi, facendolo rientrare dietro il punto precedente e sopra i fili del mezzo e quindi si ridiscende l'ago alla linea dei punti. Nei ranghi seguenti, i punti prendono 4 fili verso il basso e penetrano su 2 nel precedente rango.

Punto di Smirne. — È pur anche chiamato punto del diavolo e consta di varie croci soprapposte o sopraricamate; il più semplice consta di due croci l'una sulle diagonali, l'altra sulle mediane. Si eseguisce dapprima un punto a croce ordinario sopra 4 fili in altezza e larghezza e sopra di questo l'altra croce a braccia perpendicolari e detta dritta; lo stesso punto si può eseguire sopra un numero diverso di fili, come si sovrappongono diverse croci, ma in questo caso è bene ricamare sopra il maggiore numero di fili, non meno di 8.

Punto greco (fig. 1797). — È un punto che si presenta a crocelline, ma differisce dal primo punto citato per l'inclinazione delle braccia e per la sua esecuzione; infatti si devono eseguire una serie di punti inclinati in un senso di una certa lunghezza, e un'altra serie con inclinazione simmetrica ma lunghi il doppio, per cui in luogo di eseguire un punto solo, se ne eseguisce uno e mezzo. Si incomincia diversamente dal punto ordinario a croce, cioè in luogo di prendere sull'ago i due fili che seguono il primo punto, si guida l'ago da destra a sinistra sotto i fili verticali contati pel primo punto e verso il basso, poi da destra a sinistra ad una distanza di 4 fili al di là del primo punto ed i successivi sono simili. Le linee di croci si raccordano in due modi o pei lati corti o per quelli lunghi; i Greci raccordano i punti corti coi

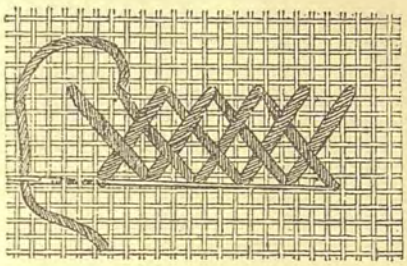


Fig. 1797. — Punto greco.

corti in ranghi alternati con quelli in cui il raccordo è fatto coi punti lunghi. Gli Slavi invece dànno la preferenza al raccordo dei lati corti coi lunghi. Il filato da impiegarsi deve essere piuttosto grosso per coprire interamente il canovaccio.

I seguenti punti constano soltanto di segmenti di rette colla stessa inclinazione senza incrociamenti.

Punto Gobelin. — Consta di ranghi di punti obliqui paralleli e della stessa inclinazione; si eseguisce per di sopra 1 filo verticale e 2 orizzontali, sul canovaccio semplice; su quello Penelope bisogna far penetrare l'ago fra i fili doppi per mantenere al punto la sua giusta inclinazione. Se il ricamo è montato sul telajo si eseguisce andando e venendo, cioè un rango viene fatto andando da destra a sinistra, il successivo invece da sinistra a destra, ma se si ricama sulla mano ad ogni fine di rango bisogna capovolgere il ricamo.

Il punto Gobelin prende il nome di largo quando si ricoprono 2 fili verticali e 3 orizzontali ed i punti avanzano sempre di un filo di canovaccio.

Punto a costa o *punto a reps.* — Così chiamato per la sua rassomiglianza al reps; lo si eseguisce in linee verticali sopra 1 filo trasversale e 3 verticali.

Punto piccolo. — È costituito dalla prima metà del punto a croce eseguito sopra un solo filo e per linee orizzontali; si lavora andando e venendo facendo avanzare l'ago di due fili di canovaccio. Si adopera questo punto insieme ad altri, quasi mai isolato e specialmente per le piccole parti molto dettagliate, come piccoli fiori, foglie, e le faccie delle persone.

Punto Cachemire. — Consta di linee diagonali di punti alternati uno molto corto e l'altro lungo, e a loro volta s'alternano le linee. Si lavora in linee orizzontali facendo successivamente un punto sopra un incrocio del canovaccio e un punto sopra due incroci nel senso dell'altezza e larghezza, si adopera per imitare le stoffe Cachemire.

Punto di Firenze. — Consta pure di linee diagonali di punti corti e lunghi alternati nella stessa linea e fra le linee stesse e lo si eseguisce lavorando per le linee oblique e passando regolarmente, coprendo 2 e 4 incroci del canovaccio.

Punto a mosaico. — Consta di linee diagonali alternate a punti lunghi e corti, metà dei primi; lo si eseguisce per linee orizzontali, per cui in un'andata si fa un punto lungo obliquo e uno corto e nel ritorno si fanno tanti corti successivamente ai già fatti per completare la striscia.

Punto di Scozia. — È formato da tanti quadrati composti di punti obliqui fatti sopra 1, 3, 5, 3, 1 fili e separati fra loro da una linea di piccoli punti. Il punto moresco invece fa seguire gli stessi quadrati in linee oblique continue per cui sono fatti sopra 1, 3, 5, 3, 1, 3, 5 ecc. fili e le linee di quadrati sono divise fra loro da file di punti Gobelin o piccoli punti.

Punto d'oriente. — È il punto moresco, ma in luogo dei quadrati si hanno dei triangoli formati da tanti punti obliqui coprenti 1, 2, 3, 4, 1, 2,..... incroci di canovaccio, e gl'interspazi fra le linee di triangoli sono riempiuti con punti Gobelin.

Punto Bizantino. — È ottimo per ottenere fondi operati sopra grandi superficie. Consta di linee spezzate ad angolo retto, parallele, costituite da punti lineari lunghi e riunite in fasci di due a quattro e più linee, separate da una linea di piccoli punti.

La prima fila è composta di 6 punti nel senso dell'altezza e 6 in quello della larghezza fatti sopra 2 fili doppi del canovaccio; di queste file se ne fanno una dopo l'altra un certo numero e quindi si fa la fila di piccoli punti sopra 1 filo doppio e in numero eguale a quello delle precedenti.

Punto di Milano. — È pur esso un punto per fondi e consta di tanti triangoli equilateri a lati comuni, per cui in un senso si hanno i triangoli riuniti base vertice e nell'altro senso per uno dei loro lati. Si eseguisce per linee di punti obliqui da destra a sinistra, e siccome ogni triangolo consta di 4 punti lunghi 1, 2, 3, 4 incroci di canovaccio, così la prima linea di punti si comporrà alternativamente di 1 punto addietro sopra 1 e sopra 4 incroci, la seconda linea alternativamente di 1 punto addietro sopra 2 e sopra 3 incroci, la terza linea di 1 sopra 3 e sopra 2, la quarta di 1 sopra 4 e sopra 1. La linea successiva avrà i suoi punti piccoli sul mezzo dei punti lunghi della precedente, i punti piccoli della quale dovranno trovarsi sul mezzo dei lunghi di quella.

Punto catenella. — È stato adoperato in sostituzione del punto a croce e si conservano ottimi campioni di ricamo con questo punto, ma non ebbe però larghe applicazioni non permettendo che linee rette e difficile il passaggio da una linea ad un'altra.

Punto di velluto. — È il punto dei tappeti e si distingue in punto riccio o ad anelli, in velluto rasato ed in felpa. Il punto ad anelli è pure chiamato punto di Astrackan; con esso si eseguiscono pure gli altri due, col concorso dei modani di due forme, cilindrici per piccoli anelli e per velluto, prismatici triangolari per la

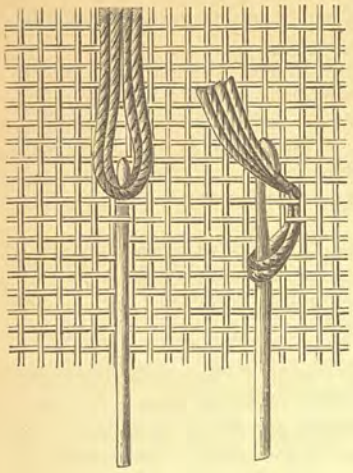


Fig. 1798. — Punto di Smirne.
Prima e seconda posizione dell'uncinetto.

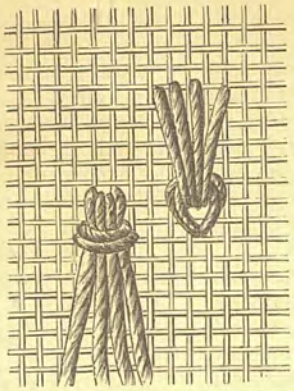


Fig. 1799. — Punto di Smirne finito.

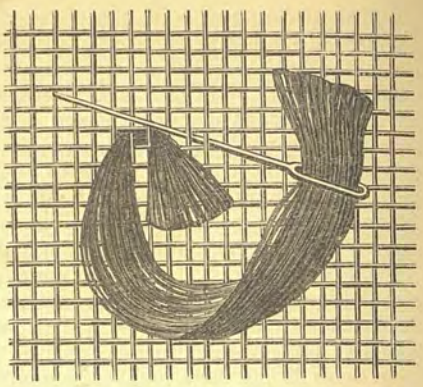


Fig. 1800. — Punto di Malta, prima posizione.

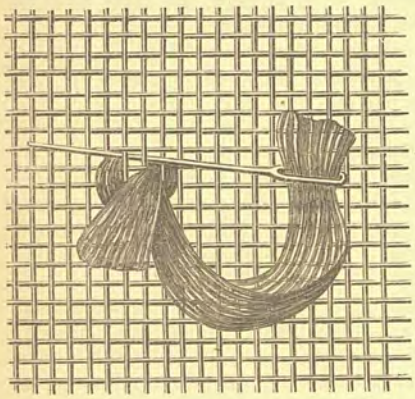


Fig. 1801. — Punto di Malta, seconda posizione.

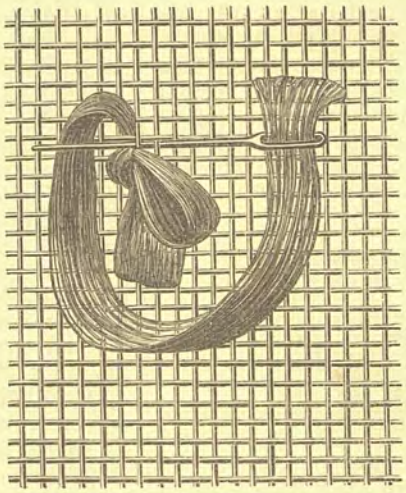


Fig. 1802. — Punto di Malta, terza posizione.

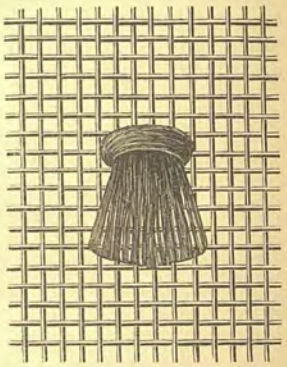


Fig. 1803. — Punto di Malta finito.

felpa, e le loro dimensioni dipendono dalla grandezza dell'anello che si vuol ottenere. I cilindrici devono avere la metà della loro circonferenza base eguale alla lunghezza dell'anello ed i prismatici a base triangolare devono avere uno dei lati lunghi del triangolo eguale pure all'altezza dell'anello. I modani cilindrici più sottili sono in acciajo, i medi in osso, i più grossi in legno e hanno lunghezze di 15 a 18 cm.; i modani triangolari rassomigliano ad una lama di coltello con grossa costola, che è scanalata e sono lunghi quanto i cilindrici.

Per eseguire il punto ad anelli si dispone il modano cilindrico scelto sul canovaccio e sulla linea dove si devono produrre gli anelli mantenendovelo colla mano sinistra, se il modano è triangolare lo si dispone a piatto sul canovaccio, ponendo il suo spigolo più sottile sulla linea degli anelli, e si lavora da sinistra a destra. Si fissa la gugliata infilata in opportuna posizione, si avvolge il modano e si ritorna l'ago al punto di partenza, si prendono due fili di canovaccio a sinistra, poi si rimette l'ago nello stesso foro e si fa un punto diagonale sopra i due fili, rincrociando quello che si è fatto, si tira la gugliata sotto il modano, lo si avvolge per di sopra e si fa un altro punto. Si continua fino a che il modano è coperto, lo si tira a sè, lasciandovi sopra qualche anello per continuare il lavoro. Si eseguisce in linee dritte e si impiegano tanti aghi quanti sono i colori adoperati, e finita una linea si comincia la successiva lasciando un intervallo di due fili o meno.

Per ottenere il velluto rasato, si tagliano gli anelli e si rasano colla forbice alla lunghezza desiderata e si pettinano con fine pettine di ferro per dividerne i filamenti e per ottenere il velluto.

Per la felpa, per la quale si adoperano sempre i modani triangolari, prima di spostare il modano quando è carico, si fa scorrere una lama di temperino nella scanalatura per tagliare gli anelli, che, finito il lavoro, si pettinano.

Punto di Smirne per tappeti. — È un punto speciale fatto sul canovaccio coll'uncinetto con cui si eseguiscono i rinomati tappeti vellutati di Smirne.

Si impiegano dei grossi filati di seta, lana o cotone che si tagliano in pezzi lunghi 8 cm. e si riuniscono due a due piegandoli sopra se stessi (fig. 1798) formando lo stoppino, poi s'introduce un uncinetto dal basso all'alto sotto due fili del canovaccio e si afferra lo stoppino, lo si ritira facendo uscire lo stoppino al punto d'entrata (fig. 1799) venendo a formare un'asa, entro la quale si fa scorrere l'uncinetto per afferrare le estremità dello stoppino e farle passare attraverso all'asa, si stringono per serrare il nodo corsojo e fissarlo al canovaccio. Terminata una linea di nodi, si rovesciano gli estremi dei stoppini che si storcono passandovi un pettine metallico e terminato tutto il lavoro, dopo una diligente pettinatura, si rasa.

A Smirne oltre questo metodo si impiega anche il punto ad anelli.

Punto di Malta. — È chiamato anche punto a calza da tappeti ed è assai usato a Malta ed anche in Sicilia nella fabbricazione a mano di tappeti. S'impiega per ricamare della grossa tela non molto densa e grossis-

simi stoppini di filati di lana o cotone ed aghi adatti, si passa lo stoppino sotto due fili verticali del tessuto (fig. 1800) da destra a sinistra lasciando sporgere liberamente e per una determinata lunghezza l'estremità dello stoppino. Si ritorna indietro passando l'ago sotto i due fili che sono davanti al primo punto (fig. 1801), passando così lo stoppino sotto quello libero. Si ripete per una seconda volta il primo punto formando un'asa lunga quanto la parte libera di stoppino lasciata (fig. 1802); si ripete poi il secondo punto passando al di sopra dell'asa e si taglia lo stoppino alla lunghezza dell'altro (fig. 1803).

Facendo i vari punti molto uniti si può ottenere un velluto rasato e facendoli continui si ottiene il velluto ad anelli od il riccione; facendoli spaziati e ad ase corte si possono ricamare tele fine ed altri tessuti per fare tende, come si usa a Malta.

Completato il ricamo lo si stacca dal telajo, lo si pone fra due tele inumidite e si stira al rovescio con un ferro caldo.

Ricamo mosaico
(franc. *Broderie mosaïque;* ted. *Mosaikarbeit;* ingl. *Mosaic work*).

Non è esattamente un ricamo, ma un lavoro a mosaico che si eseguisce con tessuti, alle volte ricamati, per cui è una decorazione a mosaico.

Da dove ci proviene questa specie di lavoro è ben difficile il rintracciare, essendo esso comune a tutti i popoli europei e poco conosciuto dagli orientali, anzi sembra che fra questi non sii che un'importazione che ha ottenuto non troppo buon accoglimento.

I lavori a mosaico, come meglio si dovrebbero chiamare, formano una stoffa costituita da tanti pezzi di tessuti uniti insieme, che col loro intreccio, coi loro colori, colle loro forme o coi ricami, che alle volte vi si fanno, dànno luogo all'ornamentazione. Queste stoffe a mosaico possono impiegarsi alla confezione di qualunque oggetto come un'altra stoffa, ma si prestano meglio per la tappezzatura di muri, per tappeti, coperte, guanciali ed altri piccoli oggetti. D'ordinario si preferisce il disegno geometrico, cioè tutti i pezzi hanno forme geometriche, di poligoni regolari, poligoni stellati, circoli, anelli combinati fra loro per produrre un insieme armonioso di forme e colori, e questi lavori sono i più facili per la tagliatura dei pezzi e per la loro commettitura, che si fa con una cucitura di sopraggitto. Scelto il disegno è d'uopo studiarlo attentamente per ricavarne in carta le varie forme che vi entrano, dando loro quelle dimensioni proporzionate alla grandezza della superficie dell'intero lavoro, e quindi si commettono fra loro i pezzi che formano le figure staccate e la cui unione produce il lavoro compiuto. In tal caso però si suppone che tutta la superficie sia composta totalmente di tanti pezzi, ma si eseguiscono lavori, nei quali si ha un fondo generale di colore unito nel quale, a guisa d'intarsio, sono incastrati i pezzi che formano la decorazione. Tali lavori sono i più difficili e sono quelli che hanno originato degli ottimi campioni, ed in codesti non solo il disegno geometrico vi è applicato, ma ancor quello della figura e del paesaggio, precisamente ad eseguire coi tessuti un vero intarsio.

I lavori di questo genere esigono un'abilità nel tagliare che si acquista con lungo esercizio ed una buona dote di pazienza e mano esercitata nel disegno.

Per eseguirli si disegna esattamente sulla stoffa di fondo l'ornamento, che si ritaglia diligentemente; lo stesso ornamento viene eseguito con pezzi di stoffe diverse per intreccio e colori e quindi cucito a punto di ripresa nei ritagli della stoffa di fondo. Se in questi ornamenti si contengono figure di persone o di animali è d'uopo sieno ricamate per non aver da cucire e ritagliare pezzetti estremamente piccoli, come pure alle volte per ottenere migliori effetti si ricamano le piccole linee o vi si ricama a intreccio od a contorno ed anche a punto piatto o con un altro punto derivato. Finito il lavoro conviene foderarlo per renderlo più resistente e prima stirarlo con diligenza, inumidendolo al rovescio con salda d'amido.

Ricamo in applicazione
(franc. *Broderie-application;* ted. *Application-arbeit;* ingl. *Application-work*).

Questo ricamo consiste nel fissare sopra un fondo di stoffa dei pezzi di una o più stoffe diverse, fettuccie, spinette, spinettine e cordoni. Si possono perciò fare applicazioni sulla tela, sulla seta, sul velluto, sulle felpe (*peluche*), sulle mussole, sul tulle, sul cuojo, e le stoffe od altro che vi si applicano tengono luogo del ricamo, per cui tale lavoro è una vera sostituzione al ricamo a tinte piatte. La maggior parte delle stoffe che si applicano devono essere foderate di carta sottilissima prima di cominciare il lavoro.

La carta viene incollata alla stoffa con colla d'amido di frumento passata al pannolino e possibilmente calda: deve essere distesa sulla carta in sottilissimo strato perchè il ritto della stoffa non risenta dell'umidità. Collata la carta la si distende sulla stoffa che viene sfregata, nel senso della trama, con un pezzo di tela fina perchè la carta aderisca intimamente, e quindi si lascia asciugare sotto pressione fra tavolette di legno caricate di pesi.

La stoffa che deve formare il fondo viene tesa sul telajo e su di essa si riporta il disegno, e siccome sulle grandi superfici vengono applicate le stoffe, così esse si disegnano a contorni soltanto e in questi si contornano pure le diverse parti che differiscono per colore o per qualità di stoffa.

Le stoffe rinforzate con carta vengono disegnate coi contorni voluti dal disegno e fra questi tutto quanto vi deve essere ricamato e sono ritagliate con forbice e con coltello serpentino in modo da non avere sfilacciature di sorta.

Si dispone poi il telajo in modo che la stoffa che vi è tesa appoggi convenientemente su una superficie piana, si distende la colla sulla carta dei pezzi ritagliati che si applicano nelle corrispondenti posizioni del fondo ed esattamente nei contorni. Incollatura che deve essere eseguita colla massima prestezza, per poter sottoporre a pressione l'intero lavoro a colla umida. Asciutta perfettamente la colla si comincia la ricamatura dei pezzi, i cui contorni vengono alle volte lasciati nudi, altre cuciti con punto intrecciato ed altre ricoperti di spinetta, ed il loro interno si ricama come esige il disegno.

Tutto quanto è di linee e striscie vengono eseguite applicandovi con fina ed invisibile cucitura spinette, spinettine, cordoni e cordoncini.

Si hanno ricami eseguiti totalmente con stoffe applicate, con fettuccie, con spinette, spinettine e cordoni, anzi oggidì le spinettine finissime in cotone trovano con questo ricamo una larga applicazione ed il loro uso va sempre più espandendosi.

Pei lavori in applicazione sul tulle e sulla mussola che vanno eseguiti diversamente, rimandiamo il lettore all'articolo MERLETTI E PIZZI.

La scelta dei disegni e la paziente opera della lavoratrice può dare con questo ricamo dei lavori aggradevoli,

di buona durata e di esecuzione facilissima e lestissima, converrà però di non tentare la riproduzione dei disegni che esigono una certa plasticità.

Ricamo a perle
(franc. *Broderie en perles;* ted. *Perlenstickerei;* ingl. *Pearl-embroidery*).

È un vero e proprio ricamo nel quale i punti di filati sono sostituiti da cannotiglie, margherite e margheritine di vetro ed anche metalliche; è stato ideato a Venezia che l'ha portato ad un'altezza artistica eminente, talchè sono custoditi gelosamente nei musei e nelle famiglie i campioni dei secoli passati. Fu in voga al punto che tutto si ricamava colle conterie e gli ornamenti più semplici domestici erano anch'essi eseguiti in perle di vetro.

Si ricama su qualunque stoffa e sul canovaccio e sulle stamigne, queste ultime hanno anche il fondo ricamato a perle o in tappezzeria, mentre le altre stoffe a intreccio molto più fitto servono di fondo al ricamo.

I disegni sono quelli da tappezzeria e quindi com'essa si lavora sul modello, sul contrassegno e sul disegno a contorni o colorato.

Le perle hanno tutti i colori nella loro gradazione e una grandissima varietà di grossezza, le margherite e margheritine sono sferiche, mentre le cannotiglie sono cilindriche, liscie o rigate, così vi hanno le margherite faccettate; non sono da dimenticarsi le conterie nere (*jaïs*), giavazzi e lustrini che pur produce Venezia e l'estero e che sono tuttodì di gran moda per ricami decoranti gli abiti femminili.

Le perle si cuciono sulle stoffe di fondo o sul canovaccio con filati di cotone, infilandole con l'ago istesso che porta la gugliata; lavorando sul canovaccio, questi deve avere il quadrigliato cavo proporzionale alla perla che porta, in modo da esserne perfettamente coperto, per cui le perle non devono passare attraverso ai fori.

Si lavora cucendo sul fondo ogni singola perla o cucendo dei punti che portano un certo numero di perle; il primo modo esige un tempo maggiore del secondo, ma produce lavori più solidi e di sicuro effetto ottico, mentre il secondo, lasciando le perle alquanto mobili, può dar luogo ad effetti di luce che deformano il disegno.

Tappezzeria su tela
(franc. *Broderie sur toile;* ted. *Leinenwandtapete* o *Leinenwandstickerei;* ingl. *Linen-embroidery*).

È un lavoro d'origine prettamente italiana, d'antichi tempi ed esteso sempre in tutta l'Italia, dimodochè non è possibile determinare con sicurezza ove incominciò, ed anche seguendone lo sviluppo nelle varie contrade italiane non si può arguire dove nacque. Ebbe la sua voga e il suo apogeo nel medio evo, e s'incontrano ancora a caso conservati più dalle famiglie che dai musei, campioni che eccitano anche oggigiorno l'ammirazione e la meraviglia; e dessi non sono lavori speciali di una o d'altra parte d'Italia, ma di tutte quante. Però predominano più per bellezza di disegno e per meravigliosa esecuzione quelli lombardi, veneti, emiliani, umbri, liguri. Dall'Italia questo ricamo è passato alle nazioni vicine e si è esteso in tutta l'Europa, ma non vi ha raggiunto l'altezza artistica e di esecuzione che raggiunse presso di noi.

I migliori campioni sono eseguiti sopra tela finissima e ci mostrano un lavoro talmente minuzioso e preciso da far pensare che essi non furono certo eseguiti per puro divertimento, un lavoro che solo si può paragonare a quello del merletto. A facilitare però in oggi questo lavoro si fabbricano delle tele speciali con filati molto regolari e tondi per rendere più agevole il contare i punti ed i fili.

Le tele chiamate dei Vosgi, di Slesia e di Spagna servono pei lavori fini, a piccoli punti, mentre le tele dette di Ceylan, Cuba e Batavia per lavori grossi a punti grandi, e per lavori medi si ha una proporzionale gradazione di grandezza di punti nelle tele russe, nel canovaccio di lino, nelle stamigne trasparenti e nella tela di Rodi.

Le tele di lino si adoperano bianche, gialliccie o color crema, grigie o crude; è però sul secondo colore che il ricamo ha il suo miglior effetto.

Nei nostri migliori campioni si vedono impiegati punti analoghi a quelli della tappezzeria e così vi predomina il punto a croce, ma più di tutto il punto a doppio ritto, a doppia faccia, che fa meravigliare le odierne ricamatrici per la sua bellezza e precisione ed eseguito con fini filati di lino, mentre in oggi è possibile eseguirli con filati di cotone e portare questa bella decorazione ad ornamento delle biancherie usuali in luogo di altri ricami pesanti o che poco si addattano all'uso dell'oggetto.

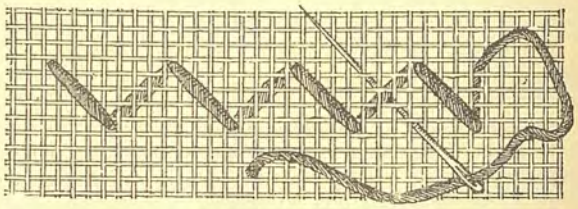


Fig. 1804. — Punto croce a doppio ritto.
Prima andata e punto ausiliare pel ritorno.

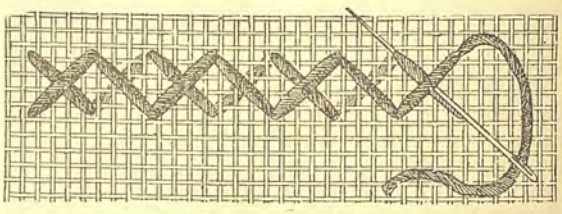


Fig. 1805. — Punto croce a doppio ritto.
Prima e seconda andata col primo ritorno forniti; punto ausiliare pel secondo ritorno.

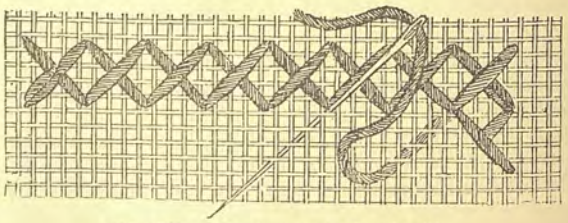
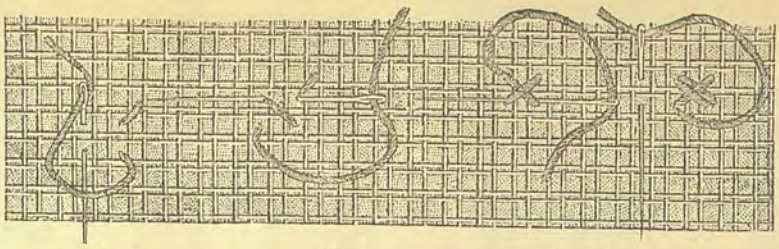


Fig. 1806. — Punto croce a doppio ritto.
Riga di punti terminata e principio di un'altra.

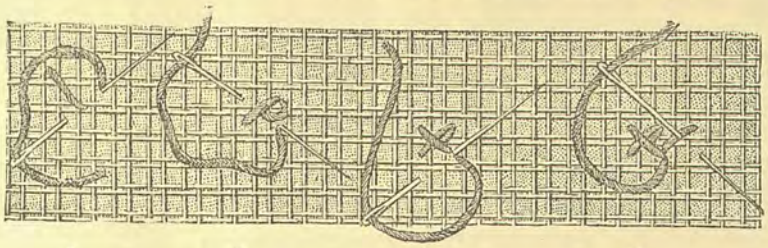
Tutti i punti di tappezzeria sono adoperati, abbiamo detto, in questo ricamo, e perciò non ripetiamo qui la loro descrizione ed accenneremo invece a quelli che sono speciali e che in oggi la moda ha battezzato con altri nomi che manteniamo per non produrre confusione. A facilitare il lavoro si copre la tela da ricamare con canovaccio esattamente parallelo o a dritto filo.

Punto croce a doppio ritto. — Si eseguisce in linee e presenta dalle due parti una serie di crocelline (fig. 1804, 1805, 1806) che si eseguiscono in due andate



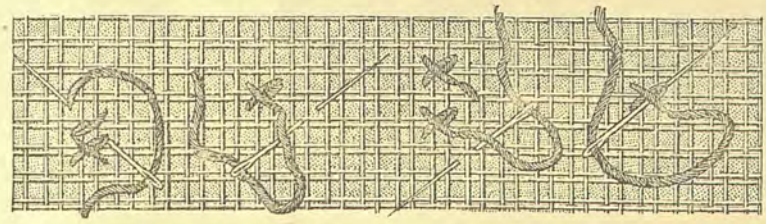
A B C D

Fig. 1807. — Punto a croce con rovescio quadrettato. — Esecuzione del punto.



A B C D

Fig. 1808. — Punto di marca a due ritti. — Esecuzione del punto.



E F G H

Fig. 1809. — Punto di marca a due ritti. — Esecuzione del punto.

ed in due ritorni; nell'andata da sinistra a destra s'introduce il filo senza fare nodi, si fanno dei piccoli punti che sono in seguito coperti dalla prima metà del primo punto, si passa sempre l'ago, dirigendolo verso destra, sopra 4 fili nel senso dell'altezza e della larghezza fino al termine della linea di punti. Arrivati all'ultimo punto si conduce il filo alla metà di esso, da dove lo si fa uscire, poi con un punto ausiliario verso destra si ritorna verso la metà per far entrare l'ago sopra due fili e si comincia il ritorno che va da destra a sinistra e che termina i punti cominciati nella prima andata. Dopo l'ultimo punto del primo ritorno si conduce il filo verso destra per la seconda andata, colla quale si coprono con mezze croci i vuoti nei due primi giri; finita questa seconda andata si comincia egualmente al primo il secondo ritorno col quale si compiono le croci tanto al ritto che al rovescio. Nella fig. 1806 è indicato il passaggio ad una seconda linea di punti.

Punto a croce con rovescio quadrettato. — È di più facile esecuzione ed ogni punto si chiude immediatamente. In A (fig. 1807) è data l'entrata del filo e la posizione dell'ago per formare il mezzo punto al ritto ed il secondo lato del quadrato al rovescio. In B il punto a croce superiore è terminato e dà la posizione dell'ago pel terzo lato del quadrato; in C si ha il punto a croce ed il quadratello finiti ed in D il passaggio ad un altro punto.

Punto di marca a due ritti. — Col punto a croce a doppio ritto non si possono eseguire che righe di punti in linea retta, mentre con quello che andiamo descrivendo si eseguisce qualunque linea. Nella fig. 1808, in A si ha l'entrata del filo ricamante e la posizione dell'ago pel primo e pel secondo punto; in B i primi due punti sono finiti, con un punto ausiliare si ha l'uscita del filo a destra e la posizione dell'ago pel quinto punto a terminare la croce. In C, il punto cominciato in B è terminato e si ha la posizione dell'ago per passare ad un punto a destra; in D si ha un punto croce terminato ed un secondo a finire. E (fig. 1809) indica il modo di eseguire i punti a sinistra; F dà un punto ausiliare per arrivare ad una croce a destra; G dei punti ausiliari fra due croci isolate; H un secondo ed ultimo punto ausiliare per finire la croce.

È un punto adoperato comunemente per marcare la biancheria; richiede molta attenzione per disporre i punti al fine d'evitare i superflui, che nuocerebbero al ricamo.

Punto italiano a due ritti. — Consta di tante croci inscritte in quadrati, per cui è composto di quadrati e relative diagonali, chiamato in addietro punto doppio. Si eseguisce in un'andata ed in un ritorno e la fig. 1810 dà il modo di fissare il filo di ricamo e la posizione dell'ago da destra a sinistra pel primo punto; la fig. 1811 la posizione dell'ago da sinistra a destra per formare la croce al rovescio e il punto verticale a sinistra nel ritto; la fig. 1812 la posizione dell'ago per fare un punto orizzontale a doppio ritto alla base della croce e si continua ricominciando colla fig. 1810. Nella fig. 1813 si ha il ritorno del filo che completa le doppie croci ed i quadrati. Per fare una linea finale di punti si fa passare l'ago da sinistra a destra per di sopra e per di sotto i fili dal fondo uscenti dall'ultimo punto a croce, prima di farlo passare sotto il punto verticale come è indicato nella fig. 1810.

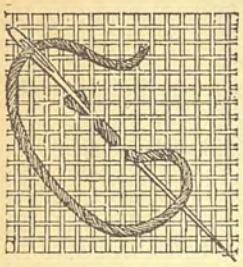


Fig. 1810. — Introduzione del filo e posizione dell'ago pel primo punto.

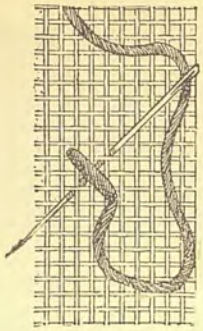


Fig. 1811. Posizione dell'ago pel 2° e 3° punto.

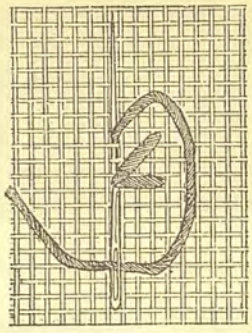


Fig. 1812. — Posizione dell'ago pel 4° e 5° punto.

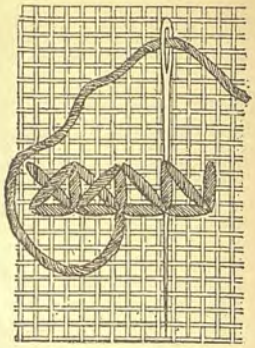


Fig. 1813. — Secondo giro terminante il punto a croce.

Fig. 1810 a 1813. — Punto italiano a due ritti.

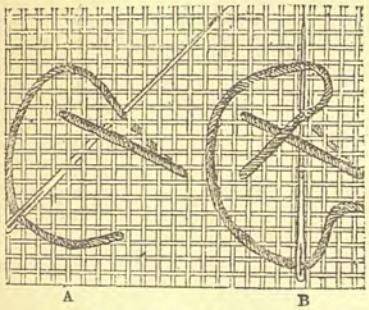


Fig. 1814. — 1°, 2°, 3°, 4° e 5° punto e punto trasversale.

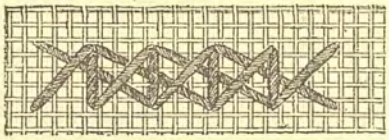


Fig. 1816. — Riga di punti finiti.

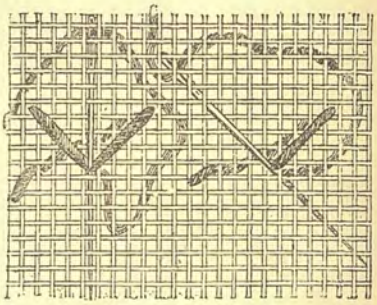


Fig. 1815. — Rovescio dei punti.

Fig. 1814, 1815 e 1816. — Punto slavo a due ritti.

Punto slavo. — È un derivato dal precedente e impiegato specialmente nel Montenegro, ed è ora di moda. Consta pure di croci ma eseguite come quelle del punto greco (fig. 1797) e separate fra loro da lati verticali. È incominciato con un punto inclinato (fig. 1814, A) da destra a sinistra sopra 4 e 8 fili del tessuto, poi si guida l'ago da destra a sinistra sotto 4 fili, si ritrae per introdurlo da sinistra a destra sotto i primi 4 fili del tessuto (fig. 1816). Il quinto ed il sesto punto (fig. 1814, B) inclinati da sinistra a destra accavallano il primo punto, il quinto sul suo terzo inferiore, il sesto invece su quello superiore. Il rovescio è dato dalla fig. 1815.

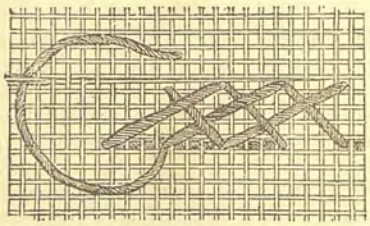


Fig. 1817. — Punto a croce doppia.

Punto a croce doppia. — Oggi chiamato punto d'Algeri. Non è che il punto precedente senza l'inquadratura, ed i lati dei punti inclinati che s'incrociano a due sono fatti sopra un numero dispari di fili del tessuto (fig. 1817).

Punto a spina a doppio ritto. — Chiamato anche punto spagnuolo; si compone di punti lanciati sopra 3 e 3 fili, che avanzano sempre di 3 fili in larghezza in linee la cui inclinazione s'alterna da destra a sinistra e da sinistra a destra ed i vuoti sono riempiti da piccoli punti.

In Grecia, in Sicilia ed in altre parti meridionali è impiegato per fare tappeti a doppio ritto, ed in Sicilia si fanno i coprisella a tasche, che sono lavori ingegnosissimi e aggradevoli.

Punto a tratti a due faccie. — Porta diversi nomi e noi già lo abbiamo descritto nel ricamo d'intreccio (fig. 1772 e 1773).

Punto turco triangolare. — È il mezzo punto antico, ma è però in uso fra i Turchi non in questo genere di ricamo ma negli intrecci e sempre in linea obliqua, mentre nei vecchi nostri ricami lo si incontra obliquo e a dritto filo. Ogni linea di punti è eseguita in due andate e due ritorni; nella prima andata l'ago passa sempre in altezza e larghezza, per di sopra e per di sotto due fili in linea obliqua; al ritorno si fa passare l'ago sotto la stoffa e sotto il punto al ritto, facendolo uscire alla base del punto; si fa poi un punto indietro sopra due fili orizzontali e due verticali e si passa l'ago sopra due fili dritti. Si fa entrare l'ago dietro questi fili per farlo uscire di nuovo vicino al punto superiore e lo si fa rientrare di nuovo vicino al punto inferiore, dopo di che lo si guida al secondo punto più basso, facendoglielo passare per di sopra. Quattro fili passano sempre in uno stesso foro d'ago. La seconda andata ed il secondo ritorno sono simmetrici ai precedenti e completano le fila.

In linee dritte l'esecuzione non è punto diversa.

Molti altri punti si hanno oggi ma non sono altro che leggiere modificazioni dei punti di tappezzeria.

Chiudiamo il capitolo del ricamo a mano con quello all'uncinetto, del quale abbiamo già dato un esempio nella *Tappezzeria*, col punto di Smirne pei tappeti vellutati.

Il ricamo all'uncinetto, che ebbe un dì la sua ora di gloria, cadde in dimenticanza coll'applicazione della macchina a cucire e specialmente colla modificazione di questa macchina per adattarla al ricamo, come la macchina Bonnaz e derivate. Oggidì ritorna propizio per la correzione o per la riparazione dei ricami ottenuti colle dette macchine ed è perciò che gli facciamo posto, più che come tipo di ricamo.

Non son vi sufficienti dati per poterne dire la sua storia; è però di vecchia data e forse ideato per eseguire con prestezza dei ricami di limitate dimensioni a punto catenella o a velluto riccio, impiegandosi il telajo a tamburo esclusivamente (fig. 1782), per cui due secoli or sono era denominato ricamo a tamburo.

Qualunque stoffa, dalla più grossolana alla più fina, dalla più rada alla più densa, può essere ricamata facilmente all'uncinetto, in punto catenella o velluto con rapidità meravigliosa e con una certa precisione, dipendenti dall'esercizio di chi opera. È indispensabile che la stoffa sia ben tesa su un telajo; la mano destra, tenuta al disopra della stoffa, muove l'uncinetto in due direzioni, verticale e orizzontale; la mano sinistra, sotto il telajo, carica l'uncinetto del filo ricamante. L'uncinetto è tenuto verticale fra il pollice ed il medio, coll'uncino a sinistra, mentre l'indice, appoggiandosi coll'unghia sulla stoffa, lo dirige; la mano destra lo preme e gli fa attraversare la stoffa, la mano sinistra gli accavalla il filo, la destra estrae l'uncinetto, premendo coll'indice la stoffa, perchè non sia sollevata nel passaggio dell'uncinetto e quando questi l'ha attraversata, l'indice non ha più bisogno di funzionare e segue il movimento della mano. L'uncinetto viene sollevato verticalmente per formare un riccio od un'asa lunga quanto deve essere lungo il punto di catenella, indi viene spostato in senso orizzontale, senza ruotarlo e sempre infilato nell'asa per riattraversare la stoffa verticalmente, formare una nuova asa, che esce frammezzo la prima e quindi formare un punto di catenella e così via. Ma formata l'asa, se l'uncinetto l'abbandona per riattraversare la stoffa in un punto vicinissimo per fare un'altra asa indipendente dalla prima, si ottiene il punto di velluto riccio. Il punto catenella è per se stesso saldo, perchè tutti i punti sono collegati fra loro, mentre nel velluto riccio i punti non trovano la loro fermezza che nel foro della stoffa, che alle volte è troppo debole per la conservazione del ricamo, per cui è d'uopo fissare i punti sul rovescio coll'insaldatura.

Fig. 1818. — Uncinetto da ricamo.

L'ufficio che ha la punta dell'indice destro in questo ricamo è notevole, specialmente il reagire che fa all'azione dell'uncinetto pel sollevamento della stoffa alla formazione del punto, reazione quasi nulla nelle stoffe pesanti, ma che diventa massima nelle fine e assai faticosa per ottenerla colla sola unghia e che molte volte riesce difficile e quasi impossibile, tanto più che l'unghia non può reagire che in un solo punto. Per facilitare l'azione di questo dito gli si applica un particolare ditale, rappresentato nella fig. 1819; esso consta di una lastra di ottone rotolata conicamente e non saldata, per adattarlo opportunamente al dito, e la fessura deve riuscire sul polpastrello; dalla parte opposta presenta alla parte superiore una sporgenza arrotondata e intagliata, nella quale scorre l'uncinetto a sostituire l'unghia, e alla parte inferiore una sporgenza arrotondata; nella parte della fessura deve essere abbastanza corto da permettere la piegatura della prima falange.

Fig. 1819. Ditale per ricamo.

L'uncinetto deve essere proporzionale al filato ricamante per poter aprire un foro abbastanza grande perchè vi passi senza sdruscirsi, e la sua lunghezza, compreso il manico, deve essere proporzionale alla mano di chi lavora per non troppo affaticarla; condizioni che quasi mai sono soddisfatte dagli uncinetti a manico fisso, mentre sono possibili a soddisfarsi cogli uncinetti movibili nel manico.

La fig. 1818 presenta uno di questi uncinetti meglio adatti al ricamo; il manico è un poco più grosso degli ordinari e da un capo è munito di una parte metallica che serve a fermare l'uncinetto in quella posizione che sarà la più comoda pel lavoro, svitando e avvitando la piccola sfera metallica. Tali uncinetti permettono il ricambio con facilità, avendo sempre l'utensile proporzionale ai varii filati che nel corso del lavoro si impiegano.

Ricamo a macchina.

Le macchine da ricamare ed il ricamo eseguito con macchine hanno avuto la loro origine dalle macchine a cucire ed i progressi di questa si estendono a quelli; ma qui non ci intratterremo a fare la storia del ricamo a macchina o delle macchine a ricamare, perchè ne fu già detto nell'articolo Macchine da cucire, nel quale sono pure trattate le macchine da ricamare, per cui non ripeteremo la loro descrizione, ma ci fermeremo sul modo di adattare l'ordinaria macchina da cucire al ricamo, e sulle modificazioni alle macchine da ricamare del tipo Bonnaz e su quanto è stato ideato di nuovo ed applicato in questi giorni nelle macchine da ricamo per la grande industria, giacchè le precedenti apparterrebbero alla piccola.

Non tutti i ricami che abbiamo descritto nella prima parte dell'articolo sono eseguibili meccanicamente, e gli eseguibili, alcuni sono uguali a quelli a mano, altri li rassomigliano, sebbene la loro esecuzione sia molto diversa; il punto piatto a colori e alcuni de' suoi derivati, come i ricami in rilievo, non sono fin qui eseguibili meccanicamente.

Ricamo colle macchine da cucire. — La semplice macchina da cucire a catenella semplice o doppia e ad impuntura, qualunque sia il tipo, Wilcox e Gibs, Grove e Baker, Stowe, Singer e derivate, Wheeler et Wilson, triplex Wertheim, servono per ottenere decorazioni in ricamo senza alcuna variazione alla macchina, quando si tratti di ricamo a semplici contorni a motivi molto grandi, come è usato sulle tende di mussolina e sulle coperte per mobili. Questo tipo di ricamo essendo costituito da linee di cucito a impuntura od a catenella in grandi curve avvolgentisi fra loro o ripiegantisi ad angoli più o meno acuti è di facile esecuzione, giacchè basta eseguire sulla stoffa da ricamarsi delle cuciture secondo il tracciato disegno, col premistoffa non troppo caricato sul trasportatore, dirigendola

secondo esso quando si tratta di linee curve o rette, e quando queste formano fra loro degli angoli, si fermerà la macchina quando l'ago è penetrato nel vertice dell'angolo, si alzerà il premistoffa e si farà ruotare il tessuto intorno all'ago per dargli la direzione opportuna e si continuerà la cucitura. Quando però il disegno è a piccoli motivi, molto dettagliato e riesce costituito da curve di piccolo raggio e di brevi tratti di linee con molti angoli, è difficilissimo il ricamarlo colla macchina da cucire lasciandola coll'ordinaria montatura, cioè col pieduccio piatto del premistoffa, il quale essendo molto largo ricopre il disegno e perchè il trasportatore tendendo a trascinare il tessuto in linea retta non permette che delle grandi evoluzioni ed impedisce le piccole, per cui è d'uopo all'ordinario pieduccio sostituirne un altro che permetta vedere il disegno, e dia la massima facilità nel maneggiare il tessuto su cui si lavora. Ed a questo scopo si sono fatti dei pieducci di cristallo trasparente, quelli ad anello ed a forcella o mezzo anello, e questi ultimi sono quelli che dànno i migliori risultati, sia perchè permettono di aver sempre sott'occhio il disegno, sia che premendo con una piccola superficie, lasciano rivolgere la stoffa comunqne si voglia senza fatica e senza stiracchiamenti. La fig. 1, Tav. I, dà il pieduccio ad anello e la fig. 2 quello a forcella di cui sono munite, come accessorio, le odierne macchine americane, inglesi, francesi e tedesche, allo scopo di poter ricamare. Però è da notare che l'azione del trasportatore deve essere la più leggera possibile, e quindi converrà abbassarlo di alcun poco dalla sua posizione ordinaria, come converrà allentare la molla del premistoffa, perchè nel ricamo questi organi non devono avere altro ufficio che di mantenere ferma e tesa la stoffa nel momento in cui è attraversata dall'ago e si forma il punto e non devono averne sul movimento, perchè viene diretto dalla mano, ed anzi quando il filo con cui si ricama è molto grosso, conviene che la forcella sia incavata anche nel senso orizzontale (fig. 3, Tav. I), mentre per fili fini è piatta come l'anello.

La stoffa dovrà avere riportato il disegno, ed il riporto dovrà essere fatto sul ritto per le macchine ad impuntura, e sul rovescio per quelle a catenella, perchè questa si forma per di sotto, a meno che non si desideri che la catenella formi il rovescio del disegno. Prima di imprendere il lavoro è conveniente studiare il disegno per poterlo ricamare con una cucitura continua, col minor numero possibile di distacchi, i quali, per quanta cura e diligenza si ponga per effettuarli, producono sempre una marcata spezzatura di linea molto appariscente, originando un difetto. Un'altra questione importantissima è quella della scelta dei filati da impiegarsi, la quale dipende dal ricamo stesso e dalla macchina, giacchè questa a tal proposito ha le sue esigenze, e così pure la determinazione della lunghezza del punto il cui minimo dipende dalla grossezza e rigidezza del filato che si impiega. Più spesso e più torto è il filato, la sua rigidezza non permette che punti lunghi, anzi il massimo della lunghezza di cui è capace la macchina e non minore di 5 mm., ma se il filo è spesso e poco torto si potrà ottenere una bella cucitura con una lunghezza di millimetri 2,5 a 3, però quantunque la tòrta sia piccola, ma piuttosto grande la grossezza, converrà che il punto sia sempre della massima lunghezza possibile anche oltre i 3 mm. ed è qui che la macchina da cucire che si vuole impiegare pone le sue condizioni, giacchè la maggior parte dànno punti la cui massima lunghezza è di 2 mm. Le odierne migliori macchine però portano sull'asta, con cui si regola la dimensione dei punti, un secondo foro, nel quale ponendo la vite regolatrice si ottengono punti molto lunghi ma non al di là di 4 a 5 mm.

Questa questione della lunghezza del punto è eliminata quando non si facesse assegnamento sul trasportatore per la loro lunghezza e fosse la mano che la regolasse, cosa che richiede una pratica ed un esercizio non molto facile e breve.

Per stoffe di media finezza non converrà impiegare filati di un numero superiore al 50 (Brook) pel filo superiore ed al 70 per quello della spoletta, anzi per il ricamo, converrà che questo secondo filo sia il più molle possibile e si darà la preferenza ai fili da rimenda (*Twist*), i quali permettono di ottenere un ricamo di miglior aspetto, nel mentre non tendono all'aggrovigliamento od increspatura della stoffa, ma impiegandoli, si dovrà regolare la tensione delle molle della navetta, perchè la loro resistenza è molto minore degli altri filati.

Per le stoffe fine si sceglieranno numeri più bassi, ma poco torti, e si dovrà avere molta attenzione nel lavoro, giacchè il pieduccio ad anello ed a forcella permettono a queste stoffe di scorrere sotto di essi nella formazione del punto e quindi permettono l'aggrovigliamento, ciò però è tolto se si ricorre all'artificio di trasportare il disegno su carta seta e cucirla a punti lunghi sulla stoffa per poi ricamare cucendo attraverso ambedue e finito il lavoro togliere la carta.

Per la cucitura a catenella converrà scegliere filati poco torti, perchè abbia il miglior risalto possibile, qualunque sia il filato, di cotone, lana, seta, ed anche in queste macchine si dovrà curare che il pieduccio pel ricamo vi si possa applicare, come è possibile nelle ultime macchine tedesche.

Qualunque sia la stoffa però, la grossezza del filato dipende dal disegno, e quindi si sceglierà questo in modo che sia fattibile l'applicazione del filato più grosso che può portare la macchina, e qui notiamo che oltre alla lunghezza del punto le macchine esigono che il filato più grosso da impiegarsi sia quello che può stare fra la spoletta ed il suo sopporto, ma in tal caso, ed in generale sempre quando si impiega filato molto grosso, la macchina fa dei punti falsi o salta, perchè la spola non riesce a passare fra il filo e l'ago; si rimedia a ciò girando l'ago dalla sua posizione ordinaria verso sinistra quando la punta della spola è a sinistra, altrimenti a destra.

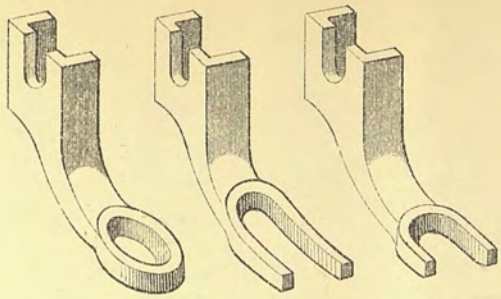
Colle macchine da cucire è possibile ricamare col filo dorato o d'oro, facendo dei grandi punti col filo molto teso; però se il filo è molle si lavora bene facendolo passare per l'ago, in caso opposto si dovrà impiegarlo nella spoletta avendo cura di ungerlo perchè sia più scorrevole, dandovi una forte tensione.

Notiamo pure che lo stesso filato impiegato nelle macchine a impuntura ed a catenella richiede tensioni diverse e diverse lunghezze di punti, cioè minore tensione e maggior lunghezza colla catenella che coll'impuntura.

Nel genere di ricami fatti colla macchina da cucire ed in genere nel ricamo a contorno, l'accoppiamento di cuciture di diversa forma dà luogo ad ornamentazioni di eccellente effetto, ed a questo scopo può ottimamente servire la nuova macchina da cucire Wertheim electra triplex fabbricata da J. Wertheim a Francoforte sul Meno, la quale dà tre distinte cuciture, cioè l'impuntura, il punto a catenella, e quello a catenella intrecciata. Nella fig. 4, Tav. I, diamo i disegni di queste tre cuciture pel loro confronto e nelle quali il filo scuro è quello della spoletta, l'altro è quello che passa per l'ago; la parte A mostra l'impuntura semplice, B la catenella

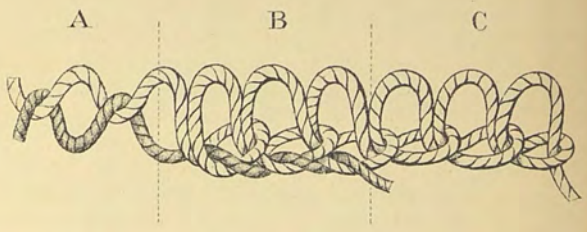
RICAMO A MACCHINA

Fig 1 3 2



Pieducci del premistoffa

Fig. 4



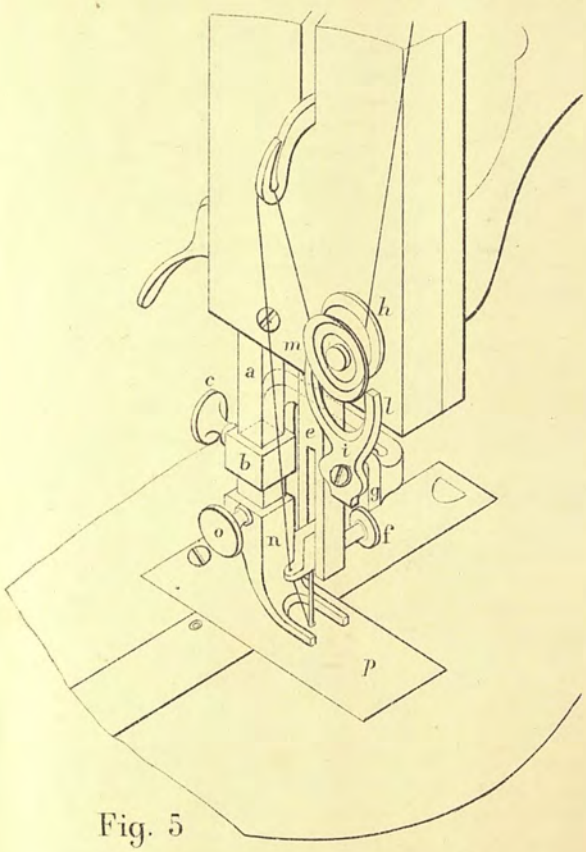


Fig. 5

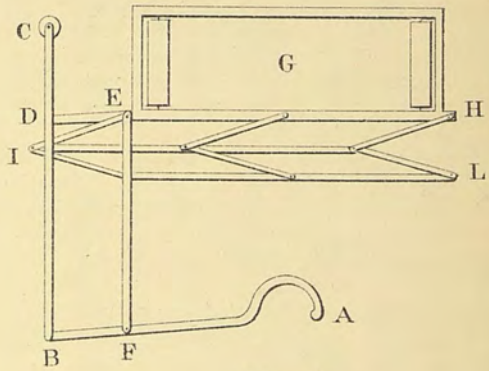


Fig. 7

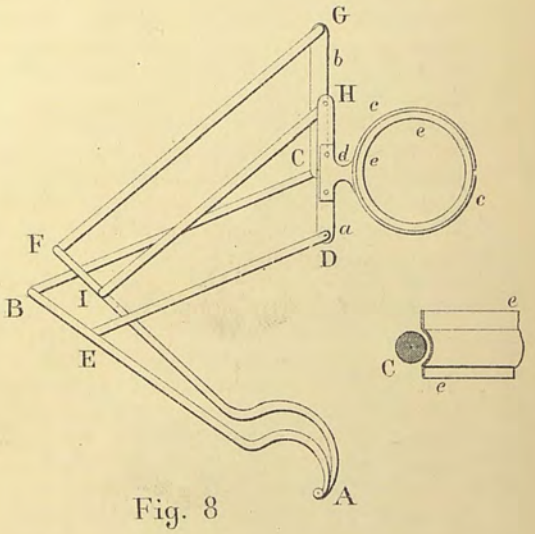


Fig. 8

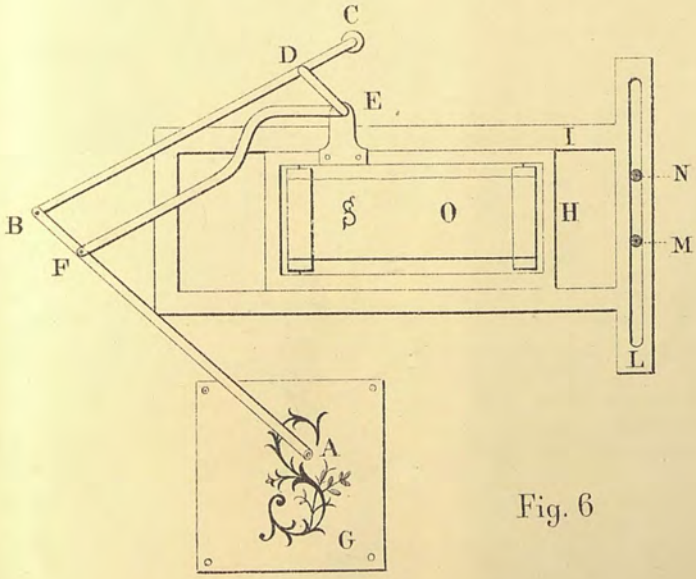


Fig. 6

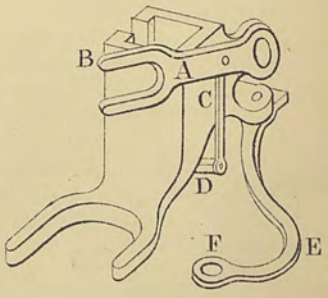


Fig. 9

Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lit. Doyen a. Luigi Simondetti, Torino

intrecciata, cioè nel mentre il filo superiore si dispone a catena, questa viene attraversata dal filo della spoletta, C è la catenella semplice. Questa macchina dal punto di vista del ricamo a contorno dà delle decorazioni ottime, sia per la qualità dei filati che si possono impiegare, dando dei punti molto lunghi, sia per il loro effetto, pei colori e per la forma della cucitura, come pure, presentando nessuna complicazione, riesce di facile maneggio e di massima resistenza.

L'applicazione del pieduccio ad anello od a forcella permette pertanto il semplice ricamo a contorno sopra disegni non troppo dettagliati, ma non offre la possibilità di poter ottenere altri ricami o delle loro imitazioni, come pure di poter eseguire qualunque disegno: ed è ciò che è parso a molti troppo poco, sia pel servizio suo in famiglia, sia per poterla adattare alla piccola industria del ricamo in sostituzione della mano, a ricamare tanti oggetti che per la loro forma o per la quantità con cui si producono riescono di poca o nessuna rimunerazione per la grande industria del ricamo e perchè anche le grandi macchine non si prestano facilmente all'esecuzione di certe piccole cose. È a questo scopo che in questi anni si ebbero nel commercio, delle macchine speciali da ricamo che non erano che una trasformazione di quelle da cucire per poter avere dei punti molto lunghi e la possibilità di far scorrere la stoffa in quella qualsivoglia direzione; ma la loro delicatezza e complicazione non ha lor fatto ottenere una larga applicazione, tanto più che nello stesso tempo si era presentato il problema di poter ottenere con una sola macchina il cucito ed il ricamo, perchè la piccola industria, ben poco rimuneratrice, non fosse obbligata a possedere due macchine e quindi ad una spesa d'impianto abbastanza elevata; ed il problema era così determinato, che cioè la trasformazione della macchina da cucire in macchina da ricamo si avesse con la sola applicazione di semplici pezzi accessorii, per eseguire quel qualunque disegno molto dettagliato e minuto in quel qualunque numero di riproduzioni qualsivoglia ed anche in diversa riduzione. Al problema si sono posti d'attorno molti ed ebbe diverse risoluzioni a seconda della macchina studiata, ma le migliori e più pratiche sono quelle che non obbligano a riprodurre il disegno sulla stoffa e permettono di poter ottenere con un solo disegno qualunque riduzione nell'atto della ricamatura, impiegando dei semplicissimi pezzi, che differiscono fra loro a seconda del tipo di macchina da cucire che si impiega. Daremo l'idea generale e qualche particolare, perchè ci sembra molto importante, potendo essere di non lieve ajuto alla piccola industria del ricamo a mano in Italia, nella quale, per notizie avute, non ebbe ancora forse che un solo tentativo di applicazione fatto dallo scrivente.

La migliore delle risoluzioni è quella che ci hanno dato il Rost di Praga ed il Pittler di Göhlis, la quale colla applicazione alla ordinaria macchina da cucire di un solo pezzo accessorio semplicissimo, la cui azione si porta sul premistoffa e sul tenditore del filo e coll'impiego di un pantografo, offre il mezzo di ottenere con qualunque macchina da cucire, a impuntura, a catenella semplice e doppia, senza alcuna modificazione o variazione, dei ricami di qualsiasi genere, come al passato, al punto penna, al punto d'armi, in filo d'oro, permettendo di eseguire le cuciture dei punti di qualsivoglia lunghezza sopra linee di qualunque genere e rivolgentisi e ripiegantisi in qualsivoglia modo con punti molto uniti o staccati e in quella qualunque direzione che il disegno od il ricamo esige, direzione che può essere modificata quando si voglia, per ottenere punti paralleli, perpendicolari, obliqui fra loro o sui contorni senza riporto di disegno e colla riduzione di questo in quella scala che si crede. Staccando il pantografo ed il pezzo accessorio la macchina è pronta per l'ordinaria sua cucitura a finimento dell'oggetto ricamato. L'applicazione però esige una certa pratica per avere dei prodotti buoni, ma comunque difficile sia, è quistione di esercizio e di attività e crediamo che sarà per diventare un buon ajuto anche alla nostra piccola industria del ricamo a mano tanto deprezzata per l'improba lotta contro l'invasione del ricamo estero.

La prima condizione indispensabile che si richiede è quella che ad ogni punto finito, cioè dopo l'alzata dell'ago, la stoffa in lavoro si trovi assolutamente libera all'azione della mano guidatrice per poterla spostare di quella qualunque quantità e in quella qualsiasi direzione che si desidera, epperciò, appena la punta dell'ago è uscita dal tessuto, deve cessare l'azione del premistoffa e il filo ricamante, liberato dalla sua tensione, deve svolgersi facilmente per seguire i movimenti impressi al tessuto.

L'alzata del premistoffa deve essere automatica e così pure l'allentamento del filo, condizioni che si devono mantenere fino a che l'ago abbassandosi sia per penetrare nel tessuto.

La seconda condizione a soddisfarsi è quella di seguire nel lavoro un disegno in scala piuttosto grande, per poterne riprodurre con esattezza i minimi particolari, epperciò in una scala maggiore di quella in cui è eseguito il ricamo; si trasporta sotto l'ago la stoffa col mezzo d'un pantografo guidato dalla mano dell'operatore, precisamente come avviene nelle grandi macchine da ricamo ad aghi multipli.

Un altro organo che nella macchina a cucire deve essere posto fuori azione, è il trasportatore, il quale non deve agire per non disturbare i movimenti impressi dal pantografo e per non deformare i punti. Lo si pone fuori azione col ritirare totalmente l'asta che ne regola la corsa o coll'abbassare ed anche togliere la piastrina dentata, operazione lestissima e facilissima.

La prima condizione accennata è soddisfatta in modo diverso a seconda del tipo di macchina che si vuole impiegare e qui per brevità non li descriveremo tutti, ma uno solo, pel tipo delle macchine Singer e derivate, come le più diffuse, essendo facile da questo dedurne il modo per qualunque altro tipo di macchina. Come si disse, il premistoffa deve alzarsi appena la punta dell'ago è uscita, e devesi in tal momento allentare il filo, per cui si utilizza a questo scopo la vite che fissa l'ago all'asta, e quando non è possibile, come nella Wilcox-Gibs, nella Weehler-Wilson, e nella Castro-Lind e derivate, si applica al porta ago un risalto speciale od altra vite.

Nella Singer si impiega un pezzo accessorio speciale (fig. 5, Tav. I), che vien montato sull'asta *a* del premistoffa e consta di un collare *b* colla vite di pressione *c*, dal collare parte un braccio *d* ripiegato per passare dietro il porta ago *e* ed al disopra della vite *f* dell'ago per arrivare colla sua testa *g* al disotto del tenditore del filo *h*. Alla testa *g* è fissata con una vite la forcella *i*, le cui branche *l* devono essere poste direttamente sotto i dischetti del tenditore. Il collare *b* deve essere fissato ad un'altezza opportuna perchè, quando la punta dell'ago è fuori della stoffa, la vite *f* appoggiandosi al disotto del braccio *d* sollevi il premistoffa e nello stesso tempo la forcella *i*, colle sue branche *l*, spinga all'infuori il dischetto esterno *m* del tenditore *h*, ed in tal modo è sollevato il premistoffa e allentato il filo.

Nelle macchine moderne avviene l'allentamento del filo ad ogni piccola alzata del premistoffa, ma è così piccolo da fare un certo ostacolo al libero movimento della stoffa, per cui è giuocoforza applicare la forcella.

La montatura e smontatura del pezzo accessorio descritto si fa col togliere il pieduccio *n* e la vite *o* ed infilandolo o sfilandolo dall'asta *a*.

Nelle Wilcox-Gibs e Castro Lind, bisogna applicare un punto fisso all'asta dell'ago ed una leva sulla testata della macchina, la quale con una estremità si appoggia al punto fisso e coll'altra alla coppiglia dell'asta del premistoffa, e sull'estremità superiore dell'asta dell'ago un pezzo rettilineo che vada fra i dischetti del tenditore. Nelle Weheler-Wilson si applica al braccio portaago un piccolo braccio che venga sotto il dente del premistoffa e sul braccio di questi un altro braccio a forcella che venga ad innestarsi fra i dischi del tenditore, alzandosi il braccio dell'ago. In altri tipi di macchine si userà una disposizione simile alle descritte, notando che i pezzi sieno leggieri e semplicissimi, per non avere difficoltà nella loro applicazione e correzione; così in quello dato dalla figura, oltre la vite *c* evvi pure la vite che fissa la forcella *i* al braccio *d*, che permette di correggere la posizione della forcella stessa, ed il collare *b* istesso che permette una leggierissima rotazione.

Le traslazioni della stoffa al disotto dell'ago si ottengono coll'applicazione di un pantografo, sia semplice a quattro od a cinque righe, sia doppio, basta che esso risponda perfettamente all'uso a cui lo si adibisce; il pantografo è in oggi uno strumento comunissimo e di poco costo, come è di semplicissima e facile costruzione. La fig. 6, Tav. I, dà il pantografo a quattro righe A B, B C, D E, E F, in cui C è il punto fisso di rotazione ed in A evvi il calcatojo che si fa scorrere sul disegno G sottoposto. Nel punto E si attacca al pantografo il telajo rettangolare H scorrevole in scanalatura nell'altro telajo rettangolare guidato ad un suo estremo dalla scanalatura che, pei due punti fissi M M al tavolo della macchina, l'obbliga a muoversi in senso perpendicolare al moto che ha H in esso. Nel telajo H sono montati due cilindri N N, muniti di un arpionismo per poter tendere la stoffa O fra di loro, e questa deve essere tesa per disotto per appoggiare sulla piastrina *p* (fig. 5, Tav. I) della macchina.

Disponendo opportunamente l'apparecchio ed il disegno G sul quale si fa scorrere il calcatojo A, il telajo colla stoffa subirà le stesse traslazioni del calcatojo in parti proporzionali, per cui si avrà riprodotto in ricamo lo stesso disegno in scala più piccola. La variazione della scala dipende dalla lunghezza delle righe del pantografo.

L'apparecchio descritto serve per disegni grandi e per ricamare stoffe pesanti, le quali vogliono un telajo robusto e ben guidato per ottenere un buon prodotto.

L'apparecchio dato dalla fig. 7, Tav. I, è alquanto più semplice e serve pure per grandi ricami, come il precedente, e per potere riprodurre sulla stessa stoffa un certo numero di volte lo stesso disegno, come sarebbe un bordo od altro ricamo. Il pantografo è a quattro righe ed è disposto in modo più comodo per lavorare, ed il telajo G coi suoi cilindri per tendere la stoffa è attaccato al pantografo per mezzo del parallelogrammo E H I L per assicurare l'esattezza delle traslazioni e per rendere più robusto il telajo stesso per resistere al peso della stoffa montata, che, anche in questo, va tesa al disotto dei cilindri.

Questi due apparecchi sono incomodi quando trattasi di piccoli lavori o per riprodurre una sola volta un disegno su un pezzo di stoffa, come avviene per la decorazione ordinaria dei fazzoletti con monogrammi o con un fiore, per cui diamo nella fig. 8, Tav. I, un altro apparecchio che risponde meglio allo scopo, sia per la prestezza della montatura della stoffa, sia per l'ubbidienza ed esattezza dell'apparecchio, sia per la sua leggerezza. Esso consta di due pantografi a quattro righe accoppiati, in questo caso soprapposti, e potrebbero anche essere l'uno di fianco all'altro, in modo da non impedirsi a vicenda i loro movimenti rispettivi; l'uno è A B C D E, l'altro A F G H I e sono collegati fra loro al calcatojo A e per mezzo delle aste *a* e *b*, ed i punti fissi o di rotazione si trovano in C e G.

Il regolo *a* porta il telajo a tamburo simile a quello descritto nel ricamo a mano, ma più leggero e più robusto e del quale è dato un dettaglio al vero nella stessa figura; esso consta di un anello *c* formato da un filo metallico ed è aperto per essere elastico, e per

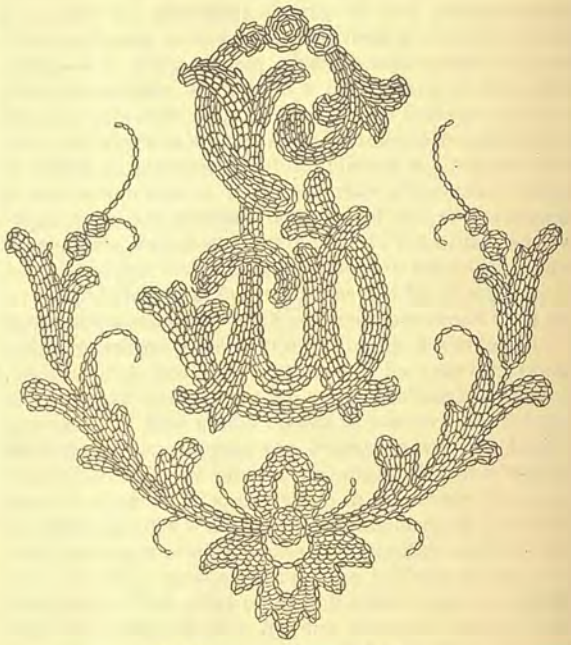


Fig. 1820. — Ricamo in filo d'oro.

mezzo di un appendice *d* è fissato al regolo. Nell'interno di questo anello s'innesta a forza un altro anello *e* formato da una lista di lamiera liscia stampata come dà il dettaglio, per poter fissare stabilmente la stoffa e tenderla fra il suo bordo inferiore, che è smussato, e l'anello *c*. La stoffa va tesa al disotto del telajo circolare, oppostamente cioè che nel telajo a tamburo in legno già descritto. Questo apparecchio così costruito l'abbiamo applicato con risultati ottimi, tanto pella riproduzione di disegni dettagliati, quanto per la facilità del maneggio e della sua montatura.

Quando il disegno da ricamarsi deve presentare una superficie piana, o deve essere ricamato a punto piatto, può essere eseguito in tre modi, col punto d'armi, col punto penna o con un punto imitante il plumetis; nel primo caso bisognerà segnare nel disegno le linee secondo le quali devono essere diretti i punti o le cuciture di punti per riempirle, negli altri due invece converrà tracciare tutti i singoli punti per averne l'esatta loro posizione e le loro dimensioni. Seguendo col calcatojo le linee dei punti o le traccie dei punti studiandosi di eseguire le traslazioni del calcatojo quando l'ago è

fuori stoffa, si otterrà la riproduzione esatta del disegno. Si possono eseguire ricami anche in colori tracciando i varii punti sul disegno, distinti o per colori o per tratteggio e prima si cuciono tutti quelli di un colore per passare poi agli altri. Non è punto difficile ottenere anche dei ricami a piccolo rilievo con un po' di pratica, ed in tal caso con cuciture ordinarie a punti lunghi in direzione perpendicolare a quelli di ricamo, e soprapposte, si eseguisce l'imbottitura, sulla quale si ricama il punto che somiglia al passato ed anche al plumetis.

A titolo di esempio dei prodotti che si possono ottenere, riproduciamo due ricami eseguiti su disegni pubblicati da un giornale di mode per essere fatti a mano e che furono eseguiti colla macchina a cucire; la fig. 1820 dà un monogramma che fu riprodotto con filo d'oro ed anche in seta a colori e la fig. 1821 dà nel gambo della

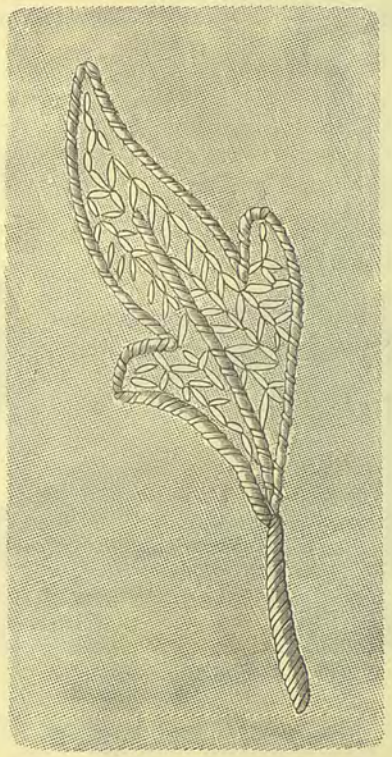


Fig. 1821. — Ricamo a cordone in applicazione e a punto cordoncino.

foglia un cordoncino con imbottitura pure eseguito colla macchina. Questo disegno però porta un ricamo speciale a cordoncino che forma il contorno e la costola della foglia e che è ottenuto in modo particolare per mezzo di un altro pezzo accessorio che si monta sulla macchina a cucire ed è dato nella fig. 9, Tav. I. Questo pezzo serve a fissare i cordoncini e le ciniglie alla stoffa accavallandoli col filo di ogni punto della cucitura che si eseguisce, senza attraversarli coll'ago, per cui il filo con cui si cuce viene, specialmente sui cordoncini, a formare parte dell'ornamentazione quando è di colore diverso. Il pezzo accessorio viene montato al posto del pieduccio premistoffa, e funziona esso stesso da pieduccio da ricamo come quelli che abbiamo già descritto, e porta la leva A, la cui forcella B viene infilata nella vite che fissa l'ago alla sua rispettiva asta; nel moto alternativo dell'ago, la forcella descrive un arco e per mezzo delle piccole leve C e D mette in moto periodico un piccolo bocciuolo che muove il braccio arcuato E, nel cui foro F viene fatto passare il cordone che parte da un rocchetto posto sul braccio della macchina o in qualunque altra posizione opportuna. Il braccio E non riceve un moto alternativo ad ogni alzata dell'ago, ma ad ogni due alzate, cioè supponendolo nella posizione della figura, cioè aperto, resta in esso finchè l'ago avrà cucito un punto, che sarà fatto alla sinistra del cordoncino; alzandosi l'ago, il braccio E si muove, chiudendosi, in modo da portare il suo foro e quindi il cordone nella posizione opposta e simmetrica a quella che aveva e resta in essa finchè l'ago avrà cucito un punto, il quale sarà alla destra del cordoncino. Rialzandosi l'ago, il braccio tornerà alla prima posizione e così il cordone sarà cucito con punti accavallati come mostra la figura, nell'interno della quale sonvi altri punti formanti un intreccio facile ad ottenersi cogli apparecchi descritti.

Nel caso che i cordoncini debbano cucirsi per linee rette od arcuate a grandi raggi si farà uso del trasportatore montato nel modo ordinario, ma se si deve seguire un disegno converrà applicare il telajo a pantografo ed il pezzo per sollevare il premistoffa e allentare il filo.

Ricamo colle macchine Bonnaz. — Queste macchine, conosciute comunemente sotto il nome di macchine da ricamare a manovella, ebbero la loro descrizione nell'articolo MACCHINE DA CUCIRE, e qui riprendendole tratteremo di esse per i ricami a cui sono adibite, e per le modificazioni avute per ottenere speciali ricami, che la moda mantiene da anni costantemente in favore. Di queste macchine se ne sono fabbricate in Europa ed in America, ma diamo la preferenza a quelle costruite dalla ditta Schirmer, Blau et C° di Berlino, come quelle che si prestano a varii ricami e la cui costruzione è così accurata ed eseguita con tanta diligenza e precisione da formare in unione alla materia delle ottimissime macchine pel prodotto e per la loro durata.

Con queste macchine che cuciono le catenelle al disopra si possono eseguire:

1° Ricami al punto catenella ordinario sopra un qualunque tessuto dal più fino tulle alla più spessa stoffa e con qualunque filato di lana, seta, cotone, oro, ecc. e con qualsivoglia disegno, grazie all'ingegnoso trasportatore che può spostare la stoffa in quella direzione datagli dalla manovella mossa a mano dall'operatore; quindi si possono eseguire tutti i ricami a contorno e dei veri ricami in tappezzeria a punto catenella come si è detto nel ricamo a mano, impiegando filati a diversi colori.

2° Ricami con fili metallici o ricoperti di metallo, epperciò tutti i ricami in oro, argento e filati *chinée* di cui si è già parlato.

3° Ricami a punto muscoso, come la moda li vuole chiamare, e che sono a punto di velluto riccione, cioè quello in cui le ase o bocole non sono tagliate.

4° Ricami pellicia, o felpati a pelo più o meno lungo, dei quali pure si è fatto cenno nel ricamo a mano.

Per lavorare con una di queste macchine, dopo aver sollevato il premistoffa *p* colla leva *l* (fig. 1822) e disposto sotto di esso il tessuto a ricamarsi, sul quale si sarà trasportato il disegno, si porrà in moto il volantino superiore col pedale imprimendogli un movimento dall'avanti all'indietro di chi lavora, moto che non fa agire gli organi fino a che, impugnando la manovella E colla mano destra, non si sarà abbassata per accoppiare l'albero motore della macchina col volantino (V. anche la fig. 921 dell'articolo MACCHINE DA CUCIRE). La stoffa si sposterà in una direzione determinata da quella della manovella stessa E, anzi si sposterà secondo

la direzione verso la quale è girata la manovella, qualunque sia la posizione di questa, fatto che facilita d'assai il percorrere esattamente una linea di qualunque forma, notando che se si gira la manovella senza abbassarla, non si farà che rivolgere il premistoffa in quella direzione che si vuole sia diretto il trasporto del tessuto, che avverrà abbassando la manovella e continuando ad agire sul pedale. L'ago verrà scelto di grossezza proporzionale al filo ricamante e si monterà sulla macchina l'unghiella o cannola *k* adatta e si girerà la placca *q* per porre sotto l'ago il foro conveniente, e centrata, si

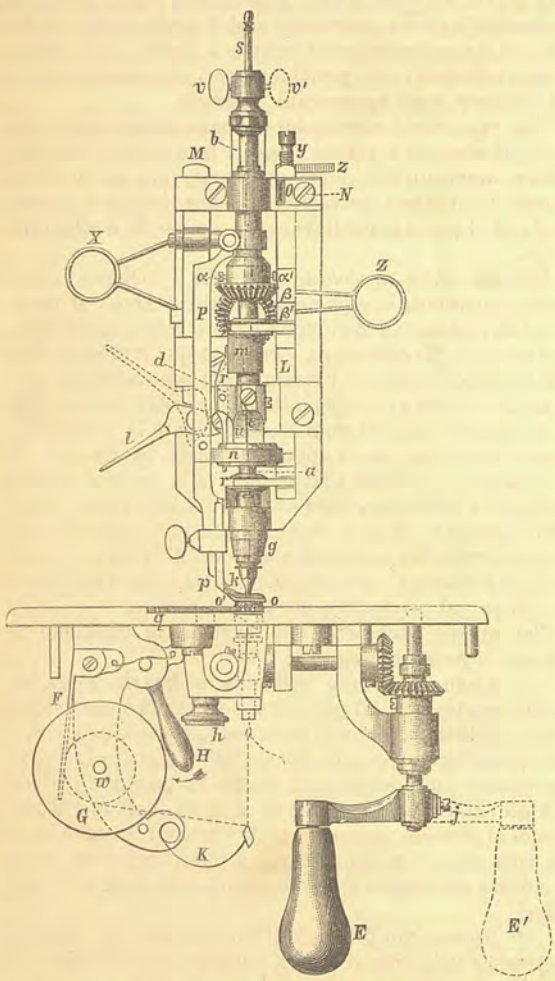


Fig. 1822. — Macchina a ricamare Schirmer, Blau et C (testata).

fisserà colla vite *h*. Messo a posto il rocchetto di filo e fatto uscire questo dal foro della placca *q* attraverso il tubo dell'uncinetto caricatore, si solleverà il premistoffa e si metterà il tessuto sotto l'ago in modo che questo sia direttamente sopra la linea del disegno e che la direzione dell'apertura dell'uncinetto dell'ago sia quella della linea da seguirsi per lavorare, cioè secondo cui si è volta la manovella E e si comincierà a lavorare dopo che il moto del volante è regolare.

Con questa disposizione si otterranno ricami a catenella semplice, i cui punti avranno la lunghezza determinata dalla posizione della vite regolatrice, e di effetto diverso a seconda della tensione del filo, cioè da una catenella molto tesa e schiacciata sulla stoffa ad una catenella molto sollevata e colle ase arrotondate, ed altre intermedie, che si ottengono indipendentemente dalla tensione di svolgimento del filo dovuta alla leva H, ma che è prodotta dalla posizione in cui viene messo il port'ago. Allentando la vite *v* ed alzando il port'ago si otterrà l'allungamento dell'asa della catenella ed una diminuzione nella tensione del filo, per cui la catenella si allenterà, mentre abbassando il port'ago ne viene che il filo si tende maggiormente, le ase si formano piccole e la catenella molto tesa e ristretta si schiaccia contro la stoffa.

Per ottenere il punto di velluto riccione si volgono la manovella E e la vite *v* nelle direzioni segnate in punteggiato E_1 e v_1 (fig. 1822), si allenta la vite α_1 e si solleva la rotella conica β in modo che non sfreghi l'altra β_1, si ritorna la manovella nella prima posizione facendola ruotare di mezzo giro, mentre si ferma la

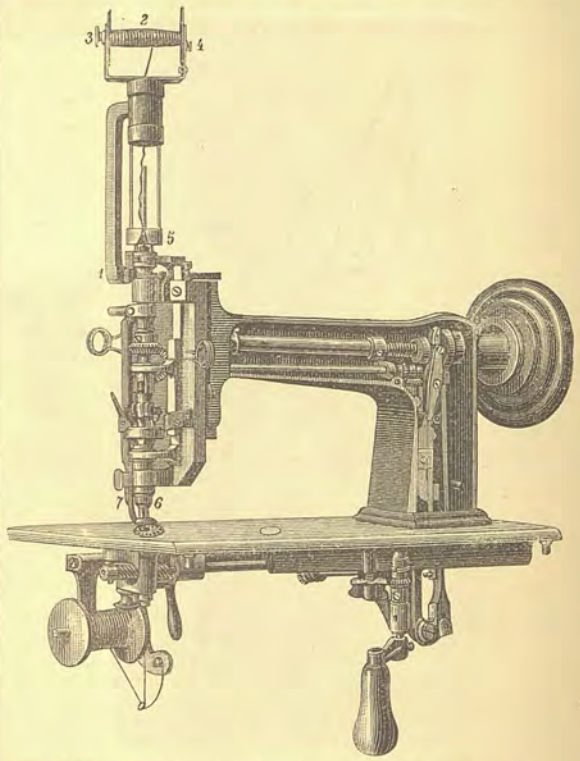


Fig. 1823. — Macchina a ricamare con spinetta od a spinettare.

rotella β e si stringe la vite α_1. Allentando la vite γ si gira il tubo nella direzione opposta alla manovella e si fissa, allentando la vite *v* si fa ruotare d'un mezzo giro il port'ago, in modo che l'uncinetto dell'ago sia girato in senso opposto a quello che occorre per la cucitura a catenella ordinaria. Nell'attuare questa disposizione degli organi è conveniente allontanare la placca *q* per poter esaminare il moto alternativo del trasportatore, che deve essere diretto alquanto verso destra nel punto o_1 e verso sinistra in *o*. Montato opportunamente il filo e lavorando come per la catenella si otterrà il ricamo muscoso tanto pregiato, in colori smunti, per imitare vecchi ricami di tappezzeria o di decorazione d'abiti.

La macchina a ricamare Bonnaz è stata disposta per il ricamo in applicazione eseguito con spinette piatte o rotonde e con cordoni di lana, seta od altro, non che treccie d'oro e d'argento e passamani, modificandone in parte i suoi organi e specialmente il tubo di guida

del port'ago e tutti i pezzi aderenti per poter dar passaggio alla spinetta. Si può ricamare con spinette dalla più piccola dimensione fino ad 8 mm. di larghezza, cucendole su un lato o sulla mezzeria con punti che riescano d'ornamentazione, ovvero con punti invisibili, opportuni pei passamani.

La macchina è rappresentata nella fig. 1823 e differisce da quella del semplice ricamo in alcune parti per permettere il passaggio alla spinetta, la quale deve percorrere parallelamente il port'ago e arrivare in modo preciso sotto l'unghiella, la quale ha una forma speciale per guidare la spinetta e per la specie di questa, cioè se piana, tonda o in passamano. A questo scopo il tubo principale e gli organi che vi sono congiunti hanno dimensioni maggiori, per lasciare nel tubo un interspazio che è percorso dalla spinetta uscente alla base di esso per infilarsi in un'appendice dell'unghiella *b* e passare sotto l'ago. Il pieduccio del trasportatore premistoffa è

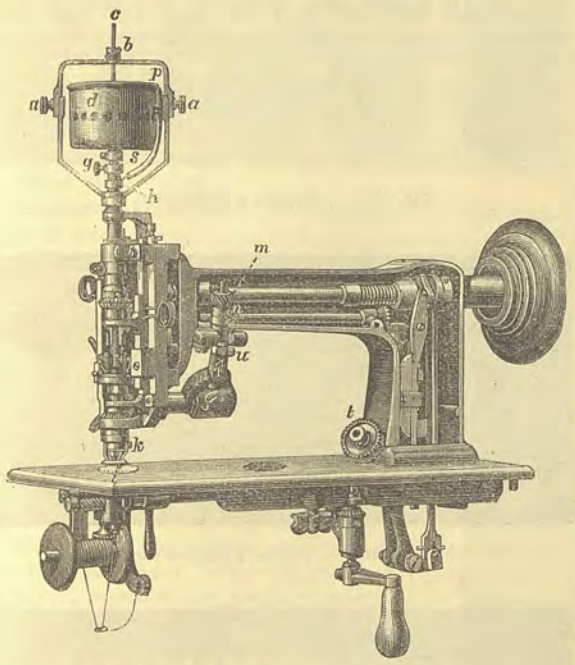


Fig. 1824. — Macchina a trinare.

formato da un anello più grande con base dentata piatta o incavata o liscia o in gomma per adattarsi a seconda della spinetta impiegata. Sulla testata della macchina è fissato il braccio *1* sul quale è infilato il portarocchetto *3* col rocchetto *2* della spinetta, che per mezzo di due aste e del pezzo *5* fisso al tubo principale segue i movimenti di questo per impedire che la spinetta si distorni e produca un difetto grave nel ricamo. Sul portarocchetto avvi la vite *4* che regola la tensione della spinetta sulla quale ha influenza il diametro del rocchetto stesso e la qualità della spinetta e sulla quale è d'uopo avere una grande attenzione perchè il lavoro riesca uniforme.

I prodotti della macchina, oltre a quelli della originaria, sono l'applicazione della spinetta con una cucitura a punto catenella sulla mezzeria che produce una ornamentazione elegante e di effetto, l'applicazione della spinetta a costola con una cucitura di fianco e l'applicazione della spinetta tonda o cordoncino intrecciato con cucitura pure sul fianco od accavallata produce effetti ed ornamentazioni ottime e molto gradevoli, potendosi ottenere dei ricami imitanti quelli a cordoncino, il cui lavoro a mano è, oltre ogni dire, penoso e difficile.

La macchina a trinare (fig. 1824), così chiamata per le sue speciali forme atte ad applicare un filo in modo particolare colla cucitura ed un attorcigliamento dei due fili, di cui l'uno è l'ordinario posto sotto la macchina e l'altro è posto al disopra, producendo una specie di ricamo che rassomiglia ad una spinetta a cordoncino saldamente attaccato al tessuto ed in cui la catenella è completamente mascherata.

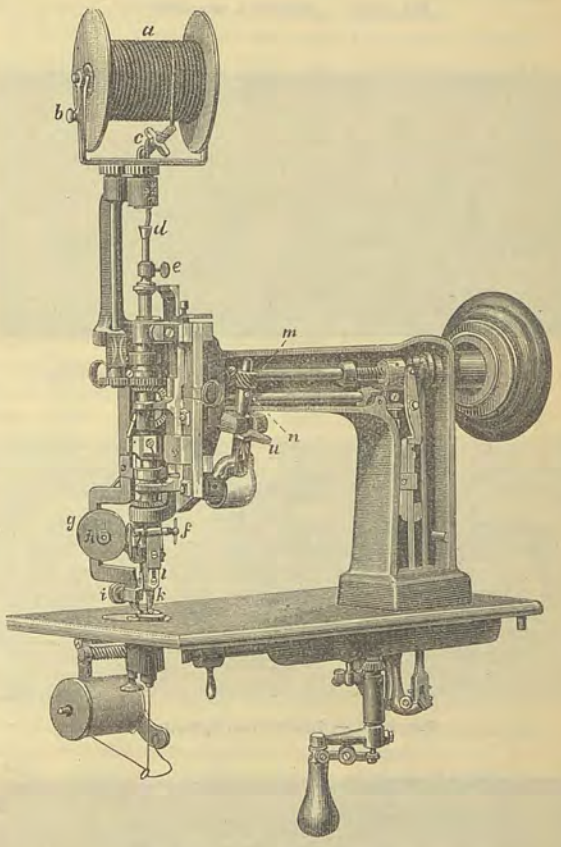


Fig. 1825. — Macchina universale.

Il filo superiore o cordoncino avvolto a gomitolo è posto nella scatola *d* fissata in testa al tubo principale ed attraversata dal port'ago e sostenuta da un telajo pure fissato allo stesso port'ago, ed infilato nel tubo *p* per passare per una fessura *h* nel tubo principale, viene a passare per l'occhiello dell'attorcigliatore *i* posto sopra il pieduccio del trasportatore. Ordinato il port'ago in modo che il suo incavo abbia la stessa direzione della vite *b* e che ambidue siano paralleli alla leva *r* regolante i punti e che si trova sul tubo principale, si chiudono le viti *a* e *g* e la macchina è pronta. Sull'albero principale della macchina è montata una ruota *n* elicoidale che ingrana con la *m* e trasmette il moto all'attorcigliatore *i*, che può essere spostato, mediante la vite *k*, per lo spessore che presenta la stoffa in lavoro, e la tensione del secondo filo viene regolata mediante l'anello d'attacco con vite *g* spostando l'unghiella. Colle ruote *n* e *m* si ottiene l'attorcigliamento ad ogni punto e sostituendo alla *m* la *t* di raggio doppio si ottiene l'attorcigliamento ad ogni due punti.

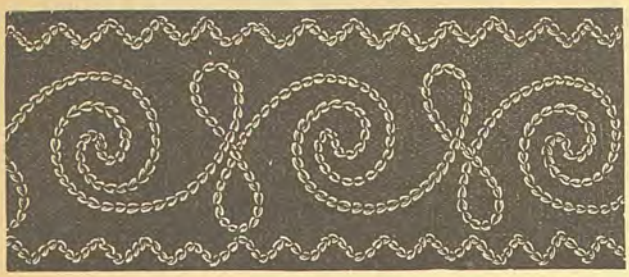


Fig. 1826. — Ricamo a catenella.

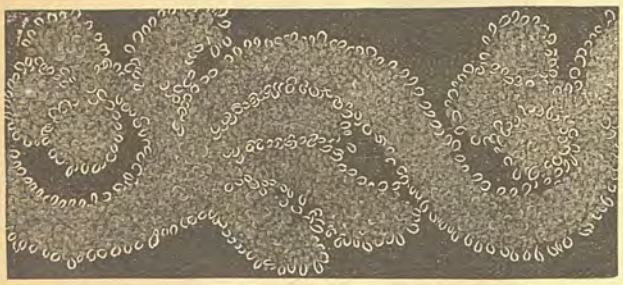


Fig. 1827. — Ricamo a velluto riccio od a punto muscoso.

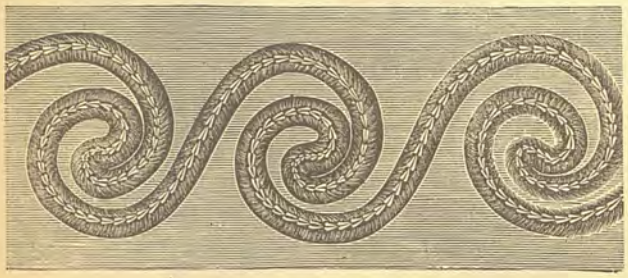


Fig. 1828. — Ricamo con spinetta.

Fig. 1829. — Ricamo a punto trinato.

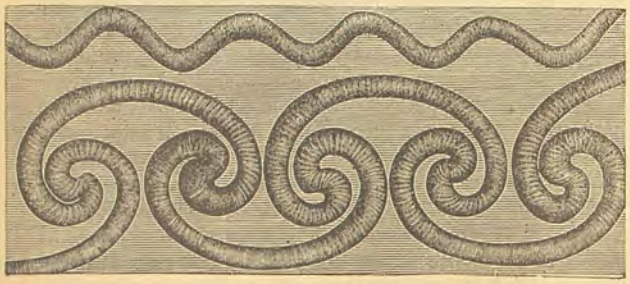


Fig 1830. — Ricamo a spinetta in rilievo.

Fig. 1831. — Ricamo a spinetta con punto trinato.

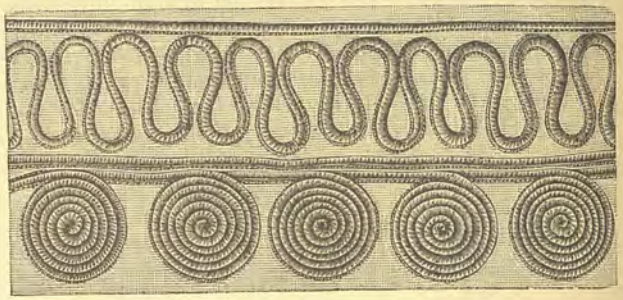


Fig. 1832. — Ricamo a cordoncino.

Fig. 1833. — Ricamo a cordonetto.

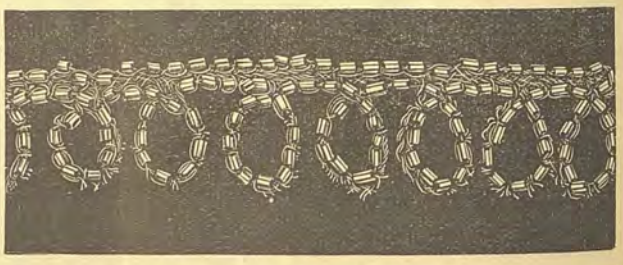


Fig. 1834 — Ricamo a perle.

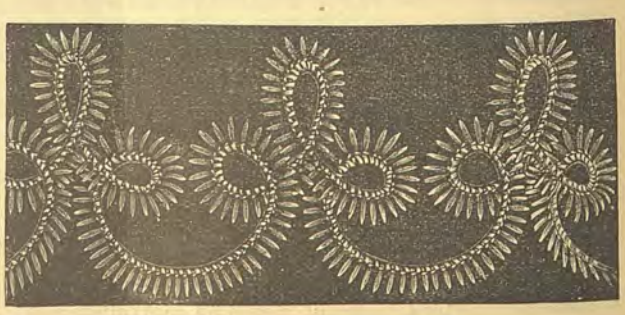


Fig. 1835. — Ricamo a punto raggiato.

La macchina ideata da R. Blau di Berlino, nel mentre è capace di dare dei ricami speciali, offre tuttavia la possibilità di dare anche tutti gli altri della semplice Bonnaz.

La macchina universale data dalla fig. 1825 è composta in modo da dare tutti i prodotti delle altre descritte, nonchè altri speciali per la sua particolare costruzione; basta cambiare i varii pezzi opportunamente e porre in azione o no certi organi per ottenere dei lavori particolari; non la descriviamo minutamente essendo essa una macchina Bonnaz anche nelle sue forme, alla quale sono aggiunti quei pezzi per renderla atta a dare, oltre i ricami semplici, l'applicazione delle spinette, cordoni e passamani, il trinare coi due fili, la cucitura a raggi e il punto raggiato e l'applicazione delle perle infilate o i ricami a perle.

Presenta perciò una capacità di svariatissimi ricami.

La macchina presenta il rocchetto superiore ed il tubo principale ingrandito pel passaggio delle spinette o fili o cordoni che per regolarne meglio la tensione si accavallano al tenditore *g* regolato dalla vite *f*, non che i tenditori *c*, *e* oltre il tenditore del filo cucente posto sotto la macchina. Le unghielle ed i pieducci del trasportatore sono speciali per ogni lavoro che si deve eseguire e permettono, se applicati opportunamente, di dare una scelta di ricami che presentiamo nelle figure da 1826 a 1835.

Macchine automatiche da ricamare. — Le macchine da ricamare per la grande industria, come risulta dal capitolo VII dell'articolo MACCHINE DA CUCIRE, si distinguono in due tipi, quelle ad agugliata e quelle a filo continuo od a spola, quelle cioè del tipo Heilmann e quelle del tipo Rieter. Le macchine dei due sistemi constano di due parti ben distinte: il congegno per muovere il telajo o quadro portante la stoffa per ottenere il disegno ricamato ed il meccanismo ricamatore. Il primo congegno consta di un pantografo a quattro righe mosso a mano dall'operajo, e il cui calcatojo si fa scorrere sulle traccie dei punti da ricamarsi segnati sul disegno in scala molto più grande, mentre il meccanismo ricamante nei due tipi di macchine è molto diverso. Nel tipo Heilmann o ad agugliata, l'operajo deve eseguire i seguenti movimenti: apertura e chiusura delle pinze degli aghi per mezzo dei pedali; passaggio degli aghi attraverso la stoffa, scorrimento dei fili ricamanti attraverso la stoffa e serramento dei punti per mezzo di una manovella. Nel tipo Rieter od a filo continuo od a spola deve l'operajo eseguire un minor numero di movimenti e cioè, rimettere in moto il meccanismo ricamante dopo aver eseguito lo spostamento del calcatojo per un nuovo punto.

Da ciò, la macchina Heilmann richiede dall'operajo non solo l'attenzione e diligenza nella condotta del pantografo sulla quale deve impiegare la propria intelligenza od almeno un lavoro mentale, ma ben anche l'azione muscolare degli arti suoi superiori ed inferiori, rimanendo il suo corpo totalmente appoggiato sulle sole anche; mentre nelle macchine Rieter invece, oltre il lavoro mentale non ha che una leggiera azione muscolare di una delle braccia. A parità di ricamo le prime impiegano nell'esecuzione un tempo di gran lunga maggiore che le seconde, ma queste non dànno un prodotto così pregevole ed una varietà di lavori quanto le prime, per cui le macchine Rieter sono adatte pei lavori ordinari, mentre le Heilmann pei lavori più fini e di qualità; ed è per questa ragione che i due tipi non si fanno concorrenza e sono applicati amendue in grandi proporzioni nella grande industria del ricamo, che pella piccola abbiamo già visto le macchine derivate da quelle da cucire e l'applicazione delle stesse macchine da cucire.

L'esecuzione del disegno che si ha col maneggio del pantografo implica un lavoro mentale dell'operajo, a cui è affidata la macchina, abbastanza difficile, perchè non sieno ripetuti ovvero saltati dei punti, ciò che in pratica accade troppo facilmente, originando il lavoro di correzione o di rimessa non indifferente per tempo e costo. Di più le macchine Heilmann pongono l'operajo in condizioni penosissime e faticosissime per eseguire il ricamo, ciò che non hanno le macchine Rieter; pur non tanto anche per queste come per quelle l'igiene dell'operajo non è punto in ottime condizioni.

Il desiderio di ovviare agli errori che può commettere l'operajo per distrazione o per stanchezza, e quello di aumentare il prodotto delle macchine Heilmann, ha portato a studiare il problema di rendere automatici tutti i movimenti eseguiti a mano, in modo da rendere la macchina affatto indipendente dall'operajo, lasciandolo semplicemente sorvegliante.

Il problema o meglio i problemi, giacchè si riferiscono alle due parti ben distinte costituenti la macchina, hanno attratto l'attenzione dei meccanici e si ebbero moltissimi tentativi, dei quali molti con buona riuscita, e dei quali, per brevità, non faremo la storia, nè li citeremo, perchè non ci mostrerebbero che le diverse vie seguite dagli studiosi per raggiungere lo scopo, e preferiamo riprodurre gli ultimi trovati, che ebbero la sanzione della pratica, e che rendono perfettamente e totalmente automatica la macchina a ricamare, sia per l'esecuzione del punto, che per la riproduzione del disegno, come pure nell'aumentato prodotto delle macchine ad agugliata. Comincieremo dal meccanismo automatico per la riproduzione del disegno o per lo spostamento del telajo, il quale può essere applicato indifferentemente a tutti e due i tipi di macchine e, fra i diversi, scegliamo l'ultimo apparso, che raccoglie in sè tutti gli studi anteriori ed è quello che sembra dia i risultati più soddisfacenti per l'accurata e sicura riproduzione del disegno, ed è munito dei più ingegnosi trovati per riparare agli errori e per rendere ubbidientissimo e di facile maneggio il meccanismo.

Colla scorta di numerose figure cercheremo di descrivere minutamente l'ingegnoso meccanismo dovuto al signor J. Irish di New-York, del quale abbiamo avuto notizie le più soddisfacenti e pel quale la macchina a ricamare non esige più la guida di un scelto ed esperto operajo ricamatore, ma di un semplice sorvegliante; però richiede una speciale abilità nel montatore od apprestatore del meccanismo.

La riproduzione del disegno è ottenuta coll'applicazione dell'apparecchio Jacquard, per le stoffe operate, ed i cui cartoni sono perforati conformemente al disegno a riprodursi, per cui occorrono tanti cartoni quanti sono i punti di ricamo che devono costituire l'intero disegno, egualmente come nella tessitura, per la quale occorrono tanti cartoni quante sono le inserzioni di trama che vengono o servono a dare il disegno. La serie completa dei cartoni dà un dato disegno ridotto in una determinata scala.

Meccanismo automatico per la riproduzione del disegno. — La fig. 1, Tav. II, presenta la macchina vista di fronte senza il meccanismo ricamatore, perchè ce ne occuperemo più avanti e perchè può essere indifferentemente dei due sistemi. A è il telajo o il quadro sul quale viene tesa la stoffa da ricamarsi e pei suoi particolari vedasi la figura 933 dell'articolo MACCHINE DA CUCIRE; esso è sospeso verticalmente in un'adatta intelajatura B

in modo che possa liberamente muoversi dal basso all'alto, da destra a sinistra o in senso opposto o secondo direzioni risultanti da due di questi moti combinati per avere spostamenti obliqui da destra o da sinistra, verso l'alto o verso il basso. A ciò, il telajo porta alle sue estremità superiori le staffe *a*, che attraversano la parte superiore dell'intelajatura B e che colle loro traverse di testa riposano nelle gole delle puleggie *l*, le quali gli permettono di spostarsi liberamente nel senso orizzontale.

Queste puleggie hanno i loro assi montati nelle estremità biforcate delle leve *p*, i cui fulcri stanno sopra B, e sono caricate all'altra loro estremità col contrappeso *q* per far equilibrio al peso del telajo e rendere più facili quindi gli spostamenti in qualunque direzione.

Il movimento rettilineo verticale è impresso al telajo dalle due viti *f f*, portate dai quadri *d* e fissate agli estremi opposti dell'intelajatura e la cui madrevite *g*, guidata in apposite scanalature dei quadri, è congiunta colle estremità delle leve *p* per mezzo di un giunto universale a sfere. I giunti universali sono stati applicati per togliere alle madreviti la tendenza che hanno a inclinarsi negli spostamenti obliqui del telajo, promuovendo un forte attrito che impedisce il loro libero scorrimento nelle scanalature e perchè nell'andamento del lavoro molte volte è giuocoforza avvicinare la stoffa agli aghi. In testa alle viti *f* è montato l'ingranaggio conico *h*, che imbocca con *i*, fissati all'albero *k*, il quale per mezzo della coppia di ruote dentate *m*, *n* riceve il moto dall'albero *o*, comandante le traslazioni verticali e rettilinee del telajo.

Per imprimere gli spostamenti orizzontali da sinistra a destra od in senso opposto, il telajo porta a sinistra la placca *r*, guidata fra i dischi di frizione *s s*, montati sul pezzo sagomato *t*, che si muove di moto rettilineo alternativo orizzontale in scanalature portate da B. Il pezzo *t* è solidale colla madrevite V (fig. 1 e 2, Tav. II) sulla quale agisce la vite W messa in moto dall'albero verticale *z* per mezzo della coppia di ingranaggi conici *x y*.

Il meccanismo agente sugli alberi *o* e *z* è portato dall'incastellatura C posta da una parte di B e nella quale D è l'albero motore portante la puleggia E (fig. 2, 3 e 4, Tav. II e fig. 8, Tav. III) sulla quale s'avvolge la cinghia F. L'albero D porta un rocchetto K che colla ruota intermedia L comanda l'ingranaggio M, montato sull'albero N, il quale serve a trasmettere il moto al meccanismo ricamante; l'altro rocchetto G montato sullo stesso albero ingrana colla ruota H montata sull'albero I, che per mezzo degli ingranaggi 67 e 66 trasmette il moto all'albero R, che è l'albero di comando del meccanismo e che potrebbe essere l'albero motore in luogo di D.

L'albero *o* verticale (fig. 2, 3 e 5, Tav. II) per mezzo degli ingranaggi 58, 59 e 60 comunica coll'albero verticale 61, sul quale è montato l'ingranaggio conico 62 imboccante con quelli pure conici e contrapposti 63 e 64 folli sull'albero R.

L'albero *z* (fig. 2, 3 e 5, Tav. II) comunica per mezzo degli ingranaggi 68 e 69 coll'albero verticale 70, portante la ruota conica 71, la quale imbocca con quelle coniche e contrapposte 72 e 73 folli sull'albero R.

Le coppie di ingranaggi 63 - 64 e 72-73 costituiscono il meccanismo per l'inversione del moto trasmesso dall'albero R a quelli 61 e 70. Quando queste coppie di ingranaggi sono tenute folli sopra R, gli alberi 61 e 70 rimangono fermi e quindi il telajo A non subisce alcuno spostamento; ma se la ruota 63 si rende solidale con R, restando folle la 64, l'albero 61 è messo in moto dalla ruota 62, per cui il pignone 60 pone in rotazione le viti *f f* ed il telajo si innalza verticalmente. Se invece è la ruota 64 che diventa solidale con R, e la 63 rimane folle, l'albero 61 gira in senso opposto, per cui le viti *f* produrranno l'abbassamento verticale del telajo. Così se la ruota 72 è solidale con R, mentre la 73 è folle, sarà posto in moto l'albero 70 per mezzo della ruota 71 e quindi l'ingranaggio 69 viene a comandare la vite W con l'albero *z* ed il telajo si sposta orizzontalmente da destra a sinistra; se invece è la ruota 73 che è solidale con R, mentre la 72 è folle, la vite girerà in senso opposto ed il telajo si sposterà da sinistra verso destra. Se ancora, una ruota del pajo 63-64 ed una di quello 72-73 sono simultaneamente solidali con R, rimanendo folli le altre due, il telajo si sposterà secondo la risultante delle due impulsioni e cioè in alto verso sinistra, o in alto verso destra, o in basso verso sinistra o in basso verso destra, a seconda delle ruote che saranno fisse sull'albero di comando.

Le suddette coppie di ruote sono montate sopra un giunto a frizione per ottenere il loro accoppiamento coll'albero R, giunto che è posto automaticamente in azione a tempo opportuno.

Le suddette ruote coniche portano una corona 10 (fig. 1 e 7, Tav. III) nella quale è posta la lama elastica 12 rigidamente fissata per un suo estremo al braccio 13 del manicotto 14 montato su R, l'altra estremità della lama è rilegata con una molla cilindrica 15 allo stesso braccio e questa tendendo a tirare la lama, può ridurre od annullare la frizione fra questa e la corona. La leva 16 imperniata sopra un risalto del braccio 13, si appoggia colla caviglia a correzione 17 contro una sporgenza dell'estremità libera della lama, per cui se la leva viene ritirata, quella si può distendere e premendo contro la corona rende la ruota solidale coll'albero.

Fra ciascuna coppia di ruote 63-64 e 72-73, è montato sull'albero il manicotto 18 dalle cui estremità sporgono i cunei 19, che si possono innestare, collo spostamento del manicotto, fra il capo libero delle leve 16 e le caviglie 20 portate dal manicotto 14. Tutte le volte che il cuneo sarà spostato nell'una o nell'altra direzione, vicino ad una ruota, si inframmetterà fra la caviglia 20 e la leva 16, la quale s'allontanerà dalla lama, che distendendosi accoppia la ruota coll'albero. Nella posizione media del manicotto 18, le ruote coniche sono folli, ed il suo spostamento automatico è ottenuto nel modo seguente: Sull'albero I è calettato un bocciuolo a scanalatura O (fig. 5, Tav. II) manovrante la leva 50 collegata coll'asta oscillante 51 posta presso la base dell'incastellatura C, e la curva della scanalatura è tale, che in ciascun giro di I, la leva imprime un'oscillazione all'asta. L'albero porta ancora due paja di bracci 53 (fig. 2, Tav. III), e ciascun pajo è articolato, per mezzo delle leve 54, ai pezzi 56 e 57 (fig. 3 e 6, Tav. II) guidati verticalmente in scanalature fissate al castello della macchina.

I manicotti 18 sono muniti di scanalature anulari, nelle quali si introducono le caviglie portate dai bracci 21, fissati agli alberini 23, posti al disopra dei pezzi 56 e 57. Altri doppi bracci 25 sono portati dagli stessi alberi ed agli estremi di essi si articolano le aste verticali 27, 28, 29, 30, i cui estremi sono foggiati in modo da potersi saldamente appoggiare contro le spalle *g* che portano i pezzi 56 e 57. Quando l'asta 27 è fatta oscillare all'indentro, viene a porsi sul cammino della spalla *g* portante il pezzo 56, mentre l'asta 28 si trova fuori del cammino della stessa spalla, e quando questa discende, l'albero 23 viene girato in modo da spostare il manicotto 18, al quale è collegato; il cuneo 19 è spinto

RICAMO A MACCHINA

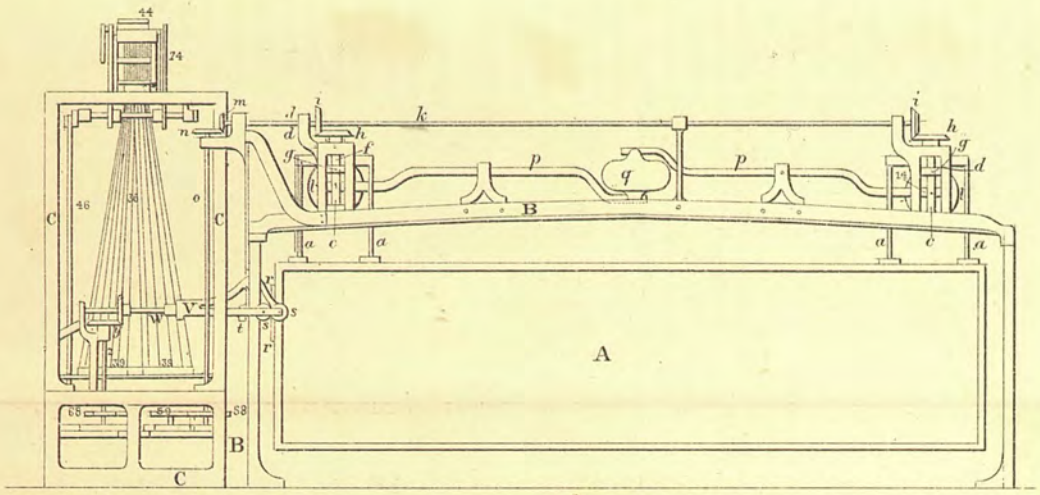


Fig. 1

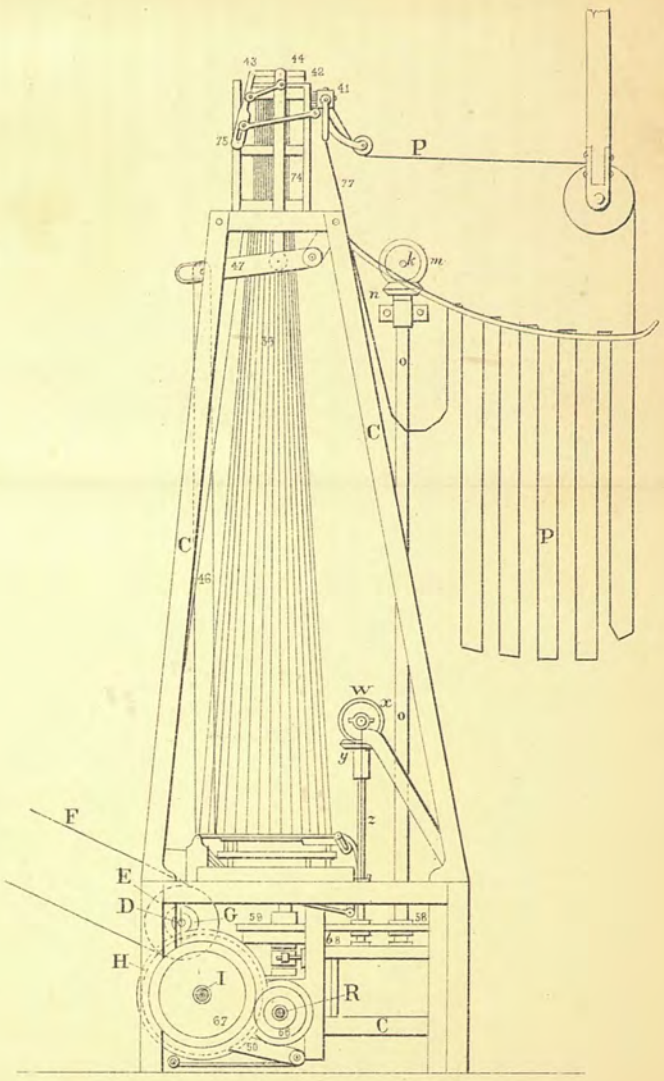


Fig. 2

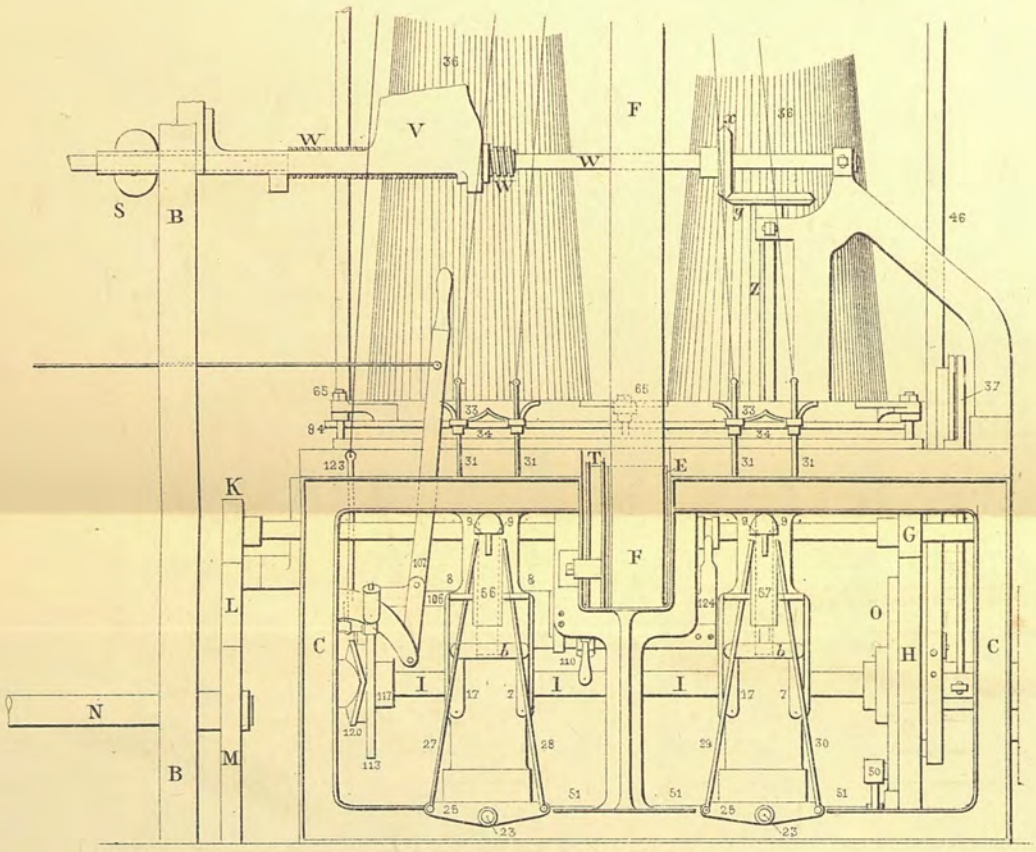


Fig. 3

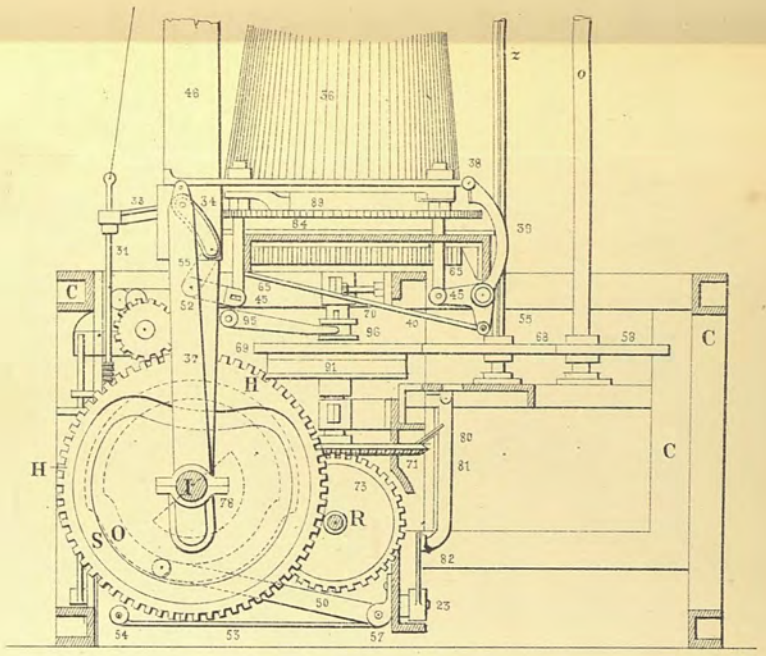


Fig. 5

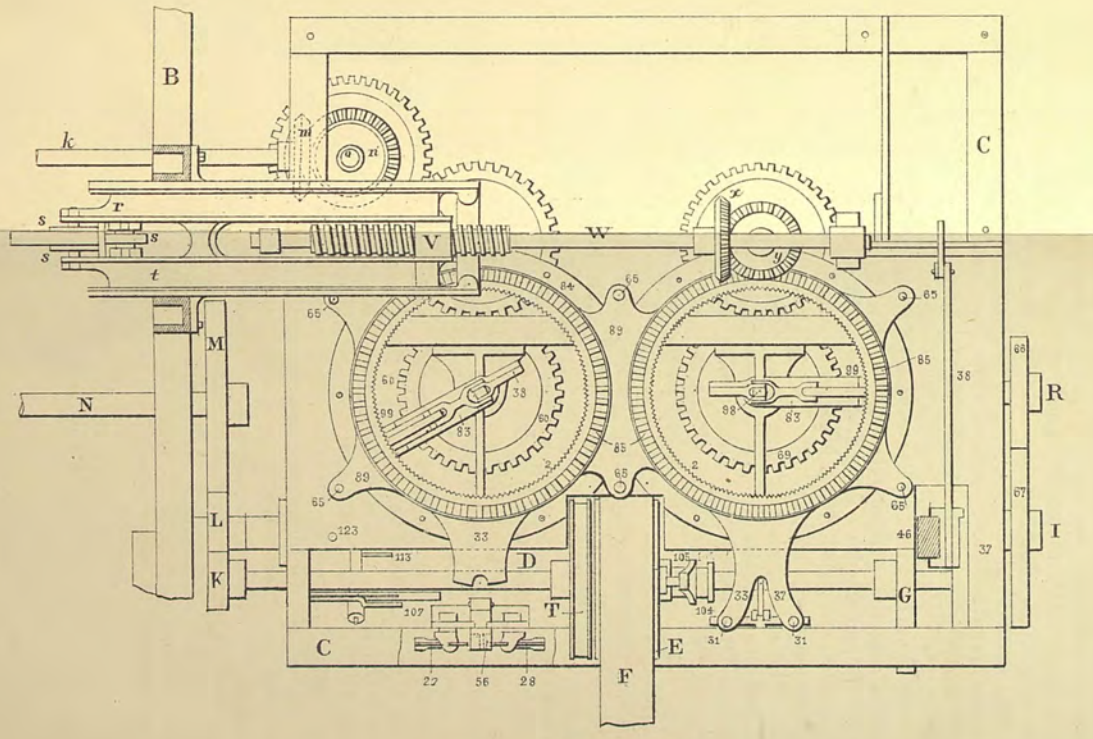


Fig. 4

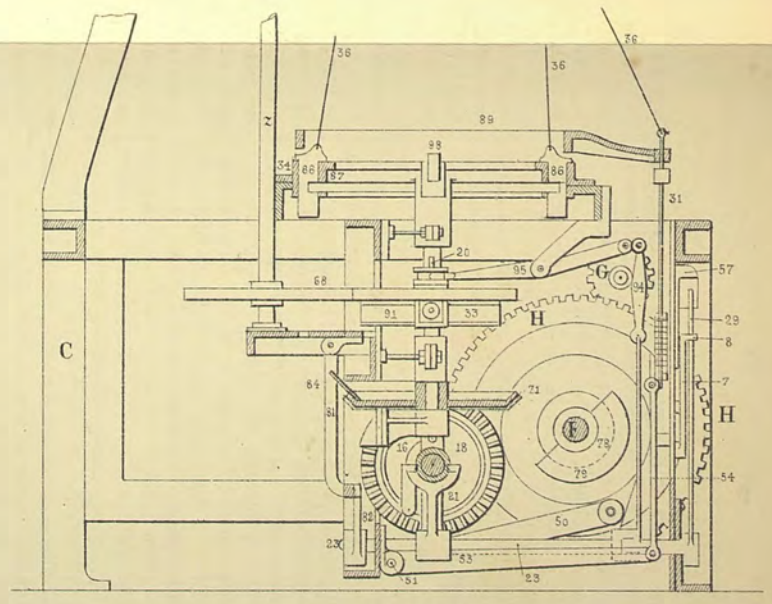


Fig. 6

Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lit. Doyen di Luigi Simondetti, Torino

in una direzione e la ruota 63 si accoppia con R, ed il telajo s'innalza. Se è posta in giuoco l'asta 28, mentre la 27 non ha azione, l'albero 23 è fatto ruotare in senso opposto ed è la ruota 64 che s'accoppia con R e quindi il telajo si abbassa. Se l'asta 29 viene ad appoggiarsi per la sua oscillazione contro la spalla del pezzo 57 mentre discende, l'albero 23 ruoterà per spostare il manicotto 18 fra le ruote 72-73 ed accoppiare la 72 con R per spostare il telajo verso sinistra, e se sarà invece oscillata all'indentro la 30 verrà accoppiata l'altra ruota e si avrà il telajo spostato verso destra. Per spostare quindi il telajo in una sola direzione è solo necessario far oscillare all'indentro una o due delle aste 27, 28, 29, 30, perchè possano impuntarsi contro la spalla dei pezzi 56, 57 quando essi discendono per effetto della scanalatura O Le aste sono articolate inferiormente colla leva 25 per oscillare in rapporto a questa e sono guidate nella parte superiore da un foro praticato nel risalto laterale 8 della placca 7 (fig. 3 e 6, Tav. II) imperniata nella sua parte inferiore all'incastellatura C della macchina. Le placche sono quattro, ed appajate e in ciascun pajo esse sono solidali fra loro per il giunto 7, perchè tutti i movimenti impressi ad una siano comunicati pure all'altra. Ciascuna placca, sulla faccia interna, porta una caviglia 5, che attraversando un montante dell'incastellatura penetra nella scanalatura inclinata della placca 3, mobile alternativamente in senso verticale e guidata in apposito canale fisso ad un montante di C. Le due placche di ciascun pajo si inclinano in senso opposto e sono montate in modo che trovandosi nella posizione più bassa (fig. 6, Tav. III) le caviglie 5 mantengono le aste 27, 28, 29 e 30 nella loro posizione centrale, e non potranno impegnarsi sotto la spalla dei corsoi 56, 57 discendenti.

Se una placca si innalzerà, la sua scanalatura 4 agendo sulla caviglia 5, farà oscillare la corrispondente placca 7 in modo che le aste oscillate si impunteranno contro i pezzi 9 dei corsoi discendenti.

Queste placche sono sospese superiormente alle aste 31, sollecitate verticalmente dall'alto al basso dalle leggiere molle 35 (fig. 2, Tav. II). La scelta di una o due delle aste 31 perchè oscilli una o due delle aste 27, 28, 29, 30 che occorrono per la ricamatura di un dato punto, come pure il loro comando, è ottenuto automaticamente per mezzo dell'apparecchio Jacquard.

Durante quindi un giro dell'albero I i corsoi 56, 57 discendono per deprimere quelle o quella delle aste 27... che sarà stata oscillata all'indentro dal Jacquard, per fare ruotare uno o tutti e due gli alberi 61 e 70 in quella necessaria direzione per ottenere il voluto spostamento del telajo. Discesi i corsoi 56 e 57 nella loro posizione inferiore, l'albero I percorrendo l'ultima porzione del suo giro, muove il braccio 50 nello opposto senso di prima e rimette a posto i corsoi nella loro più alta posizione; ed allora le molle 35 rimettono nella loro posizione normale le placche e ritirano le aste oscillanti dal cammino delle spalle. Uno od ambedue gli alberi 23 avranno agito per la discesa dei corsoi e per l'accoppiamento di una o più delle ruote 63-64 e 72-73 coll'albero R e devono essere rimessi nella loro posizione normale, prima che l'albero I cominci il successivo giro, per mezzo del disgiungimento automatico dovuto ai bocciuoli 78 montati sopra I, agenti sulle caviglie sporgenti dei bracci 79 e fissate agli alberi 23. I bocciuoli girano i bracci 79 in una posizione centrale ogniqualvolta l'albero I ha compiuto un giro e nello stesso tempo riconducono i manicotti 18 nella loro posizione media nella quale sono inattivi. Nell'istante in cui le coppie di ruote coniche sono disgiunte dal loro albero devono fermarsi pressochè immediatamente le ruote 62 e 71 e tutti i pezzi dipendenti, per cui queste sono munite di opportuni freni che si applicano o si staccano automaticamente. Questi constano (fig. 5 e 6, Tav. II) di mascelle 80 appoggiantisi contro le flangie delle ruote e manovrate dalle leve 81 sulle cui estremità libere agiscono gli alberi 23 per mezzo dei bocciuoli 82, i quali premono le mascelle contro le flangie quando i predetti alberi prendono la posizione normale e le ritirano quando gli alberi girando sono spostati da questa posizione. Quindi in un giro dell'albero I si hanno i voluti spostamenti del telajo per ricamare un dato punto, col fare agire il meccanismo, il quale è rimesso nella primitiva posizione normale alla fine del giro dello stesso albero preparandolo per un nuovo spostamento, il quale per l'azione dello stesso meccanismo, darà un punto perfettamente eguale in lunghezza al precedente. Ma in un ricamo i punti variano di lunghezza fra limiti molto estesi, per cui è d'uopo che la macchina sia capace di spostare il telajo per quantità conformi alle varie lunghezze dei punti da ricamarsi; questa variazione è affidata all'apparecchio Jacquard e la descriviamo.

Gli alberi 61 e 70, manovranti il telajo, portano i bracci 83 i quali, col girare degli alberi, ruotano internamente agli anelli 84, posti alla parte superiore degli alberi. Questi anelli portano sulla loro circonferenza una serie di canali verticali 85, ripartiti regolarmente e nei quali stanno e vi strisciano gli arresti 86. Essi hanno sulla faccia anteriore una tacca 87, e tutte le tacche insieme costituiscono un canale per tutta la serie degli arresti che si trovano nella posizione normale, cioè la più bassa (fig. 5 e 6, Tav. II). Nel canale 87 delle tacche penetrano le dita 88 dei bracci 83, che sono un poco flessibili, ed agli arresti sono attaccate le corde che vanno all'apparecchio Jacquard.

Quando tutti gli arresti sono nella loro posizione normale, le loro tacche formano un canale libero, per cui il cammino delle dita 88 e quindi dei bracci 83, non sarà interrotto e gli alberi 61 e 70 continueranno la loro rotazione in un dato senso fino a che saranno fermati per il disgiungimento delle ruote 63-64, 72-73, ed il telajo compierà il suo massimo cammino nella direzione in cui sarà stato spostato pel senso della rotazione dei suddetti alberi.

Se il punto, però, a riprodursi ha una minore lunghezza di questo massimo, un arresto 86 di una serie od uno di ciascuna serie, a seconda dei casi, saranno sollevati per far ostacolo al cammino del dito 88 di uno dei bracci, od a quelli dei due bracci 83, che verranno fermati e così pure il telajo, e quindi fissato nella posizione propria per avere il punto di quella determinata lunghezza. Il numero degli arresti da interporre nel canale 87 è determinato sulla lunghezza del punto da ricamarsi e devono trovarsi opportunamente distanti dalla posizione iniziale del braccio 83, perchè il telajo possa spostarsi della quantità necessaria.

Risulta da quanto si è detto che, se la lunghezza del punto da ricamarsi è minore del massimo spostamento che può avere il telajo, gli alberi 61 e 70 dovranno essere fermati mentre i rocchetti che li comandano sono tutt'ora accoppiati all'albero R. Si potranno regolare le lame di frizione 12 ed i cunei 19 in modo che fra le lame e le rispettive corone si produca un sufficiente attrito che basti a dare lo spostamento del telajo ed un allentamento bastevole alla fermata degli alberi 61 e 70 in modo che l'albero R giri senza pericolo di rotture negli organi. In pratica si è trovato essere pre-

feribile regolare le lame ed i cunei in modo che le ruote 63-64 e 72-73 sieno fortemente accoppiate col loro albero e per ovviare a rotture, si sono composti gli alberi 61 e 70 di due parti suscettibili di ruotare indipendenti e delle quali l'una porta le ruote 62 e 71 e l'altra le 60 e 69, e ambedue sono collegate fra loro con giunti a frizione molto più lesti ad allentarsi che quelli impiegati sull'albero R. Così le ruote 60 e 69 portano la corona 90 (fig. 1, Tav. III) sulla quale agisce la lama di frizione 91 fissata ai bracci 92 solidali coll'albero; le lame ed i bracci sono muniti di viti a regolare la frizione per poter trascinare le ruote 62 e 71 senza pericolo, quando le ruote 60 e 69 sono in riposo per l'azione degli arresti 86. Quando le dita 88 avranno compiuto il disgiungimento delle ruote dall'albero R e quindi limitato lo spostamento del telajo, non devono impedire agli arresti contro i quali hanno urtato, di ritornare nella loro posizione normale, perchè possano entrar in azione pel punto successivo, prima cioè che le braccia 83 siano di nuovo fatte girare, ed a questo scopo le dita 88 si ritirano dal canale 87 nell'istante stesso che si opera il disgiungimento delle ruote dall'albero R. Per ottenere questo, le braccia 53 degli alberi 23 si prolungano (fig. 4 e 6, Tav. II e fig. 3, Tav. IV) per articolarsi agli estremi delle aste 34, che a loro volta sono articolate colle leve 94 abbraccianti i manicotti 96 mobili sugli alberi 61 e 70, e guidate con caviglie percorrenti le scanalature praticate in questi alberi. Le caviglie sono soggette alle aste verticali 97, che si muovono secondo il loro asse fra i detti alberi e imperniate alle leve 98, agenti sopra i regoli 99, i quali si muovono nelle scanalature inferiori dei bracci 83 e terminano a denti cuneiformi (fig. 4, Tav. II e fig. 3, Tav. IV) per entrare nelle tacche 2 cuneiformi tagliate nella periferia degli anelli 84. Queste intaccature son disposte, rispettivamente agli arresti, in modo che il regolo penetrando in una di esse gira di un po' il braccio 83 e quindi fa ritirare il dito 88 dall'arresto; questo rimanendo libero, cade liberamente quando l'apparecchio Jacquard glielo permette.

Il meccanismo è combinato in modo che, ciascuna volta che i bracci 89 sono girati dalla posizione centrale verso destra o sinistra, le aste 94 girano le leve 95 e ritirano i regoli per mezzo delle aste 97 e delle leve 98 per porre i bracci in condizione da ubbidire all'albero R. Ed ogni volta che i bracci 79 sono ricondotti nella loro posizione centrale per disimpegnare le coppie coniche dall'albero R, le aste 94 fanno oscillare le leve 95 e comprimono per mezzo delle aste 97 e leve 98 i regoli nelle intaccature 2 ed i bracci 83 girano.

L'apparecchio Jacquard che comanda le placche 3 e gli arresti 86 è costituito come quelli impiegati nella tessitura e qui ne facciamo sommaria descrizione per quanto riguarda il suo funzionamento nella macchina che stiamo trattando e rimandiamo all'articolo Tessuti per la sua descrizione particolare. I cartoni P (fig. 1 e 2, Tav. II e fig. 5, Tav. III) sono rilegati fra loro in modo da formare una catena continua e sono tanti quanti sono i punti componenti il disegno da ricamarsi e ciascuno di essi porta uno o più fori che indicano la direzione o le direzioni e la quantità di spostamento da comunicarsi al telajo dalla posizione che esso ha mentre si forma il punto che si deve produrre. I cartoni sospesi nel modo ordinario passano sul prisma o (cilindro) 41, le cui faccie corrispondono alla larghezza dei cartoni e porta agli estremi le olivette per assicurare la rotazione dei cartoni e la loro esatta posizione, ed è posto di fronte alla cassa degli aghi 42, che corrispondono per numero e posizione, ai fori praticati nelle faccie del prisma e quindi ai fori che il cartone può portare e contro questo sono premuti da molle.

Gli aghi hanno l'ufficio di spostare gli arpini 43, che sono in numero uguale agli aghi, e sono normalmente mantenuti in tale posizione da poter essere sollevati dai coltelli della griffa 44 moventesi alternativamente in senso verticale. Gli arpini sono attaccati colle corde 36 alle aste 31 delle placche 3 e agli arresti 86.

Il pignone H porta una scanalatura S che mette in azione la barra 46 articolata all'estremo superiore al braccio 47 portato dall'albero 48, il quale col mezzo delle leve 49 e del giunto 74 agisce sulla griffa in ogni giro dell'albero I e questa solleva gli arpini i cui aghi sono passati nei fori dei cartoni. Il giunto 74 è imperniato ad un braccio della leva 75 e l'altro braccio di questa per mezzo dell'asta 76 è collegato col bilanciere 71 portante il prisma 41. Così il cilindro quando si innalza è allontanato dagli aghi, mentre quando si abbassa vi è compresso contro.

Per assicurare il ritorno degli arresti nella posizione normale, quando sono stati abbandonati a se stessi dall'apparecchio Jacquard, sono caricati superiormente da anelli 84 mobili verticalmente in opportune guide e collegati agli alberi 52 mercè i tiranti 45, che a loro volta sono accoppiati pei tiranti 55 e per l'asta 40 e l'uno di essi comunica, per mezzo del tirante 39 e della biella 38, col braccio 37 folle sull'albero I e che penetra con caviglia e rotella nella scanalatura 34 della barra 46. In tal modo ogni qualvolta la barra 46 sale per sollevare la griffa e quindi gli arpini, il braccio 37 è oscillato e fa rotare gli alberi 52 per ritirare gli anelli 89 dagli arresti e d'altra parte, quando la barra 46 discende colla griffa abbandonando gli arresti, gli anelli si abbassano e appoggiandosi su essi li obbliga a riprendere la loro posizione normale.

Gli anelli portano due risalti 33 pei quali passano le aste 31 delle placche 3 per garantire il loro abbassamento se le molle 35 non agissero.

Il meccanismo funziona nel modo seguente: L'albero D essendo posto in rotazione, gli ingranaggi descritti trasmettono il moto agli alberi I e R; la scanalatura S fa discendere la barra 46 e quindi la griffa 44 dell'apparecchio Jacquàrd e col bilanciere 77 è premuto il prisma 41 col cartone contro gli aghi 42, dei quali sono respinti quelli che incontrano le parti piene del cartone e posti fuori dell'azione della griffa, mentre quelli che incontreranno i fori si dispongono in posizione propria per essere afferrati dalle lame della griffa. I fori del cartone sono determinati dalla direzione e lunghezza del punto da ricamarsi. Supponiamo che questo punto renda necessario di far alzare il telajo verso sinistra, cioè secondo la risultante dei due moti verso l'alto verticale e verso sinistra orizzontale, e che la quantità di spostamento in ciascuna di queste direzioni sia inferiore alla lunghezza del più lungo punto che la macchina può ricamare ovvero ai massimi spostamenti del telajo. Il cartone che si dovrà presentare agli aghi, oltre ai due fori pel suo centramento sul prisma, ne porterà altri quattro (fig. 5, Tav. III), due di questi corrisponderanno cogli aghi comandanti gli arpini collegati colle aste 31 e le placche 3 per far oscillare le aste 27 e 29 nel cammino dei corsoi 56 e 57, mentre i due altri fori corrisponderanno agli aghi comandanti gli arpini collegati a due arresti situati, relativamente alla posizione dei bracci 83 dopo la formazione del precedente punto, nelle posizioni opportune per arrestare i detti bracci dopo che il telajo sia stato spostato della

RICAMO A MACCHINA

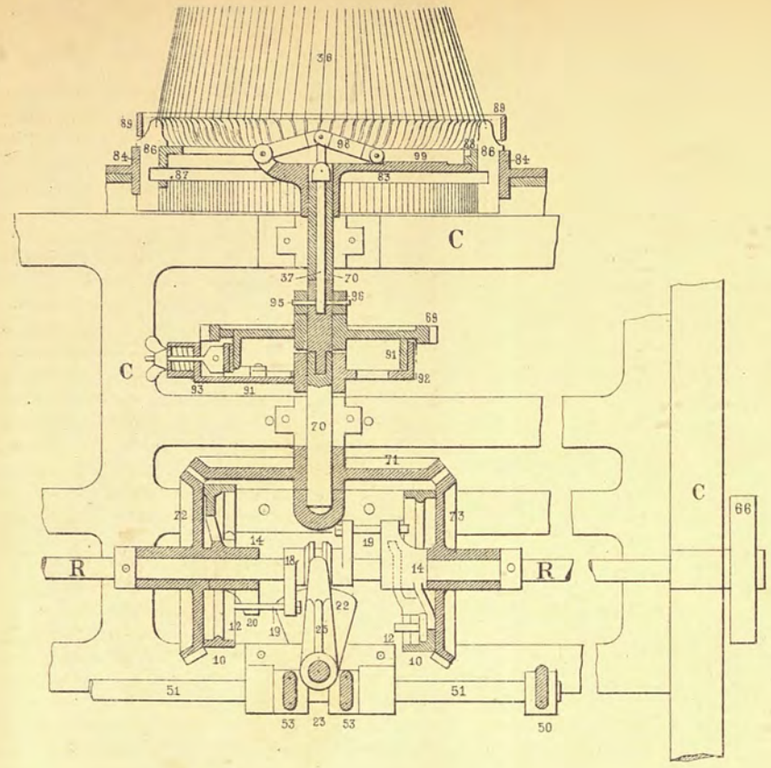


Fig. 1

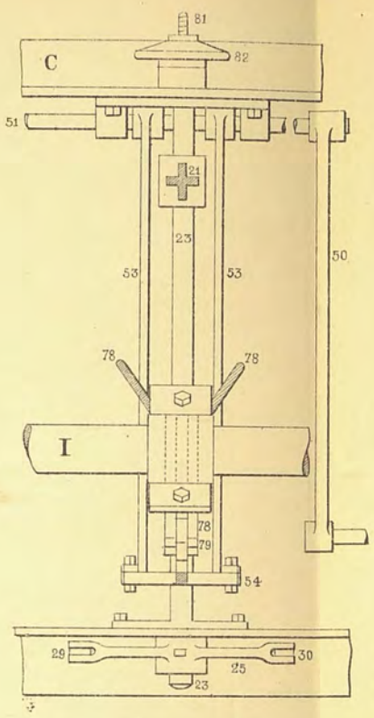


Fig. 2

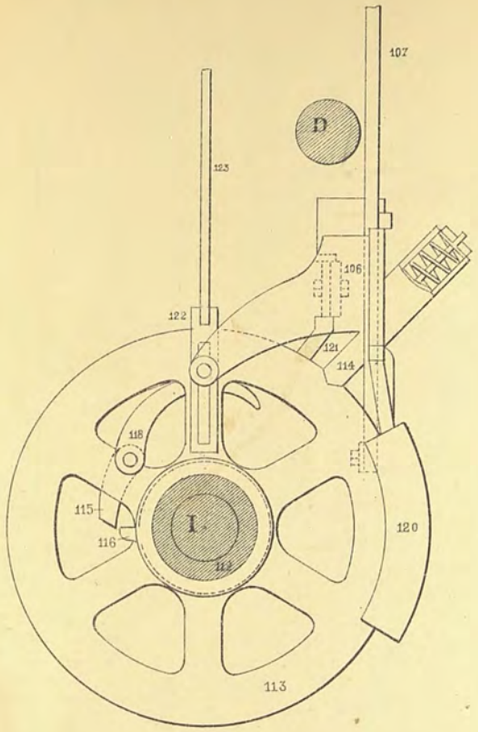


Fig. 3

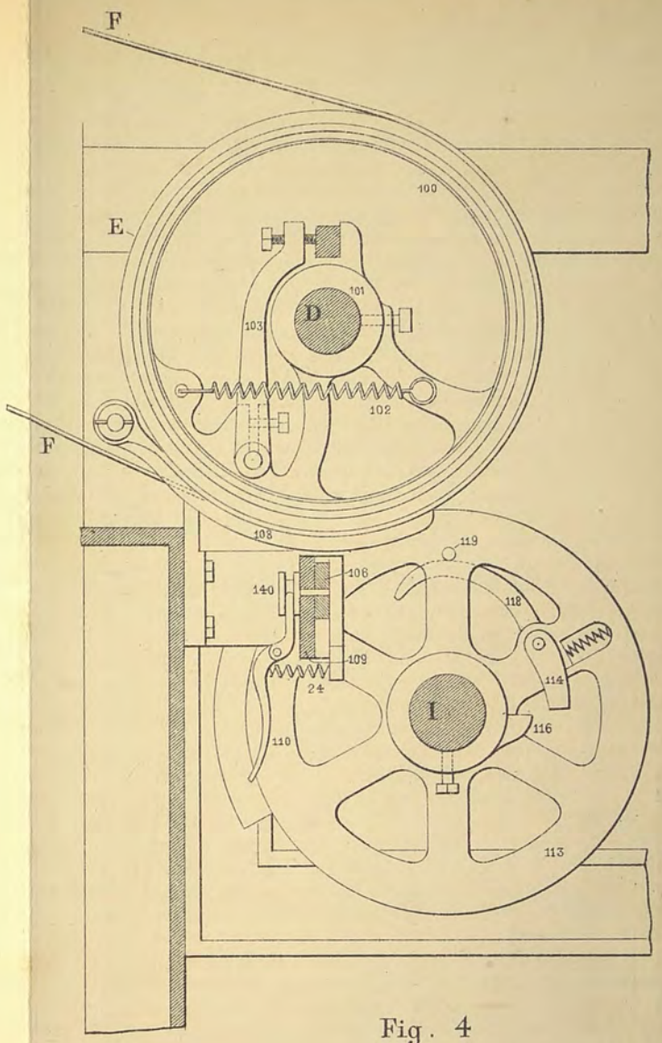


Fig. 4

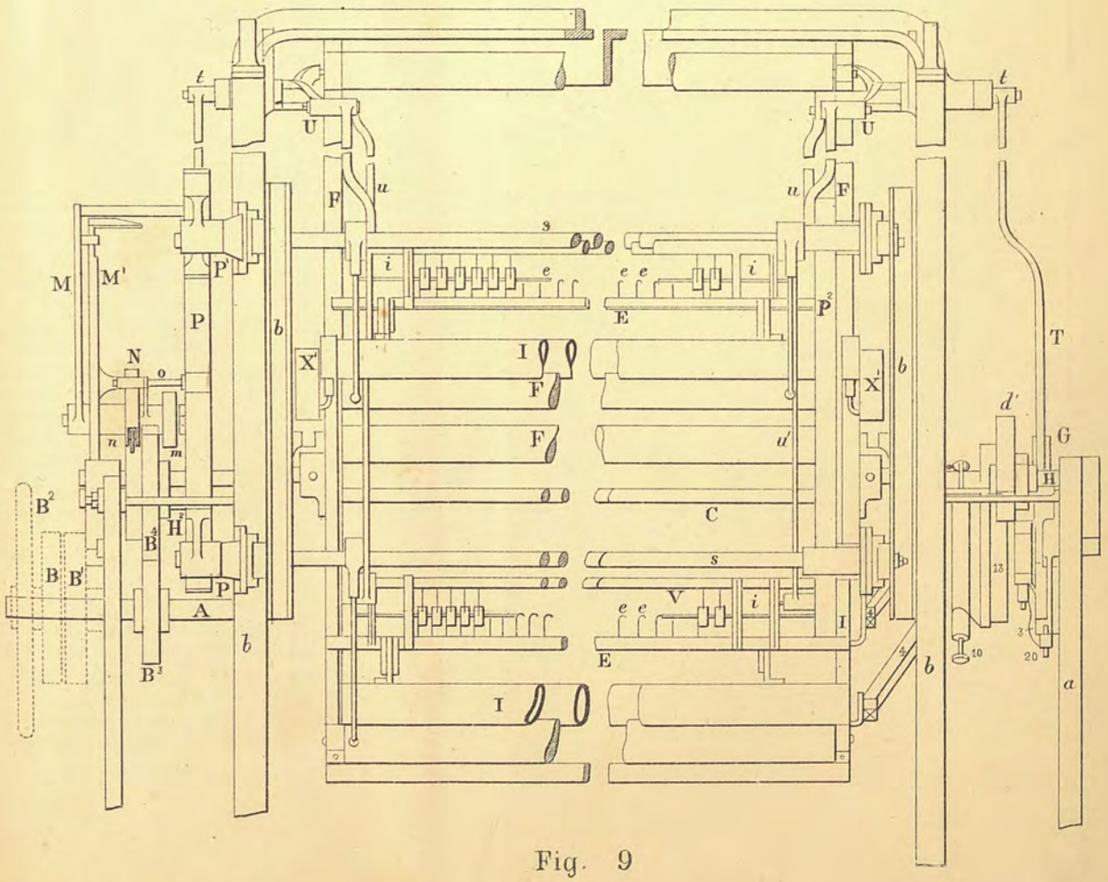


Fig. 9

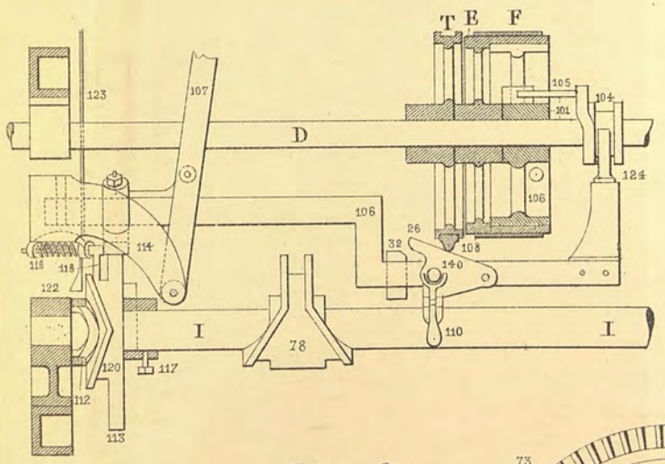


Fig. 8

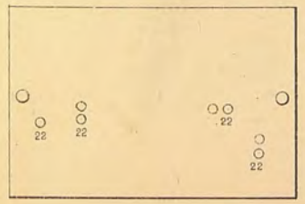


Fig 5

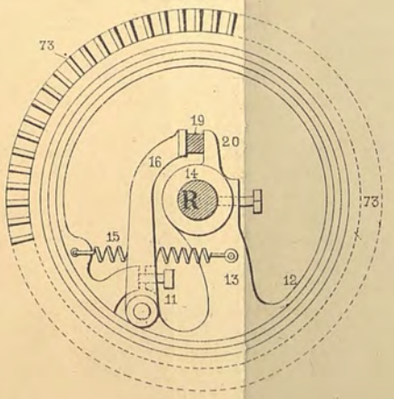


Fig. 7

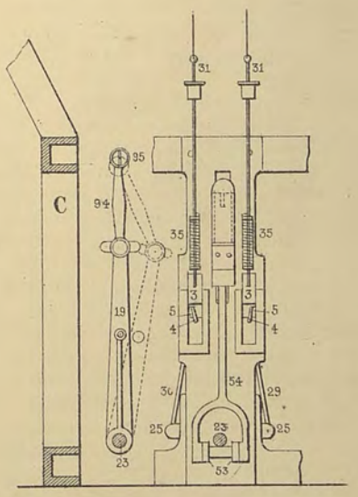


Fig. 6

Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lit. Doyen di Luigi Simondetti, Torino

quantità corrispondente alla lunghezza e direzione necessarie per il nuovo punto. Cosicchè si hanno quattro aghi e quattro arpini i quali comandano le quattro placche, due pel moto verticale verso l'alto e verso il basso, e due pel moto orizzontale, verso destra e verso sinistra, ed il cartone porterà un solo foro quando lo spostamento del telajo sarà in una delle direzioni e in un senso solo; se invece si vuole uno spostamento che sia la risultante di due direzioni dovremo avere due fori nel cartone per porre in giuoco le corrispondenti placche 3.

In questo caso con uno o due fori il telajo si sposterà della massima quantità, la quale potrà essere determinata nelle due direzioni e nei quattro sensi colla massima facilità in ciascuna macchina. Gli arresti hanno l'ufficio, come si disse, di limitare gli spostamenti del telajo a quantità minori della massima, e tali arresti sono divisi nella macchina in due serie, l'una per gli spostamenti verticali e nei due sensi, l'altra per quelli orizzontali e nei due sensi, per cui una metà del loro numero serve per l'un senso e l'altra per l'altro, ed il loro numero divide il massimo spostamento del telajo in una direzione ed in un senso in frazioni che daranno, combinate fra loro, le varie lunghezze di punti, e quindi è d'uopo riconoscere nella macchina l'arresto primo, cioè quello che è capace di dare il minimo punto e come si susseguono per ordine e quindi come sono collegati alle serie di arpini e i rispettivi aghi nella cassa dell'apparecchio Jacquard.

Se la direzione che deve avere il punto e quindi lo spostamento del telajo non è nè verticale nè orizzontale, ma obliqua, la sua direzione, il suo senso e la sua lunghezza ci darà le componenti in direzione, senso e grandezza che corrisponderanno agli spostamenti che dovranno essere trasmessi al telajo e quindi il cartone porterà allora un foro per la direzione verticale e pel senso, un secondo per la direzione orizzontale e pel senso, che faranno alzare due delle placche 3, un terzo foro per delimitare lo spostamento verticale ed un quarto per delimitare quello orizzontale.

Notiamo anche che per ricamare ogni punto successivo, il telajo lo si dovrà far spostare basandosi sulla posizione del punto precedente, come pure se la macchina ricamante è ad agugliata avremo lo spostamento, e quindi un cartone, pel punto sul ritto del ricamo, e lo spostamento, ed un secondo cartone, pel punto di rovescio, per cui applicando il meccanismo che stiamo descrivendo alle macchine del tipo Heilmann abbiamo per ogni punto due cartoni, mentre con quelle del tipo Rieter ne occorre uno solo. Non ci fermiamo sulla foratura dei cartoni per non dilungarci di troppo su una questione che è l'applicazione del più semplice problema di cinematica.

L'albero I continuando la sua rotazione solleva la griffa e quindi gli arpini, i cui aghi sono penetrati nei fori del cartone e le placche 3 perchè le aste 27 e 29 si impuntino sotto le spalle 9 e nello stesso tempo vengono alzati gli arresti 86 per fermare i bracci 23 quando avranno girato della quantità necessaria. Nell'alzarsi della griffa il prisma si allontana dagli aghi e quindi ruota di un quarto di giro pel cambiamento del cartone e nello stesso tempo vengono alzati gli anelli 89 per permettere agli arresti ed alle placche di seguire il comando dell'apparecchio Jacquard. Nello stesso tempo la leva 50 è depressa, e così scendono i corsoi 56 e 57 che premendo le aste 27 e 29 colle spalle, fan girare gli alberi 23 a far staccare le mascelle dei freni 80 delle ruote 62 e 71 e far salire per mezzo dei bracci 79 le aste 97, che colle leve 98 ritirano i regoli 99 dalle tacche 2 e nello stesso tempo accoppiano le ruote 63 e 72 coll'albero R. Queste ultime ruote, appena accoppiate mettono in rotazione, coi descritti organi intermediarii, le viti *f* e W, che a lor volta spostano il telajo verticalmente verso l'alto e orizzontalmente verso sinistra. Lo spostamento risultante dalle due direzioni combinate continuerà finchè le dita 88 dei bracci 83 urteranno contro gli arresti 86 sollevati dall'apparecchio, ed al momento di quest'arresto il telajo si sarà spostato della quantità necessaria, perchè la stoffa, relativamente agli aghi ricamanti, sia messa nella posizione permettente di ricamare il punto. Fermate le braccia 83, le lame di frizione 91 si allentano sulle corone 90 e lasciano folli le ruote 62 e 71 che si fermeranno col disgiungimento delle 63 e 72. Il telajo è fermato, l'albero I continua nella rotazione e quando ha compiuto un po' più di mezzo giro, contato dal punto di partenza, oscilla il braccio 50 in direzione opposta e fa rialzare i corsoi 56 e 57, i bocciuoli 78 pei bracci 79 girano i 23 nella loro posizione normale e disgiungono le ruote 63 e 72 dall'albero R; i freni 30 agiscono e fermano le ruote 62 e 71; le leve 95 agiscono sulle aste 97 facendo entrare i regoli nelle tacche 2 per ritirare le dita 88 dagli arresti. Ciò compiuto, gli aghi ricamanti sono posti in azione ed allora l'albero I compie il suo giro tornando al punto di partenza, e gli organi si trovano tutti in posizione da poter ripetere la stessa funzione.

Al principio del seguente giro dell'albero I, la barra 46 discendendo per far funzionare l'apparecchio Jacquard, fa calare gli anelli 89 per rimettere nella posizione normale gli arresti e le placche che non vi fossero ritornati da se stessi.

Nella fig. 5, Tav. III vi sono indicati due fori punteggiati accanto a quelli che devono far alzare le placche 3; tali fori si impiegano in pratica ponendo due aghi o due arpini di cui uno è di sicurezza.

Per ottenere la massima prontezza nel fermare e porre in moto la macchina, ciò che non si otterrebbe collo spostamento della cinghia F, la puleggia motrice E è folle sull'albero D ed è munita di un giunto a frizione (fig. 3 e 4, Tav. II e fig. 8, Tav. III), formato dalla lama 100 posta sulla superficie interna della corona della puleggia, e fissata per un estremo ad uno dei bracci di un collare solidale coll'albero, l'altro estremo è rilegato con un altro braccio dello stesso collare con una molla 102 che tende a contrarre la lama ed a mantenere folle la puleggia E. Sull'estremo fisso della lama è imperniata la leva 103 munita di vite di correzione, la quale si appoggia contro un risalto dell'estremo libero della lama in modo da distenderla per ottenere la frizione. Sull'albero D è montato folle il manicotto 104, che porta in appendice il cuneo 105, che si può fare penetrare fra l'estremo della leva 103 ed un risalto del collare 101 per ottenere il distendimento della lama; questo manicotto è manovrato dalla leva 124 articolata, per mezzo dell'asta 106, colla leva di manovra 107 della macchina.

Gli organi di questa macchina si trovano in condizione di dover acquistare delle grandi velocità e di doversi arrestare prontissimamente, ma per le loro dimensioni sono molto pesanti, e quindi acquistano delle forze vive considerevoli che si devono assorbire con freni per metterli in riposo, quando particolarmente si disimpegna la puleggia E dall'albero D. A tal scopo su quest'albero è fissata la puleggia T entro la cui gola agisce la mascella 108 (fig. 4 e 8, Tav. III) imperniata sul castello e posta sotto l'azione del cuneo 109 imperniato sulla

barra 106 in modo che il freno entra in azione quando si disimpegna la puleggia E.

Il pezzo 109 è mantenuto nella sua posizione operatrice dalla caviglia 140 fissata alla leva a mano 110, portata dalla stessa barra 106, che si può ritirare e rendere libero il freno T senza chiudere il giunto della puleggia E e quindi senza porre in moto la macchina. Nelle condizioni normali, la molla 24 mantiene la leva 110 in modo da tenere la caviglia 140 nel foro della barra 106, ma quando è stato reso mobile intorno al suo perno il cuneo 109 e che si mette in azione la macchina col ritirare la barra, la coda 26 del cuneo viene a strisciare sul piano inclinato fisso 32 che rende il cuneo solidale colla barra penetrando la caviglia nei fori.

Durante il lavoro è necessario arrestare la macchina in modo che gli aghi ricamanti sieno fuori della stoffa per poter avere accesso al telajo per le dovute correzioni o per ordinare gli aghi ed i punti e perciò uno dei cuscinetti dell'albero I è in forma di manicotto 112, sul quale è folle la puleggia 113 con gola a V, nella quale penetra la caviglia 114 sotto pressione di una molla, in modo che d'ordinario la puleggia è immobile e sulla faccia interna di essa è montata una ruota a denti a sega 115 che una molla spinge per porla nel cammino del nottolino 116 fissato su un collare portato dall'albero I. La ruota 115 è montata su un corto asse che passa per la puleggia e per un braccio curvo 118 mantenuto ordinariamente da una molla e dalla caviglia 119 in modo da tenere la ruota fuori dalla linea percorsa dal nottolino. La puleggia 113 porta anche un cuneo 122, che quando la puleggia ruota, agisce sulla caviglia 121 fissata alla barra 106 per spingerla e tendere a disimpegnare la puleggia E dal suo albero e chiudere il freno T e quindi arrestare la macchina. La caviglia 119 è posta in azione dal cuneo 122 rilegato all'asta 123 a portata della mano del conduttore; quando queste cuneo è spostato verso l'alto, si ritira la caviglia e si allenta il braccio 118, per cui la ruota 115 si pone in attitudine da impegnarsi col nottolino 116. Con tale organizzazione volendosi fermare la macchina cogli aghi fuori stoffa, si sposta il cuneo 122 coll'asta 123, la caviglia 119 si ritira e la ruota a denti a sega viene ad impegnarsi col suo nottolino per la rotazione dell'albero e la puleggia 113 ruoterà con esso; allora il bocciuolo 120 agisce sulla caviglia 121 e spinge la barra 106 che disgiunge la puleggia E dall'albero e mette in azione il freno T, e la macchina si ferma nel momento in cui gli aghi sono stati ritirati dalla stoffa in ricamo. Per rimettere la macchina in moto si ritira, colla leva 107, la barra 106, il cuneo 122 è pure ritirato e girando l'albero I, il braccio 118 agirà sulla caviglia 119 e disimpegnerà la ruota a denti a sega dal nottolino e farà entrare la caviglia 114 nella gola della puleggia per avere questi organi nella posizione normale.

Meccanismo automatico ricamante ad agugliata. — Lo scopo di questo meccanismo, come già si disse, è quello di produrre automaticamente tutti i movimenti affidati all'operajo ricamatore, nella vecchia macchina Heilmann e rendere più celere il lavoro diminuendo la corsa del carro e compiere un numero maggiore di passaggi degli aghi attraverso alla stoffa. Non teniamo conto degli spostamenti del telajo, che possono prodursi automaticamente od a mano col pantografo. (Pella descrizione di una macchina Heilmann vedasi l'articolo MACCHINE DA CUCIRE).

Fra i vari meccanismi automatici scegliamo fra i tanti quello di L. Legrand di Bruxelles come ultimo apparso e che ha dato ottimi risultati. In esso l'apertura e la chiusura delle pinze è ottenuta con un bocciuolo che per mezzo di alcuni tiranti agisce sugli eccentrici delle pinze stesse; il passaggio degli aghi attraverso la stoffa è ottenuto per la traslazione dei carri mossi da un bocciuolo che imprime ad essi una corsa di 5 cm. fissa, in luogo di una lunga corsa variabile. L'agugliata è trascinata e mantenuta tesa da rastrelli prenditori, alla quale mantengono la voluta tensione permanente a mezzo della loro corsa variabile ottenuta con un meccanismo a scatto.

La fig. 9, Tav. III rappresenta il meccanismo di fronte, le fig. 1 e 2, Tav. IV la vista sul fianco sinistro e sul fianco destro.

Il telajo riceve il moto da un controalbero che è il prolungamento dell'albero N del meccanismo precedentemente descritto, ovvero è l'albero motore e porta le puleggie folle B e fissa B^1 ed un volante B^2 se il telajo è maneggiato col pantografo a mano per la riproduzione del disegno. Quest'albero porta un rocchetto B^3 che ingrana colla ruota dentata B^4 ingranante con la ruota B^5 di egual diametro montata sull'albero C principale della macchina e che la percorre per tutta la sua larghezza. Colle ruote B^4 e B^5 ingranano esternamente i due rocchetti B^6 di egual diametro. La stessa disposizione di organi simili si ripete sull'altro fianco per mezzo dell'albero C.

Il movimento delle pinze è ottenuto nel modo seguente (fig. 2, Tav. IV). Il bocciuolo G calettato sull'albero C funziona in un collare Q portante due rotelle interne *q*, *q* ed è legato da una parte all'incastellatura della macchina per mezzo del braccio R imperniato su questa stessa, e dall'altra parte al tirante T per mezzo dell'articolazione S. Il tirante alla sua estremità superiore si impernia nella manovella *t*, calettata sul bilanciere superiore U. Da questo discendono le aste *u*, *u*, l'una in avanti, l'altra in addietro e vengono a congiungersi colle leve u^1 degli alberi eccentrici V aprenti e chiudenti le pinze *i*, *i*, *i*. Due altri tiranti u^2, u^2, rilegati per le loro estremità superiori trasmettono il moto delle aste *u* cogli stessi intermediarii alle pinze del rango inferiore.

Il movimento di chiusura delle pinze di un carro corrisponde a quello di apertura delle pinze dell'altro carro e lo stesso moto si ripete da ciascun lato del telajo.

Il movimento dei carri è ottenuto in tal modo. I rocchetti B^6 sono calettati sugli alberi H, H, i quali portano ciascuno un bocciuolo H^1, due di questi comandano il moto alternativo del carro I di davanti, uno a destra e l'altro a sinistra, i due altri il carro posteriore.

I carri sono portati dalle rotelle X^1 nel modo ordinario, solo che la loro corsa non è di 1 m. come nelle antiche macchine da ricamare, ma di soli 5 cm., perchè non devono più uscire che per far passare gli aghi attraverso la stoffa, mentre lo sviluppo della gugliata si ottiene con uno speciale apparecchio.

I bocciuoli H^1 sono a gola e fissati sull'albero H e nella loro gola scorre una rotella K montata sul perno L che è portato dall'intelajatura del carro I.

La posizione della rotella in rapporto alla corsa viene regolata e corretta colla vite di pressione *l*, il cui controdado è scorrevole in una scanalatura fissata al castello della macchina e che contiene il perno della rotella.

I rastelli sono posti in azione come segue. Gli alberi che portano gli ingranaggi D e D^1 imboccanti coi rocchetti *d* e *d'*, si prolungano oltre per portare ciascuno

RICAMO A MACCHINA

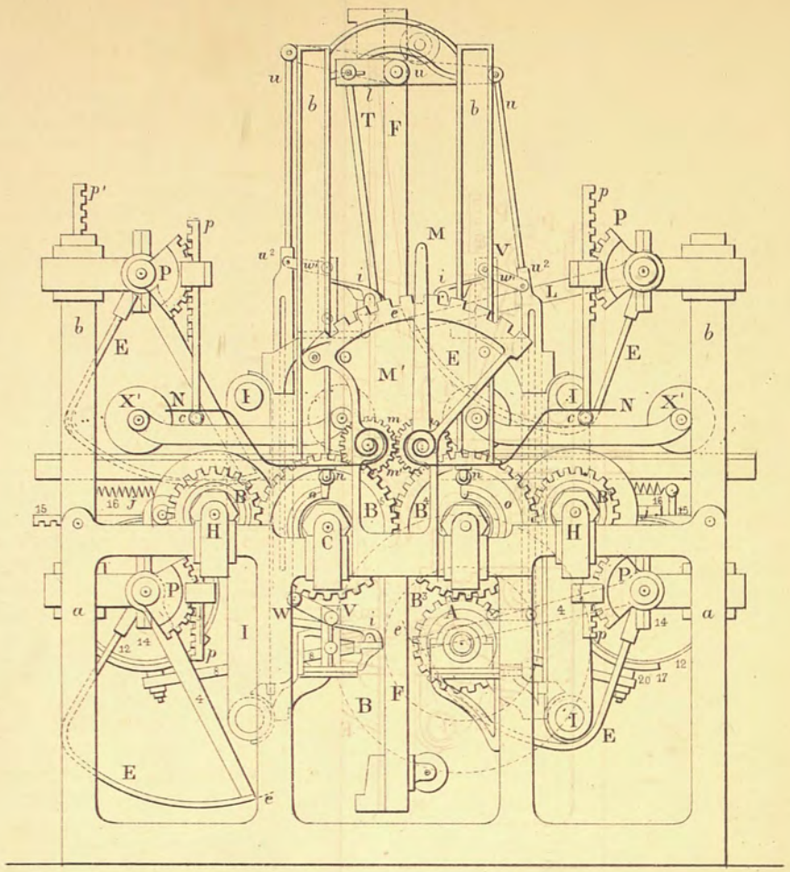


Fig. 1

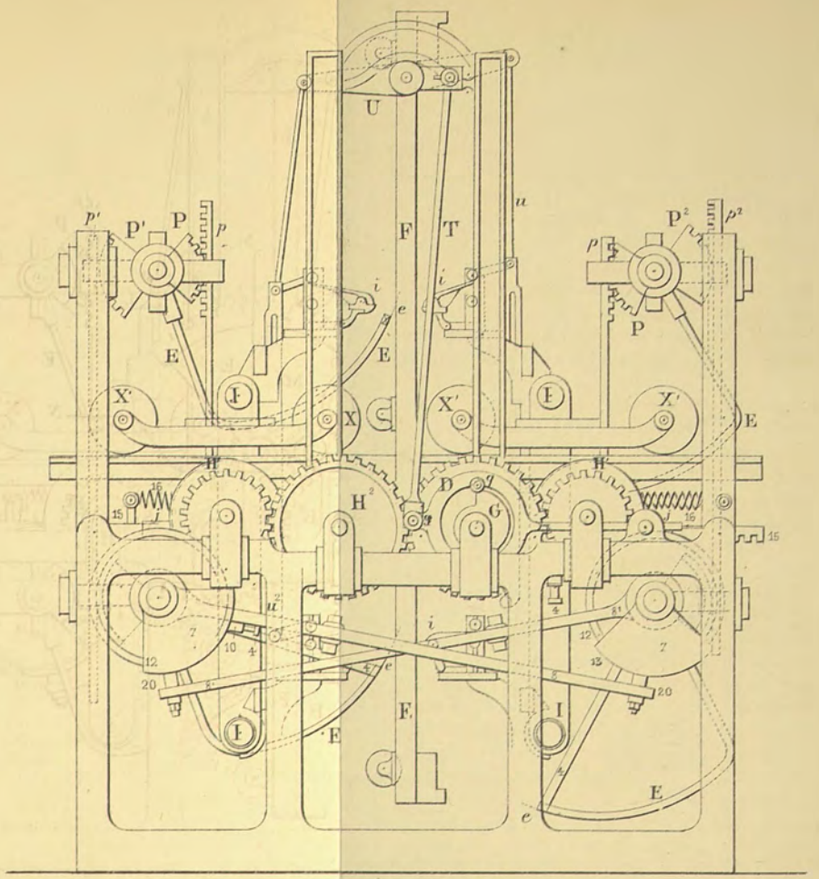


Fig. 2 (Fianco destro)

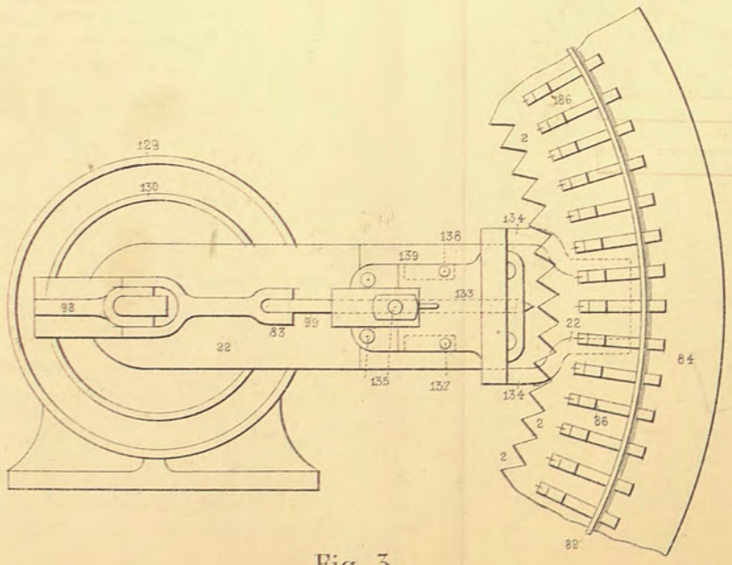


Fig. 3

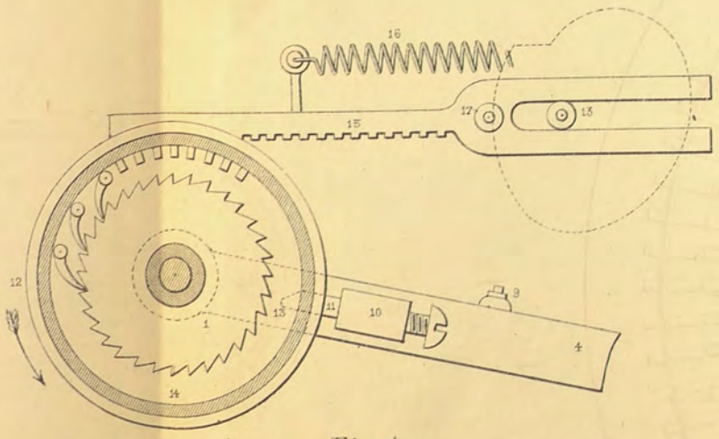


Fig. 4

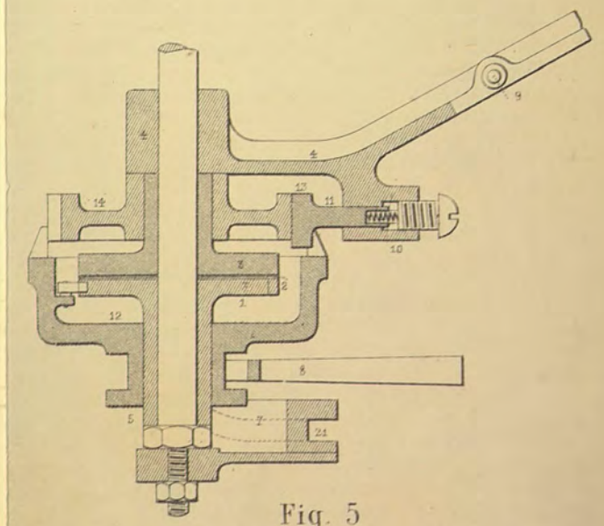


Fig. 5

Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lit. Doyen & Luigi Simondetti, Torino

un bocciuolo 18 la cui forma è data in linea punteggiata nella fig. 4, Tav. IV. Questi pongono in moto le aste dentate 15 colla rotella 17 portata dalle aste, le quali seguono un moto orizzontale alternativo e sono guidate da un lato da una forcella appoggiantesi sull'albero del bocciuolo, e dall'altro, da una guida J e quando hanno compiuta la loro corsa in un senso per mezzo dei bocciuoli, sono fatte ritornare nella primitiva posizione dalla molla 16 attaccata fra l'asta e l'intelajatura *b*. Le due aste dentate pongono in azione due identici apparecchi, l'uno posto davanti al telajo, e l'altro dietro. L'asta dentata agisce sul disco 14 a scatto variabile chiamato *disco a declic variabile* o semplicemente il *declic* (fig. 4 e 5, Tav. IV), che porta dei denti su un terzo della sua periferia.

Il declic gira folle ed ha per asse l'albero che porta i bracci dei rastelli prenditori, ed ha un'intaccatura 19 nella quale entra il dente 11, attaccato ad uno dei bracci 4 del rastrello, in modo da rendere il declic solidale coll'albero, quando il dente è penetrato nell'intaccatura. Questo dente, tende a rimanere nella sua tacca per l'azione della piccola molla 10, che può essere regolata dalla vite di correzione, ma su un lato è tagliato a sghembo, per cui può essere rialzato, malgrado la pressione della molla, quando la scatola 12 spinge il proprio ribordo cuneiforme fra il dente e il disco 14. Il braccio 4 porta anche un risalto 9, destinato ad incontrare, nel suo moto ascendente, una vite d'arresto 4^1 regolabile a volontà.

Il disco declic 14 porta tre nottolini 13 che si impegnano e fanno ruotare la ruota a denti a sega, quando il disco gira secondo la freccia (fig. 4, Tav. IV), ma che lo lasciano indipendente quando gira in senso opposto. I tre nottolini hanno diversa lunghezza, che varia per ciascuno di $^1/_3$ della lunghezza di un dente della ruota 1, per rendere istantanea la dipendenza di essa, la quale è folle sull'albero, ma vi può rendersi solidale per un giunto a frizione. Il disco 3 è montato sull'albero per conicità e chiavetta e la molla 6, regolata da vite, preme costantemente la ruota 1 contro il disco fisso 3, separati fra loro dal pezzo di cuojo 2.

La scatola 12 riceve un movimento alternativo orizzontale sul manicotto che forma il mozzo della ruota a denti a sega 1, e che è prodotto da un pezzo che trovasi nella parte posteriore del telajo, cioè la scatola di davanti è messa in moto da organi posteriori colle leve 8 e reciprocamente per la scatola posteriore e questi organi (fig. 2, Tav. IV) sono formati dal segmento 7, nel cui spessore ed in senso circolare è praticata una scanalatura codata costituente una via 21 in piano inclinato, nella quale corre la rotella 20, posta all'estremità della leva 8, la quale porta all'altro estremo una forcella che abbraccia la scatola 12 pel collare che forma il prolungamento del suo mozzo. Le due leve, quella anteriore e la posteriore, si incrociano sulla loro lunghezza, e sono articolate nei perni 8^1 portati dall'intelajatura *a*.

Per dare una tensione regolare ai fili, l'operajo ha a sua disposizione la leva M, che porta sul suo asse il rocchetto dentato *m*, ingranante con m^1 di egual diametro, i quali portano sui loro assi l'estremità delle molle a spira piatta N sulla cui faccia inferiore è fissata la rotella *n*, che segue il contorno di un bocciuolo posto contro il corpo dell'ingranaggio B^4 e l'altra rotella quello del bocciuolo portato da B^5 (fig. 1, Tav. IV).

L'estremità libera delle molle riposa sulle rotelle O fissate alle aste dentate verticali P, che dànno moto ai settori *p*, montati sugli alberi 5 e 5^1 dei due rastelli prenditori sulle due file di aghi.

Facendo funzionare la leva M sul settore a denti d'arresto M^1, l'operajo monta o smonta più o meno le molle N e permette, di conseguenza, a queste di agire con maggiore o minor forza sopra gli alberi dei rastelli nel momento che esse molle non sono ritenute dai bocciuoli. I rastelli E sono due per ogni rango di aghi, l'uno davanti alla stoffa, l'altro dietro, ciascuno è munito dei ganci prenditori *e* in numero eguale a quello degli aghi ed i rastelli superiori sono collegati con quelli inferiori per mezzo delle aste P e dei settori *p*, ed essendo eguale il moto dei rastelli anteriori a quello dei posteriori, descriviamo solo il moto di un albero manovrante un rastello.

Supponiamo che il carretto anteriore stia chiudendosi, gli aghi vengono a passare attraverso la stoffa; il rastello anteriore che riteneva i fili tesi, si rialza per lasciarli liberi, mantenendoli con una leggiera tensione, e continua a salire mentre quello posteriore discende, mantenendo cioè sempre la stessa anticipazione. Il rastello di davanti sale un po' più al disopra degli aghi, per cui le gugliate si disuncinano da se stesse e quindi il rastello incontra il punto d'arresto 4^1, sua posizione superiore. A partire da questa posizione il movimento del rastello è sempre il medesimo per tutti i punti da ricamare, qualunque sieno le gugliate, lunghe o corte. Dapprima, alla chiusura del carretto, si abbassa per lasciar a questi la via libera per la presa degli aghi, indi si rialza subito per uncinare le gugliate, coi ganci prenditori di legno, o di osso o di altra materia liscia e dura, che si vanno presentando coll'apertura del carretto, uncinatura che si deve compiere bruscamente per impadronirsi sicuramente e prima che il carro sia totalmente aperto, perchè in tal modo essendo le gugliate tese fra il carro uscente ed i rastelli posteriori, si mantengono da se stesse sotto i prenditori. Fatta l'uncinatura il rastello deve discendere finchè la gugliata ha completamente attraversata la stoffa, ed allora per l'azione della molla N, che in questo momento agisce sull'albero del rastello per mezzo della rotella *n*, portata dalle aste dentate P, la gugliata viene tesa per finire il punto. Dopo il rastello resta immobile, fino a che il carro comincia a rinchiudersi, per un tempo variabile a seconda della lunghezza della gugliata e quindi ripete il movimento eguale per tutti i punti. Per l'avvicinamento del carro alla stoffa il rastello deve alzarsi e continuare nel suo alzamento durante la riapertura del carro opposto e quindi deve arrestarsi per dar tensione alla gugliata nel momento che il rastello opposto la afferra e quindi salire di nuovo. Per cui l'albero portatore dei rastelli ha due movimenti fissi per ciascun punto, separati da due periodi di tempo nei quali il moto ed il riposo dell'albero sono variabili, movimenti e riposi ottenuti col bocciuolo 18 agente sul declic per mezzo dell'asta dentata 15. L'asta dentata agisce sul declic per l'arco dentato di cui è munito ed il declic è folle sul suo asse ed è collegato all'albero dei rastelli per il dente 11, e siccome il braccio 4 è montato sull'albero 5, così a seconda che il dente 11 sarà o no innestato al disco 14, il rastello seguirà o no il moto impresso a questo disco. Quando la gugliata ha tutta quanta la sua lunghezza il dente rimane sempre innestato al disco, ma quando la gugliata si raccorcia pel lavoro eseguito allora avviene il disinnesto del dente. Tale disinnesto si ottiene col bordo cuneiforme della scatola 12 che viene a porsi sotto il dente e lo disinnesta rendendo folle il disco fino a che il rastello rimonta, ed a questo scopo il disco a frizione 1, folle sull'albero, è premuto dalla molla 6 contro il disco 3,

comprimendo la lamina di cuojo 2 interposta, ed il disco 3 folle su manicotto conico si rende solidale sopra l'asse. I tre nottolini s'innestano nella rispettiva ruota, la quale diventa dipendente dal disco 14, quando è girata in senso inverso pel rialzamento del rastello; ma se si presenta una resistenza troppo grande sull'albero centrale 5, cioè una esagerata tensione nelle gugliate, la ruota 1 striscia sul cuojo e la solidarietà dei pezzi cessa.

Quando il rastello di davanti sale, il dente è disinnestato, il disco 14 mette in moto i pezzi 3, 5 e 4 per mezzo della ruota 1 e quando il rastello è arrivato contro il suo punto d'arresto all'alto della sua corsa, il disco di cuojo striscia; il pezzo 3 s'arresta mentre 1 continua a girare, ma nel momento in cui il 3 rimonta, il dente 11 penetra nella sua tacca ed ha nuovamente reso solidale il rastello al disco 14. Questo disco imprime al rastello un moto di discesa per lasciare libere le pinze, poi di salita per uncinare le gugliate e quindi di discesa per tirarle, e quando devono essere tese, il rastello opposto è presso all'alto della sua corsa ed allora la leva 8 muovendo la scatola 12, disimpegna 11 per lasciar libero il rastello, e il pezzo 14 tendendo a farlo discendere, i nottolini si impegnano ed il rastello si rialza.

Ancora un passo col cambiamento automatico dei fili colorati e raggiungeremo l'esecuzione automatica dei ricami in tappezzeria.

Colle macchine del tipo Heilmann, mediante apparecchi speciali perforatori e annodatori, si ricava il punto a festone ed a cordoncino pel ricamo inglese ed a punto Madera; ma non ci fermiamo sopra questa applicazione essendo già stata trattata nell'articolo MACCHINE DA CUCIRE. Accenniamo invece ai ricami in applicazione di spinette, cordoncini ed altri fili, come filo d'oro, ecc., che per la loro grossezza, o per economia, non possono essere infilati nella cruna degli aghi per poter ottenere dei veri ricami a punti.

I cordoncini, per la loro forma circolare, non sono fissati a trapunto, ma semplicemente accavallati col filo degli aghi, come nella fig. 1821, mentre le spinette e le fettuccie, per la forma piatta o semicircolare, sono applicate con cucitura a trapunto e possono anche essere applicate nello stesso modo dei cordoncini. Il filo che cuce, se non deve entrare a far parte della ornamentazione, è dello stesso colore dei pezzi applicati, altrimenti ha un colore distinto.

Per l'esecuzione occorre che il cordone o la spinetta sieno disposti contro la stoffa tesa sul telajo, o quadro, in posizione tale che gli aghi o gli accavallino il filo cucente passando esternamente ad essi, o li attraversino, per cui devono essere condotti in linea sinusoidale intorno agli aghi, come precisamente eseguisce l'apparecchio della fig. 9, Tav. I, per le macchine da cucire.

Si raggiunge lo scopo con un apparecchio accessorio semplicissimo che si monta sulla macchina da ricamare e che può essere manovrato automaticamente oppure a mano; esso consta di un leggiero telajo in legno od in ferro, di forma rettangolare e disposto verticalmente vicinissimo al quadro, e sul suo lato orizzontale, posto al disotto della fila degli aghi, sono fissati dei fili di ferro ripiegati ad S orizzontale, il cui estremo sinistro rivolto all'alto porta un occhiello e l'estremo destro è prolungato in basso per fissarsi al lato del telajo. Nell'occhiello si infila il cordoncino o la fettuccia, che si svolge da rocchetti disposti sul bancale degli aghi nelle macchine Rieter, sul carro nelle macchine Heilmann a corsa ridotta e su appositi sostegni uniti allo stesso telajo nelle Heilmann a corsa intera. Il telajo appoggia, nella sua parte mediana, sopra due bocciuoli che gli imprimono un moto alternativo obliquo da sinistra verso l'alto e da destra verso il basso, in modo che l'ago passi prima in una delle curve del portacordone e poi nell'altra per accavallare il cordone o la fettuccia che si applica, ovvero resta fisso quando si vogliono cucire direttamente sulla stoffa.

A complemento accenniamo alla macchina per infilare gli aghi a doppia punta, operazione abbastanza nojosa e lunga e che prima della costruzione di tale macchina obligava ad impiegare buon numero di ragazzi.

La macchina prende un ago da uno speciale serbatojo e lo dispone orizzontale colla cruna verticale, una pinza afferra l'ago per una punta e lo porta fra un uncinetto ed il portatore del filo; l'uncinetto scende, penetra nella cruna ed è caricato del filo, si rialza infilando l'ago. Organi opportuni annodano il filo ad asa lunga per fissarlo all'ago, quindi si taglia la gugliata a lunghezza ed un'altra pinza impadronendosi dell'ago infilato va a piantarlo in un cuscinetto, e l'operazione ricomincia.

BIBLIOGRAFIA.

D. Sera e N. d'Aristotile (detto Zoppino), *Belli rechami antichi et moderni*, Venezia 1520. — A. Paganino, *Libro de rechami, etc.*, Venezia 1527 e 1880. — G. A. Tagliente e frat. Sabbio, *Esemplario novo che insegna a le donne a cucire, a raccamare et a disegnare*, Venezia 1531. — F. Vinciolo, *Raccolta di disegni di pizzi e ricami*, Parigi 1587. — C. Vecellio, *Corona di nobili dame, ecc.*, Venezia 1580 e Milano 1892. — L. Romano, *Libro de rechami et pizzi*, Venezia 1600. — Parasole, *Raccolta di disegni di pizzi e ricami*, Venezia 1600. — B. Danieli, *Raccolta di pizzi e ricami*, Bologna 1700. — M. Celnart, *Manuel des broderies*, Parigi 1847. — E. Lefèbre, *Broderies et dentelles*, Parigi 1852. — Ubicini-Cattaneo, *Enciclopedia di lavori femminili*, Milano 1870. — *Album di lavori femminili in bianco*, Milano 1877. — *Album di lavori in colore*, Milano 1878. — *Lavori di ago*, Milano 1883. — *Album di lavori femminili d'eleganza*, Milano 1888. — Labart, *Histoire des arts industrielles*, Venezia 1885. — Dupont-Auberville, *Ornements des tissus*, Parigi 1887. — Cecchetti, *La vita dei Veneziani nel 1300*, Venezia 1886. — Belgrano, *Vita privata dei Genovesi* (Atti della Società ligure di Storia patria). — *L'arte antica alla IV Esposizione nazionale di belle arti in Torino nel 1880*, Torino 1882. — Erculei, *Esposizione retrospettiva e contemporanea d'industrie artistiche in Roma nel 1887*, Roma 1887. — Muntz, *Tapisseries, broderies et dentelles*, Parigi 1890. — M. de Fonclose, *Travaux des dames*, Parigi 1892. — Farcy, *La broderie*, Parigi 1892. — *Trine e ricami*, Milano 1892. — T. Dillmont, *Encyclopédie des ouvrages de dames*, Dornach 1892. — E. Bach, *Ouvrages nouveaux de style ancien*, Dornach 1892. — D. Georgens und M. Gayette, *Handarbeit in weiblichen Schülen*, Lipsia 1877-1892. Bardin, *Etudes sur l'Exposition de 1867 et 1878*. — Reuleaux, *Buch der Erfindungen Gewerbe und Industrien*. — Armengaud, *Publication industrielle*. — T. Dillmont, *La broderie sur lacis; La broderie aux passé; La soutache et son emploi*, Dornach 1892-1893. — Melani, *Svaghi artistici femminili*, Milano 1893. — Avantero, *L'arte del ricamo*, Torino 1894. — Periodici: *L'Art pour tous; Il Bazar; La Ricamatrice; L'Aracne; Journal des dames et demoiselles; The textile; Scientific american; Die Nähmaschinen; Travaux des dames.*

Ing. ENRICO FONTANA.

RISCALDAMENTO DEI LOCALI DI ABITAZIONE. — Francese *Chauffage des lieux habités;* ted. *Heizung der Wohngebaüden;* ingl. *Heating of dwellings;* spagnuolo *Calefaccion de las habitaciones.*

Ogni apparecchio di riscaldamento per un locale abitato deve non solo mantenere in questo una temperatura, se non del tutto costante, variabile fra limiti non molto distanti fra loro qualunque siano le variazioni della temperatura esterna, ma dev'essere disposto per modo che l'aria dell'ambiente si conservi pura acciocchè il dimorare nel locale non riesca insalubre.

Colla respirazione cutanea e polmonare si versano nell'aria materie che ne alterano la purezza, talvolta poi esistono nel locale stesso cause speciali di infezione dell'aria quali combustioni, fermentazioni, putrefazioni, alcune manipolazioni chimiche e via; perciò ogni apparecchio di riscaldamento deve sempre essere combinato con un apparecchio di ventilazione il quale sostituisca con altra aria pura quella del locale di mano in mano che questa si altera. È da ritenersi come regola generale che un apparecchio di riscaldamento per locale abitato non può, per quanto bene costrutto e bene proporzionato esso sia, considerarsi perfetto quando, in un col riscaldamento, non sia possibile una conveniente rinnovazione dell'aria del locale stesso.

Segue immediatamente da queste considerazioni: 1° che lo studio di un apparecchio di riscaldamento di un locale di abitazione deve farsi sempre contemporaneamente e coordinatamente a quello delle disposizioni necessarie per la ventilazione; 2° che le norme da seguirsi nel calcolo delle proporzioni delle singole parti di un apparecchio di riscaldamento, dipendono da quelle che servono ad ottenere una conveniente rinnovazione dell'aria del locale; 3° che in una parte dell'anno non occorrendo riscaldare i locali mentre è pur sempre necessario rinnovarne l'aria, l'apparecchio di riscaldamento e quello di ventilazione devono essere indipendenti l'uno dall'altro, ma coordinati per modo che la ventilazione del locale possa farsi anche quando non funziona l'apparecchio riscaldante, e che quando questo è attivo possa pure funzionare quello per la ventilazione.

Avendo ognora presenti queste condizioni fondamentali e rimandando ad altro articolo lo studio speciale della ventilazione, prenderemo ad esame i principali tipi di apparecchi di riscaldamento per locali abitati, enumerandone sotto il duplice aspetto della salubrità e della economia i pregi ed i difetti: daremo le norme relative alla costruzione ed alla disposizione delle loro parti che la scienza e la pratica dimostrarono migliori, indicheremo poi la via a tenersi nel calcolo delle loro dimensioni. Nel fare questo studio incomincieremo dal considerare gli apparecchi più semplici destinati al riscaldamento di locali di non grande estensione. Dall'esame delle loro qualità risulteranno alcune norme generali che devono esser guida nella scelta e nella disposizione di qualsivoglia sistema di riscaldamento. Questi apparecchi più semplici sono o posti nel locale stesso da riscaldare od in uno ad esso attiguo: sono per ciò detti apparecchi di riscaldamento locale. Esamineremo in seguito gli apparecchi di grandi dimensioni destinati al riscaldamento di interi edifizi, posti all'infuori dei locali da riscaldare e compresi nella denominazione generica di apparecchi per riscaldamento centrale, il cui studio costituisce oggigiorno un ramo importante dell'arte del costruttore.

Le forme e le dimensioni, sia della prima che della seconda classe di questi apparecchi variano da paese a paese; cercando di conservare alle nostre considerazioni carattere di generalità, negli esempi descriveremo di preferenza quelli che ebbero applicazioni presso di noi.

Apparecchi per riscaldamento locale.

Questi che sono fra tutti i più semplici sono pure quelli di uso più comune; le forme loro sono svariatissime, ed il descriverle tutte sarebbe nè possibile nè utile; impossibile pel loro numero, inutile perchè in generale le une differiscono dalle altre solamente per qualche particolare di costruzione. Non consideriamo fra gli apparecchi semplici di riscaldamento locale nè il braciere nè lo scaldino; sebbene il primo abbia per molto tempo costituito l'unico mezzo di riscaldamento, ed il secondo per la semplicità e per l'economia che presenta sia ancora in uso oggidì, devono tuttavia amendue essere del tutto lasciati in disparte siccome quelli che diffondendo nell'ambiente i prodotti della combustione, non solo sono insalubri sempre, ma costituiscono una causa diretta di gravissimi mali tuttavolta che il locale non sia convenientemente aerato. Se il tripode presso i Greci ed il *foculus* presso i Romani poterono durare come mezzo di riscaldamento per le abitazioni private, ciò si dovette al fatto che per questi popoli la dolcezza del clima rendeva quasi inutile un riscaldamento regolare e continuo; l'ampiezza poi delle sale comunicanti quasi tutte direttamente coll'esterno bastava a mantenerne respirabile l'aria malgrado che in essa si versassero i prodotti della combustione, commisti spesso a quelli di materie odorose che si abbruciavano per mascherarne il cattivo odore. Ma nelle regioni nordiche ove il rigore del verno obbliga a tenere ben separato l'interno dei locali dall'esterno, la necessità di dare sfogo ai prodotti della combustione suggerì tosto l'idea di praticare presso il tetto un foro di comunicazione coll'aria esteriore. A questo s'adattò poi una torretta o fumajuolo, ed essendo più conveniente accendere il combustibile presso ad un muro che nel mezzo del locale, si addossò a quello una cappa destinata a guidare il fumo in alto; si praticò nello spessore del muro una nicchia facente ufficio di focolare limitata da due piedritti e prolungantesi nel condotto del fumo; si arrivò così al caminetto.

Nella classe degli apparecchi di riscaldamento locale noi comprendiamo i caminetti, le francline e le stufe.

Caminetti.

Un caminetto ordinario è costituito da un focolare aperto verso l'ambiente da riscaldare, innicchiato nello spessore di un muro maestro, e sormontato da un condotto di sfogo del fumo. Questo in generale consta di due parti, la prima molto inclinata all'orizzonte è detta la gola del camino, la seconda forma più propriamente la canna; è diretta verticalmente e si prolunga al disopra del tetto terminando in una torretta di muratura od in un tubo di lamiera o di cotto.

Se il combustibile che s'abbrucia nel caminetto è legna, questa si dispone sopra gli alari che s'appoggiano sulla soglia del focolare, la quale ne costituisce così il cinerario. Se invece si usa come combustibile il coke o il litantrace, questo si ammucchia sopra una graticola a forma di canestro e le ceneri si raccolgono in un cinerario sottostante apposito.

Di tutti gli apparecchi di riscaldamento il caminetto è il più gradito e può essere il più igienico: gradito per la vista della fiamma che è fonte di speciale benessere, allieta la compagnia ed invita al domestico conversare:

igienico perchè, se bene costrutto e bene governato, produce un'abbondante e conveniente ventilazione del locale a cui serve (1).

Questi pregi però in generale si accompagnano con difetti gravi. Di tutti gli apparecchi di riscaldamento il caminetto è il meno economico. Ed invero in un focolare aperto si utilizza nel riscaldamento del locale solo quella parte del calore irradiato dal combustibile che è diretta verso l'ambiente. Ora del calore irradiato una parte è ricevuta dalle pareti del focolare e viene riflessa sul combustibile, eleva la temperatura dei prodotti della combustione ed è esportata con questi per la gola del camino; un'altra parte è irradiata verso l'ambiente. Questa poi a sua volta non serve sensibilmente e direttamente al riscaldamento dell'aria, la quale essendo, come è noto, diatermana, non è riscaldata dai raggi termici che l'attraversano. Il calore irradiato riscalda i solidi che sono nel locale; l'aria dell'ambiente lambendo la loro superficie si riscalda e rinnovandosi a contatto di essa si diffonde nell'ambiente stesso.

Fra i varii combustibili quello che si presenta come il più adatto per un caminetto è la legna, appunto perchè essa arde con fiamma. Ora il coefficiente d'irradiazione della legna, ossia il rapporto fra la quantità di calore irradiato e quella prodotta nella sua combustione è, secondo le esperienze del Péclet, uguale circa ad $^1/_4$. E poichè negli ordinari caminetti $^1/_2$ od anche solo $^1/_4$ del calore irradiato, è diretto verso l'ambiente, così risulta che $^1/_8$ o solamente $^1/_{16}$ del calore svolto nella combustione è utilizzato pel riscaldamento; il rimanente è esportato dai prodotti della combustione.

Più economico riesce lo scaldamento con caminetto quando si sostituiscono alla legna altri combustibili solidi; fra tutti sotto questo aspetto è da preferirsi il coke. Per questo infatti il coefficiente di irradiazione è fra 0,60 e 0,65, superiore del doppio a quello della legna di essenza dolce, maggiore anche di quello del carbone compatto che rimane ardente nella combustione della legna di essenza forte dopo che si è estricata da essa la parte volatile. Ma la temperatura di combustione per un combustibile ardente in focolare aperto diminuisce col crescere del suo coefficiente di irradiazione, e pel coke essa non è di molto superiore a quella di ignizione; mentre la seconda si stima fra 450° e 500° la prima non supera di molto i 500°. Ne segue che quando l'aria esterna fredda accede in grande copia, raffreddando il combustibile, il focolare ed i prodotti, la combustione facilmente si arresta. Questa è la ragione del fatto, che si osserva comunemente, che il coke non arde bene in focolare aperto. Perchè arda regolarmente esso deve essere ammucchiato sopra una graticola per la quale l'aria arrivi al combustibile suddivisa in filetti minuti fra pezzo e pezzo; vedesi allora che i pezzi più esterni si conservano quasi neri e che solo nell'interno del mucchio la combustione è viva; quelli costituiscono come una parete ai più interni e la combustione avviene come in focolare chiuso. Perciò quando nel caminetto si adopera come combustibile il coke, lo si ammucchia in una graticola a canestro posta nell'interno del focolare. Ma colla sostituzione del coke alla legna si toglie al caminetto il pregio suo speciale, che è quello di permettere la vista della fiamma; poichè quando il coke è bene preparato esso è privo di materia volatile combustibile, onde ardendo brucia senza fiamma. Devesi inoltre osservare che l'uso del coke non torna gradevole perchè la grande sua irradiazione è causa di molestia alle persone affacciate al focolare e di danno ai mobili ad essa esposti.

Il diletto della vista della fiamma con un rendimento dell'apparecchio non molto minore di quello ottenibile col coke si ha abbruciando nel caminetto legna di essenza forte in grossi pezzi. Quando nella combustione si è svolta da essa la parte volatile, rimane un carbone solido compatto che continua ad ardere a lungo irradiando una quantità di calore non molto inferiore a quella che irradierebbe il coke, essendo, come è noto, uguale a circa 0,50 il coefficiente di irradiazione del carbone di legna. È questa la ragione per la quale come legna da focaggio nel caminetto si preferisce quella di essenza forte a quella di essenza debole, e non la possibilità di ottenere dalla combustione della prima una quantità di calore maggiore che dalla seconda, poichè come risulta dall'esperienza, le diverse specie di legna a parità di secchezza hanno ad un dipresso uguale potere calorifico.

Un caminetto nel quale arda un buon fuoco produce un'aspirazione sufficiente a rinnovare da cinque a sei volte all'ora l'aria di una camera d'ordinarie dimensioni. Si può dimostrare teoricamente ed è comprovato dall'esperienza che in un'ora si evacuano per la canna di un camino di medie dimensioni da 800 a 1000 metri cubi d'aria. Questa potente aspirazione potrebbe costituire un'ottima ventilazione pel locale, se essa fosse del tutto salubre ed efficace. Al contrario in causa appunto di questa aspirazione la tensione dell'aria nel locale riesce minore della pressione atmosferica allo stesso livello, onde se, come accade nei casi ordinari, e come succedeva sempre tempo addietro, non si hanno luci apposite per le quali l'aria possa dirigersi alla bocca del camino nella quantità voluta, essa irrompe da tutte le parti per gli spiragli delle porte e delle finestre. Si producono per tal modo correnti di aria fredda che rasentando il pavimento lambiscono le gambe delle persone riuscendo moleste sempre, spesso dannose. Queste correnti evidentemente sono tanto più energiche e perciò tanto più sentite quanto più è gagliarda l'aspirazione, e quindi quanto più la combustione è attiva. Di qui quella sensazione speciale di malessere che si prova stando di fronte alla bocca di un camino in cui si faccia una combustione viva, sensazione che consiste in ciò che mentre la parte anteriore del corpo risente la vampa del calore raggiante assorbito dal volto e dagli abiti, la parte posteriore ed i piedi sono sempre freddi. L'uso del paravento che durò per molti anni, e non venne abbandonato se non quando si migliorarono la costruzione e le dimensioni dei caminetti destinati al riscaldamento degli appartamenti, ebbe appunto la sua origine nella necessità in cui si era di difendersi dalle correnti di aria esterna.

Nelle condizioni indicate il movimento dell'aria provocato dal camino non serve al riscaldamento del locale inquantochè le correnti di aria esterna raffreddano quella dell'ambiente con cui si mescolano; esso poi non coopera efficacemente alla ventilazione poichè dirigendosi tali vene di aria fredda immediatamente e rasente terra alla bocca del camino, non rinnovano l'aria in tutte le parti del locale; questa in qualche canto o rimane stagnante o si ravvolge solo su sè stessa e non essendo esportata si diffondono da essa i miasmi da cui è inquinata. Questo inconveniente risulta gravissimo tuttavolta che l'aspirazione si fa da latrine o da altri locali insalubri comunicanti con quello da scaldare.

(1) Come dice il Sacchi: « Il focolare di un caminetto nei giorni umidi e rigidi nel nostro paese è e sarà sempre la grazia della casa ». (Relazione sull'Esposizione di Milano).

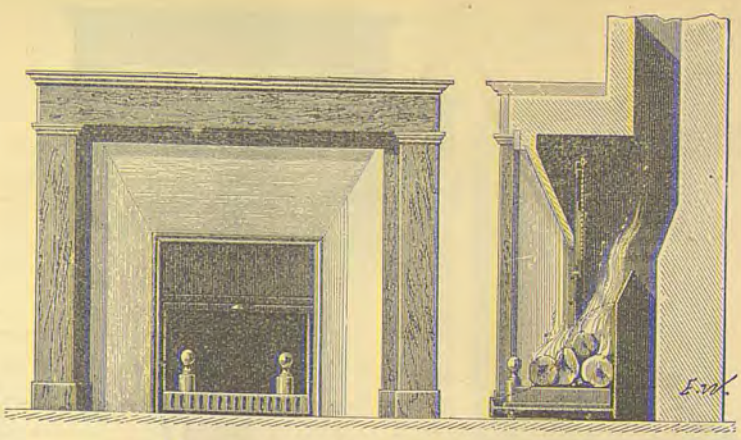


Fig. 1836 e 1837. — Caminetto con focolare mobile Bronzac.

Ma se gli inconvenienti accennati sono sì gravi che per essi si è nella necessità di sostituire al caminetto altro mezzo di riscaldamento, sebbene questo per sua natura non presenti i vantaggi di quello, non risulta però che i meriti di esso non siano tali da farlo in certi casi preferire a qualsivoglia altro apparecchio. Basterà modificarlo per modo che conservandone i pregi ne siano eliminati i difetti.

A questo scopo furono appunto rivolti gli sforzi di tutti i costruttori di apparecchi per riscaldamento locale; onde le modificazioni proposte al caminetto primitivo ed i tipi di caminetti costrutti risultarono numerosissimi. Descriverli tutti sarebbe impossibile: non sarà però inutile far cenno di alcuni speciali sia perchè essi costituiscono un progresso reale nella costruzione di questi apparecchi, sia perchè dallo esame delle parti loro caratteristiche possono scaturire norme generali utilissime per lo studio di altri mezzi di riscaldamento di maggiore importanza.

Per meglio utilizzare il calore irradiato conviene disporre il combustibile quanto più si può presso la bocca del focolare, purchè però ne sia evitata la possibilità che il fumo si spanda nel locale invece di dirigersi alla canna del camino. Una disposizione ingegnosa proposta verso il 1830 dal Bronzac ebbe in Francia specialmente numerose applicazioni. In questa al camino ordinario è annesso un focolare mobile (fig. 1836 e 1837). Un carretto metallico scorrevole su quattro rotelle porta gli alari e la legna, od una graticola ed il carbone. Quando si accende il fuoco si spinge il carretto al fondo del caminetto; per tal modo i prodotti della combustione si sfogano direttamente nella canna. Una paratoja che si abbassa al momento dell'accensione favorisce e regola l'afflusso dell'aria alimentatrice della combustione. Quando poi in grazia del riscaldamento della canna la tirata è energica, si solleva la paratoja e si spinge il focolare verso l'interno. È evidente che se con questa disposizione si mette bene a profitto il calore irradiato dal combustibile, sicchè il rendimento dell'apparecchio riesce aumentato, è però necessaria una sorveglianza continua per parte di chi governa il fuoco, la quale rende incomodo l'uso dell'apparecchio medesimo.

Si aumenta il rendimento del caminetto facendone l'atrio poco profondo, disponendone i fianchi ad angolo rispetto al fondo stesso, e ricoprendone le pareti con lastre di metallo levigato o di majolica bianca liscia, per modo che la riflessione del calore si faccia verso l'ambiente da riscaldare.

Un miglioramento reale del caminetto primitivo si ottiene con tutte quelle modificazioni che permettendo la necessaria tirata ne diminuiscono l'eccessiva aspirazione. Anche senza risalire ai camini monumentali che con forme più o meno eleganti erano in uso nei secoli scorsi, sotto la cui cappa potevano adunarsi più persone e nei quali s'abbruciavano tronchi interi di alberi,

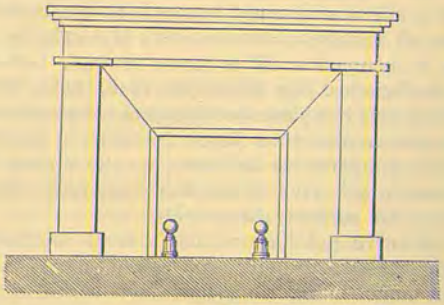


Fig. 1838.

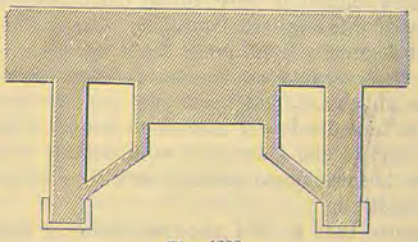


Fig. 1839.

Caminetto alla Rumford (fig. 1838 e 1839).

ancora ai tempi nostri si dànno alla bocca ed alla canna dei camini ordinari, dimensioni eccessive: in causa di ciò la maggior parte dell'aria affluente passa di sopra del combustibile dirigendosi immediatamente alla canna e non serve utilmente alla combustione. Di qui la difficoltà che si incontra nello avviare la combustione stessa e la necessità in cui si è generalmente di dirigere col soffietto al di sotto del combustibile un getto d'aria che avvii la combustione, onde scaldatasi la canna si abbia per essa il necessario richiamo. Ma per la grande quantità d'aria fredda aspirata la temperatura nella canna riesce necessariamente poco elevata, e per la eccessiva larghezza di essa la velocità dei gas è piccola, sicchè facilmente ne riesce alterato il movimento ascendente,

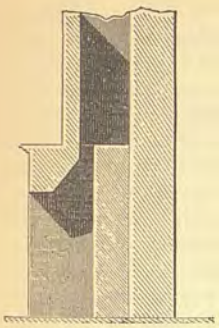


Fig. 1840. — Sezione.

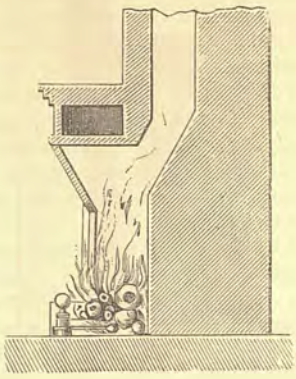


Fig. 1842. — Sezione

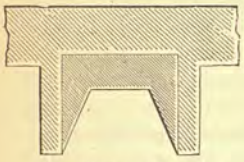


Fig. 1841. — Pianta.

Caminetto alla Rumford (fig. 1840-1842).

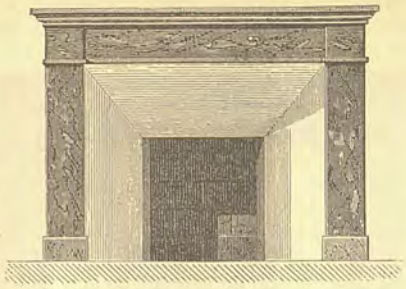


Fig. 1843. — Elevazione.

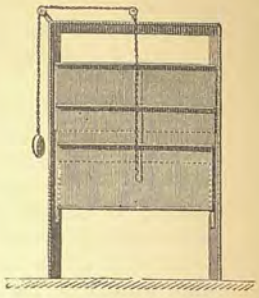


Fig. 1845. — Saracinesca.

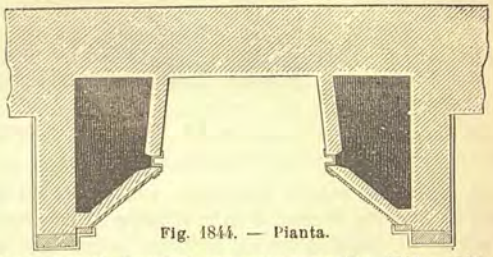


Fig. 1844. — Pianta.

Caminetto alla Rumford con saracinesca (fig. 1843 a 1845).

e si formano correnti discendenti che riversano nel locale i prodotti della combustione. Per diminuire questi inconvenienti, sul principio del secolo il Rumford propose di diminuire di circa la metà la profondità del focolare, di ridurre a circa m. 0,15 la larghezza della gola e di inclinare a 45° le faccie laterali. Nei caminetti alla Rumford (fig. 1838, 1839, 1840, 1841 e 1842) la quantità di aria che passa direttamente nella canna senza servire alla combustione riesce diminuita, è quindi più elevata la temperatura del fumo, meglio diretta l'aria alla fiamma, più viva la combustione, meno facile il formarsi delle correnti discendenti.

Per favorire poi l'arrivo dell'aria al combustibile, specialmente all'atto dell'accensione, o quando la combustione langue in seguito ad una nuova carica, si adatta alla bocca del camino una saracinesca costituita da una o più lastre scorrevoli entro guide, che quando è abbassata lascia fra la soglia del focolare ed il suo orlo inferiore una fessura per la quale l'aria accede al combustibile, vi si scalda rapidamente determinando una corrente abbastanza gagliarda da avviare la combustione, ed impedendo nel medesimo tempo il rigurgito del fumo nel locale. Quando la combustione è attivata si solleva la saracinesca per utilizzare il calore irradiato dal combustibile.

Le figure 1843 e 1844 rappresentano in elevazione ed in pianta il caminetto descritto e la fig. 1845 ne rappresenta la saracinesca.

Queste modificazioni, se costituiscono un miglioramento importante del camino primitivo, non sono però sufficienti a impedire le correnti di aria fredda provenienti dagli spiragli delle porte e delle finestre. Tali correnti non si possono evitare se non facendo affluire direttamente nel locale l'aria che ne è aspirata; occorre perciò aprire dei condotti di comunicazione coll'esterno che guidino l'aria al camino. Si può, ad esempio, come indica la fig. 1846, per un canale al di sotto del pavimento e comunicante coll'esterno, far arrivare l'aria nell'interno di uno dei fianchi del camino dal quale sia mandata in una capacità A' che per una fessura B la diriga sul combustibile. Questa disposizione ebbe molte applicazioni; essa presenta però l'inconveniente di produrre al davanti del camino una corrente di aria fredda che non serve alla ventilazione, siccome quella che affluendo alla bocca del camino non si diffonde nell'ambiente. Per ventilare efficacemente il locale è indispensabile porre le prese di aria esterna e le luci d'ingresso per modo che quella che si introduce sostituisca quella dell'ambiente, ed acciocchè le correnti non siano sentite, è necessario far sì che quest'aria arrivi alle persone con una temperatura non diversa da quella dell'ambiente stesso. Converrà quindi riscaldare l'aria prima di versarla nel locale, e perciò sarà necessario farla circolare

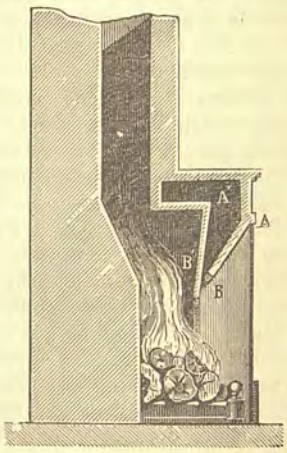


Fig. 1846. — Caminetto con presa d'aria.

a contatto delle pareti del focolare o di tubi o di casse riscaldate dai prodotti della combustione. Per tal modo quando le luci d'ingresso dell'aria nel locale siano sufficientemente ampie e per esse passi un volume non minore di quello aspirato dal camino: quando esse siano così disposte che l'aria che ne esce non formi correnti sentite dalle persone: quando la presa di aria esterna si faccia ove questa è pura e non inquinata da materie nocive: quando pel fatto che si riscalda non acquisti cattive qualità, i caminetti risultanti costituiscono il migliore fra gli apparecchi di riscaldamento locale. In essi infatti si gode la vista della fiamma, sono tolte le

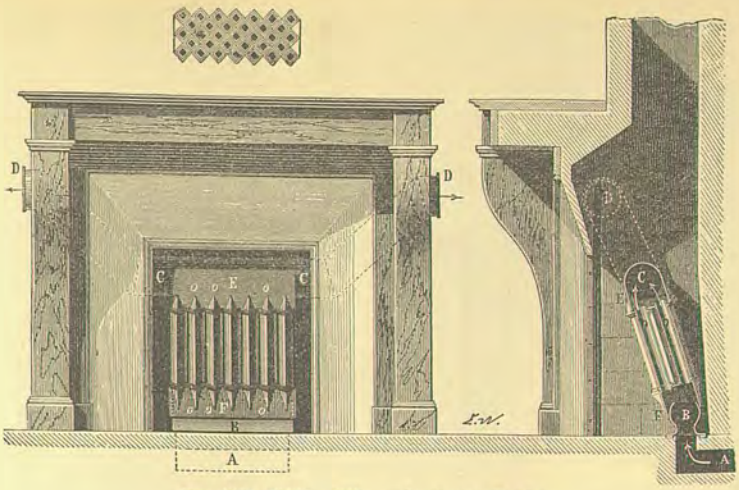


Fig. 1847, 1848 e 1849. — Caminetto Fondet.

correnti di aria fredda, si manda nel locale aria riscaldata a spese del calore dei prodotti della combustione prima che essi sfuggano nella canna, il che aumenta il rendimento dell'apparecchio. Questi camini che hanno comune colla stufa la proprietà di scaldare aria a contatto di superficie di corpi che ricevono calore dai prodotti della combustione e che servono allo sfogo dell'aria dell'ambiente ed alla sostituzione ad essa di aria esterna, possono denominarsi *caminetti-stufa*, *ventilatori*.

Non sarà inutile esaminare alcuni di essi.

Caminetto Fondet (fig. 1847, 1848, 1849). — Una serie di tubi di ghisa inclinati verso l'interno e disposti a quinconce costituisce il fondo del camino, e per essi comunicano fra loro due scatole orizzontali E F. L'inferiore per mezzo del canale A comunica coll'esterno: l'aria percorre i tubi inclinati che sono lambiti sulla loro superficie esterna dalle fiamme; si riscalda, arriva alla capacità superiore, da questa si versa nel locale per le bocche laterali D.

Più semplice è l'apparecchio rappresentato dalle figure 1850 e 1851 dovuto al Péclet. Il focolare è costituito da una cassa in ghisa: al di dietro di essa sono disposti dei tubi T che pongono in comunicazione la cassa C di arrivo dell'aria fredda colla superiore B in cui si raccoglie l'aria riscaldata. I prodotti della combustione lambiscono la superficie esterna dei tubi e per un'apertura F posta in basso si dirigono alla canna del camino. Quando si avvia la combustione, per favorire il movimento del fumo alla canna, si apre la luce superiore di sfogo E che si richiude quando il tirante è sufficientemente energico. L'aria presa dall'esterno si riscalda circolando entro ai tubi e lambendo la superficie esterna del focolare e si versa nell'ambiente per un'apertura A posta al di sopra della camera d'aria calda. L'apparecchio si può collocare entro un camino ordinario, ed esportare quando occorra farne la pulitura.

Negli apparecchi descritti l'aria circola entro tubi o casse lambiti all'esterno dal fumo. Le resistenze che incontra nel suo movimento per cambiamenti di sezione e di direzione, fanno sì che essa non si rinnova prontamente a contatto delle superficie riscaldanti; si riscalda perciò a temperatura troppo elevata, diventa troppo secca e per conseguenza antiigienica. Inoltre in causa delle variazioni di temperatura a cui sono soggette le parti metalliche queste facilmente si deteriorano, si stabiliscono comunicazioni fra gli spazi in cui si muove il fumo e quelli nei quali circola l'aria, sicchè con questa si versano nell'ambiente i prodotti della combustione. Inoltre colle dimensioni dei tubi e delle bocche a calore che in generale vennero adottate, la quantità d'aria che accede al locale è molto minore di quella aspirata dal camino; non riescono per conseguenza evitate le correnti di aria fredda attraverso agli spiragli delle porte e delle finestre.

In molti caminetti-stufa che si adoperano ancora oggidì nelle nostre camere, l'aria calda vi si versa per due bocche all'altezza di circa un metro dal pavimento, munite di reticella, e poste ai lati del caminetto. L'area libera delle due bocche è in generale non superiore a 2 dm^2. Con queste dimensioni se l'aspirazione del caminetto corrisponde a 500 m^3 di aria all'ora, la velocità con cui questa dovrebbe effluire dalle bocche sarebbe di

$$m. \frac{500}{3600 \times 0,02} = 6,9,$$

cioè di circa 7 metri al minuto secondo. Ora una corrente di aria con tale velocità è un vento forte. L'aspirazione del caminetto non è certo capace di produrla, e se lo fosse, si avrebbe l'inconveniente di correnti d'aria assolutamente intollerabili. Non passa quindi per quelle bocche un volume uguale a quello aspirato dal camino, non ne passa che una frazione, il rimanente entra per le fessure delle porte e delle finestre, e le correnti fredde non riescono eliminate.

Migliori sono quelle disposizioni di caminetti-stufa nelle quali l'aria si riscalda lambendo la superficie esterna di casse o di tubi nel cui interno circolano i prodotti della combustione. Quando si abbia l'avvertenza di dare larghi passaggi all'aria, se ne introdurrà per essi nel locale un volume non minore di quello aspirato dal camino, col che si evitano le lame di aria fredda esterna; essa poi si verserà nel locale a temperatura moderata compresa fra i 30° e i 40°, si ha con ciò un riscaldamento igienico; riescirà poi anche di molto superiore a quello degli ordinari caminetti il coefficiente di rendimento di questi apparecchi, inquantochè si utilizza in essi pel riscaldamento dell'aria parte del calore che hanno in sè i prodotti della combustione prima che essi si sfoghino nella canna del camino.

Un primo esempio di caminetto costrutto in base ai principii precedenti si ha nel caminetto Leras (fig. 1852).

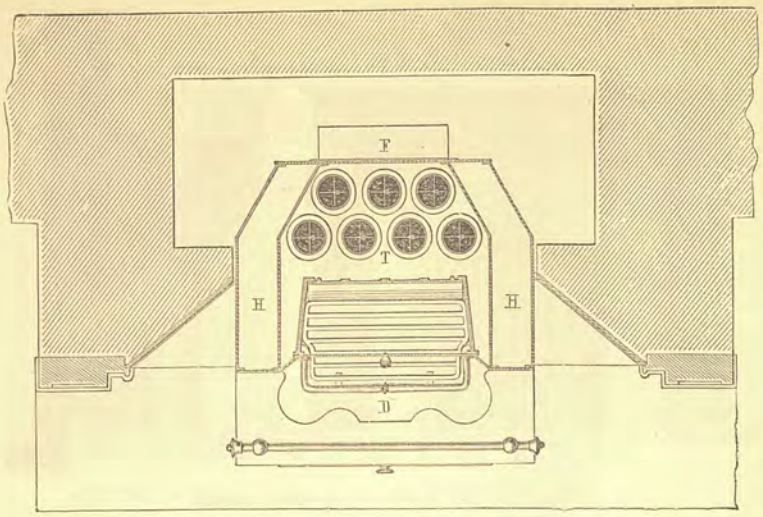


Fig. 1850. — Caminetto Péclet (Sezione orizzontale).

La piastra A di fondo inclinata alla verticale diminuisce la profondità della nicchia del focolare e favorisce l'irradiazione del calore verso l'interno del locale. L'aria presa dall'esterno circola sotto l'atrio, al di dietro e lungo i fianchi del focolare e si versa nel locale per bocche laterali.

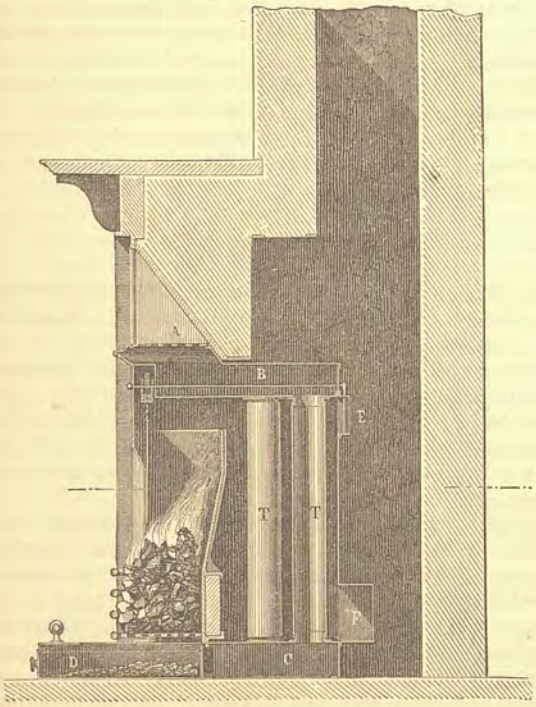


Fig. 1851. — Caminetto Péclet (Sezione verticale).

Migliore è la disposizione adottata dal Joly, il quale come già aveva proposto il Franklin fin dal 1744 cercò di combinare i vantaggi che presentano i focolari aperti con quelli delle stufe, ottenendo l'evacuazione dal locale dell'aria viziata e l'introduzione in esso di un volume equivalente di aria nuova a temperatura non superiore ai 40° o 50°.

Nel caminetto Joly i gas caldi si muovono nell'interno di tubi che sono lambiti all'esterno dall'aria da riscaldare (fig. 1853, 1854, 1855). Con ciò riesce diminuito il pericolo che per le sconnessure inevitabili nei giunti abbiano a mescolarsi coll'aria i prodotti della combustione, inquantochè per l'aspirazione del camino essendo nei tubi la pressione minore che all'esterno, quando esista comunicazione coll'aria questa sarà aspirata con quelli.

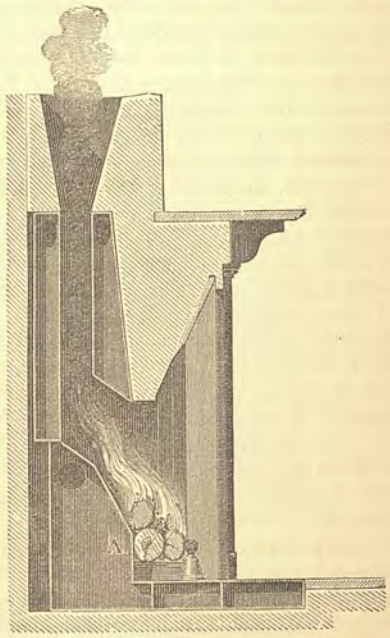


Fig. 1852. — Caminetto Leras.

Il focolare A B è costituito da una nicchia in ghisa B la cui parete anteriore è liscia mentre la posteriore è ondulata e munita di nervature. In alto questa ha un foro pel passaggio del fumo che può chiudersi in tutto od in parte con una valvola E; si modera con essa la tirata, si evitano le correnti discendenti e per conseguenza il riversarsi del fumo nell'ambiente, ed abbassandola del

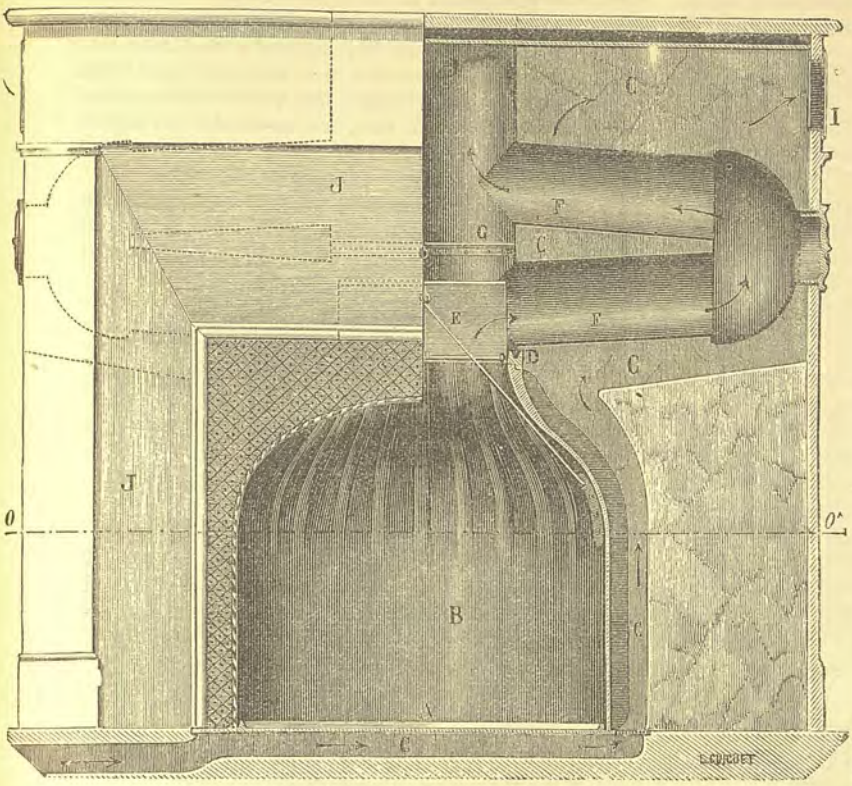


Fig. 1853.

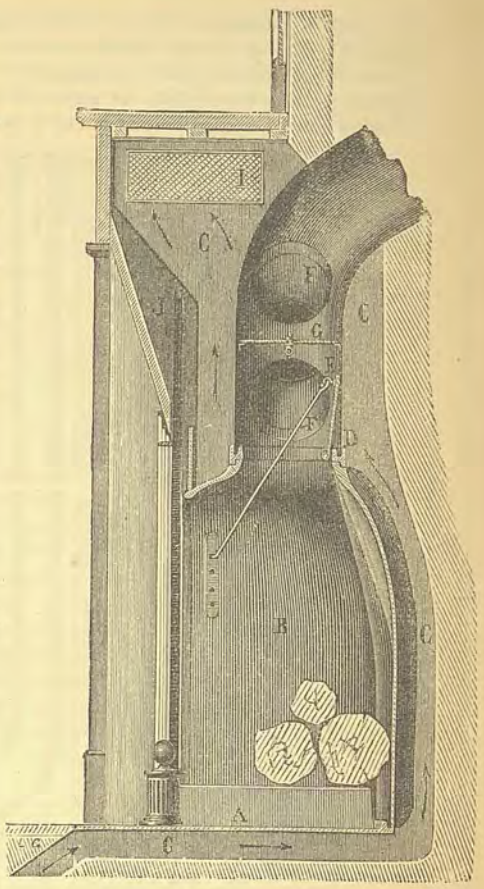


Fig. 1855.

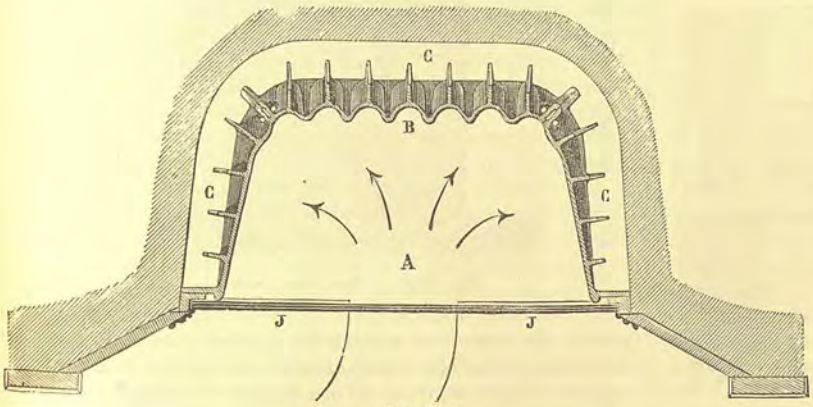


Fig. 1854.

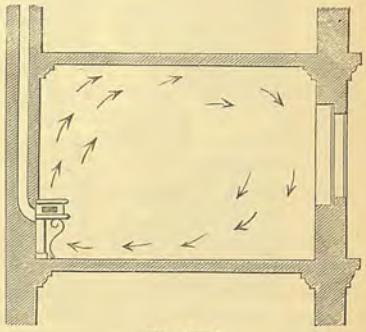


Fig. 1856.

Caminetto Joly (fig. 1853 a 1855).

tutto si toglie la comunicazione del locale colla canna del camino. Per aumentare la superficie di riscaldamento si adatta al di sopra della nicchia un tamburo metallico al quale si innestano due tubi laterali F destinati a dar sfogo al fumo. Un registro G permette o il passaggio diretto del fumo dal focolare al tamburo, oppure obbliga il fumo stesso a percorrere i tubi F. Si tiene il registro nella prima posizione quando si accende il combustibile perchè più facilmente il fumo si sfoghi nel camino; nella seconda lo si tiene quando la combustione è avviata ed il tirante abbastanza energico perchè i gas possano superare la maggior resistenza che incontrano percorrendo i tubi.

L'aria presa all'esterno è guidata sotto il focolare, ai fianchi ed al di dietro di esso in uno spazio C compreso fra la nicchia e la parete del muro a cui essa è addossata. Scaldatasi a contatto della superficie metallica si versa nel locale per bocche di calore I. Essendo calda si dirige in alto, ma chiamata dalla aspirazione del camino è obbligata a discendere e andando alla bocca del focolare sostituisce quella del locale (fig. 1856).

Con questo apparecchio, senza perdere i vantaggi del focolare aperto, si utilizza una parte considerevole del calore prodotto, che altrimenti andrebbe perduta. Il coefficiente di rendimento è compreso fra 0,20 e 0,30.

Il grande passaggio offerto all'aria permettendo che questa entri nel locale a temperatura moderata ed in quantità sufficiente per compensare l'aspirazione del camino, riescono evitate le correnti moleste di aria fredda per gli spiragli delle porte e delle finestre.

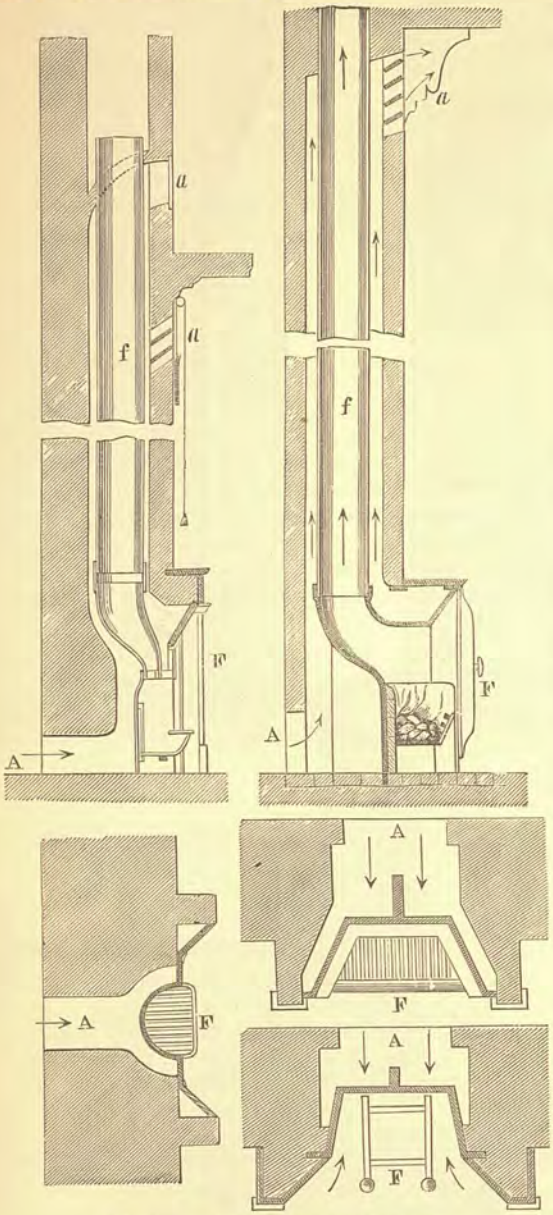


Fig. 1857. — Caminetto Douglas Galton.

Un'altra forma di caminetto che può applicarsi in molti casi e che permette di versare nel locale alla temperatura moderata da 30° a 35° tanta aria quanta ne è aspirata, è quella dovuta al Douglas Galton, ufficiale del Corpo degli ingegneri militari d'Inghilterra. Questo tipo di caminetto ebbe molte applicazioni in caserme ed ospedali (fig. 1857) (1).

Questo camino si compone di un focolare ordinario F isolato dal muro. Il tubo del fumo *f* metallico è posto nell'interno della canna; questa all'altezza del soffitto del locale da scaldare è chiusa con un tramezzo e comunica in basso per l'apertura A coll'esterno. Così l'aria che entra per questa nella canna si riscalda a contatto del focolare e del tubo del fumo. Nella parete interna del muro ed all'altezza del soffitto è praticata una bocca *a* munita di persiana per la quale l'aria calda si versa nell'ambiente. Dirigendosi, perchè calda, al soffitto si stende contro di esso, ma chiamata dall'aspirazione del focolare discende lentamente spazzando avanti a sè l'aria guasta, ed esce con questa pel camino.

Da esperienze fatte nel 1864 dal Morin (opera citata, pag. 59) su uno di questi apparecchi collocati in una camera del Conservatorio di Arti e Mestieri di Parigi,

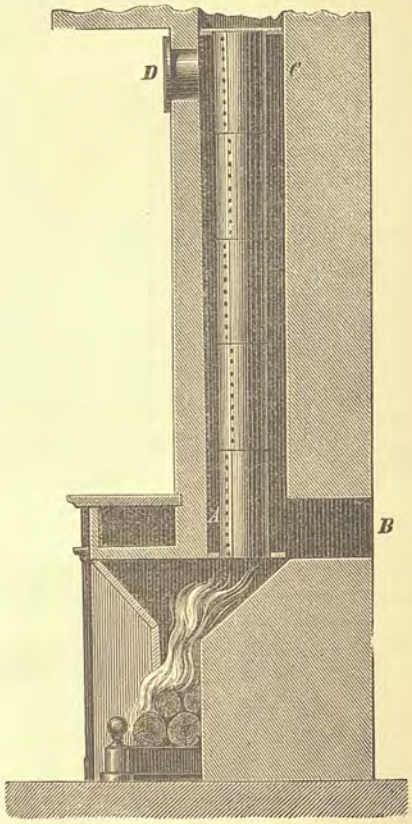


Fig. 1858. — Caminetto Péclet.

risultò che essendo la sezione del condotto del fumo di m^2 0,055, quella della bocca-calore di m^2 0,0634, il medio volume di aria aspirata all'ora fu di m^3 513,74; quello introdotto a temperatura fra 30° e 36° di m^3 412,30, cioè solo 0,8 del volume evacuato. La temperatura dell'ambiente si mantenne presso ai 19° e 20° e l'aria nel locale si rinnovava circa 5 volte all'ora. Il coefficiente di rendimento dell'apparecchio si calcolò tra 0,30 e 0,32. Il volume evacuato essendo stato maggiore dell'introdotto non erano del tutto eliminate le infiltrazioni dalle porte e finestre; le correnti però riuscivano insensibili sia perchè deboli, sia perchè tosto l'aria fredda si mescolava con quella che entrava per la bocca-calore alla temperatura di circa 32°.

In modo analogo alla precedente funziona la disposizione adottata dal Péclet (fig. 1858). Chiusa la sezione della canna con due diaframmi orizzontali uno in basso, l'altro all'altezza del soffitto della camera, fra questi è

(1) Secondo il Morin, *Manuel pratique du chauffage et de la ventilation*, pag 49, il principio fondamentale di questa disposizione è dovuto a Belmas, ufficiale del Genio francese, che la descrisse nel 1832 nel *Memoriale dell'ufficiale del Genio*.

si tiene un dischetto, ad esempio una moneta (fig. 1860), e contro la faccia opposta a quella rivolta verso la fiamma si dirige normalmente ad essa un soffio di aria, si vede la fiamma piegarsi verso il disco. La cagione del fatto sta in ciò che la vena gasosa lanciata contro

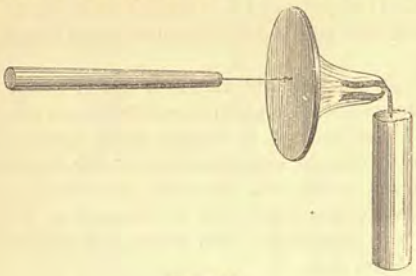


Fig. 1860.

la faccia A B (fig. 1861) non rimbalza, ma si divide in due correnti che lambendo la superficie A B si dirigono in A e B, verso l'alto l'una, verso il basso l'altra. In A ed in B si esercita per parte di queste due correnti una aspirazione sulle particelle aeree circostanti, per la quale la fiamma si ripiega verso la faccia C D. Così pure se in prossimità della fiamma si tiene uno schermo cavo conico o emisferico e si dirige contro di esso e secondo il suo asse un getto d'aria, si vede la fiamma piegarsi verso la cavità dello schermo (fig. 1862).

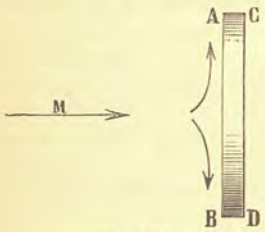


Fig. 1861.

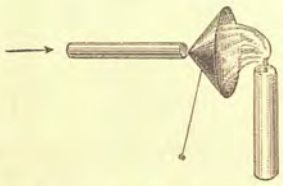


Fig. 1862

Analogamente se in vicinanza di una parete piana si tiene accesa una candela e si dirige contro la parete un getto di aria, si vede la fiamma della candela ripiegarsi verso di essa (fig. 1863): e ciò perchè la vena

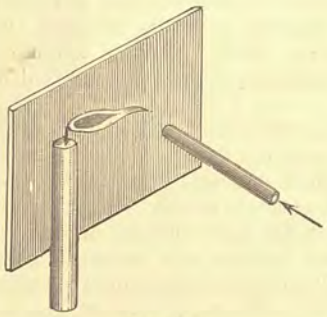


Fig. 1863.

di aria lanciata contro la parete lambendone la superficie, per comunicazione laterale del moto aspira verso di essa le particelle di aria circostanti e quindi la fiamma si inclina.

Se vicino ad una fiamma si pone un tubo cilindrico orizzontale e si dirige un soffio di aria nell'interno del tubo o lungo la superficie esterna in prossimità della base più lontana, si vede la fiamma dirigersi verso l'interno del tubo (fig. 1864 e 1865).

Se si spinge un soffio di aria contro la superficie convessa di un cilindro interposto fra il cannello e la candela, si vede la fiamma allungarsi nella direzione della corrente, e se questa è sufficientemente energica,

Fig. 1864.

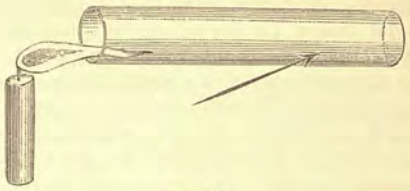


Fig. 1865.

spegnersi (fig. 1866 e 1867). In questo caso la vena lanciata nella direzione *ab* contro l'ostacolo M si divide in due correnti che ne lambiscono la superficie convessa ed a breve distanza da essa si riuniscono in una corrente sola diretta contro la fiamma.

Questa proprietà dei gas di lambire la superficie degli ostacoli contro cui sono lanciati rende ragione dell'inversione nel moto del fumo che si verifica in un camino

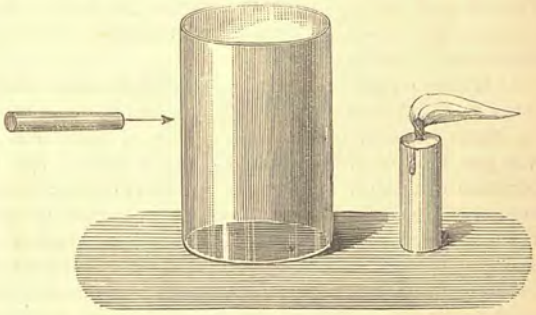


Fig. 1866.

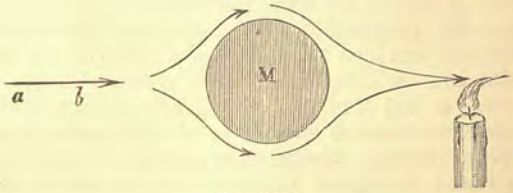


Fig 1867.

che sia dominato da una collina o da un edifizio più alto allorquando il vento soffia in una data direzione (fig. 1868). Siano A e B due edifizi vicini di diversa altezza e nella direzione A B soffii un vento orizzontale: urtando questo contro il culmine D del tetto dell'edifizio A, si ripiega a lambirne la falda D E, penetra nella canna del camino C ed obbliga il fumo a ripiegarsi in basso. In questo caso se coll'aggiunta di un tubo si innalza il fumajuolo C di quanto basta perchè il vento che soffia secondo D E non possa penetrarvi entro, sarà soppressa la causa del fumo. Ciò non può farsi allorquando la differenza di altezza dei due edifici è molto grande o quando l'edificio B è a' piedi di un monte. In questo

tenuto un tubo metallico destinato a sfogare il fumo. Lo spazio A C compreso fra il tubo e la canna da camino comunica in basso coll'apertura B coll'esterno, in alto mediante la bocca D col locale. L'aria presa dall'esterno passa nel vano fra il tubo del fumo e la canna: si riscalda lambendone la superficie e si versa per la bocca superiore nell'ambiente.

Le modificazioni al caminetto semplice state descritte sono in realtà una trasformazione del caminetto nella stufa; colla differenza però che mentre nella stufa ordinaria il calore svolto dalla combustione serve essenzialmente e quasi esclusivamente al riscaldamento, nel caminetto solo una frazione di esso è impiegata nel riscaldamento, la parte principale è spesa nella ventilazione del locale. Le due azioni prodotte dal camino, come già si disse, combinate colla semplicità della costruzione ne costituiscono un pregio importantissimo. Per ciò nei paesi a clima moderato il caminetto nella sua forma semplice si presenta per le ordinarie camere di abitazione come il più adatto fra gli apparecchi di riscaldamento, purchè sia costrutto con quei perfezionamenti che assicurano un riscaldamento ed una ventilazione in giusta misura fra loro coordinati.

Ora oltre ai difetti di cui si è fatto parola presentano spesso i caminetti l'inconveniente gravissimo di mandare fumo nel locale da riscaldare.

Le cause per le quali un caminetto può dar fumo sono molteplici; ed il problema frequentissimo nella pratica di impedire efficacemente e perennemente che dalla bocca il fumo si riversi nel locale, se in molti casi è semplice, può in altri presentare difficoltà non lievi.

Per ciò sarà utile che da noi si faccia per sommi capi un cenno delle cause di fumo dei caminetti e che se ne indichino gli opportuni rimedi.

1° Quando per impedire le correnti moleste d'aria esterna si chiudono con cura gli spiragli delle porte e delle finestre, si riconosce spesso che il fumo non si avvia per la gola del camino se non a stento, che si producono ora sbuffi all'interno ora lievi correnti continue, sbuffi o correnti che cessano all'aprirsi di una porta o al socchiudersi di una finestra. Le chiusure al passaggio dell'aria impediscono a questa di arrivare alla bocca del camino in quantità sufficiente per alimentarne l'aspirazione; i prodotti della combustione ristagnano a contatto del combustibile ed in parte si diffondono nel locale. Occorre in tal caso, per evitare il rigurgito del fumo, dare al caminetto una presa di aria apposita, aprire cioè una luce comunicante coll'esterno che guidi al focolare la quantità di aria necessaria. Ma nel disporre le luci di immissione dell'aria esterna si abbia la massima cura di fare in modo che non possano prodursi correnti sentite dalle persone. Questo pericolo riesce facilmente evitato se invece di mandare nel locale l'aria alla temperatura esterna la si fa arrivare parzialmente riscaldata, e guidandola al di sotto del focolare e lateralmente ad esso la si riversa nel locale per bocche situate a conveniente altezza. Si trasforma così il caminetto ordinario nel caminetto stufa: adottando le forme più semplici e più comode si avrà nell'igiene e nell'economia del riscaldamento un compenso alla maggior spesa di costruzione.

2° Quando in un medesimo ambiente od in due fra loro comunicanti sono in attività due camini, l'aspirazione dell'uno si esercita pure sull'altro per guisa che pel meno potente si produce un richiamo del fumo verso il basso. Se il riversarsi del fumo nel locale si verifica solo nei primi momenti di attività di uno dei camini, lo si può evitare accendendo per primo il meno potente dei due; quando la canna di questo sia sufficientemente riscaldata ed il moto in ascesa dei gas caldi a regime, si può avviare il più energico: l'aspirazione di questo non potrà allora in generale invertire il movimento dei gas in quello. Meglio però ed in modo indubbio si rendono i due camini indipendenti l'un dall'altro dando a ciascuno, o almeno al più potente dei due, una presa d'aria esterna apposita.

3° Nelle case di abitazione a più piani si verifica spesso che i camini dei piani superiori dànno fumo. Causa di ciò è l'insufficienza di altezza della canna; in generale basta prolungare questa con un tubo di pochi metri di lunghezza perchè sia favorito il deflusso del fumo; basta pure spesso diminuire le dimensioni della bocca del camino e di deflusso della canna, col che si aumenta la velocità dei gas.

4° Quando in una medesima canna si raccolgono i prodotti delle combustioni che si fanno in più camini, facilmente il movimento dei gas di uno riesce in tutto od in parte impedito da quello dei gas dell'altro. Nei camini per forni industriali ragioni di economia possono consigliare di immettere in un solo condotto i gas percorrenti canali diversi. Questa disposizione non deve mai adottarsi nei condotti del fumo degli apparecchi destinati al riscaldamento dei locali di abitazione. Essa difatti, oltre ai danni che arreca per le comunicazioni acustiche che si stabiliscono fra locali che devono stare separati, può essere causa che in un locale, in cui non si fa fuoco, si riversi il fumo prodotto nel camino

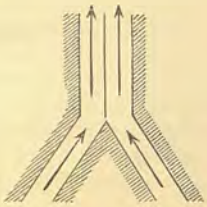


Fig. 1859.

di altro ambiente. Siccome però in certi edifizi di antica costruzione tale fatto si verifica, così per diminuirne l'inconveniente converrà dividere il condotto comune in tronchi separati mediante tramezzi verticali che guidino per una certa altezza le singole correnti ad unirsi fra loro lungo l'asse della canna di evacuazione (fig. 1859).

5° Allorquando il fumajuolo di un caminetto è addossato ad un muro o è dominato da un edifizio più alto e soffia il vento in una data direzione, il movimento dei gas caldi può essere invertito. Per rendersi ragione del modo di agire del vento contro un camino, conviene osservare che quando una corrente gassosa è lanciata contro un ostacolo essa non vi si riflette secondo le leggi dell'urto dei corpi elastici, ma si espande a contatto di esso lambendone la superficie, e nell'abbandonare questa può produrre un'aspirazione sul gas circostante la quale è causa di fenomeni speciali di comunicazione laterale di movimento. Alcune esperienze semplici possono servir di guida per conoscere quali modificazioni tendano a prodursi nella direzione del moto dei gas in un camino quando il fumajuolo è colpito dal vento; dall'esame di questi fenomeni si potrà conoscere il modo di funzionare dei numerosi apparecchi che si sono immaginati appunto collo scopo di impedire l'azione nociva del vento. Se in prossimità d'una fiamma

caso è indispensabile munire la rocca di una apposita mitra o cuffia che costituisca un riparo all'azione del vento.

Numerose e di forme svariatissime sono le mitre adottate in pratica: alcune di esse sono costrutte con criteri razionali e non solo soddisfano completamente al loro scopo, ma fanno concorrere l'azione stessa del vento a favorire l'uscita dei gas. Alcune sono fisse, altre mobili.

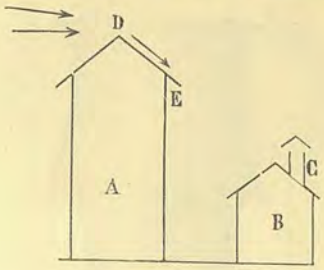


Fig. 1868.

La più semplice consiste in una lastra metallica incurvata disposta con uno dei fianchi dalla parte da cui soffiano i venti dominanti e più forti (fig. 1869). Le due estremità aperte sono munite ciascuna di una lastra verticale tenuta a distanza da esse per lasciare il passaggio al fumo. Analoga alla precedente è la mitra rappresentata nella fig. 1870.

Le mitre mobili sono fatte per modo da disporre, sotto l'azione del vento, la luce di uscita del fumo secondo la sua direzione per guisa che riesca favorito il deflusso.

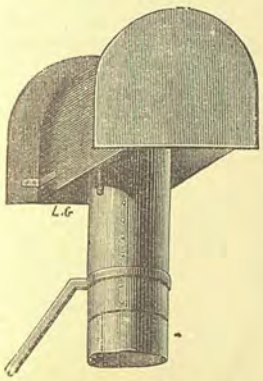


Fig. 1869.

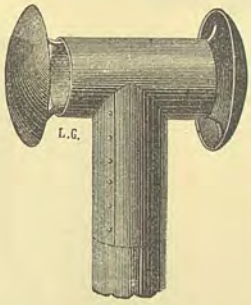


Fig. 1870.

Una delle forme più frequenti è quella rappresentata nella fig. 1871. Un tubo di lamiera B ripiegato ad angolo retto avvolge l'estremità del tubo C del camino; un'asta *a b* mobile attorno ad un asse verticale e fissa al tubo B porta alla sua estremità una banderuola che quando soffia il vento dispone il tubo orizzontale colla bocca nella sua direzione.

Più efficace della precedente è quella rappresentata nella fig. 1872. Il tubo orizzontale girevole attorno all'asse verticale è aperto alle due estremità: quella più vicina all'asse porta un imbuto la cui bocca è rivolta all'esterno ed il cui cannello si prolunga secondo l'asse del tubo orizzontale fino oltre alla bocca del condotto verticale del fumo. Soffiando il vento contro la bocca dell'imbuto, per comunicazione laterale del movimento, si esercita un'aspirazione nel tubo verticale che aumenta la velocità di esito del fumo.

In modo analogo funziona la così detta mitra chinese. Un'asta metallica *a b* verticale (fig. 1873) impiantata sopra una spranga orizzontale *c d* sostiene in bilico un cappello conico. Fra l'orlo del cappello e la bocca CB del camino vi è uno spazio sufficiente allo sfogo del fumo. Sotto l'azione del vento il cappello s'inclina per modo da impedirne l'ingresso nella canna e da lasciare adito al fumo nella direzione di quello.

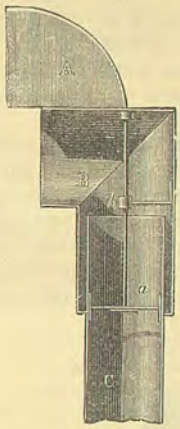


Fig. 1871.

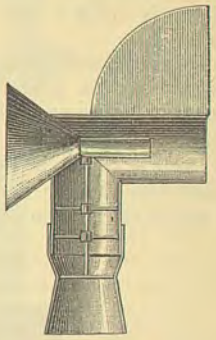


Fig. 1872.

Non meno ingegnosa è la disposizione rappresentata nella fig. 1874. La torretta del camino si prolunga in una cassa parallelepipeda chiusa in alto. Ciascuna delle faccie laterali ha una finestra B sulla quale può disporsi una lastra A portata da un'asta che può girare in una cerniera orizzontale sostenuta dallo spigolo della cassa. Un bottone *a* all'estremità dell'asta fa da contrappeso alla lastra A. Le lastre delle faccie opposte sono collegate fra loro per modo che quando una di esse s'appoggia contro la propria finestra, l'opposta apre la sua.

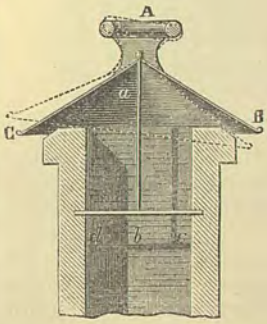


Fig. 1873.

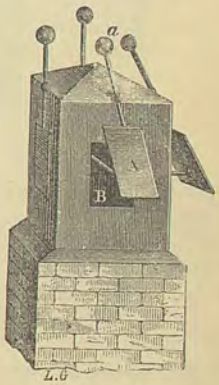


Fig. 1874.

Tutti gli apparecchi mobili descritti ed altri che si sono immaginati si conobbero nella pratica quasi sempre poco efficaci: l'ossidazione del metallo ed il deposito di fuliggine li rendono col tempo poco sensibili all'azione dei venti, e facili a deteriorarsi.

In generale l'esperienza ha dimostrato che alle mitre mobili sono preferibili le fisse, e fra queste quelle limitate da superficie di tale curvatura che lo espandersi del vento a contatto di esse favorisca l'uscita dei gas. Fra le mitre fisse, importantissima e che nella pratica dà ottimi risultati è la mitra Wolpert in una delle ultime

forme secondo cui è costrutta nelle officine di Kaiserslautern. Essa è rappresentata nella fig. 1875.

Alla torretta del camino è unito un tubo in lamiera collegato colla mitra propriamente detta. Questa è una cassa metallica a forma di solido di rivoluzione limitato da una superficie di tale curvatura che qualunque sia la direzione del vento che la colpisce, questo scorrendo lungo essa non solo non può mai penetrare nella canna, ma ne aspira il fumo. Un largo cappello che la sormonta impedisce alla pioggia di cadere nella canna del camino e concorre colla cassa principale a favorire l'uscita del fumo. Pel suo modo di funzionare la mitra Wolpert si può chiamare un aspiratore del fumo.

Se il vento è orizzontale, passando fra il cappello e la bocca della mitra produce ivi una rarefazione dell'aria circostante in grazia della quale ne è aspirato il gas interno; il vento poi che urta contro la parete esterna della cassa si divide in due correnti che ne lambiscono la superficie curva e chiamano a loro le particelle gasose che si trovano in vicinanza degli orli della cassa.

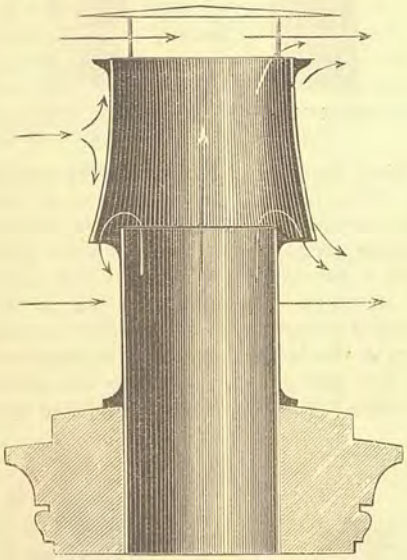


Fig. 1875. — Mitra Wolpert.

In modo analogo agisce un vento obliquo diretto dal basso all'alto, come indica la fig. 1876. Se poi il vento è diretto all'ingiù sia mentre abbandona il coperchio, sia sdrucciolando lungo la parete della cassa produce sempre un'aspirazione sul gas interno.

Anche senza adattare alla rocca una mitra si può talvolta evitare il fumo semplicemente col prolungare la canna con un tubo di diametro minore. Aumenta così la velocità di esso, e questa può riuscire in ogni caso maggiore della componente verticale discendente del vento.

L'uso di una mitra Wolpert o il semplice prolungamento della canna con un tubo di diametro minore, può bastare a togliere il fumo anche quando esso è dovuto all'azione dei raggi solari sulla torretta del camino. Per essa diminuisce, colla differenza di temperatura fra l'interno e l'esterno, la tirata del camino. L'aria poi scaldatasi a contatto del tetto colpito dai raggi solari sale lungo il fumajuolo e può costituire un ostacolo al libero effluire del fumo. Oltre a ciò i muri degli edifizi esposti al sole si scaldano per modo che a contatto di essi si genera una corrente di aria ascendente per la quale si produce un'aspirazione su tutte le aperture. Se il camino non ha una presa d'aria apposita, ma la sua aspirazione si fa per gli spiragli delle finestre, questi manderanno una quantità d'aria minore e la tirata diminuirà. Può inoltre accadere che l'aspirazione esterna si eserciti sul camino, sicchè per esso il fumo discenda e si versi nel locale.

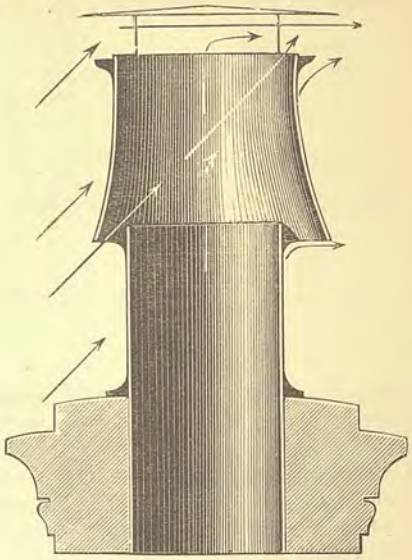


Fig. 1876. — Mitra Wolpert.

In generale poi si evita il rigurgito del fumo col restringere in alto od in basso la canna del camino. Ponendo nell'interno di essa un imbuto sormontato da un tubo per lo sfogo del fumo, riesce impedita l'azione delle correnti discendenti che si producono nella canna (fig. 1877).

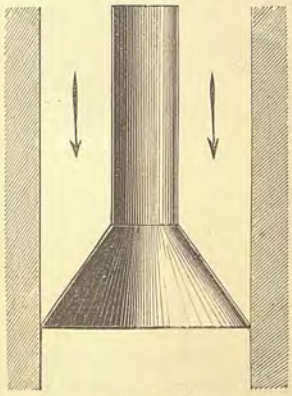


Fig 1877.

Tale disposizione si presenta realmente efficace nel caso di canne di larghezza eccessiva quali si solevano fare non molti anni or sono, per la necessità in cui si era di dare adito ad una persona per la occorrente pulitura.

Abbandonato l'uso barbaro di obbligare una persona al lavoro in condizioni tanto antigieniche, converrà fare per ogni caminetto la canna cilindrica ad asse verticale, di dimensioni sufficienti per dare passaggio al richiesto volume di gas. In generale per un caminetto destinato ad un' ordinaria camera di abitazione può bastare una canna cilindrica di 25 o 30 cm. di diametro.

La pulitura della canna si farà in tal caso con mezzi meccanici. Basterà per ciò far scorrere lungo essa una

corda nella quale sono infilzati degli anelli di ferro da cui sporgono orizzontalmente delle liste di lamiera: queste sfregando le pareti della canna ne staccano la fuliggine (fig. 1878).

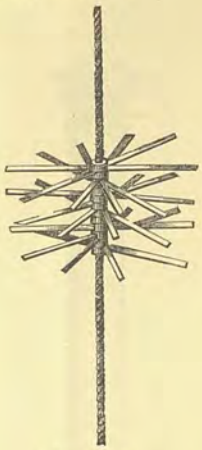


Fig. 1878.

Fig. 1879.

In luogo di queste lastre si potrebbe far scorrere lungo la canna un sacco di cuojo gonfiato con aria munito di punte in ferro (fig. 1879). Per terminare poi la pulitura e staccare il pulviscolo basterà adoperare una scopa costituita da un pacco di liste di stuoja legate strettamente fra loro.

Francline.

Sono apparecchi di riscaldamento intermedii fra il caminetto semplice e la stufa propriamente detta; essi hanno del caminetto la proprietà di permettere la vista della fiamma essendo a focolare aperto; hanno comune colla stufa la proprietà di scaldare l'aria ambiente per contatto colla loro superficie.

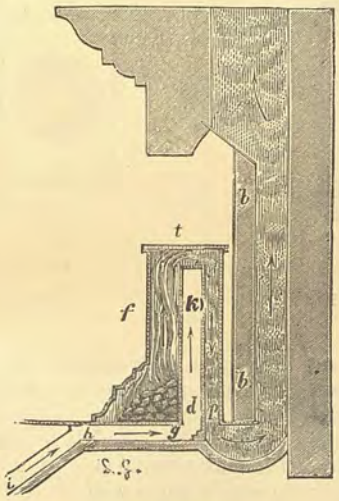


Fig. 1880.

Le francline (fig. 1881) sono formate da una cassa generalmente parallelepipeda a pareti metalliche o di cotto, la faccia anteriore della quale ha un'apertura che costituisce la porta del focolare. Dalla base superiore si eleva un tubo di cotto o di lamiera che guida il fumo in una canna da camino.

Il riscaldamento del locale si fa per irradiazione del combustibile ardente, e per contatto dell'aria colla parete del focolare e del condotto del fumo. Talvolta si pone alla bocca della franclina un registro mobile col quale si facilita l'accensione del combustibile e si impedisce all'atto di essa il rigurgito del fumo nel locale.

È evidente che a pari condizioni il coefficiente di rendimento della franclina è superiore a quello del caminetto. È pure evidente che alcuni fra gli inconvenienti che presentano i caminetti si hanno del pari nelle francline, e che per evitarli valgono le norme sopra indicate.

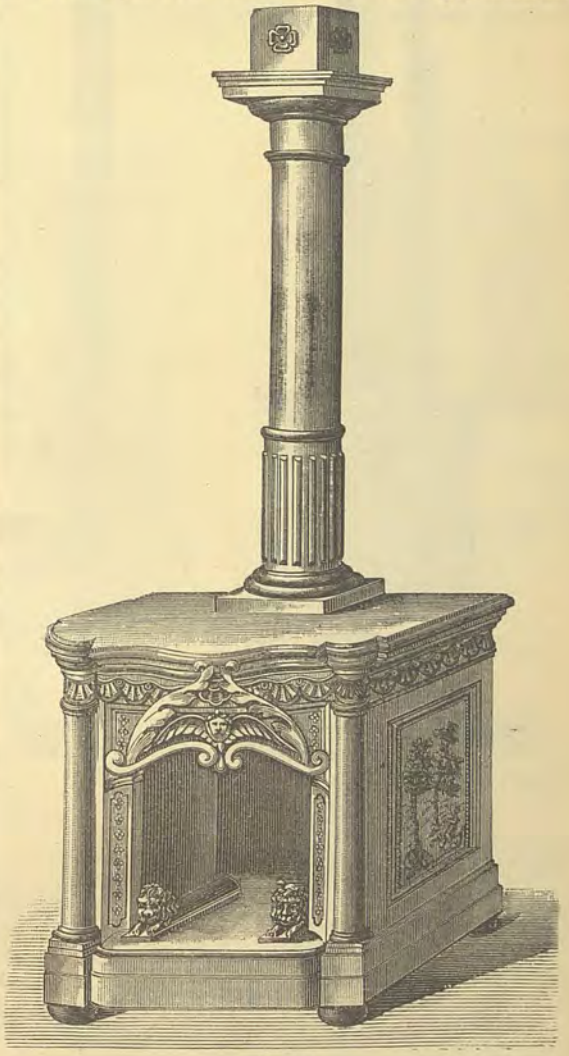


Fig. 1881.

Nella forma quale si vede adoperata generalmente oggigiorno, la franclina si può considerare come una semplificazione del focolare di Pensilvania inventato verso il 1745 da Franklin (fig. 1880).

Consisteva questo in una cassa *f t p* posta nell'interno di un camino: i prodotti della combustione elevatisi nel focolare erano obbligati a ridiscendere per andare in un condotto verticale formato dal muro della canna del camino e da un muricciolo *b b* ad esso parallelo che ne chiudeva la bocca. L'aria presa dall'esterno per un condotto *i* era guidata sotto il focolare in *h g* ed in una cassa *g d k*, per la quale da apposite bocche-calore era versata nel locale.

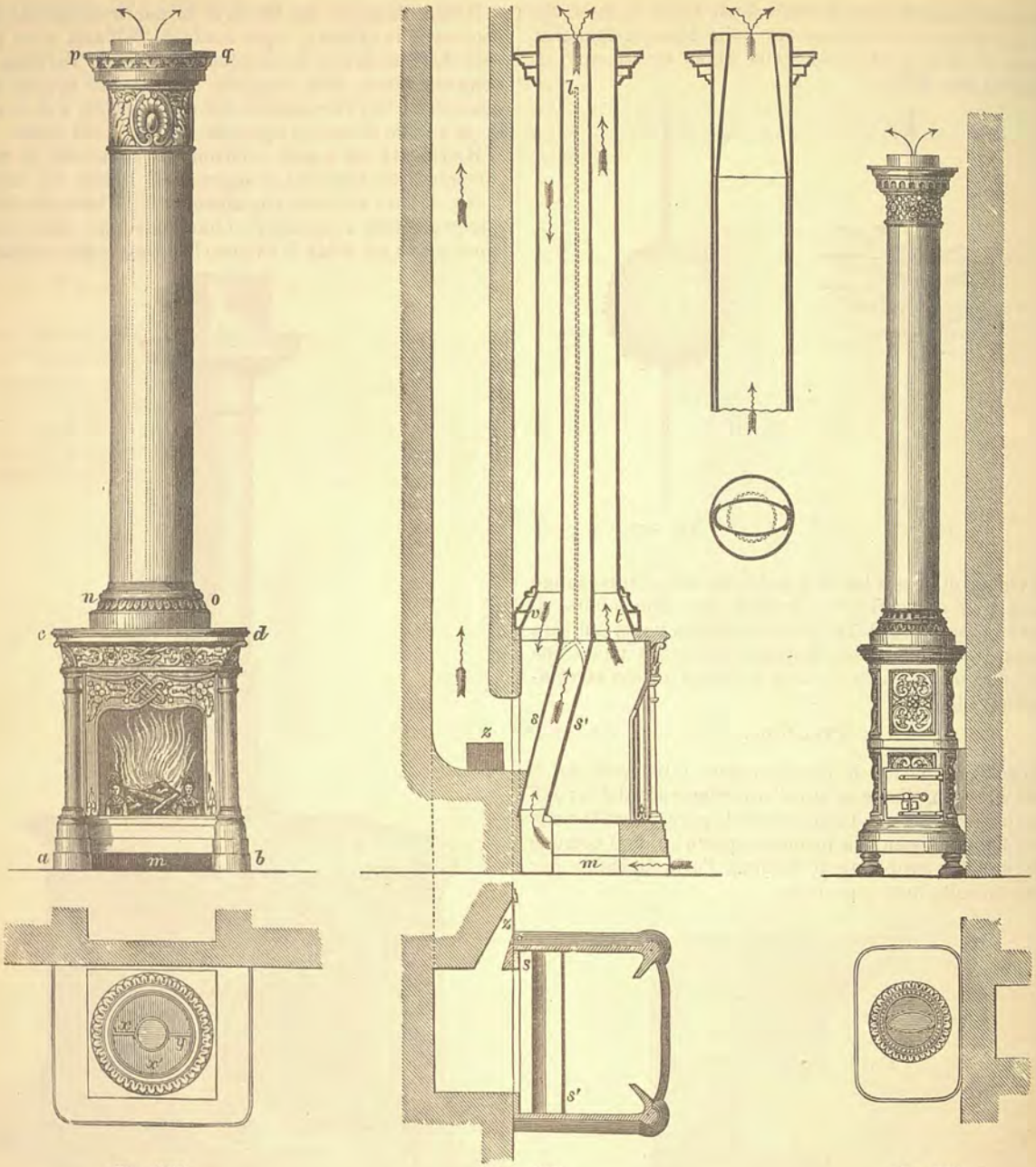


Fig. 1882. Fig. 1883. Fig. 1884.

Franclina ventilatrice De Benedictis (fig. 1882, 1883 e 1884).

Nelle francline semplici moderne sovente è soppressa la camera di aria e la presa di essa dall'esterno; l'aria del locale si rinnova solamente per convessione a contatto della parete del focolare. Queste francline non servono alla ventilazione del locale se non in quanto che, per sopperire all'aspirazione che ha luogo per l'ampia bocca del focolare, l'aria esterna arriva da tutte le aperture che incontra nel suo passaggio. Ne viene che le correnti moleste che si hanno nel riscaldamento col caminetto si verificano pure in quello ottenuto colla franclina.

È per ciò da consigliarsi l'uso di quelle francline perfezionate nelle quali col riscaldamento si provvede alla ventilazione razionale dell'ambiente.

Un perfezionamento di grande importanza collegato a notevole semplicità nella costruzione si ha nella franclina ventilatrice dovuta al colonnello De Benedictis (fig. 1882, 1883, 1884).

Sul fondo del focolare di una franclina ordinaria, ed inclinata verso la bocca è posta una cassa in ghisa *s s'* la quale in basso comunica con un condotto *m* a cui arriva l'aria dal l'esterno del locale. Sulla base superiore di questa cassetta è incastrato un tubo di ghisa aperto in basso ed in alto, contenuto nell'interno della colonna *n o p q* nella quale sale il fumo. Questa è chiusa superiormente, ed in basso comunica colla canna da camino alla quale si addossa la franclina. Il tubo interno

Fig. 1885.

è a sezione elittica coll'asse maggiore uguale al diametro della colonna; verso l'alto si trasforma in un tubo tronco-conico colla bocca superiore circolare e di area equivalente a quella della sezione elittica. Per tal modo la colonna del fumo riesce divisa in due compartimenti, anteriore e posteriore, separati l'un dall'altro fin verso il sommo della colonna, ove comunicano fra loro pel vano che sta fra il tubo e la colonna stessa. I prodotti della combustione salendo nello scompartimento anteriore e discendendo pel posteriore per andare alla canna del camino, cedono calore al tubo interno. L'aria che si muove nella cassa *s s'* e nel tubo si versa nel locale dalla bocca superiore di questo; scaldatasi a contatto della parete interna si dirige verso l'alto, e chiamata dall'aspirazione del focolare discende per strati sensibilmente orizzontali, sostituendo l'aria viziata del locale che è chiamata ad alimentare la combustione.

Al tubo elittico si può sostituire un tubo circolare munito di due alette diametrali che dividano la colonna nei due compartimenti e che si estendano solo fino a circa i tre quarti dell'altezza del tubo (fig. 1885).

Nella franclina De Benedictis, in causa del rapido rinnovarsi dell'aria a contatto della cassa e del tubo le parti metalliche non si arroventano; l'aria accedendo in grande copia al combustibile per la bocca del focolare, la combustione riesce completa e moderata; la colonna che sormonta il focolare potendo essere o di terra cotta o di lamiera, il riscaldamento è più o meno lento, più o meno indipendente dalle variazioni nella condotta del fuoco. Quando non riesca possibile o comodo fare la presa di aria all'esterno del locale, si farà affluire pel canale *m* a scaldarsi nel tubo centrale l'aria stessa dell'ambiente. In tal caso però non saranno evitate le correnti per gli spiragli delle porte e delle finestre, ed il riscaldamento riuscirà meno igienico, non provvedendosi se non in modo imperfetto alla ventilazione del locale.

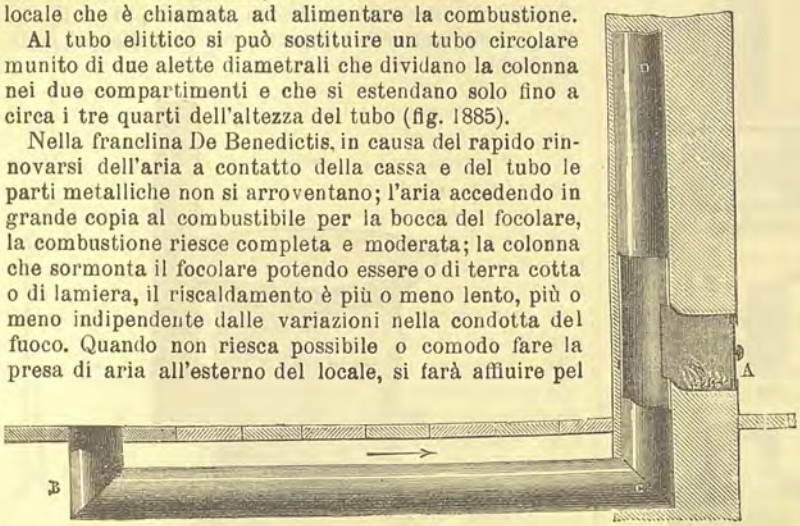


Fig. 1887.

Come una franclina funziona il caminetto di Saxon Snell, conosciuto in Inghilterra sotto il nome di caminetto termidrico (fig. 1886). È costituito da una cassa metallica nel cui interno vi è una serie di tubi comunicanti fra loro e contenenti dell'acqua, lambiti dai prodotti della combustione. L'aria presa all'esterno per un condotto sottostante passa a contatto di questi tubi prima di versarsi calda nel locale. A seconda della quantità di acqua che si ha nell'apparecchio il riscaldamento è più o meno costante ed indipendente dalle irregolarità nella condotta del fuoco; l'aria poi non può mai essere nè troppo calda nè troppo secca.

Dirigendo in basso il condotto del fumo in un canale sotto il pavimento comunicante colla canna da camino, si può collocare la franclina in qualsivoglia parte della camera da scaldare. In questo caso però è indispensabile porre alla base della canna un piccolo focolare A od un becco a gas per stabilire la tirata quando si accende il combustibile (fig. 1887).

Stufe.

Mentre nei caminetti ordinari si ha un focolare aperto e si utilizza pel riscaldamento il calore irradiato verso il locale, nelle stufe il focolare è chiuso, i prodotti della combustione prima di sfogarsi all'esterno circolano in tubi o condotti ed il calore da essi ceduto alle pareti è trasmesso all'aria che si diffonde poi calda nel locale.

A seconda della sostanza da cui sono costituite le superficie di riscaldamento dell'aria, le stufe si dividono in stufe metalliche e stufe di terra cotta (1).

In causa della debole conduttività dei laterizi le stufe di cotto si scaldano meno prontamente delle metalliche, ma riscaldate abbandonano lentamente il calore immagazzinato in loro, di guisa che si prestano meglio delle metalliche a dare un riscaldamento costante, indipendente dalle irregolarità nella condotta del fuoco. Si usano per ciò specialmente nei paesi nordici, come in Svezia, in Russia ove la temperatura esterna può abbassarsi a 30 e più gradi sotto zero, e nei quali è indispensabile adottare le precauzioni più minute per preservarsi dal freddo. I combustibili più adatti sono quelli a lunga fiamma, poichè con essi meglio si distribuisce il calore a distanza in lunghi condotti. In tali stufe i prodotti della combustione prima di immettersi nel camino devono percorrere una serie di canali in muratura verticali in salita ed in discesa, o di condotti verticali ed orizzontali lambendo le pareti con cui sono a contatto.

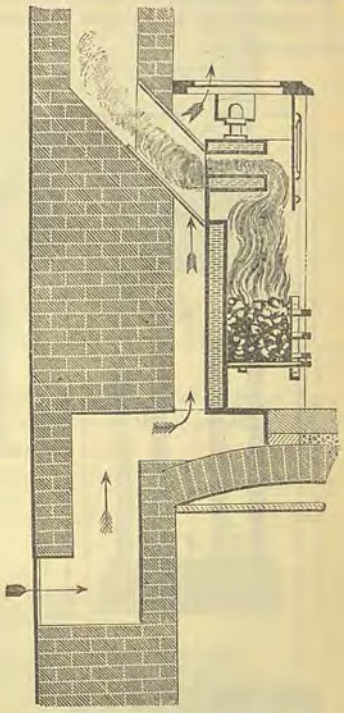


Fig. 1886. — Caminetto Sazon Snell.

Le fig. 1888 e 1889 rappresentano una di queste stufe ed indicano quale tragitto devono percorrere i gas caldi prima di sfogarsi all'esterno.

Per portare la stufa a regime, ottenuta l'accensione del combustibile, si regola l'afflusso dell'aria per guisa da rendere molto viva la combustione; per tal modo il calore prodotto si trasmette prontamente alle pareti della stufa. Quando poi queste sono riscaldate, si diminuisce la tirata chiudendo parzialmente l'accesso dell'aria ali-

(1) In alcune località si sostituisce alla terra cotta la pietra da taglio.

mentatrice della combustione; il calore immagazzinato nelle pareti della stufa si comunica lentamente all'ambiente; si ha un riscaldamento che continua per lungo tempo malgrado la sospensione dell'alimentazione del focolare.

Si usa da alcuni, quando il combustibile privo della parte volatile è ridotto a coke incandescente, chiudere col registro il condotto del fumo. Con ciò si corre pericolo di versare nell'ambiente i prodotti della combustione lenta, quali l'ossido di carbonio, il che può essere causa di asfissia. Questo possibile pericolo è così grave che si deve consigliare di abolire per ogni stufa il registro o valvola del fumo, bastando a regolare la tirata il manovrare la valvola dell'aria alimentatrice della combustione.

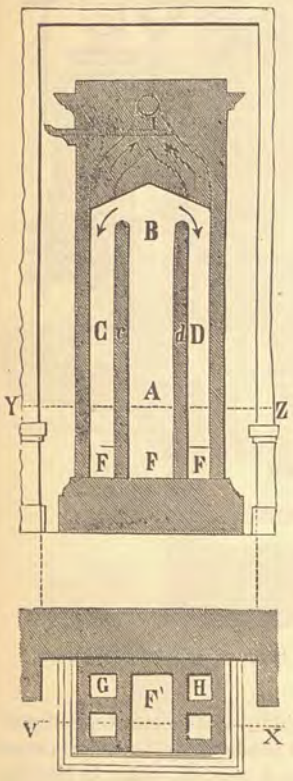


Fig. 1888.

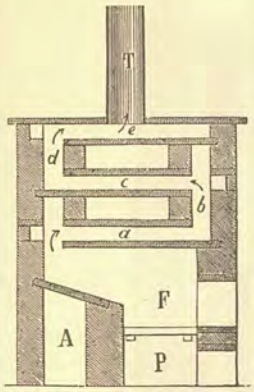


Fig. 1889.

Fig. 1890.

Le grandi stufe di cotto generalmente sono costrutte in mattoni; stufe di dimensioni minori e variamente ornate si fabbricano di majolica specialmente in Germania, e nei nostri paesi in terra refrattaria. Le pareti sono costituite da piastrelle munite di una cornice od intelajatura attorno alla quale corre un orlo con cui si possono collegare le une colle altre.

Le stufe metalliche sono relativamente leggiere, hanno un piccolo peso ridotto in acqua onde servono di preferenza per un riscaldamento intermittente e variabile. In breve raggiungono la temperatura di regime, ma quando si sospende il fuoco o se ne diminuisce l'intensità si raffreddano tosto.

Relativamente al modo secondo cui ha luogo il riscaldamento dell'aria, le stufe si distinguono in stufe semplici ed in stufe a circolazione.

Una stufa semplice è costituita da un focolare chiuso posto nell'ambiente da riscaldare comunicante mediante un tubo con una canna da camino. Le forme di stufe semplici sono svariatissime. Nella fig. 1890 è rappresentata una stufa semplice costituita da una cassa in ghisa risultante di due pezzi a forma di tronco di cono sovrapposti. Essa è montata sopra tre piedi che la isolano dal suolo ed è divisa in due parti dalla graticola. Una porta serve al carico del combustibile ed un'altra sottostante alla graticola è quella del cinerario. Analoga è la stufa rappresentata nella fig. 1891. In questa stufa quando la combustione è attiva le pareti si arroventano facilmente, ed anche con un riscaldamento moderato il calore da esse irradiato produce una sensazione molesta, spesso intollerabile. L'uso di questa stufa va man mano perdendosi ed essa fu citata solo perchè, se per la semplicità sua costituisce il più umile ed economico fra gli apparecchi di riscaldamento, ed era un tempo molto in uso nei locali in cui non era richiesta una decorazione anche modesta, si noti che essa, come risulterà in seguito, è una delle più antigieniche.

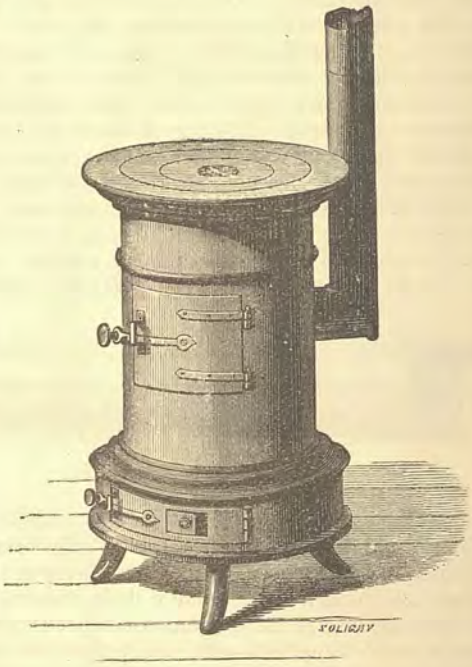


Fig. 1891.

Semplice come la precedente, ma ad essa preferibile, è la stufa cilindrica rappresentata nella fig. 1892. Essa è costituita da più cilindri incastrati l'uno nell'altro le cui connessure si lutano con argilla. Il cilindro *a* che si eleva sullo zoccolo della stufa è chiuso superiormente con un coperchio a tenuta perfetta; sotto a questo si stacca il tubo *b* che guida il fumo nella canna da camino. Nella parte cilindrica sottostante più larga un recipiente di terra cotta *d* costituisce il focolare; questo vaso preserva le pareti della stufa dall'arroventamento. Sotto la graticola *h* vi è il cinerario *g*. La superficie di riscaldamento è costituita dalla superficie esterna della stufa e da quella laterale del tubo del fumo. Talvolta allo scopo di utilizzare meglio il calore dei prodotti della combustione si aumenta con tramezzi orizzontali e verticali il cammino che essi devono percorrere prima di immettersi nella canna di sfogo. Il focolare in terra refrattaria e la graticola sono indipendenti dal resto della stufa per poterli all'uopo estrarre e sostituire con altri nuovi. La cassetta per la

cenere è scorrevole su guide ed è provvista di una porta a registro per regolare la combustione, variando l'accesso dell'aria al focolare.

Nelle stufe semplici l'aria del locale si riscalda a contatto della loro superficie, e salendo lungo essa, lascia posto ad altra: si produce così nell'aria dell'ambiente un movimento in virtù del quale essa si riscalda grado grado.

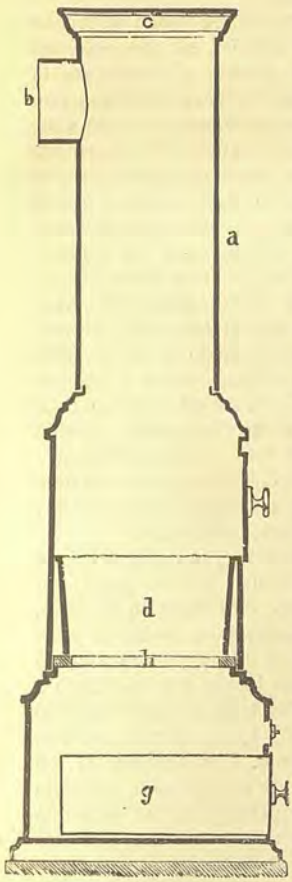


Fig. 1892.
Stufa cilindrica semplice.

Nelle stufe invece dette a circolazione, l'aria si rinnova a contatto della superficie di riscaldamento percorrendo condotti o canali appositi dai quali è versata calda nel locale. Generalmente i condotti in cui circola l'aria sono costituiti dallo spazio compreso fra le pareti del focolare e dei condotti del fumo, ed un involucro esterno che avvolge tutto l'apparecchio, al quale si dà il nome di camicia o mantello della stufa. In questo poi, verso l'alto, sono praticate le luci che servono a versare l'aria calda nel locale, luci che si denominano bocche di calore: in basso esso o è sollevato dal pavimento mediante peduncoli che lasciano dei vani pel passaggio dell'aria dell'ambiente, o si appoggia sul pavimento stesso ed allo spazio compreso fra il mantello e la stufa propriamente detta fa capo un canale comunicante coll'esterno. Le luci per cui l'aria da riscaldarsi accede alla stufa si dicono bocche di presa. Se la presa di aria si fa nel locale, il mantello della stufa ha solo per ufficio di mascherare i condotti del fumo e proteggere le persone dall'irradiazione troppo potente della superficie di riscaldamento e da possibili scottature. Quando invece la presa dell'aria si fa all'esterno, si sostituisce con aria nuova riscaldata quella del locale, che ne esce o andando ad alimentare la combustione o guidata ad apposite luci di evacuazione. In questo caso col riscaldamento si provvede alla ventilazione del locale, onde tali stufe a circolazione possono chiamarsi e si chiamano stufe ventilatrici.

Le figure 1893 e 1894 rappresentano una di queste stufe: nella prima l'aria che si scalda è per le bocche A presa nel locale stesso; nella seconda pel condotto H è presa all'esterno.

Proprietà delle stufe. — Le stufe semplici hanno proprietà opposte a quelle dei caminetti ordinari; mentre questi, considerati esclusivamente come apparecchi di riscaldamento, presentano un rendimento minimo, ma producono una ventilazione del locale abbondante anzi spesso eccessiva, quelle sono fra tutti gli apparecchi di riscaldamento i più economici, ma non servono affatto alla ventilazione dell'ambiente. Ed invero tutto il calore svolto dalla combustione nella stufa è utilizzato pel riscaldamento dell'ambiente, eccezione fatta di quella parte sola che è esportata dai prodotti della combustione. Di guisa che indicando con K il potere calorifico del combustibile, con P il peso ridotto

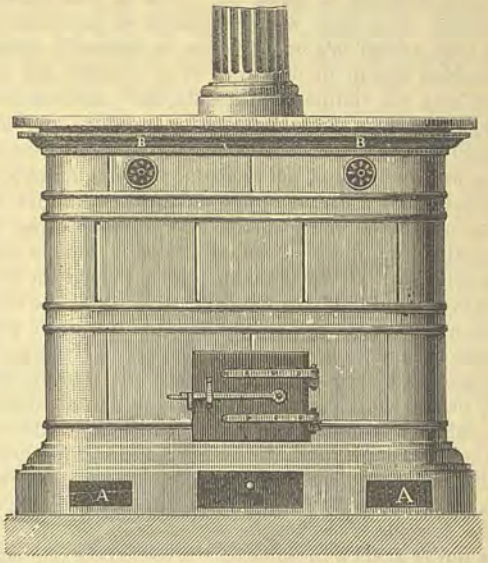


Fig. 1893. — Stufa con circolazione d'aria interna.

in acqua dei prodotti della combustione per chilogramma di combustibile, con T la temperatura con cui il fumo entra nella canna da camino, con t la esterna e con μ il coefficiente di rendimento della stufa, si ha:

$$\mu = \frac{K - P(T - t)}{K}.$$

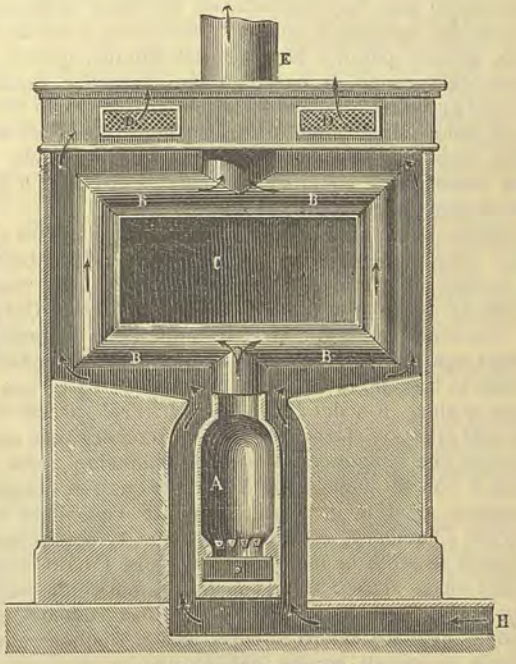


Fig. 1894. — Stufa ventilatrice.

Se il combustibile adoperato è legna, ritenendo $K = 2900$, $P = 3{,}9$ e $T - t = 100$ si ha $\mu = 0{,}866$.

Esperienze eseguite sopra alcune stufe semplici hanno condotto ad un valore di μ anche superiore a 0,90.

Colle dimensioni che generalmente si dànno al condotto del fumo la quantità di aria accedente al combustibile riesce di poco superiore al volume pratico necessario alla combustione, di guisa che l'aria di una camera di ordinarie dimensioni non si rinnova se non una volta ogni otto o dieci ore, mentre che le necessità igieniche richiedono che in un'ora essa vi si ricambi più volte. Quest'aria poi, indipendentemente dall'infezione che per la sola presenza delle persone si produce nel locale quando essa non ne sia esportata e sostituita da altra pura, può facilmente, pel fatto che il riscaldamento si fa mediante una stufa semplice, acquistare qualità antigieniche. Difatti rinnovandosi essa solamente per moto idrostatico, e quindi lentamente a contatto della superficie della stufa, si riscalda ad una temperatura troppo elevata; diventando troppo calda diventa anche troppo secca, e risulta allora profondamente alterata la traspirazione cutanea; questa alterazione produce sempre uno speciale malessere e può cagionare malattie in specie degli organi della respirazione. A contatto poi della parete caldissima della stufa si torrefa il pulviscolo organico contenuto nell'aria, donde quell'odore caratteristico di aria bruciata che si sente in un locale scaldato da una stufa rovente, accompagnato dal diffondersi nell'ambiente di emanazioni nocive alla salute.

Se poi la stufa è in ghisa ed è arroventata può riuscir avvelenata l'aria del locale. È noto difatti il fenomeno dell'occlusione dei metalli per i gas; e si sa dietro le esperienze del Saint-Claire Deville, del Troost e del Graham che la ghisa arroventata diventa permeabile all'ossido di carbonio; di qui la probabilità che arroventandosi la parete della stufa si abbia diffusione di ossido di carbonio nell'ambiente. Questa diffusibilità dell'ossido di carbonio attraverso alla parete di ghisa di una stufa arroventata da alcuni è messa in dubbio osservando che l'arroventamento ha luogo solamente quando nel focolare la combustione è viva, e che in tal caso, essendo potente la tirata del camino, quando si producesse ossido di carbonio esso verrebbe espulso insieme agli altri prodotti della combustione. Può svolgersi ossido di carbonio o per decomposizione dell'anidride carbonica dell'aria e delle materie organiche in essa contenute a contatto del metallo rovente, o per ossidazione del carbonio del metallo stesso.

Qualunque ne sia la causa, l'esperienza dimostrò che l'uso delle stufe in ghisa può produrre cefalee tenaci ed accessi di dispnea dolorosissimi analoghi a quelli dovuti all'ossido di carbonio. Nel 1865 il dottore Carret di Chambery presentò all'Accademia delle scienze di Parigi una memoria relativa ad una epidemia manifestatasi in Savoja, la cui causa egli attribuiva all'uso di stufe in ghisa. Fin dal 1860 e negli inverni successivi e non mai di estate si osservarono i sintomi del male nelle persone che adoperavano pel riscaldamento stufe in ghisa e non in quelle nelle case delle quali si usavano caminetti o stufe in terra. Scoppiata l'epidemia nel liceo di Chambéry, essa cessò quando si sostituirono a quelle le stufe in majolica. Il dottore Carret sperimentò su se stesso: stando in una camera non ventilata e riscaldata da una stufa in ghisa rovente non tardò a provare calore al capo, battiti frequenti delle arterie temporali, nausea, cefalea, ecc., e gli stessi fenomeni furono constatati da altre venti persone. Egli spiegava il fatto fondandosi sulle esperienze di Saint-Claire Deville e Troost, secondo le quali alcuni metalli portati ad alta temperatura diventano permeabili a certi gas, e su quelle di Graham secondo cui, come già si notò, la ghisa al rosso assorbe e condensa l'ossido di carbonio, ed il ferro ed il palladio assorbono e condensano in grande quantità l'idrogeno. Le spiegazioni del dottore Carret non vennero subito accettate dall'Accademia, vedendo alcuni dei suoi membri la causa dei mali accennati, non nell'arroventamento della ghisa, ma nella mancanza di ventilazione degli ambienti, nella torrefazione del pulviscolo atmosferico a contatto del metallo incandescente, nella riduzione dell'anidride carbonica dell'aria.

In seguito alle discussioni che ebbero luogo all'Accademia, Saint-Claire Deville e Troost, su proposta del Morin, eseguirono esperienze dirette a constatare la presenza dell'ossido di carbonio nell'aria scaldata con stufe di ghisa. La stufa su cui sperimentarono era analoga a quella rappresentata nella figura 1890. Essa era avvolta da un inviluppo in ghisa che s'appoggiava sopra scanalature praticate nella parete della stufa; i giunti erano lutati per modo da impedire il passaggio dell'aria esterna nello spazio compreso fra la stufa ed il mantello. Con un tubo comunicante per una estremità in questo spazio, l'aria era guidata ad un apparecchio analizzatore; attraversando una serie di tubi ad U ripieni alcuni di pietra pomice imbibita d'acido solforico, altri di una soluzione di potassa caustica, cedeva il vapore acqueo e l'anidride carbonica; attraversando poi un tubo con ossido di rame scaldato al rosso l'idrogeno e l'ossido di carbonio producevano vapor acqueo ed anidride carbonica. Dalle esperienze risultò che la proporzione dell'ossido di carbonio al volume d'aria aspirato fu 0,00071; 0,00132; 0,00043; 0,00052; 0,00022; 0,00014 (1).

Dietro consiglio di Claude Bernard, in collaborazione del chimico Urbain, il Morin chiuse per tre giorni dei conigli in una sala scaldata a 35° con stufe in metallo, ed in seguito determinò la quantità di ossido di carbonio contenuta nel loro sangue; riconobbe che quando gli animali soggiornavano in un locale non ventilato e riscaldato con stufe di ghisa alla temperatura del rosso cupo, il loro sangue assorbiva da 1,13 a 1,52 di ossido di carbonio per 100 del suo volume. L'esperienza fu poi modificata facendo soggiornare i conigli non più nella camera stessa scaldata dalla stufa in ghisa, ma sotto una campana nella quale si faceva arrivare con un aspiratore dell'aria stata a contatto della stufa arroventata. Dopo trenta ore di soggiorno dei conigli nella campana, in cento centimetri cubici di sangue si trovarono in una esperienza cm^3 0,75 e in un'altra cm^3 1,93 di ossido di carbonio.

Esperienze di altro genere poi dimostrarono in modo diretto la presenza dell'ossido di carbonio nell'aria dell'ambiente.

Dal loro insieme risulta:

1° Che le stufe in ghisa arroventate cagionano nell'aria dei locali in cui sono poste lo sviluppo, in proporzioni variabili a seconda delle circostanze, di ossido di carbonio.

2° Che in proporzioni minori il fatto può aver luogo con stufe in ferro scaldate al calor rosso.

3° Che nei locali scaldati con stufe in ghisa od in ferro le quali siano roventi, l'anidride carbonica dell'aria e quella svolta dalle persone e dai lumi può dar luogo a produzione di ossido di carbonio.

4° Che questo può pure provenire dal pulviscolo organico atmosferico e dall'azione diretta dell'ossigeno dell'aria sul carbonio della ghisa scaldata al calor rosso.

Ora quantità anche minime di ossido di carbonio nell'aria sono sufficienti ad alterare profondamente le fun-

(1) Morin, op. cit.

zioni della respirazione; l'ossido di carbonio è un gas eminentemente tossico, quando circola nei vasi sanguigni si fissa sui globuli rossi del sangue, sottrae ossigeno, ne impedisce l'ematosi. Letale alla dose dell'1,5 per 100, esercita un'azione perniciosa decisa anche solo nella proporzione dell'1 all'1,5 per 1000.

Dal complesso delle varie esperienze eseguite a questo proposito, si può conchiudere che nell'uso di stufe in ghisa arroventate esiste il pericolo di danni gravi alla salute, tra cui la possibilità d'asfissia, che si manifesta coi caratteri di quella dovuta all'ossido di carbonio.

La presenza dell'ossido di carbonio nell'aria si può constatare: o con una carta imbibita di cloruro di palladio, che annerisce per l'azione di esso, o facendo gorgogliare l'aria attraverso ad una soluzione concentrata di cloruro di palladio; o riempiendo di aria una bottiglia della capacità di circa 10 litri contenente 50 cm^3 di soluzione di cloruro di palladio; agitando e lasciandola poi a sè per circa mezz'ora, si osserverà la precipitazione del palladio sotto forma di pagliuzze nere. L'ammoniaca ed il solfuro di idrogeno agendo sul cloruro di palladio quasi come l'ossido di carbonio, si dovrà far passare l'aria dapprima attraverso all'acido solforico diluito e poi attraverso ad una soluzione di acetato basico di piombo. Meglio si rivela la presenza dell'ossido di carbonio ricorrendo alla sua azione sul sangue; scuotendo questo in presenza di quello si scaccia l'ossigeno dell'ossiemoglobina e si forma la carboossiemoglobina, la cui presenza si constata o coll'analisi chimica o coll'analisi spettroscopica.

Sono quindi assolutamente da evitare alcune stufe dette mobili prive di fumajuolo o munite di un semplice tubo che sbocca all'esterno per un foro praticato nella finestra. Tali sono alcune di quelle conosciute col nome di stufe a *carbone sodato*, nelle quali si usa per combustibile un impasto di polvere di carbone con nitrato di sodio. In esse il combustibile brucia senza dare fumo: si ha una combustione molto lenta con produzione di ossido di carbonio che facilmente può diffondersi nell'aria ambiente. L'uso di tali stufe fu causa di danni gravissimi, e l'autorità di polizia di Berlino fu costretta a vietarlo dichiarando questo modo di riscaldamento pericoloso alla salute e per ciò non tollerabile. Lo stesso dicasi per una stufa denominata *Americana* che si carica a coke od a carbone di legna. In questa, costrutta per una combustione lenta ed incompleta, si ha una grande produzione di ossido di carbonio. Se per una causa qualunque i prodotti della combustione rifluiscono nel locale sia dalla porta del focolare, sia dai molti giunti, che questa stufa presenta, l'apparecchio può diventare molto pericoloso; ed infatti si contano non poche vittime della stufa americana (1).

Nel fascicolo di maggio 1893 del giornale *L'Ingegneria civile e le arti industriali* sono descritte le esperienze del dottore C. Terni sopra una stufa mobile del tipo A. Nieska di Dresda a *carbon-natron*. Da esse risulta (pag. 78) « che essendo la stufa fortemente riscaldata, quando incomincia a funzionare si avverte nella stanza un odore sgradevole; in seguito aumentando la temperatura si provano disturbi gravi, senso di oppressione e di stanchezza per poco che l'individuo rimanga nella camera. Non sono rari i casi di inconvenienti serii occorsi nelle famiglie che usano questa stufa. Essa funziona come un braciere e riesce assai pericolosa quando venga usata per riscaldare gli ambienti chiusi destinati ad abituale dimora » (2).

Risulta da queste considerazioni essere consigliabile in ogni caso, malgrado la grande economia ottenibile, l'abbandono della stufa in ghisa nella sua forma più semplice nei locali di ordinaria abitazione; che solamente per ragioni di minor spesa l'uso di essa deve limitarsi a locali comunicanti coll'esterno, in cui per l'apertura frequente delle porte si produce una rapida ed abbondante rinnovazione dell'aria, come sarebbero i vestiboli e le scale, e che in ogni caso devesi condurre la combustione per modo da non arroventarne mai le pareti. Uguali inconvenienti possono presentare le stufe a circolazione nelle quali l'aria stessa dell'ambiente per luci praticate in fondo al mantello passa a riscaldarsi a contatto della stufa e si versa nel locale per aperture poste in alto. Se in realtà con queste stufe si ha un riscaldamento rapido pel diffondersi dell'aria calda nell'ambiente, non si ottiene con esse il vantaggio di sostituire l'aria del locale di mano in mano che si guasta, con altrettanta aria pura; esse non cooperano a produrre la ventilazione del locale se non perchè una parte dell'aria va per la bocca del focolare ad alimentare la combustione. Ora non essendovi passaggi appositi per l'aria che deve sostituire quella che esce, si producono necessariamente delle correnti per le connessure delle porte e delle finestre. Colle dimensioni poi che ancora in molti casi anche oggi giorno si dànno alle bocche a calore, l'aria non può rinnovarsi se non lentamente a contatto della superficie della stufa; riesce quindi troppo calda. Tanto è che non è raro il caso di verificare che per le bocche a calore l'aria esca a 160° o 200° od anche più.

Condizioni essenziali perchè il riscaldamento sia igienico sono: 1° che si versi nel locale aria pura a temperatura moderata; 2° che essa si rinnovi prontamente non appena tende a guastarsi senza che si producano correnti fredde o calde che possano essere sentite dalle persone.

È evidente che a queste condizioni essenziali possono soddisfare solo quelle fra le stufe con presa d'aria esterna che dicemmo ventilatrici, quando siano bene proporzionate e ben costrutte. Occorre per ciò che:

a) L'aria presa dall'esterno là ove non s'abbia a temere che sia inquinata di materie nocive sia guidata al di sotto della stufa;

b) Nel suo movimento incontri le resistenze più piccole possibili per cambiamenti di sezione e di direzione;

c) L'aria calda si versi nell'ambiente dalla parte più alta del mantello lasciata aperta, o per una cornice cava, o per luci così poste che essa non possa mai investire le persone;

d) La temperatura dell'aria alle bocche-calore non sia superiore a 40° o 45° C;

e) Abbia quest'aria un conveniente grado di umidità;

f) Non sia inquinata dai prodotti della combustione;

g) Nessuna delle pareti metalliche della stufa possa arroventarsi;

h) L'aria, che, perchè calda, dalle bocche-calore si dirige immediatamente al soffitto, sia obbligata a discendere spazzando innanzi a sè quella corrotta e si sfoghi all'esterno per appositi condotti.

Queste condizioni in generale tanto meglio si soddisferanno quanto più ampi saranno i passaggi all'aria e quanto più sarà grande la quantità di essa che si rinnova a contatto della superficie di riscaldamento, raffreddandola in modo continuo. Se poi i giunti, inevitabili

(1) Roster, *L'aria atmosferica*, pag. 359.

(2) Intorno ai danni prodotti dalle stufe mobili ed a lenta combustione vedasi *L'Ingegneria sanitaria*, 1892, n. 10.

sempre, si ridurranno al minimo possibile, adottando ogni cura perchè si conservino ermetici, ed il tirante del fumo sarà così energico che la pressione nei condotti di esso sia minore di quella nei passaggi dell'aria, riescirà evitato il pericolo di miscela con questa dei prodotti della combustione.

Quando poi la stufa sia metallica, per impedire l'arroventamento delle pareti, converrà mantenere un fuoco continuo e lento proporzionando l'area della graticola al peso di combustibile da abbruciarsi in un'ora, per modo che per ogni metro quadrato di graticola non si consumino che da 20 a 30 Kg. di litantrace o di coke e da 50 a 60 Kg. di legna; e determinando le luci di passaggio dell'aria alimentatrice della combustione per guisa che il volume sia da 3 a 4 volte il volume teorico necessario alla combustione.

L'arroventamento della stufa si evita col rivestirne internamente di mattoni di terra refrattaria il focolare

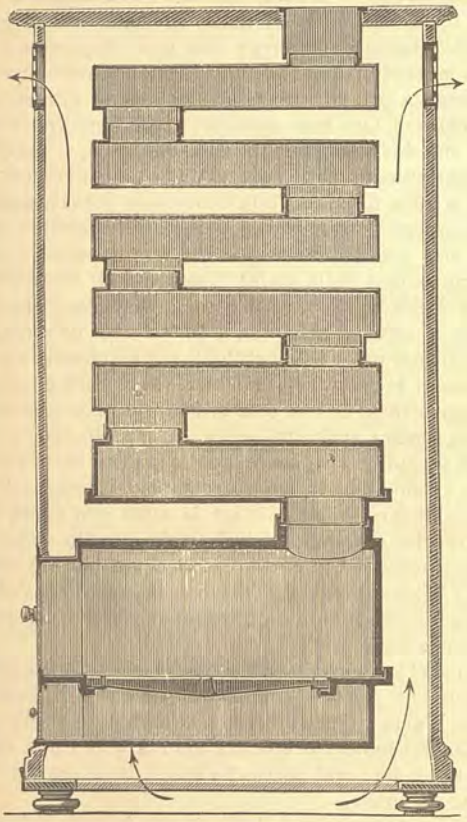


Fig. 1895. — Stufa a cassette.

e quella parte della parete che è a contatto del combustibile ardente od è lambita dalle fiamme. È indispensabile però che il rivestimento in terra refrattaria sia interno e non all'esterno; inquantochè in questo secondo caso a cagione della coibenza della terra riescirebbero, anzichè tolti, facilitati l'arroventamento ed il consumo delle pareti metalliche, ne sarebbe diminuita la trasmissione e con essa l'effetto utile della stufa. Le sconnessure poi e le screpolature che in causa della varia dilatabilità della terra e del metallo si produrrebbero coll'uso renderebbero più probabile il riscaldamento eccessivo ed il guasto dell'aria.

Per aumentare a parità di spazio la superficie di riscaldamento si suole, dalla maggior parte dei costruttori moderni, armare la parete esterna della stufa di nervature o costole di ghisa, colle quali si formano numerosi canaletti verticali pei quali l'aria si dirige in alto. Le correnti che si producono fra le nervature impediscono l'eccessivo riscaldamento della superficie scaldante e possono bastare, quando l'accesso dell'aria sia nella ragion voluta, di per sè sole ad impedire l'arroventamento anche quando manchi il rivestimento interno in mattoni refrattari.

Finalmente per evitare i danni che provengono dalla eccessiva secchezza dell'aria, conviene disporre alla parte più elevata della stufa un vaso contenente acqua con larga superficie evaporante.

Per vedere se le condizioni accennate siano state soddisfatte, e come possano soddisfarsi, tornerà utile l'esaminare alcuni tipi di stufe fra quelli più diffusi nella pratica.

In Piemonte sono ancora oggidì molto in uso le stufe metalliche a cassette. Il focolare è costituito (fig. 1895) da una cassa in ghisa divisa da una graticola in due

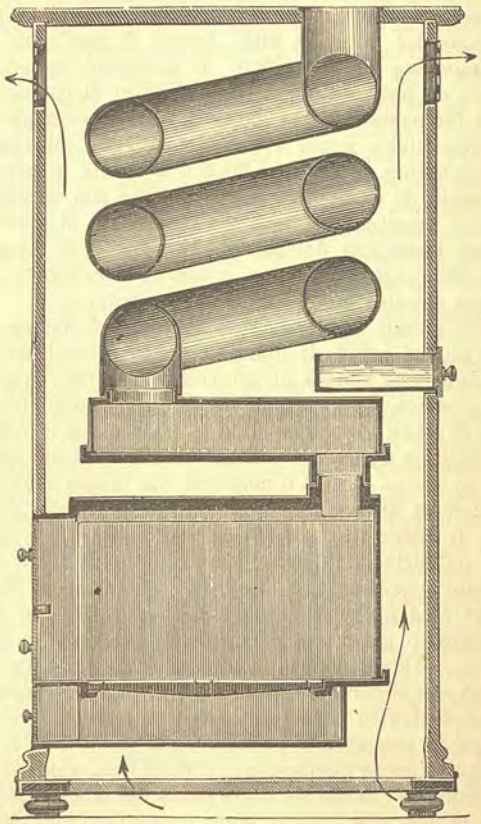


Fig. 1896. — Stufa a serpentino.

parti: la camera di combustione ed il cinerario. Al focolare stanno sovrapposte altre casse parallelepipede comunicanti fra loro per mezzo di un breve tubo, dall'ultima delle quali parte un tubo di lamiera o di cotto che guida i prodotti della combustione al camino e che generalmente concorre colla stufa propriamente detta al riscaldamento dell'aria ambiente. Il sistema delle casse è coperto da un involucro in generale di terra cotta, variamente ornato, che, se la stufa è a semplice circolazione d'aria del locale, porta in basso delle aperture per le quali l'aria accede alla stufa; che se invece, come dovrebbe sempre essere, la presa d'aria si fa all'esterno, in basso è chiuso e l'aria arriva nello spazio compreso fra l'involucro e la stufa dalla luce terminale del condotto di presa.

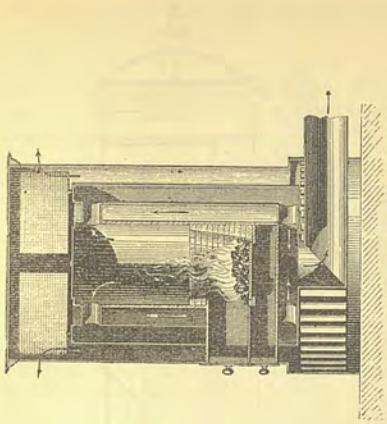


Fig. 1899.

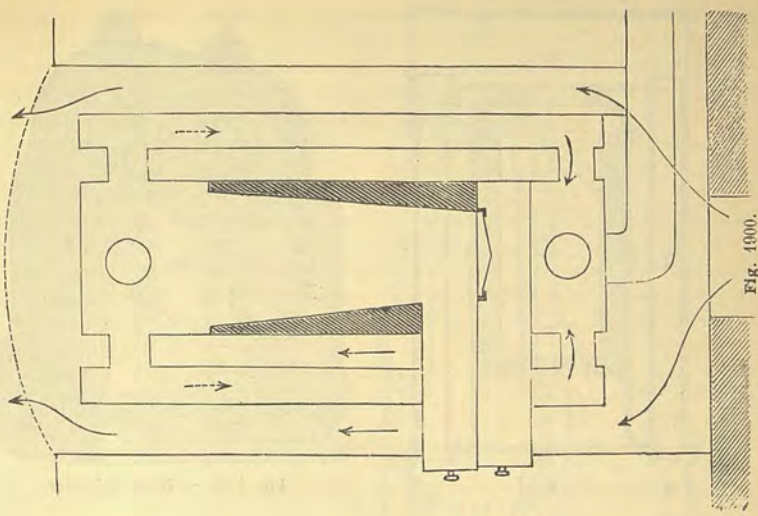
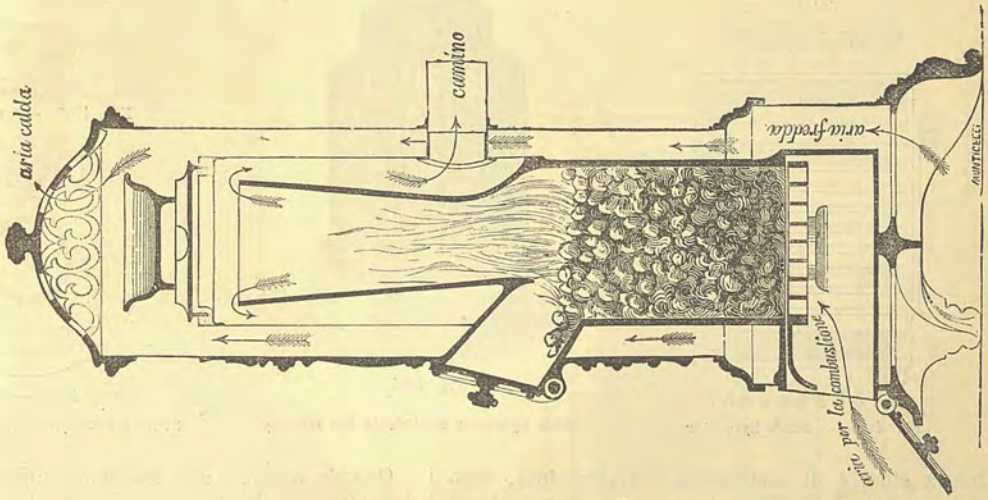


Fig. 1900.



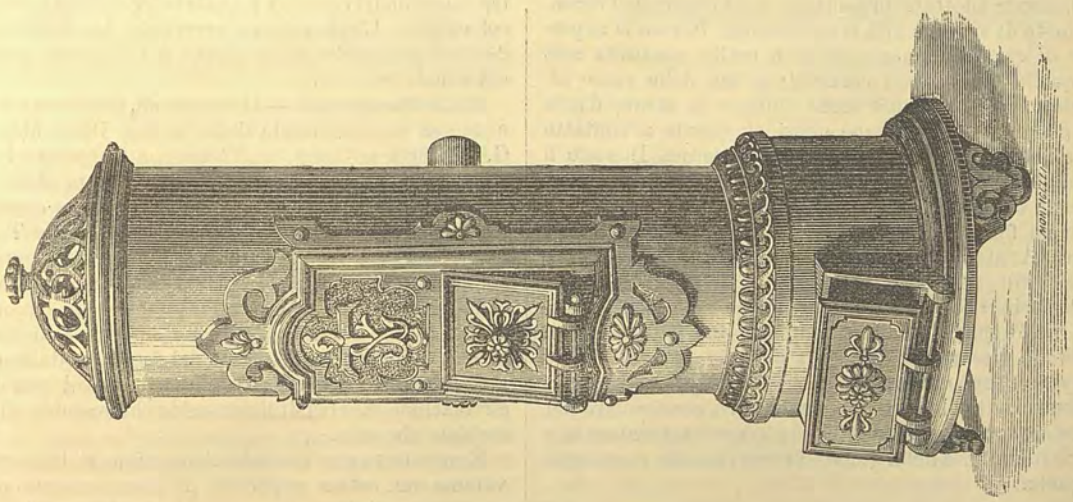


Fig. 1897 e 1898. — Stufa Thiabaud.

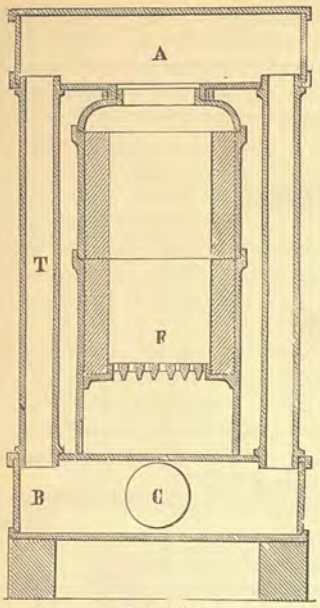


Fig. 1901.

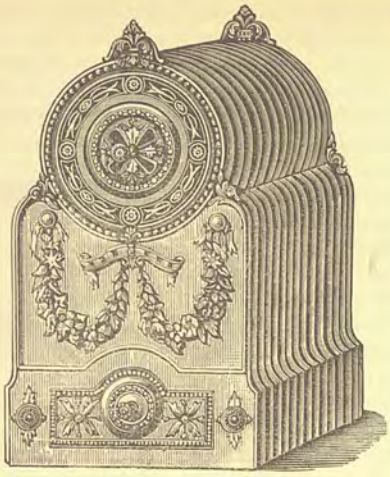


Fig. 1902. — Stufa Sylvester.

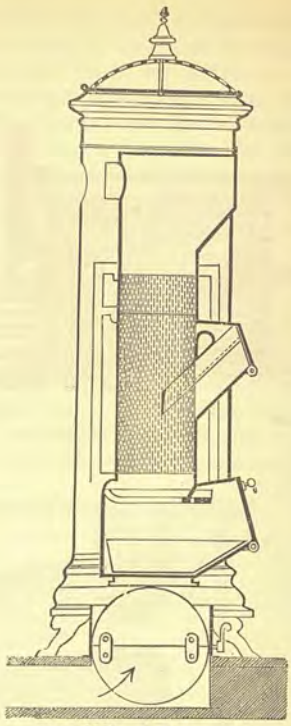


Fig. 1905. — Prospetto.

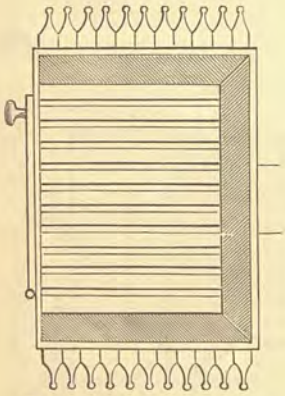


Fig. 1903. — Stufa Sylvester.

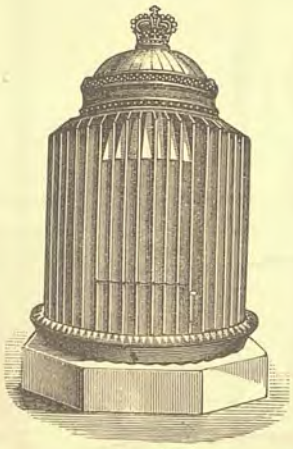


Fig. 1904.

Stufa Sylvester modificata dal Gurney.

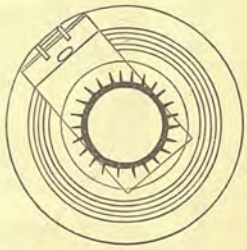


Fig 1906. — Sezione.

Stufa a nervature (fig 1905 e 1906).

Questa stufa è di costruzione semplicissima, sono facili le puliture e le riparazioni, solo coll'aggiunta di qualche cassa si può, quando occorra, aumentare la superficie di riscaldamento. Colle dimensioni però ordinariamente adottate presenta in modo speciale l'inconveniente di versare aria troppo calda. In essa la superficie di riscaldamento utile è in realtà costituita solo da quella delle pareti verticali; le basi delle casse affacciate irradiano l'una verso l'altra e lo strato d'aria fra esse compreso rimane quasi stagnante a contatto della lastra metallica e vi si scalda troppo. Di rado il focolare è rivestito all'interno di muratura, la faccia esterna è liscia onde la facilità specialmente quando vi si fa un fuoco vivo di coke dell'arroventamento della lastra. Analoga alla precedente è la stufa a serpentino (fig. 1896).

Preferibili sono le stufe cilindriche nelle quali l'aria sale nello spazio anulare compreso fra la stufa ed il mantello. Esempio di essa si ha nelle fig. 1897 e 1898 che rappresentano una stufa (sistema Thiabaud) (1), a circolazione con involucro in lamiera di ferro, con focolare per coke, con tramoggia di caricamento e con saturatore alla parte più alta, e nella quale l'aria si riscalda a contatto di quella.

(1) Reuleaux, *Le grandi scoperte*, vol. V, Torino, Unione Tip.-Editr.

Quando occorra una maggiore superficie di riscaldamento si può adottare la disposizione indicata nelle fig. 1899 e 1900. I prodotti della combustione dalla parte superiore del focolare entrano in uno spazio compreso fra due cilindri coassiali il quale inferiòrmente comunica col camino. L'aria esterna arriva dal basso, sale riscaldandosi a contatto della parete del tamburo interno e del canale anulare.

Stufa Chaussenot. — Questa stufa, modificata in parte e messa in commercio dalla antica Ditta Monti ora G. B. Porta e Comp. in Torino, ha il focolare F rivestito di mattoni refrattari; da esso i prodotti della combustione si raccolgono in una scatola o cupola superiore A. Da questa parte una corona di tubi T che in basso sboccano in una cupola inferiore B comunicante col camino C (fig. 1901). L'aria esterna o quella della camera arriva al basso dell'inviluppo che circonda la stufa ed esce calda dall'alto. La superficie di riscaldamento è costituita dal corpo del focolare, dalle cupole e dalle canne percorse dal fumo. Si ha così una doppia circolazione inversa di fluido caldo che scende e di fluido scaldato che sale.

È manifesto che con tale disposizione si ha in piccolo volume una estesa superficie di riscaldamento e nella condizione migliore per raffreddare utilmente il fluido scaldante.

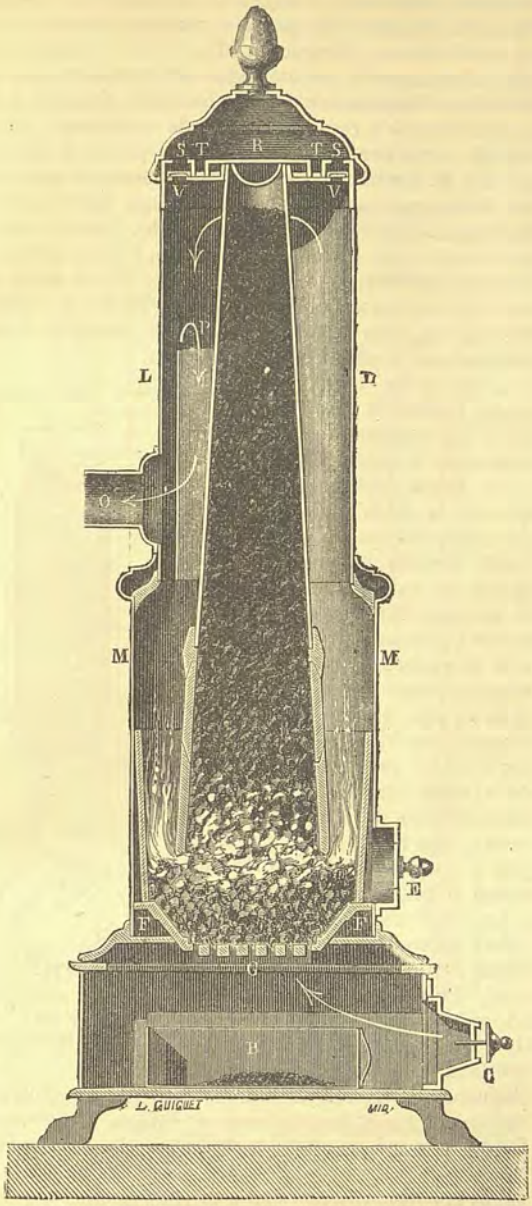


Fig. 1907. — Stufa ad alimentazione continua.

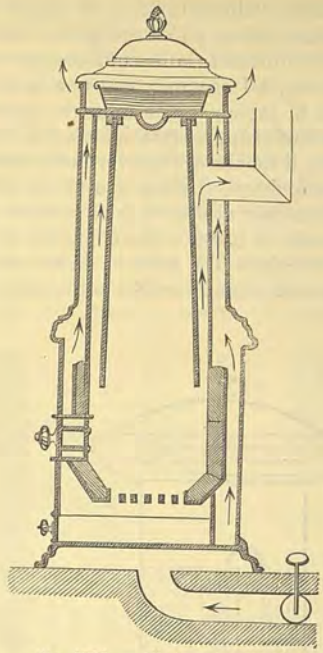


Fig. 1908. — Stufa a tramoggia.

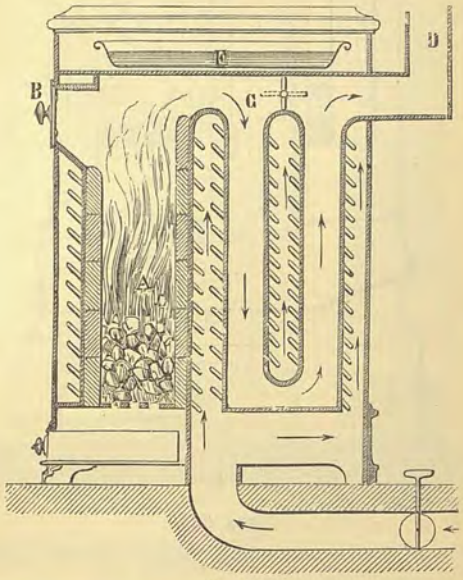


Fig. 1909.

Per aumentare la superficie di riscaldamento di una stufa, come già si è detto, se ne munisce la parete esterna di nervature o costole sporgenti da essa. I canaletti da queste formati costituiscono numerosi facili e grandi passaggi all'aria da riscaldare, per cui riesce meno probabile l'arroventamento della parete ed aumentata la trasmissione del calore. Pare che la prima idea di munire la superficie di una stufa di nervature sia dovuta all'inglese Sylvester (fig. 1902 e 1903) (1). La stufa Sylvester fu poi modificata dal Gurney (fig. 1904), il quale per evitare l'arroventamento della parete dispose in basso e tutto attorno alla stufa un vaso in cui s'immergono le alette e che si mantiene pieno di acqua.

(1) Joly, *Traité pratique du chauffage.*

Sono anche a nervature in generale le stufe che sotto forme svariatissime si costruiscono nelle officine di Kaiserslautern, una delle quali è rappresentata in prospetto nella fig. 1905 ed in sezione nella fig. 1906. Un inviluppo di lamiera ricopre tutta la stufa, l'aria entra dal basso, si riscalda a contatto delle nervature e si riversa nell'ambiente attraversando il coperchio traforato od alcune bocche a calore poste all'ingiro.

Siccome le stufe metalliche in breve si raffreddano quando diminuisce l'attività della combustione nel focolare, così esse richieggono l'opera di una persona che ne sorvegli l'andamento se il riscaldamento del locale deve conservarsi sensibilmente costante. Per rendere almeno in parte il riscaldamento indipendente dalle irregolarità nella condotta del fuoco, basta munire la bocca del focolare di una tramoggia per la

quale si faccia l'alimentazione in modo continuo. In questa tramoggia si può raccogliere una quantità di combustibile sufficiente alla combustione per un certo numero di ore, ad esempio per una notte. Non si ha così da fare la carica se non a lunghi periodi.

Tale è la stufa rappresentata nella fig. 1907: sullo zoccolo si eleva il focolare, superiormente ad esso vi è un recipiente cilindrico, di diametro un po' minore del sottostante. Coassiale ai due vi è un tronco di cono colla base maggiore in basso e che si chiude in alto con un coperchio circolare T T munito di un orlo con cui si addentra in una scanalatura S S contenente della sabbia.

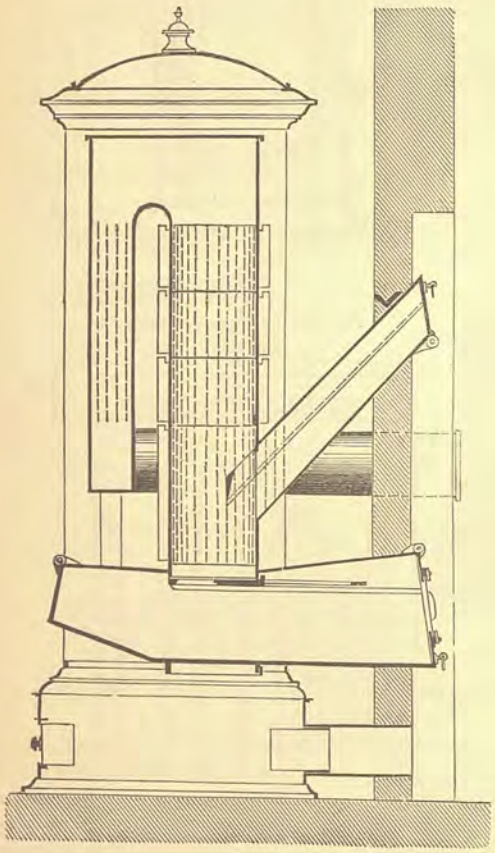


Fig. 1910.

Due aperture in alto V V servono alla pulitura della stufa. Per avviare l'apparecchio si colloca un po' di combustibile sulla graticola, introducendolo dalla porta del focolare e vi si dà fuoco. Per continuare la combustione si riempie la tramoggia di coke in piccoli pezzi; di mano in mano che il combustibile sulla graticola si consuma, il sovrastante discende: la capacità della tramoggia deve essere tale da richiedere che si faccia la carica solo poche volte al giorno.

Un miglioramento essenziale alla stufa precedente è rappresentato nella fig. 1908. In questo modello il focolare è rivestito di mattoni refrattarii, per impedirne l'arroventamento; l'aria presa dall'esterno si riscalda nello spazio fra la stufa ed il mantello, e si versa calda da bocche situate in alto; alla parte superiore della stufa è posto il saturatore igrometrico.

Un altra stufa che può servire al riscaldamento di un grande ambiente e nella quale l'alimentazione del focolare non s'ha a fare che a lunghi intervalli è quella rappresentata dalla fig. 1909. Il focolare, rivestito di mattoni refrattarii, si empie di combustibile mediante la bocca B posta alla parte superiore. Quando s'avvia la combustione, girando la chiave C, i prodotti passano direttamente nel condotto del fumo D: riesce così facilitata l'accensione del combustibile. Quando poi la combustione è a regime, rivoltando la chiave C, il fumo circola in un condotto a forma di U prima di arrivare al tubo D. La parete della stufa è munita di nervature od alette inclinate alla verticale: con esse riesce aumentata la superficie di riscaldamento. Tutta la stufa è contenuta in un involucro di lamiera, e l'aria presa dall'esterno circola nello spazio lasciato fra la stufa e la camicia e si versa nel locale per bocche o luci praticate in alto. Un vaso F, a larga superficie, contiene l'acqua destinata ad inumidire l'aria scaldata.

L'uso della tramoggia permette inoltre di fare l'alimentazione del focolare da un locale adiacente a quello da scaldare.

Ciò torna utile specialmente quando la stufa è destinata ad un locale riccamente ornato, nel quale sarebbe incomodo il trasporto del combustibile ed in cui la polvere che necessariamente si eleva quando si attizza il fuoco e si fa cadere la cenere nel cenerario, riesce di danno alle persone ed alle decorazioni. Questa disposizione è indicata dalla figura 1910, rappresentante una delle stufe che si costruiscono nelle officine di Kaiserslautern, nella quale l'aria che si riscalda può o essere quella del locale stesso o provenire dall'esterno.

Fig. 1911.
Stufa Meidinger.

La stufa rappresentata nella figura precedente serve di preferenza per locali di grandi dimensioni. Più semplici e adattabili ad ogni ambiente sono le stufe del tipo Meidinger ad alimentazione continua (fig. 1911). La capacità che contiene il combustibile è costituita da parti cilindriche in ghisa sovrapposte e munite di nervature. Riesce con ciò possibile togliere uno dei pezzi per sostituirlo in caso di guasto. La carica del combustibile nei primi tipi si faceva dall'alto, sollevando il coperchio della stufa; nei tipi successivi, allo scopo di impedire il diffondersi dei gas nel locale durante la carica, si è sostituita una tramoggia laterale in alto. Il focolare è circondato da un inviluppo in lamiera smaltata *c c*, il quale impedisce che l'aria possa lambire direttamente la superficie metallica del focolare. L'inviluppo *c c* è a sua volta circondato da un mantello *d d* in lamiera o in ghisa variamente ornato, e l'aria da scaldarsi si alza fra i due. Per avviare la combustione, riempiuto il focolare di coke o litantrace, in pezzi grossi come una noce, fino a qualche centimetro al disotto del condotto del fumo, si gettano dei pezzi minuti di legno accesi. Chiuso il coperchio o la tramoggia, pel calore svolto dalla combustione della legna, lo strato di combustibile distilla e la combustione va propagandosi verso il basso. Dopo un'ora o due al più s'accende lo strato inferiore e d'allora in poi la combustione va man mano comunicandosi a tutto il mucchio di combustibile. L'aria

alimentatrice della combustione arriva dal basso: un registro ne regola l'accesso a seconda dei bisogni, rendendola più o meno viva; si può così avere un riscaldamento continuo, che l'esperienza dimostrò poi anche economico.

Degna di nota per la semplicità sua è la stufa ad alimentazione continua ed a ventilazione di Geiscler in Berlino (fig. 1912) (1).

Il focolare è un recipiente cilindrico in ghisa, munito all'esterno di nervature e rivestito internamente di uno

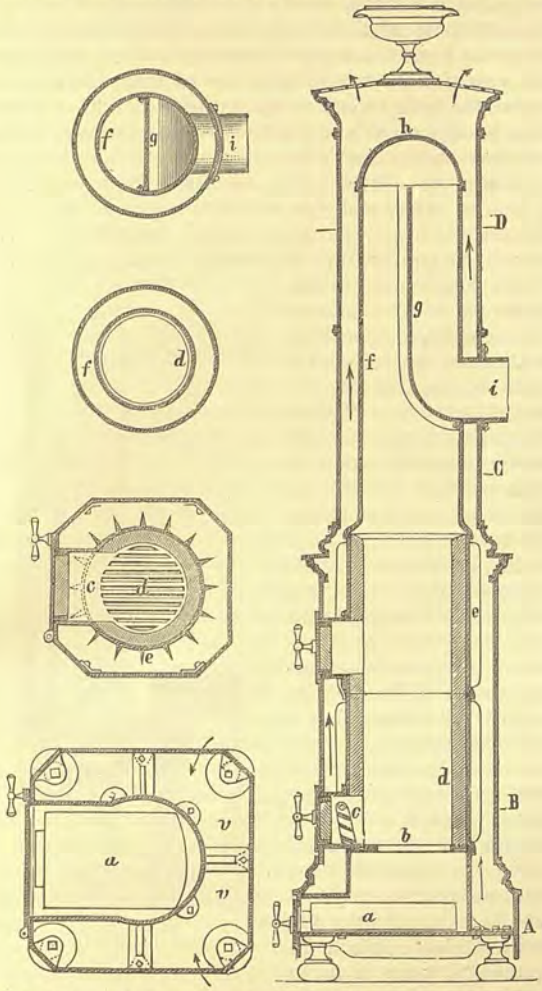


Fig. 1912. — Stufa ad alimentazione continua ed a ventilazione.

strato di terra refrattaria dello spessore di cinque centimetri circa. Su questo imbocca un altro recipiente pure cilindrico, ma a superficie liscia, chiuso in alto da una calotta emisferica *h* e diviso nel senso dell'asse da un tramezzo *g*, col quale si obbligano i gas caldi che si raccolgono in alto a ripiegarsi in basso per dirigersi al condotto di sfogo *i*. Oltre alla graticola *b*, ve n'ha un'altra *c* sospesa. Tre aperture servono rispettivamente: la superiore alla carica del combustibile, quella di mezzo a pulire la graticola ed a regolare l'accesso dell'aria comburente, l'inferiore pel cenerario e per variare pure l'aspirazione dell'aria. Per far funzionare la stufa si riempie la cavità centrale di combustibile coke; avviata la combustione con legna in piccoli pezzi e chiusa la porta superiore, si regola coi registri inferiori l'accesso dell'aria.

(1) Breymann, *Costruzioni*, vol. IV.

Un vaso pieno d'acqua posto alla parte superiore dà all'aria la voluta umidità. Evidentemente la stufa può farsi funzionare con circolazione d'aria interna o esterna. Come sempre, è da preferirsi alla prima la seconda disposizione.

Gli esempi dati sono sufficienti per fare conoscere come con mezzi molto semplici possono adempiersi le condizioni a cui deve soddisfare una stufa. È evidente che quando le varie disposizioni e modificazioni alla stufa semplice primitiva, di cui si è fatto cenno finora, siano tutte applicate in una, si potrà ottenere un apparecchio sott'ogni riguardo commendevole. Una di tali stufe è quella costrutta e messa in commercio da

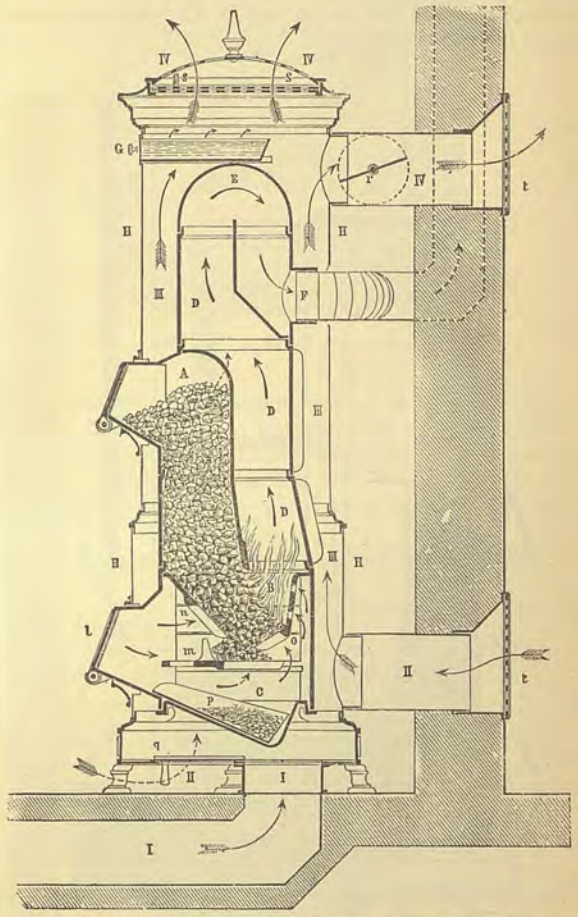


Fig. 1913. — Stufa ventilatrice ad alimentazione automatica (Edoardo Lehmann, di Milano).

Edoardo Lehmann a Milano, sotto il titolo di stufa ventilatrice ad alimentazione automatica (fig. 1913).

Essa è costituita di più pezzi in ghisa, cilindrici o tronco conici D D D, sovrapposti l'uno all'altro, sul più alto dei quali s'appoggia una cupola emisferica E, la cui superficie è parte di quella di riscaldamento. Per aumentare la massa metallica trasmettente calore, il secondo ed il terzo tronco sono muniti di nervature così distanti fra loro che non possa facilmente accumularvisi la polvere. Il tronco inferiore contiene il focolare; e per evitarne l'arroventamento esso è rivestito tutto all'intorno di terra refrattaria; due graticole inclinate ad angolo fra loro, *n* ed *o*, impediscono il contatto delle fiamme colla superficie di trasmissione. Una graticola piana *m* mobile concorre colle due inclinate a sostenere

il combustibile ardente e nello stesso tempo a lasciare cadere le ceneri e le scorie nella cassetta *p* sottostante, quando sia smossa dalla sua posizione.

Si adopera per combustibile il coke ridotto in piccoli pezzi; con esso si riempie la tramoggia dalla quale di mano in mano che esso si consuma discende sulla graticola. Una carica di combustibile può servire per più ore. L'accensione di questo si ottiene facilmente, dando fuoco per la portina *l* a trucioli di legna preparati sulla graticola *m*. I prodotti della combustione si raccolgono nella cupola superiore, dalla quale poi si ripiegano in basso per dirigersi al condotto F che li guida al camino. L'aria alimentatrice arriva alla parte inferiore del combustibile per la porta del cinerario munita di un'imposta con cui se ne regola l'accesso per governare la combustione.

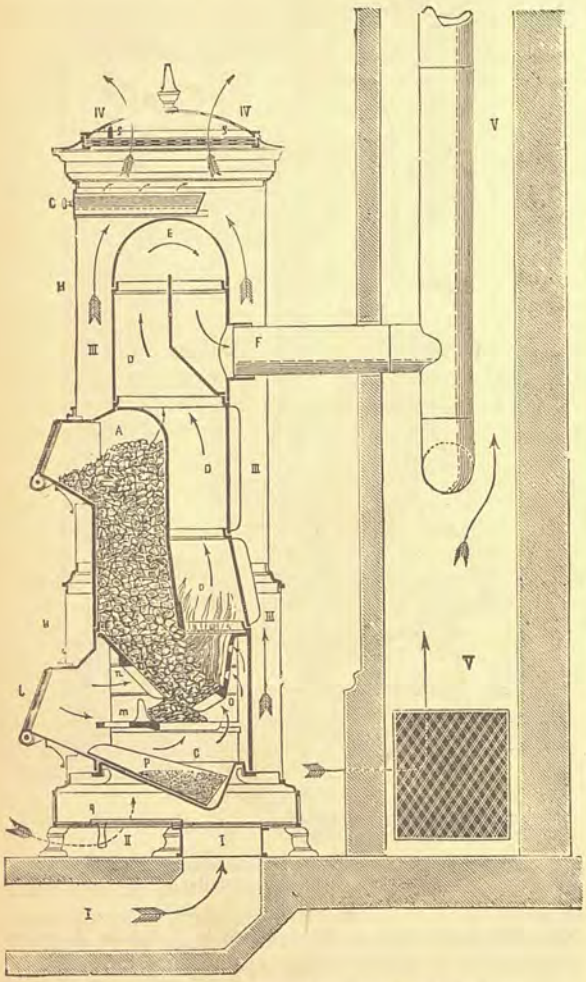


Fig. 1914. — Stufa Lehmann e canna di ventilazione.

L'aria da riscaldare, presa dall'esterno pel canale I, arriva al disotto e sale a contatto della parete nello spazio compreso fra la stufa e l'involucro metallico o di cotto e si versa nel locale per luci praticate nel coperchio. Una vasca metallica posta al disopra della cupola contiene l'acqua occorrente a darle la necessaria umidità. Quando, come generalmente accade, allorchè s'avvia il riscaldamento si voglia scaldare non l'aria esterna ma quella dell'ambiente, basterà chiudere con un registro *q* l'accesso dell'aria esterna ed aprire luci di passaggio dell'aria interna. Variando la posizione del registro si può variare il rapporto fra la quantità d'aria che accede dall'esterno e quella che arriva dall'interno.

Dalla figura vedesi pure che l'aria da riscaldare può pel condotto II e per la bocca *t* prendersi da un locale attiguo e versarsi calda in esso pel tubo IV od in quello in cui è la stufa, manovrando il registro *r*.

Dallo esame che da noi si è fatto delle condizioni a cui deve soddisfare una stufa acciocchè il riscaldamento torni salubre, risulta che in generale si hanno a ritenere come migliori quelle forme di stufe in cui riesce più facile il movimento dell'aria da scaldare, nelle quali cioè essa si rinnova prontamente ed abbondantemente a contatto della superficie scaldante. E perchè le condizioni igieniche dell'aria del locale si mantengano buone, è indispensabile che l'aria che si versa in questo ne sia espulsa prima che essa si guasti. Ora l'aria calda per le bocche calore si dirige al soffitto e quando non sia richiamata in basso, si dispone a strati sensibilmente orizzontali ed a temperatura decrescente verso il pavimento. Di qui l'inconveniente che spesso si verifica di una differenza di temperatura di più gradi fra l'alto ed il basso di una camera, inconveniente che sovente si prova da una persona, che stando ritta ha calda la testa e freddi i piedi. La esperienza ha dimostrato che specialmente nel caso di un riscaldamento ottenuto con stufe semplici, tale differenza di temperatura fra il pavimento ed il soffitto di una camera può essere anche di 8° o 10°. Se la porta del cenerario ed il condotto del fumo sono sufficientemente ampi, potrà l'aria corrotta essere aspirata e sfogarsi all'esterno coi prodotti della combustione. In generale però sarà necessario provvedere in modo diretto alla uscita dell'aria viziata. Se in uno dei muri si ha la canna da camino, come indica la fig. 1914, basta aprire in basso una luce di comunicazione col locale scaldato, immettere in essa per un'altezza di qualche metro il tubo in lamiera del fumo, lasciando poi che questo si apra liberamente nella canna: se la torretta è munita di una mitra per annullare l'azione del vento contraria alla salita dei gas, potrà l'aspirazione che si esercita sull'aria del locale essere sufficiente alla ventilazione di esso.

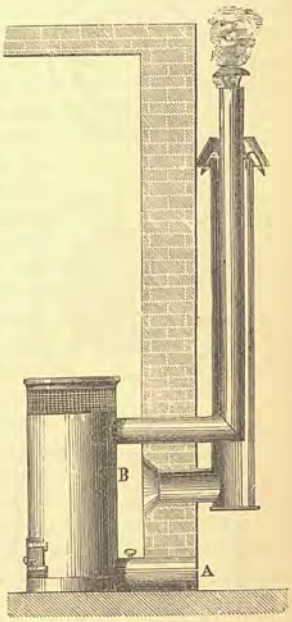


Fig. 1915.

Se in una camera di dimensioni ordinarie esiste un caminetto, basta in generale lasciarne aperta la bocca perchè anche senza che in esso si faccia fuoco, si produca la necessaria aspirazione. Evidentemente le migliori condizioni si verificherebbero quando almeno nei momenti di maggior bisogno si accendesse il caminetto, o nell'interno della canna un becco a gas, per modo che il caminetto si adoperasse come un mezzo per ventilare il locale, mentre che l'aria pura presa dall'esterno e scaldata dalla stufa, entrerebbe nella camera dall'alto.

Quando non esista la canna da camino, si può pur sempre favorire la ventilazione del locale, immettendo il tubo del fumo nell'interno di un altro tubo comunicante in basso col locale scaldato ed in alto coll'esterno mediante una luce praticata al disotto di un cappello così foggiato, che mentre impedisce l'ingresso della pioggia nel tubo di ventilazione, impedisca pure che per l'azione del vento l'aria guasta sia respinta nel locale e con essa il fumo che si sfoga pel tubo interno (fig. 1915).

Questa disposizione, la precedente ed altre analoghe, utili sempre, possono in certi casi non essere sufficienti alla ventilazione perfetta del locale. Sarà allora necessario provvedere a questa con apparecchi appositi. In ogni caso la ventilazione importa una spesa, riesce per ciò evidente che nell'esercizio una stufa a ventilazione sarà sempre meno economica di una stufa a semplice circolazione, ma per compenso riuscirà salubre il soggiorno nel locale.

Caminetti e stufe a gas.

Nelle stufe ordinarie e nei caminetti-stufa i gas caldi che si svolgono nella combustione di un combustibile solido, prima di essere dispersi all'esterno, lambiscono la superficie di canali o di tubi a cui cedono calore. Adoperando un combustibile gasoso a luogo di uno solido l'apparecchio di riscaldamento si chiama generalmente un caminetto o una stufa a gas. Evidentemente a produrre calore servono tutti i combustibili gasosi: onde in quelle località in cui sgorgono liberamente dal suolo gas di questa natura, già da tempo antico essi furono utilizzati per il riscaldamento. Ma fatta eccezione di questa applicazione speciale ad alcune località, i combustibili gasosi, in uso nell'industria, sono prodotti dell'arte; tali sono i gas dei gasogeni, il gas degli alti forni, i gas d'acqua Rück Gillard Dowson, il gas illuminante. Pel riscaldamento dei locali abitati però, se tutti i gas nominati potrebbero a rigore usarsi, nella pratica ordinaria si adopera quasi esclusivamente il gas illuminante, il quale, prodotto per lo scopo diretto dell'illuminazione, si presenta pure comodissimo quale mezzo di generazione di calore.

Nella combustione completa del gas illuminante bene preparato si ottengono anidride carbonica e vapore acqueo, la cui presenza in grande copia in un locale abitato è dannosa alle persone che in esso soggiornano. Comunemente poi, sia in causa di imperfetta purificazione del gas, sia a motivo di combustione incompleta, si versano nell'ambiente ove esso brucia altri corpi più nocivi alla salute che non l'anidride carbonica, quali l'acetilene, l'ossido di carbonio, l'anidride solforosa, il cianidrato di ammoniaca.

È adunque indispensabile per impedire il guasto possibile dell'aria per mescolanza con essa dei prodotti della combustione del gas, espellere questi prodotti dal locale impedendo che si diffondano in esso. Tale precauzione l'igiene richiede in ogni caso, e l'uso di fiamme a gas senza sfogo dei prodotti della combustione è tollerabile solo in locali aperti od in ambienti di grandi dimensioni in cui si soggiorni per breve tempo. Come il braciere deve essere proscritto dagli apparecchi di riscaldamento, così devonsi abbandonare i focolari a gas privi di tubo di sfogo all'esterno dei prodotti della combustione.

Nei caminetti ordinarii si utilizza pel riscaldamento il calore irradiato dal combustibile solido ardente e dalle pareti del focolare. Adoperando come combustibile un gas in un focolare aperto bisogna, a causa del debole potere emissivo del gas, fare sì che la fiamma lambisca la superficie di corpi solidi i quali, scaldati, irradiino il calore verso l'ambiente. Si usa a questo scopo un focolare metallico staccato dal muro nel quale il gas entra in cilindri cavi di terra refrattaria stesi orizzontalmente in esso (fig. 1916 e 1917) e dai quali esce attraverso a piccoli fori. Su essi si pongono oggetti di terra refrattaria simulanti pezzi di legna o coke che arroventandosi dànno l'immagine di un fuoco di caminetto a combustibile solido. Oggigiorno l'uso di questa specie di caminetti a gas va divulgandosi, e si sono immaginate disposizioni speciali per arroventare sostanze solide incombustibili colla fiamma del gas. Serve bene a questo

Fig. 1916. — Caminetto a gas.

scopo l'amianto, onde sono numerose le forme di caminetti a gas, nella parte anteriore dei quali si ha un reticolato o un blocco di terra refrattaria con fessure verticali variamente foggiate, fra i cui vani si hanno dei filamenti di amianto. Il gas esce da un becco alla

Fig. 1917. — Caminetto a gas.

Bunsen e bruciando produce una fiamma molto calda che rende incandescente il solido con cui viene a contatto. Questo a sua volta irradia calore verso l'ambiente.

Se a luogo di dirigere la fiamma su di un solido per renderlo incandescente la si fa arrivare in contatto del coke, questo abbrucia e si ottiene un caminetto a gas ed a coke il quale consente la economia che si ha adoperando nel caminetto ordinario in luogo della legna, come combustibile, il coke e nello stesso tempo permette l'attrattiva della vista della fiamma.

Un caminetto siffatto fu immaginato nel 1880 dal dott. William Siemens (1).

Una lastra di rame *a* addossata (fig. 1918) verticalmente alla parete posteriore del focolare è inchiodata

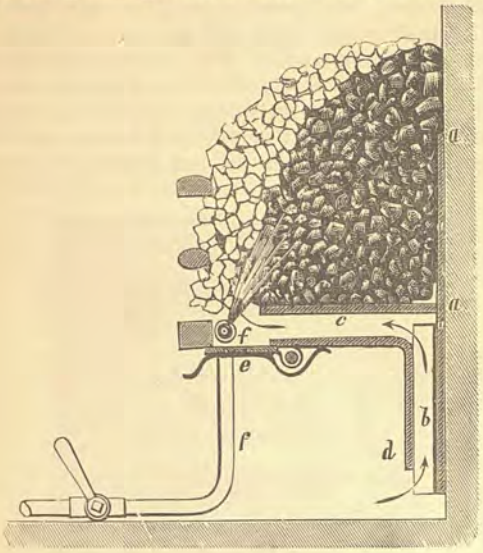


Fig. 1918. — Caminetto Siemens.

ad una piastra di ferro *c*. Al davanti delle sbarre che trattengono il mucchio di coke vi è il condotto *f* del gas che vi esce da una serie di forellini, dai quali sprizzano le fiammelle che si dirigono sul coke ad angolo.

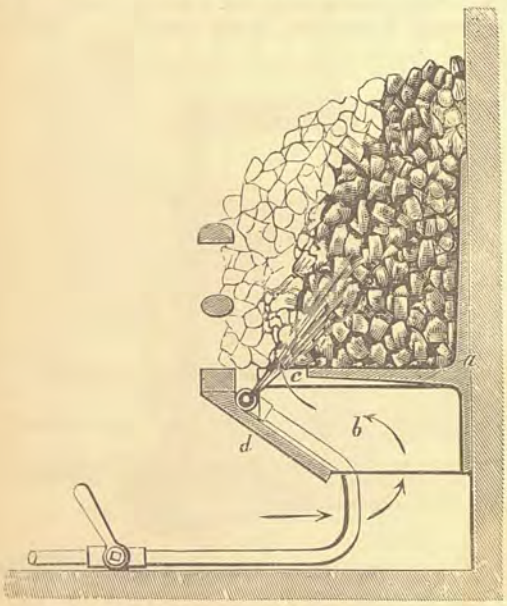


Fig. 1919. — Caminetto Siemens.

Sotto la piastra di fondo *c* vi è una lastra *d* ad angolo retto che colla prima forma un canale pel passaggio dell'aria alimentatrice della combustione. Nel tratto verticale una foglia di rame *b* inchiodata alla lastra *a* è lambita su una grande superficie dall'aria comburente che arriva dal basso, e che si scalda a contatto di essa e della parete *a* e giunge calda al combustibile. Un foro chiuso da una piattaforma *e* governata da un contrappeso posto nella parte anteriore si apre per far cadere le ceneri.

Il Siemens costrusse un focolare di questo tipo nel quale: la lastra *a* si stendeva per circa 8 centimetri sopra e sotto la piastra *c*; questa terminava a circa 25 millimetri dalle sbarre trattenenti il coke; il condotto *f* aveva 13 millimetri di diametro ed i forellini del diametro di un millimetro e mezzo a quattro centimetri di intervallo l'uno dall'altro; il canale *d c* aveva 25 millimetri di larghezza; la foglia *b* di rame di sei millimetri di spessore era larga 40 centimetri e piegata a paravento.

Con questo focolare (2) un salotto della capacità di 204 m³ esposto a nord fu mantenuto a 15° C. consumando in esso in 66 giorni con 8 ore di scaldamento quotidiano 505 chilogrammi di coke e 264 chilogrammi di litantrace magro, 1160 metri cubi di gas. La spesa riuscì a Londra di 6,5 centesimi per ora di scaldamento.

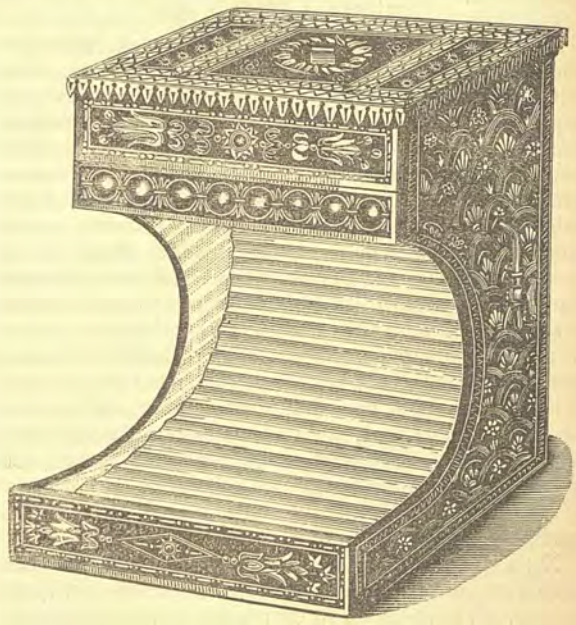


Fig. 1920. — Caminetto a gas con riflettore

La figura 1919 rappresenta una forma più semplice del caminetto Siemens. Invece della lastra *a* e della foglia *b* vi è una piastra di ghisa *a* a forma di T: la parte orizzontale di essa è armata sulla faccia inferiore di numerose nervature *b* a contatto delle quali si scalda l'aria alimentatrice della combustione. La sponda obliqua *d* sostiene le nervature e guida l'aria al combustibile. Su di essa scendono le ceneri che cadono dal focolare per apposite luci.

Molto in uso oggigiorno sono pure i caminetti a gas muniti di riflettore (fig. 1920). Constano di una cassa aperta verso il locale, che si può introdurre o non in un camino ordinario. Il fondo della cassa è costituito da una lastra di rame lucente ondulata ed a curvatura parabolica. Il gas arriva dall'alto da una serie di forellini e brucia sotto forma di piccoli getti orizzontali, ed i raggi termici sono riflessi verso l'ambiente.

Generalmente questi caminetti sono muniti posteriormente di tubi o casse metalliche in cui circolano i pro-

(1) *Le gas et l'électricité comme agents de chauffage*, Paris, Gauthiers Villars, 1881.

(2) Ferrini, *Tecnologia del calore*.

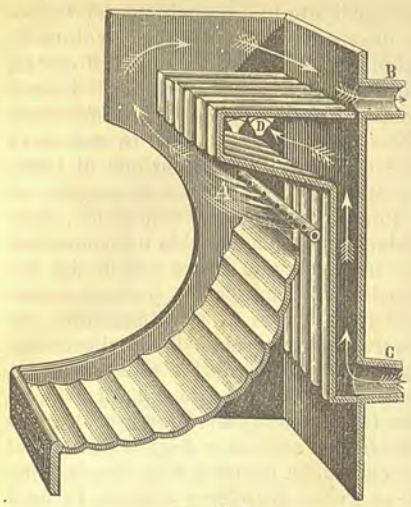


Fig. 1921.

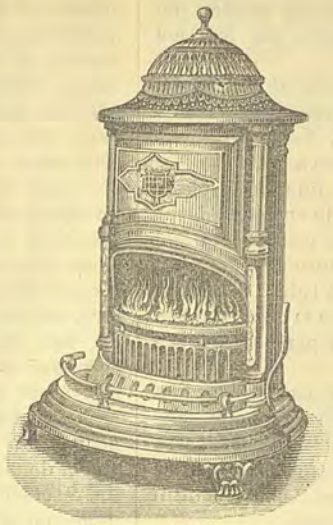


Fig. 1922.

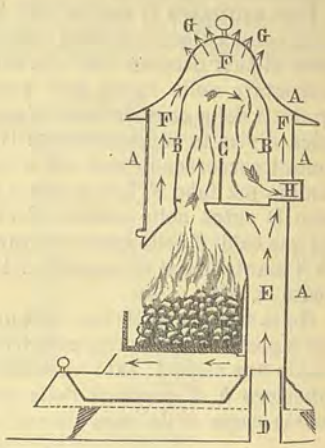


Fig. 1923.

Franclina a gas (fig. 1922 e 1923).

dotti della combustione; l'aria presa dall'esterno si scalda a contatto di quelli e si versa nel locale per bocche di calore. Questi caminetti funzionano evidentemente come i caminetti-stufa già descritti. Nella fig. 1921 A è il tubo di arrivo del gas, B quello di sfogo dei prodotti della combustione, C la presa di aria, D la luce per cui l'aria calda si versa nel locale. In media occorrono da 500 a 700 litri di gas all'ora per riscaldare un locale della capacità da 60 a 70 metri cubi.

Funziona come una franclina a ventilazione l'apparecchio rappresentato nelle figure 1922 e 1923.

Fig. 1924.

Fig. 1925.

Stufe a gas semplici (fig. 1924 e 1925).

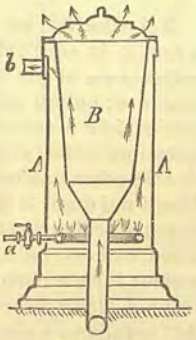


Fig. 1926.

Stufa a gas con circolazione d'aria.

Da un focolare aperto verso il locale i gas caldi arroventando o lastre metalliche o filamenti di amianto o piccoli blocchi formati da un impasto di amianto, terra refrattaria e fosfato di calcio, salgono in una cupola B divisa in due da un tramezzo verticale C e ripiegandosi in basso si sfogano nel camino pel tubo H. Fra il mantello A e la parte posteriore e superiore del focolare sono compresi gli spazi E ed F nei quali arriva l'aria esterna mediante il condotto D. Essa scaldatasi a contatto delle pareti entra nell'ambiente per le luci G poste in alto, sale verso il soffitto e chiamata in basso dall'aspirazione del camino discende a sostituire l'aria viziata del locale.

Stufe a gas. — Nella loro forma più semplice sono costituite da un involucro di lastra metallica nel cui interno si ha una corona di becchi a gas. I prodotti della combustione ne scaldano la parete e questa cede calore all'aria dell'ambiente a contatto di essa (fig. 1924 e 1925).

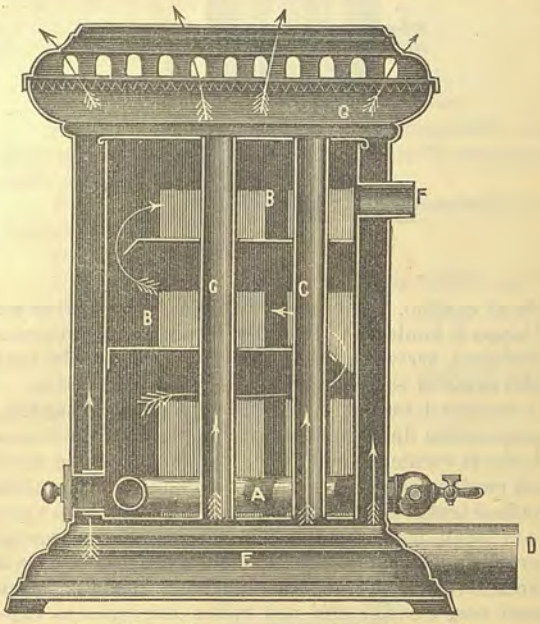


Fig. 1927. — Stufa a gas con circolazione d'aria.

Avviluppando la parete della stufa con un mantello, si trasforma la stufa semplice in stufa a circolazione. Nella fig. 1926 è rappresentata una di queste stufe. Essa è costituita da una cassa A A nell'interno della quale vi è un tronco di cono colla base maggiore in alto unito in modo ermetico all'orlo superiore della cassa. Un tubo innestato alla base inferiore del cono e comunicante o coll'ambiente o coll'esterno guida in esso l'aria fredda. Al di sotto vi è una corona di becchi a gas; l'aria alimentatrice della combustione arriva per fori praticati

in basso ed i prodotti di essa si sfogano nel camino pel tubo *b*. L'aria scaldata entra nel locale per fori nel coperchio della stufa.

Per utilizzare il calore che hanno in sè i prodotti della combustione conviene farli circolare in casse a contatto di tubi percorsi dall'aria esterna. Nella stufa rappresentata nella figura 1927 il gas arriva pel tubo A, i prodotti della combustione salgono in una cassa cilindrica divisa in compartimenti B B B da tramezzi orizzontali percorrendo una via a zig-zag e si sfogano nel camino pel tubo F. L'aria presa all'esterno mediante il tubo D entra nello zoccolo E, sale nei tubi C C lambiti dai gas caldi e nello spazio compreso fra la cassa interna ed il mantello e si versa calda nel locale per bocche praticate in alto.

Nella stufa Bengel (fig. 1928) una corona *c* di becchi a gas è posta in una cassa cilindrica *a* che comunica mediante una serie di tubi verticali *t t* con un'altra cassa superiore *b*. I prodotti della combustione salgono in questa cassa e da essa discendono pel tubo T che li

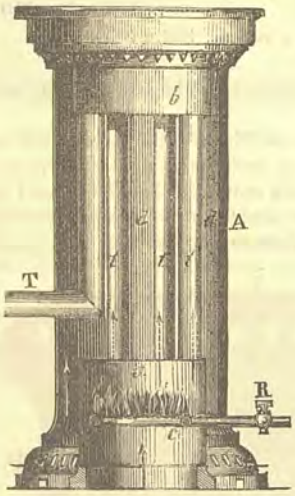


Fig. 1928. — Stufa Bengel.

guida al camino. I tubi e le casse sono posti entro un inviluppo di lamiera A; l'aria del locale, o meglio presa dall'esterno, arriva in basso, circola a contatto dei tubi e delle casse ed esce per bocche-calore poste in alto.

La facilità di impianto, di accensione del combustibile, di sospensione del riscaldamento, la pulizia e la comodità che si verificano nell'uso dei caminetti e delle stufe a gas rendono questi apparecchi utilissimi nella pratica quando si tratta di un riscaldamento intermittente e per piccoli locali. Il gas illuminante, importantissimo mezzo di produzione di calore per l'economia domestica e nella piccola industria, ha ancora oggidì nei nostri paesi un prezzo così elevato che non riesce conveniente l'applicarlo al riscaldamento continuo di locali di grandi dimensioni.

Apparecchi per riscaldamento centrale.

Se i caminetti, le francline, le stufe sono gli apparecchi che meglio si prestano al riscaldamento di un locale unico o di piccoli ambienti fra loro comunicanti, non sono consigliabili quando si debbano riscaldare locali di grandi dimensioni, costituiti di ambienti separati, e a distanza gli uni dagli altri. Il numero di tali apparecchi che sarebbero necessarii, le spese di esercizio occorrenti, le difficoltà che si presenterebbero nel loro governo, consigliano di sostituire loro altri apparecchi di dimensioni maggiori, coi quali mediante uno o pochi centri di produzione di calore, questo possa mandarsi alla voluta distanza. Tali mezzi di riscaldamento, coi quali il calore, come da un centro, è distribuito ai diversi locali da scaldare, sono denominati *apparecchi per riscaldamento centrale o caloriferi propriamente detti*. In essi serve di veicolo al calore dal centro di produzione ai locali un fluido che è o aria scaldata, o vapore acqueo, od acqua; si hanno quindi caloriferi ad aria calda, caloriferi a vapore, caloriferi ad acqua calda o termosifoni. E come ognuno dei tre fluidi può essere veicolo del calore, così in un medesimo apparecchio possono essere fra loro combinati i tre mezzi di riscaldamento; risulta per tal modo una classe speciale di caloriferi conosciuta col nome generico di caloriferi a sistema misto, ad aria ed a vapore, a vapore e ad acqua, ad aria, ad acqua ed a vapore. Ognuno di questi apparecchi, a seconda della grandezza dell'edificio o degli edifici a cui deve servire, a seconda della forma e della disposizione delle sue parti, deve avere grandezze diverse. In ogni caso però gli apparecchi per riscaldamento centrale importano sempre nel loro impianto una spesa considerevole; è necessaria quindi la massima cura nella loro costruzione; molti di essi poi in generale non possono funzionare regolarmente se la disposizione delle varie loro parti non venne stabilita in un col progetto dell'edifizio cui devono servire; lo studio quindi delle condizioni a cui essi devono soddisfare, dei principii generali su cui si fonda il loro funzionamento, delle parti che li compongono, delle costruzioni che richieggono, costituisce uno dei rami dell'arte del costruttore odierno. Anche in questo ramo la ingegneria moderna ha fatto progressi notevoli; torna quindi conveniente, dopo di avere indicato le parti principali costituenti ciascuna classe di questi apparecchi, lo esaminare anche nei loro particolari quelli fra essi che la pratica ha oramai stabilito corrispondere degnamente al loro ufficio.

Caloriferi ad aria calda.

Nei caloriferi ad aria lo spazio ove si produce il calore e quello in cui l'aria si riscalda sono posti in un locale sottostante al più basso di quelli che il calorifero deve scaldare; quindi nella pluralità dei casi nei sotterranei dell'edificio a cui esso ha da servire. Nella loro essenza questi caloriferi non sono altro che stufe a circolazione di aria presa dall'esterno, collocate a distanza degli ambienti nei quali si deve versare l'aria scaldata. Essendo le stufe ordinarie nell'ambiente stesso da scaldare, il calore trasmesso dal mantello concorre al riscaldamento del locale; il calorifero invece essendo posto in uno spazio che non deve essere scaldato, tutto il calore trasmesso dall'involucro è perduto pel riscaldamento. Deve perciò questo involucro essere costrutto per modo da rendere la trasmissione di calore all'esterno la più piccola possibile: quindi con pareti di muro grosse, meglio con pareti multiple, che comprendano fra loro uno strato di aria stagnante, il quale costituisce come uno schermo alla trasmissione del calore.

Fra tutti i caloriferi, quelli ad aria sono i più semplici, i meno costosi, e si può dire che ancora oggidì sono i più diffusi. Le parti che li costituiscono sono: 1° il condotto di presa dell'aria; 2° lo spazio nel quale l'aria si riscalda; 3° la stufa o calorifero propriamente detto; 4° i canali e le canne di distribuzione dell'aria calda ai diversi locali; 5° le bocche per cui questa si versa in ciascun locale, dette comunemente bocche-calore.

La fig. 1929, in cui è rappresentata una stufa del tipo Lehmann, disposta a calorifero, mette sott'occhi tutte le parti indicate: I è il condotto di presa; II-III lo spazio in cui l'aria si scalda a contatto della superficie di riscaldamento della stufa; IV sono i condotti di distribuzione dell'aria calda.

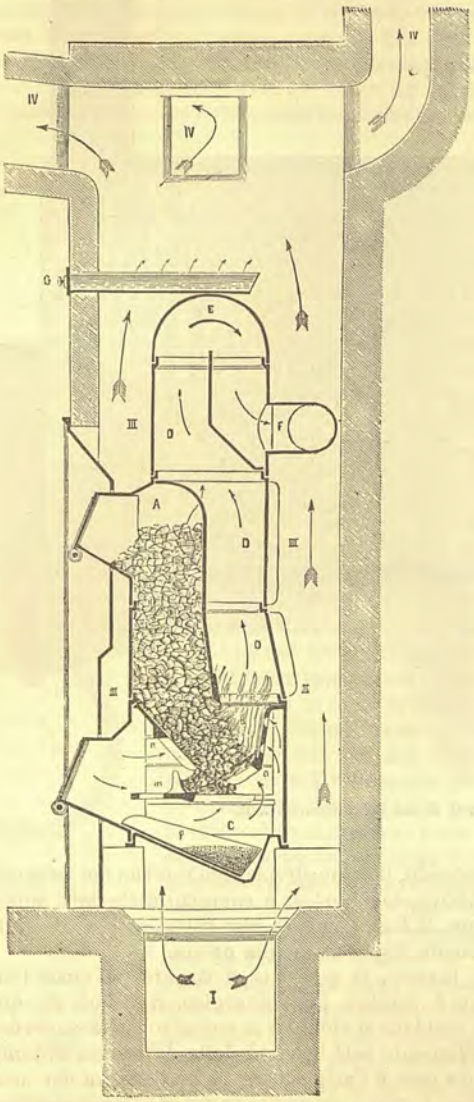


Fig. 1929. — Calorifero ad aria calda (Edoardo Lehmann, di Milano).

1° *Presa dell'aria.* — L'aria da scaldare, che si versa poi calda nei locali, deve evidentemente prendersi in sito ove essa sia pura e deve guidarsi al calorifero mediante uno o più condotti così disposti che nel suo percorso non possa perdere della sua purezza. La bocca di presa quindi dovrà farsi all'aperto, lontana da ogni centro di infezione. Se il locale è di grandi dimensioni ed in esso si raccolgono molte persone, come succede nelle sale da spettacolo o per riunioni, o se per lo scopo a cui esso è destinato richiede una ventilazione abbondante, com'è il caso di ospedali, ospizi, carceri, ecc., torna conveniente aprire la bocca di presa a distanza dal locale stesso, all'aperto, in uno spazio frammezzo ad alberi, ove l'analisi abbia provata la purezza dell'aria, ed ove pel vento non si sollevi polvere. Quando sia a temersi l'entrata abbondante della polvere nel condotto dell'aria sarà bene elevare sul suolo una torre come indica la fig. 1930, o costrurre una camera di accesso dell'aria, dalla quale essa poi, come nella fig. 1931, si diriga al condotto che la guida alla stufa. Per depurare l'aria può pure tornare utile il lavarla: basta a ciò dirigere uno spruzzo d'acqua contro la corrente aerea, o collocare un tessuto filtrante

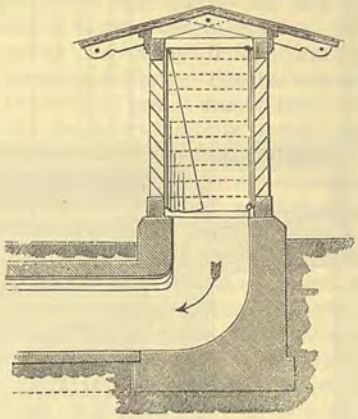


Fig. 1930.

di cotone, di lino, di lana inumidito, e in condizioni tali, che, permettendo il passaggio dell'aria, ne trattenga il pulviscolo in essa sospeso. Nella fig. 1932 sono rappresentate le parti costituenti un calorifero ad aria secondo la disposizione dovuta al Lehmann.

In essa indicano:

A il calorifero (sistema Staib);

B la presa dell'aria dall'esterno;

C il condotto di introduzione di essa;

D i condotti distributori dell'aria calda;

E un condotto di aria fredda comunicante coll'interposizione della valvola di mescolanza H con quello D dell'aria calda:

F il filtro purificatore dell'aria accedente al calorifero;

G bocche calore;

J bacino raccoglitore dell'acqua spruzzata per inumidire l'aria;

K tubo spruzzatore;

L troppo pieno;

M tubo producente un velo d'acqua nell'aria esterna per lavarla e rinfrescarla;

N O scarico dell'acqua.

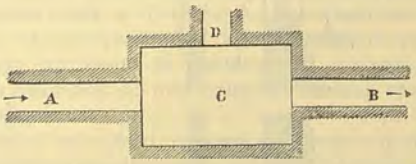


Fig. 1931.

Generalmente però è sufficiente far servire da luce di presa dell'aria esterna un'apertura praticata nel muro al disopra del suolo in corrispondenza di una finestra del sotterraneo in cui è il calorifero. Una canna verticale C di riporto guiderà l'aria al condotto D che la dirige alla stufa (fig. 1933); un'apertura E munita di vetrata, fatta nella parete della camera opposta alla finestra, serve a dare luce al sotterraneo.

Fig. 1932. — Disposizione Lehmann delle parti di un calorifero ad aria.

2° *Spazio destinato al riscaldamento dell'aria.* — Questo spazio è costituito da tubi o canali percorsi dall'aria, o da una camera nella quale essa è chiamata, e

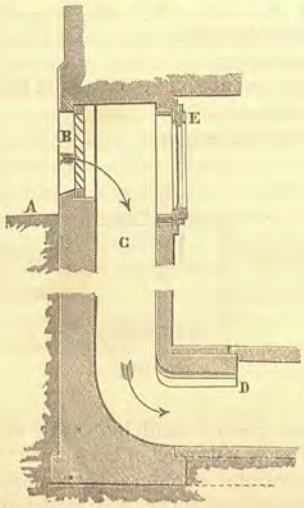


Fig. 1933.

che contiene la stufa propriamente detta. Nel primo caso l'aria si muove entro i tubi e questi sono lambiti sulla loro parete esterna dai prodotti della combustione; nel secondo, il fumo circola nell'interno dei tubi e l'aria si rinnova, scaldandosi a contatto della loro superficie esterna. È facile vedere che sarà sempre da preferire la seconda disposizione alla prima.

Ed invero, in generale il tirante pel quale l'aria si muove è sempre poco energico. È debole sia quando l'aria scaldata si rinnova a contatto della superficie di riscaldamento solo in virtù della differenza di temperatura fra essa e l'aria esterna, e dell'altezza dei locali in cui deve versarsi su quello in cui sta l'apparecchio scaldante; sia quando il movimento è prodotto da un apparecchio ventilante apposito, per la necessità in cui si è di dare all'aria una velocità relativamente piccola per evitare il pericolo di avere correnti moleste. Le resistenze invece che per cambiamenti di direzione e di sezione l'aria incontra nel suo movimento possono essere relativamente grandi: ne viene di conseguenza che una irregolarità anche lieve nel funzionamento dell'apparecchio, od una resistenza accidentale al movimento, possono variare notevolmente la velocità e la quantità dell'aria che si muove a contatto della superficie di riscaldamento. Ora se l'aria percorre l'interno di tubi lambiti esternamente dai prodotti della combustione, il suo stagnare in essi può dar luogo ad inconvenienti grandi. Non rinnovandosi l'aria se non a stento a contatto della parete scaldata, la sua temperatura facilmente si eleva oltre al limite che non deve mai essere superato perchè essa non diventi antigienica. E quali siano i danni che si

possono avere nella respirazione di aria troppo calda si è visto parlando delle stufe. Oltre a ciò le pareti dei tubi portate ad alta temperatura facilmente si guastano, screpolandosi se di cotto, corrodendosi se di metallo; di qui la necessità di visite continue e di riparazioni frequenti. Questo deteriorarsi della parete del tubo ha luogo certamente ed in un tempo breve se si hanno lingue di fuoco che vadano costantemente a colpire una data regione della parete stessa. Di necessità poi questa si guasta in breve tempo nei gomiti, ove ha luogo un cambiamento nella direzione del movimento dell'aria (fig. 1934).

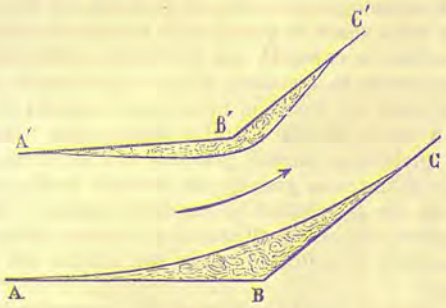


Fig. 1934.

È diffatti evidente che una particella aerea che si muova lungo la parete AB non arriva fino in B per cambiare poi bruscamente di direzione e muoversi lungo BC; il cambiamento di direzione si farà invece gradatamente, sicchè ad una certa distanza da B la particella staccandosi dalla parete del tubo, si muoverà secondo una trajettoria curvilinea, che si raccorda ai due lati AB, BC: rimarrà così in B uno spazio pieno di fluido, che non prende parte al moto di avanzamento e che costituisce come una sponda fluida al gas che si muove lungo la parte centrale del tubo. Un fatto analogo succede per le particelle che si muovono presso A' B': esse staccandosi dalla parete a distanza da B', percorrono trajettorie curvilinee, che si raccordano poi alla parete B'C'; ed in B' il gas non si rinnova se non lentamente. Per conseguenza nel gomito BB' si ha a contatto della parete del tubo uno strato anulare di aria stagnante, ed ivi necessariamente la parete non rinfrescata all'esterno si scalda eccessivamente, e con essa l'aria a contatto. Se poi nel gomito arriva una lingua di fuoco in breve la parete ne riesce forata; si stabilisce così la comunicazione fra il condotto dell'aria e quello del fumo; quindi una mescolanza di questo con quella tuttavolta che l'aspirazione nei condotti dell'aria predomini su quella nei canali del fumo. Di qui il fatto, troppo frequente ancora oggidì che si verifica nel riscaldamento con caloriferi ad aria, del mandare fumo nei locali insieme all'aria: l'annerimento delle pareti in vicinanza delle bocche calore ne è la prova. Tali inconvenienti riescono eliminati colla seconda disposizione, nella quale facendo circolare il fumo all'interno dei tubi, si guida l'aria a scaldarsi a contatto della loro parete esterna. Con essa infatti l'aria non può stagnare contro i tubi, ma rinnovandosi a contatto di essi ne raffredda la superficie anche là ove all'interno il fumo ristagna; le lingue di fuoco poi riescono evitate, inquantochè nell'interno dei tubi i prodotti della combustione si muovono in direzioni parallele al loro asse. A queste osservazioni di importanza essenziale un'altra conviene aggiungerne d'ordine secondario, ma che pure ha valore. Se l'aria si muove entro un tubo riceve calore solo perchè ne lambe la parete interna scaldata all'esterno; se invece si muove all'esterno del tubo riceve calore sia lambendone la parete esterna e sia per contatto colla parete interna del proprio condotto, la quale a sua volta è scaldata dal calore irradiato dal tubo. Riesce quindi con questa disposizione a parità di altre condizioni meglio utilizzato il calore ceduto dai prodotti della combustione, essendo maggiore la superficie di contatto dell'aria colle pareti solide che le devono cedere calore. La necessità in cui si è, se si vuole scaldare un gas, di obbligarlo a lambire la superficie di solidi caldi, consiglia quando esso si muova entro un tubo di collocare di tratto in tratto dei diaframmi frastagliati, o lamiere sottili piegate, o tubi prismatici a parete sinuosa come indica la fig. 1935, che assorbono il calore irradiato dalle pareti dei condotti in cui si muovono i gas caldi. Queste disposizioni evidentemente sono complicazioni che creano una maggiore resistenza al moto dell'aria, aumentando il pericolo che essa ristagni e scaldandosi troppo diventi antigienica.


Fig. 1935.

Condizioni di buon funzionamento di un calorifero ad aria.

Le condizioni essenziali a cui un calorifero ad aria deve soddisfare sono:

1° Esso mandi negli ambienti un grande volume di aria a temperatura moderata, anzichè una piccola quantità ad alta temperatura;

2° Nessuna delle parti metalliche dell'apparecchio si manifesti arroventata;

3° L'aria entri nei locali non troppo secca, ma a media saturazione;

4° Infine è assolutamente indispensabile che non possa stabilirsi mai alcuna comunicazione dei condotti dell'aria con quelli del fumo, sicchè sia possibile una mescolanza dell'aria coi prodotti della combustione.

Queste condizioni sono così essenziali da dare diritto al rifiuto di un calorifero quando non soddisfi anche solamente ad una di loro. Esse sono quelle stesse a cui deve soddisfare una stufa, e di cui si è già parlato nel dare i criteri in base ai quali deve farsi la scelta di questa. Che abbiano ad essere le medesime è evidente, non essendo un calorifero ad aria nella sua essenza che una grande stufa.

Acciocchè il calorifero vi possa soddisfare è necessario: Proporzionare la sezione del condotto che guida l'aria al calorifero, e quella dello spazio compreso fra la stufa ed il mantello, per modo che la quantità d'aria che si scalda a contatto della superficie di scaldamento sia grande, onde la quantità di calore occorrente al riscaldamento del locale diluendosi in una grande massa di aria ne elevi la temperatura non oltre i 45° o 50° centigradi, misurata questa temperatura alla parte superiore della camera d'aria. Questa norma, specialmente alcuni anni addietro, non era tenuta in conto dalla più parte dei costruttori, alcuni dei quali consideravano come un merito speciale del loro calorifero la proprietà

di scaldare l'aria ad alta temperatura. Si ebbero e si hanno esempi di tali apparecchi, in cui l'aria si versa nei locali a temperatura superiore ai 200 e più gradi. Mandando aria ad alta temperatura in un locale, questo si riscalda prontamente, ed una volta riscaldato, si mantiene caldo continuando a versare in esso aria calda in piccola quantità; ma con ciò si va incontro a due danni, l'uno che risulta dal respirare aria troppo calda, l'altro che proviene dall'essere insufficiente la ventilazione del locale. L'esperienza dimostra che in un ambiente riccamente ventilato riesce gradita e desiderata una temperatura dai 18° ai 20° c. e tollerata senza disturbo una di 22° o 24° c., mentre riesce per lo contrario intollerabile il soggiorno in un locale, la cui temperatura si verifica al termometro essere neanco superiore ai 14° c. quando in esso è scarsa la rinnovazione dell'aria. La sensazione speciale di malessere che si prova in queste condizioni dell'ambiente, malessere che non è dovuto a caldo eccessivo, ma all'impurità dell'aria, fa domandare istintivamente un riscaldamento meno energico, e tende a far considerare come un merito dell'apparecchio riscaldante, ciò che in realtà ne è un difetto. Un calorifero poi che versi aria molto calda ed in piccola quantità basta al riscaldamento con dimensioni minori di quelle che occorrerebbero per uno riscaldante un volume d'aria maggiore; ne riesce per ciò a parità di altre circostanze minore la spesa di acquisto e di posa in opera. Quindi se col riscaldare poca aria ad alta temperatura si soddisfa all'economia, ne soffre l'igiene del riscaldamento; l'eccessiva secchezza e temperatura dell'aria sono appunto in generale le cause per le quali riusciva poco accetto il riscaldamento fatto coi primitivi caloriferi ad aria calda.

Più è grande la quantità d'aria fredda che va a lambire la superficie di riscaldamento, maggiore riesce il raffreddamento della parete riscaldante, e per conseguenza meno probabile l'arroventamento. Ne viene che soddisfacendo alla prima delle accennate condizioni si soddisfa contemporaneamente alla seconda. Inoltre, mentre per evitare l'arroventamento delle pareti metalliche è conveniente dare ai condotti dell'aria dimensioni sufficientemente ampie, è pure necessario proporzionare quelle del focolare e dei condotti del fumo per modo che con una velocità moderata dei prodotti della combustione questa riesca lenta e fatta con un volume di aria doppio, anzi triplo del volume teorico, o strettamente necessario alla combustione. Sarà allora relativamente bassa la temperatura di combustione, la temperatura cioè dei gas caldi al disopra dello strato di combustibile, colla quale essi vengono a contatto delle pareti del focolare e dei primi condotti del fumo. Ma se la combustione ha da essere lenta deve essere piccolo il peso di combustibile da abbruciarsi in ogni ora e per ogni metro quadrato di superficie della graticola, e per conseguenza per avere la voluta quantità di calore occorrerà usare una graticola ampia e mantenere su essa uno strato di combustibile di piccolo spessore.

Il pericolo di arroventamento delle parti metalliche della stufa, ed in particolare delle pareti del focolare, è così probabile, specialmente in causa di negligenza di chi governa l'apparecchio, che è necessario sempre che le parti metalliche del focolare e le prime parti almeno dei tubi in cui si dirigono i prodotti della combustione siano rivestite di uno strato di terra refrattaria anche quando la parete metallica sia coperta di nervature, le quali, come si ritiene da alcuni costruttori, potrebbero da sè sole impedirne l'arroventamento. Evidentemente questo non succede se il focolare si costruisce tutto in mattoni refrattarii: in tal caso se questi sono di tale composizione da resistere a lungo alle grandi variazioni di temperatura cui sono soggetti, e se la muratura è così disposta e le parti di essa sì strettamente unite fra loro da non prodursi col tempo fessure o screpolature, la sostituzione del focolare di muro al focolare metallico costituisce un vantaggio per l'apparecchio.

L'aria scaldandosi nel calorifero diventa più secca e per darle la voluta umidità sarà necessario mantenere nella camera di aria ove la temperatura è più elevata delle vasche contenenti acqua e comunicanti con un tubo di livello posto sulla fronte del calorifero, col quale si possa ognora conoscere l'altezza del livello dell'acqua nella vasca. A questa si dà il nome di saturatore igrometrico; la capacità sua dev'essere sufficiente per somministrare la quantità d'acqua necessaria perchè l'aria si versi nel locale in modo che in questo si mantenga a media saturazione. La forma della vasca può essere qualunque, purchè presenti una superficie evaporante abbastanza grande; fra le varie forme possibili però una fra le migliori è quella di prisma a sezione triangolare, disposto cogli spigoli orizzontali, nella quale la superficie evaporante varia coll'altezza del livello liquido.

Per avere la quantità di acqua da evaporare in ogni ora per m^3 di aria, torna comodo l'uso della seguente tabella nella quale sono indicati in grammi i pesi di vapore esistente in un metro cubo di aria satura di umidità a diverse temperature. Basta moltiplicare i pesi di vapore per 0,5 o per 0,75, secondochè l'aria ha da essere a media saturazione, o a $\frac{3}{4}$ di saturazione. Così se l'aria è a 16° ed a $\frac{3}{4}$ di saturazione essa contiene per ogni m^3 grammi di vapore $13,6 \times 0,75 = 10,2$.

Dal numero così calcolato si sottrae il peso di vapore contenuto nell'aria esterna considerata pure a media od a $\frac{3}{4}$ di saturazione.

Temperatura	Grammi di vapore	Temperatura	Grammi di vapore
—15° C.	1, 4	24° C.	21, 6
—10°	2, 3	25°	23, 0
— 5°	3, 4	26°	24, 3
0°	4, 9	28°	27, 1
2°	5, 6	30°	30, 2
4°	6, 4	32°	33, 7
6°	7, 8	34°	37, 4
8°	8, 3	35°	39, 5
10°	9, 4	40°	51
12°	10, 6	50°	82, 7
14°	12	60°	129, 8
15°	12, 8	70°	197, 4
16°	13, 6	80°	290, 9
18°	15, 1	90°	420, 5
20°	17, 2	100°	591, 9
22°	19, 4	—	(1)

(1) Ferrini, op. cit.

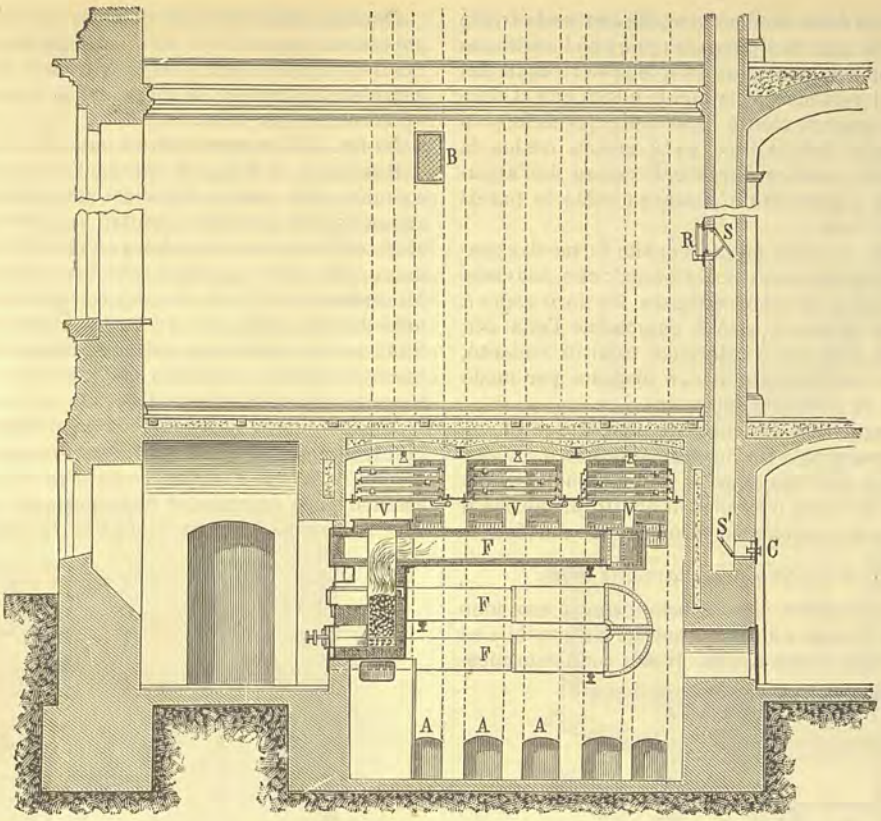


Fig. 1936. — Calorifero Fischer e Stiehl.

Per conoscere in ogni istante lo stato igrometrico dell'aria occorre in ogni locale un igrometro; se poi si deve provvedere alle esigenze dei singoli ambienti a distanza da essi, se cioè si regola dall'esterno la temperatura mandandovi aria più o meno calda, e il suo stato igrometrico mandandola più o meno umida, può tornare utile la disposizione adottata dagli ing. Fischer e Stiehl in un calorifero per scuole.

Al basso della camera di scaldamento ove arriva l'aria dall'esterno si aprono dei canaletti muniti di registro, i quali comunicano colle canne di distribuzione dell'aria calda; manovrando questi registri si varia la miscela di aria fredda colla calda. Una parte dell'aria scaldata prima di entrare nelle canne di distribuzione, entra in una camera sovrastante alla camera d'aria e separata da essa da un diaframma, ove sonvi le vasche d'acqua, al cui contatto si inumidisce; manovrando un altro registro si mescola coll'aria calda e secca, aria fredda ed umida. Per tal modo, senza variare la ventilazione e senza cambiare le condizioni degli altri ambienti, si può in uno qualunque di essi elevare o diminuire la temperatura o l'umidità. Per conoscere poi ad ogni istante le condizioni termiche ed igrometriche dei singoli ambienti, in ognuno di essi vi è uno psicrometro formato di due grossi termometri ad alcool colorato in rosso per l'asciutto ed in azzurro in quello a bulbo bagnato. Lo psicrometro è posto davanti una bocca comunicante con una canna verticale (fig. 1936), che si prolunga fino al sotterraneo, dietro alla quale vi è uno specchio S, inclinato a 45°. Un altro specchio S', pure a 45°, è in basso rivolto al superiore e ad esso sta affacciato un piccolo cannocchiale C. Con questo si può osservare l'immagine dello psicrometro e leggere le indicazioni dei due termometri. Da esse si viene a sapere come si devono manovrare i diversi registri per mantenere a regime l'ambiente.

Per impedire in modo assoluto che coll'aria possa mescolarsi il fumo, sarebbe necessario o evitare ogni giunto fra le parti dell'apparecchio, o fare le giunture per modo che esse, malgrado le alternative di funzionamento e di riposo di quello, siano sempre a tenuta perfetta. Ora evitare ogni giunto è impossibile: la stufa essendo sempre costituita da parti che si devono collegare le une alle altre; assicurare in ogni tempo la assoluta ermeticità dei giunti è difficile, perchè le rapide variazioni di temperatura a cui sono soggette le varie parti dell'apparecchio sono causa per esse di dilatazioni repentine ed irregolari, di contorcimenti e di spostamenti relativi. Si suole ancora oggidì fare da alcuni semplicemente le giunture dei tubi ad imboccatura, e lutarle con argilla o terra da forno; questa però pel calore dilatandosi meno del metallo, si screpola e lascia fessure più o meno grandi, più o meno numerose, che permettono la comunicazione coi condotti dell'aria. Questo mezzo è dunque insufficiente. Ma se si osserva che proporzionando i condotti del fumo ed il camino per modo che la pressione in essi sia sempre minore di quella che regna nei condotti dell'aria, entrerà questa per le fessure di comunicazione nei canali del fumo, e sfuggirà all'esterno con esso, e non passerà il fumo a mescolarsi coll'aria; si vede essere necessario che la tirata del camino sia sempre superiore a quella che si esercita sull'aria. Questa condizione essenziale è ben nota ai pratici: si suole difatti dire dover essere la velocità del fumo maggiore di quella dell'aria. La locuzione è impropria perchè non è la differenza delle velocità, ma sì quella delle pressioni che importa notare; corrisponde però all'idea. Ma si deve a questo proposito osservare, che col dimi-

nuire dell'attività della combustione, diminuisce la tirata del camino, onde quando il fuoco langue, può il richiamo nei condotti dell'aria prevalere su quello nei canali del fumo. Il fatto si verifica specialmente allora che si riaccende il fuoco, quando cioè è massimo lo svolgimento dei prodotti della distillazione, ed è ancora fredda la canna del camino, mentre durante il riposo dell'apparecchio si sono conservate abbastanza calde le pareti delle canne dell'aria.

Risulta da ciò: che sono migliori quelle forme di apparecchi le quali richieggono pochi giunti; che conviene che le parti che si devono collegare fra loro siano a superficie bene lavorate, sicchè combacino l'una con l'altra; che fra esse siano interposti fogli di amianto, siano collegate con bolloni a vite, e disposte per modo da permettere le relative dilatazioni.

Sarà poi in ogni caso conveniente o costrurre in vicinanza dell'apparecchio un focolare apposito, o almeno porre un becco a gas, che mandi i gas caldi nella canna da camino per attivare il tirante di questo prima che si sia avviata la combustione sul focolare del calorifero.

Stufa o calorifero propriamente detto.

Le forme di caloriferi che si incontrano in uso sono svariatissime e troppo numerose perchè sia possibile ed utile il descriverle tutte. Alcuni di essi sono semplice-

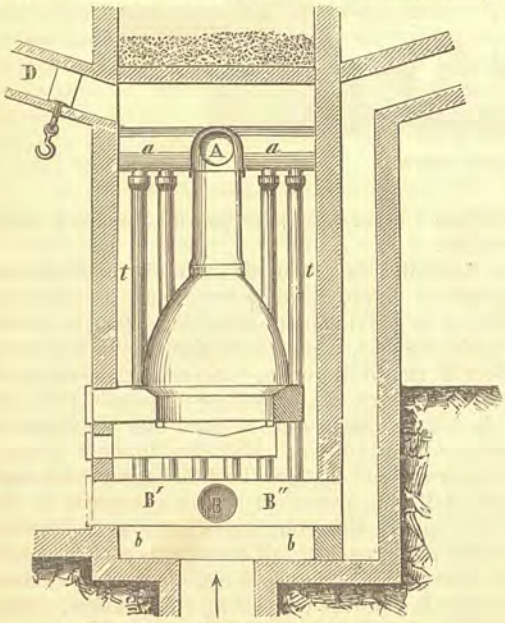


Fig. 1937. — Calorifero a tubi verticali.

mente costituiti, oltre che dal focolare, da una serie di tubi di lamiera o di ghisa verticali collegati fra loro da tratti orizzontali che sono percorsi dai prodotti della combustione prima di sfogarsi nel camino. In altri si ha una circolazione di tubi orizzontali comunicanti fra loro con tratti verticali; in altri a luogo di percorrere una sola circolazione, i prodotti della combustione dal focolare sono obbligati a suddividersi fra diversi condotti che confluiscono poi tutti in una camera del fumo, sulla quale si esercita direttamente l'aspirazione del camino; in alcuni, mentre la superficie di riscaldamento dell'aria è costituita da casse o da tubi metallici con o senza nervature, il focolare è in muratura refrattaria e così disposto che l'aria non può venire a lambire direttamente la parete; in altri poi è evitata ogni parete metallica e tutto il calorifero è di terra cotta.

Daremo alcuni esempi di caloriferi, da cui si potrà conoscere quanto varie ne siano le forme studiate, e dall'esame dei quali sarà possibile, in casi diversi da quelli considerati, stimare la maggiore o minor bontà di un apparecchio proposto.

La fig. 1937 rappresenta un calorifero a tubi verticali. Il focolare, a forma di campana, è sormontato da una colonna, sulla quale è innestato un grosso tubo A. Esso comunica con due tubi paralleli *a a*, dai quali partono altri tubi verticali discendenti *t t*, che in basso fanno capo a due altri tubi paralleli, che per mezzo del tubo B comunicano col B' B'' che sbocca nel camino. Le estremità dei tubi B' B'', *a a* e *b b* sono chiuse da tappi movibili per le necessarie puliture. L'aria che arriva dal basso si scalda a contatto del focolare e dei tubi e si sfoga in alto nei condotti distributori D.

Questo sistema presenta l'inconveniente di aver molte giunture, che spesso non si conservano ermetiche. Quindi quando si avvia il riscaldamento la tirata del camino essendo poco energica, il fumo passando per le connessure si mescola coll'aria calda che va nei locali.

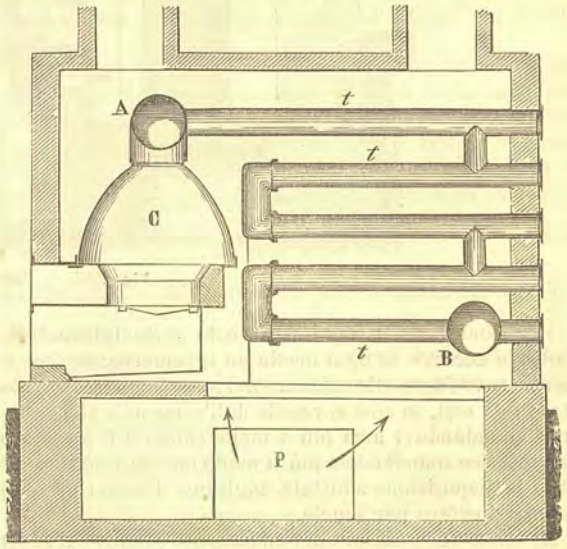


Fig. 1938. — Calorifero con tubi orizzontali.

Nella fig. 1938 è rappresentato un calorifero con tubi orizzontali. Il focolare è pure sormontato come nel precedente da una colonna A, dalla quale partono due circolazioni simmetriche di tubi orizzontali *t t*, posti gli uni sotto gli altri e comunicanti fra loro mediante brevi tratti verticali. I tubi orizzontali sostenuti ad un estremo dalla muratura, sono chiusi all'esterno da tappi che si tolgono per le puliture. Essi poi, perchè meglio siano lambiti dall'aria, non sono sottoposti parallelamente gli uni agli altri, ma sono disposti a quinconce. Le due serie di tubi poi si riuniscono verso il basso in un tubo B comunicante col camino. L'aria esterna, come al solito, arriva dal basso pel canale P e dall'alto della camera d'aria entra nei condotti di distribuzione.

Calorifero sistema Staib. — Il calorifero sistema Staib, messo attualmente in commercio dalla casa Edoardo Lehmann a Milano (fig. 1939, 1940, 1941), consta di una cassa, le cui pareti ed il coperchio sono piastre di ghisa ondeggiate, munite di nervature, sicchè costituiscono una grande superficie di riscaldamento in uno spazio relativamente piccolo. Nell'interno della cassa vi è il focolare B rivestito di mattoni refrattarii,

munito di graticola orizzontale e di una tramoggia A per la carica del combustibile, che termina in una graticola a gradini. La tramoggia può contenere una quantità di carbone sufficiente per conservare in lenta attività il focolare per dieci o dodici ore; si ha con ciò una alimentazione continua sicchè l'apparecchio può funzionare anche nelle ore in cui non è direttamente governato dal fochista. Il combustibile fresco di mano in mano che scende dalla tramoggia distilla, ed i prodotti della distillazione passano a lambire lo strato di coke incandescente che sta sulla graticola orizzontale. La quantità d'aria che ivi può accedere al combustibile ne produce la combustione completa, e il focolare potrebbe al caso funzionare come fumivoro, quando lo svolgimento del fumo costituisse un inconveniente e ragioni speciali ne consigliassero la soppressione. Il focolare s'allarga verso l'alto per facilitare lo svolgersi dei prodotti della combustione, e gli spazi fra esso e le

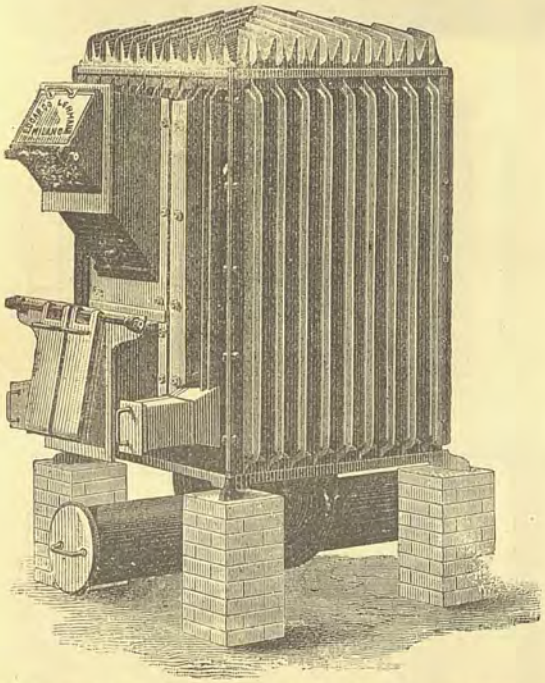


Fig. 1939. — Calorifero sistema Staib (Edoardo Lehmann, di Milano).

pareti della campana sono molto vasti onde queste non si arroventino.

L'aria alimentatrice della combustione accede al combustibile dal cinerario C sottostante alla graticola, e la quantità di essa si varia colla porta D, che può chiudere a perfetta tenuta; per tal modo, a seconda delle circostanze, la combustione può riuscire lenta o vivissima. Le quattro pareti laterali della cassa a flangie piallate *bbbb*, collegate da robusti bolloni in ferro, s'addentrano in una scanalatura di cui è munito tutto all'ingiro il fondo *a* del focolare, ripiena di sabbia fina. Il coperchio della cassa è, come il fondo, di un pezzo solo e si addentra pure in scanalature fatte alla parte superiore delle pareti laterali. Il calorifero pertanto consta di sei soli pezzi collegati ermeticamente fra loro con due giunture a sabbia e quattro giunti diritti a flangie piallate; e siccome l'aria da scaldare passa attorno alla cassa e non è mai a contatto del focolare, così riesce evitato il pericolo di mescolanza di essa coi prodotti della combustione. Questa disposizione costituisce un merito speciale del calorifero Staib, poichè essendo in certi momenti necessario fare la combustione viva, qualunque sia il sistema di calorifero adottato, le pareti del focolare si

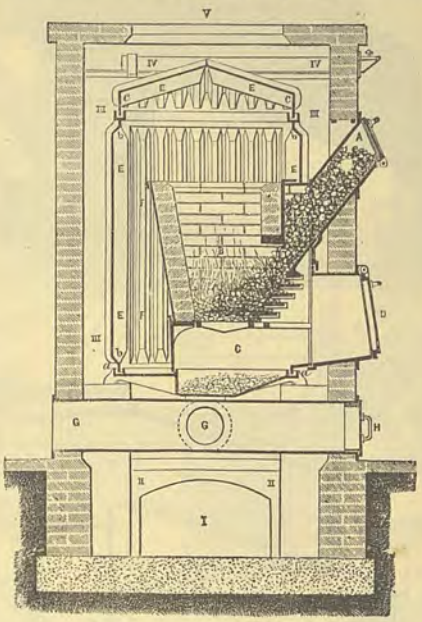


Fig. 1940. — Calorifero sistema Staib.

guastano a preferenza delle altre parti, e per le rapide dilatazioni a cui sono soggette tendono a sconnettersi ed a screpolarsi; nello Staib invece le pareti di trasmissione del calore, essendo a distanza dal focolare,

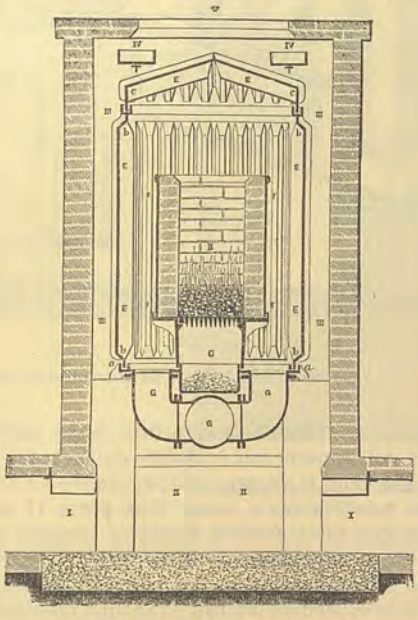


Fig. 1941. — Calorifero sistema Staib.

non possono arroventarsi, e non può del pari scaldarsi eccessivamente il cielo di esso, perchè i prodotti della combustione vengono a contatto di una grande superficie di trasmissione.

I prodotti svoltisi liberamente dal focolare si ripiegano in basso e si dirigono ad un tubo G di esito,

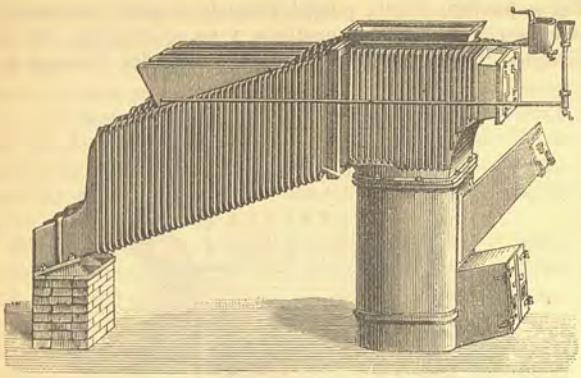


Fig 1942.

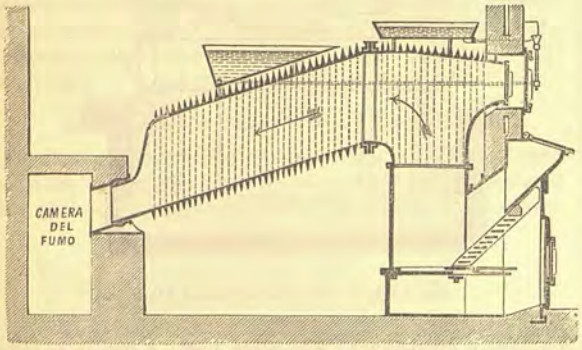


Fig. 1943

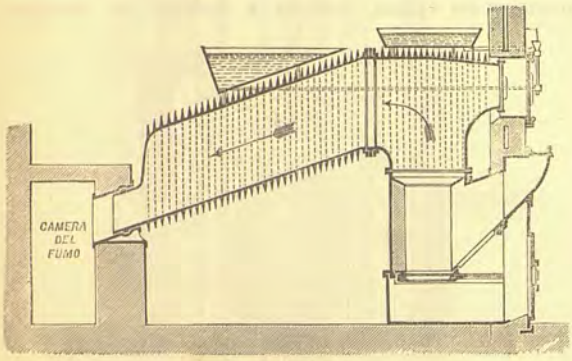


Fig. 1944.

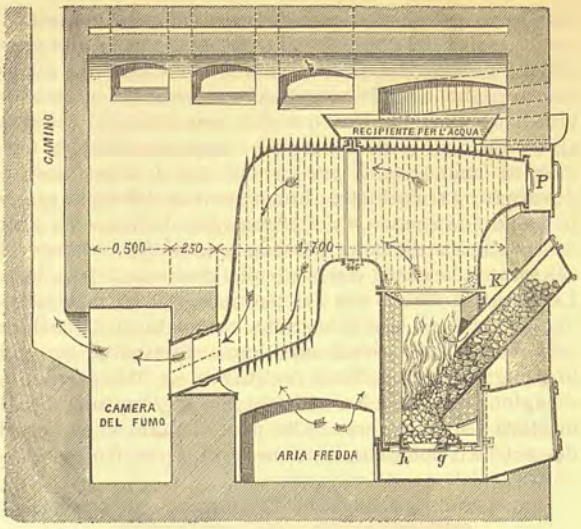


Fig. 1945.

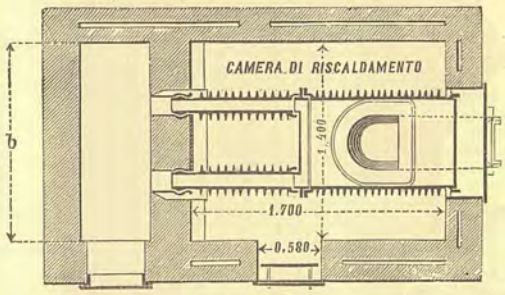


Fig. 1946.

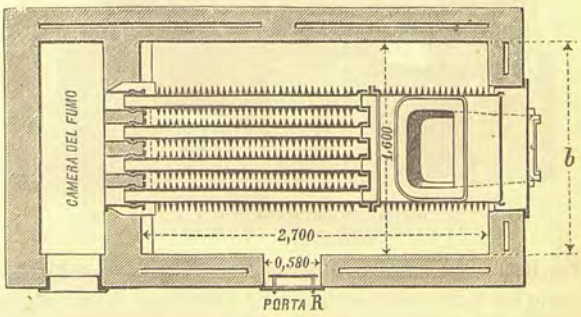


Fig. 1947.

Calorifero con focolare ad alimentazione continua della casa Giuseppe Besana di Milano (fig. 1942 a 1947).

comunicante col camino. Questo tubo posto nella parte più bassa dell'apparecchio è lambito dall'aria più fredda, sicchè i gas caldi si versano poi nel camino ad una temperatura relativamente bassa. Una porta H movibile permette con tutta facilità di fare la spazzatura della fuligine che si raccoglie solo in fondo del calorifero, non aderendo alle superficie liscie e verticali di esso. Verso il basso alle superficie laterali ed al tubo inferiore mancano le nervature, poichè ivi il fumo giunge ad una temperatura così moderata, che basta all'utilizzazione del calore una superficie liscia, ed un aumento di essa mediante nervature, essendo inutile, costituirebbe uno spreco di materiale.

L'aria esterna arriva pei canali I, I, entra nello spazio II e di qui sale a contatto della superficie di riscaldamento nello spazio limitato fra essa e l'involucro esterno. Una serie di vasche di acqua IV, IV le dà la necessaria umidità. Dalla parte superiore della camera d'aria si diramano i condotti di distribuzione dell'aria calda.

Calorifero con focolare ad alimentazione continua del tipo dell'officina Kaiserslautern, della casa Giuseppe Besana di Milano (fig. 1942 a 1950). — Il calorifero è in ghisa, ed il focolare F, rivestito di mattoni in terra refrattaria, è munito di tramoggia T′ inclinata, contenente una quantità di combustibile sufficiente alla alimentazione del focolare per più ore. Da essa il combustibile cade sopra una graticola orizzontale *h g*, formandovi uno strato di altezza sensibilmente costante. Dal cinerario C′ arriva l'aria comburente in quantità che si può regolare, variandone la luce d'ingresso H. Di mano in mano che il combustibile discende distilla riducendosi a coke ed i prodotti della distillazione, che si

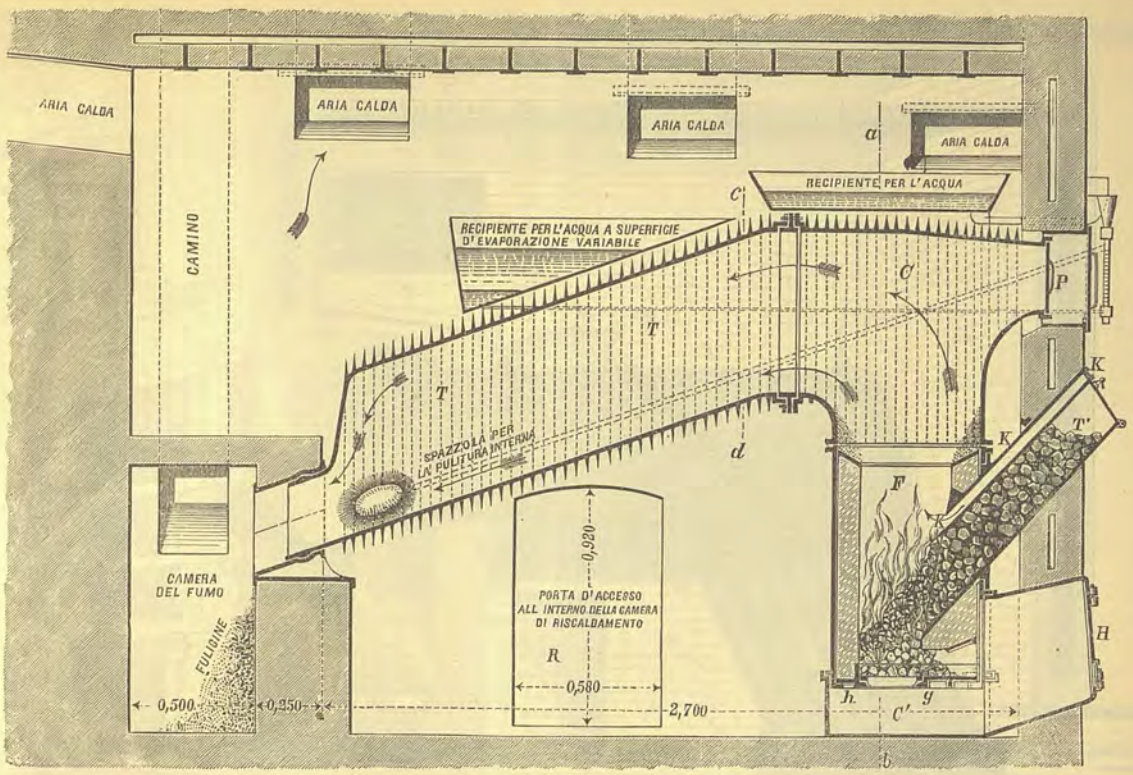


Fig. 1948.

svolgono in alto, sono investiti da una lama d'aria K K, che arriva da una bassa fessura larga quanto il focolare, sovrapposta alla tramoggia. Questa iniezione di aria sulle fiamme produce in esse dei movimenti vorticosi, pei quali riesce intima la miscela coi prodotti della distillazione e completa la loro combustione. Essa torna specialmente utile allorquando il combustibile che si abbrucia è molto fumoso, riuscendo coll'iniezione d'aria diminuita od anche soppressa la produzione del fumo. Dalla camera di combustione i prodotti si svolgono in un'ampia cupola C, munita all'esterno di nervature verticali. A questa cassa sono collegati saldamente diversi tubi T T alti e stretti, la cui sezione ha la forma di un rettangolo, nel quale ai lati minori si siano sostituiti due archi di raccordamento coi maggiori. Questi tubi, che possono essere ad asse rettilineo o curvilineo, sono disposti parallelamente gli uni agli altri e vicini fra loro per modo da lasciare dei vani pel passaggio dell'aria da riscaldare. All'estremità opposta alla cupola essi sboccano tutti in una camera detta camera del fumo, dalla quale questo si sfoga nel camino. Al disopra della cupola e dei tubi stanno i vasi contenenti l'acqua per inumidire l'aria scaldata. Tutto l'apparecchio è chiuso in un'ampia camera a pareti di muro, alla quale dal basso accede l'aria esterna, che scaldata a contatto del calorifero sale alla parte superiore dalla quale si dirige ai condotti di distribuzione ai locali.

Le unioni delle varie parti sono a flangie piallate, ed esse sono strette fra loro con buloni a vite; la posa dei tubi e della cupola sui relativi sostegni è fatta per modo da permettere la libera loro dilatazione. La pulitura dei tubi si fa colla massima semplicità, in quanto che basta togliere il coperchio P e con una spazzola a lungo manico fare cadere la fuligine nella camera del fumo. Una porta di accesso alla camera di riscaldamento permette

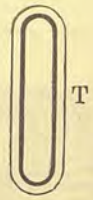


Fig. 1949.

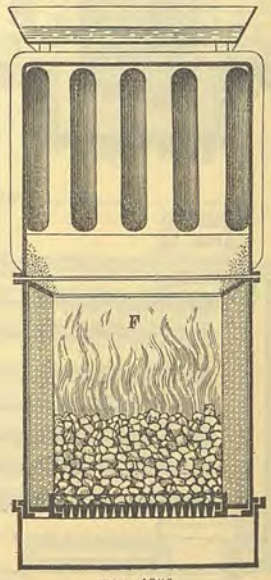


Fig. 1950.

Calorifero con focolare ad alimentazione continua della casa Giuseppe Besana, di Milano (fig. 1948, 1949 e 1950).

di esaminare ad ogni occorrenza le condizioni della superficie di riscaldamento.

Variando a seconda dei casi la graticola, si può adattare il focolare a combustibili diversi.

Calorifero Corradini (fig. 1951 e 1952). — Una modificazione molto razionale al calorifero precedente venne fatta dall'ingegnere Francesco Corradini. Se in quello, per essere il focolare rivestito di mattoni refrattari, è evitato l'arroventamento della parete, possono invece

Fig. 1951.

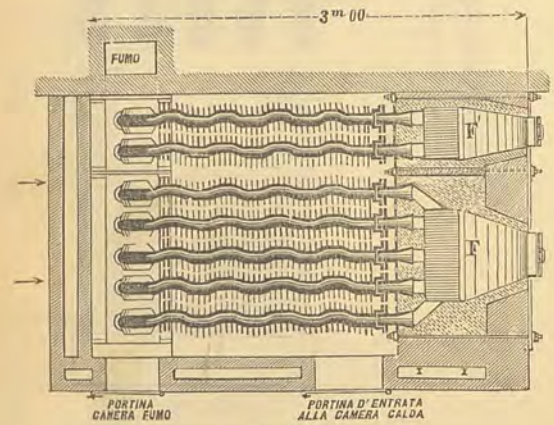


Fig. 1952.

Calorifero Corradini (fig. 1951 e 1952).

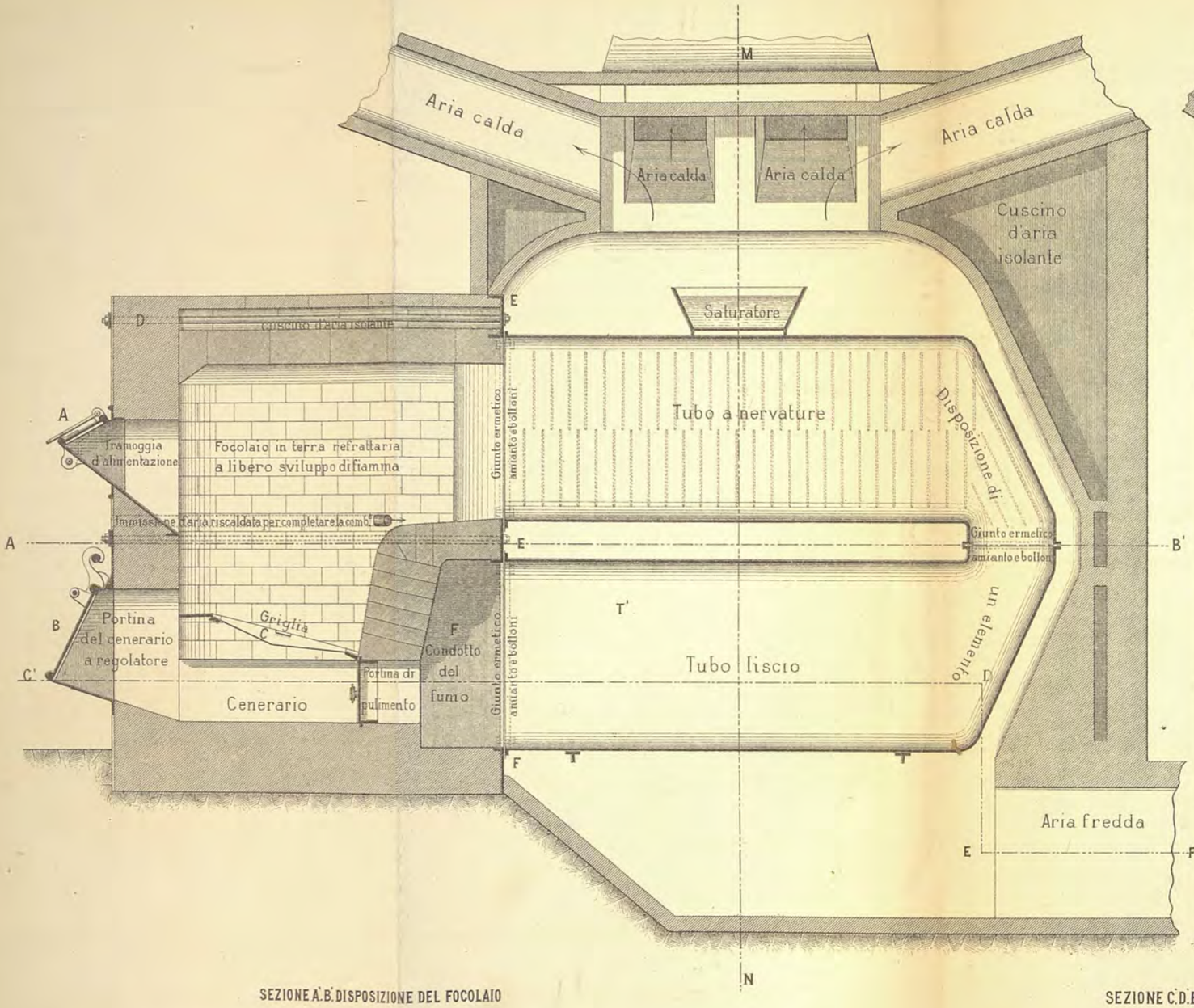
arroventarsi la piastra laterale di unione dei tubi e la parete della cupola che è nuda, e quand'anche esse non diventino roventi, tuttavia l'aria al loro contatto può scaldarsi a temperatura troppo alta. Per evitare questi inconvenienti il Corradini costruì il focolare F e la camera C superiore, nella quale si raccolgono i gas caldi, in muratura refrattaria, utilizzò la parte posteriore di quello come superficie scaldante essendo l'anteriore all'esterno della camera d'aria A A. Conservò la tramoggia inclinata T per l'alimentazione continua del focolare, ed aprì là, ove il combustibile cade sulla graticola, una luce *f*, comunicante mediante un tubo coll'esterno per la quale arriva una lama d'aria sui prodotti della distillazione nel punto in cui si estricano dal combustibile ardente.

L'aria alimentatrice della combustione arriva dalla porta del cinerario C', munita di un'imposta con cui se ne può regolare l'accesso. A ciò servono due portine in ghisa, scorrevoli su un telajo a superficie piallate in modo da combaciare fra loro a contatto perfetto.

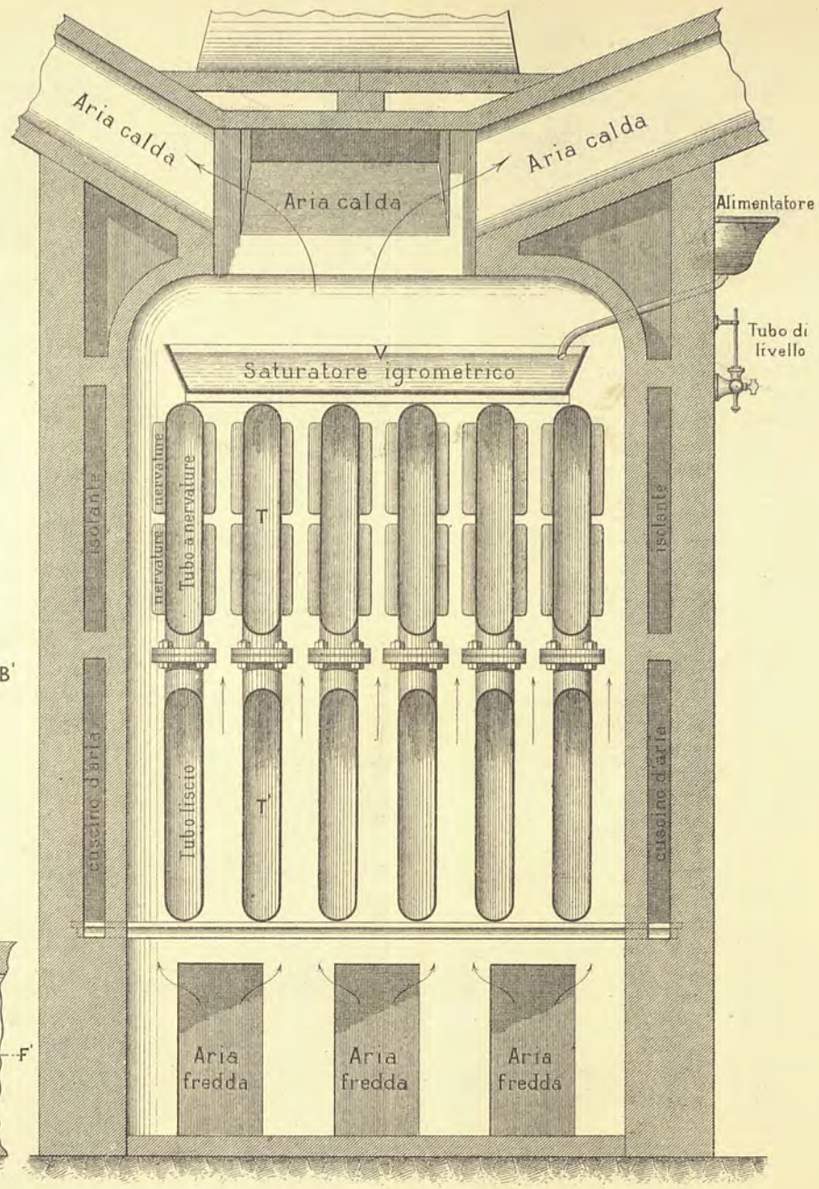
Per evitare poi un consumo eccessivo di combustibile ed un riscaldamento troppo intenso dell'aria nelle giornate meno fredde, negli apparecchi di maggiori dimensioni il Corradini adottò un focolare doppio F F', costituito cioè da due focolari di ampiezze diverse: il minore, corrispondente a due o tre elementi, funziona da solo nelle giornate più calde: nelle giornate fredde ordinarie funziona solo il più grande corrispondente a cinque o più elementi; mentre che nei giorni di maggior freddo si tengono in attività i due focolari. Utilizzando così pel riscaldamento la superficie di tutti gli elementi, non si è nella necessità di fare una combustione troppo viva; con ciò, coll'economia di combustibile, si provvede ad una maggiore durata degli apparecchi.

Al focolare sono strettamente collegati varii tubi *t t'* in ghisa, che costituiscono gli elementi riscaldanti l'aria. Ognuno di essi è fatto di due parti: l'una, *t*, a se-

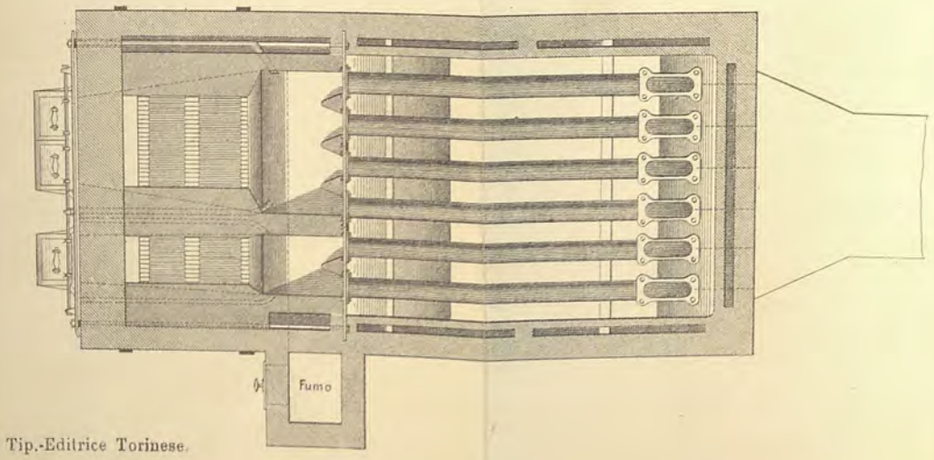
CALORIFERO PORTA



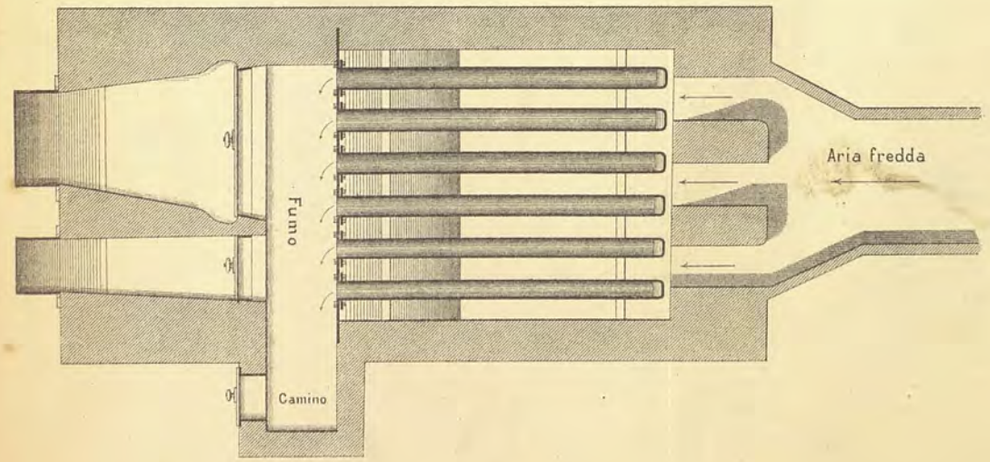
SEZIONE TRASVERSALE
di calorifero a sei elementi



SEZIONE A'.B'. DISPOSIZIONE DEL FOCOLAIO



SEZIONE C'.D'.E'.F'. TRACCIATO DEI CANALI D'ARIA FREDDA E DEL FUMO



Unione Tip.-Editrice Torinese.

zione costante, disposta orizzontalmente, e munita sulla superficie esterna di nervature; l'altra, *t'*, che si ripiega in basso, diminuendo di sezione, ed a superficie liscia; la prima comunica colla camera di combustione F, la seconda fa capo ad una cassa M, che sbocca nel canale che guida il fumo al camino. I prodotti della combustione suddivisi in tante lame quanti sono gli elementi, percorrono i tubi e si raccolgono poi nella camera del fumo.

Le unioni delle varie parti sono fatte con pochi giunti a tenuta perfetta mediante bolloni ed un cartone di amianto frapposto, il quale là dove i tubi *t'* si appoggiano sulla faccia superiore inclinata della cassa M ne permette la libera dilatazione, nello stesso tempo che, in causa del peso dei tubi che preme su di essa, si mantiene ermetica la chiusura. L'aria dall'esterno arriva al basso della camera d'aria per diverse aperture *aa* ed, allo scopo di utilizzare viemmeglio il calore che hanno in sè i prodotti della combustione, è obbligata a passare per canali *ee* che attraversano la cassa M che è posta all'estremità di quello dell'aria fredda. Per tal modo si ha una doppia circolazione, di aria fredda che sale scaldandosi, di fluido caldo che discende raffreddandosi. Alla parte superiore delle pareti di riscaldamento un vaso V, a superficie evaporante variabile, dà all'aria la voluta umidità.

Caloriferi G. B. Porta e C. continuatori G. B. Monti e Duca A. Litta in Torino (fig. 1953 a 1955). — Uno dei tipi primitivi di caloriferi ad aria calda della ditta G. B. Porta è una derivazione del calorifero Chaussenot, che, a sua volta, nella sua forma generale, è costituito come la stufa Chaussenot già descritta.

Il focolare (fig. 1954), rivestito di muratura refrattaria, ha forma di bottiglia, e comunica in alto con un recipiente a campana *mm*, *ii*, attraversato da tubi verticali *c'*, destinati al passaggio dell'aria; un altro recipiente *aa*, *bb*, identico al superiore, posto in basso e attraversato pure da tubi verticali *c* percorsi nel loro interno dall'aria, comunica col superiore mediante una corona di tubi verticali *ll*. I prodotti della combustione dal focolare *gg''* salgono in alto per ripiegarsi poi in basso lungo i tubi *l*, entrare nella campana inferiore e dirigersi al camino R (fig. 1955) pel condotto F. La carica del combustibile si fa per la porta a tramoggia Z'; inferiormente a questa vi è l'apertura Z comunicante col focolare, per la quale si fa l'accensione del combustibile; una graticola verticale lo mantiene sulla griglia orizzontale *f*: l'aria alimentatrice della combustione accede pel cinerario X. Tutto l'apparecchio è racchiuso in un involucro di muratura I I a doppia parete. L'aria dall'esterno arriva pel canale *xx*, si raccoglie nello spazio *k* limitato fra i due muri I I e da luci P P P accede al calorifero, sale a contatto della parete del focolare, lambendo la superficie dei tubi *ll* percorsi dal fumo ed attraversando i tubi *cc'*, si raccoglie alla parte superiore U, si inumidisce a contatto del saturatore e si versa nei condotti di distribuzione A A.

L'aggiunta dei tubi *cc'* attraversanti le due cupole, fatta alla stufa Chaussenot, ha per scopo di facilitare il moto dell'aria a contatto della superficie di riscaldamento, impedendo che anche solo in parte ristagni contro essa. Il doppio involucro di muro I I, comprendente uno strato di aria stagnante, impedisce le perdite di calore all'esterno per trasmissione. Le porte *tt'* servono alle puliture.

L'apparecchio, come si vede, richiede un numero piuttosto rilevante di giunti, onde la necessità di una grande cura nella costruzione delle varie parti, nella loro posa in opera e nel loro collegamento per evitare le infiltrazioni di fumo. Allo scopo di diminuire il numero delle congiunzioni, di sottrarne i pezzi ai colpi di fuoco possibili, di evitare le rotture e l'arroventamento delle pareti metalliche, di dare all'aria, colla dovuta umidità, una temperatura moderata, la casa G. B. Porta modificò grado grado il tipo primitivo di calorifero e da alcuni anni ne pose in opera un altro che differisce essenzialmente dal precedente per la natura del focolare, per la forma e la disposizione dei condotti del fumo.

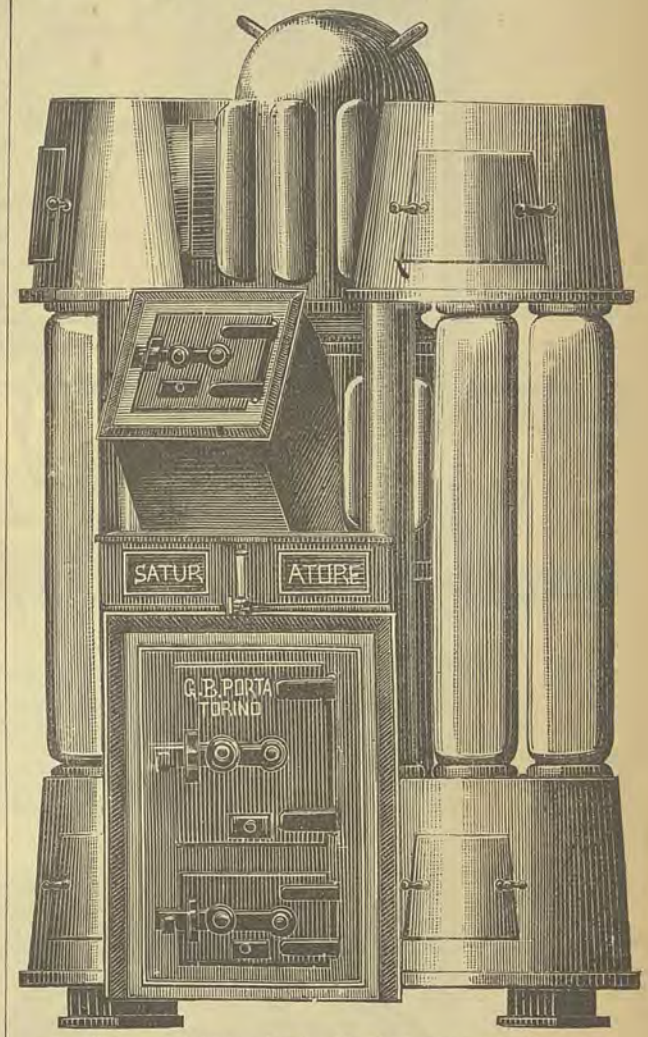


Fig. 1953. — Calorifero ad aria calda (G. B. Porta e C., di Torino).

Il calorifero della ditta G. B. Porta, a giunti ermetici, con focolare in terra refrattaria, a libero sviluppo della fiamma, è rappresentato in sezione longitudinale ed in sezione trasversale dalla Tavola I.

Le pareti ed il cielo della camera di combustione sono in muratura refrattaria; il vôlto è ricoperto da un inviluppo di muratura ordinaria e fra le due pareti è interposto un vano contenente aria stagnante per impedire la trasmissione di calore all'esterno. A seconda delle dimensioni dell'apparecchio la camera di combustione è costituita o da uno solo o da due focolari distinti che possono funzionare simultaneamente o non. Le dimensioni della camera sono tali che i prodotti della combustione dal focolare possono svolgersi liberamente prima d'immettersi nei condotti del forno. Un tubo che attraversa il focolare e s'apre all'esterno permette di mandare sulle fiamme, là ove i prodotti della distillazione del

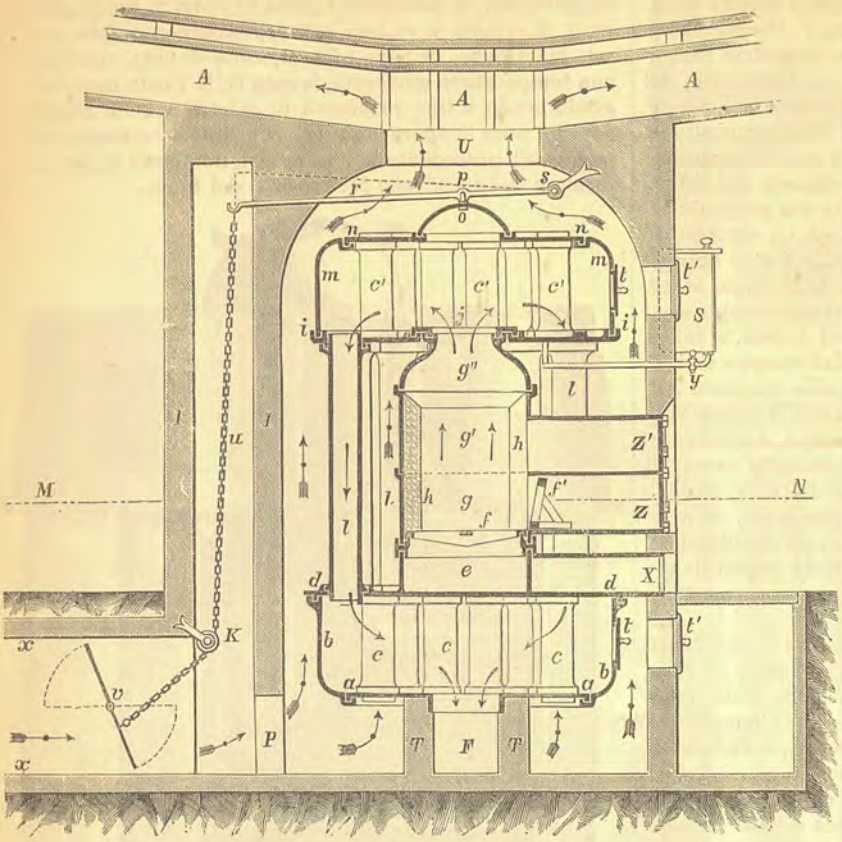


Fig. 1954.

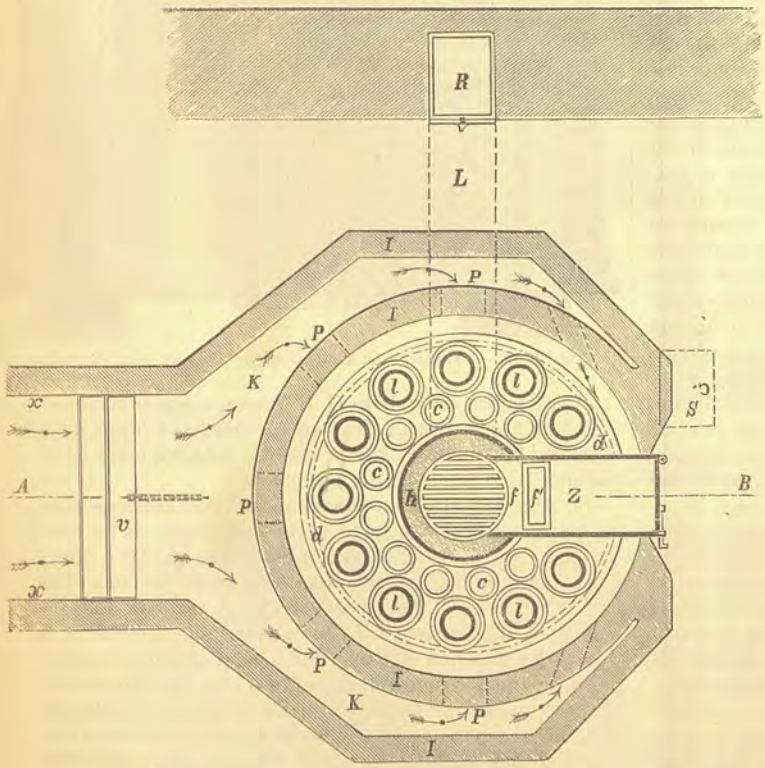


Fig. 1955.

Calorifero ad aria calda (G. B. Porta e C., di Torino (fig. 1954 e 1955).

combustibile sono più abbondanti, un soffio di aria parzialmente riscaldata, il quale provoca nei prodotti stessi dei moti vorticosi pei quali riesce più intima la loro miscela coll'aria comburente e quindi più perfetta la combustione. Regolando convenientemente e con parsimonia l'iniezione di aria sulle fiamme, per modo che l'ammissione abbondante di essa si faccia solo appena terminata la carica quando è massimo lo svolgimento dei prodotti della distillazione del combustibile fresco disteso sulla graticola, riesce diminuito o soppresso lo svolgimento del fumo. La parete anteriore del focolare ha una tramoggia inclinata, dalla quale il combustibile cade sulla graticola C; l'aria alimentatrice della combustione arriva al cinerario dalla porta B, la cui imposta è scorrevole su guide per modo da poter variare l'accesso dell'aria al disotto del combustibile. La parete anteriore del focolare è collegata mediante traverse e buloni D alla parete posteriore ricoperta da una piastra in ghisa E E. Questa piastra ha due serie di aperture oblunghe poste le une sulle altre, le superiori comunicanti col focolare, le inferiori col condotto che guida il fumo al camino. Ad ognuna di queste luci è saldamente collegato un tubo in ghisa, il più alto armato di nervature, quello in basso liscio, i quali all'estremità opposta al focolare comunicano fra loro, formando così un solo tubo ad U, ad asse orizzontale. I prodotti della combustione dal focolare dirigendosi al tubo superiore, lo percorrono in tutta la sua lunghezza e ripiegandosi in basso, entrano nel tubo inferiore, che percorrono pure per tutta la sua lunghezza, prima di sfogarsi nel canale che li guida al camino. Le unioni dei tubi fra loro e colla piastra E E sono fatte con chiavarde e colla interposizione di cartoni di amianto; ed i tubi stessi sono sostenuti all'estremità per modo da permetterne la libera dilatazione. Il numero di questi tubi doppi od elementi del calorifero, innestati alle fessure praticate nella piastra E E, varia a seconda della potenza dell'apparecchio.

L'aria fredda, arrivando al basso, sale a contatto dei tubi lisci e quindi dei tubi superiori muniti di nervature, suddivisa in tante lame che si raccolgono poi alla parte superiore, ove un saturatore posto al disopra dei tubi e che si empie di acqua dall'esterno, la inumidisce e donde pei condotti di distribuzione è guidata ai singoli locali da riscaldare.

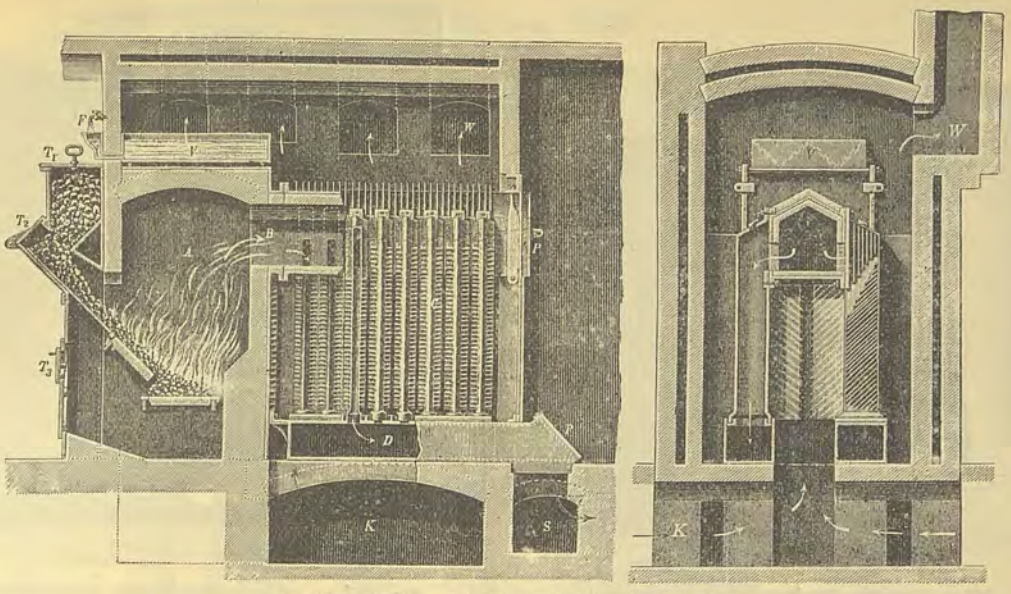


Fig. 1956 e 1957. — Calorifero Koerting ad aria calda.

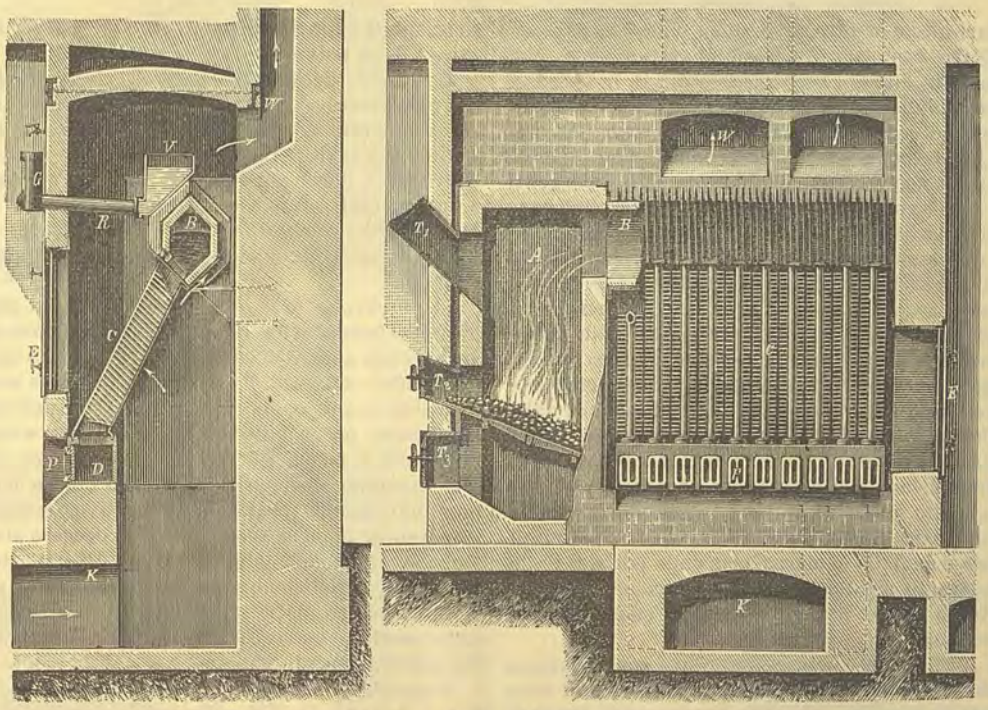


Fig. 1958 e 1959. — Calorifero ad aria calda (sistema Koerting), modificato.

Calorifero ad aria calda, costituito da elementi ad alette inclinate della casa Fratelli Koerting (fig. 1956 e 1957). — Il focolare A del calorifero, in muratura refrattaria, è collocato nell'interno della camera di riscaldamento dell'aria. Due tramoggie, T_1 T_2, una verticale, l'altra in pendenza, contengono il combustibile; questa termina in una graticola inclinata, sotto la quale sta un'altra graticola orizzontale. Il combustibile che riempie la tramoggia discende lungo essa di mano in mano che quello che sta sulla graticola si consuma; discendendo si estricano le parti volatili, onde esso giunge in fondo ridotto a coke.

L'aria alimentatrice della combustione arriva al cinerario per un'apertura munita di un'imposta colla quale se ne può regolare la quantità, sicchè i prodotti della distillazione del combustibile mescolandosi intimamente con quella a temperatura elevata ardono completamente. Dalla camera di combustione i gas caldi entrano in un tubo metallico orizzontale B, rivestito internamente di terra refrattaria per impedirne l'arroventamento. Questo tubo è a sezione pentagona, colla faccia inferiore orizzontale e le due laterali verticali; le altre due sono inclinate come le falde di un tetto. Sulle faccie verticali sono praticate delle aperture

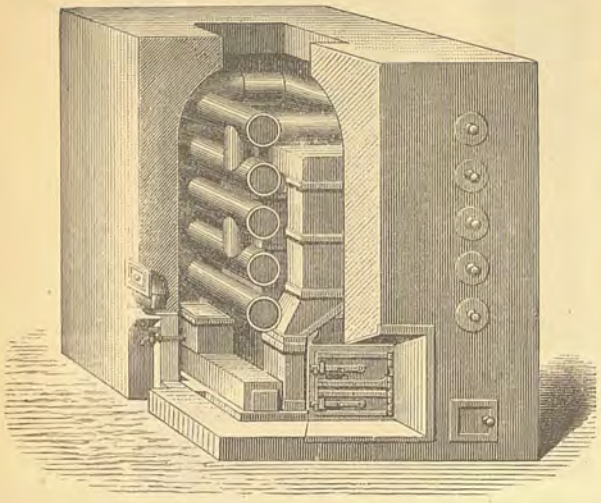


Fig. 1960. — Calorifero Buscaglione a tubi orizzontali.

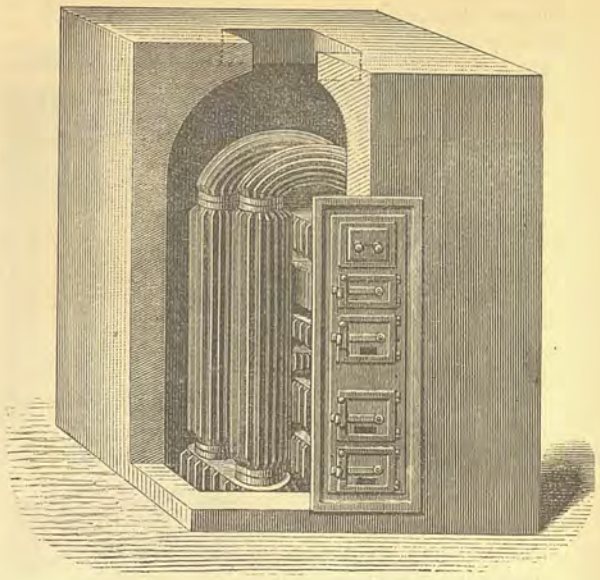


Fig. 1961. — Calorifero Buscaglione a tubi verticali.

rettangolari alte e strette, ad ognuna delle quali è innestato un tubo verticale C, a sezione rettangolare, che comunicando in alto col tubo orizzontale B, in basso si innesta con un altro tubo orizzontale D, che comunica col camino pel condotto S. Questi tubi sono percorsi d'alto in basso dai prodotti della combustione e sono muniti sulla faccia esterna di numerose alette sporgenti inclinate, che formano tanti canaletti destinati al passaggio dell'aria da scaldare. I tubi verticali sono disposti in due serie parallele e quelli di ciascuna serie sono così vicini fra loro che le alette di due contigui quasi si toccano, sicchè l'aria che proviene dallo esterno ne lambe le due faccie; l'inclinazione delle alette all'orizzonte è fatta per modo che l'aria salendo non subisce bruschi cambiamenti di direzione ed incontra una piccola resistenza. L'unione dei tubi laterali al tubo orizzontale superiore è fatta ermeticamente e per modo da permettere la libera dilatazione degli uni e dell'altro. La loro disposizione poi è tale che non vi si può depositare un alto strato di polvere trascinata meccanicamente dall'aria. La pulitura dei condotti orizzontali si fa dall'esterno della camera d'aria dalle porte P P; la fuligine aderente ai tubi verticali si fa cadere in basso. L'aria esterna arriva dal canale K e si sfoga calda in alto dai condotti di distribuzione W.

Le fig. 1958 e 1959 rappresentano una modificazione della forma precedente del calorifero Koerting. Il tubo sovrastante al focolare, rivestito di terra refrattaria, è a sezione esagona; gli elementi a nervature diagonali sono inclinati: l'alimentazione continua del focolare si fa dalla tramoggia T_1: la portina T_2, munita di imposta scorrevole, serve a dirigere al momento del bisogno un soffio di aria al di sopra del combustibile ardente: l'aria alimentatrice della combustione arriva dal cinerario ed accede a questo dalla porta T_3 munita pure di regolatore per variarne la quantità a seconda delle condizioni della combustione. Una porta E dà accesso alla camera di riscaldamento; un tubo di livello indica l'altezza dell'acqua nel saturatore. Gli elementi a nervature essendo inclinati, tutta l'aria accedente è obbligata a lambire la superficie di riscaldamento prima di arrivare ai canali distributori W; la mancanza poi di parti piane orizzontali evita l'inconveniente del depositarsi in alto strato della polvere sui corpi riscaldanti.

Caloriferi della casa G. Buscaglione di Torino. — La casa Buscaglione di Torino da parecchi anni mette in commercio diversi tipi di caloriferi, in alcuni dei quali i gas caldi percorrono un condotto solo, in altri si dividono in due o più correnti prima di versarsi nel camino; in certi i tubi sono orizzontali, in certi altri verticali; taluni hanno tutti i tubi in ghisa, altri hanno in ghisa le parti più vicine al focolare, in lamiera le più lontane.

Calorifero a tubi orizzontali. — Dalla parte superiore del focolare (fig. 1960) i gas caldi entrano in un tubo orizzontale a ferro di cavallo; dall'estremità opposta con un tratto verticale discendono in un tubo sottostante, parallelo a quello, che percorrono pure per tutta la sua lunghezza, per poi discendere in un altro e così via. Le estremità di questi tubi ad U, incastrate nella muratura del mantello, sporgono all'esterno chiuse da coperchi movibili. Quando il calorifero è inattivo, togliendo questi coperchi si può con tutta facilità procedere alla pulitura dei tubi. Il focolare in ghisa è rivestito di mattoni refrattarii, le congiunzioni sono fatte a bagno di sabbia; un saturatore igrometrico permette di dare all'aria la voluta umidità. La sostituzione totale o parziale dei tubi in lamiera quando sono corrosi non presenta difficoltà.

Caloriferi a tubi verticali (fig. 1961 e Tavola II, fig. 1, 2, 3, 4 e 5). — I caloriferi di maggiori dimensioni, destinati al riscaldamento di grandi ambienti, che il Buscaglione costruisce da alcuni anni, sono in ghisa; colle pareti del focolare e dei condotti del fumo ricoperte all'esterno da numerose costole o nervature verticali. Con esse in piccolo volume si ha una grande superficie riscaldante.

Il focolare è una cassa a sezione rettangolare od elittica, rivestita internamente di muratura refrattaria. Una tramoggia A inclinata alla verticale serve all'introduzione del combustibile. L'aria alimentatrice della combustione arriva dal cinerario C fra i vani di una graticola orizzontale; una graticola verticale mentre sostiene il combustibile, permette di mandare aria su di esso in direzione orizzontale. I prodotti della combustione

CALORIFERI G. BUSCAGLIONE

Sezione C.D.

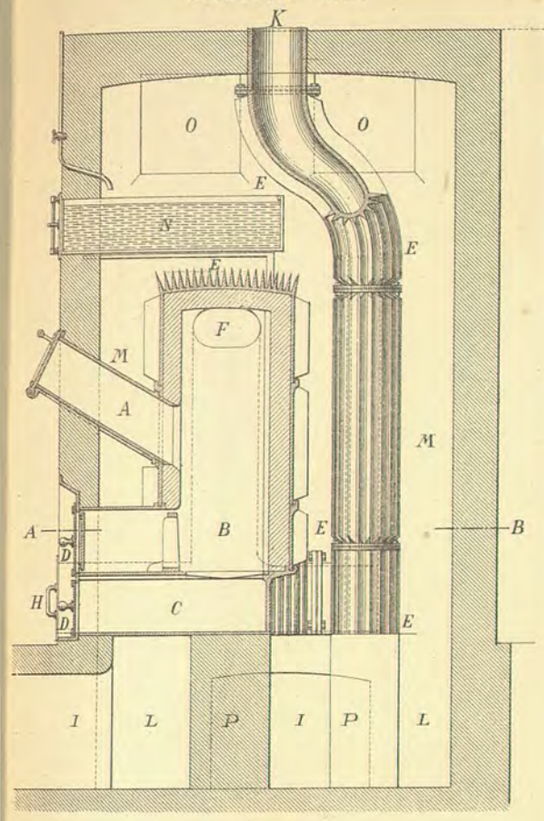


Fig. 1

Sezione E.F.

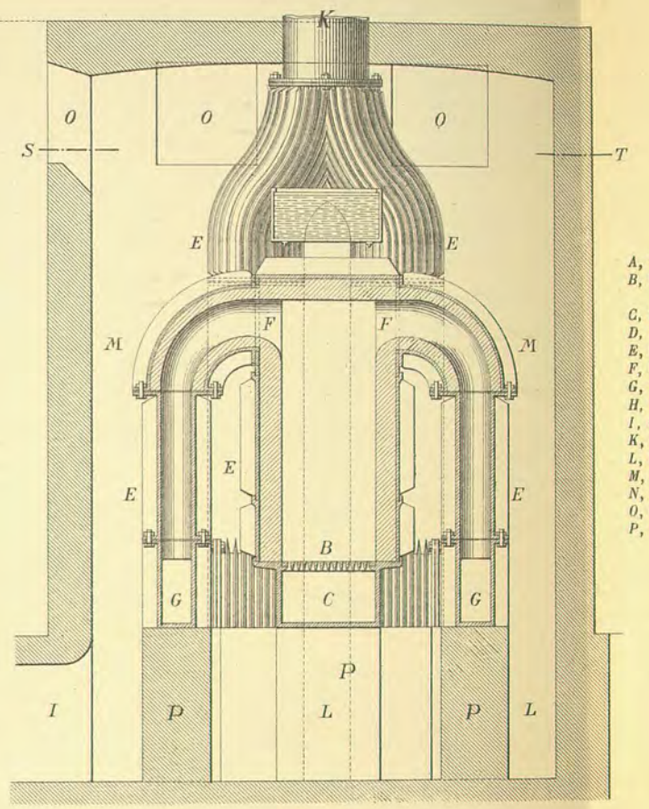


Fig. 2

LEGGENDA

A, Tramoggia di alimentazione del focolare.
B, Focolare rivestito di mattoni refrattarii con graticola orizzontale e verticale.
C, Cenerario.
D, Porte di accesso dell'aria per la combustione.
E, Colonne scaldanti.
F, Ingresso dei gas caldi in esse.
G, Tubi scaldanti orizzontali.
H, Portine per la pulitura.
I, Canali di presa.
K, Condotto al camino.
L, Camera dell'aria fredda.
M, Camera di riscaldamento.
N, Saturatore.
O, Canali distributori dell'aria calda.
P, Pilastri di sostegno.

Sezione P.Q.R.

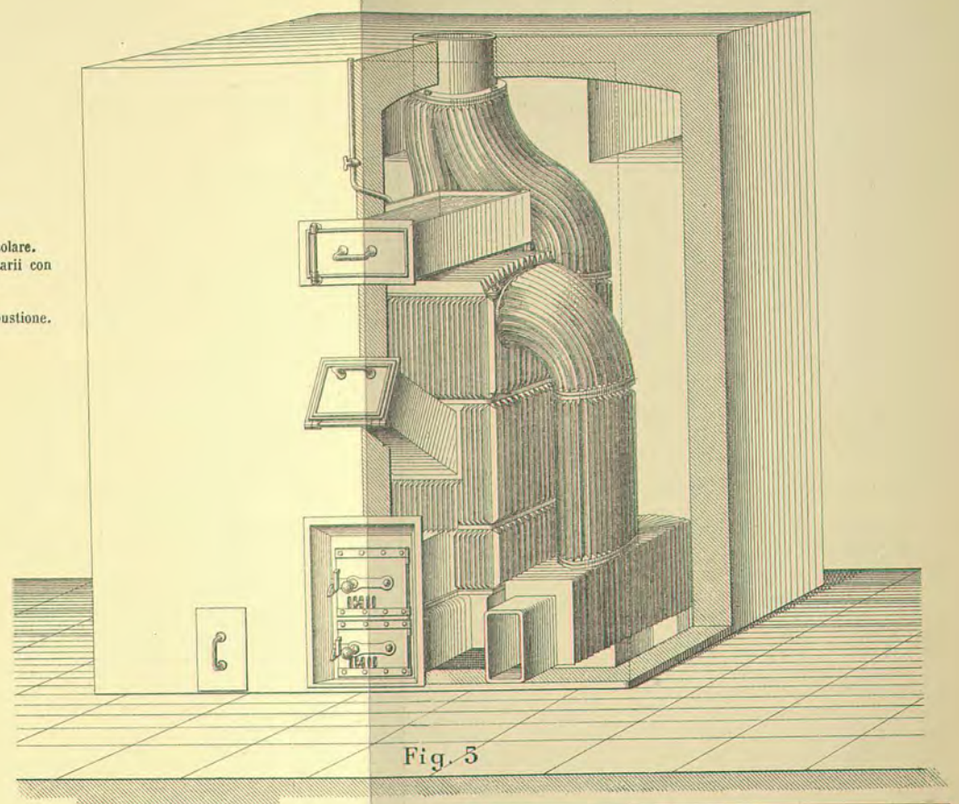


Fig. 5

Sezione A.B.

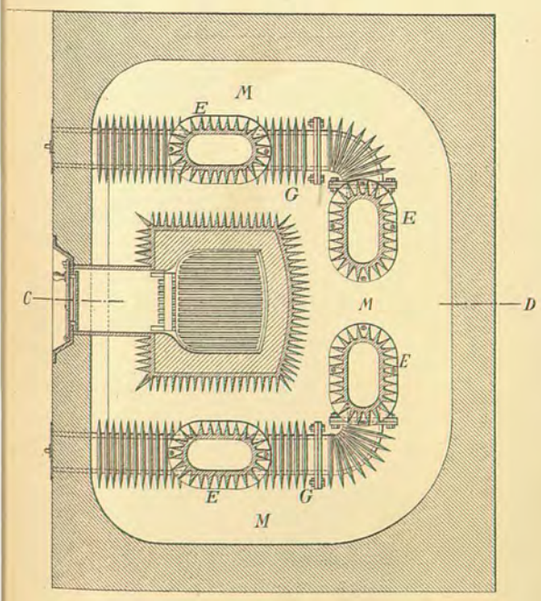


Fig. 3

Sezione S.T.

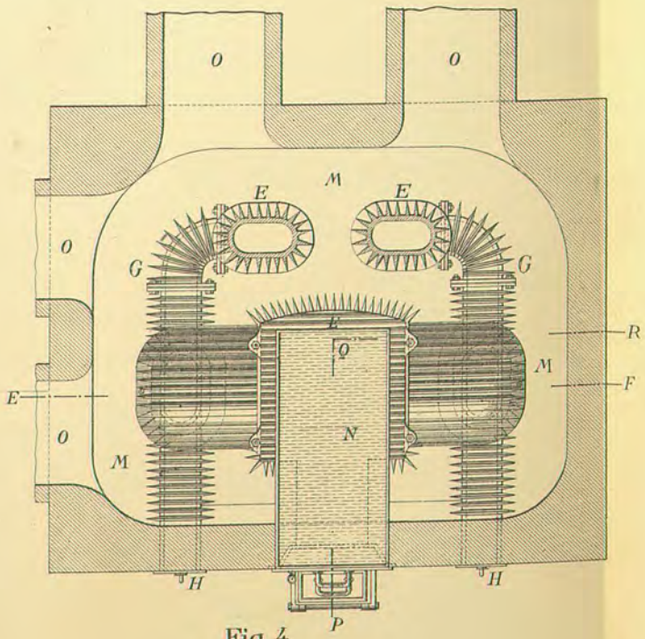


Fig. 4

Sezione

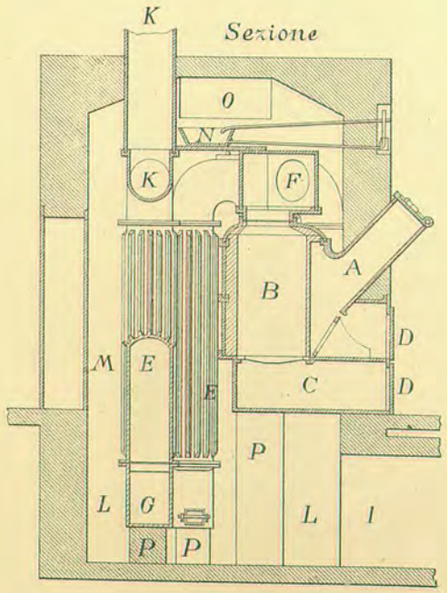


Fig. 6

Prospetto

Pianta

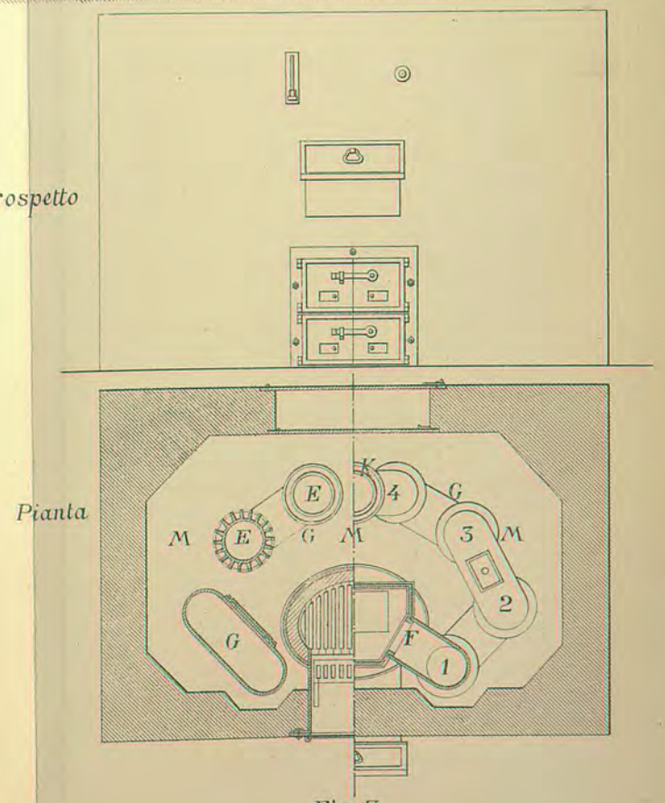


Fig. 7

Unione Tip.-Editrice Torinese.

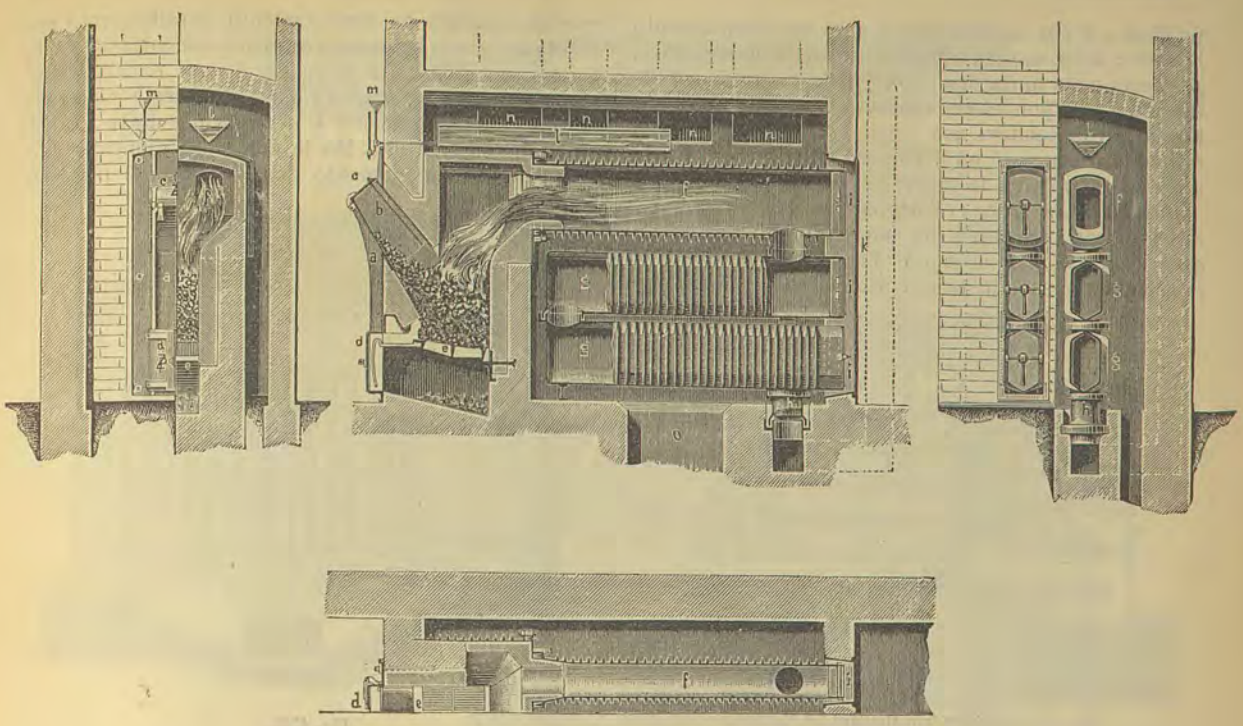


Fig. 1962. — Calorifero ad aria calda degli ingegneri Piazza e Zippermayr, Milano.

salgono alla parte superiore del focolare e da essa si ripiegano in basso, suddivisi in due tubi verticali in ghisa con nervature, dai quali, mediante due orizzontali, sono guidati in altri due verticali, che si uniscono in alto in un solo comunicante col camino. Così i gas caldi si muovono in alto ed in basso alternativamente. Le unioni dei diversi pezzi sono fatte con buloni a vite e con strato di amianto interposto. Al disopra del focolare vi è il saturatore: un tubo di livello permette di verificare l'altezza dell'acqua; esso all'esterno del calorifero è meno alto della vasca, riesce perciò impedito l'inconveniente, che per inavvertenza di chi governa l'apparecchio, si venga a versare acqua sulle pareti del calorifero.

L'aria da scaldare arriva in basso, sale a contatto della superficie del focolare e dei tubi del fumo, e dalla parte più alta si dirige ai condotti di distribuzione.

Il rivestimento del focolare con muratura refrattaria e le numerose nervature da cui sono ricoperte le pareti del focolare stesso e le prime parti dei condotti del fumo evitano il pericolo di arroventamento delle parti metalliche, e l'aria non si riscalda al loro contatto che ad una temperatura moderata. La grande camera d'aria che il calorifero richiede fa sì che il volume di essa che viene a contatto della superficie scaldante può essere abbastanza grande perchè riescano poco sensibili gli sbalzi di temperatura dovuti ad irregolarità nella condotta del fuoco. Il tirante del camino, ajutato all'occorrenza da un focolare speciale che si accende prima di avviare il calorifero, è abbastanza energico perchè non abbiano a verificarsi infiltrazioni di fumo nell'aria, nello stesso tempo che la temperatura di questo nel condotto di sfogo riesce bassa.

Nelle fig. 6 e 7 della Tav. II è rappresentata un'altra disposizione più recente del calorifero Buscaglione, detta *Calorifero a doppia circolazione del fumo*. Il focolare è a pianta elittica rivestito di muratura refrattaria; da esso i prodotti della combustione si raccolgono in una cassa dalla quale si dividono in due correnti e si muovono alternativamente in basso ed in alto entro tubi verticali in ghisa ricoperti di nervature dai quali poi si riuniscono in un tubo unico che li guida al camino; e più precisamente scendono pel tubo 1 (fig. 7, Tavola II), percorrono un breve tratto orizzontale, salgono per 2 per discendere in 3 e poi salire in 4 fino al piego K ed andare al camino.

Calorifero ad aria calda degli ingegneri Piazza e Zippermayr, Milano (fig. 1962). — In una robusta lastra di ghisa *a*, addossata alla parete anteriore del calorifero sono praticate due aperture, serventi l'una al passaggio dell'aria alimentatrice della combustione, l'altra al carico del combustibile in una tramoggia inclinata *b*, che può contenere una quantità di carbone sufficiente a conservare il fuoco per più ore. Una fessura sovrastante a quella sbocca ad un estremo all'esterno ed all'altro nel focolare e serve a dirigere sulle fiamme un getto d'aria regolabile a volontà per avere una combustione perfetta ed all'occorrenza senza fumo. La graticola è inclinata e così disposta che la si può facilmente abbassare; ne riesce per tal modo facile la pulitura, e quindi più regolare l'andamento della combustione. Il focolare è in muratura refrattaria; dalla parte superiore di esso si spicca un tubo principale orizzontale *f*, nel quale si dirigono i prodotti della combustione e che comunica con altri tubi secondarii *g* sottostanti, dal più basso dei quali poi per un tubo *h* si sfogano nel camino. Questi tubi a nervature sono collegati fra loro da manicotti a chiusura ermetica. L'aria esterna accede alla camera di riscaldamento dal condotto inferiore *o* e si versa nei canali distributori *n*. Un vaso superiore *l* a superficie evaporante variabile serve a darle la voluta umidità; un tubo *m* indica all'esterno il livello dell'acqua nel saturatore.

In questo calorifero si ha facile accesso a tutte le parti: si può quindi con comodità procedere alla loro

pulitura, il che contribuisce a dare un riscaldamento igienico; nella camera d'aria si entra da un'apertura, praticata nella muratura chiusa dalla lastra *k*, e l'interno dei tubi può essere spazzato a mezzo delle portine *i*, introducendovi una scopa a lungo manico. Variando le dimensioni ed il numero delle serie dei tubi a nervature si varia la superficie scaldante.

Caloriferi in terra refrattaria. — Per evitare gli inconvenienti principali dei caloriferi metallici, se ne sono costrutti altri in cui il focolare e la parete di riscaldamento sono in terra cotta; in essi, ad eccezione

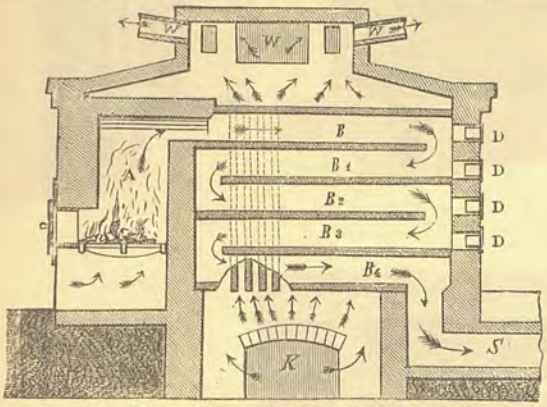


Fig. 1963. — Calorifero Gaillard ed Haillot.

delle sbarre della graticola e delle porte, è escluso affatto il metallo. Tale è il calorifero Gaillard ed Haillot, rappresentato nelle fig. 1963, 1964, 1965 e 1966. Dal focolare A, di notevole altezza, in cui le fiamme possono svolgersi liberamente, i prodotti della combustione entrano in condotti orizzontali B (fig. 1963 e 1964), dai quali si ripiegano in basso, percorrendo alternativamente da sinistra a destra e da destra a sinistra altri condotti orizzontali B_1 B_2 B_3 B_4 sottostanti, paralleli ai primi, per immettersi poi in un canale sotterraneo S che li guida al camino. Le bocche D D,

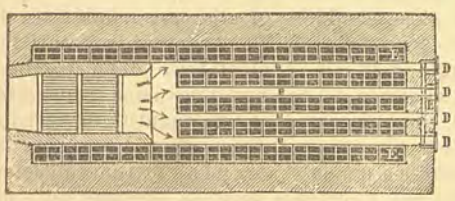


Fig 1964.

che sono chiuse durante il funzionamento del calorifero, servono alla pulitura di questi canali. Le pareti E di separazione fra questi condotti sono costituite da mattoni cavi sovrapposti per ordine gli uni agli altri per modo da formare numerosi canali verticali. Questi comunicano in basso col condotto di presa dell'aria esterna ed in alto colla parte superiore della camera d'aria da cui partono i condotti distributori ai varii locali (fig. 1965 e 1966). A contatto della parete interna di questi canali verticali lambiti sulla loro faccia esterna dai prodotti della combustione, l'aria si riscalda: si ha così un sistema di riscaldamento a circolazione doppia reciproca di fluido caldo che discende, di fluido scaldato che sale. In questo calorifero si ha una grande superficie di riscaldamento, una grande massa di materiale cattivo conduttore del calore e quindi un grande peso ridotto in acqua, per cui il calore immagazzinato nello apparecchio produce un riscaldamento sensibilmente costante malgrado le irregolarità nella condotta del fuoco. Questo merito, unito a quello di un riscaldamento moderato, può consigliare l'uso di questo calorifero in tutti quei casi in cui è necessario evitare i rapidi sbalzi di temperatura. Ma le numerose giunture indispensabili al collegamento delle varie parti fra loro,

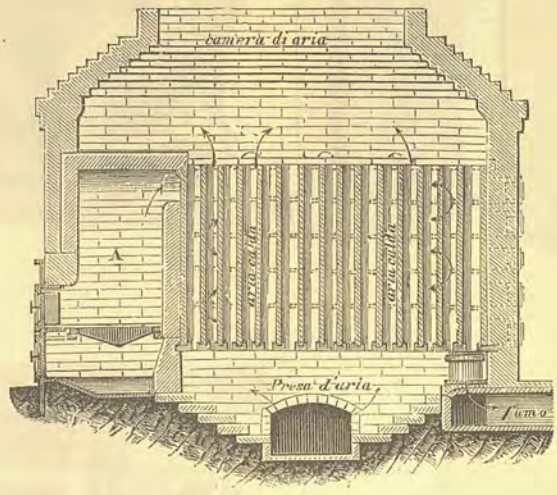


Fig. 1965.

in causa delle variazioni di temperatura cui sono sottoposte, stabiliscono facilmente delle comunicazioni dei canali dell'aria con quelli del fumo, quindi vi è pericolo che l'aria che si manda nei locali sia inquinata dai prodotti della combustione, malgrado che si abbia la massima cura nella costruzione e si sia cercato di provvedere che il tirante del fumo sia sempre più energico di quello dell'aria.

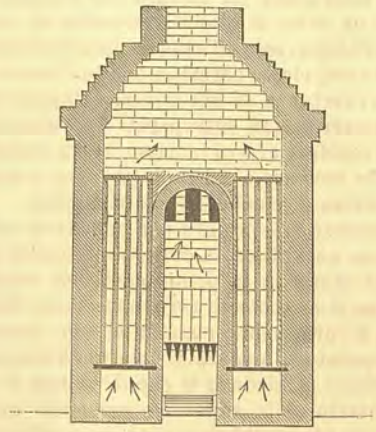


Fig. 1966.

Questo inconveniente si diminuisce almeno in parte, sostituendo, come ha fatto la Casa Buscaglione di Torino, ai mattoni cavi pel passaggio dell'aria, dei tubi in buona terra refrattaria a sezione elittica o circolare, che imboccano gli uni negli altri per modo da assicurare la ermeticità dei giunti (fig. 1967 e 1968).

Malgrado però la cura specialissima adottata nella costruzione si può a ragione temere che per la porosità propria della terra si stabiliscano comunicazioni fra l'una serie di condotti e l'altra, e sovratutto che l'aria

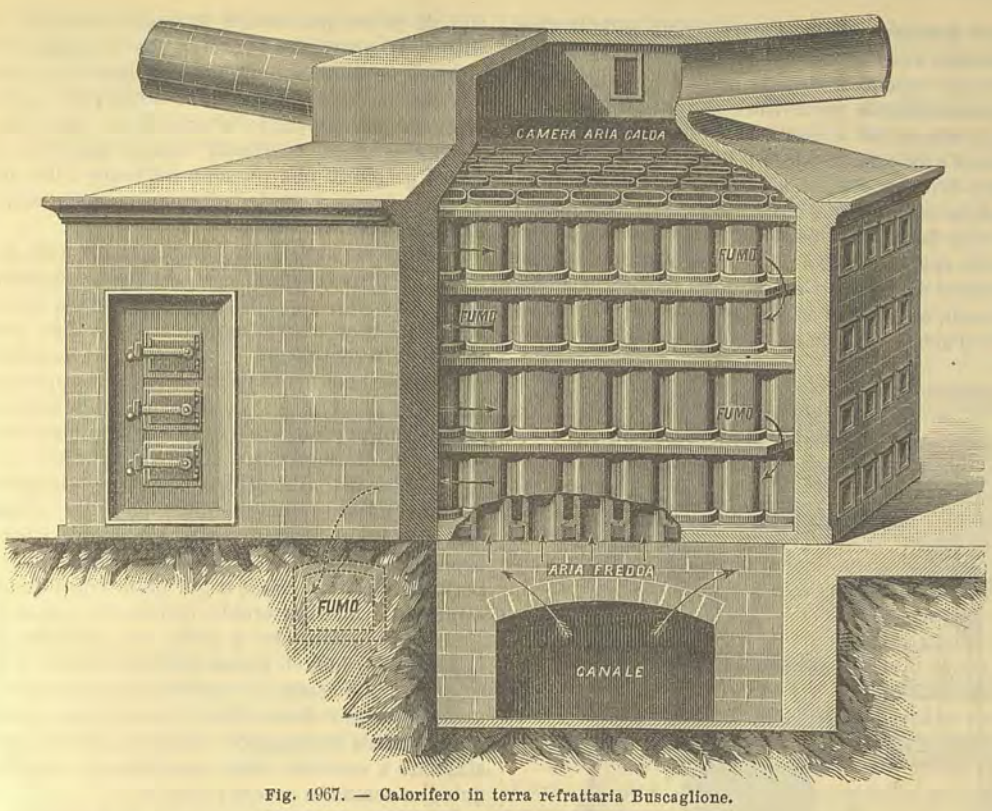


Fig. 1967. — Calorifero in terra refrattaria Buscaglione.

col tempo acquisti quel cattivo odore caratteristico della terra cotta stata a lungo a contatto coi prodotti della combustione.

La Casa Herscher e Geneste di Parigi, allo scopo di evitare le fessure che col tempo tendono a prodursi nei caloriferi in terra, le quali stabiliscono comunicazione tra i condotti del fumo e quelli dell'aria, costruisce i condotti dell'aria da scaldare con tubi di lamiera (fig. 1969), posti entro tramezzi di mattoni, attorno ai quali circolano i gas caldi. Dalla camera di combustione A parte un condotto del fumo orizzontale B, che all'estremità opposta si biforca in due condotti laterali minori C C, sotto cui stanno altri canali. I due condotti laterali poi si riuniscono in un altro E, che mediante il superiore F comunica col camino. I gas caldi dal focolare entrano nel canale B, percorrono i due condotti C, discendono circolando nei condotti inferiori, si riuniscono nel canale E e passando in F, si sfogano nel camino G.

L'aria esterna arriva nella camera inferiore P, sale nei tubi R e si raccoglie nella camera d'aria calda superiore S, dalla quale si avvia ai condotti di distribuzione.

Dagli esempi descritti si può conchiudere: 1° che sono da rifiutarsi quei caloriferi ad aria calda, nei quali nell'esercizio il focolare o i condotti del fumo si manifestano arroventati, o nei quali si verifica mescolanza di fumo coll'aria; 2° che, a parità di altre condizioni, sono da preferirsi quelle disposizioni nelle quali i gas si suddividono in più correnti con breve tragitto a quelle ove i gas percorrono una circolazione unica di grande lunghezza; 3° che è conveniente che il focolare sia munito di una tramoggia inclinata che ne consenta l'alimentazione continua; 4° che tornano utili quelle disposizioni, colle quali, essendo possibile regolare l'accesso dell'aria dal cinerario, è pure permessa un'iniezione moderata di aria sommamente divisa sulle fiamme, sì che la combustione riesca praticamente perfetta, pur non adoperandosi il focolare come fumivoro; 5° che il saturatore igrometrico deve avere dimensioni sufficienti ed essere così collocato che si possa dall'esterno con tutta facilità conoscere l'altezza dell'acqua in esso.

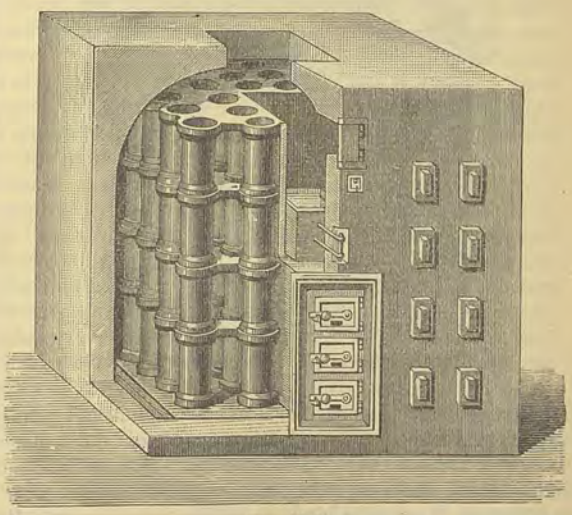


Fig. 1968.

Camera d'aria. — Lo spazio nel quale è collocato il calorifero propriamente detto, ossia l'apparecchio scaldante, deve essere così disposto che riesca facile l'accedere ad esso, onde sia comodo procedere a visite frequenti per conoscere quale è lo stato della parete riscaldante mentre l'apparecchio è in attività, e per pulirla durante il riposo dalla polvere che necessariamente vi si deposita.

Le puliture frequenti della camera d'aria e della parete riscaldante sono necessarie sia per impedire che la polvere venga trascinata sospesa nell'aria e versata nei locali, sia specialmente per evitare che il pulviscolo organico, torrefacendosi a contatto della parete calda, comunichi all'aria cattivo odore o la inquini di anidride carbonica o di ossido di carbonio. La camera di riscaldamento inoltre deve esser ampia, sicchè la circolazione dell'aria vi si faccia facilmente; grande sovratutto ha da essere lo spazio superiore in cui si raccoglie l'aria scaldata prima di dirigersi ai condotti di distribuzione ai varii locali, al quale si dà più specialmente il nome di camera d'aria o meglio di camera di distribuzione.

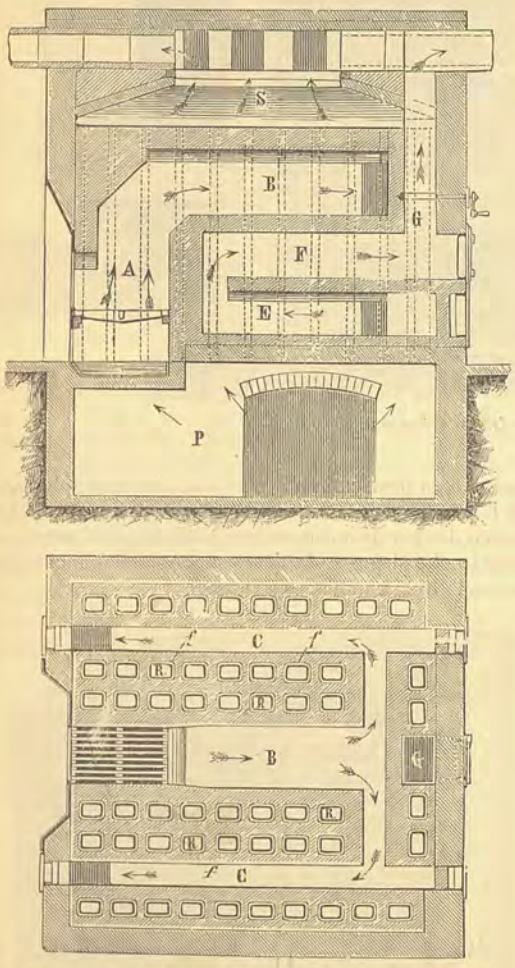


Fig. 1969 — Calorifero Herscher e Geneste, di Parigi.

Ed invero se la camera d'aria avesse dimensioni poco superiori a quelle dei condotti le condizioni del riscaldamento riuscirebbero variabilissime: basterebbe una irregolarità anche minima nella condotta del fuoco, o la chiusura di qualche bocca a calore per alterarne il regime. Se varia la condotta del fuoco, varia pure e rapidamente, in causa del piccolo peso in acqua dell'aria, la temperatura di questa e con essa l'entità del riscaldamento; se si chiude una bocca calore l'aria ristagna a contatto della superficie riscaldante, si riscalda eccessivamente e si versa troppo calda negli altri locali in cui sono aperte le bocche calore. Questi inconvenienti invece non si manifestano se la massa d'aria nella camera di distribuzione è tale da richiedere una grande quantità di calore per subire variazioni sensibili di temperatura. L'esperienza dimostra che le maggiori irregolarità nel riscaldamento dovute solamente alla chiusura di qualche bocca si riscontrano nei caloriferi per ambienti relativamente piccoli; le minori in quelli che devono servire a molti e grandi locali, appunto perchè in questi gli effetti che possono derivare dalla chiusura di qualche bocca si distribuiscono in una massa d'aria sì grande da riuscire insensibili.

Però se col fare molto ampia la camera di riscaldamento si provvede alla costanza della temperatura dell'aria scaldata, quando, o per essere la giornata più tiepida, o per essersi agglomerate molte persone nel locale, la temperatura di questo, continuando l'aria ad arrivarvi ugualmente calda, diventa troppo alta, non si ha modo di evitare l'eccessivo riscaldamento se non o col diminuire il consumo orario di combustibile nel focolare, o col diminuire la quantità d'aria che si versa nel locale. Col primo artifizio non si raggiunge lo scopo, perchè l'effetto della diminuzione della vivezza della combustione è troppo lento per essere adeguato alla necessità in cui si è di abbassare rapidamente la temperatura dell'ambiente; il più delle volte questo abbassamento si manifesterebbe quando il bisogno è cessato. Il secondo mezzo, che si attua col chiudere in tutto o in parte o la luce di presa dell'aria fredda o le bocche calore, se può essere più pronto, riesce dannoso, inquantochè con esso si diminuisce la ventilazione precisamente nei momenti di maggior bisogno e si obbliga l'aria a stagnare a contatto della superficie di riscaldamento e quindi a scaldarsi eccessivamente.

Per abbassare rapidamente la temperatura dell'ambiente, senza diminuire la quantità d'aria che in esso si versa, un mezzo solo si presenta possibile ed è quello di mescolare coll'aria calda un volume conveniente di aria fredda. Con questo mezzo quella che si manda nel locale essendo meno calda, la temperatura di esso si manterrà al grado voluto.

La miscela dell'aria fredda coll'aria calda può farsi alla parte superiore della camera d'aria del calorifero. Per tal modo questa si trasforma in camera di mescolanza. Basta a quest'uopo generalmente aprire in alto di essa delle luci comunicanti coll'esterno, munite di valvola con cui se ne possa variare la sezione. Se nella camera d'aria vi è una pressione minore dell'atmosferica, l'aria esterna fredda entrerà in essa e mescolandosi colla calda ne abbasserà la temperatura. Ciò avviene necessariamente quando il moto dell'aria è prodotto da un'aspirazione che si esercita su di essa o con mezzo meccanico, o perchè il locale in cui l'aria si versa è così alto al di sopra del calorifero che le canne di distribuzione funzionando come camini provocano la sufficiente depressione fra l'interno e l'esterno.

Questo modo di produrre la miscela di aria fredda colla calda fu proposto dal Morin e fu il solo adottato per più anni dai costruttori. Alcuni fra questi poi immaginarono delle disposizioni per le quali la miscela avesse a farsi automaticamente quando la temperatura nella camera d'aria saliva oltre un limite determinato. Questi congegni consistevano essenzialmente in leve e tiranti posti nella camera d'aria, comandanti la valvola di comunicazione coll'esterno e che agivano per modo che quando la temperatura si elevava oltre un determinato grado smascheravano la luce, e invece la tenevano chiusa quando quella si conservava normale. Non si può dire però che nella pratica questi congegni funzionanti per variazioni di temperatura abbiano fatto buona prova.

Quando il locale a cui deve servire il calorifero è ad altezza piccola su questo e la ventilazione non è prodotta artificialmente, può accadere che la semplice apertura di una luce di comunicazione della camera d'aria coll'esterno non basti a chiamare ad essa la quantità di aria fredda sufficiente a ridurre prontamente al grado

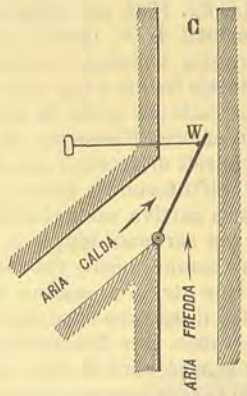


Fig. 1970.

richiesto la temperatura dell'aria che si manda al locale. Meglio che col mezzo precedente si provvede a questa mescolanza disponendo le cose per modo che essa possa farsi all'occorrenza per ciascun locale separatamente.

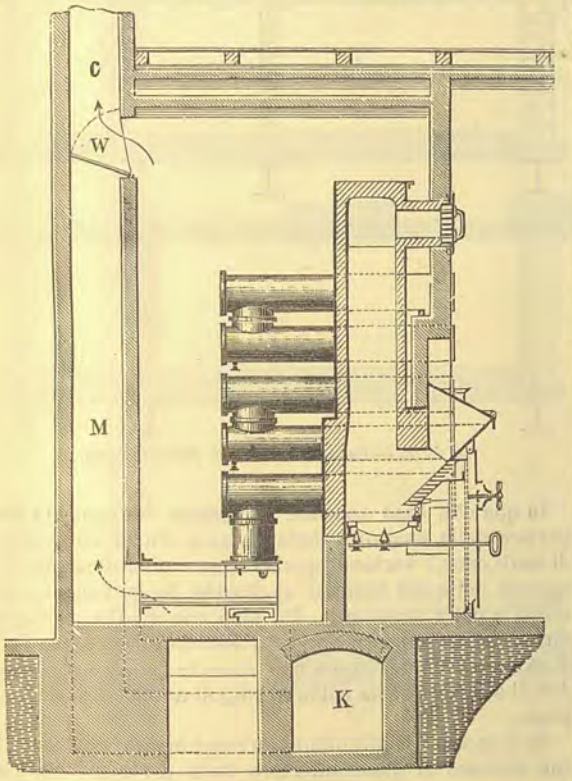


Fig. 1971.

Se il servizio dello scaldamento e della ventilazione è affidato ad un personale apposito, come è il caso di un edifizio scolastico, di un ospedale e simili, basta prolungare le canne di distribuzione dell'aria calda in basso fino al canale dell'aria fredda, come nelle fig. 1970 e 1971; una valvola W, regolabile con un tirante, permette di variare a seconda delle circostanze le quantità di aria fredda o di aria calda che si mescolano nella canna di distribuzione C.

Se il calorifero è destinato al riscaldamento di una casa di ordinaria abitazione, può tornar più utile il fare la miscela dell'aria fredda colla calda in prossimità della luce d'ingresso dell'aria in ciascun ambiente, che non il farla dal sotterraneo. Basta a tal uopo stabilire nella canna di distribuzione un' apertura di comunicazione coll'esterno, che si possa regolare dall'interno con una valvola. Con ciò si ha il vantaggio di poter variare il riscaldamento in ogni singola camera a seconda delle esigenze speciali delle persone che vi soggiornano.

Ma se il calorifero deve servire solamente ad un grande locale, come un teatro, una sala di assemblea, ecc., si dovrà, per l'uniformità del riscaldamento, fare uso di una camera apposita per la miscela che sia di dimensioni maggiori di quella di riscaldamento; collocarla al disopra di questa, guidarvi l'aria calda e l'aria fredda per modo che la loro miscela riesca bene intima sicchè in tutte le parti di quella la temperatura dell'aria sia la medesima; dalla camera di mescolanza poi si diramerannno i condotti di distribuzione dell'aria alle bocche calore.

In questi casi nelle varie parti del locale da riscaldare si stabiliranno termometri e igrometri con indicazione a distanza, sicchè le persone destinate al governo degli apparecchi conoscendo ad ogni istante le condizioni termiche ed igrometriche del locale le possano modificare a seconda del bisogno.

Canali e canne di distribuzione. – Dalla camera di distribuzione si diramano i condotti che guidano l'aria calda alle singole bocche a calore degli ambienti da scaldare. Se queste sono verticalmente sovrapposte al calorifero, ad ognuna di esse fa capo una canna praticata nel muro, che in basso comunica colla camera di distribuzione. E poichè ognuna di queste canne funziona come un camino, sicchè più facilmente l'aria si dirige a quelle bocche che s'aprono nei locali più alti, così sarà conveniente dividere la camera di distribuzione in tanti compartimenti quanti sono i piani dell'edifizio da scaldare, sicchè ad ognuno competa una parte della camera d'aria; per tal modo il richiamo che si esercita nelle canne che guidano ai piani superiori non riesce di danno a quello pei piani inferiori. Quando ciò non sia possibile si dovrà avere l'avvertenza di fare che le canne destinate ai piani inferiori abbiano origine nella parte superiore della camera d'aria ove questa è più calda. Se invece, come è il caso più generale, i locali da scaldare sono così disposti rispetto al calorifero che la congiungente il centro di esso con quello delle bocche a calore sia ad angolo colla verticale, non potendosi evidentemente fare in quella direzione le canne che portano l'aria calda, si spiccheranno nel sotterraneo, dalla camera di distribuzione, dei condotti principali nella direzione delle ale dell'edifizio da scaldare, condotti che si prolungheranno rispettivamente fino al disotto del locale più lontano dal calorifero. Da questi condotti partiranno poi tante canne verticali praticate nel muro, ognuna delle quali sboccherà nel locale a cui deve guidare l'aria calda (fig. 1972).

Buona disposizione sarebbe quella di dare a ciascuna canna di distribuzione un condotto distributore apposito partente dalla camera d'aria, come è indicato in pianta nella figura 1973.

Più generalmente si suole far partire direttamente tutte le canne da un solo grande canale distributore, collocando però in corrispondenza di ciascuna apertura un tramezzo arcuato colla concavità rivolta alla camera

d'aria per invitare l'aria calda a dirigersi alla corrispondente canna di distribuzione, come indica la fig. 1974.

Al di là della presa si diminuirà poi la sezione dell'arteria principale in conformità del minor volume di aria

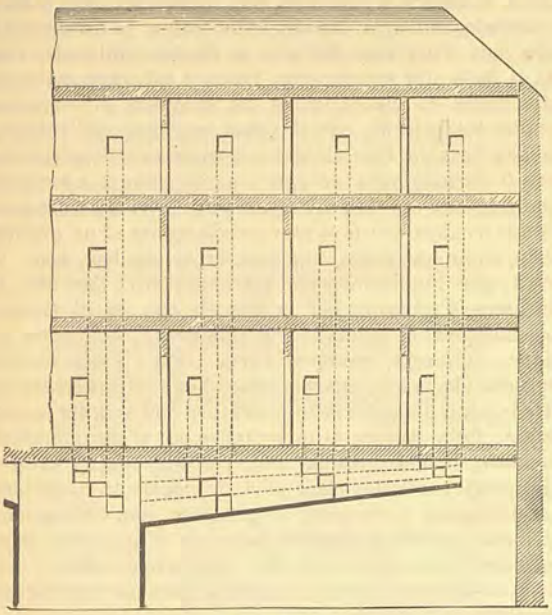


Fig. 1972.

che essa deve distribuire. A questi condotti distributori principali devesi dare la massima pendenza possibile, inquantochè in un canale orizzontale l'aria calda si raccoglie alla parte superiore, formandovi come un velo e

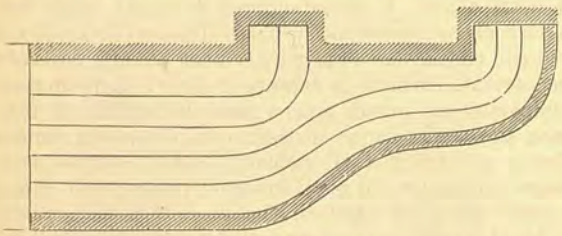


Fig. 1973.

l'aria sottostante, essendo la tirata in questi apparecchi, sempre debole, rimane quasi stagnante. La pendenza di questi canali è limitata dall'altezza del sotterraneo in cui è posto il calorifero, perciò questo non può avere

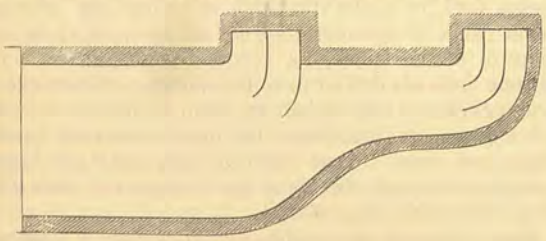


Fig. 1974.

raggio di azione molto grande. Questo raggio è la lunghezza della projezione orizzontale della congiungente il centro della camera d'aria col centro della boccacalore più lontana. Esso si ritiene compreso fra 12 e 15 metri, sicchè pel riscaldamento di un edifizio di lunghezza in senso orizzontale superiore ai 25 o 30 metri un unico calorifero ad aria calda riesce insufficiente.

La Tav. III rappresenta in pianta il sotterraneo di una parte di un edifizio scaldato con caloriferi ad aria. C indica il calorifero: l'aria fredda vi accede dall'esterno pei condotti A A; D D^1 sono i condotti distributori principali che guidano l'aria alle canne verticali *c c* ..... praticate nei muri. La fig. 1975 poi rappresenta le sezioni verticali dei condotti D D^1. Questi canali, sospesi al vôlto del sotterraneo, sostenuti da ferri a T, dovendo attraversare un locale freddo e che non s'ha da scaldare, devono essere costrutti per modo da ridurre al minimo la trasmissione di calore all'esterno; sarà quindi necessario formare le pareti orizzontali con grossi lastroni di pietra, spalmati all'interno di calce e gesso o di un mastice di materia cattiva conduttrice del calore; le pareti verticali poi saranno doppie o triple costrutte con mattoni cavi comprendenti fra loro uno strato di aria stagnante. Uno strato o cuscino di aria conviene pure interporre fra il lastrone superiore del condotto ed il vôlto del sotterraneo. Per diminuire poi le resistenze al moto dell'aria si avrà cura di fare ben liscie le faccie interne, lasciando invece grezze le faccie esterne.

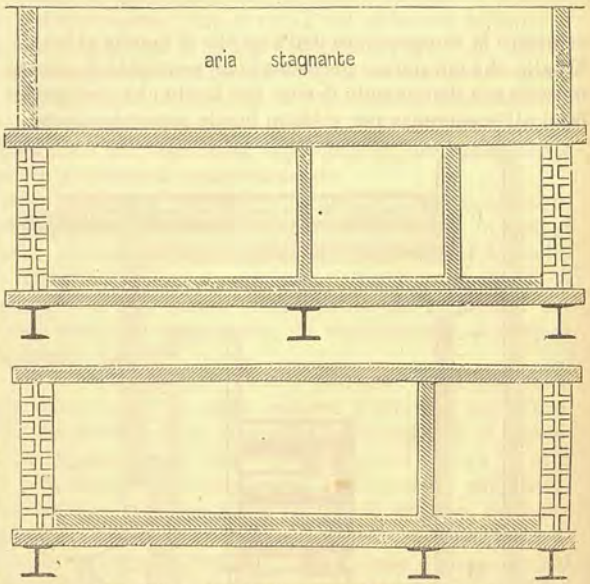


Fig. 1975. — Canali distributori dell'aria calda.

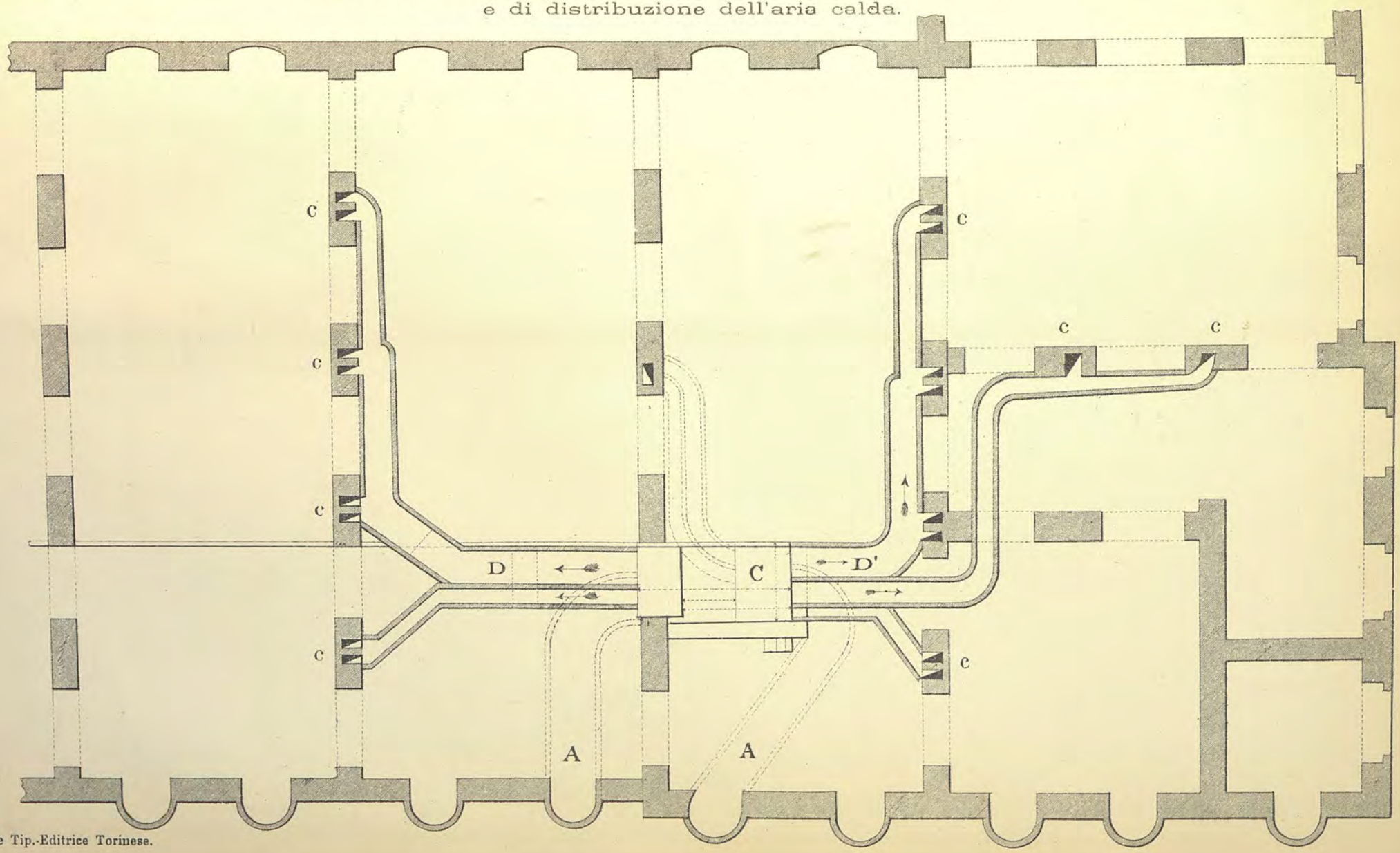
In qualche caso speciale può essere conveniente far partire dalla sommità della camera d'aria un gruppo di tanti canali verticali quanti sono i piani dell'edificio, ognuno dei quali termini al disotto del pavimento del piano a cui è destinato. Da esso con adatto pendìo si dirameranno poi altri condotti distributori di second'ordine, in cui immettano a conveniente distanza le canne distributrici dell'aria calda ai singoli ambienti di ciascun piano.

Se il locale è a più piani conviene spiccare i condotti che servono al piano inferiore dalla parte più elevata della camera d'aria. Per gli ambienti al medesimo piano converrà dare maggiori dimensioni alle canne che servono pei locali più lontani dal calorifero.

Le canne di distribuzione sono canali verticali praticati nei muri maestri interni a sezione rettangolare, a spigoli arrotondati, a superficie liscia, per diminuire l'attrito al moto dell'aria. Talvolta sono formate con tubi di terra cotta, smaltati internamente, posti entro

CONDOTTI DI ACCESSO DELL'ARIA FREDDA AL CALORIFERO

e di distribuzione dell'aria calda.



Unione Tip.-Editrice Torinese.

ai muri, per modo che fra il tubo ed il muro rimanga uno spazio che si riempie con sabbia o con cenere (figura 1976). Solo in casi eccezionali potranno queste canne addossarsi alle pareti dei muri, ma allora sarà indispensabile racchiuderle in casse di sostanza cattiva conduttrice del calore, adoperando tutte le cure per impedirne le trasmissioni all'esterno.

Si deve evitare in modo assoluto di far servire una medesima canna o uno stesso condotto a più piani. Se ciò si facesse, non solo i piani superiori verrebbero sempre alimentati in maggiore abbondanza ed a detrimento degli inferiori per la tendenza che ha l'aria calda a salire, ma con molta probabilità, in causa della maggiore aspirazione che si esercita dall'alto, si invertirebbe la circolazione e l'aria viziata dei piani inferiori verrebbe per le bocche a calore chiamata ai superiori e versata in questi.

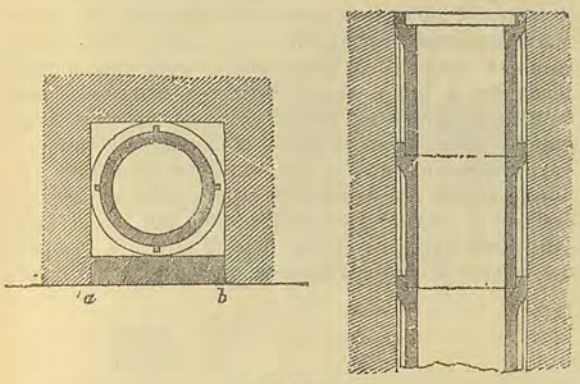


Fig. 1976.

Bocche a calore. — Le luci per le quali le singole canne versano l'aria calda nel rispettivo locale devono sempre aprirsi nelle pareti verticali e non mai nel pavimento: in questo caso infatti ricevono la polvere e le immondizie che ne diminuiscono la sezione e guastano l'aria.

Perchè questa entri nel locale continuatamente e nella quantità voluta, deve uscire da esso pure in modo continuo, deve perciò dirigersi nel suo movimento ad altre luci per le quali si sfoghi all'esterno. Ma questo suo moto deve farsi per guisa ch'essa spazzi innanzi a sè l'aria viziata del locale e ne prenda il posto, sicchè ne esca poi quando anch'essa incomincia a guastarsi. Ma se, come spesso accade, nel locale non esistono luci di esito apposite convenientemente disposte, essa non può sfogarsi all'esterno che per le fessure degli usci e delle finestre. Ora queste aperture non sono mai sufficienti, e quando lo fossero, non sarebbero convenienti ad una razionale ventilazione dell'ambiente. Deve dunque, come già si disse, ogni calorifero essere coordinato con qualche disposizione, o meglio con qualche apparecchio il quale estraendo l'aria dal locale sostituisca quella che si guasta in questo con altra calda e pura proveniente da quello. Risulta da ciò che la posizione delle bocche di introduzione è subordinata a quella delle bocche di estrazione. Se queste sono in alto e quelle in basso può accadere che l'aria calda, la quale entrando s'innalza immediatamente, appunto perchè calda, formi una corrente isolata, che dirigendosi in alto alle bocche di esito non sostituisca l'aria guasta in tutte le parti del locale (fig. 1977). Se le due serie di luci sono amendue in basso, un inconveniente analogo può ancora manifestarsi. L'aria calda sale, si stende al soffitto, diventa più densa raffreddandosi, chiamata dalle bocche di ventilazione discende come un velo a contatto del muro e si sfoga all'esterno, senza sostituire se non irregolarmente quell'aria che è nella parte centrale dell'ambiente (fig. 1978). Se invece si collocano le bocche a calore in alto e quelle di esito in basso e se le une e le altre sono disseminate in punti diversi del locale, accadrà che l'aria calda, la quale entrando si dirige al soffitto, chiamata dalle bocche di esito discenderà a strati orizzontali spazzando al disotto di sè quella del locale, laverà il corpo delle persone che in esso si trovano discendendo dalla testa ai piedi, si guasterà al loro contatto e si sfogherà all'esterno (fig. 1979). Per tal modo riesce meno probabile il diffondersi dell'aria mefitica nelle diverse parti dell'ambiente. Ma il movimento dell'aria in queste condizioni non si fa se l'aspirazione esercitata dalle bocche di estrazione non è potente a chiamare l'aria calda a discendere, malgrado la sua tendenza a dirigersi in alto. Il riscaldamento dipende in questo caso in modo specialissimo dalla ventilazione.

Nelle camere di ordinaria abitazione funzionano in generale da canne di aspirazione quelle dei caminetti. Questi devono adunque tenersi sempre in libera comunicazione col locale. Se nel caminetto si fa fuoco, l'aspirazione sua, come già si è detto, è più che sufficiente alla ventilazione dell'ambiente, ed in tal caso dall'azione

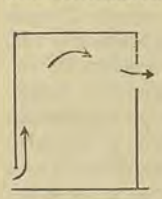


Fig. 1977.

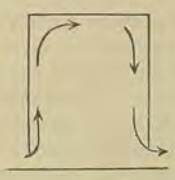


Fig. 1978.

Fig. 1979.

combinata del calorifero come apparecchio scaldante e del caminetto come apparecchio ventilante si ha un riscaldamento igienico e gradevole. Se nel caminetto non si fa fuoco, solo pel fatto che nell'interno di esso l'aria è più calda che la esterna, si produrrà un'aspirazione che nei casi ordinarii è sufficiente, chiamando l'aria calda dal calorifero alla ventilazione. Ma se col calorifero non è combinato un apposito apparecchio di ventilazione; se, come spesso succede, si chiudono le bocche dei caminetti, si è nella necessità assoluta di collocare le bocche di introduzione dell'aria calda in basso. Entrando nel locale questa forma un vortice all'altezza della bocca, vortice che produce un movimento turbinoso nell'aria ambiente, la quale pur senza rinnovarsi in esso nella quantità che sarebbe necessaria si dirige alle aperture per cui può uscire. La corrente calda inferiore però in generale torna incomoda siccome quella che è troppo sentita dalle persone da essa investite. Ciò fa sì che spesso per evitare questo inconveniente si collocano le bocche calore a tale altezza dal pavimento che la corrente calda non arrivi a contatto diretto delle persone. In generale però in questi casi difficilmente il riscaldamento riesce uniforme, e le correnti fredde inferiori, tanto moleste e dannose, non riescono eliminate; una differenza notevole di temperatura si verifica fra l'aria presso il pavimento e quella presso il soffitto; i locali più bassi poi e i più lontani dal calorifero sovente non ricevono l'aria calda nella quantità preventivata pel loro riscaldamento.

Il collocare però alcune bocche calore in basso torna utile in quei locali nei quali si devono radunare ad intermittenze molte persone, come sale di assemblee, anfiteatri, chiese, ecc.; per esse si farà arrivare l'aria calda prima che entrino le persone; si riscalda così rapidamente

l'ambiente. Durante poi la permanenza di queste si chiuderanno le bocche sottostanti, e si farà giungere dall'alto l'aria moderatamente calda.

Caloriferi a vapore.

Se il raggio di azione di un calorifero ad aria calda è piccolo, sicchè con un unico apparecchio si può solamente provvedere allo scaldamento di locali aventi una non grande estensione in senso orizzontale, adoperando come veicolo del calore il vapore d'acqua si può distribuire questo in punti comunque distanti fra loro. E poichè ogni chilogrammo di vapore ha in sè e cede, condensandosi in acqua, un grande numero di calorie, e grande è la velocità con cui lo si può far circolare e piccola può risultare la perdita di calore per trasmissione all'esterno, così non vi è edifizio, per quanto ampio esso sia, che non possa col vapore scaldarsi convenientemente con un centro unico di produzione di calore.

Applicato dapprima verso la fine del secolo scorso in Inghilterra, il riscaldamento a vapore andò man mano estendendosi in Francia, in Germania, in Austria; ricevette applicazioni grandiose in America, ove si hanno esempi di quartieri di città, scaldati col vapore prodotto da un unico generatore centrale.

In questo sistema di riscaldamento il vapore d'acqua prodotto in un generatore si manda a condensare in vasi lambiti sulla superficie esterna da aria: il calore di vaporizzazione emesso dal vapore condensandosi è utilizzato nel riscaldamento di quest'aria. Se gli apparecchi condensanti sono nel locale da riscaldare, a contatto della loro parete esterna si rinnova scaldandosi o l'aria stessa del locale o aria presa dall'esterno che si versa poi in esso per apposite luci o bocche calore. Se i vasi condensanti sono collocati in uno spazio esterno a quello a cui si deve dar calore, l'aria che si riscalda a contatto di essi è poi condotta nel locale da canali o da tubi disposti come i condotti di distribuzione dell'aria calda nel riscaldamento con caloriferi ad aria.

Nel primo caso il sistema si dice riscaldamento a vapore semplice; nel secondo si chiama più propriamente riscaldamento misto a vapore e ad aria.

Secondochè poi la pressione del vapore nei vasi ove esso si condensa non supera le due atmosfere assolute o ne è maggiore, il riscaldamento dicesi a bassa o ad alta pressione.

Ora, qualunque sia il sistema, un apparecchio di riscaldamento a vapore consta sempre:

1° Di una o più caldaje destinate alla produzione del vapore;

2° Di una serie di tubi distributori del vapore, che lo guidano dalle caldaje ai recipienti in cui esso deve condensarsi;

3° Dei vasi condensanti;

4° Di tubi di scarico, che servono a dare sfogo all'acqua di condensazione;

5° Di congegni regolatori, che se possono dirsi non essenziali al sistema di riscaldamento, sono però necessari ad assicurare il regolare funzionamento delle varie parti dell'apparecchio.

Caldaja. — Se non si ha un generatore di vapore per altro scopo, se cioè il vapore che si produce deve esclusivamente servire al riscaldamento, il tipo di caldaja che si adotta è in generale coordinato al sistema scelto di calorifero a vapore e costituisce talvolta una privativa od una specialità del costruttore. È evidente però che quando, come ad esempio in un'officina, si abbia un generatore di vapore per forza motrice, o debba il vapore servire ad altro uso, tornerà conveniente l'evitare l'impianto di una caldaja apposita pel solo riscaldamento; basterà per questo o adoperare il vapore di scappamento della motrice o prendere direttamente il vapore stesso dal generatore.

Le forme, le disposizioni e le parti costituenti le caldaje a vapore in genere sono note; per lo scopo nostro sarà sufficiente descrivere, quando si parlerà di sistemi speciali di caloriferi a vapore, le relative caldaje.

Tubi di distribuzione del vapore. — Dal generatore il vapore è guidato ai vasi condensanti in tubi detti distributori: generalmente in ferro tirato, talvolta in rame; di spessore conveniente perchè possano resistere a pressioni molto superiori a quella di regime, collegati fra loro con manicotti o piatelline a giunto ermetico. Il loro diametro, variabile in generale da 3 a 6 centimetri, può determinarsi con formole empiriche, ad es. colla seguente $d = 0{,}035 + 0{,}000075\,N$, ove d è espresso in metri, N indica il numero di chilogrammi di vapore che passano per ogni sezione in un'ora. Più generalmente il diametro di questi tubi si determina ammettendo che in essi il vapore si muova con una velocità da 25 a 40 metri per minuto secondo. Siccome il loro ufficio è semplicemente quello di mandare il vapore ai vasi condensanti, così in essi non deve condensarsi vapore; è quindi indispensabile disporli per modo che per essi non si trasmetta calore. Si suole per ciò rivestirli con treccie di paglia o con liste di feltro, o ricoprirli con mastice di materia cattiva conduttrice del calore.

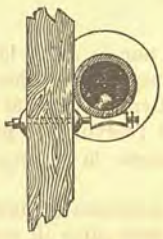


Fig. 1980.

Fig 1981.

Quando la loro ubicazione lo permette si collocano entro casse ripiene di sabbia, cenere, segatura di legno e via. Ma il ricoprire questi tubi di sostanza che diminuisca la trasmissione di calore all'esterno non impedisce evidentemente che in essi si condensi vapore quando si avvia il riscaldamento, quando cioè la loro parete è ancor fredda. Risulta quindi essere necessario nel collocarli a sito avere l'avvertenza di disporli per modo che l'acqua di condensazione possa avere un facile sfogo di mano in mano che si produce e non si accumuli in essi creando una resistenza al passaggio del vapore. Si eviteranno quindi con cura i punti di altezza minima o le forme ad U, poichè l'acqua accumulandovisi chiuderebbe la via al vapore, ed essendo spinta con impeto da questo si produrrebbero rumori intollerabili, nello stesso tempo che riescirebbe probabile il pericolo di rottura dei tubi. Quando sia impossibile lo evitare un punto di altezza minima, in esso si dovrà di necessità porre un apparecchio per lo scarico dell'acqua.

I vasi condensanti essendo a distanza talvolta molto grande dal generatore, ed i tubi di distribuzione soggetti a grandi variazioni di temperatura, nella loro posa devonsi collegare i varii pezzi fra loro per guisa che siano permesse le dilatazioni; in caso contrario o i tubi si

romperebbero o le unioni si sconnetterebbero. Se la condotta non ha una grande lunghezza può bastare l'appoggiare i tubi sopra rulli scorrevoli portati da colonne (fig. 1980), o appenderli con funi al soffitto (fig. 1981), lasciandone libera un'estremità.

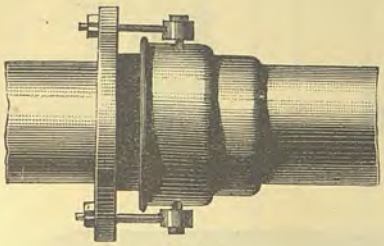


Fig. 1982.

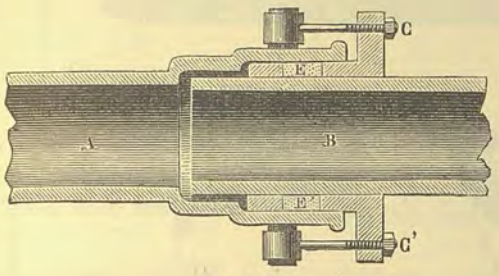


Fig. 1983.

Compensatori (fig. 1982 e 1983).

In generale però è necessario dividere l'intera condotta in tronchi e collegare uno di questi al successivo coll'interposizione di un tubo speciale. In questo o si addentrerà più o meno uno dei tronchi nel mentre che s'allunga o s'accorcia, o il tubo stesso varierà di forma per modo da compensare le variazioni di lunghezza della tubazione. A questa parte della condotta, che ha per ufficio di permettere la libera dilatazione dei tubi, si dà il nome generico di *compensatori*. Uno fra i primi immaginati è rappresentato nelle figure 1982 e 1983, applicato a tubi in ghisa. Uno dei tubi ad una sua estremità è levigato e penetra per essa attraverso ad un bozzolo a stoppe in un rigonfiamento all'estremità dell'altro tubo. Dilatandosi esso o restringendosi scorre nel bozzolo a stoppe. Questo

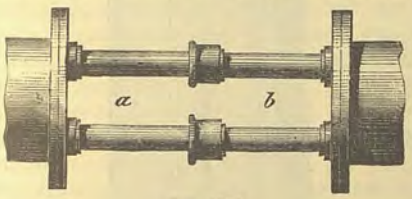


Fig. 1984.

compensatore presenta l'inconveniente che se non si tiene nel bozzolo uno strato di grasso, per l'ossido che si forma sul tubo ne riescono dopo qualche tempo impediti i liberi movimenti e la compensazione non si mantiene. Per ovviare a ciò si venne nell'idea di sostituire al compensatore in ghisa due tubi di rame di diametro più piccolo (fig. 1984), l'uno all'estremità superiore, l'altro all'inferiore dei due tubi da collegarsi fra loro. Quando questi si allungano, i tubi *a* penetrano nei tubi *b*; quando si restringono, essi si allontanano. Più generalmente però i compensatori sono formati da tubi ricurvi di rame a curvatura facilmente variabile.

I primi adoperati erano tubi di piccolo diametro, incurvati ad U, per modo che la loro lunghezza riuscisse da quattro a cinque volte la distanza delle loro estremità (fig. 1985). Volendo interporre questo compensatore fra i due tronchi C e D si chiudono con una piatellina i due tubi e praticando in ognuna due fori, uno

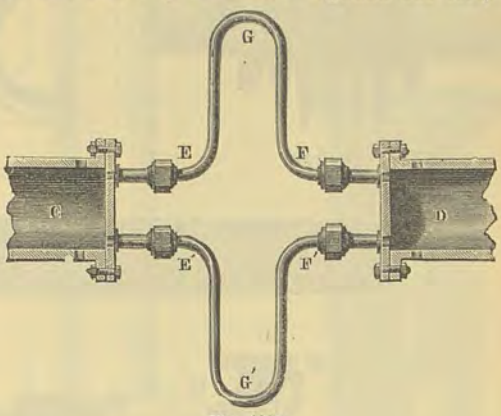


Fig. 1985.

in alto, l'altro in basso, si innesta in ciascuno un tubo di rame ricurvo verticale: il superiore serve a dar passaggio al vapore, l'inferiore all'acqua di condensazione. Si può evidentemente sostituire il tubo ricurvo inferiore con un semplice tubetto rivolto in basso e munito di robinetto col quale si può dar sfogo all'acqua (fig. 1986 e 1987). Ai compensatori il Bourdon ha dato una forma speciale (fig. 1988), foggiandoli in lastra sottile di rame

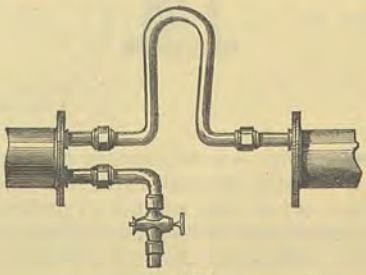


Fig. 1986.

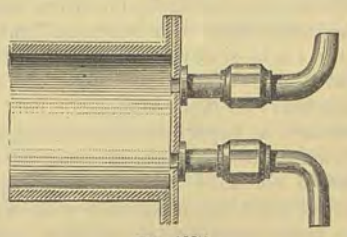


Fig. 1987.

a tronchi di cono collegati alternativamente per le basi maggiori e minori. Il mantice che ne risulta allargandosi e restringendosi permette alle estremità dei due tubi di avvicinarsi o di allontanarsi. Oggigiorno però abbandonato l'uso dei compensatori precedenti, ad essi si sostituì un tubo unico di rame (fig. 1989), di diametro uguale a quello dei tronchi da collegare, incurvato a ferro di cavallo o ad Ω, posto orizzontalmente, il cui asse cioè è una curva piana contenuta in un piano orizzontale. Lungo la parte inferiore del compensatore scorre l'acqua di condensazione; per la superiore si sfoga il vapore.

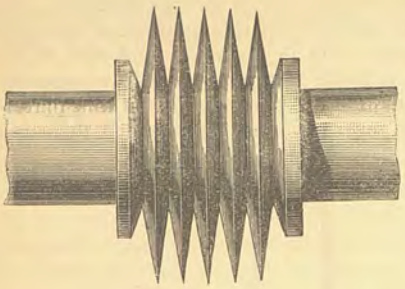


Fig. 1988.

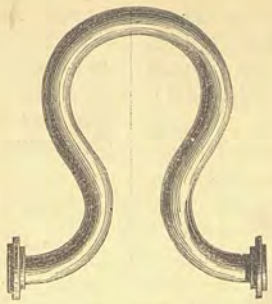


Fig. 1989.

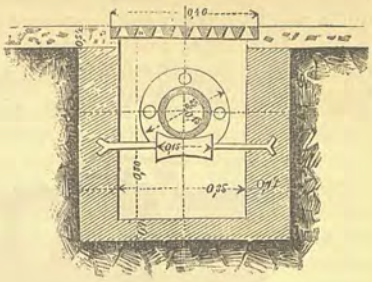


Fig. 1990.

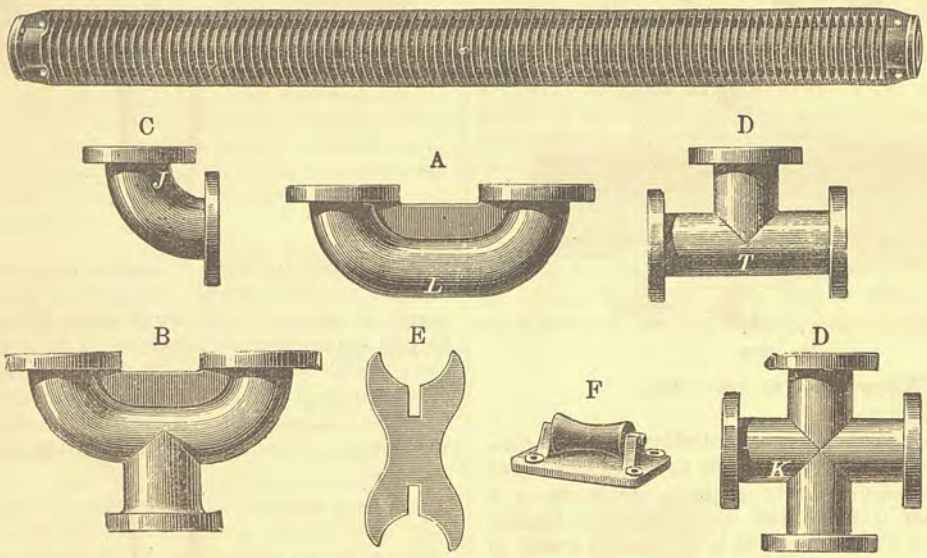


Fig. 1991 (Fratelli Koerting, di Milano).

Vasi condensanti. — I recipienti in cui si condensa il vapore ed a contatto dei quali l'aria si riscalda sono o tubi o stufe. I primi sono adottati di preferenza nelle officine; in queste essi o si sospendono direttamente alle vôlte, o sono sostenuti da colonne, o si collocano sopra rulli scorrevoli (fig. 1980, 1981, 1990) in un canale praticato nel pavimento, coperto da una lastra bucherellata, pei fori della quale l'aria calda entra nell'ambiente. Nel collocare a sito i tubi si deve aver cura di permetterne le dilatazioni e di inclinarli per mòdo che l'acqua di condensazione trovi un facile sfogo.

Per aumentare la superficie di riscaldamento oggigiorno si sogliono munire i tubi di ghisa di nervature venute di getto col tubo stesso. Uno di questi tubi diritto a nervature è rappresentato nella figura 1991. In essa sono pure rappresentati in A B C tubi arcuati di collegamento e in D di distribuzione, penetranti l'uno nell'altro; in E un sopporto e in F un rullo.

Nei locali di ordinaria abitazione ragioni di estetica sconsigliano l'uso di tubi appesi in alto. Non conviene pure in generale collocare tubi entro canali sotto il pavimento, poichè le correnti di aria calda trascinanti la polvere depositatasi su di essi, verrebbero direttamente a contatto delle gambe delle persone. Ai tubi si sostituiscono stufe a vapore. Le forme di questi apparecchi sono svariatissime: in sostanza essi si riducono tutti ad un recipiente, dalla parte superiore del quale d'ordinario entra il vapore, mentre l'acqua di condensazione esce dal basso (fig. 1992).

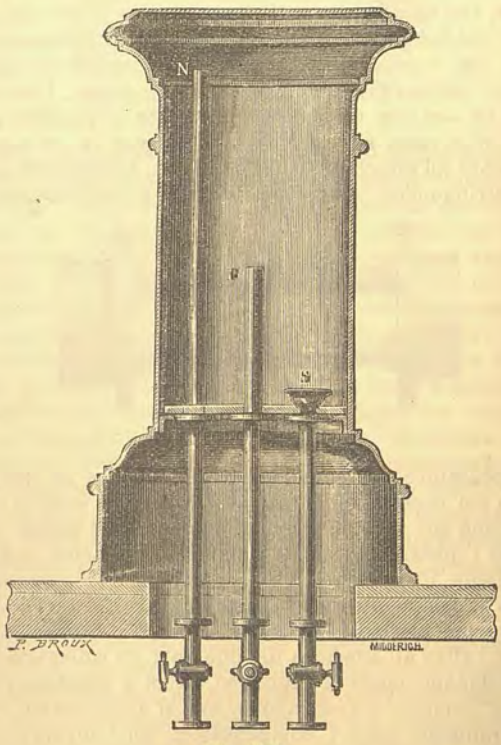


Fig. 1992

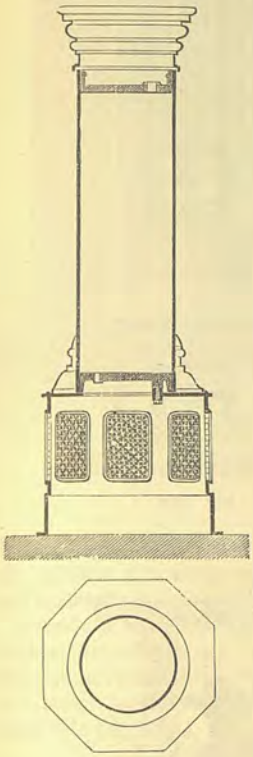


Fig. 1993.

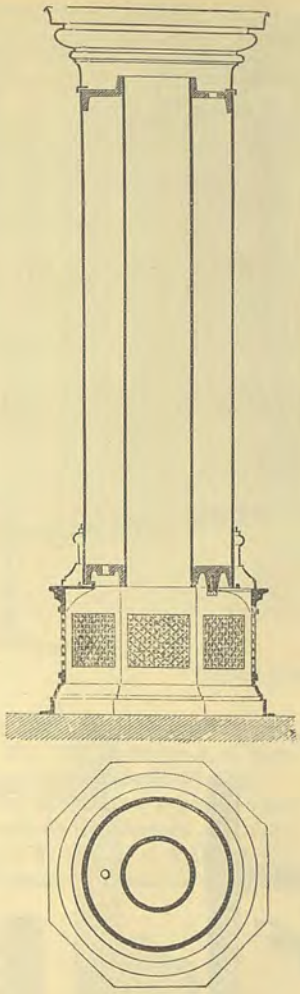


Fig. 1994.

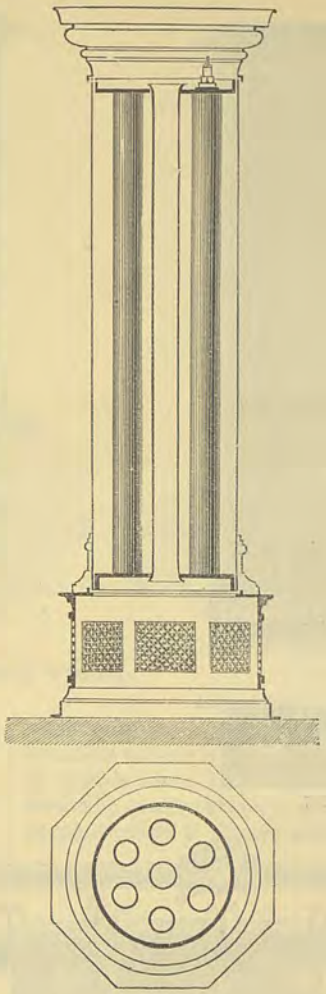


Fig. 1995.

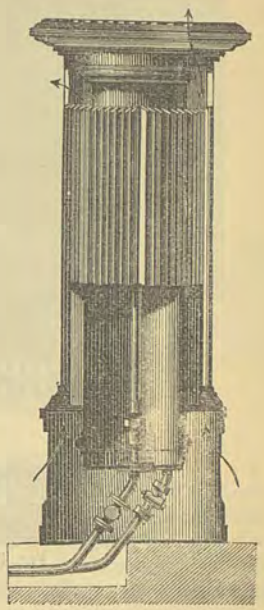


Fig. 1996.

Per aumentare la superficie di riscaldamento si fa attraversare la stufa da tubi verticali in cui circola l'aria da scaldare. Se questa è l'aria stessa del locale, il basamento della stufa si costituisce a traliccio; ma se, come sempre dovrebb'essere, l'aria che si riscalda proviene dall'esterno, la si fa arrivare nello spazio compreso fra la stufa propriamente detta ed il suo involucro e la si versa nel locale per bocche di calore poste in alto.

La fig. 1993 rappresenta la stufa a vapore cilindrica nella sua forma la più semplice.

La fig. 1994 rappresenta la medesima stufa attraversata nell'interno da un tubo coassiale, nel quale circola l'aria proveniente dal basso per versarsi calda dall'alto nel locale.

Nella fig. 1995 l'aria dal basso passa per un tubo centrale e per una corona di tubi, a contatto della superficie esterna dei quali si condensa il vapore.

Analoga è la stufa rappresentata nella fig. 1996. Essa consiste essenzialmente in un recipiente cilindrico, munito di nervature, in cui arriva il vapore e dalla parte inferiore del quale esce l'acqua di condensazione. L'aria si scalda nello spazio compreso fra la stufa ed il mantello.

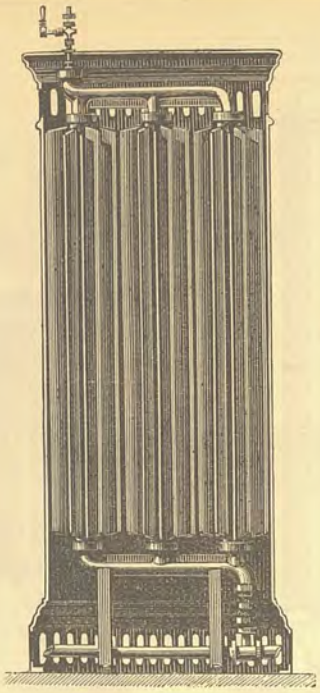
La stufa a vapore Grouvelle (fig. 1997) è costituita da tubi verticali a nervature esterne, collegati alle loro estremità a due collettori orizzontali. Il vapore arriva dall'alto e l'acqua di condensazione esce dal basso. Dalla figura si vede che l'aria che si riscalda è quella del locale. Chiudendo le luci di presa in basso ed aprendo al disotto della stufa un canale in comunicazione coll'esterno si trasforma la stufa a vapore semplice in stufa a circolazione d'aria.

Le fig. 1998 e 1999 rappresentano uno dei tipi di stufe a vapore della ditta G. B. Porta di Torino. Esse sono costituite da tubi verticali ad alette, fra i quali si suddivide la corrente di vapore che proviene dal generatore. Ogni stufa è ricoperta da un involucro, dalla parte inferiore del quale arriva l'aria fredda, che scaldata si versa dall'alto nel locale.

Nelle stufe a vapore moderne e nei sistemi di riscaldamento a vapore semplice a bassa pressione si è generalmente sostituito alla lamiera la ghisa, colla quale avendosi apparecchi di maggior spessore riescono eliminati i rumori dovuti a contorcimenti che la lamiera può subire a causa delle inevitabili variazioni di pressione.

Le forme che hanno preso queste stufe sono svariatissime; ne indicheremo alcune.

Stufa ad elementi ad alette diagonali della Casa Koerting. — Essa è costituita da un numero più o meno grande di tubi verticali collegati fra loro in alto ed in basso con tratti orizzontali e muniti sulla loro faccia esterna di alette inclinate, le quali formano come altret-



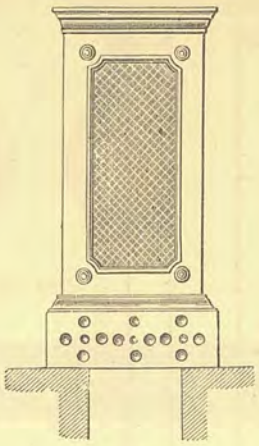
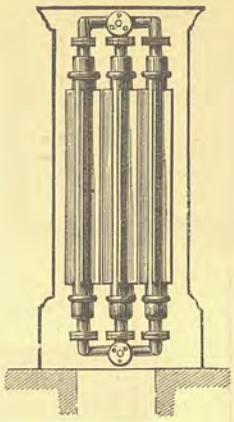


Fig. 1998.



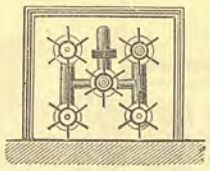


Fig. 1999.

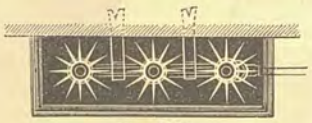


Fig. 1997.

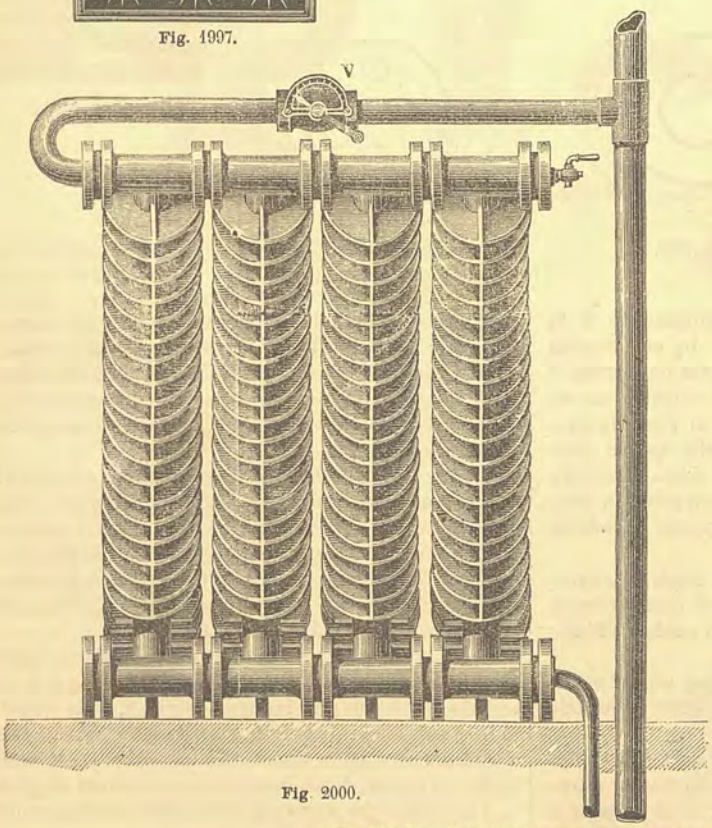


Fig. 2000.

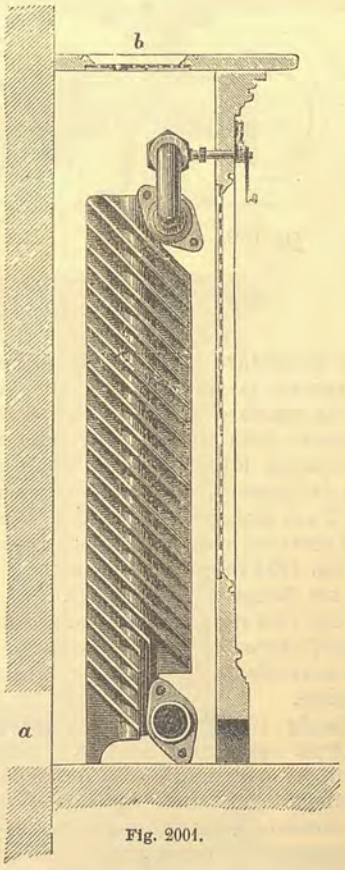


Fig. 2001.

(Fratelli Koerting, di Milano; fig. 2000 e 2001).

tanti canali fra cui deve suddividersi l'aria a contatto della superficie scaldante (fig. 2000 e 2001). In un volume relativamente piccolo queste stufe possono avere una grande superficie di riscaldamento. Il vapore arriva dall'alto da un tubo orizzontale che si innesta sul distributore verticale. Una valvola V, manovrabile dall'esterno, serve a regolarne l'ingresso. Avviluppando la stufa con un mantello (fig. 2002 e 2003) si fa circolare a contatto

Fig. 2002.

Fig. 2003.

(Fratelli Koerting, di Milano).

di essa l'aria del locale o meglio aria presa all'esterno, che guidata alla stufa da una luce inferiore *a*, si versa nell'ambiente per bocche a calore *b* poste in alto.

Quando le stufe abbiano ad essere nude si possono fare variamente ornate per modo da concorrere alla decorazione dell'ambiente; l'aria di questo si scalderà rinnovandosi per moto idrostatico a contatto della loro superficie (fig. 2004, 2005).

Fig. 2004.

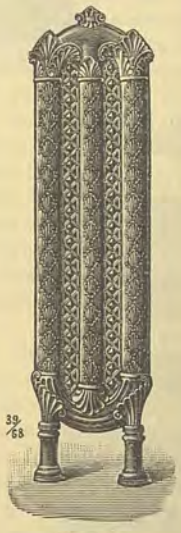


Fig. 2005.

(Fratelli Koerting, di Milano).

È chiaro essere in ogni caso preferibile la disposizione con circolazione d'aria esterna. Con l'altra infatti non si provvede alla ventilazione del locale, non è evitato il pericolo di scottature, nè l'inconveniente dell'irradiazione dovuta alla parete scaldata.

La stessa casa Koerting costruisce stufe a vapore con tubi ad anello ed a nervature (fig. 2006); ognuno di questi anelli (fig. 2007) si chiama un elemento della stufa. Collegando fra loro questi elementi in numero più o meno grande si ottiene la superficie di trasmissione occorrente al riscaldamento. Le unioni si fanno a flangia: ogni elemento ha quattro attacchi secondo due diametri fra loro perpendicolari. Il vapore arriva dall'alto ed entra nella

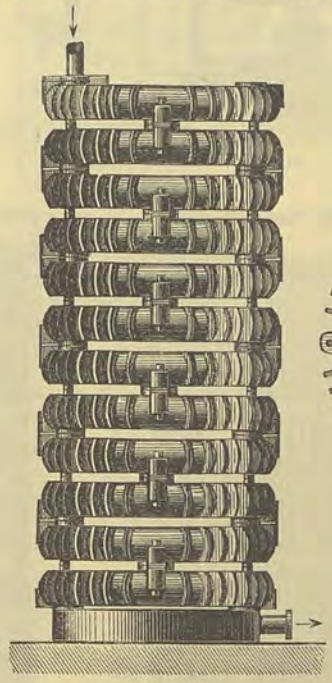


Fig. 2006.

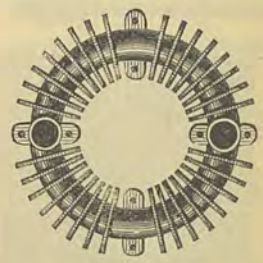


Fig. 2007.

stufa pel tubo di raccordo V (fig. 2009); per un altro raccordo sottostante ed un tubo di scarico si sfoga l'acqua di condensazione. Nella figura 2008 è in C indicato un purgatore automatico: l'ufficio di esso si vedrà in seguito. La stufa è sostenuta da uno zoccolo S e coperta da un mantello M.

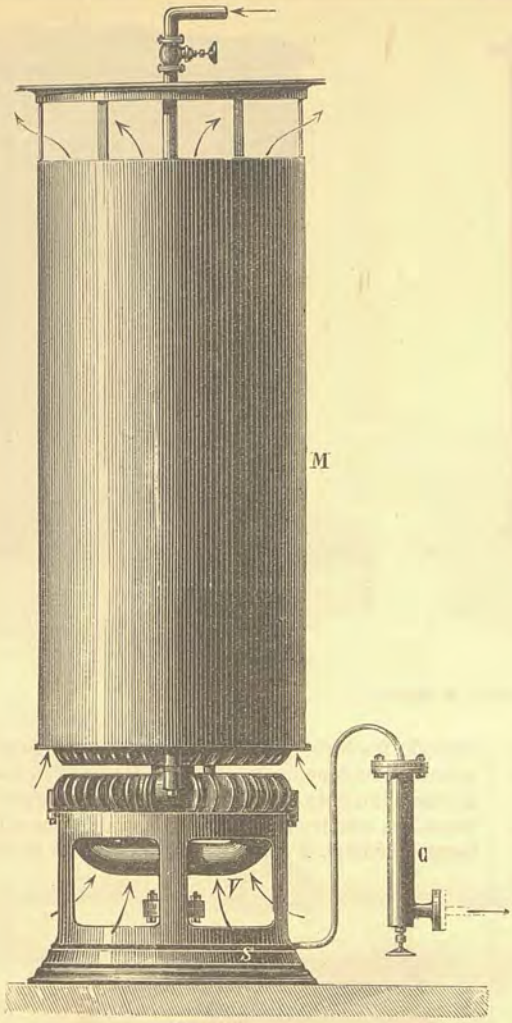


Fig. 2008.

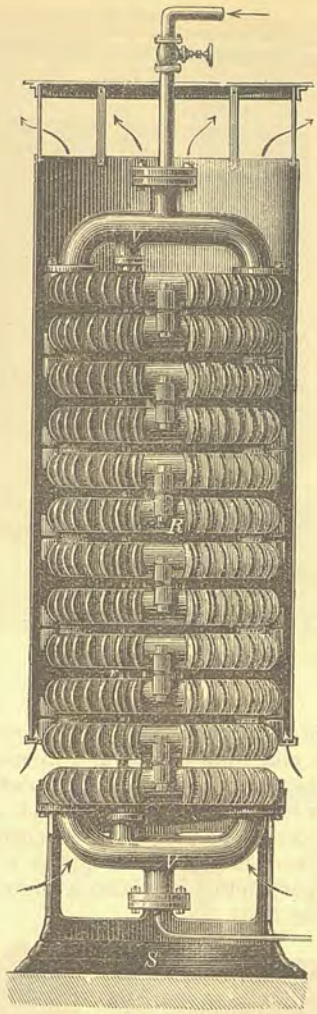


Fig. 2009.

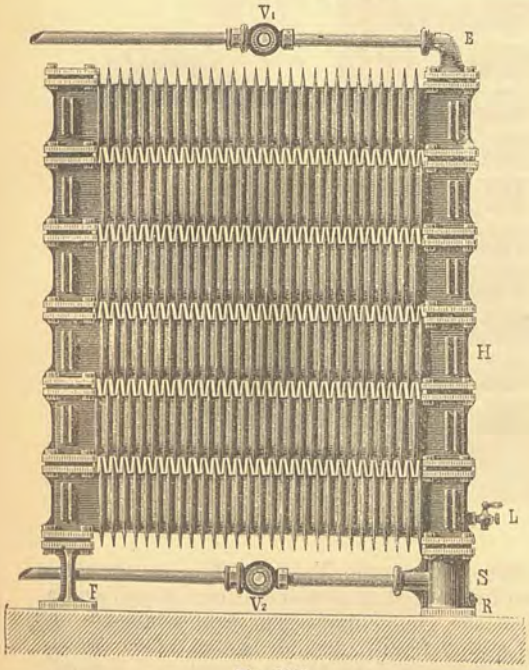


Fig. 2010.

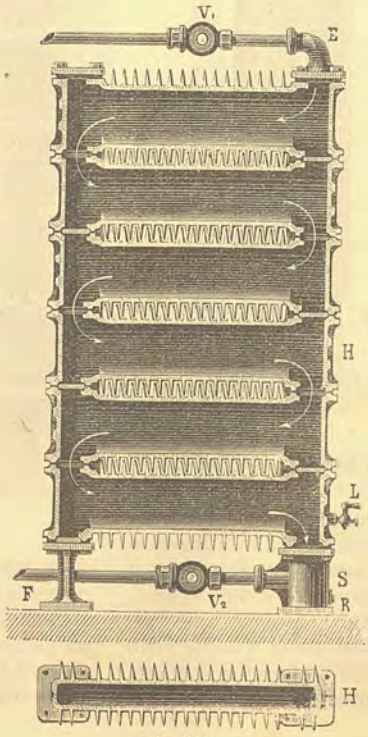


Fig. 2011.

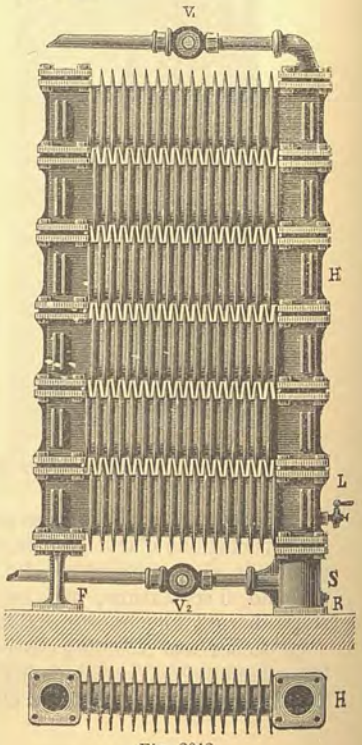


Fig. 2012.

(Edoardo Lehmann, di Milano; fig. 2010, 2011 e 2012).

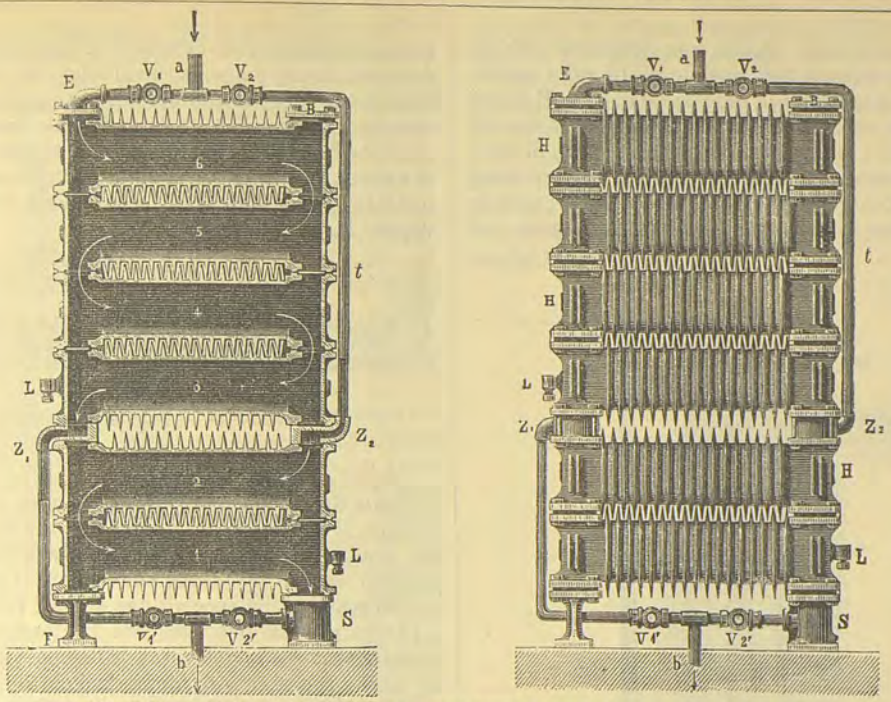


Fig. 2013. — Stufa con elementi a nervature verticali (Edoardo Lehmann, di Milano).

Stufa con elementi a nervature verticali. – Le stufe di questo sistema poste in commercio dalla casa Lehmann di Milano hanno una profondità di soli 0,15 m., quindi si possono con tutta facilità collocare nei vani delle finestre o addossare ad una parete. Gli elementi che le compongono sono tubi in ghisa a nervature verticali, aventi le lunghezze di 0,66, 0,96 e 1,26 e l'altezza di 0,17 m.; essi si collegano l'uno all'altro con quattro viti in modo da avere unioni ermetiche, evitandosi così ogni fuga d'acqua o di vapore. Sovrapponendone un certo numero si ottiene una stufa a cassette. Il vapore arriva dall'alto in E (fig. 2010, 2011 e 2012) quando è aperta la valvola d'ammissione V_1; l'acqua di condensazione esce dal basso quando è sollevata la valvola di scarico V_2. In basso in S vi è un recipiente detto pescafango o sacca del fango, in cui possono raccogliersi materie trascinate meccanicamente dal vapore; esso è munito di una vite R per lo scarico. La posizione verticale delle nervature permette la libera circolazione dell'aria, e rende facilissima la pulitura periodica della stufa dalla polvere che può esservisi depositata.

Per diminuire l'intensità del riscaldamento si diminuisce la quantità di vapore che si fa condensare nella stufa col variare la posizione della valvola di ammissione. Questo mezzo può riuscire insufficiente nelle giornate più tiepide, in cui occorre un riscaldamento minore dell'ordinario. Tornano quindi utili quelle forme di stufe nelle quali è possibile variare a seconda del bisogno la superficie di riscaldamento. Una di queste è rappresentata nella fig. 2013. Essa è a sei elementi collegati per modo che riesce possibile mandare il vapore solo in due o solo in quattro od in tutti e sei gli elementi che la compongono. Sul tubo *a* di arrivo del vapore sono poste due valvole di ammissione V_1 e V_2; due altre V_1^1 e V_2^1 servono allo scarico dell'acqua di condensazione pel tubo *b*. Tenendo chiuse le valvole V_1 e V_1^1 ed aperte le V_2 e V_2^1 il vapore pel tubo *t* arriva solamente ai due elementi inferiori, e la stufa funziona come una stufa a vapore a due soli elementi. Tenendo aperte le valvole V_1 e V_1^1 e chiuse le V_2 e V_2^1 si escludono dal riscaldamento

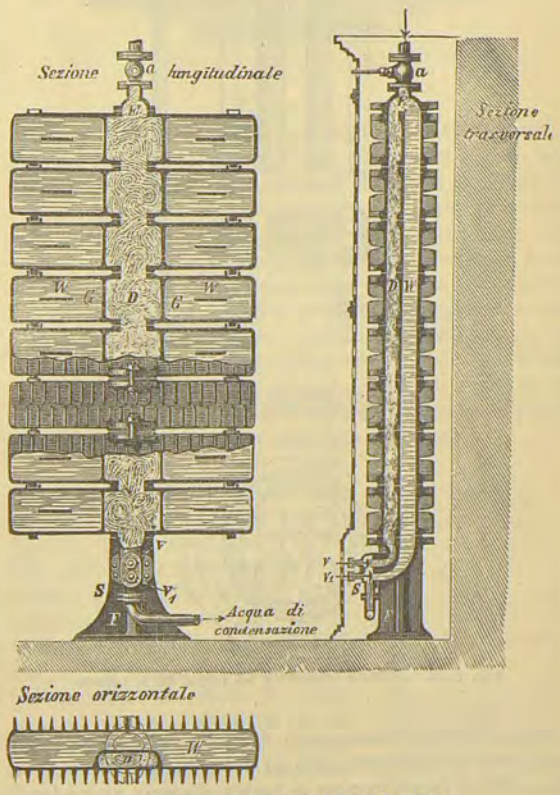


Fig. 2014. — Stufa a vapore e ad acqua a sezione rettangolare.

i due elementi inferiori e servono ad esso i quattro superiori. Tenendo aperte tutte e quattro le valvole si ha una stufa a vapore, la cui superficie scaldante è la complessiva dei sei elementi.

Stufe a vapore e ad acqua. — Il riscaldamento a vapore semplice ha la proprietà di variare rapidamente col variare della quantità di vapore che si manda agli

apparecchi condensanti. Questa sua proprietà può essere un inconveniente per quei locali in cui è condizione principale la costanza del riscaldamento. È necessario in questo caso adottare qualche disposizione che possa permettere di cangiare in parte il modo di trasmissione del calore all'aria. Adoperando l'acqua come fluido trasmittente calore riesce facilmente possibile immagazzinarne in essa una quantità sufficiente per

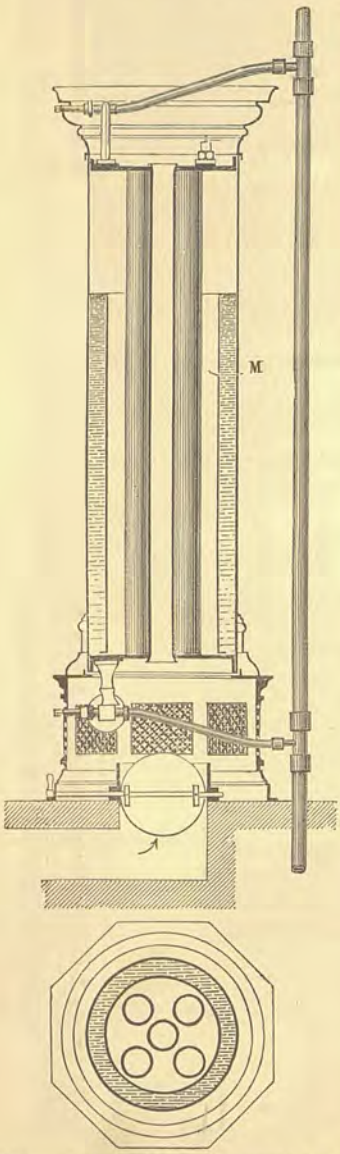


Fig. 2015. — Stufa cilindrica ad acqua ed a vapore.

evitare tutte le diminuzioni di temperatura che si potrebbero manifestare coll'uso del solo calorifero a vapore. Nello stesso tempo la massa d'acqua richiedendo per scaldarsi una grande quantità di calore impedisce i rapidi innalzamenti di temperatura dell'aria. Facendo col vapore concorrere l'acqua al riscaldamento si trasforma la stufa a vapore in stufa a vapore e ad acqua.

La fig. 2015 rappresenta una stufa cilindrica ad acqua ed a vapore, con tubi di circolazione dell'aria; la figura 2014 rappresenta una stufa a vapore e ad acqua ad elementi a sezione rettangolare; e la fig. 2016 un tubo a nervature pel riscaldamento misto ad acqua ed a vapore del sistema delle officine di Kaiserslautern. Si vede da queste che se è aperta la valvola *a* di ammissione del vapore e si tengono contemporaneamente aperte le due valvole di scarico V e V^1 l'apparecchio funziona esclusivamente come stufa a vapore; che se invece si chiude la valvola V^1, una parte W della stufa si riempie d'acqua scaldata dalla parete G di separazione fra essa ed il vapore D.

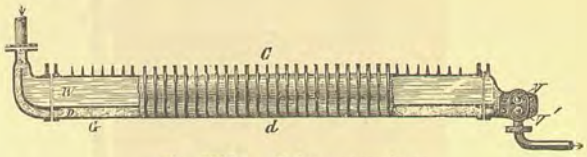


Fig. 2016. — Tubo a nervature.

Sfogo dell'acqua di condensazione. — L'acqua proveniente dalla condensazione del vapore si rimanda in caldaja: si ha con ciò il vantaggio di fare l'alimentazione con acqua distillata e calda. I tubi che ve la guidano possono essere i tubi stessi che portano il vapore ai vasi condensanti, o tubi speciali denominati tubi di ritorno; e l'acqua per essi può o entrare direttamente in caldaja o essere condotta in una vasca dalla quale poi una pompa od altro apparecchio di alimentazione la fa passare in caldaja. Nel primo caso il sistema si dice a *ritorno diretto*, nel secondo a *ritorno indiretto*.

Il ritorno diretto è praticamente possibile nel riscaldamento a bassa pressione, nel quale la colonna d'acqua compresa fra la stufa e la caldaja è sufficiente a fare equilibrio alla differenza di pressione fra la caldaja e la stufa stessa. Il ritorno indiretto è possibile sempre, ed è indispensabile nel riscaldamento a vapore ad alta pressione, sia esso semplice o misto a vapore e ad aria.

Nel ritorno diretto la caldaja, i tubi distributori, le stufe ed i tubi di ritorno formano un tubo unico chiuso in se stesso, e quindi non può uscire vapore o entrare aria dall'esterno nella condotta. In questo caso è necessario piegare ad U l'ultima parte del tubo di ritorno, acciocchè non succeda che un repentino aumento di pressione in caldaja arresti il ritorno dell'acqua respingendola nelle stufe. L'altezza di questo tubo ad U deve essere tale che la pressione dovuta alla colonna d'acqua in esso contenuta sia superiore al massimo aumento di pressione possibile o tollerabile in caldaja.

Se invece il ritorno è indiretto, è indispensabile adottare qualche disposizione colla quale si possa sfogare l'acqua di condensazione senza che nella condotta entri l'aria o esca il vapore. Se si aprisse semplicemente una comunicazione fra i vasi condensanti e l'esterno, quando l'apparecchio è in attività essendo in quelli il vapore ad una pressione superiore all'atmosferica, esso escirebbe per l'apertura di comunicazione; quando poi si sospende l'arrivo del vapore stesso, per la condensazione di quello che sta nei tubi, nei serpentini, nelle stufe, risultando in questi recipienti la pressione minore dell'atmosferica, vi entrerebbe l'aria esterna. Ad evitare questo duplice inconveniente si adoperano apparecchi speciali, a cui si è dato il nome di purgatori o di scaricatori automatici.

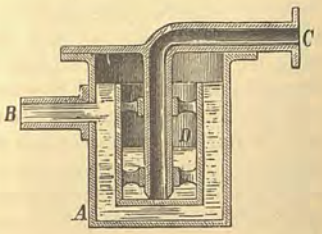


Fig. 2017.

Purgatori a galleggiante. Tazza tedesca (fig. 2017). — Questo purgatore è costituito da un recipiente chiuso A, comunicante per mezzo del tubo B colla condotta. Nel suo interno è galleggiante un recipiente cilindrico D, aperto alla parte superiore. In questo vaso entra il tubo C, destinato a dar sfogo all'acqua di condensazione, il quale o si appoggia sul fondo del vaso galleggiante o termina a breve distanza da esso. L'acqua di condensazione si accumula nello spazio compreso fra i due vasi, solleva il galleggiante e questo col suo fondo chiude la bocca del tubo di scarico C. Quando poi il livello dell'acqua accumulatasi fra i due vasi supera l'orlo dell'interno, essa cade in questo, aumenta perciò il peso del galleggiante ed esso si abbassa. Essendo libera la comunicazione col tubo C, l'acqua spinta dalla pressione interna si sfoga all'esterno. Diminuendo poi il peso del galleggiante, questo si risolleva, chiude di nuovo la bocca del tubo di scarico e cessa l'uscita dell'acqua, per ricominciare quando nel purgatore essa si riversi di nuovo nel vaso galleggiante.

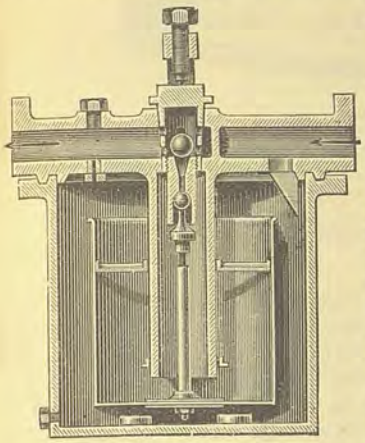


Fig. 2018.

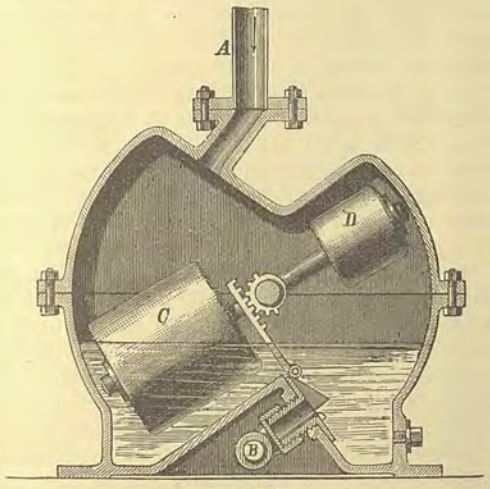


Fig. 2019.

La casa Schæffer e Budenberg di Buckau (Magdeburgo) modificò la costruzione di questo purgatore nel modo seguente (fig. 2018). Dal fondo del vaso galleggiante s'innalza un'asta terminante in una sfera costituente una valvola sferica. L'acqua arriva pel tubo di destra e quando il galleggiante è sollevato la valvola è chiusa. Quando poi pel peso dell'acqua versatasi nel vaso interno galleggiante, questo si abbassa, s'abbassa con esso la valvola e l'acqua viene spinta dalla pressione del vapore nel tubo di scarico.

Purgatore automatico della casa Herscher et Geneste di Parigi (fig. 2019). — In una scatola in ghisa sonvi un galleggiante C ed un contrappeso D posti alla estremità di un'asta fissata ad un albero orizzontale. Quest'albero porta una ruota dentata che ingrana in un'asta pure a denti, all'estremità della quale vi è una valvola a cassetto, che apre o chiude la luce di scarico B. La scatola mediante il tubo A comunica con quello di ritorno. Innalzandosi il livello dell'acqua che si raccoglie sul fondo del purgatore ne riesce sollevato il galleggiante, la ruota girando muove l'asta, per modo da aprire la luce di scarico B. Uscita l'acqua, abbassandosi il galleggiante, la luce si chiude.

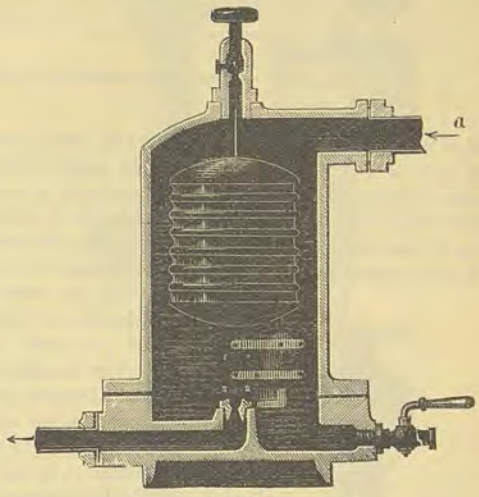


Fig. 2020.

Più semplice è lo scaricatore automatico sistema Püschel (fig. 2020). Consta di un recipiente chiuso, che col tubo *a* si mette in comunicazione colla condotta di ritorno dell'acqua di condensazione. Nell'interno vi è un galleggiante che con un sistema di leve comanda una valvola conica posta sul suo fondo. Quando questa è sollevata, l'acqua dal recipiente esce pel tubo sottostante. La corsa del galleggiante e quindi della valvola si regola dall'esterno mediante un'asta a vite, contro cui va a battere quella del galleggiante. Disponendo le cose per modo che l'acqua non si abbassi mai al di sotto di un certo limite, la valvola rimane sempre immersa nell'acqua e riesce impedita ogni fuga di vapore.

Analogo è il purgatore Péclet (fig. 2020 *bis*). Esso è formato da un recipiente cilindrico A chiuso, munito di un manometro e di una valvola di sicurezza, e comunica per la tubulatura B colla condotta di ritorno. Sul fondo in C vi è la valvola di sfogo dell'acqua, la quale è unita ad un galleggiante G. Essa si apre quando l'acqua raccoltasi in G arriva ad un'altezza determinata.

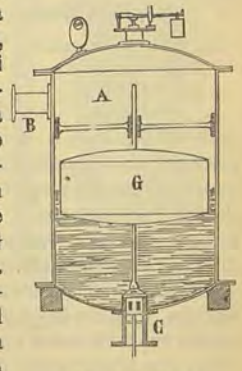


Fig. 2020 *bis*.

In questi purgatori può accadere che la forza ascensiva del galleggiante non sia sufficiente a vincere la pressione che spinge la valvola sulla sua sede ed allora l'apparecchio non funziona.

Si hanno purgatori o scaricatori automatici dell'acqua di condensazione, che funzionano in causa delle variazioni di lunghezza che subisce un corpo soggetto a variazioni di temperatura.

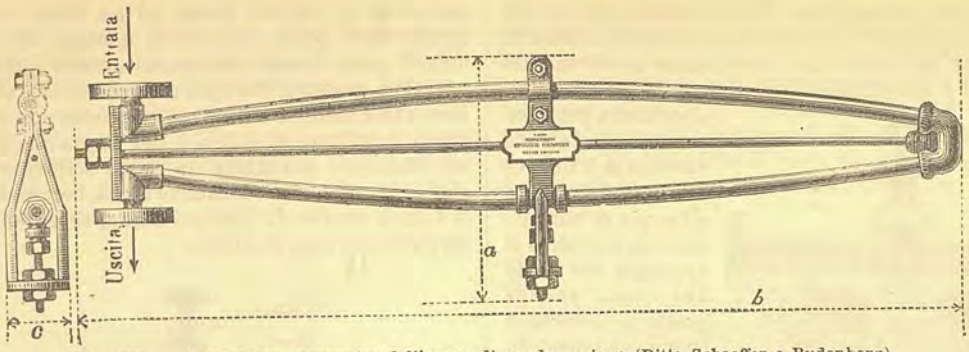


Fig. 2021. — Scaricatore automatico dell'acqua di condensazione (Ditta Schaeffer e Budenberg).

Così il purgatore Vaughan e Stubbs (fig. 2022) consta di due tubi B e D: il primo di lastra di rame sottile, il secondo in ferro, fissati amendue al recipiente F comunicante colla condotta di ritorno dell'acqua di condensazione. Il tubo esterno D in basso è attaccato ad una scatola E, nella quale penetra a dolce sfregamento la parte inferiore del tubo di rame interno B. Nella parete del tubo D vi sono dei fori pei quali l'aria esterna può lambire la superficie del tubo interno. Quando questo è pieno di vapore, la sua estremità inferiore si appoggia sulla sede di una valvola C, la cui posizione si regola dall'esterno mediante un'asta filettata a vite, che si fa avanzare o retrocedere col volantino H. L'acqua di condensazione si accumula nel tubo B, si raffredda e con essa il tubo, il quale perciò si raccorcia e la sua estremità non si appoggia più sulla sede della valvola; riesce così aperto l'adito all'acqua che esce ed è guidata all'esterno dal tubo EG. Continuando ad arrivare il vapore coll'acqua di condensazione nel tubo B, questo si riscalda, si allunga, la sua estremità inferiore s'appoggia sulla sede della valvola, ne riesce impedita l'uscita dell'acqua. L'apparecchio funziona ad intermittenze.

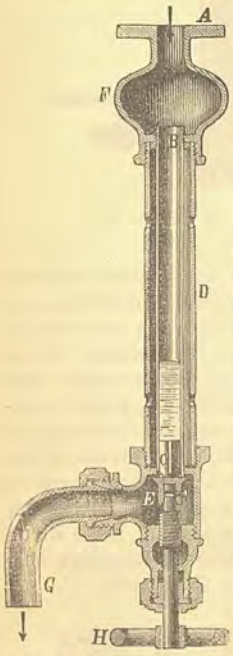


Fig. 2022. — Purgatore Vaughan e Stubbs.

È facile comprendere che col tempo può accadere che, in causa delle dilatazioni e contrazioni successive, gli allungamenti ed i raccorciamenti non avvengano più con quella uniformità che è necessaria ad assicurare il regolare funzionamento dell'apparecchio. Si può anche notare che non sempre in causa della lunghezza di questo riesce comodo il suo collocamento a sito.

Un altro scaricatore automatico dell'acqua di condensazione, fondato sullo stesso principio del precedente, è quello conosciuto col nome di purgatore sistema Kusenberg, che si costruisce dalla casa Schaeffer e Budenberg (fig. 2021).

Esso è costituito da due tubi arcuati di rame comunicanti fra loro e disposti colla corda dell'arco orizzontale. Pel superiore arriva il vapore, pel sottostante esce l'acqua di condensazione. Al loro vertice è attaccata un'asta di ferro orizzontale, che all'estremità opposta è fissa. Quando nei due tubi arriva il vapore essi si scaldano, si allungano ed essendo fissi all'estremità aumenta la loro curvatura. Quando poi sono ripieni d'acqua proveniente dalla condensazione del vapore e questa si è raffreddata, si restringono, diminuisce la loro curvatura. Al mezzo della loro lunghezza è posta una valvola, la quale è regolata per modo che quando i due rami si scostano l'uno dall'altro, chiude la comunicazione coll'esterno; quando invece si ravvicinano essa apre la luce di sfogo dell'acqua. Regolando mediante i dadi inferiori la posizione della valvola si produce la uscita dell'acqua ad intermittenze quando ne son pieni i tubi, mentre è impedita quella del vapore appena che l'acqua di condensazione si è scaricata.

Regolatori di pressione o espanditori del vapore. — Per l'uniformità del riscaldamento a vapore è necessario che tutti gli apparecchi si trovino nelle medesime condizioni qualunque sia la loro distanza dal generatore. Occorre perciò mantenere costante la pressione nella condotta indipendentemente dalle variazioni che essa può subire in caldaja. A questo scopo fra il generatore ed i tubi di distribuzione si interpongono degli apparecchi speciali a cui si dà il nome di *regolatori della pressione.* Se ne hanno di forme diverse: tutti però consistono in un recipiente nel quale arriva il vapore prima di immettersi nella condotta di distribuzione; l'ingresso in questo recipiente è regolato da una valvola, la quale agisce per modo che quando la pressione a monte supera un valore prefisso si chiude in tutto od in parte l'accesso del vapore al recipiente; quando poi la pressione discende al disotto del valore prestabilito, la valvola si solleva ed apre l'adito al vapore. Nel primo caso non arrivando più vapore in quel recipiente e continuando ad uscire quello che prima vi era, la pressione nella condotta tende a diminuire; nel secondo la valvola innalzandosi e nuovo vapore arrivando dal generatore la pressione tende ad aumentare. Regolando il peso della valvola si può mantenere sensibilmente costante la pressione nella condotta. Gli artifizi ai quali si ricorre per produrre i movimenti della valvola regolatrice sono diversi.

Regolatore a membrana ed a molla della casa Schaeffer e Budenberg (fig. 2023). — In questo apparecchio il vapore pel condotto D arriva in uno spazio che comunica con una capacità dalla quale parte il tubo distributore C mediante due aperture, ciascuna delle quali è comandata da una valvola. Le due valvole sono collegate fra loro da un'asta, la quale in basso si appoggia sopra una membrana di gomma M. Al disotto di questa membrana ed appoggiantesi contro di essa sta una molla spirale, la cui tensione si regola dall'esterno mediante il volantino S *t*. Questa molla spinge la mem-

brana verso l'alto e tende perciò a sollevare la valvola di ammissione del vapore. Invece la pressione di questo in C agendo sulla valvola la spinge in basso. Risulta da ciò che quando in C la pressione supera la tensione della molla, la valvola si chiude e varia l'accesso del vapore; quando invece la pressione in C diminuisce, la tensione preponderante della molla fa sollevare la valvola, il che aumenta la quantità di vapore che va nella condotta. Regolando quindi la tensione della molla, passerà da D in C solo la quantità di vapore occorrente per mantenere nella condotta distributrice la pressione fra limiti determinati.

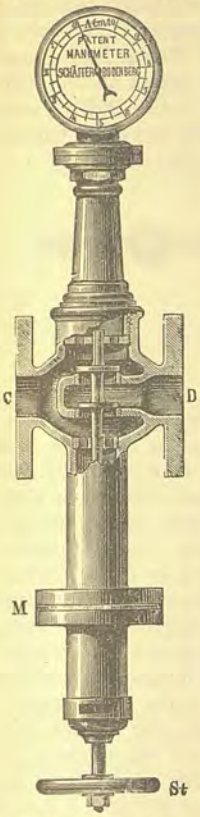


Fig. 2023. — Regolatore a membrana ed a molla (Schaeffer e Budenberg).

In modo analogo agisce il regolatore con valvola a stantuffo ed a leva, rappresentato nella fig. 2024. Sul tubo di entrata vi sono due valvole coniche collegate fra loro da uno stesso gambo, che alla parte superiore porta uno stantuffo, sul quale con una leva si può dall'esterno esercitare una pressione variabile colla posizione di un peso cursore. Il vapore nella condotta distributrice preme dal basso in alto contro la faccia inferiore dello stantuffo: se questo s'innalza, si sollevano le valvole e diminuisce l'ingresso del vapore nella condotta: diminuisce perciò la pressione in essa. Quando questa è inferiore a quella che si esercita dall'alto in basso colla leva, lo stantuffo, e con esso le valvole, si abbassa e nuovo vapore accede alla condotta. Regolando i movimenti possibili della valvola collo

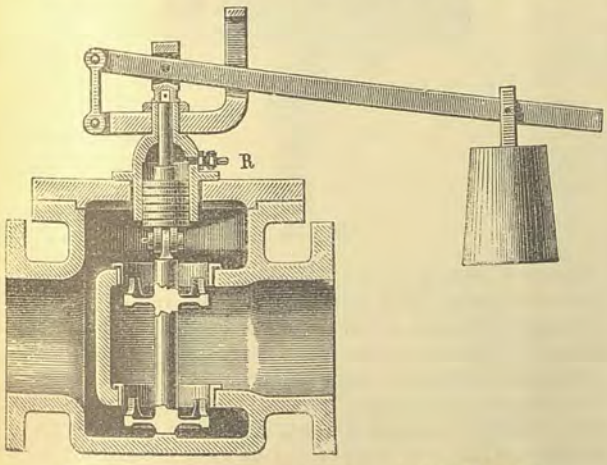


Fig. 2024. — Regolatore con valvola a stantuffo ed a leva (Schaeffer e Budenberg).

spostamento del peso cursore si riduce la pressione in condotta fra limiti determinati.

Un robinetto R alla parte superiore del cilindro in cui si muove lo stantuffo dà sfogo al vapore che può essersi raccolto in essa.

Espanditore a colonna di liquido. — I movimenti della valvola regolatrice invece che colla pressione prodotta da una molla o da una leva, possono ottenersi con quella dovuta ad una colonna di liquido.

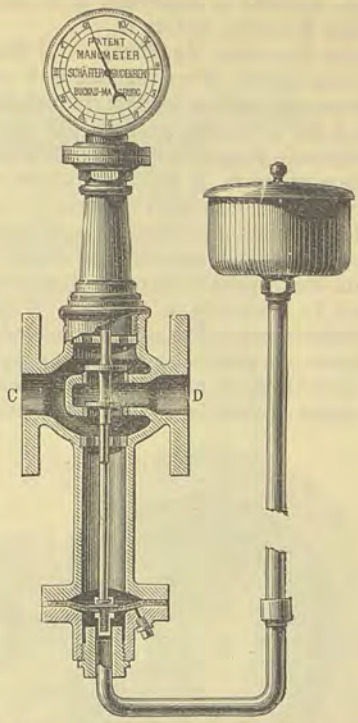


Fig. 2025. — Regolatore (Schaeffer e Budenberg).

Nella fig. 2025 è rappresentato il regolatore precedente a membrana; al disotto di questa, a luogo della molla, preme una colonna di mercurio mobile nel tubo. I facili movimenti del liquido manometrico rendono l'apparecchio sensibile a variazioni di pressione anche piccolissime.

Analogo è l'espanditore Herscher e Geneste; in esso alla membrana del precedente è sostituito un galleggiante (fig. 2026). Il vapore arriva in uno spazio A, in cui sono due fori chiudibili mediante due valvole B B solidali fra loro; l'inferiore si prolunga in un'asta che porta un peso P, il quale ha per effetto di premere i due coperchi sulle loro sedi. Tutto il sistema è contenuto in una scatola chiusa D, che ha un foro O, a cui si innesta il tubo per l'uscita del vapore. Alla parte inferiore della scatola D vi è del mercurio in quantità sufficiente per tenere sollevato il peso P; un tubo laterale E comunica in basso colla scatola D, in alto con una coppa capace di contenere tutto il mercurio. Quando nella scatola D non vi è vapore, il mercurio è allo stesso livello in E ed in D ed il peso P è sollevato. Quando arriva vapore nella scatola D, esso fa alzare in E il mercurio, il peso P si abbassa e con esso le valvole. Al diminuire della pressione

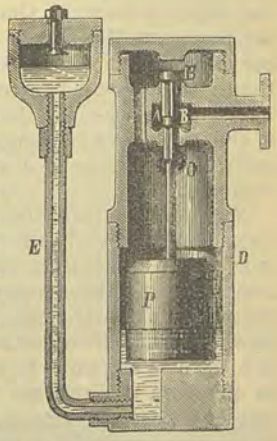


Fig. 2026. — Espanditore.

in D il mercurio si abbassa in E, sale il peso P e le valvole si sollevano. Se la pressione in D e quindi nella condotta, supera un valore prestabilito, le valvole chiudono l'arrivo del vapore; se invece essa si conserva costante, rimane pure costante la differenza di livello del mercurio nel tubo E e nella scatola D.

Regolatore Bourdon (fig. 2027). — Il Bourdon applicò alla costruzione di un regolatore di pressione il principio stesso sul quale è fondato il funzionamento dei manometri e dei barometri aneroidi del tipo Bourdon.

In un recipiente B munito di due tubulature laterali M ed O, che servono la M all'introduzione e la O alla uscita del vapore, vi è un tubo ricurvo T, vuoto, a sezione elittica, fisso ad una estremità e collegato all'altra ad un'asta che comanda una valvola doppia SS, equilibrata da un contrappeso P scorrevole lungo il braccio di una leva L. Variando la posizione di questo peso varia la pressione occorrente all'innalzamento della valvola. Il vapore che arriva da M per dirigersi ai recipienti pel tubo O, passa nello spazio B attraverso alle luci in cui entra la valvola. Fino a che la pressione nel

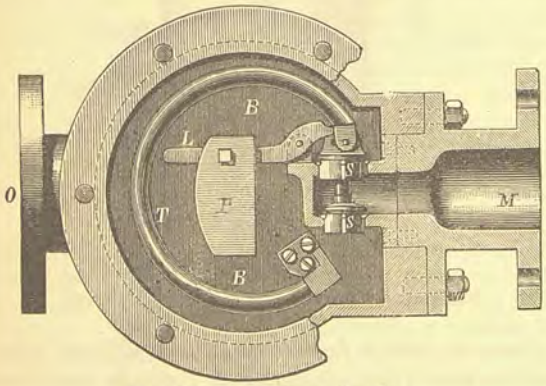


Fig. 2027. — Regolatore Bourdon.

recipiente B non è maggiore del limite che non deve essere superato, la valvola sta sollevata e l'arrivo del vapore è continuo. Quando poi la pressione in O e nel recipiente B supera il limite prefisso, il tubo T s'incurva, abbassa la valvola SS, chiude l'arrivo del vapore. Continuando esso ad uscire dal recipiente, in questo e quindi in O la pressione diminuisce; allora il tubo arcuato si allarga, solleva la valvola SS, apre l'ingresso del vapore nel recipiente B e quindi nella condotta O e nei vasi condensanti.

Soffiatori e valvole atmosferiche. — Al principio del riscaldamento i tubi di distribuzione del vapore ed i vasi condensanti in generale sono pieni di aria. Durante il riscaldamento, anche ammettendo che questa sia stata espulsa, nuova aria riesce mescolata col vapore, quella cioè che era sciolta nell'acqua di alimentazione e che si è da essa estricata in causa del riscaldamento. Ora la presenza dell'aria nei vasi condensanti rallenta la condensazione del vapore. La quantità di questo che si condensa nell'unità di tempo dipende dalla differenza fra la tensione sua propria e quella corrispondente alla temperatura della superficie condensante. Se in questo vaso si ha una miscela d'aria e vapore la pressione risultante è la somma della tensione propria dell'aria e di quella del vapore. E poichè la pressione risultante è quella del vapore nel tubo di arrivo, così nel vaso condensante contenente aria, la tensione del vapore è minore di quella che sarebbe se non vi fosse aria; quindi per la presenza di questa riesce minore la condensazione che ha luogo nell'unità di tempo, e minore per conseguenza la quantità oraria di calore trasmessa. È adunque indispensabile per l'uniformità dello scaldamento disporre sui tubi di distribuzione e sui vasi condensanti delle valvole o robinetti destinati a sfogare l'aria in essi contenuta. A questi apparecchi si dà il nome di sfiatatoi o purgatori d'aria. Essi o sono formati semplicemente da una vite fissata ad una delle faccie della stufa a vapore (vedi fig. 2012 e 2013) o sono tubetti posti alla parte superiore dei tubi del vapore, e muniti di un ordinario robinetto (fig. 2028).

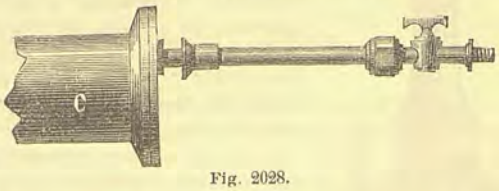


Fig. 2028.

Gli sfiatatoi si tengono aperti quando si avvia il riscaldamento fino a che si vede che da essi non esce più aria, ma vapore; si aprono poi ad intervalli per lasciare uscire l'aria accumulatasi nei vasi. Se le stufe hanno una grande capacità od i tubi un grande diametro, gli sfiatatoi devono aprirsi frequentemente, talvolta anzi si tengono aperti quasi in modo permanente. Se invece si hanno stufe di piccola capacità o tubi di piccolo diametro, gli sfiatatoi si aprono più di rado, anzi può bastare l'aprirli ad ogni ripresa del riscaldamento. Difatti in questo secondo caso il vapore che arriva dal generatore caccia innanzi a sè l'aria come farebbe uno stantuffo, obbligandola ad uscire per lo sfiatatojo, onde quando per questo esce vapore non esisterà più aria nella condotta e nelle stufe. Nel caso invece dei grandi recipienti il vapore si mescola coll'aria e non si può dire che quando dallo sfiatatojo esce vapore non vi sia più aria nei tubi e nelle stufe. Di qui la necessità delle aperture frequenti od anche permanenti degli sfiatatoi.

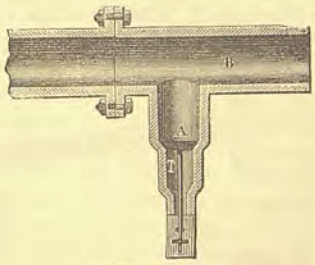


Fig. 2029.

Ma se al principio e durante lo scaldamento è necessario fare uscire l'aria dalla condotta del vapore e dalle stufe, generalmente è pure necessario munire l'una e le altre di valvole che permettano l'ingresso in esse dell'aria esterna allorquando si sospende il riscaldamento. Queste valvole sono indispensabili quando i vasi condensanti sono tubi in rame o stufe in lamiera. Ed invero quando cessa in tutto od in parte l'arrivo del vapore, in causa della condensazione di quello occupante i recipienti, si forma in essi una depressione, la pressione interna cioè riesce minore della pressione atmosferica esterna, e l'eccesso di pressione produrrebbe facilmente la rottura o la deformazione degli apparecchi, se in essi non penetrasse aria ad equilibrare colla sua la pressione esterna. Per evitare questo inconveniente sui tubi e sulle stufe s'adattano delle valvole, dette valvole atmosferiche o con

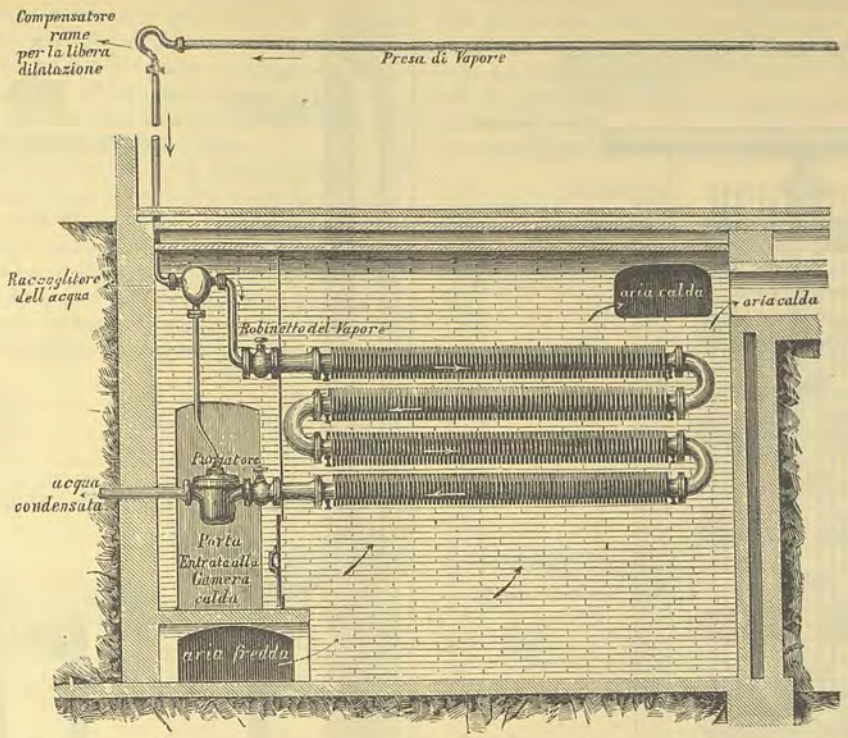


Fig. 2030.

parola francese *reniflards*, le quali si aprono dall'esterno verso l'interno non appena la pressione atmosferica supera l'interna. La loro disposizione può essere diversa da caso a caso: in generale esse sono semplici valvole a farfalla o coniche, aprentisi verso l'interno, e tenute sulla loro sede da una debole molla a spirale (fig. 2029).

Disposizioni generali di impianti di riscaldamento a vapore.

Riscaldamento misto a vapore e ad aria. — Per il riscaldamento di grandi edifizi costituiti da più corpi di fabbrica, con diversi piani ciascuno, l'economia di esercizio, la comodità e l'uniformità del riscaldamento consigliano, come già si disse, l'uso del vapore come veicolo del calore. La destinazione speciale poi dei locali da scaldare può richiedere che in essi non si abbiano nè tubi di circolazione del vapore, nè vasi condensanti. In questo caso conviene riscaldare i singoli ambienti mandando in essi aria calda nelle condizioni e colle disposizioni che si devono adottare nel riscaldamento con caloriferi ad aria propriamente detti, e dare a questa la temperatura occorrente facendola circolare in camere identiche a quelle che in essi si adoprerebbero, nelle quali però a luogo di una stufa in cui circolano i prodotti della combustione, vi sono recipienti in cui si condensa vapore. Si ha così una combinazione dei due sistemi ad aria ed a vapore. Si hanno cioè tanti caloriferi ad aria quanti occorrerebbero se il riscaldamento si dovesse fare con soli caloriferi ad aria calda; ma il calore occorrente a scaldare l'aria di ognuno di essi si ottiene colla condensazione del vapore in vasi condensanti posti nelle singole camere di aria, vapore che vi arriva dal centro di produzione. Il sistema di riscaldamento in questo caso prende il nome di *sistema di riscaldamento misto a vapore e ad aria.*

La fig. 2030 rappresenta la camera del calorifero ad aria e l'apparecchio riscaldante a vapore. Questo è costituito da tubi a nervature ad asse orizzontale posti l'uno sotto l'altro e comunicanti fra loro. Il vapore dal

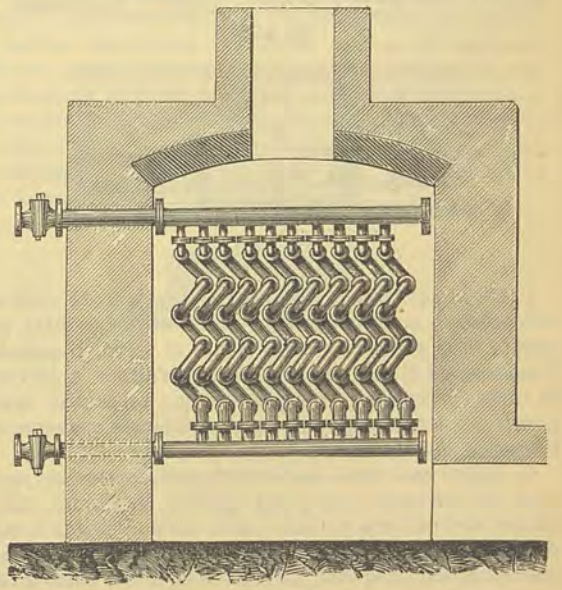


Fig. 2031.

generatore arriva alla parte superiore e l'acqua di condensazione esce dal basso mediante un purgatore o scaricatore automatico. L'aria esterna accede per una luce inferiore; scaldata, entra dall'alto nei condotti che la distribuiscono ai locali da scaldare.

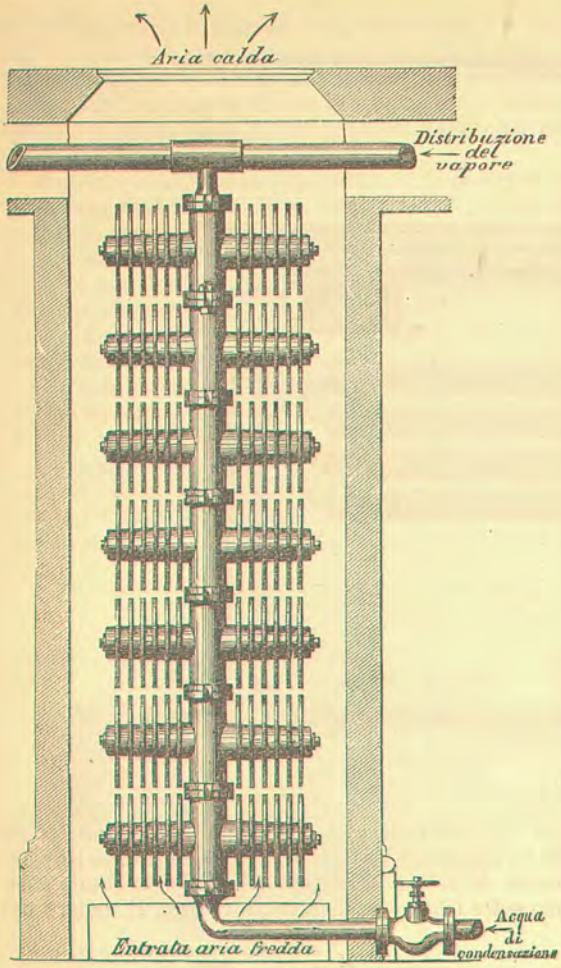


Fig. 2032.

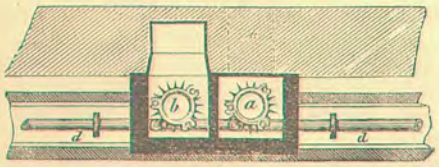


Fig. 2033.

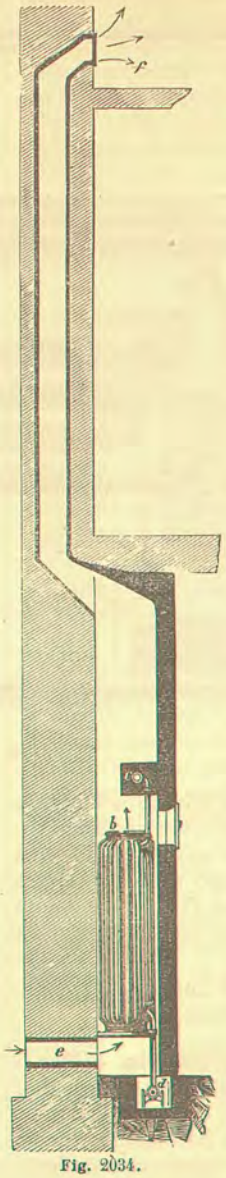


Fig. 2034.

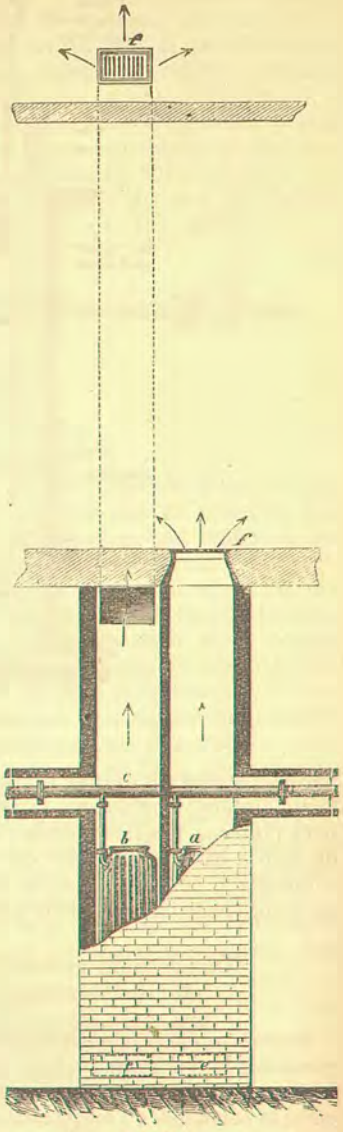


Fig. 2035.

I tubi in cui circola il vapore si foggiano talvolta a serpentini o si dispongono a quinconce (fig. 2031). In questo caso si fanno generalmente di ferro, di piccolo diametro, ed il vapore che arriva dall'alto si suddivide in tante correnti derivate quanti sono i serpentini; tutti questi poi confluiscono in un tubo principale che esporta l'acqua di condensazione.

In alcuni casi torna conveniente collocare un serpentino od una stufa alla parte inferiore di ognuna delle canne verticali che guidano l'aria calda ai singoli locali da scaldare e la versano in questi per bocche calore convenientemente disposte. Le fig. 2032, 2033, 2034, 2035 rappresentano questa disposizione quale è proposta dalla ditta G. B. Porta di Torino, ed applicata al riscaldamento di due piani. In esse *a b* sono due stufe a vapore cilindriche ed a nervature poste in canne adiacenti, ma separate; l'aria esterna accede ad esse per le luci *e* ed è versata nei singoli ambienti per le bocce calore *f*; dal tubo *c* distributore del vapore si diramano tanti tubi quante sono le stufe e da ognuna di esse in basso altrettanti tubi portano l'acqua di condensazione in quello di ritorno *d*.

Il riscaldamento misto a vapore e ad aria, utilissimo nel caso di grandi locali costituiti di più corpi di fabbrica, non si presenta conveniente per locali di ordinaria abitazione o per quegli ambienti che a questi locali più assomigliano, come scuole, convitti e simili. Per questi è più indicato il riscaldamento a vapore semplice; e fatta eccezione forse per le officine in cui talvolta può tornare utile l'uso del vapore ad alta pressione, si adoperano caloriferi a vapore a bassa pressione. Il sistema può essere a ritorno indiretto od a ritorno diretto. Dopo di avere indicato le parti generali costituenti ogni apparecchio di riscaldamento a vapore sarà conveniente vedere per sommi capi come in questi sistemi esse sono disposte e collegate fra loro.

Riscaldamento a vapore a ritorno indiretto. — Dal duomo di una caldaja C (fig. 2036) parte il tubo distributore D. Da punti di esso, all'altezza dei vasi condensanti SS, si staccano altri tubi *d*, che distribuiscono il

vapore ai vasi stessi: in questi il vapore entra pei tubi *t* e l'acqua di condensazione esce pei tubi *a;* dai tubi *a* questa si raccoglie nei tubi di ritorno collettori *r*, dai quali è guidata al recipiente M in comunicazione coll'aria esterna; da questo una pompa alimentatrice P la rimanda in caldaja. All'estremità dei tubi di ritorno sono posti gli sfiatatoi *s* per lo sfogo dell'aria.

Questa disposizione semplicissima presenta inconvenienti gravi. Il vapore dal tubo distributore entra nelle prime stufe S, le riscalda e pei tubi *a* penetra in quelli di ritorno, ove impedisce il moto dell'acqua di condensazione e non arriva generalmente ai vasi condensanti più lontani; l'aria poi in questi non può sfogarsi all'esterno se non tenendo quasi in permanenza aperti gli sfiatatoi, col che si ha una perdita di vapore piuttosto grande.

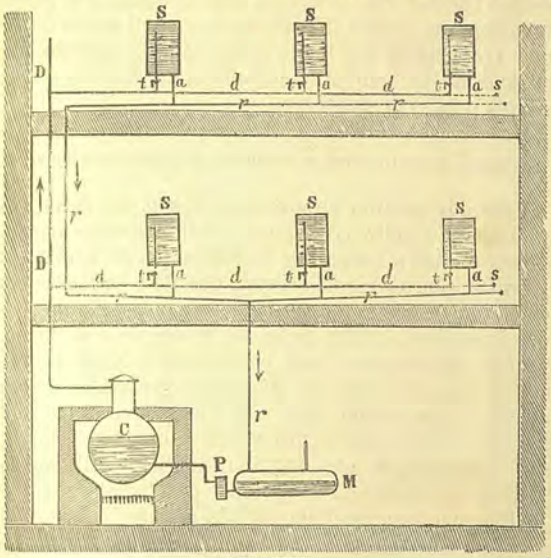


Fig. 2036.

V'ha di più: il vapore nei tubi di ritorno, a contatto dell'acqua, spinge violentemente le particelle acquee contro le pareti, il che produce rumori inquietanti; condensandosi talvolta bruscamente a contatto dell'acqua o delle pareti fredde si generano in queste variazioni di curvatura, accompagnate da rumori ad intermittenze, spesso da rotture. Questi rumori si manifestano in modo speciale quando si avvia il riscaldamento.

Gli inconvenienti sovra indicati riescono tolti se si dispongono le cose per modo che nei tubi distributori ai singoli vasi condensanti il vapore si muova discendendo, nello stesso senso cioè dell'acqua di condensazione, sicchè riesca favorito lo scolo di questa. Ciò ha luogo nel sistema Geneste ed Herscher, rappresentato schematicamente nella fig. 2037. Dal duomo della caldaja A parte un tubo, che si eleva fino alla sommità dell'edifizio da scaldare e fa capo ad un regolatore di pressione C. Da questo si stacca il tubo principale distributore D, che con leggiera pendenza immette nel purgatore E, dal quale il tubo M di ritorno porta l'acqua di condensazione alla vasca *o*, da cui un apparecchio di alimentazione la rimanda in caldaja. Sul tubo principale D si innestano i tubi distributori secondarii F F, che in basso fanno capo a purgatori I. Da questi tubi secondari il vapore si manda agli apparecchi condensanti: da ognuno di questi poi, coll'interposizione di un purgatore L, l'acqua di condensazione scende per un tubo verticale.

Il purgatore speciale L, che si adatta a ciascun vaso condensante, ha per ufficio di dare sfogo all'acqua di condensazione, impedendo l'uscita contemporanea del vapore e nello stesso tempo di permettere di espellere l'aria contenuta nei tubi e nei vasi condensanti al principio dello scaldamento. Esso (fig. 2038) consta di una scatola di ghisa, munita di due tubulature, con una delle quali comunica coi vasi condensanti e coll'altra coi tubi di ritorno dell'acqua di condensazione. Questa seconda

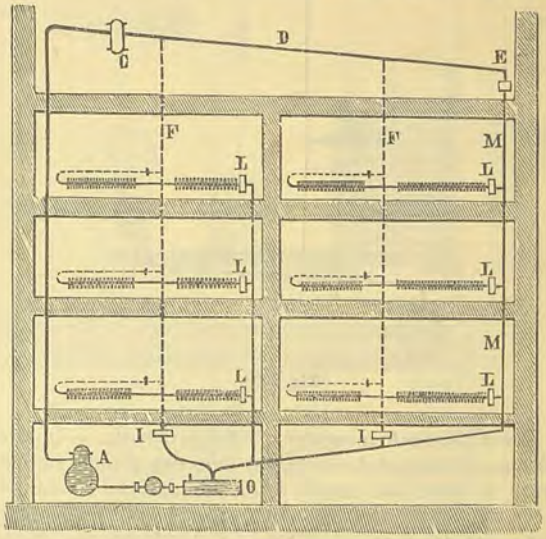


Fig. 2037.

tubulatura sbocca al disotto di una lastra che porta un foro e sulla quale scorre una valvola a cassetto, comandata dall'estremità libera di una molla a spirale, fissata nel suo centro e formata di due lamine, una di rame, l'altra di acciajo, saldate insieme. Quando nella scatola non vi è nè vapore, nè acqua calda la valvola scopre la luce di comunicazione fra le due tubulature; ma quando la lamina bimetallica è scaldata, essa si deforma e la valvola copre l'apertura. L'apparecchio si regola per modo che la luce sia completamente aperta a freddo e sia invece chiusa ad una data temperatura, per esempio a 100°; allora si potranno sfogare per esso l'aria e l'acqua di condensazione, e non escirà per contro il vapore, la cui temperatura è superiore ai 100°.

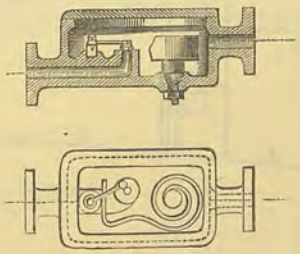


Fig. 2038.

In questo sistema nei tubi di distribuzione e di ritorno il vapore e l'acqua si muovono verso il basso: condizione occorrente, come si è detto, per evitare i rumori che sono la causa speciale dello sfavore in cui furono tenuti per molto tempo i caloriferi a vapore come mezzi di riscaldamento dei locali di ordinaria abitazione. I vasi condensanti possono funzionare l'uno indipendentemente dall'altro; i tubi generalmente in ferro sono costituiti da tratti collegati fra loro con manicotti a vite

per modo da evitare le fughe; dei compensatori inseriti sulla condotta permettono le libere dilatazioni dei tubi stessi. I tubi di ritorno dell'acqua di condensazione possono farsi di ghisa.

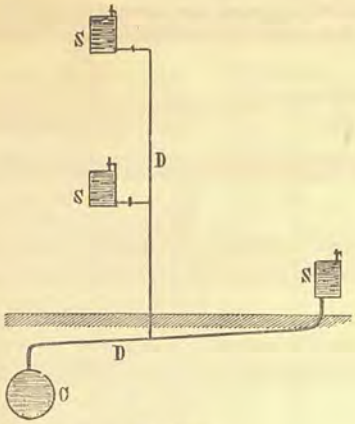


Fig. 2039.

Riscaldamento a vapore a ritorno diretto. — Questo sistema ha acquistato da alcuni anni una grande importanza in causa del rapido estendersi dell'uso dei caloriferi a vapore a bassa pressione, che si presentano oggidì come uno dei migliori sistemi di riscaldamento. Nella sua applicazione conviene disporre i tubi distributori e di ritorno per modo da evitare sovratutto i rumori caratteristici delle condotte a vapore, dovuti agli urti delle particelle d'acqua contro le pareti dei tubi. Come già si è detto, questi rumori sono inevitabili, se non durante tutto il tempo per cui l'apparecchio funziona, certamente quando s'avvia il riscaldamento, se, come si usava da alcuni, l'acqua di condensazione si fa ritornare in caldaja per lo stesso tubo di distribuzione del vapore,

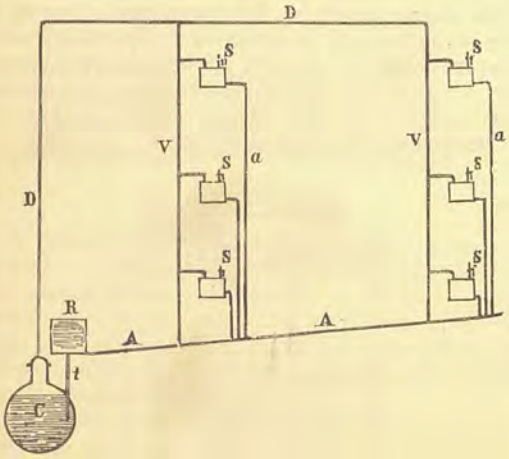


Fig. 2040.

come indica schematicamente la fig. 2039, ove C è la caldaja, SSS i vasi condensanti, D i tubi distributori e di ritorno, di diametro sufficiente per dare passaggio al vapore che sale ed all'acqua di condensazione che discende in caldaja.

I rumori per lo contrario riescono evitati e nel medesimo tempo si rendono gli apparecchi riscaldanti indipendenti nel loro funzionamento gli uni dagli altri se per ognuno si fanno due condotte separate, l'una per il vapore, l'altra per l'acqua di condensazione e si dispone quest'ultima per modo che la pressione dovuta alla colonna d'acqua in essa contenuta non produca variazioni nella pressione del vapore nella caldaja e quindi nella condotta.

Si può a tal uopo far partire dal duomo della caldaja C un tubo verticale D (fig. 2040) che si prolunga fino al di sopra del vaso condensante più alto, si ripiega poi e con dolce pendìo si estende fino al vaso più lontano. Da questo si diramano i tubi distributori V del vapore alle singole stufe S, tubi che in basso si innestano nel collettore dell'acqua di condensazione. Da ognuno dei vasi condensanti parte il tubo *a* di ritorno dell'acqua di condensazione. Il collettore generale A inferiore manda quest'acqua in un recipiente aperto R abbastanza ampio perchè l'acqua che vi arriva non produca che piccole elevazioni nel livello dell'acqua in esso, il quale con un tubo *t* comunica col fondo della caldaja. Questo tubo funziona ad un tempo come tubo manometrico e come valvola o tubo di sicurezza.

Sistemi di caloriferi a vapore a bassa pressione.

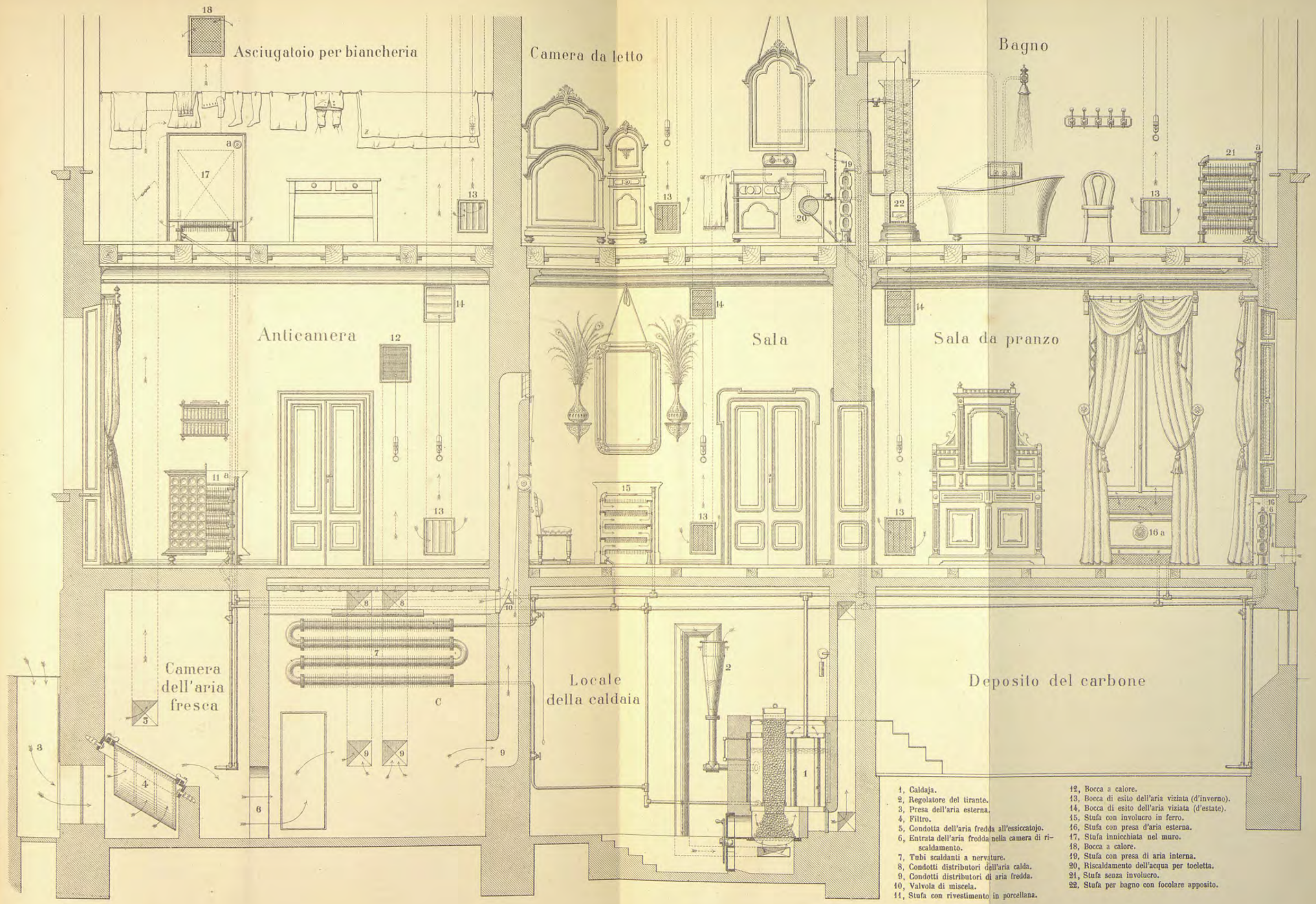
Il riscaldamento a vapore semplice si può facilmente applicare in condizioni di buon funzionamento non solo nell'atto in cui si costruisce l'edifizio, ma ad edifizio già costrutto, poichè riesce sempre possibile collocare convenientemente le stufe ed i tubi in causa delle loro piccole dimensioni. Senza difficoltà si regola e si varia a seconda del bisogno; i vasi riscaldanti si rendono a volontà indipendenti gli uni dagli altri; se esso è a bassa pressione non accade mai che l'aria a contatto delle superficie di riscaldamento venga portata a temperatura eccessiva, o che acquisti qualità antiigieniche. Mediante disposizioni semplici si può regolare la combustione nel focolare della caldaja per modo da evitare grandi e repentine variazioni nella pressione del vapore. Perciò questo sistema di riscaldamento va acquistando ogni giorno importanza più grande, onde a complemento di quanto si disse non sarà inutile lo esaminare alcuni sistemi destinati in modo speciale ai locali di ordinaria abitazione.

Sistema Piazza e Zippermayr, di Milano. — La Tav. IV rappresenta l'applicazione in una villa del riscaldamento a vapore semplice e di quello misto ad aria ed a vapore.

Da un generatore centrale posto nel sotterraneo il vapore con un tubo verticale è mandato nel tubo distributore principale che è appeso al vôlto di quello. Questo tubo è ricoperto di un mastice cattivo conduttore del calore per impedirne la trasmissione all'esterno. Da esso, mediante tubi distributori secondari verticali, il vapore è guidato alle stufe poste nei singoli locali da riscaldare. Dallo stesso distributore principale il vapore entra in tubi a nervature posti nella camera di aria di un calorifero ad aria calda C, alla quale arriva l'aria esterna da un condotto (3) che la guida ad una camera adiacente a quella di riscaldamento ov'essa depone la polvere venendo a contatto di un filtro (4). Scaldata, si versa calda negli ambienti da bocche-calore. Con l'aria calda può all'occorenza mescolarsi l'aria fredda in modo da mandare la miscela nei locali a temperatura moderata, ad esempio a 20° o 25° C. Apposite bocche e canne di estrazione dell'aria servono alla ventilazione del locale. Dai vasi condensanti l'acqua di condensazione viene per tubi speciali, distinti da quelli di condotta del vapore, guidata in un collettore posto nel sotterraneo dal quale poi rientra direttamente in caldaja.

RISCALDAMENTO A VAPORE A BASSA PRESSIONE

Sistema Piazza e Zippermayr (Milano-Loreto).



1, Caldaja.
2, Regolatore del tirante.
3, Presa dell'aria esterna.
4, Filtro.
5, Condotta dell'aria fredda all'essiccatojo.
6, Entrata dell'aria fredda nella camera di riscaldamento.
7, Tubi scaldanti a nervature.
8, Condotti distributori dell'aria calda.
9, Condotti distributori di aria fredda.
10, Valvola di miscela.
11, Stufa con rivestimento in porcellana.
12, Bocca a calore.
13, Bocca di esito dell'aria viziata (d'inverno).
14, Bocca di esito dell'aria viziata (d'estate).
15, Stufa con involucro in ferro.
16, Stufa con presa d'aria esterna.
17, Stufa innicchiata nel muro.
18, Bocca a calore.
19, Stufa con presa di aria interna.
20, Riscaldamento dell'acqua per toeletta.
21, Stufa senza involucro.
22, Stufa per bagno con focolare apposito.

Unione Tip.-Editrice Torinese.

Le stufe a vapore sono costituite da elementi a nervature collegati gli uni cogli altri per modo che il vapore si muova in esse come in una stufa a serpentino alternativamente in un senso o nell'altro, col che più facilmente ne riesce espulsa l'aria. Questa, a detta dei costruttori, non si fa uscire con un robinetto da ciascuna stufa, ma è obbligata ad entrare nei tubi di ritorno, donde viene poi sfogata all'esterno dal sotterraneo. L'evitare l'uscita dell'aria dalle singole stufe presenta il vantaggio che non la si mescola con quella del locale e nello stesso tempo si evita il rumore dovuto all'uscita dell'aria e del vapore. Ognuna delle stufe può funzionare come stufa semplice, o come stufa ventilatrice: basta per questo munirla di un involucro che comunichi in basso col locale o coll'esterno sicchè l'aria che accede alla stufa sia o l'aria stessa del locale, o aria presa dall'esterno.

La caldaja è tubolare a tubi verticali con focolare munito di tramoggia per l'alimentazione automatica; con ciò si ha una maggiore regolarità nella combustione e si richiede una minore sorveglianza nel governo dell'apparecchio. La capacità della tramoggia è sufficiente a contenere la quantità di coke necessaria per circa dodici ore: bastano quindi due sole cariche al giorno.

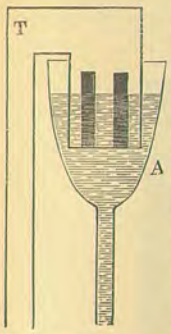


Fig. 2041.

La pressione effettiva massima possibile del vapore è di 0,16 atmosfere; a mantenere la pressione al di sotto del limite massimo serve un apparecchio speciale che non manca mai nei sistemi a bassa pressione e che è detto *regolatore*. L'ufficio suo è di variare la quantità d'aria che accede al combustibile a seconda delle variazioni della pressione in caldaja: quando la pressione cresce esso diminuisce l'accesso dell'aria, l'aumenta quando quella s'abbassa. Il regolatore in questo sistema è costituito da un recipiente A (fig. 2041) verticale aperto all'aria esterna avente forma di imbuto contenente dell'acqua e comunicante colla caldaja. Entro questo recipiente penetra un tubo T che in basso sbocca nel cinerario e serve a guidare l'aria alimentatrice della combustione al combustibile (vedi Tav. IV, n. 2). Nella parete di questo tubo immerso nell'acqua sono scolpite delle luci destinate a dar passaggio all'aria alimentatrice della combustione. L'area libera di queste luci dipende dalla maggior o minor profondità in cui si immerge nell'acqua il tubo superiore. Secondochè il livello dell'acqua nel tubo manometrico è più o meno alto, riesce diminuita od aumentata la luce di passaggio dell'aria. Quando la pressione in caldaja aumenta si alza il livello dell'acqua nel regolatore e si chiude in parte o totalmente l'accesso dell'aria al combustibile; diminuisce la vivezza della combustione e con questa la produzione di vapore nell'unità di tempo, s'abbassa perciò la pressione. Succede l'opposto quando la pressione in caldaja diminuisce. Ogni cambiamento di pressione in caldaja produce variazioni nel livello dell'acqua del regolatore, e dopo alcune oscillazioni esso lascia libera pel passaggio dell'aria alimentatrice della combustione la sezione corrispondente alla produzione della quantità di vapore necessaria per i vasi condensanti che sono in attività. Dalla tavola si vede ancora che parte del vapore può servire al riscaldamento di acqua per bagni quando non si usi a ciò il focolare apposito.

Calorifero a vapore a bassa pressione, sistema Koerting. — In questo calorifero la caldaja, il focolare, il regolatore, la distribuzione sono caratteristiche speciali del sistema.

La caldaja K (fig. 2042, 2043 e 2044) è aperta; comunica coll'esterno mediante un tubo *t* che funziona da manometro e da tubo di sicurezza. La graticola R del focolare ha forma di canestro, le sbarre di essa sono

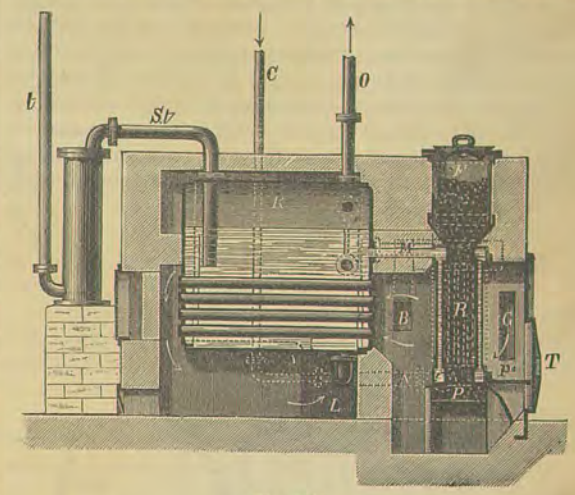


Fig. 2042.

costituite da tubi verticali pieni di acqua uniti in alto ed in basso ad un collettore circolare comunicante colla caldaja. Il focolare è munito di una tramoggia F dalla quale discende il combustibile; alla parte inferiore di

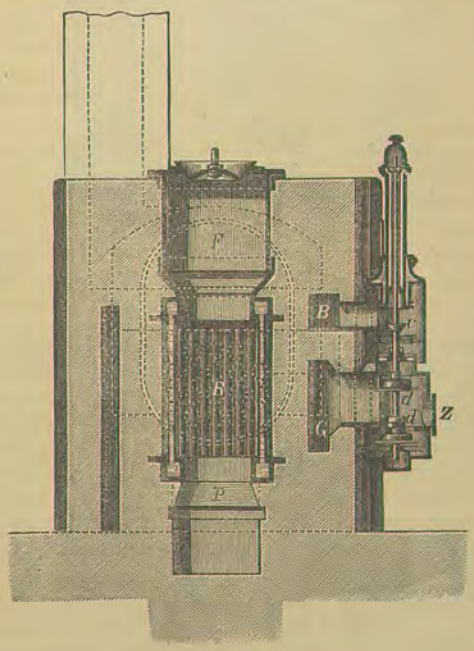


Fig. 2043.

esso vi è una lastra mobile di ghisa P sulla quale si raccolgono le ceneri e le scorie: smovendo questa lastra esse cadono nel cinerario sottostante. L'aria alimentatrice della combustione non arriva, come nei focolari ordinarii dal di sotto, ma vi giunge orizzontalmente da una camera posta al davanti della graticola munita di una luce G a cui essa accede dopo aver attraversato il

regolatore. I prodotti della combustione si suddividono fra i tubi della caldaja e per il condotto L entrano nel camino. La camera anteriore al focolare per la quale l'aria accede al combustibile è chiusa in basso dalla lastra P' e lateralmente dalla porta T; questa serve ad ispezionare la graticola ed il cinerario.

In questo calorifero la pressione effettiva in caldaja non deve essere mai superiore a mezza atmosfera. Quando questo limite massimo venisse superato l'aumento stesso di pressione avrebbe per effetto di vuotare la caldaja. Difatti col tubo S*t* questa comunica con un recipiente dal fondo del quale si eleva il tubo di sicurezza aperto e dell'altezza di cinque metri; onde, se la pressione in caldaja è superiore a mezza atmosfera, maggiore quindi

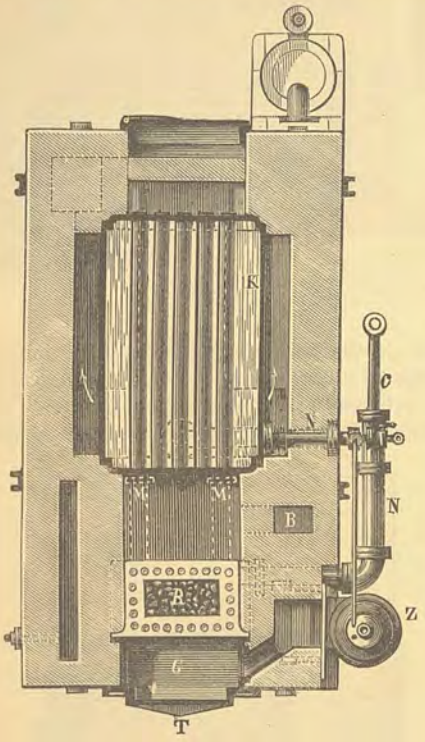


Fig. 2044.

di quella dovuta ad una colonna di acqua dell'altezza di cinque metri, l'acqua viene projettata all'esterno. Ad impedire che questo limite massimo di pressione possa essere raggiunto, ed inoltre a diminuire le rapide variazioni possibili della pressione stessa, serve il regolatore. Questo, come già si disse, diminuisce l'accesso dell'aria al combustibile quando la pressione in caldaja tende ad aumentare; lo aumenta e con esso cresce l'attività della combustione, e quindi la produzione del vapore, quando la pressione in caldaja diminuisce.

Il regolatore del tirante sistema Koerting (fig. 2045 e 2046) è costituito da un vaso diviso in due camere comunicanti Q_1 Q_2 contenenti mercurio. Esso mediante il tubo *a* comunica col duomo della caldaja. Sopra questo vaso è capovolta una campana *m* nell'interno della quale vi è un tubo verticale *t t;* e nello spazio anulare compreso fra questo e quella può salire o scendere il galleggiante *g g* fatto con rotelle di cartone compresso che poggia sul mercurio e che è solidale ad un tubo *i i* chiuso in alto da una traversa *i i* alla quale è attaccata l'asta $g_1 g_1$ che comanda le valvole che regolano l'accesso dell'aria alimentatrice della combustione. Tutto il sistema è portato da una cassa A A aperta in basso che col condotto B comunica colla camera B (fig. 2042 e 2043) posta al di dietro del focolare fra questo ed i tubi del fumo della caldaja.

Sottostante alla cassa A A ve n'ha un'altra A' A' che comunica in alto ed in basso mediante le luci *k k* coll'aria esterna, e col condotto G comunica collo spazio G (fig. 2042) anteriore alla graticola del focolare.

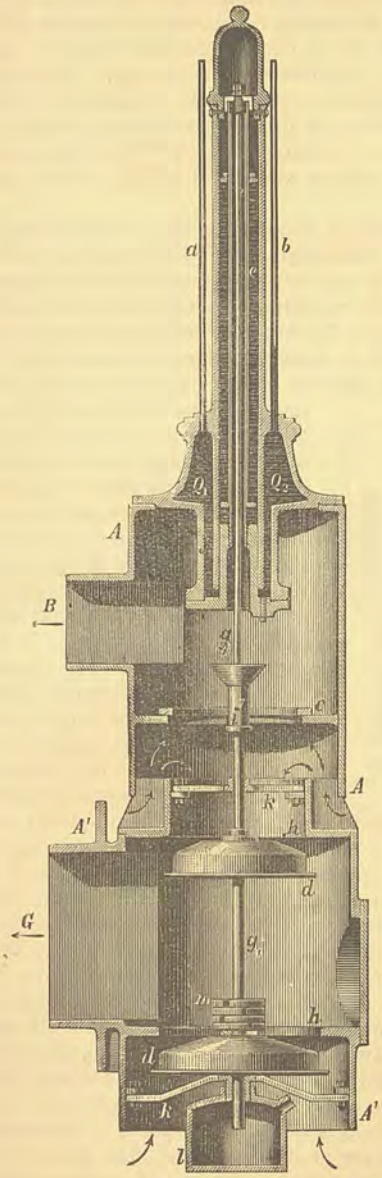


Fig 2045.

Entro questa cassa guidate dall'asta $g_1 g_1$ si muovono le valvole a campana *d d*. Quando queste sono nella posizione più bassa, come in figura, l'aria comburente arriva al combustibile mediante il condotto G. Quando poi in causa di un aumento nella pressione del vapore il galleggiante si innalza e con esso si alzano le valvole riesce diminuita la luce di accesso dell'aria e perciò pure la quantità d'aria che accede al combustibile. Quando poi le valvole s'appoggiano sulla loro sede e chiudono le comunicazioni della cassa A' A' coll'esterno, un pezzo *i'* sporgente, attaccato all'asta $g_1 g_1$, solleva

il disco *c;* allora l'aria esterna entra nella cassa A A e pel tubo B si dirige nei condotti del fumo della caldaja. Questa corrente d'aria fredda abbassa rapidissimamente la temperatura nei condotti del fumo e nel camino.

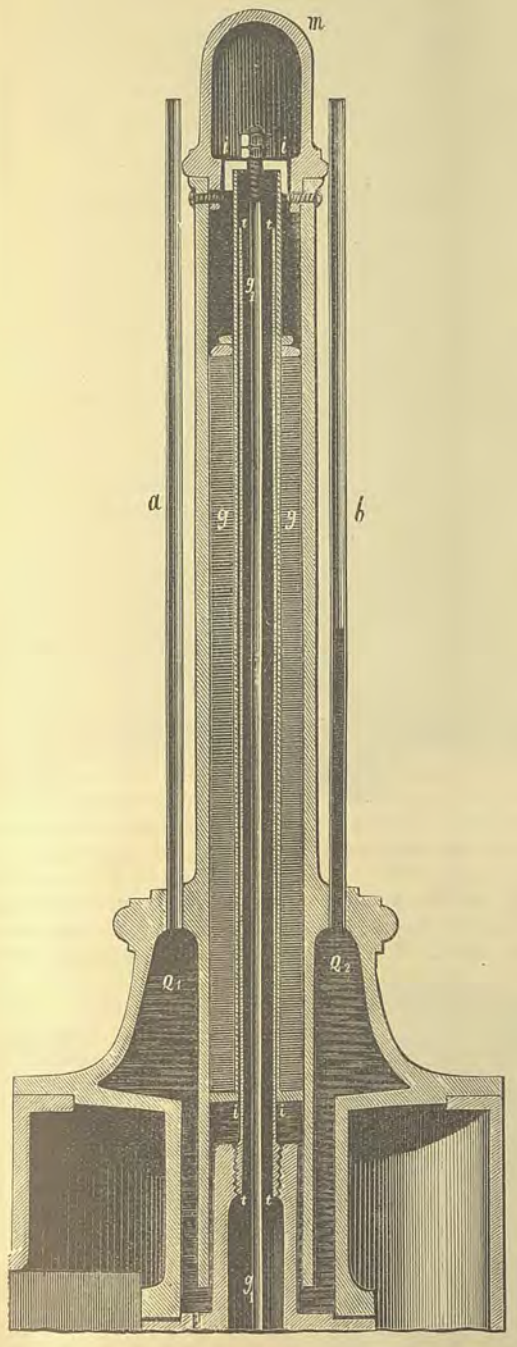


Fig. 2046.

Con queste disposizioni quando la pressione in caldaja va aumentando si diminuisce da principio l'arrivo dell'aria al focolare e con ciò si rallenta la combustione; continuando la pressione ad aumentare si impedisce del tutto l'arrivo dell'aria comburente e la combustione si sospende: infine si manda aria fredda nei condotti del fumo, il che diminuisce rapidamente la tirata del camino.

Se per una accidentalità accadesse che la pressione in caldaja diventasse superiore a mezza atmosfera, l'acqua ne verrebbe spinta all'infuori pel tubo manometrico, che come si disse è aperto. Espulsa in parte l'acqua la pressione in caldaja e quindi nel recipiente Q_1 riescirebbe debolissima, perciò il galleggiante si abbasserebbe, l'aria esterna arriverebbe in massima copia al combustibile, la combustione avvivandosi potrebbe la caldaja arroventarsi. Per ovviare a questo inconveniente gravissimo il recipiente Q_2 col tubo *b* comunica col tubo manometrico e di sicurezza. Quando la pressione del vapore ha raggiunto il limite minimo viene a premere sul mercurio una colonna d'acqua di 5 metri di altezza, uguale cioè a quella massima che esercitava il vapore in Q_1. Per questa pressione il galleggiante è tenuto sollevato nella posizione più alta, e perciò è impedito l'arrivo dell'aria al combustibile, e riesce evitato l'arroventamento della caldaja.

Schema generale dell'impianto. — Nella fig. 2047 è rappresentata la disposizione generale d'impianto del calorifero a vapore Koerting applicato al riscaldamento di una casa a due piani.

Dall'alto della caldaja K posta nel sotterraneo dell'edifizio parte il tubo D distributore principale che s'eleva sino al sottotetto. Da esso si diramano i tubi distributori D che guidano il vapore dall'alto al basso alle singole stufe H. La quantità di vapore che si manda in queste si regola mediante un'apposita valvola di ammissione la quale ne chiude parzialmente o totalmente l'ingresso. Dal basso di ognuna delle stufe di ciascun piano un tubo verticale discendente conduce l'acqua di condensazione ad un altro orizzontale inferiore, che alla sua volta mediante un tubo verticale comunica con un recipiente posto un po' più alto delle stufe stesse, aperto superiormente e di capacità almeno uguale alla somma delle capacità delle stufe con esso collegate. Così pel piano superiore le stufe comunicano col recipiente W_2 mediante i tubi r_2; e pel piano inferiore le stufe comunicano col recipiente W_1 mediante i tubi r_1. Dalla parte superiore dei recipienti W_2 e W_1 un tubo di troppo pieno C rimanda in caldaja l'acqua che si scarica da questi recipienti. Ognuna delle stufe, il recipiente W, ed il tubo di comunicazione formano un sistema di vasi comunicanti; quando nella stufa non arriva vapore essa è piena di acqua; quando esso vi giunge il livello dell'acqua si abbassa in essa, s'innalza nel recipiente W per modo che la pressione del vapore faccia equilibrio alla pressione idrostatica dovuta alla colonna di acqua di altezza la differenza di livello nei due rami. Non dovendo mai la pressione effettiva del vapore superare mezz'atmosfera basterà che l'altezza del vaso W sull'estremità inferiore del tubo discendente dalle stufe sia di poco superiore a cinque metri.

Le stufe a vapore sistema Koerting sono formate da batterie di tubi ad alette (vedi fig. 2000 e 2001); ognuna di esse è munita di una valvola regolatrice (fig. 2048). Se con questa valvola di ammissione del vapore se ne riduce la pressione nelle stufe, l'acqua dal recipiente W entra in queste ed il suo livello si eleva in esse fino a che la pressione del vapore e quella dovuta alla colonna di acqua si facciano equilibrio. Elevandosi il livello dell'acqua nella stufa diminuisce in corrispondenza la superficie di riscaldamento. La variazione di pressione nella stufa si ottiene colla valvola di ammissione la quale riduce più o meno la luce di arrivo del vapore.

I tubi di comunicazione delle stufe coi recipienti W, che costituiscono la caratteristica del sistema, servono non solo in un colla valvola di ammissione del vapore a

Fig. 2047. — Disposizione generale d'impianto del calorifero a vapore Koerting.

variare a seconda del bisogno la superficie di riscaldamento, ma inoltre impediscono che una volta espulsa l'aria da una stufa, nuova aria vi possa penetrare dall'esterno quando si sospende il riscaldamento. Ed infatti quando in una delle stufe non arriva vapore quello che prima vi si trovava tosto si condensa e la stufa si riempie totalmente di acqua. Quando poi si rimanda in essa il vapore, l'acqua viene respinta nel recipiente W. Si evitano così i purgatori e gli sfiatatoi; si regola a volontà il riscaldamento in ciascun ambiente solo col manovrare la valvola regolatrice: si rimette ogni vaso condensante in azione senza produrre ad ogni volta in cui si ripiglia il riscaldamento un soffio di aria e di vapore nell'ambiente. L'impedire poi l'ingresso frequente dell'aria nei vasi condensanti diminuisce l'ossidazione e per conseguenza il rapido deterioramento delle superficie metalliche.

Quando si sospende il riscaldamento di tutto l'edifizio tutte le stufe e le tubazioni si vuotano dell'acqua che le riempie aprendo i robinetti di scarico A_1 ed A_2. Per rimettere in azione l'apparecchio basta aprire le valvole regolatrici, ed immettere il vapore nelle stufe. Esso scaccierà l'aria obbligandola ad uscire pei robinetti A_1 ed A_2. Questi si chiuderanno quando per essi uscirà vapore. L'acqua di condensazione che si avrà nei vasi condensanti sarà spinta dalla pressione del vapore nei recipienti W_1 e W_2 e da questi pel relativo tubo di scarico tornerà in caldaja.

La facilità di mettere fuori di azione quel numero che si vuole di apparecchi riscaldanti, la mancanza di rumori, la comodità di governo di tutto il sistema, l'essere

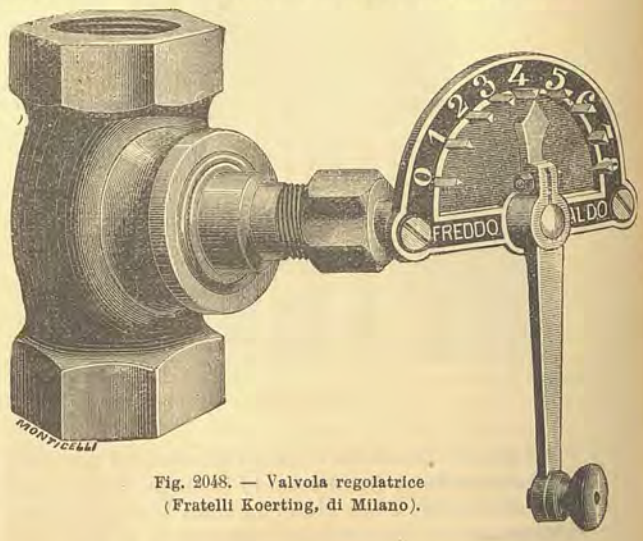


Fig. 2048. — Valvola regolatrice (Fratelli Koerting, di Milano).

evitate le fughe di aria e di vapore, la facile e comoda regolabilità del riscaldamento, la possibilità di collocare i tubi e le stufe anche in edifizi costrutti da tempo,

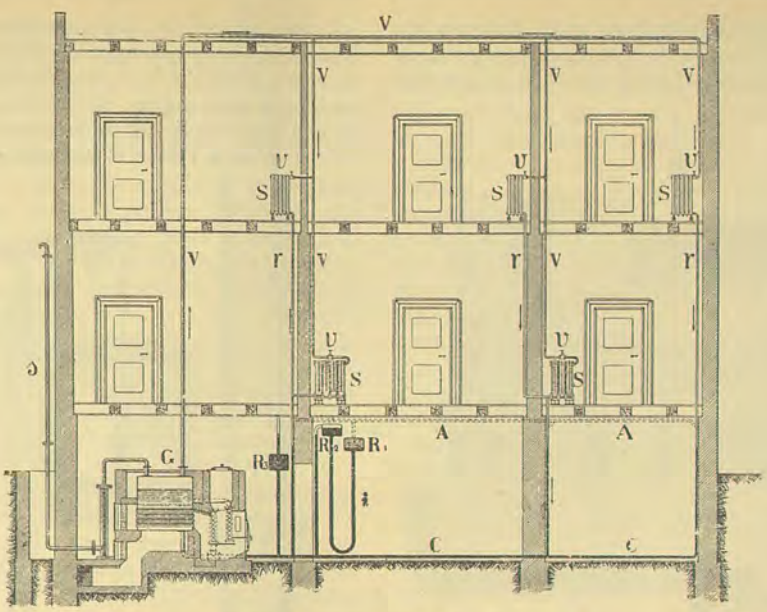


Fig. 2049 (Fratelli Koerting, di Milano).

rendono questo sistema di riscaldamento a vapore a bassa pressione raccomandabile per case private, convitti, chiese, scuole, ecc.

La casa Koerting modificò recentemente il sistema di riscaldamento a vapore a bassa pressione abolendo i sifoni regolatori ad acqua e variando la forma della graticola e il regolatore della tirata.

Nella figura 2049 è indicata la disposizione generale dell'impianto. Il vapore dal generatore è condotto dai tubi distributori V alle stufe S poste nei singoli locali da scaldare: la quantità di esso in ciascuna si regola con una valvola apposita. I tubi di ritorno *r*, partenti da ciascuna stufa, guidano l'acqua di condensazione al tubo collettore principale C posto nel sotterraneo che la manda in caldaja. Presso questa ed al disopra di essa vi sono due recipienti R_1 R_2; il primo R_1 più basso dell'altro R_2, i quali comunicano fra loro mediante il tubo *i* foggiato ad U. La capacità di ciascuno di essi è uguale a quella di tutte le stufe e della tubazione. Il recipiente R_1, detto *recipiente d'aria*, alla parte superiore è in comunicazione con un tubo A, che a sua volta si collega con tutti quelli verticali di ritorno *r* delle stufe. Dalla parte superiore del recipiente R_2, detto *regolatore d'acqua*, un tubo sfloratore mette questo recipiente in comunicazione col tubo collettore generale C. Con questo è pure collegato un recipiente R_3 posto più alto della caldaja ed in libera comunicazione coll'aria, che ha per ufficio di impedire che quando la pressione diminuisce possa in quella entrare aria dall'esterno. Quando il calorifero è inattivo le stufe ed i recipienti R_2 ed R_3 sono pieni d'aria; la caldaja, il recipiente R_1 ed il tubo *i* d'acqua. Avviato l'apparecchio la pressione del vapore in caldaja spinge una parte dell'acqua nel vaso R_3; il livello di essa in quella si abbassa e si mantiene poi ad altezza costante perchè il vapore prodotto si condensa e l'acqua di condensazione pel tubo C va a sostituire quella che si è vaporizzata. Intanto il vapore che pei tubi distributori arriva alle stufe caccia innanzi a sè l'aria che incontra nel suo passaggio e la spinge nei tubi di ritorno insieme all'acqua di condensazione; ma mentre questa pel tubo collettore C si dirige alla caldaja, quella pel tubo A entra nel recipiente R_1 e spinge innanzi a sè pel tubo *i* nel recipiente R_2 un uguale volume d'acqua. Per tal modo, quando tutte le stufe sono in attività e quindi piene di vapore, il recipiente R_1 è pieno d'aria e R_2 d'acqua. In causa della differenza di altezza dei due recipienti la tensione dell'aria è maggiore della pressione atmosferica, sicchè l'aria esterna non può penetrare nella condotta. Se il volume d'acqua spinto in R_2 fosse superiore alla sua capacità l'eccesso si scaricherebbe pel tubo nel condotto collettore C e da questo in caldaja.

Se si esclude una stufa dal riscaldamento, o si diminuisce manovrando la valvola V (fig. 2000, 2048) la quantità di vapore che vi entra, ritorna in essa una quantità corrispondente dell'aria racchiusa nel recipiente R_1, diminuisce o cessa la trasmissione del calore. Perciò variando la posizione della valvola regolatrice varia la trasmissione del calore per parte di ciascuna stufa e quindi l'intensità del riscaldamento in un locale indipendentemente da quello degli altri.

L'impedire l'ingresso dell'aria esterna nella tubazione e quindi il fare in modo che sia sempre la medesima aria che sostituisce il vapore, presenta, a detta dei costruttori, *il vantaggio di garantire per un tempo lunghissimo la conservazione perfetta dei materiali*, mentre che il passaggio alternativo di acqua e di aria ricca di ossigeno sulle pareti interne delle stufe e dei tubi, dà luogo ad un processo lento ma continuo di ossidazione, alla otturazione dei tubi e delle valvole per parte della ruggine che si forma e al deterioramento degli apparecchi.

Caldaja (fig. 2050). — La caldaja tubolare è analoga a quella già descritta; la graticola è ancora a forma di canestro, ma è costituita da tubi ricurvi ad anello, comunicanti in alto ed in basso con quella; sulla graticola sta la tramoggia per la carica del combustibile munita di coperchio a chiusura ermetica. L'aria alimentatrice della combustione arriva orizzontalmente; i prodotti lambiscono le pareti esterne della caldaja ed in seguito si suddividono tra i tubi e vanno al camino; il combustibile è sostenuto da una piastra orizzontale; la carica si fa ogni 6 o 8 ore e le ceneri si scaricano nel cinerario, smovendo quella piastra una volta ogni 24 ore. L'altezza

dello strato di combustibile ardente sulla graticola rimanendo sensibilmente costante rimangono pure costanti le condizioni della combustione e quindi la produzione

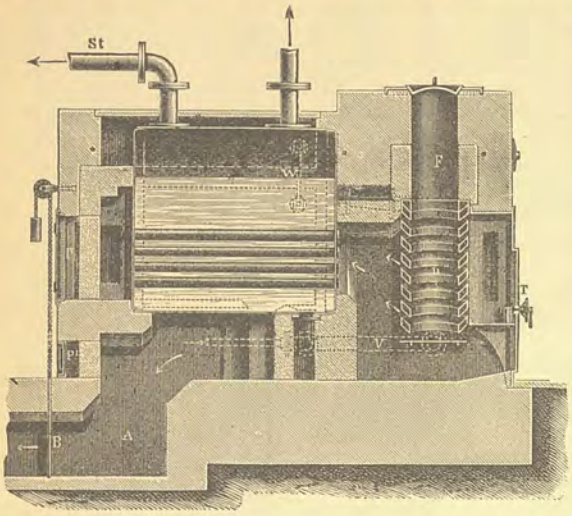


Fig. 2050 (Fratelli Koerting, di Milano).

oraria di vapore. Alla caldaja è annesso il tubo di sicurezza dell'altezza di 5 metri, col quale si sfoga col vapore l'acqua di essa quando per caso la pressione superasse

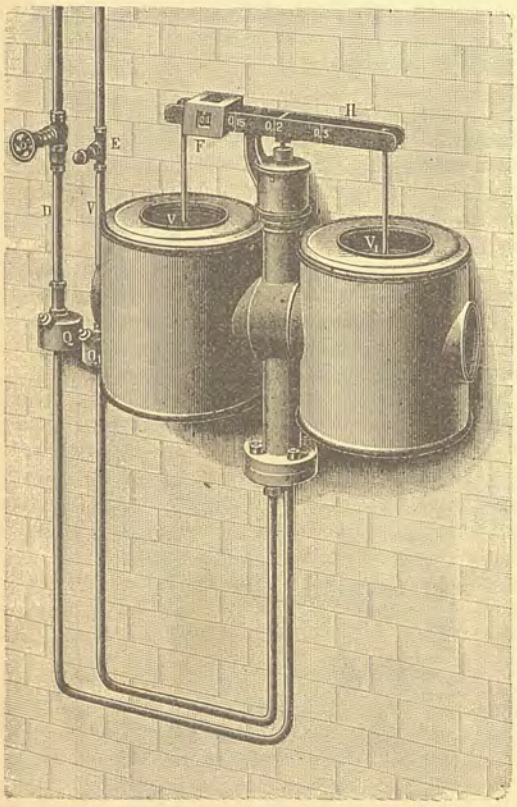


Fig. 2051 (Fratelli Koerting, di Milano).

il limite massimo prestabilito. Ad impedire un eccessivo aumento della pressione del vapore serve il regolatore della tirata che, come si disse, è diverso da quello già descritto.

Questo regolatore, rappresentato in prospetto nella figura 2051 ed in sezione nella 2052, è costituito da due valvole a disco V e V_1, collegate fra loro da una leva H, contro la quale agisce dal basso all'alto un'asta unita ad uno stantuffo S, per modo che quando una delle valvole si innalza l'altra si abbassa. L'aria alimentatrice

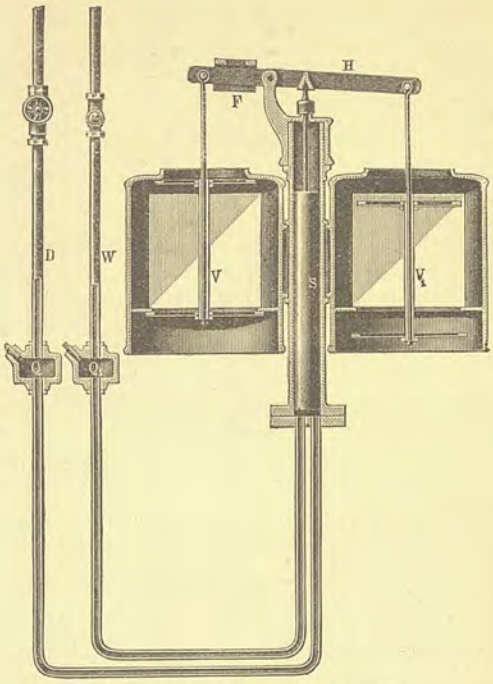


Fig. 2052 (Fratelli Koerting, di Milano).

della combustione, per arrivare al combustibile, deve passare per un'apertura comandata dalla valvola V; questa quindi ne regola l'accesso. L'altra valvola V^1 apre o chiude una luce per la quale l'aria esterna, quando

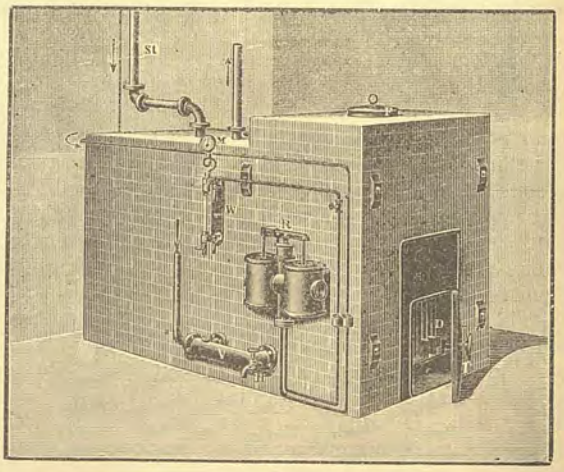


Fig. 2053 (Fratelli Koerting, di Milano).

quella è sollevata, può arrivare direttamente nei condotti del fumo senza attraversare il combustibile. Il movimento dello stantuffo S è prodotto da quello del mercurio contenuto nei vasi Q e Q_1 e nei tubi sottostanti che comunicano col disotto dello stantuffo medesimo. Il vaso Q col tubo D comunica colla camera di vapore della caldaja e sul mercurio in esso si esercita

direttamente la pressione del vapore. Quando questa aumenta il galleggiante s'innalza, si abbassa la valvola V e si solleva l'asta che comanda la valvola V_1. Riesce così diminuita la quantità d'aria che accede al combustibile, minore la vivezza della combustione, onde la pressione tende ad abbassarsi.

Nel caso raro di un aumento eccessivo della pressione, sicchè l'acqua potrebbe essere projettata all'esterno pel tubo di sicurezza S *t*, viene ad esercitarsi sul mercurio in Q_1 e quindi sullo stantuffo S la pressione dovuta alla colonna d'acqua di altezza di circa 5 metri, essendo il vaso Q_1 in comunicazione, mediante il tubo W, con quello di sicurezza. La valvola V allora chiude la propria luce, s'alza la V_1, entra nei condotti del fumo e nel camino l'aria esterna fredda, diminuisce prontamente la tirata e con essa la pressione in caldaja. Il valore massimo di questa nei singoli casi si può variare movendo il contrappeso F sulla leva H F.

Nella fig. 2053 è rappresentata la muratura racchiudente la caldaja, il tubo di ascesa, quello di sicurezza S *t*, quello di ritorno V, il manometro M, il tubo di livello W, il regolatore colle sue comunicazioni col tubo di sicurezza e colla caldaja, il robinetto H di scarico di questa, la porta del focolare.

Fig. 2054.

Nella disposizione generale delle varie parti dell'apparecchio riscaldante i tubi distributori principali possono collocarsi, a seconda delle condizioni dell'edifizio, o al disopra del locale più alto o al disotto del più basso, fra quelli da scaldare. Per impedire, se occorre, trasmissione di calore per essi si ricoprono di un involucro isolante. Il condotto collettore principale in generale si colloca sotto il pavimento del sotterraneo. I tubi ad aria che uniscono i tubi di ritorno delle diverse stufe col serbatojo d'aria non contengono nè acqua, nè vapore. Il loro ufficio è solamente quello di dare passaggio all'aria dal serbatojo alle stufe e da queste a quello. Essi ed il serbatojo d'aria devono, pel funzionamento regolare dell'apparecchio, essere collocati ad altezza maggiore di quella a cui potrebbe arrivare l'acqua nei tubi verticali di ritorno. Perciò non è indispensabile porre la caldaja a profondità maggiore di quella di un sotterraneo ordinario; basta che il livello dell'acqua in essa sia a non meno di m. 1,50 al disotto del foro d'uscita dell'acqua di condensazione dalle stufe del piano terreno.

Il vapore nelle singole stufe può entrare dall'alto o dal basso: entrando dall'alto, siccome meno denso dell'aria, forma come uno strato sovrastante ad essa che viene spinta nei tubi di sfogo, e funziona da superficie di riscaldamento solo quella parte della stufa che è a contatto diretto coll'aria ambiente; se arriva dal basso si mescola coll'aria in proporzione diversa a seconda della varia apertura della valvola d'ingresso e, a seconda del rapporto fra la quantità d'aria e quella del vapore nella miscela, è diversa la temperatura della stufa, uniforme però in tutta la superficie di essa (fig. 2054). È opinione dei costruttori, che coll'introduzione del vapore dal disotto della stufa, questa può assumere una temperatura variabile fra quella del vapore, circa 100°, e quella dell'ambiente; proprietà questa di grande importanza perchè con essa è impedito un riscaldamento eccessivo della stufa, è quindi evitata la torrefazione del pulviscolo organico dell'aria atmosferica. Nei due casi poi il vapore venendo solo a contatto d'aria e non projettando goccie d'acqua contro le pareti delle stufe, sono evitati i rumori che in caso contrario si manifesterebbero nel riscaldamento col vapore.

Calorifero a vapore a bassa pressione sistema Bechem e Post. — Fra i caloriferi a vapore a bassa pressione descriveremo ancora quello conosciuto col nome di calorifero Bechem e Post, il quale, come dice il Ferrini, è degno di una particolare menzione siccome quello che è perfettamente regolabile e che in brevissimo tempo ebbe larga diffusione in Germania dando sempre eccellenti risultati sia dal lato economico sia da quello di un'azione sicura, continua, variabile a norma del bisogno senza l'inconveniente di fragori e di scosse per cui può essere applicato a case, scuole, ospedali, ecc.

La caldaja è cilindrica ad asse verticale ed a focolare interno (fig. 2055) ad alimentazione continua. Un tubo

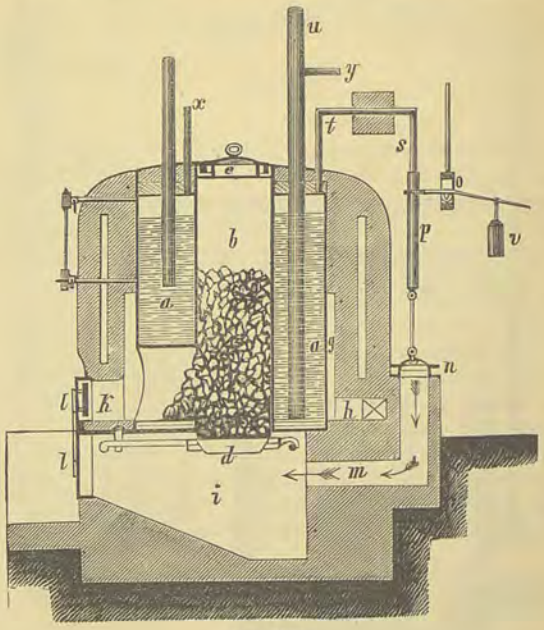


Fig. 2055.

verticale *a* aperto, alto cinque metri, tiene in comunicazione l'acqua della caldaja coll'aria esterna; non può quindi la pressione in caldaja superare più di mezz'atmosfera l'esteriore. L'aria alimentatrice della combustione non accede dalla porta del cinerario ma da un condotto apposito *m n* che ad un estremo sbocca nel cinerario stesso ed all'altra estremità comunica coll'atmosfera. A questa apertura è sovrapposta una valvola *n* colla quale si varia la quantità di aria che accede al combustibile. La posizione della valvola è regolata da un apparecchio speciale che è una caratteristica del sistema e che ne costituisce il regolatore. La valvola *n*, mediante una catenella, è attaccata ad un tubo *p* contenente mercurio, il quale tubo è portato da un braccio di leva di fulcro *o* lungo l'altro braccio della quale è scorrevole un peso *v*. Un tubo a sifone fisso comunica col ramo *t* colla camera del vapore nella caldaja; e coll'altro ramo *s* s'affonda nel mercurio contenuto nel tubo *p*. Quando la pressione del vapore aumenta il tubo *p* si abbassa e la valvola *n* diminuisce la luce di ingresso dell'aria alimentatrice della combustione; se la pressione del vapore diminuisce, s'innalza il tubo *p*, aumenta la

luce di passaggio dell'aria comburente. Variando la posizione del cursore si regolano i movimenti possibili della valvola, e quindi l'attività della combustione e la produzione di vapore.

La Casa Lehmann di Milano nei suoi impianti sostituì al precedente un altro regolatore denominato *Regolatore a doppio effetto.*

La parte principale di questo regolatore è un recipiente J (fig. 2056), il quale da un lato comunica colla caldaja e dall'altro con un recipiente L di uguale capacità e posto in alto. Il recipiente J è pieno di acqua e unito in basso al braccio di una leva; all'altro braccio della quale è attaccata l'asta che comanda la valvola M la quale permette all'aria di arrivare pel tubo VI al cinerario. Quando il consumo di vapore diminuisce e quindi la pressione in caldaja aumenta, l'eccesso di pressione spinge pel tubo K nel vaso L una parte dell'acqua

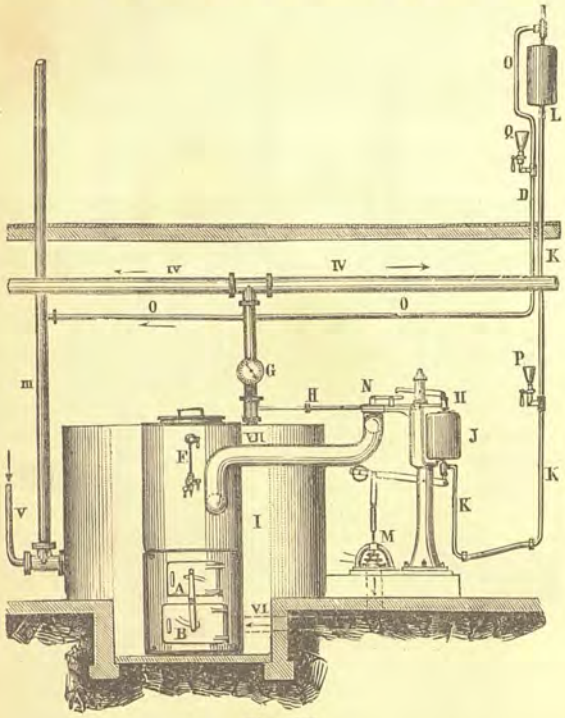


Fig. 2056.

contenuta nel recipiente J; diminuisce così il peso di questo, il contrappeso della leva a cui è unito lo innalza e si abbassa la valvola M; diminuisce per ciò la attività della combustione in causa del minor accesso dell'aria e con essa la produzione del vapore. Il contrario succede se la pressione diminuisce.

Quando si presentasse la necessità di una rapida e quasi generale sospensione del riscaldamento, l'abbassamento di pressione che si otterrebbe semplicemente colla chiusura del condotto di accesso dell'aria comburente non sarebbe abbastanza rapido. In tale caso il regolatore compie un altro effetto. Tutta l'acqua del recipiente J è spinta dalla pressione del vapore nel vaso L, la valvola M chiude del tutto l'accesso dell'aria al combustibile, ed una leva annessa alla parte superiore del recipiente J apre una luce N, dalla quale, mediante un tubo VII, entra una corrente di aria fredda nei condotti del fumo, corrente che raffredda rapidissimamente i prodotti della combustione, col che riesce prontamente diminuita la tirata del camino e con essa la vivezza della combustione. Regolando convenientemente le varie parti dell'apparecchio in un tempo molto breve, secondo il costruttore in due minuti, si riduce la pressione al valore normale.

Nella fig. 2056 rappresentano: I la caldaja; II il regolatore della combustione; III il tubo aperto e dell'altezza di cinque metri che funziona da tubo manometrico e di sicurezza; IV il tubo orizzontale distributore principale del vapore; V il tubo di ritorno dell'acqua di condensazione; VI il canale che guida al combustibile l'aria alimentatrice della combustione; VII quello che manda l'aria esterna nei condotti del fumo. AB il focolare ed il cinerario; F l'indicatore di livello; G il manometro; H il tubo che porta il vapore nel regolatore J; O il tubo di scarico del recipiente superiore L che rimanda l'acqua in caldaja; P l'imbuto con cui si riempie il regolatore; Q quello che serve alla caldaja.

Per la distribuzione del vapore si può far partire dalla parte superiore della caldaja un tubo che si prolunga fino al di sopra del più elevato degli ambienti da scaldare. Da esso si diramano i tubi distributori secondari che guidano il vapore ai vasi condensanti. L'acqua di condensazione si raccoglie in tubi che possono essere quelli stessi in cui si muove il vapore verso il basso, i quali confluiscono in un collettore comune che si ripiega ad U e si innesta poi in caldaja. Oppure dalla caldaja, come indica la fig. 2056, il vapore entra in un distributore principale orizzontale IV dal quale si diramano i tubi distributori secondarii verticali di piccolo diametro che portano il vapore ai singoli vasi condensanti. Altri tubi verticali discendenti guidano l'acqua di condensazione ad un collettore sottostante, dal quale passa poi in caldaja.

Caloriferi ad acqua calda o termosifoni.

Come fluido veicolo del calore dal generatore agli ambienti da riscaldare si adopera in questo sistema di caloriferi l'acqua. Questa, scaldata in una caldaja, si fa circolare nei locali in recipienti lambiti sulla loro parete esterna dall'aria fredda: cedendo calore a quest'aria l'acqua di mano in mano che procede nel suo movimento

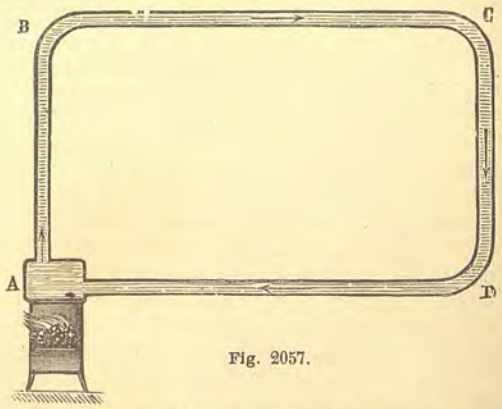


Fig. 2057.

si raffredda, raffreddata rientra nella caldaja a riscaldarsi. Nel riscaldamento con caloriferi ad acqua calda si ha una circolazione continua in una tubazione tutta piena d'acqua e racchiudentesi in sè stessa; in una parte del suo percorso l'acqua riceve calore, diventa meno densa, s'innalza su quella più fredda e quindi più densa; in un'altra parte di esso l'acqua cede calore, si raffredda, discende e rientra in caldaja.

La fig. 2057 mette in evidenza schematicamente il principio su cui è fondato il modo di funzionare di un

calorifero ad acqua calda: sia ABCD un circuito chiuso e tutto pieno d'acqua; finchè la temperatura di questa è la medesima in tutte le sue parti evidentemente l'acqua in esso sta ferma; ma se la si scalda in A essa, diventando meno densa, sale nel tubo AB e dopo un poco di tempo la media temperatura nel tubo AB è superiore a quella in CD; questa differenza di temperatura fra le due colonne AB e CD genera una differenza di peso specifico nell'acqua che le riempie, e per conseguenza si stabilisce fra esse una differenza di pressione. In causa di questa si avrà un movimento continuo d'acqua in salita lungo AB, in discesa lungo CD, movimento che perdura fino a che continua la differenza di temperatura fra le due colonne. Basta una differenza di pochi gradi fra esse perchè la circolazione, una volta incominciata, si conservi. La velocità poi del movimento è tanto più grande quanto maggiore è questa differenza.

Il movimento dell'acqua in questo apparecchio, dovuto a differenza di pressione nelle due colonne, causata da diversità nelle loro temperature, può assimilarsi al movimento di un liquido in un sifone nel quale esso è prodotto dalla differenza di pressione nei due rami, dovuta alla loro diversa lunghezza. Per quest'analogia agli apparecchi di riscaldamento con circolazione di acqua si è dato il nome di termosifoni, come a dire sifoni termici, sifoni pel calore.

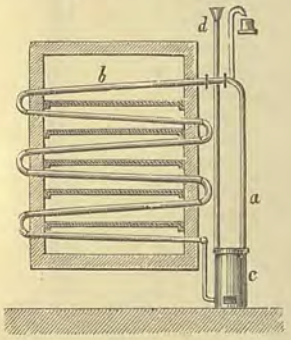


Fig. 2058.

Senza risalire ai tempi degli imperatori romani nei quali si adoperava l'acqua calda per lo scaldamento delle terme, si può dire che il termosifone, quale si considera e si usa oggidì, ebbe la sua prima applicazione nel 1777 in Francia, in cui il Bonnemain lo dispose al riscaldamento di una camera per la covatura artificiale delle uova. La disposizione da esso adottata servì di modello a tutte le forme di termosifoni che si immaginarono col tempo. Nell'apparecchio Bonnemain, dalla parte superiore di una caldaja, partiva (fig. 2058) un tubo verticale *a*, che in alto s'innestava ad un tubo discendente *b*, il quale, dopo percorsi i diversi piani dello incubatojo, andava ad inserirsi nella parte inferiore della caldaja *c*. Un tubo verticale *d*, discendente innestato al fondo di un vaso posto nel punto più alto di tutta la circolazione, serviva al riempimento dell'apparecchio.

Nel termosifone la caldaja ed i tubi devono essere costantemente pieni d'acqua: se vi fosse soluzione di continuità la circolazione non si manterrebbe e l'apparecchio non potrebbe funzionare. Ora pel riscaldamento l'acqua si dilata ed il suo aumento di volume è maggiore di quello della capacità dei recipienti che la contengono; è quindi indispensabile lo adottare sempre qualche disposizione che permetta la libera dilatazione dell'acqua: quando questa mancasse, di necessità i tubi si romperebbero. A questo scopo serve un recipiente posto al disopra del punto più alto a cui arriva la circolazione, e comunicante con essa, di dimensioni più che sufficienti perchè in esso possa raccogliersi tutta quell'acqua che per effetto della dilatazione non può capire nella tubazione. A questo recipiente si dà il nome di *vaso di espansione*.

Durante il riscaldamento dell'acqua si estrica l'aria in essa disciolta e possono formarsi delle bolle di vapore. Sia queste che quella essendo meno dense dell'acqua salgono ai punti della tubazione più in alto, e quando ivi non venissero sfogate all'esterno esse ingrossando col tempo creerebbero una resistenza al movimento dell'acqua e potrebbero interromperne la circolazione. In generale allo

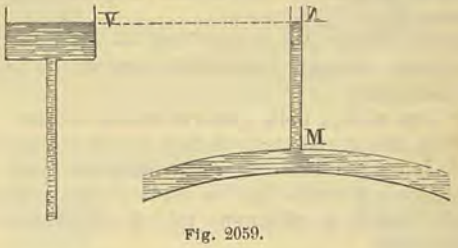


Fig. 2059.

sfogo delle bolle d'aria e di vapore serve lo stesso vaso di espansione. A tal fine è necessario che tutti i tubi componenti il circuito del termosifone siano collocati in pendenza di modo che per andare da un punto qualunque di essi al vaso di espansione si debba sempre salire; solo a questa condizione le bolle gazose che si estricano dall'acqua possono sfogarsi, erompendo alla superficie del liquido, nel vaso di espansione. È quindi buona norma schivare i lunghi tratti orizzontali, ed è indispensabile nella posa dei tubi evitare i punti di altezza massima, poichè in essi si arresterebbero le bolle d'aria e di vapore. Quando circostanze speciali impongano qualche punto di altezza massima, ivi dovrà porsi uno *sfiatatojo* col quale si abbia modo di espellere le bolle gazose dalla circolazione. La forma e la costruzione dello sfiatatojo devono essere diverse a seconda dell'altezza

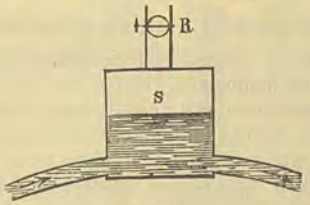


Fig. 2060.

del termosifone, delle condizioni in cui avviene la circolazione e della posizione del sito in cui esso ha da essere collocato. Così se il termosifone ha una piccola altezza ed il vaso di espansione è in libera comunicazione coll'atmosfera, lo sfiatatojo può essere costituito da un semplice tubetto che partendo dal punto di altezza massima sale per la via più breve e va ad aprirsi nell'atmosfera ad un'altezza non minore di quella del vaso d'espansione. Così se V (fig. 2059) è il vaso di espansione, M un punto d'altezza massima ed MN lo sfiatatojo, questo tubetto rimane sempre pieno d'acqua a livello con quella nel vaso di espansione, e le bolle d'aria o vapore in M salgono gorgogliando in seno al liquido MN ed erompono in N allo esterno. Ma se il vaso di espansione è aperto e ad una grande altezza sul punto M, oppure se esso è chiuso, onde la pressione nell'apparecchio è superiore all'atmosferica, lo sfiata-

tojo dev'essere costituito da un recipiente inserito sulla condotta in corrispondenza del punto d'altezza massima e munito di una chiavetta con cui lo si può tener chiuso o mettere in comunicazione coll'atmosfera. Questo recipiente S (fig. 2060) quando in esso non vi è aria o vapore è completamente ripieno di acqua, che zampillerebbe all'esterno se fosse aperta la chiavetta R. Producendosi nella condotta qualche bolla gazosa essa viene a raccogliersi nel recipiente S e fa abbassare il livello dell'acqua; allorchè questo si è abbassato di tanto da potere riuscire interrotta la circolazione, basta aprire la chiavetta R perchè l'acqua salga a riempire lo sfiatatojo cacciando innanzi a sè l'aria ed il vapore in esso contenuto. Quando si vede uscire l'acqua si richiude la chiavetta R.

Classificazione dei termosifoni. — Da quanto si è detto risulta che ogni termosifone contiene le seguenti parti essenziali:

1° Una caldaja nella quale si scalda l'acqua;

2° Un tubo di ascesa che fa capo al vaso di espansione;

3° Uno o più tubi che o circolano nei locali stessi da scaldare o portano l'acqua calda a vasi riscaldanti speciali. Questi si chiamano tubi di circolazione o di distribuzione;

4° Uno o più tubi detti di ritorno, che riconducono l'acqua, raffreddatasi nel suo percorso, nella parte più bassa della caldaja ove essa nuovamente si riscalda.

La trasmissione del calore dall'acqua all'aria si fa o attraverso alla parete dei tubi di circolazione, o attraverso a quella di stufe ad acqua inserite sulla circolazione stessa.

Per esaminare le proprietà caratteristiche dei varii termosifoni e stabilire un confronto fra i diversi sistemi, distinguiamo gli apparecchi di riscaldamento con circolazione di acqua calda in due grandi categorie: in termosifoni cioè a bassa pressione ed in termosifoni ad alta pressione.

Diciamo che un termosifone è a bassa pressione quando la massima pressione possibile in caldaja è minore di due atmosfere. In caso contrario il termosifone si dirà ad alta pressione.

Termosifoni a bassa pressione.

Se in questi la pressione in caldaja non deve raggiungere le due atmosfere, risulta che: 1° in tali apparecchi di riscaldamento il vaso di espansione è aperto; 2° la pressione dovuta alla colonna d'acqua sovrastante alla caldaja è minore di una atmosfera, onde la differenza di livello fra il fondo della caldaja ed il livello del liquido nel vaso di espansione è minore di 10 metri.

Un termosifone a bassa pressione è semplicissimo: esso è l'apparecchio primitivo del Bonnemain e la figura 2061 lo rappresenta applicato al riscaldamento dell'aria in un condotto. Dall'alto della caldaja C s'innalza un tubo verticale DE che termina all'altezza di 5 o 6 m. al fondo di un recipiente aperto F, che costituisce il vaso di espansione. Un po' al disotto di questo parte il tubo EGH che circola nell'ambiente da scaldare. La superficie riscaldante è in figura quella del tubo stesso che è avvolto a serpentino. Alla parte inferiore il tubo comunica colla caldaja. È evidente che al tubo riscaldante si possono sostituire stufe ad acqua, e che a luogo di una circolazione unica EGH è possibile, a seconda delle circostanze, disporne parecchie partenti tutte dall'estremità superiore E e riunentisi tutte all'estremità inferiore H.

Il tubo di ascesa non concorre al riscaldamento: in esso la temperatura dell'acqua deve mantenersi sensibilmente costante in tutta la sua altezza; la trasmissione del calore deve solamente incominciare in alto e ad una certa distanza da esso. È dunque necessario proteggerlo con cura dal raffreddamento coprendolo con sostanza cattiva conduttrice del calore. In questi termosifoni a bassa pressione la temperatura dell'acqua nel vaso di espansione non arriva mai ai 100°: in generale essa sta fra gli 80° e 90°, nel tubo di ritorno poi essa, come risulta dall'esperienza, è di circa 40°, quindi l'abbassamento di temperatura è da 40° a 50°. Perciò la quantità di calore che ogni chilogramma d'acqua può abbandonare è al massimo di 50 calorie, onde per provvedere al riscaldamento dell'ambiente è necessario far circolare una grande massa d'acqua. La velocità poi di circolazione, essendo piccola la differenza di temperatura fra la colonna ascendente e la discendente, è pure

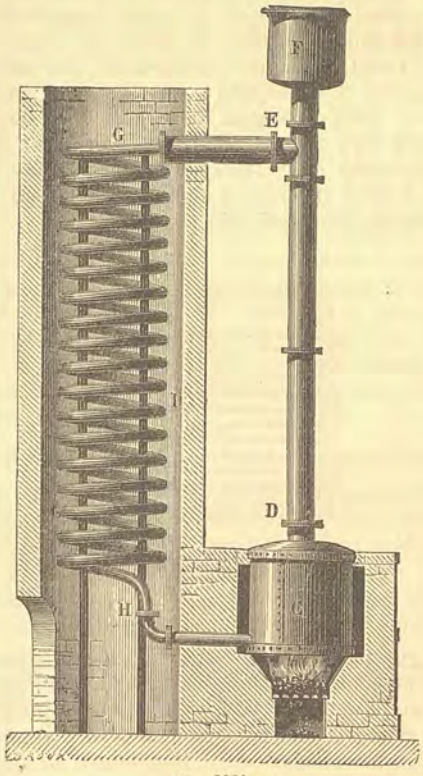


Fig. 2061.

necessariamente debole. Essa può stimarsi fra i 6 ed i 12 o 15 cm. al minuto secondo.

In causa della grande massa d'acqua che è in circolazione in un termosifone a bassa pressione e della grande capacità termica dell'acqua stessa, questa si comporta come un serbatojo di calore e funziona come il volante in una macchina: essa cioè serve a dare un riscaldamento costante indipendente dalle irregolarità nella condotta del fuoco. A porre l'apparecchio nelle condizioni di funzionamento regolare può occorrere un tempo lungo, ma una volta raggiunto il regime questo si conserva; quando nel focolare la combustione languisse, o anche cessasse, la quantità di calore immagazzinato nel fluido circolante sarebbe sufficiente a sopperire ai disperdimenti attraverso alle pareti del locale per un tempo molto lungo: tanto più lungo quanto maggiore è la massa d'acqua in circolazione. Quindi nei termosifoni a bassa pressione in generale non riesce possibile variare prontamente l'entità del riscaldamento, essi per

ciò costituiscono il calorifero per eccellenza per quegli ambienti pei quali è condizione essenziale un riscaldamento continuo e costante. Convengono quindi in modo specialissimo al riscaldamento di serre da fiori, in cui si coltivano piante esotiche, nelle quali un abbassamento di temperatura, anche solo di pochi gradi, in breve tempo può essere causa di danni rilevanti. Applicabili pure con vantaggio al riscaldamento di gallerie, di una o più sale di uno stesso piano di un ospedale, delle celle di un carcere, di un piano di casa signorile, di un'officina, di una grande sala, sono meno indicati per quei locali in cui è desiderabile un riscaldamento che si possa prontamente variare a seconda delle circostanze.

Quando si voglia applicare il riscaldamento ad acqua calda ad un edifizio a più piani, non si potrà fare uso di un termosifone semplice a bassa pressione quale fu da noi definito: si potrà però avere un riscaldamento coi medesimi pregi quando si combini con quello ad acqua calda il calorifero ad aria od a vapore, come si vedrà in seguito.

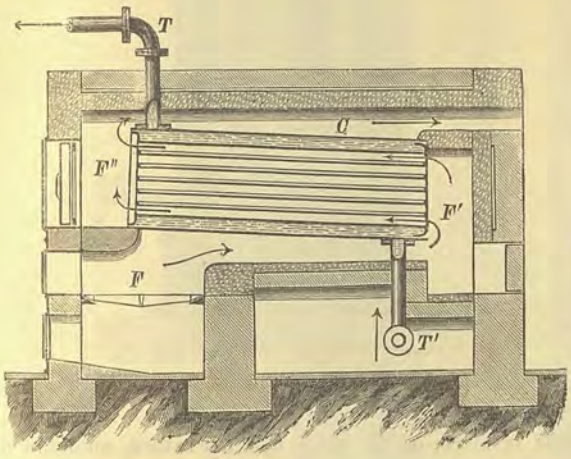


Fig. 2062.

Caldaje per termosifoni. — La caldaja può avere forma qualunque; a due sole condizioni essa deve soddisfare: in primo luogo essa dev'essere foggiata per modo da non presentare resistenza sensibile al movimento dell'acqua; in secondo luogo non deve avere che un punto solo di altezza massima e da questo deve spiccarsi il tubo di ascesa. Queste due condizioni sono essenziali: la prima perchè la forza motrice cui è dovuto il movimento dell'acqua essendo piccola, una resistenza anche debole può modificarlo sensibilmente; la seconda perchè nei punti di altezza massima si accumulano le bolle d'aria e di vapore ed ivi la parete della caldaja non essendo lambita da acqua facilmente si arroventerebbe.

La figura 2062 rappresenta una caldaja tubolare coll'asse inclinato all'orizzonte. I prodotti della combustione dal focolare F entrano in un condotto sottostante alla caldaja che li guida ad una camera F'; da questa si suddividono in tante correnti quanti sono i tubi e si raccolgono in altra camera F'' dalla quale, pel condotto C, si dirigono al camino scaldando l'interno e la parte superiore della caldaja. Dal punto più alto di questa parte il tubo di ascesa T, nel punto più basso si innesta il tubo di ritorno T'.

Più generalmente nei termosifoni a bassa pressione si adoperano caldaje di forma più semplice e con focolare ad alimentazione continua. Tale è quella rappresentata nella figura 2063 in cui il focolare è munito di tramoggia inclinata e nella quale i prodotti della combustione percorrono dapprima un tubo interno per poi, ripiegandosi in basso alla sua estremità, lambire tutta la parete esterna della caldaja prima di sfogarsi nel camino.

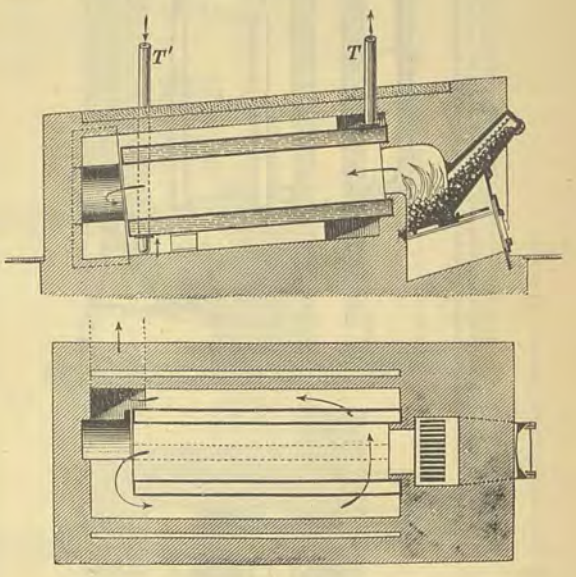


Fig. 2063.

Analoghe nel loro funzionamento, ma ad asse verticale, sono le caldaje rappresentate nelle figure 2064 e 2065. La caldaja figura 2064 è a focolare interno con tramoggia verticale; quella della fig. 2065 è a focolare esterno con tramoggia inclinata: in amendue i prodotti della combustione lambiscono la parete della caldaja, sia all'interno che all'esterno.

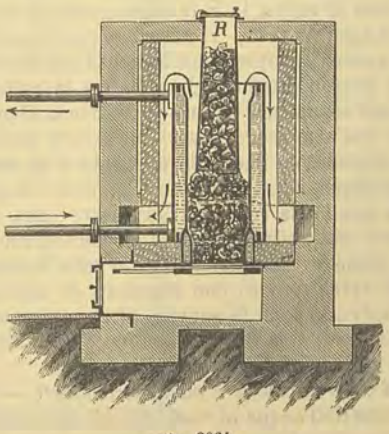


Fig. 2064.

Questi tipi di caldaje sono adottati dalla ditta Giuseppe Besana di Milano.

La figura 2066 rappresenta una caldaja per termosifoni che, nella sua forma, ricorda una stufa ordinaria e che quindi come questa può con tutta facilità adattarsi ad un apparecchio destinato al riscaldamento di un piccolo locale. Essa è a focolare interno con tramoggia verticale F pel carico del combustibile. I prodotti della combustione salgono pei tubi A A, si raccolgono nel

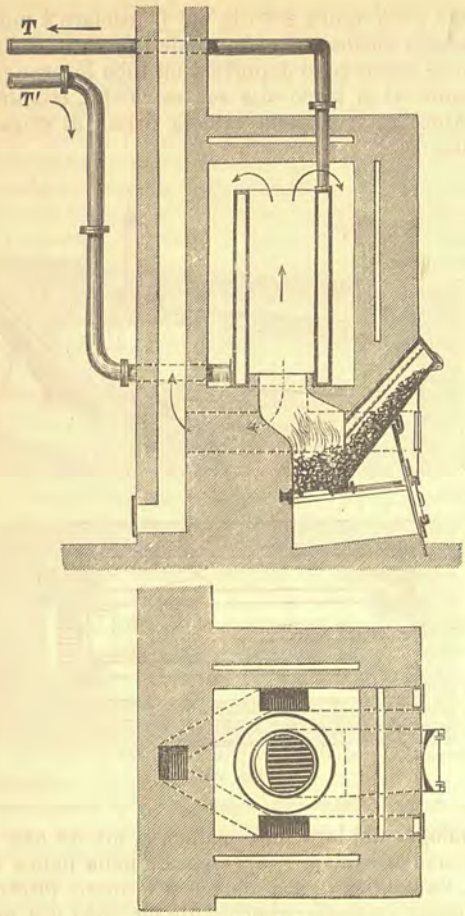


Fig. 2065.

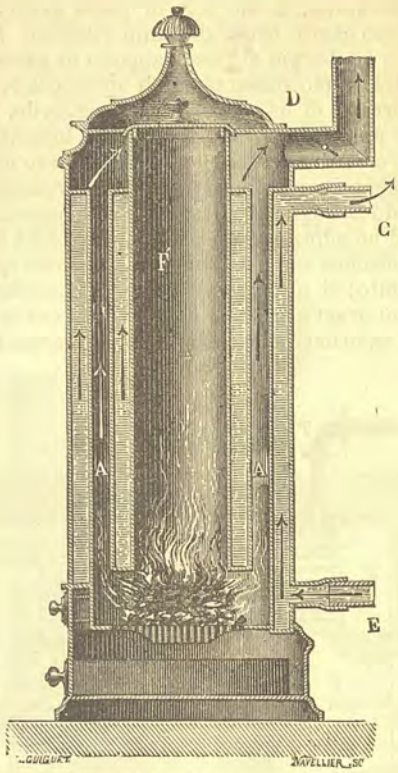


Fig. 2066.

tubo D e da questo sono guidati in una canna da camino. L'acqua circonda il focolare ed i condotti del fumo. Da C parte il tubo di salita, in E fa capo quello di ritorno.

Vaso di espansione. — Il vaso di espansione che, come si disse, è aperto, si copre generalmente con un coperchio destinato semplicemente ad impedire la caduta della polvere nell'acqua, ma che ne permette la libera comunicazione coll'atmosfera. Esso dev'essere collocato in posizione facilmente accessibile, perchè è da esso che si riempie d'acqua il termosifone. Talvolta è in un locale esterno a quello da scaldare: in questo caso conviene proteggerlo dal raffreddamento circondandolo con una cassa in legno e riempiendo l'intervallo compreso fra esso ed il rivestimento con segatura di legno, cenere o simili; talvolta lo si fa servire al riscaldamento o del locale stesso o di aria di ventilazione ed evidentemente in questo caso se ne lascia nuda la parete.

Tubi di distribuzione e vasi riscaldanti. — I tubi di distribuzione dell'acqua ai vasi riscaldanti possono farsi di ferro con unioni con manicotti a vite e di diametro variabile, a seconda della massa più o meno grande di acqua in circolazione.

In un termosifone per serre la superficie di riscaldamento può essere ed è quasi sempre costituita da quella dei tubi stessi di circolazione. Per la forma del locale da scaldare riesce infatti possibile disporre i tubi a gruppi o ripiegarli fra loro per modo da avere facilmente in uno spazio non grande la necessaria superficie scaldante.

Alcuni anni fa tali tubi si costruivano in rame od in ghisa a superficie liscia, oggidì si preferisce l'uso di tubi in ferro, od in ghisa con nervature, analoghi a quelli adoperati nel riscaldamento a vapore.

La circolazione poi o è costituita da un tubo unico che fa più giri avanti od indietro, o da batterie di tubi orizzontali sovrapposti, o da batterie di tubi verticali fissati a due collettori orizzontali (fig. 2067).

La posizione dei tubi evidentemente è subordinata alla forma, alle dimensioni ed alle condizioni della serra.

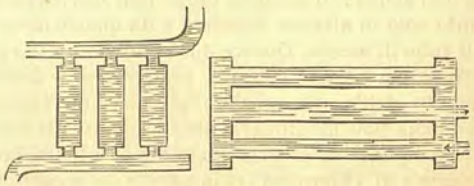


Fig. 2067.

Nella figura 2068 diamo il disegno dell'impianto d'un termosifone per serra proposto dalla casa Koerting. La disposizione è quella ordinariamente seguìta nel riscaldamento delle serre. La caldaja, di privativa della casa, è costituita da anelli in ghisa, sovrapposti l'uno all'altro, ripieni d'acqua e lambiti all'esterno dai prodotti della combustione, ed è posta in un locale sottostante a quello della serra. Dall'alto della caldaja l'acqua sale in un tubo liscio, da cui è guidata ai tubi a nervature destinati al riscaldamento dei varii compartimenti della serra. Il tubo di salita s'innesta nel suo punto più alto nel fondo del vaso di espansione E. Una stufa ad acqua ad elementi

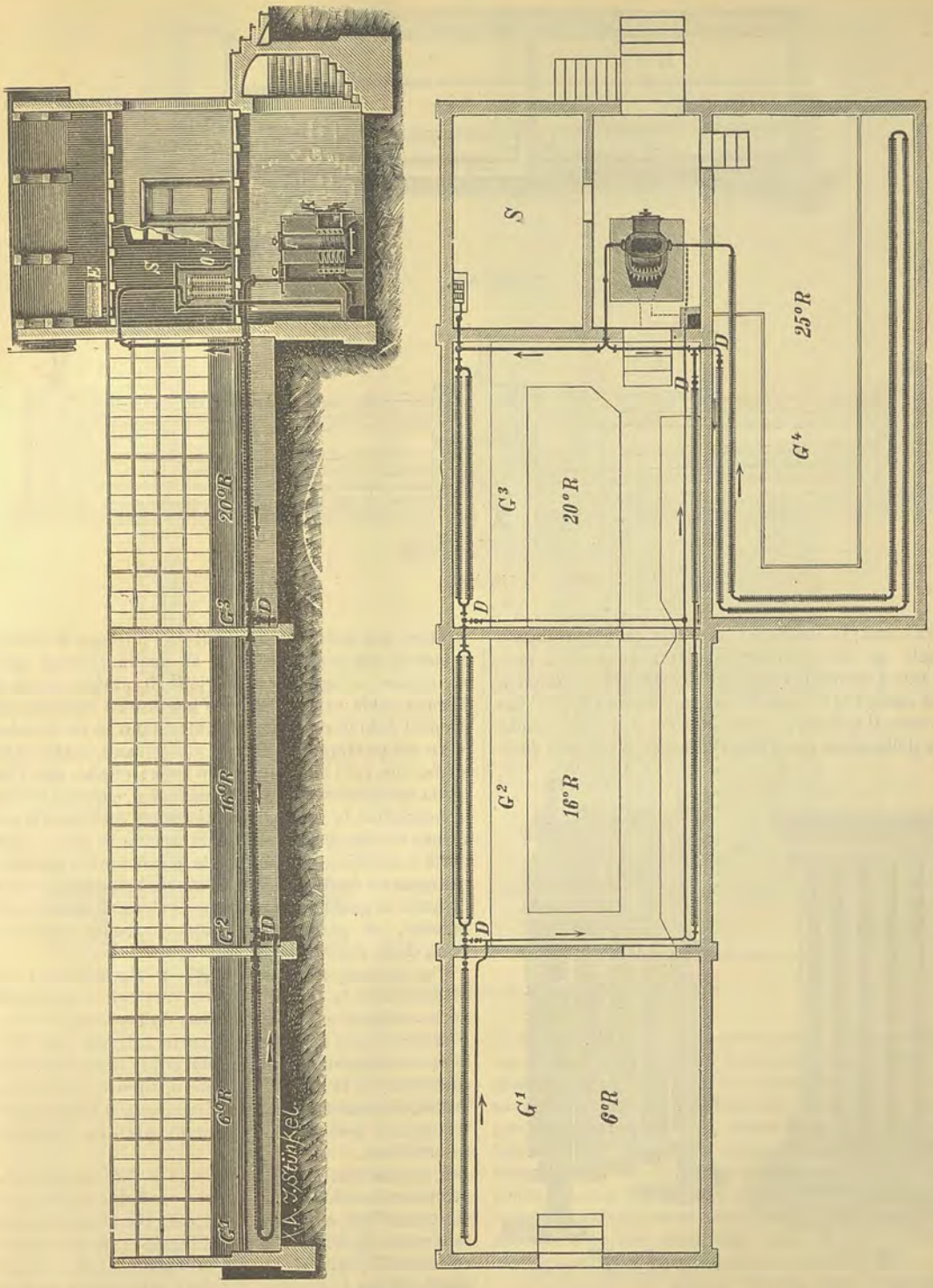


Fig. 2068. — Impianto d'un termosifone per serra (Fratelli Koerting, di Milano).

ad alette, sistema Koerting, serve al riscaldamento del locale S destinato al giardiniere. L'acqua calda poi si ripartisce fra i diversi tubi a nervature posti nei singoli compartimenti e ritorna in caldaja per tubi lisci, secondo le direzioni indicate dalle freccie. Siccome le condizioni termiche delle varie parti della serra devono essere diverse, così si hanno due circolazioni separate, e sul percorso della tubazione sono disposte delle valvole a robinetto D, colle quali si può escludere in tutto od in parte dalla circolazione la porzione di superficie riscaldante corrispondente.

Nell'esempio addotto il vaso di espansione è in un locale esterno alla serra: può tornare utile collocarlo allo interno, nel qual caso l'acqua che da esso si evapora serve ad inumidire l'aria della serra (fig. 2069).

Una disposizione di tubi, che può riuscire comoda in qualche caso, è quella rappresentata nella figura 2070.

Nella parte centrale ed alle estremità della serra si

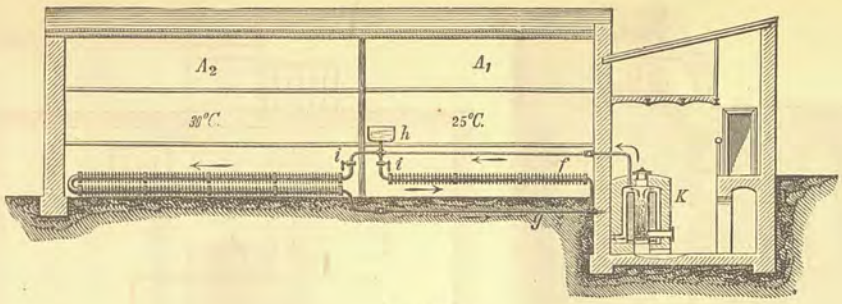


Fig. 2069.

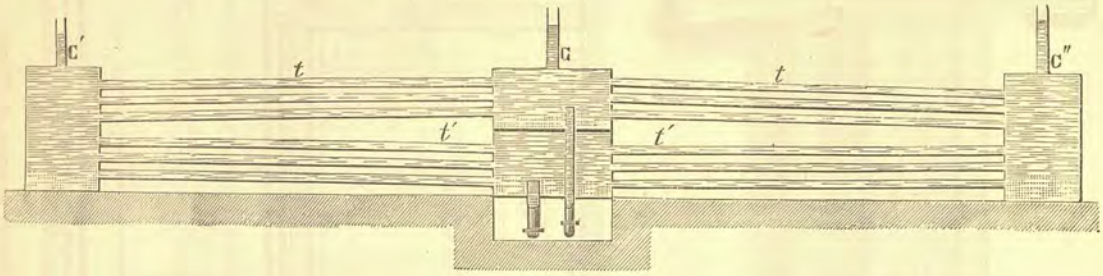


Fig. 2070.

hanno tre casse; la centrale C è divisa da un tramezzo orizzontale in due compartimenti: il superiore, mediante i tubi *t* inclinati verso le due estremità, comunica colle due casse C' C''; queste poi, mediante i tubi *t'* inclinati verso il mezzo, comunicano col compartimento inferiore della cassa centrale. Dalla parte più alta della

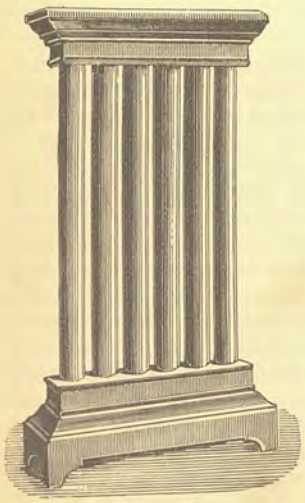


Fig. 2071.

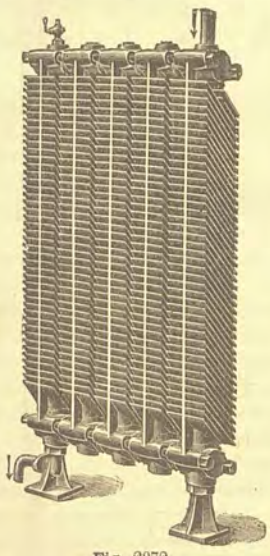


Fig. 2072.
(Frat. Koerting, di Milano).

caldaja, posta in un locale esterno alla serra, un tubo guida l'acqua calda al compartimento superiore della cassa C; un altro tubo, partente dal compartimento inferiore di questa, riporta l'acqua al fondo della caldaja; si stabiliscono per tal modo due circolazioni di acqua fra la caldaja, la cassa centrale e le due laterali, e fra queste e quella. La superficie riscaldante è quella delle casse e dei tubi di circolazione.

Quando si adoperi il termosifone al riscaldamento di locali di ordinaria abitazione riesce incomodo e poco pratico, per non dire impossibile, l'impiego di tubi; conviene ad essi sostituire stufe ad acqua. Queste possono consistere in capacità cilindriche di lamiera, nelle quali l'acqua calda arriva dall'alto per uscire raffreddata dal basso. I tubi di condotta si innicchiano in un canale scavato nel pavimento e da essi si derivano, sotto ciascuna stufa, due tubi che entrano in essa: quello per l'acqua calda spingendovisi fino alla sommità, e quello di ritorno arrestandosi in basso. Con ciò riesce facilitato il movimento dell'acqua; la più calda arriva in alto a distendersi a strati sulla più fredda sottostante; questa non ristagna sul fondo della stufa, ma ne è sfogata all'esterno. Ognuna di queste diramazioni dev'essere munita di robinetto, col quale si possa all'occorrenza escludere la stufa dalla circolazione.

Per aumentare la superficie di riscaldamento si fa attraversare la stufa da canne verticali in cui circola o l'aria dell'ambiente o aria presa dall'esterno.

Molto in uso sono pure le stufe tubolari (fig. 2071) o quelle ad elementi ad alette (fig. 2072), nelle quali l'acqua calda arriva in una cassa o in un tubo collettore posto in alto, comunicante con un'altra cassa o tubo collettore sottostante mediante una serie di tubi lisci o ad alette o a nervature.

A queste stufe si dànno forme e dimensioni speciali per poterle collocare in nicchie praticate nello spessore dei muri. Tale è la stufa della casa Koerting rappresentata nella fig. 2073. L'aria del locale entra pei vani della reticella T (fig. 2074) posta all'apertura della nicchia e passando fra i canaletti formati dalle nervature inclinate si scalda a contatto della stufa e, salendo nel condotto C, si versa nel locale per la bocca a calore G.

Evidentemente si può con tutta facilità far giungere a contatto della stufa non l'aria del locale ma l'aria esterna, e disponendo in modo conveniente delle luci di evacuazione dell'aria viziata provvedere alla ventilazione del locale.

Termosifoni Koerting per appartamenti ad un solo piano. — La casa Koerting ha recentemente adottato una disposizione per riscaldamento con termosifoni a

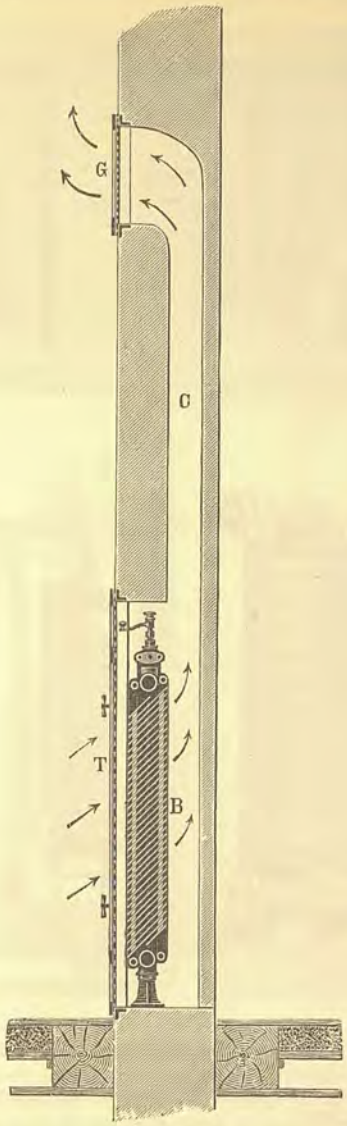
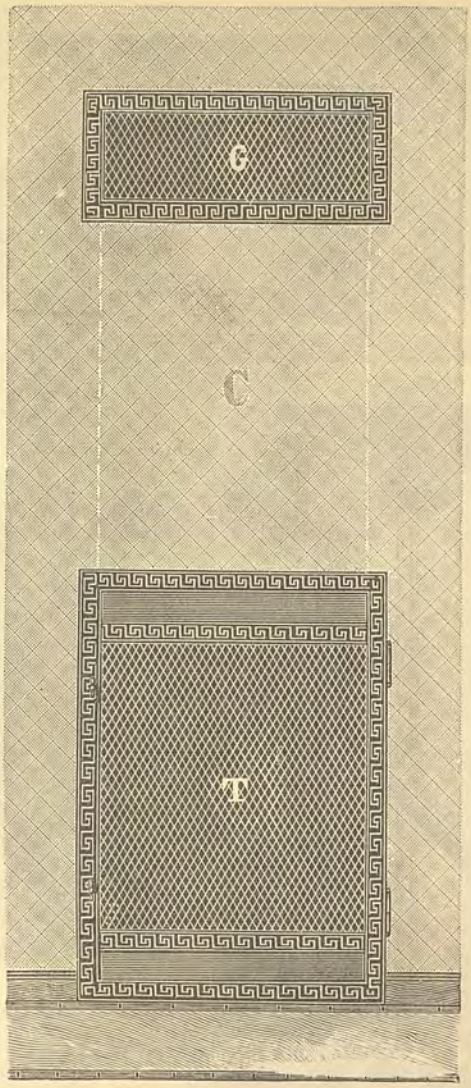


Fig. 2073.



(Fratelli Koerting, di Milano). Fig. 2074.

bassa pressione nella quale l'apparecchio occupa un piccolo spazio, necessita di poche e semplici riparazioni, non richiede l'opera di persona apposita potendo essere regolato con tutta facilità e nel quale è escluso il pericolo di rotture o disturbi.

La disposizione è nelle parti essenziali l'ordinaria (fig. 2075). Dalla caldaja K posta in vicinanza di una canna da camino si spicca il tubo di salita: questo non fa capo direttamente al vaso di espansione ma ad un apparecchio regolatore C che ha per ufficio di impedire che la temperatura dell'acqua raggiunga il punto di ebollizione. Questo regolatore C comunica mediante il tubo S col vaso di espansione dalla parte superiore del quale un tubo A dà sfogo all'occorrenza all'acqua eccedente. Dall'apparecchio regolatore si diramano i tubi di distribuzione dell'acqua calda alle singole stufe poste nelle stanze da riscaldare: dal fondo di ognuna di esse parte il tubo di ritorno che immette in un collettore posto lungo il pavimento il quale riporta l'acqua in caldaja. Questa è formata da anelli vuoti di ghisa in cui circola l'acqua sovrapposti gli uni agli altri e comunicanti fra loro; il vano da essi formato costituisce il focolare, il combustibile si fa cadere in esso dall'alto della tramoggia G (fig. 2076) ed è sostenuto sul fondo da una piastra in ghisa. L'aria alimentatrice della combustione arriva orizzontalmente dalla porta H del focolare ed i prodotti si sfogano nella canna da camino mediante il tubo F. A questo tubo è unita una cassa V comunicante coll'ambiente in cui è posta la caldaja e nella quale vi è una valvola a disco che a seconda della sua posizione apre o chiude l'apertura della cassa V per la quale entra nel condotto del fumo una vena di aria fredda che diminuisce rapidamente la tirata del camino.

I movimenti di questa valvola sono comandati da un'asta posta nell'interno del tubo T collegata ad una leva situata nel recipiente L i cui movimenti sono prodotti dall'alzarsi o dall'abbassarsi di un galleggiante. Il recipiente L è chiuso e ordinariamente pieno d'acqua; in tal caso il galleggiante è alto, la valvola della scatola V chiusa, la tirata del camino energica. Se l'acqua in caldaja bolle, il vapore raccogliendosi nel recipiente L fa abbassare il livello dell'acqua, s'abbassa il galleggiante, si solleva l'asta che comanda la valvola nella scatola V; entra una vena d'aria fredda nel condotto del

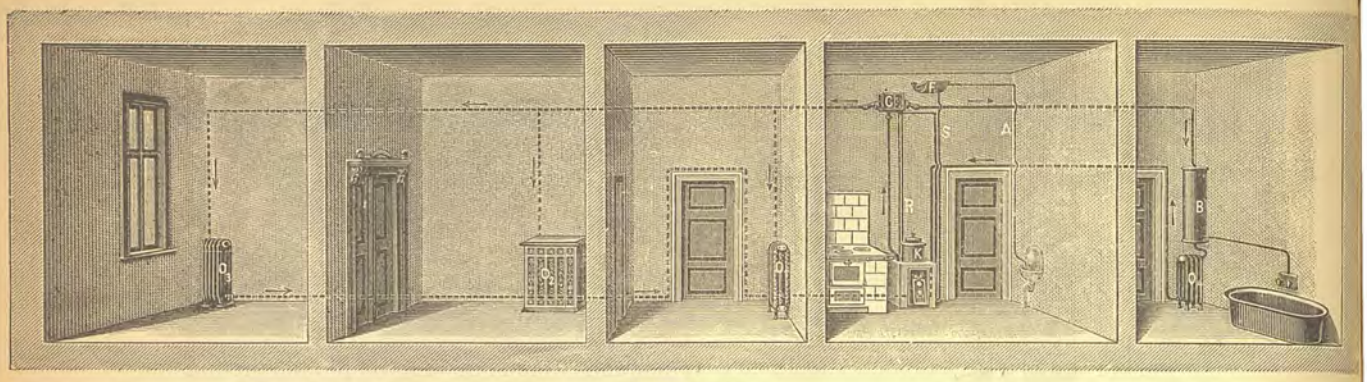


Fig. 2075.
(Fratelli Koerting, di Milano).

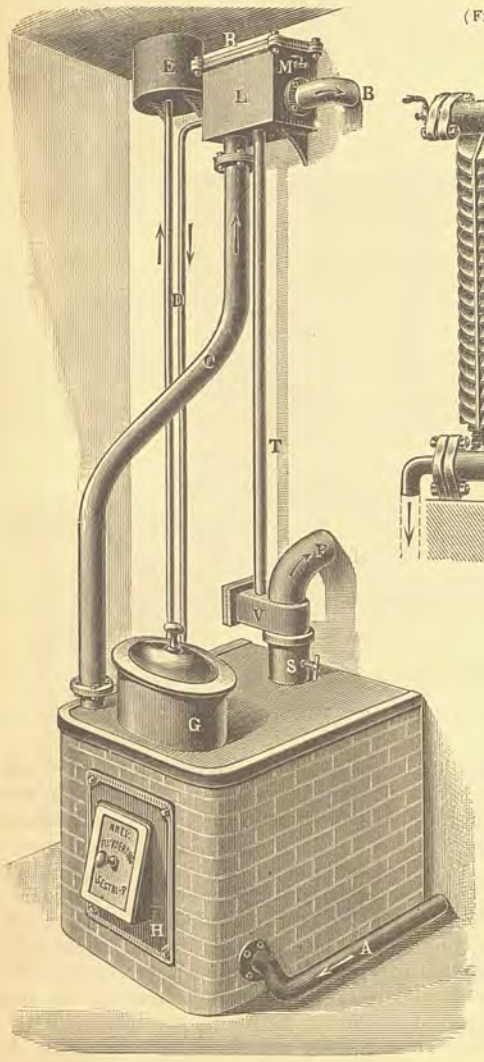


Fig. 2076 (Fratelli Koerting, di Milano).

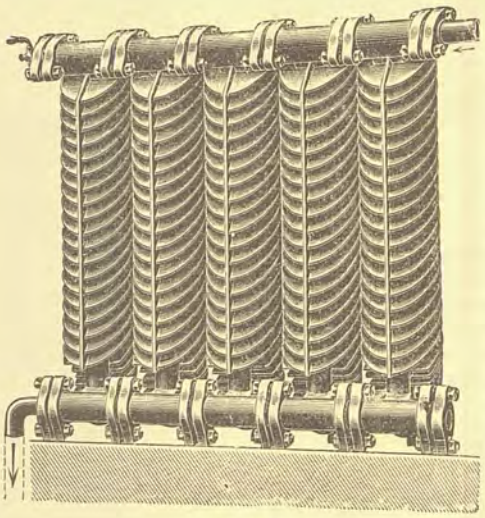


Fig. 2077.

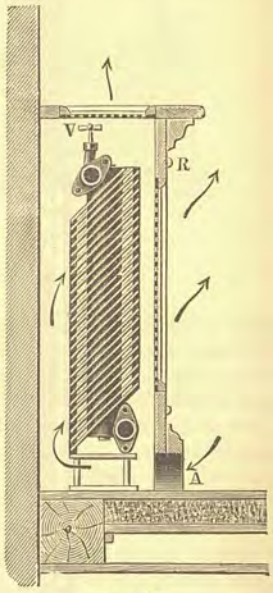


Fig 2078.

(Fratelli Koerting, di Milano).

fumo, diminuisce la tirata e con essa la vivezza della combustione. Riescono con questo mezzo evitati i disturbi dovuti alla evaporazione ed all'ebollizione dell'acqua, e nello stesso tempo un consumo inutile di combustibile. Le stufe ad acqua hanno le forme ordinarie di quelle a vapore costrutte dalla stessa casa: quelle costituite da elementi ad alette od a nervature sono poste in un involucro variamente ornato (vedi figure 2000 e 2001).

Quando riesce possibile, si colloca la stufa in una nicchia praticata nel muro, la si copre con una semplice lastra bucherellata se l'aria che si scalda è quella dell'ambiente (fig. 2077 e 2078). Se invece si manda nel locale aria presa dall'esterno, il che, come si sa, contribuisce a dare un riscaldamento più igienico, si apre nella parete della nicchia una luce di comunicazione munita di apposito registro.

Termosifoni ad alta pressione.

La costanza del riscaldamento caratteristica dei termosifoni con grandi masse d'acqua in circolazione si accompagna in quelli a bassa pressione coll'impossibilità di riscaldare l'aria ad una temperatura eccessiva, di comunicarle cattivo odore per torrefazione del pulviscolo atmosferico a contatto della superficie scaldante, di inquinarla con mescolanza coi prodotti della combustione o con gas nocivi, di renderla troppo secca. Il riscaldamento ad acqua calda in queste condizioni non presenta quindi nessuno degli inconvenienti che si manifestano nel riscaldamento con caloriferi ad aria calda. Inoltre il raggio di azione di un termosifone è maggiore di quello di un calorifero ad aria. Il riscaldamento ad acqua calda ha dunque pregi importantissimi, onde, coll'estendersi

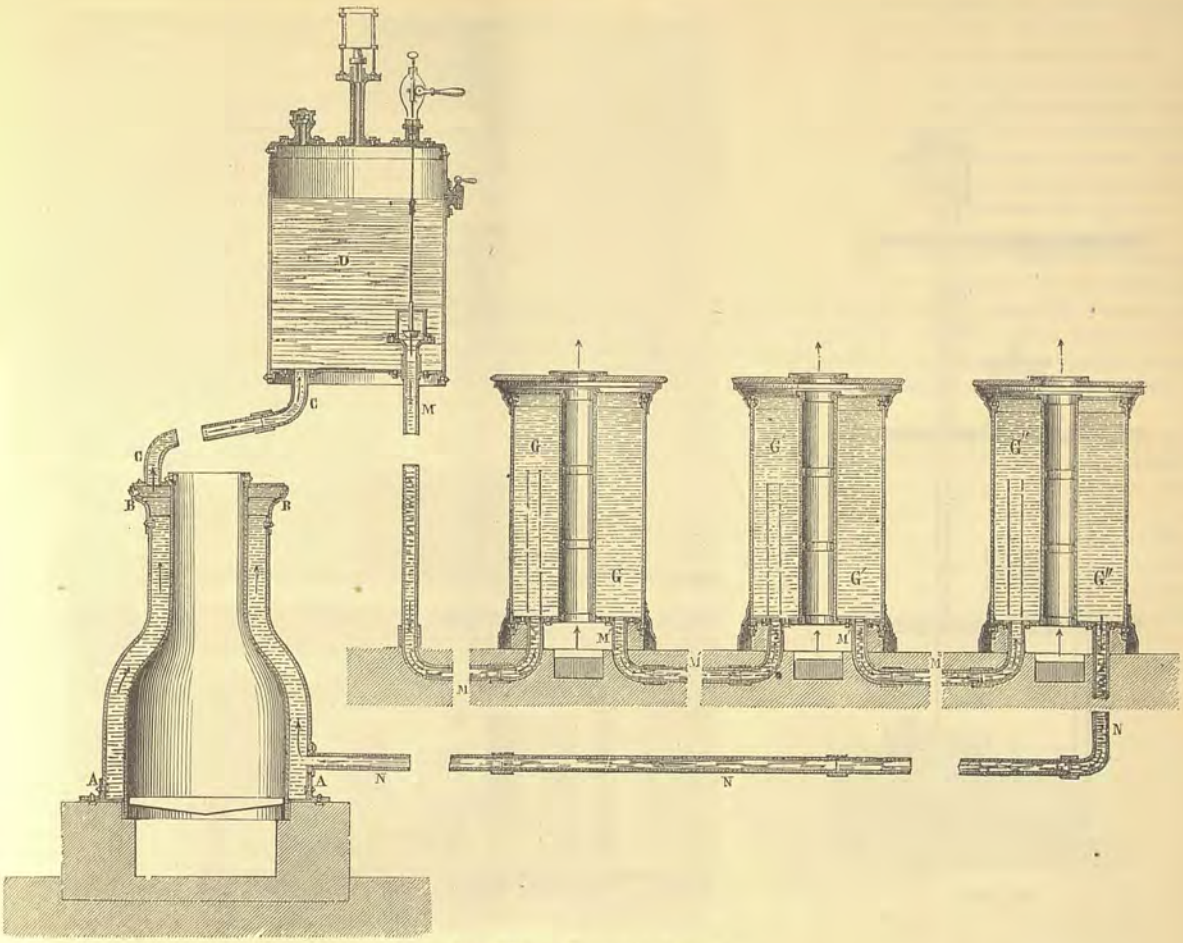


Fig. 2079. — Termosifone Duvoir.

del suo uso, lo si applicò su grande scala ad edifizi a più piani. Ma un termosifone a bassa pressione, quale fu da noi definito, serve al riscaldamento di un piano solo; volendo con un unico calorifero ad acqua calda scaldare più piani di un edifizio si deve di necessità ricorrere a termosifoni ad alta pressione. Ora, fatta eccezione di casi speciali e forse di apparecchi relativamente piccoli posti in opera da pochi anni, dei quali non si sono ancora fatte grandi e numerose applicazioni, si può dire in generale che i termosifoni ad alta pressione a riscaldamento diretto, cioè con stufe collocate nel locale da scaldare, o con tubi circolanti in esso presentano inconvenienti tali da essere consigliabile nei nostri paesi la sostituzione ad essi di altro sistema di riscaldamento.

Per esaminare le disposizioni adottate e conoscerne le proprietà noi distingueremo i termosifoni ad alta pressione in due grandi categorie: in termosifoni cioè con vaso di espansione chiuso ed in termosifoni con vaso di espansione aperto.

I termosifoni con vaso di espansione chiuso alla loro volta possono distinguersi in due altre categorie: in termosifoni con grandi masse d'acqua in circolazione ed in termosifoni con piccole masse d'acqua in circolazione. Dei primi è tipo generale il termosifone Duvoir, inventato e messo in opera in Francia; dei secondi, il termosifone Perkins, usato specialmente in Inghilterra.

Termosifone Duvoir (fig. 2079). — Nel sotterraneo dell'edifizio da riscaldare sta la caldaja A A B B: quella adoperata dall'inventore era a focolare interno ed a forma di campana. Dalla parte superiore della caldaja si spicca il tubo di ascesa C che sale fino al sottotetto e si inserisce al disotto del vaso di espansione D: questo è di lastra di ferro, chiuso ermeticamente e munito di valvola di sicurezza che si apre ad una pressione di circa cinque atmosfere, sicchè la pressione in caldaja sarà di cinque atmosfere più quella dovuta alla colonna d'acqua di altezza, la differenza di livello fra la caldaja ed il vaso di espansione. Dal fondo di questo parte un tubo di circolazione MM discendente, che, passando al disotto del pavimento del piano superiore, entra fin presso al coperchio della prima stufa, dal fondo di questa il tubo M'M' porta l'acqua alla seconda stufa, indi alla terza e così via; dall'ultima stufa di questo piano il tubo discende ad alimentare nello stesso modo quelle del piano sottostante, e dall'ultima stufa del piano inferiore il tubo N N si ripiega verticalmente in basso e va ad inserirsi al fondo della caldaja: si ha così una circolazione unica. I pezzi di tubo adoperati dal Duvoir erano in ferro tirato, uniti fra di loro con manicotti a vite; le stufe in lamiera di ferro provate, come i tubi, ad una pressione molto superiore a quella che dovevano sopportare, erano attraversate secondo l'asse da un tubo verticale destinato a dar passaggio all'aria di ventilazione.

Questa primitiva disposizione dell'apparecchio che, considerata dal punto di vista meccanico, era commendevole per la cura posta nella costruzione delle

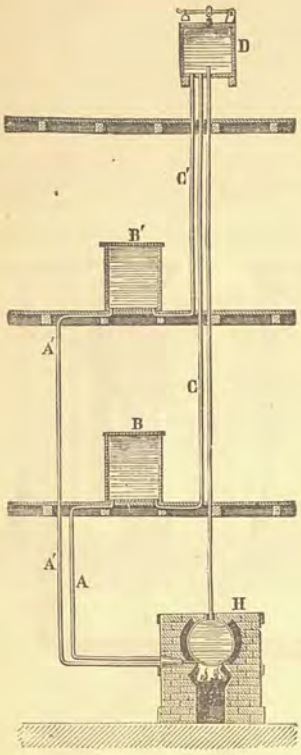


Fig. 2080.

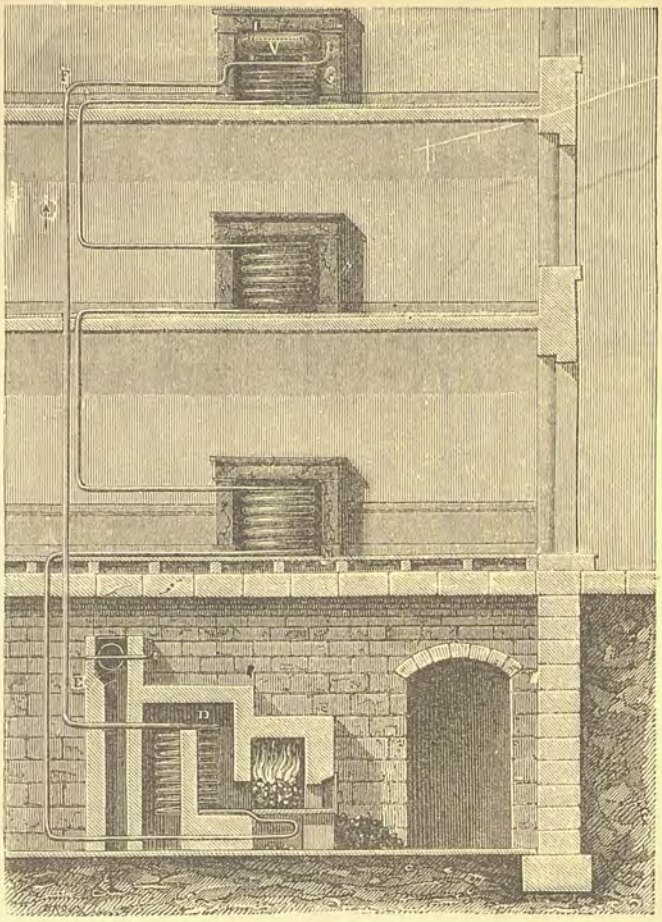


Fig 2081. — Termosifone Perkins.

varie parti, presentava, come apparecchio di riscaldamento, inconvenienti gravissimi. In primo luogo con una circolazione unica il riscaldamento di un piano dipende da quello degli altri; ai piani inferiori arrivando acqua più fredda che ai superiori occorre pei diversi piani proporzionare variamente la superficie riscaldante. In secondo luogo il far circolare i tubi distributori in canali praticati sotto il pavimento rende poco comoda l'ispezione dei giunti, i quali, per quanto ben fatti, possono col tempo non conservarsi ermetici. Una infiltrazione d'acqua, con questa disposizione, riesce spesso avvertita solo quando ha già prodotto danni rilevanti. V'ha di più. La rottura di una stufa del piano inferiore provoca l'uscita dell'acqua da tutte le stufe superiori; ed un allagamento con acqua ad alta temperatura può essere causa di accidenti gravissimi. Un tal fatto accadde, nel 1858, nella chiesa di Saint-Sulpice di Parigi e produsse la morte di più persone.

Lo stesso Duvoir modificò l'apparecchio primitivo nel modo indicato nella fig. 2080. Dalla caldaja H il tubo di ascesa sale per la via più breve al vaso di espansione D. Dal fondo di esso partono tanti tubi distributori C C' dell'acqua calda quanti sono i piani da scaldare. Ciascun tubo è munito di una valvola con cui si può in esso avviare o sospendere od anche solo moderare la circolazione. Passando ancora sotto il pavimento di ciascun piano i tubi portano l'acqua alle singole stufe B B', come nella disposizione precedente. Dall'ultima stufa di ciascun piano scende il tubo di ritorno A' A fino al sotterraneo in cui è la caldaja e si ripiega verso di essa orizzontalmente o con leggera pendenza; i diversi tubi di ritorno corrispondenti ad una medesima ala dell'edifizio confluiscono poi in uno che sbocca nel fondo della caldaja.

Se con questa disposizione si rende il riscaldamento di un piano dell'edifizio indipendente da quello degli altri, non sono evitati i danni provenienti dalle fughe per i giunti quando questi non si siano conservati ermetici, nè quelli che possono derivare dalla rottura di una stufa. Il vaso di espansione e la valvola sono nel sottotetto mentre il fuochista sta nel sotterraneo; di qui l'impossibilità di una sorveglianza minuta e continua sulle condizioni di funzionamento della valvola: se questa aderisse alla sua sede sarebbe quasi certa una esplosione. In ogni caso la pressione considerevole che ha luogo nell'apparecchio costituisce un pericolo permanente così grave da doversi consigliare l'abbandono assoluto del riscaldamento con acqua calda in queste condizioni.

Questi sistemi, che al loro apparire ebbero una certa voga, caddero ormai in disuso in ogni paese.

Termosifoni Perkins. — In questo sistema si adoperano tubi di piccolo diametro che ripiegati a serpentino costituiscono le stufe riscaldanti: si ha in circolazione una piccola massa di acqua ad alta temperatura: la pressione nelle varie parti della circolazione può assumere valori molto grandi, ond'è che questo sistema di riscaldamento può dirsi ad altissima pressione.

La figura 2081 rappresenta la disposizione generale del termosifone Perkins. Questo consta di un tubo continuo di ferro: la parte inferiore D di esso è ripiegata a serpentino immerso nelle fiamme e costituisce la caldaja. Dall'alto di questo serpentino parte un tubetto verticale E F che va al vaso di espansione V. Questo è costituito pur esso da un tubo ad asse verticale od orizzontale di diametro un po' maggiore di quello di condotta, chiuso ermeticamente da un tappo a vite. Dal disotto del vaso di espansione si spiccano i tubi di circolazione, che vanno a distribuire il calore ai diversi locali da scaldare. In ognuno di questi essi si ripiegano a serpentino formando così tante stufe ad acqua. Dall' ultima stufa di ciascun piano il tubo si rivolge verticalmente in basso per costituire le stufe dei piani inferiori. L'ultimo tratto poi va ad inserirsi alla parte inferiore del serpentino-caldaja.

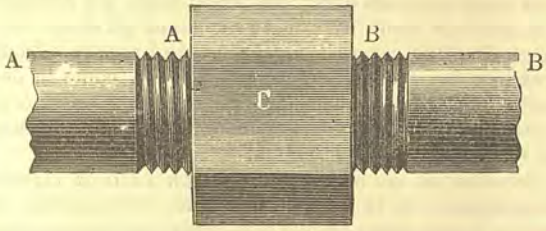


Fig 2082.

I tubi di ferro aventi il diametro interno di 12,5 mm. e quello esterno di 25 mm. possono resistere a pressioni di centinaja di atmosfere. Il pericolo di rottura dei tubi in questi apparecchi è evitato. Le unioni poi sono fatte per modo da riuscire assolutamente ermetiche. A tale scopo i due tratti A A B B (fig. 2082) di tubo, che devono essere collegati fra loro, sono filettati l'uno a vite destrorsa l'altro a sinistrorsa: l'estremità di uno termina

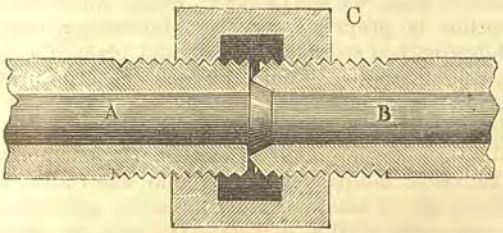


Fig. 2083.

con una sezione piana (fig. 2083), l'estremità dell'altro invece presenta uno spigolo vivo. Esse sono abbracciate da un manicotto C filettato a vite per metà destra e metà sinistra. Girando il manicotto i due tratti vengono a combaciare fra loro, ed il tagliente dell'uno si addentra nello spessore dell'altro per modo da chiudere ogni comunicazione fra l'interno e l'esterno.

Nel vaso di espansione ed in ciascun serpentino-stufa dei piani superiori vi è uno sfiatatojo con tappo a vite. Quando si deve riempire d'acqua l'apparecchio si aprono i fori e con un torchio idraulico si injetta l'acqua alla pressione di 200 atmosfere fino a che la si vede uscire dal vaso di espansione; si avvia il riscaldamento lasciando aperti i fori, fintanto che non v'esce più aria, col che si è sicuri che la circolazione dell'acqua è incominciata; si chiudono in seguito tutte le aperture con tappi o cappelli a vite (fig. 2084).

Sebbene in un circuito chiuso quale è quello di cui si tratta non si abbia fuga di acqua, pure l'esperienza dimostra che ogni otto o dieci giorni si è nella necessità di aggiungerne un poco; probabilmente ciò è dovuto ad un trapelamento attraverso alla parete dei tubi.

Ordinariamente nel vaso di espansione si ha una temperatura fra 150° e 200° C., alla parte inferiore del tubo di ritorno la temperatura è fra 60° e 70° C. Nel focolare poi, il serpentino-caldaja può essere al calore rosso oscuro cioè a circa 500°. Alla temperatura del vaso di espansione corrisponde una pressione da quattro a quindici atmosfere. Nel tubo di ritorno la pressione è minore di un'atmosfera. Nel serpentino-caldaja essa è probabilmente di qualche centinajo di atmosfere. In causa della grande differenza di pressione l'acqua circola nei tubi con grande velocità; l'alta temperatura dell'acqua rende possibile, malgrado la piccola massa, la trasmissione della quantità di calore necessaria al riscaldamento.

Egli è evidente che col sistema Perkins riescono evitati i principali inconvenienti presentati dal sistema a grande volume. Il piccolo diametro dei tubi rende possibile la loro posa in opera in ogni parte del locale senza detrimento della decorazione del locale stesso: i serpentini-stufa possono collocarsi nei vani delle finestre e ricoprirsi con involucri eleganti; il grande spessore dei tubi ne rende impossibile, o quasi, la rottura. Quando per uno dei giunti avesse luogo una perdita essa si manifesterebbe con un sibilo ed una piccola fuga di vapore.

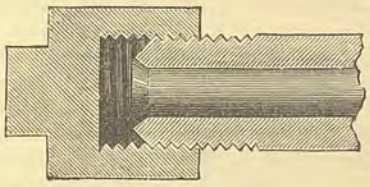


Fig. 2084.

Ma questi vantaggi sono accompagnati da inconvenienti. I tubi di circolazione ad alta temperatura essendo in vicinanza di legni, li essiccano e carbonizzano progressivamente e possono essere causa di incendi. Per quanto sia attiva la circolazione l'apparecchio non ha un grande raggio di azione. La superficie di riscaldamento necessaria in causa del piccolo diametro dei tubi non si può ottenere se non col dar loro una grande lunghezza. Ora coll'aumentare della lunghezza dei tubi aumenta la resistenza al movimento dell'acqua. Vi è, quindi, per questa lunghezza di un circuito un limite che non conviene che sia superato. Questo limite si stima fra centocinquanta e i duecento metri. Ammettendo, come risulta in pratica, necessaria una superficie di riscaldamento da 1,25 m^2 a 1,50 per 100 m^3 di locale ben riparato, risulta che con quella lunghezza limite di tubo si possono scaldare solo da 1000 a 1200 m^3 di aria. Ne viene che per scaldare con questo sistema un grande edifizio si è nella necessità di moltiplicare i centri di produzione di calore, quindi una grande spesa di impianto, una complicazione di servizio dovuta alla molteplicità dei focolari. Nel Museo britannico di Londra si hanno trentasei circolazioni e diciotto focolari. La spesa di impianto fu prossima alle novanta mila lire. Se si aggiunge che il coefficiente di rendimento in questi apparecchi non è superiore a quello dei caloriferi ad aria, che a contatto della superficie dei tubi l'aria può scaldarsi troppo, che dànno un riscaldamento variabile a seconda delle irregolarità nella condotta del

fuoco, si può conchiudere che oggigiorno l'uso di questi termosifoni nei nostri paesi non può essere raccomandabile.

Da alcuni anni si posero in opera termosifoni analoghi a quelli del sistema Perkins in cui la pressione si può a volontà mantenere fra limiti determinati. Essi funzionano a pressioni sempre minori di quelle che si riscontrano nei primi, e in essi i tubi hanno diametro maggiore che nei Perkins, onde riesce più grande la massa di acqua in circolazione, meno dipendente il riscaldamento dalle irregolarità nella condotta del fuoco. I tubi hanno il diametro interno da 20 a 25 millimetri e lo spessore da 6 a 7 millimetri e sono provati ad una pressione più che decupla di quella a cui devono essere sottoposti in pratica; le superficie di riscaldamento sono ancora quelle di serpentini ricoperti da un involucro, per potere o scaldare l'aria del locale, o meglio, aria presa dall'esterno e fare all'occorrenza una miscela di aria calda e di aria fredda. Il vaso di espansione non è chiuso

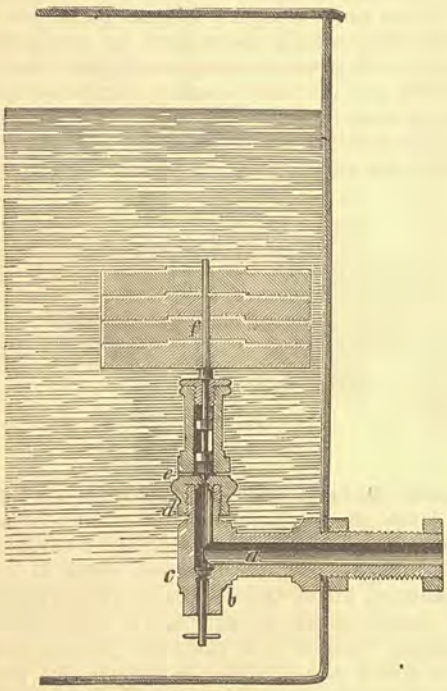


Fig. 2085.

ermeticamente ma da una valvola gravata di un carico col quale si può variare la pressione e quindi la temperatura massima dell'acqua di circolazione. Questa pressione prodotta colla valvola è in generale da 7 ad 8 atmosfere, onde la temperatura dell'acqua è fra 166° e 172° C. Il tubo di ascesa, invece che in un vaso di espansione chiuso, sbocca in un recipiente cilindrico (fig. 2085) immerso in una vasca d'acqua. Questo recipiente è munito di due valvole, una in alto l'altra in basso. La valvola superiore è gravata del peso con cui si regola la pressione; quando l'acqua si dilata, questa valvola si solleva e l'acqua in eccesso trova uno sfogo nella vasca; quando poi, pel raffreddamento, l'acqua si ritira e la pressione nella tubazione diminuisce si apre la valvola sottostante ed entrando l'acqua della vasca nell'apparecchio, questo si mantiene pieno e viene impedito l'ingresso all'aria. Con ciò è pure evitata la formazione di bolle di vapore e si ha in circolazione sempre la medesima acqua, quindi un movimento continuo e regolare.

Egli è certo che questi termosifoni pel fatto che la pressione in essi è fra limiti regolabili a volontà e che i tubi sono di diametro più grande hanno sui Perkins il vantaggio di presentare pericoli minori ed una maggiore costanza di riscaldamento. Ne sia però permesso osservare che può accadere che col tempo le valvole non funzionino più regolarmente: se non si solleva la valvola superiore la pressione cresce nell'apparecchio oltre il limite prestabilito: se la inferiore aderisce alla propria sede quando la pressione diminuisce la tubazione rimane incompletamente piena, la circolazione regolare si interrompe, si ha projezione d'acqua contro i tubi, pericolo di rottura. Ammesso poi anche che questi inconvenienti non abbiano a presentarsi, si può notare che dal momento che la costanza caratteristica del riscaldamento ad acqua con questi termosifoni ed altri analoghi non si ottiene, torna conveniente sostituire ad essi altri apparecchi nei quali, con disposizioni più semplici e in generale meno costose, se ne hanno gli stessi vantaggi. A nostro parere il riscaldamento a vapore a bassa pressione con stufe a vapore e ad acqua come fu descritto parlando dei caloriferi a vapore può ai giorni nostri sostituirsi con vantaggio al riscaldamento diretto coi termosifoni di cui si tratta.

Termosifoni ad alta pressione con vaso di espansione aperto. — In questi termosifoni la pressione in caldaja è più o meno grande a seconda dell'altezza della colonna d'acqua sovrastante: essa dipende dalla posizione del vaso di espansione; la massima temperatura poi dell'acqua in questo è quella di ebollizione corrispondente alla pressione atmosferica sovrastante. La differenza di temperatura dell'acqua nel vaso di espansione e nel tubo di ritorno non essendo grande è necessario pel riscaldamento tenere in circolazione una massa di acqua considerevole. Questi termosifoni differiscono da quelli a bassa pressione solo pel fatto che in essi il vaso di espansione è al disopra della caldaja ad altezza maggiore che in quelli: hanno quindi comuni coi primi le proprietà loro caratteristiche; essendo però destinati al riscaldamento di più piani di un edifizio, nella loro disposizione si incontrano in pratica difficoltà più grandi, sia in causa delle dimensioni occorrenti ai tubi distributori ed agli apparecchi riscaldanti, e sia per poter rendere il riscaldamento di un ambiente indipendente da quello degli altri, indipendenza che in alcuni casi è condizione assoluta. Ma se i vasi riscaldanti si collegano fra loro per modo da essere in grado, all'occorrenza, di funzionare o tutti di conserva, o gli uni indipendentemente dagli altri: se le varie parti, oltre ad essere convenientemente proporzionate, si uniscono con giunti ermetici, sicchè riescano improbabili le fughe: se nella posa si adotta qualche disposizione per la quale una fuga possibile non arrechi danno: se in un col riscaldamento si provvede alla ventilazione, questi termosifoni costituiscono un buon sistema di riscaldamento per quegli edifizi pei quali la costanza, la continuità e la uniformità sono condizioni essenziali.

Come nei termosifoni precedenti così in questi la superficie scaldante può essere o la superficie dei tubi di circolazione o quella di stufe ad acqua inserite in essa.

Le disposizioni possibili e state proposte sono molte; esaminiamone alcune:

1° Fig. 2086. Dalla caldaja posta nel sotterraneo dell'edifizio da scaldare parte il tubo di ascesa A B terminante al vaso di espansione V posto nel sottotetto. Un po' al disotto di questo si spicca il tubo di circolazione B C D E F G H K, il quale, dopo aver percorsi i

diversi piani, si innesta alla parte inferiore della caldaja. Con questa disposizione che è la primitiva del Duvoir, come già si notò, i diversi piani riescono variamente scaldati raffreddandosi l'acqua nel suo percorso; onde, per avere fra essi una ripartizione di calore conveniente bisognerebbe variare da piano a piano la superficie trasmittente calore e quindi il diametro del tubo. Inoltre con una circolazione unica riesce impossibile regolare la temperatura separatamente per ciascun piano e sospendere a volontà il riscaldamento in uno e non negli altri.

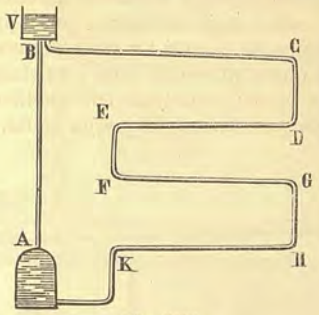


Fig. 2086.

2° Fig. 2087. Dal disotto del vaso di espansione V parte il tubo di ritorno A B C D, il quale percorre il sottotetto per tutta la lunghezza dell'edifizio, indi si ripiega verticalmente in basso, e nel sotterraneo si innesta alla parte inferiore della caldaja. In corrispondenza di ciascun piano un tubo orizzontale EF, E′F′, E″F″, mette in comunicazione il tubo di salita con quello di ritorno. Opportune chiavette poste sulle rispettive condotte servono a regolare ed all'occorrenza a sospendere la circolazione in ciascun piano. Con questa disposizione che è molto semplice si hanno tanti termosifoni quanti sono i piani da scaldare a cui son comuni il tubo di salita,

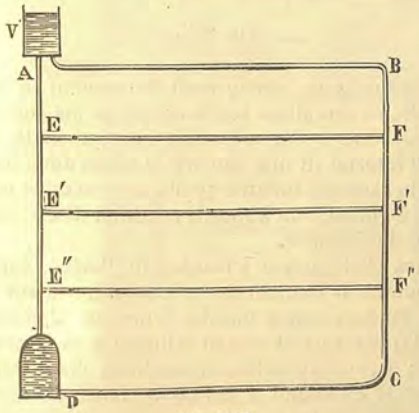


Fig. 2087.

quello di ritorno ed il vaso di espansione. Essa presenta l'inconveniente di non essere di effetto sicuro: la circolazione può farsi in modo regolare solo in alcuni dei termosifoni parziali che la costituiscono e non in tutti. Non è esclusa poi la probabilità che in alcuni la circolazione si faccia in senso inverso; l'introdurre, come fu proposto, sulle varie derivazioni delle resistenze per assicurare in esse la circolazione costituisce una complicazione del sistema.

3° Fig. 2088. Dall'estremità del tubo di ritorno nel sottotetto si spiccano tante diramazioni quanti sono i piani dell'edifizio, *a* D E *a′* pel piano superiore, *b* F G *b′* pel sottostante, *c* H K *c′* per l'inferiore, le quali confluiscono tutte in basso nella caldaja. Anche con questa disposizione i piani superiori riescono favoriti a fronte degli inferiori essendo la circolazione più attiva quanto più alta è la condotta di ritorno.

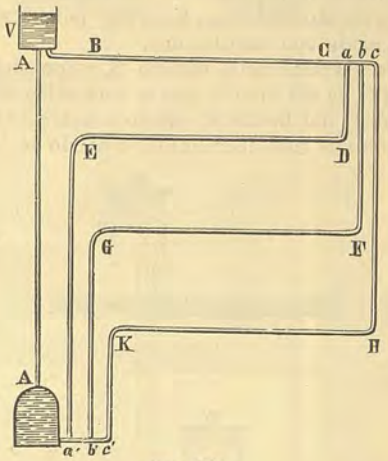


Fig. 2088.

Quando l'edifizio ha una lunghezza un po' grande, si distribuisce meglio a distanza uniformemente la temperatura disponendo come nella figura 2089 per ogni piano due tubi, uno di andata e l'altro di ritorno. Con ciò la media temperatura in una sezione normale all'asse dei due tubi è sensibilmente la stessa qualunque sia la sua distanza dalla colonna ascendente.

La superficie di riscaldamento nella maggior parte dei casi è costituita da quella di stufe. Tutte le disposizioni indicate precedentemente permettono di sostituire le stufe ai tubi riscaldatori: sono quindi tutte possibili in pratica.

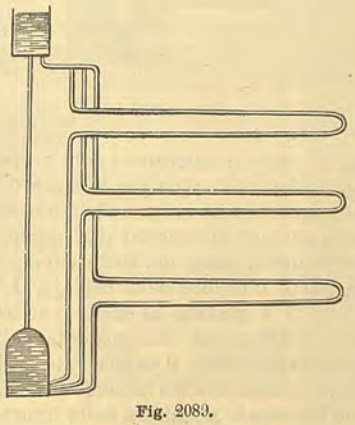


Fig. 2089.

Il Duvoir applicò la disposizione descritta a pag. 1466, ma usando il vaso di espansione aperto. Essa è riprodotta nella fig. 2090.

Più generalmente però allo scopo di poter escludere dalla circolazione a seconda del bisogno alcune o tutte le stufe, dal disotto del vaso di espansione si fanno partire uno o più tubi distributori A B (fig. 2091), che percorrono nel sottotetto tutta la lunghezza dell'edificio. Da questi in corrispondenza delle stufe S poste nei singoli locali da scaldare si spiccano dei tubi verticali discendenti *d* dai quali si distribuisce l'acqua calda alle

stufe sottostanti. Dal basso di ognuna delle stufe l'acqua entra in un collettore verticale *r* discendente che la riporta in caldaja. Un tubo di ritorno diretto BCD serve ad assicurare la circolazione anche nel caso non frequente che tutte le stufe ne siano escluse.

La figura 2092 rappresenta un impianto di questo sistema proposto dalla casa Koerting pel riscaldamento ad acqua calda con ventilazione.

L'acqua scaldata nella caldaja K (tipo di privativa della casa) sale pel tubo R fino al sottotetto nel vaso di espansione E, dal disotto di questo a destra ed a sinistra si diramano due tubi distributori secondo la lunghezza

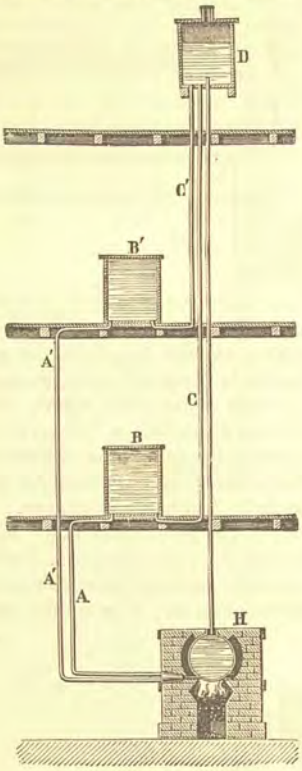


Fig. 2090.

dell'edifizio. Da essi si spiccano i tubi verticali discendenti, da cui si deriva l'acqua per le stufe $0_1\ 0_2\ 0_6$, poste nelle singole camere; essa entra nelle stufe dall'alto e ne esce dal basso per tubi di ritorno i quali confluiscono tutti in un tubo comune Z posto nel sotterraneo, il quale poi sbocca alla parte inferiore della caldaja. L'aria presa dall'esterno in H è guidata da canne verticali al basso delle singole stufe e ne esce scaldata dall'alto. Allo scopo di utilizzare meglio il calore che ha l'acqua nei tubi di ritorno e aumentarne la velocità di circolazione si può, come è indicato a sinistra della figura, riscaldare preventivamente l'aria in una camera L e mandarla per canali appositi parzialmente riscaldata a contatto dei vasi scaldanti. Per produrre il movimento dell'aria negli ambienti si hanno delle bocche speciali di uscita dell'aria viziata che comunicano colle canne $V_1\ V_2\ V_3\ V_4$ destinate a sfogarla all'esterno.

Nei varii termosifoni indicati è bene mantenere l'acqua nel vaso di espansione ad un livello sensibilmente costante; a ciò serve un apparecchio automatico costituito da un galleggiante a leve, che ne regola l'arrivo dalla condotta dell'acqua o da un serbatoio apposito. L'altezza del livello si conosce con un semplice tubo, o meglio con un indicatore a distanza in relazione col locale della caldaja ove sta chi governa l'apparecchio.

Sulla condotta e sui vasi riscaldanti non devono poi, come già si è detto, mancare gli sfiatatoi occorrenti allo sfogo dell'aria.

Riscaldamento ad acqua e ad aria. — Nei sistemi descritti i vasi riscaldanti, i tubi di condotta e di ritorno sono posti nei locali da riscaldare. Egli è evidente che in molti casi torna utile collocare gli apparecchi in uno spazio esterno a quelli a cui devono servire: guidare l'aria dal di fuori a scaldarsi a contatto di essi e versarla poi calda negli ambienti, per apposite luci o bocche di calore. Si ha così un riscaldamento ad acqua e ad aria, il quale presenta tutti i vantaggi dei caloriferi ad aria calda, combinati con quelli offerti dagli apparecchi con circolazione di acqua calda.

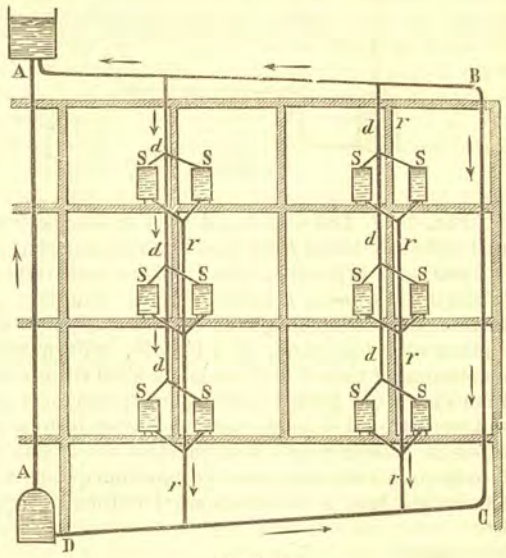


Fig. 2091.

Per un locale di non grandi dimensioni la disposizione è molto semplice: basta collocare nel sotterraneo un termosifone e far circolare l'acqua calda in tubi posti nell'interno di una camera al basso della quale arriva l'aria esterna, mentre quella scaldatasi a contatto dei tubi è guidata da appositi condotti di distribuzione nei locali da scaldare.

La casa Calligaris e Piacenza di Torino, successori Zanna, mette in commercio un calorifero la cui costruzione è fondata sopra questo principio. Il focolare A (fig. 2093) a forma di mezzo cilindro è in mattoni refrattarii; i prodotti della combustione discendendo pel condotto B circolano a contatto della caldaja C del termosifone e si dirigono per la canna D ai tubi E, dai quali possono per F arrivare direttamente al camino. Abbassando però la valvola G essi si suddividono in due colonne discendenti, percorrono due serie di tubi *h* poste a destra ed a sinistra del focolare, e vanno al camino per le canne II (fig. 2094). Dal bollitore C parte un tubo M che guida l'acqua calda a tubi N posti in una camera identica a quella di riscaldamento negli ordinarii caloriferi ad aria, dalla quale poi l'aria scaldata si dirige a condotti distributori che la guidano ai singoli locali da scaldare.

È evidente che all'occorrenza i tubi N di circolazione dell'acqua calda possono disporsi negli ambienti stessi. L'apparecchio è una combinazione del calorifero ad aria

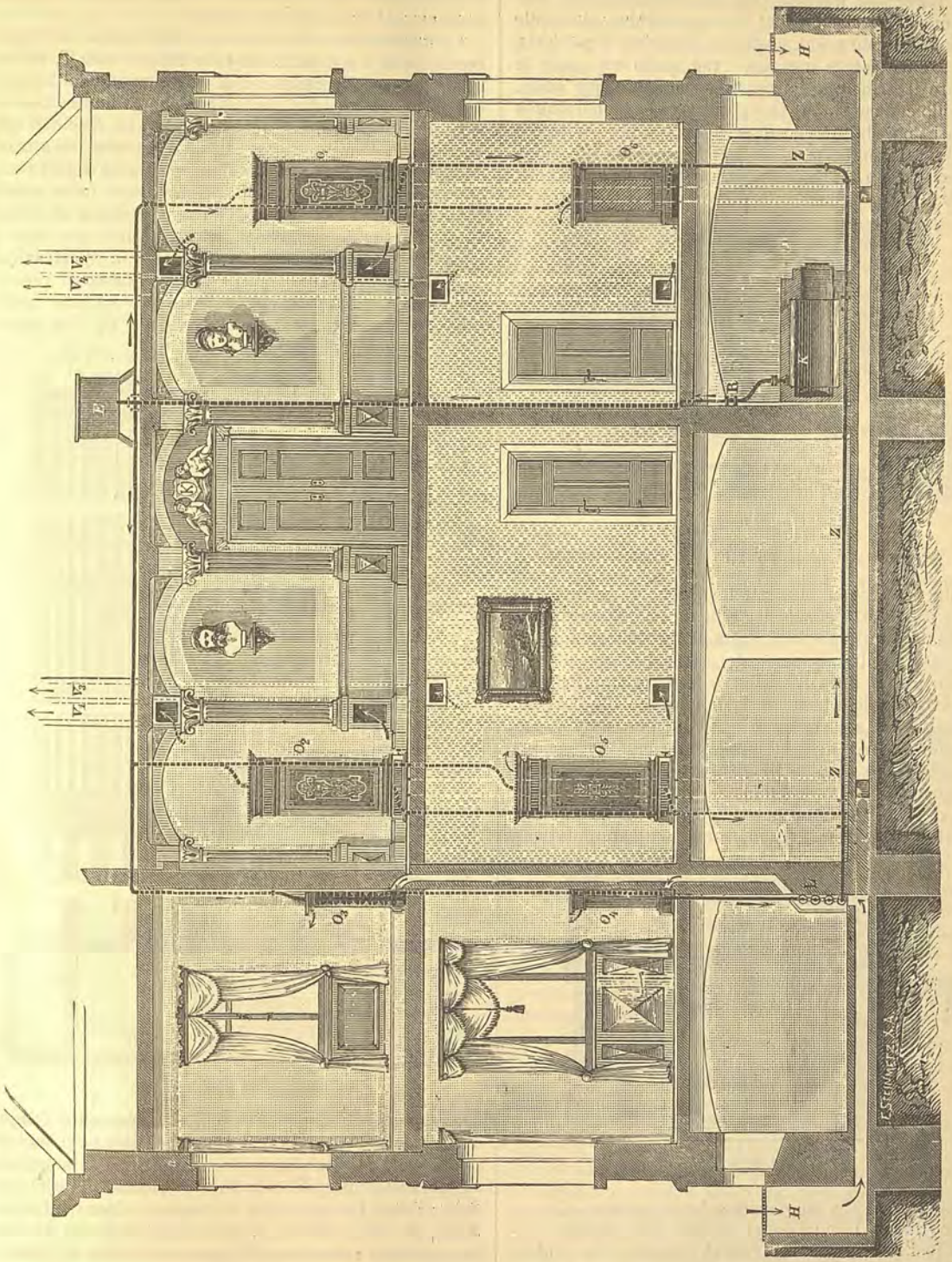
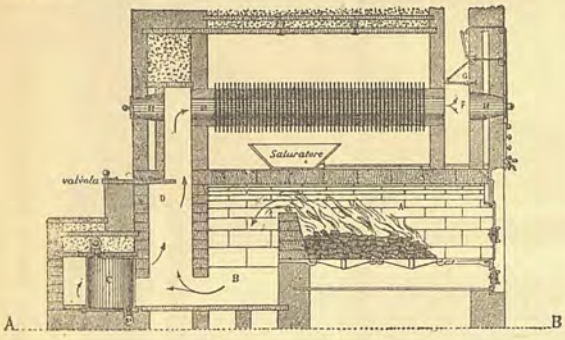


Fig. 2092. — Impianto pel riscaldamento ad acqua calda con ventilazione (Fratelli Koerting, di Milano).

con quello ad acqua. Per avviare la combustione si tengono aperte le valvole G ed L, i prodotti della combustione vanno per la via più breve al camino; quando poi la combustione è a regime si abbassa la valvola G, il che li obbliga a percorrere i tubi H. L'aria esterna si scalda salendo a contatto di questi tubi, della parete del focolare dei tubi E ed N. Sopprimendo il termosifone si ha nell'insieme un semplice calorifero ad aria; la facilità di costruzione, la libertà di dilatazione dei tubi metallici, l'impossibilità di mescolanza coll'aria dei prodotti della combustione essendo i tubi del fumo di un solo pezzo e sostenuti dalla muratura coll'interposizione di una guernitura in amianto, la facilità di governo, le poche e semplici riparazioni occorrenti, il poter far uso di qualunque combustibile costituiscono i pregi principali di questo apparecchio.

Una ingegnosa applicazione del riscaldamento dell'aria, mediante circolazioni di acqua calda, adattabile ad un locale a più piani, costituiti ciascuno di più sale, degna di particolare menzione, pel modo col quale fu applicato il principio del movimento dell'acqua calda, per quello con cui si manda e si rinnova l'aria nei singoli ambienti, per la precauzione adottata per evitare i danni dovuti a fughe possibili dell'acqua dalla tubazione è la disposizione dovuta all'ingegnere francese D'Hamelincourt.



Sezione longitudinale

Fig. 2093.

La fig. 2095 rappresenta nelle sue parti essenziali il sistema. Nel sotterraneo dell'edifizio da scaldare vi è una caldaja C tutta piena di acqua, munita di un duomo D detto vaso di distribuzione dal quale partono diversi tubi. Un primo tubo in salita *t*, serve a stabilire una comunicazione diretta fra la caldaja ed un vaso di espansione posto nel sottotetto in libera comunicazione coll'atmosfera. Esso non fa parte della circolazione ma serve solo come organo di sicurezza, permettendo la dilatazione dell'acqua e facilitando lo sfogo delle bolle d'aria e di vapore. Dal vaso di distribuzione partono altri tubi distributori T T che servono alla circolazione

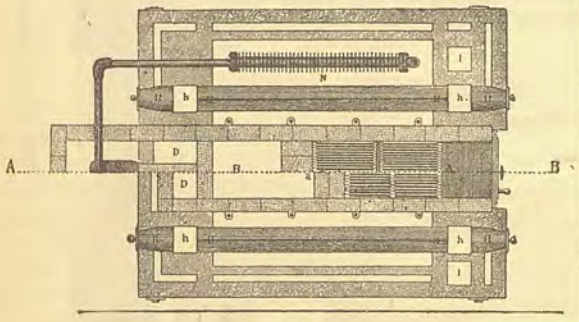


Fig. 2094.

dell'acqua. Essi con leggiera pendenza corrono nel sotterraneo lungo i muri longitudinali dell'edifizio e ripiegandosi in basso all'estremità opposta alla caldaja vanno di nuovo ad inserirsi alla parte inferiore di essa; i tratti T' formano i tubi collettori di ritorno.

Nei muri, nello spazio fra due finestre, vi sono delle canne verticali C C', che si prolungano fino al tetto (fig. 2095 *bis*). Ognuna di esse è divisa in due da un tramezzo verticale; nella prima C C destinata a dare passaggio all'aria che deve essere scaldata e versata nei locali, vi sono dei tubi in ghisa comunicanti coi tubi distributori T in cui sale l'acqua calda; nella seconda C' C', che serve a dare sfogo all'aria viziata, vi sono altri tubi verticali in cui l'acqua discende, comunicanti coi tubi di ritorno T'.

La disposizione ed il modo di funzionare dell'apparecchio sono i seguenti: dal tubo distributore T, in corrispondenza della canna C C d'introduzione dell'aria, si spicca un breve tubo verticale θ che comunica con un tubo orizzontale θ', dal quale si spicca un fascio di tubi verticali *t'*. Questo fascio di tubi comunica all'altezza del vaso di espansione con un recipiente aperto che attraversa il diaframma di separazione della canna di introduzione dell'aria dall'adiacente canna di estrazione. Da questo recipiente, che fa ufficio pur esso di vaso di espansione, si dirama nella canna di estrazione un fascio di tubi discendenti *t''*, che in basso si raccolgono nel tubo orizzontale θ'' e da questo col tubo verticale θ''' comunicano col tubo di ritorno T'. Con questa

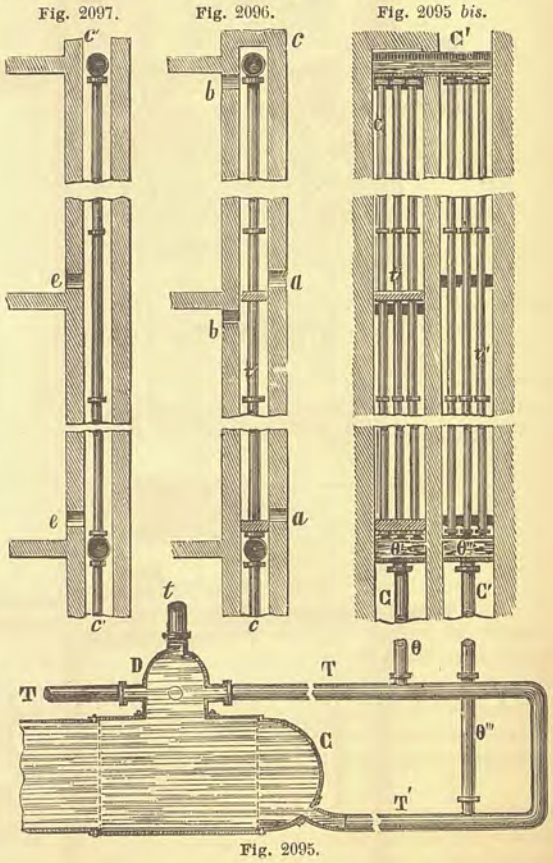


Fig. 2095.

disposizione, quando si avvia il riscaldamento l'acqua calda sale nel vaso di distribuzione, entra nei tubi distributori T; si stabilisce una circolazione dalla caldaja ai tubi distributori T e dai tubi di ritorno T' alla caldaja. Giunta l'acqua calda in corrispondenza del primo fascio di tubi verticali di salita θ θ' *t'* si forma in esso una corrente ascendente di acqua calda fino al vaso di espansione superiore, si stabilisce con ciò una differenza di temperatura fra i tubi *t'* ed i tubi discendenti *t''* in virtù della quale l'acqua discende in questi, arriva al tubo di ritorno T' e da questo rientra in caldaja. Dopo un po' di tempo ha luogo un effetto analogo nel gruppo seguente composto come il primo da un fascio di tubi di salita e da un fascio di ritorno. E così grado grado la circolazione si stabilisce fra tutti i gruppi diramantisi da un medesimo tubo di distribuzione e facenti capo allo stesso tubo di ritorno.

A primo aspetto può sembrare che l'apparecchio debba impiegare un tempo molto lungo a raggiungere il regime. L'esperienza però ha dimostrato il contrario (v. Morin, *Etudes sur la ventilation*, vol. II). Da essa risulta: 1° che negli apparecchi di riscaldamento con circolazione d'acqua calda si stabilisce rapidamente l'uniformità della temperatura; 2° che essi sono suscettibili di trasportare il calore con regolarità a grandi distanze, senza che le temperature dei locali scaldati e gli effetti che questi apparecchi possono produrre, cessino di essere uniformi.

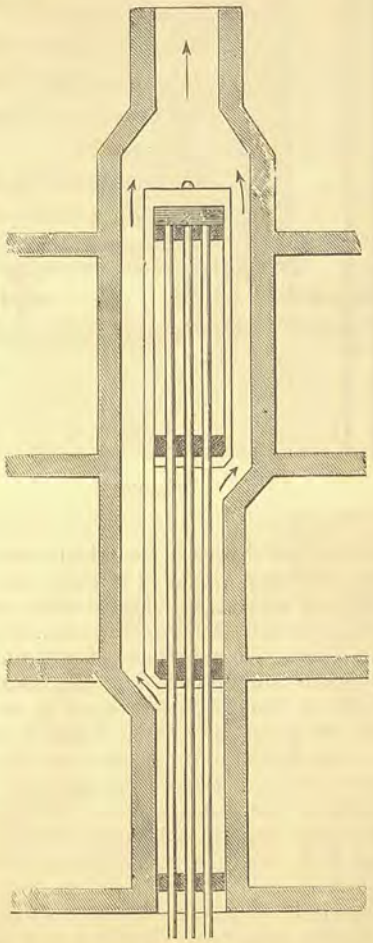


Fig. 2098.

Per ottenere la circolazione dell'aria negli ambienti, la canna C di introduzione dell'aria calda è chiusa all'altezza del pavimento di ciascuno da un diaframma orizzontale attraversato dai tubi *t'* in cui sale l'acqua calda. Essa riesce per ciò divisa in tanti tronchi quanti sono i piani da scaldare. Ognuno di questi tronchi (fig. 2096), con una luce *a* praticata in basso nella parete esterna comunica col di fuori, e con una luce *b* praticata in alto nella parete interna comunica col locale. Così l'aria esterna per l'apertura *a* entra nel tronco corrispondente, si scalda a contatto dei tubi e per la luce *b* si versa nel locale. La canna attigua (fig. 2097), contenente i tubi di ritorno dell'acqua e destinata allo sfogo dell'aria viziata, è continua per tutta la sua altezza, aperta in alto, e comunica con luci *ee* praticate presso il pavimento coi locali da ventilare; l'aria in essa contenuta è scaldata dalla colonna di acqua discendente, sicchè la canna funziona come un camino. L'aria calda entrata per le bocche di introduzione *b* è obbligata a discendere ed avviarsi alle canne di estrazione *c'*, per le bocche di esito *e*. La canna di estrazione in cui si versa l'aria aspirata da piani diversi dev'essere divisa in tanti compartimenti verticali separati l'uno dall'altro quanti sono i piani; in caso contrario accadrebbe che l'aria guasta dai locali inferiori sarebbe chiamata ai locali superiori. Questa divisione è indicata nella fig. 2098, nella quale le parti laterali della canna servono al piano terreno ed al primo piano, la centrale al secondo; i tre compartimenti confluiscono in uno in alto.

Colle disposizioni adottate se si produce una fuga per i giunti dei tubi l'acqua cola in basso nella rispettiva canna; da questa può evidentemente essere espulsa mediante un condotto inferiore senza arrecar danno ai locali. Opportuni spiragli, posti in corrispondenza dei giunti, ne permettono la facile sorveglianza.

Come si vede, in questo apparecchio la ventilazione si fa col richiamo detto a livello ed il moto dell'aria è prodotto dal calore ad essa ceduto dall'acqua discendente nei tubi di ritorno; la ventilazione quindi dipende dal riscaldamento. Questo è un difetto del sistema, dovendo, come già si è notato, ventilazione e riscaldamento essere fra loro indipendenti.

Riscaldamento misto a vapore e ad acqua. — Da quanto si è detto intorno al riscaldamento con circolazione d'acqua calda risulta che il termosifone a bassa pressione è il solo che, per la grande massa di acqua possibile in circolazione, permetta un riscaldamento continuo, moderato, costante senza pericoli di rotture degli apparecchi scaldanti e quindi di fughe d'acqua ad alta temperatura e consenta la posa dei tubi e delle stufe senza grandi tagli o lavori speciali nei muri; esso poi non richiede una sorveglianza continua: funziona indipendentemente dalle irregolarità nella condotta del fuoco: importa nella costruzione una spesa moderata.

Ma il raggio di efficacia del termosifone a bassa pressione, maggiore bensì di quello del calorifero ad aria, non è grandissimo; quest'apparecchio poi a rigore, come già si disse, serve bene solamente per il riscaldamento di un piano di un edifizio; per conseguenza quando questo sia a più piani, volendosi in esso l'uniformità e la costanza caratteristiche dei caloriferi ad acqua calda, si è nella necessità di moltiplicare il numero di questi a seconda di quello dei piani. Ma in tal caso l'economia, la comodità, la sorveglianza e la pulizia del servizio richiedono che a luogo di tanti focolari quanti sono i termosifoni si usi per riscaldare l'acqua di ognuno di essi un fluido caldo proveniente da un centro unico di produzione che serva di veicolo al calore da questo a quella. Ora, come già si è notato, col vapore si può portare il calore a distanza anche grandissima dal centro di produzione. I tubi poi di condotta del vapore possono, a causa del loro piccolo diametro, essere facilmente collocati e mascherati. Si presenta quindi evidente per gli edifizi di grandi dimensioni ed a più piani la convenienza di combinare il riscaldamento ad acqua con quello a vapore. Con questa combinazione ogni piano dell'edifizio si scalda con un termosifone a bassa pressione; l'acqua nella caldaja di ogni singolo termosifone a sua volta riceve calore dal vapore proveniente da un generatore centrale; di guisa che se l'edifizio consta di *n* corpi di fabbrica con *n'* piani ciascuno, si avranno *nn'* termosifoni a bassa pressione ed *nn'* serpentini immersi nell'acqua delle rispettive caldaje: in ognuno di questi proveniente dal generatore centrale arriva il vapore il quale condensandovisi serve al

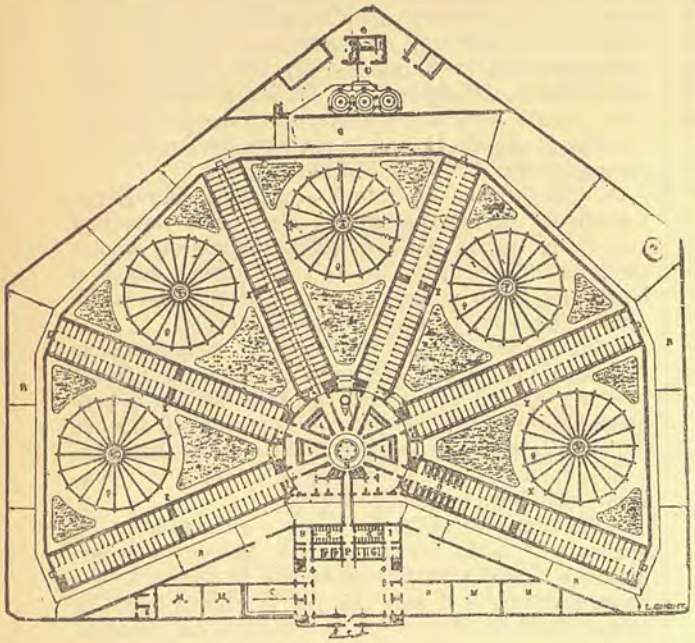


Fig. 2099.

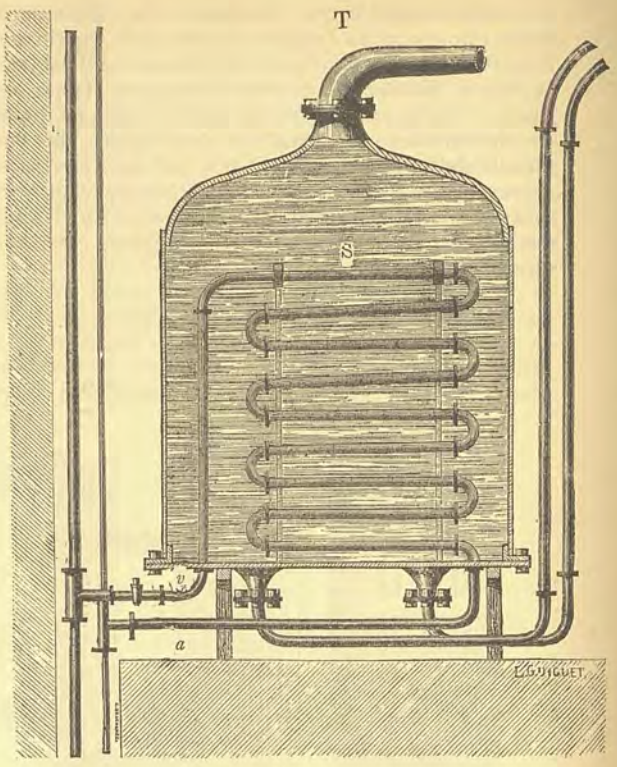


Fig. 2100.

riscaldamento dell'acqua. Il merito di avere pel primo applicato questo principio al riscaldamento di un grande edifizio spetta all'ingegnere francese Grouvelle e l'impianto da esso fatto nel 1849 al carcere di Mazas, sebbene sia stato in seguito modificato, tuttavia ancora ai giorni nostri, malgrado i grandi progressi che si sono fatti nell'arte del riscaldamento, deve essere citato come un modello dal quale si può trarre utile ammaestramento in applicazioni analoghe.

Il carcere di Mazas o la *Nouvelle Force* è a forma panottica, vale a dire, è fatto per modo che da un unico osservatorio centrale riesce possibile sorvegliare tutti i locali. Dal centro (fig. 2099) partono radialmente sei corpi di fabbrica ove sono le celle pei detenuti; la parte anteriore dell'edifizio è destinata agli uffizi per l'amministrazione. Ognuna delle ale è a tre piani, il terreno e due sovrastanti: al mezzo vi è un ampio corridojo che si eleva dal suolo al tetto, rischiarato da un grande lucernario e da finestroni posti nelle pareti di fondo. Alle celle del pian terreno si accede direttamente dal corridojo, a quelle dei piani superiori si arriva da ballatoi che corrono lungo i lati maggiori di ciascun'ala. Si hanno in tutto 1200 celle, ciascuna lunga m. 3,75, larga 2 e alta 3. Questo grande locale, suddiviso in numerosissime parti, il Grouvelle propose di scaldare e ventilare, con un unico centro di produzione del calore, in modo da ottenere per ogni piano un riscaldamento uniforme e costante indipendente da quello degli altri locali. Dispose perciò un termosifone proprio a ciascun piano e l'acqua delle caldaje di ognuno dei 18 termosifoni scaldò col vapore proveniente da un generatore centrale posto nel sotterraneo dell'osservatorio. La figura 2100 rappresenta una delle caldaje. In essa il vapore arriva per il tubo *v*, circola nel serpentino S immerso nell'acqua ed esce coll'acqua di condensazione per il tubo *a*. Le caldaje sono poste in celle adiacenti all'osservatorio ed in piani sottostanti a quello cui devono servire, sicchè la caldaja pel termosifone del piano terreno è nel sotterraneo, e quelle pel primo e pel secondo piano sono rispettivamente nel pianterreno e nel primo piano. Esse sono segnate colla lettera D nella fig. 2101, che rappresenta la sezione verticale in uno dei corpi di fabbrica fatta in prossimità dell'osservatorio. Dall'alto di ciascuna caldaja parte un tubo di salita T, che a livello di ciascun piano si biforca in due circolazioni per scaldare le due file rispettive di celle. All'estremità opposta all'osservatorio vi è il vaso di espansione F. Il tubo che porta l'acqua calda corre per ciascuna fila di celle del primo e del secondo piano in un condotto fatto al disotto del lastrone del ballatoio che guida ad esse (fig. 2102 e 2103), e per quelle del piano terreno in un canale praticato nei timpani del vôlto del sotterraneo; alla parte opposta all'osservatorio, in corrispondenza del vaso di espansione F, il tubo si ripiega su se stesso e ritorna indietro vicino a quello di andata, formando così due circolazioni parallele, che l'acqua percorre in senso inverso; presso all'osservatorio poi discende verticalmente per andare ad inserirsi alla parte inferiore della caldaja. Nella fig. 2103, che rappresenta in pianta uno dei corpi di fabbrica, il tubo di andata e quello di ritorno sono indicati colle lettere T T. Il condotto in cui sono contenuti i due tubi di circolazione dell'acqua calda è diviso in tanti compartimenti quante sono le celle mediante tramezzi verticali. Ognuno di questi tronchi comunica ad una estremità con una luce H (fig. 2103) col corridojo centrale, all'altra estremità con un canale (fig. 2102), che corre sotto il pavimento di ciascuna cella, indi si ripiega verticalmente in alto e si apre nella cella in una boccacalore all'altezza di circa m. 1,80 dal pavimento. Per

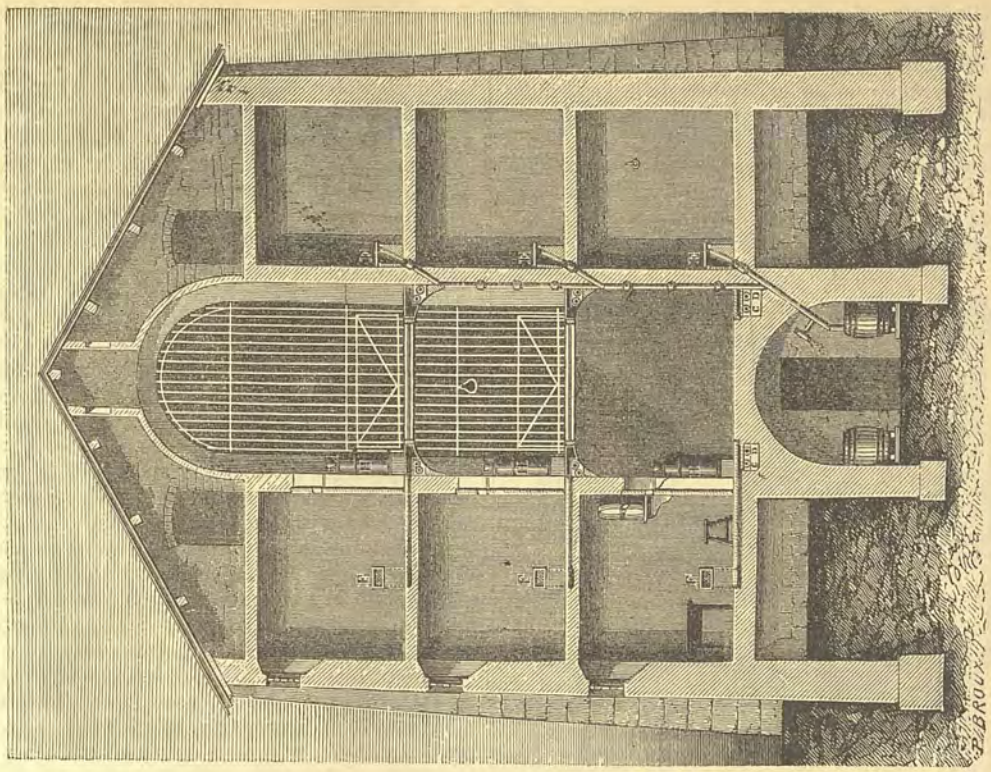


Fig. 2102. — Carcere di Mazas (sezione trasversale).

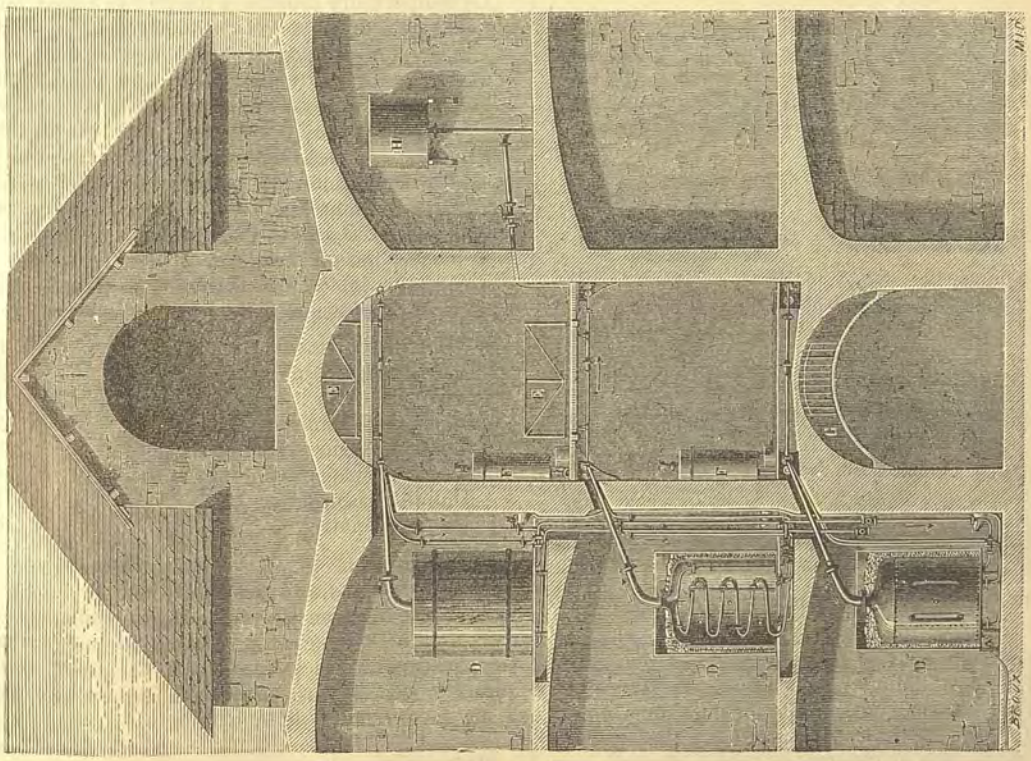


Fig. 2101. — Carcere di Mazas (sezione trasversale).

tal modo lo spazio destinato al riscaldamento dell'aria è lo stesso per ciascuna cella e la media temperatura di quella è pure sensibilmente la stessa; inquantochè, mentre nel compartimento più vicino alla caldaja vi è l'acqua più calda nel tubo di andata, vi è la più fredda in quello di ritorno, e nel compartimento più lontano la temperatura nei due tratti di tubo è a un dipresso la medesima.

Ogni cella ha la latrina E da cui parte il tubo di discesa K (fig. 2104), che si immette per ognuna in una

botte mobile posta nel sotterraneo G di ciascun corpo di fabbrica. Il Grouvelle si servì del tubo di discesa come mezzo di estrazione dell'aria viziata. Da ognuno di questi tubi nel sotterraneo un po' al disopra della base superiore della botte corrispondente si dirama un tubo inclinato *a*, la cui estremità è coperta da un tappo munito di un orifizio la cui sezione può ridursi a volontà mediante una piastra girevole. I sotterranei dei corpi di fabbrica comunicano ad una estremità con una galleria anulare sottostante all'osservatorio che a sua volta

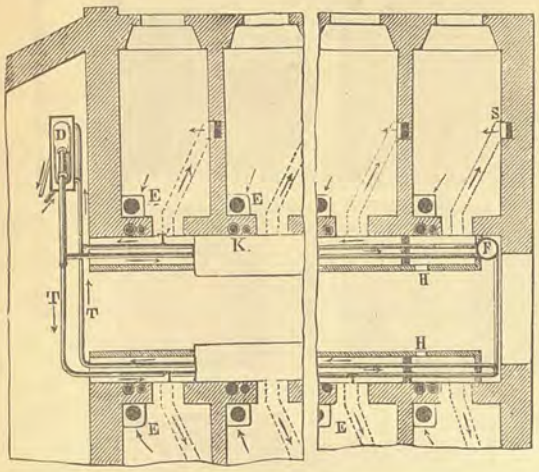


Fig. 2103. — Pianta di un corpo di fabbrica.

è in comunicazione con un potente camino di richiamo, dell'altezza di 29 metri e di 4 m² di sezione; alle altre estremità essi possono comunicare coll'esterno, ma sono chiusi da doppie porte ricoperte di feltro le quali si

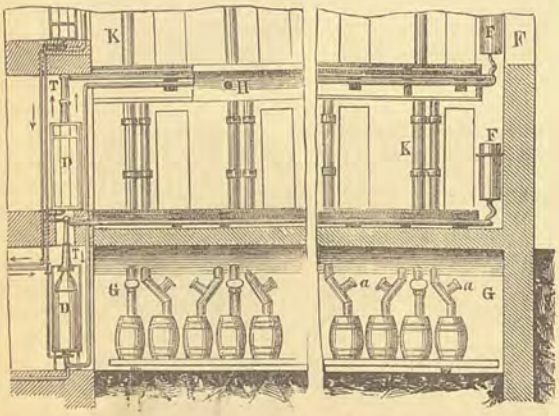


Fig. 2104. — Sezione longitudinale di un corpo di fabbrica.

aprono solamente quando si deve procedere alla rinnovazione delle botti. Mantenendo costantemente nel camino di ventilazione, con apposito focolare, una temperatura superiore all'esterna, si produce un'aspirazione dell'aria delle celle attraverso ai tubi di discesa; così l'aria percorre i sotterranei e si sfoga pel camino di richiamo; le porte di questi essendo a chiusura perfetta non vi può essere aspirazione dall'esterno. Di mano in mano che l'aria esce dalle celle è sostituita da altra proveniente dal corridojo centrale scaldatasi a contatto dei tubi di circolazione dell'acqua calda.

Nozioni generali relative al calcolo degli apparecchi di riscaldamento.

Col riscaldamento artificiale si portano i locali di abitazione ad una temperatura superiore all'esterna quando questa nella stagione fredda si mantiene inferiore agli 8° o 10°; si conserva poi la temperatura degli ambienti fra limiti determinati poco distanti fra loro qualunque siano le variazioni dell'esterna, somministrando la quantità di calore occorrente a sostituire quella che da essi si perde.

La temperatura meglio confacente al benessere delle persone soggiornanti in un locale riscaldato dipende da molte circostanze peculiari alle loro condizioni di età, di sesso, di salute, di lavoro, onde riesce impossibile il fissarla in modo sicuro ed assoluto; anzi l'osservazione giornaliera dimostra che spesso due persone in un medesimo ambiente risentono dalle condizioni termiche di esso impressioni diverse. Notando però che in generale conviene una temperatura più alta nei locali in cui le persone stanno a riposo che in quelli in cui esse sono in esercizio muscolare, e che negli ambienti abbondantemente ventilati riesce non solo tollerabile ma gradita e desiderata una temperatura più alta che in quelli nei quali la ventilazione è scarsa, si può ammettere che si debba mantenere una temperatura da 15° a 16° nelle camere ordinarie, nelle scuole, negli asili, negli uffici; da 13° a 15° nelle officine, caserme, carceri; da 16° a 18° nelle sale di assemblea, negli anfiteatri; da 17° a 18° negli ospedali per malati ordinarii; da 12° a 15° negli ospedali per feriti; da 18° a 20° nei teatri.

Le temperature minime e medie e le altre grandezze che servono a definire il clima di una località, necessarie per i calcoli degli apparecchi di riscaldamento, si deducono dagli annali di meteorologia. Così per Torino tornano utili le tabelle calcolate dal dott. Rizzo in base alle osservazioni fatte all'Osservatorio dal 1866 al 1890 (1).

Riportiamo da esse nella tabella *A* i valori della temperatura media minima e massima pei mesi di ottobre, novembre, dicembre, gennajo, febbrajo, marzo ed aprile, e nella tabella *B* i valori medii dei massimi e dei minimi mensili per gli stessi mesi.

Ricordiamo inoltre che pel clima di Torino si hanno i valori normali seguenti:

Temperatura media annua	11°,72
Media di gennajo	0,44
Media di luglio	22,63
Media delle minime annue	— 10,46
Media delle massime annue	33,72
Media pressione atmosferica . . mm.	737,09
Umidità assoluta . . . . . »	8,09
Umidità relativa	71,35

Per altre città d'Italia diamo nella tabella *C* le temperature medie decadiche (cioè la media delle temperature diurne di dieci giorni consecutivi) (2), avvertendo che per altre località si può dedurre la temperatura media desumendola da questi dati colla supposizione che essa cresca uniformemente da nord a sud col diminuire della latitudine.

(1) Il dott. Rizzo ha calcolato per ciascun giorno la media vera degli elementi del clima di Torino facendo alla media dei valori osservati la correzione determinata nello studio del periodo diurno e ne cercò il valor medio per le 73 pentadi di ciascun anno. Prendendo poi per ciascuna pentade la media dei valori trovati nei diversi anni diede i numeri riportati nella tabella *A*.

G. B. Rizzo, *Il clima di Torino* (*Memorie della Reale Accademia delle Scienze*, serie 2ª, tomo XLIII).

(2) Grassi, *Corso di fisica applicata*.

TABELLA A.

PENTADI		TEMPERATURA media	minima	massima
Ottobre	3-7	14,540	11,532	18,608
	8-12	14,264	10,464	17,148
	13-17	11,876	8,824	15,840
	18-22	11,064	8,472	14,520
	23-27	9,760	7,232	13,204
	28-1	9,080	5,940	13,060
Novembre	2-6	7,560	5,328	11,684
	7-11	7,164	4,692	10,728
	12-16	5,844	3,388	9,204
	17-21	4,852	2,020	8,144
	22-26	4,032	1,596	7,032
	27-1	3,796	1,624	6,868
Dicembre	2-6	2,160	0,140	6,420
	7-11	1,756	— 0,484	4,640
	12-16	1,716	— 0,704	4,804
	17-21	1,896	— 0,460	4,968
	22-26	0,428	— 1,796	3,252
	27-31	0,212	— 2,032	2,836
Gennajo	1-5	0,620	— 1,664	3,440
	6-10	0,052	— 1,772	2,968
	11-15	— 0,324	— 2,984	3,320
	16-20	+ 0,160	— 2,372	3,332
	21-25	— 0,056	— 2,868	3,404
	25-30	1,276	— 1,408	5,016
Febbrajo	31-4	1,864	— 0,999	5,184
	5-9	2,480	— 0,564	5,500
	10-14	2,644	— 0,428	6,440
	15-19	3,420	0,536	6,772
	20-24	4,652	1,272	8,320
	25-1	5,284	2,016	9,412
Marzo	2-1	5,564	2,196	9,600
	7-11	6,820	3,324	11,100
	12-16	7,196	3,424	11,824
	17-21	7,420	4,216	11,840
	22-26	7,644	4,264	11,496
	27-31	9,624	5,696	13,844
Aprile	1-5	10,564	6,892	15,016
	6-10	10,632	7,824	14,336
	11-15	11,212	7,380	15,452
	16-20	12,144	8,580	16,316
	21-25	13,232	8,960	17,732
	26-30	13,596	9,252	18,080

TABELLA B.

MESE	TEMPERATURA media	media delle massime	media delle minime	Escursione mensile
Ottobre	11,95	21,34	3,23	18,11
Novembre . . .	5,65	14,67	— 1,88	16,55
Dicembre	1,20	10,55	— 6,60	17,15
Gennajo	0,44	9,31	— 7,69	17,00
Febbrajo	3,08	13,14	— 4,26	17,40
Marzo	7,26	18,24	1,50	16,74
Aprile	11,73	22,36	3,18	19,18

TABELLA C.

MESI	Decade	Milano	Modena	Roma	Napoli	Palermo
Ottobre . .	1ª	15,2	16,1	18,1	18,6	21,2
	2ª	12,7	13,6	16,2	16,9	19,7
	3ª	10,3	11,2	14,4	15,1	18,2
Novembre	1ª	8,3	9,0	12,7	13,5	16,6
	2ª	6,7	7,2	11,3	12,0	15,2
	3ª	5,2	5,7	10,0	10,8	14,0
Dicembre .	1ª	3,7	4,3	9,0	9,9	13,1
	2ª	2,2	3,0	8,2	9,3	12,4
	3ª	1,0	2,0	7,5	8,7	11,8
Gennajo . .	1ª	0,3	1,4	7,1	8,3	11,2
	2ª	0,4	1,4	7,0	8,1	10,9
	3ª	1,2	2,0	7,3	8,2	10,8
Febbrajo .	1ª	2,6	3,1	7,9	8,5	10,9
	2ª	4,1	4,5	8,5	9,0	11,3
	3ª	5,5	5,9	9,1	9,5	11,7
Marzo . . .	1ª	6,7	7,2	9,7	9,9	12,2
	2ª	7,9	8,7	10,3	10,6	12,6
	3ª	9,3	10,2	11,2	11,4	13,2

Per mantenere nel locale da scaldare la necessaria temperatura superiore alla esterna, l'apparecchio riscaldante deve in ogni unità di tempo somministrargli una quantità di calore variabile a seconda delle circostanze nelle quali avviene il riscaldamento, ma determinata in ogni caso dalle cause per le quali il calore mandato viene esportato dall'ambiente. Del calore che si manda in questo una parte si perde per trasmissione attraverso alle pareti, una parte è esportata dall'aria che si rinnova in causa della necessaria ventilazione, la quale esce a temperatura superiore a quella dell'esterna. Perciò per essere in grado di determinare la potenza degli apparecchi di riscaldamento, vale a dire la quantità di calore oraria che essi devono essere in grado di somministrare, una prima questione generale è necessario sapere risolvere ed è quella di determinare numericamente la quantità di calore che in un'ora si perde dall'ambiente. Quella esportata dall'aria di ventilazione si calcola con tutta facilità quando si conosca

il volume di essa che esce nell'unità di tempo e le temperature interna ed esterna: basta a tal uopo moltiplicarne il peso ridotto in acqua per la differenza di temperatura. Meno semplice è la determinazione della quantità di calore che si trasmette attraverso alle pareti del locale: gli elementi da cui essa dipende sono molti e le condizioni in cui avviene la trasmissione possono essere così varie da riuscire impossibile una soluzione sicura, esatta e completa del problema. È però sempre possibile arrivare a risultati che se a rigore non devono considerarsi di esattezza assoluta sono però sufficienti pei bisogni della pratica. Conviene perciò esaminare le circostanze dalle quali dipende la trasmissione del calore fra due fluidi a temperature diverse separati da una parete solida e vedere in qual modo, ricorrendo ai dati dell'esperienze relative al fenomeno, si possa arrivare a formole che ne compendiano le leggi quantitative.

La determinazione della quantità di calore che in un'ora si trasmette fra i due ambienti è un problema di fisica matematica che, considerato sotto un aspetto generale, presenta difficoltà grandi e pei procedimenti analitici che richiede e per la mancanza o almeno per

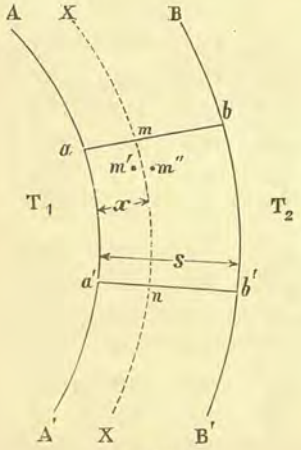


Fig. 2105.

l'imperfetta conoscenza in cui si è dei valori numerici delle grandezze che in esso figurano. Perciò per le applicazioni tecniche il problema si semplifica mediante ipotesi le quali in realtà sostituiscono al fenomeno complesso reale la considerazione di altro solo approssimato al vero ma meno difficile a studiarsi, che conducono a formole semplici, comode ed accettabili siccome quelle che permettono di dare agli apparecchi a cui si applicano le dimensioni necessarie perchè soddisfino al loro scopo.

Sia A A' B B' una parete (fig. 2105) separante due ambienti a temperature diverse T_1 e T_2 e sia $T_1 > T_2$ sicchè attraverso ad essa il calore si trasmetta da sinistra a destra. Si ritiene:

1° Che la materia della parete trasmettente sia opaca per la specie di calore che essa deve trasmettere. È noto che, come si hanno diverse qualità di luce differenti fra loro in lunghezza d'onda, si hanno diverse radiazioni termiche, e a quella guisa che alcune sostanze sono trasparenti per certe radiazioni luminose ed opache per altre, così si hanno corpi diatermani ed atermani; attraverso ai primi le radiazioni oscure si propagano come le luminose attraverso ai corpi trasparenti, attraverso ai secondi la trasmissione del calore si fa per mezzo della materia ponderale, esso passa da particella a particella nell'interno del corpo: lo scambio di calore ha luogo solo fra punti vicinissimi fra loro e non a distanza. Questa ipotesi vera pei muri per tutte le radiazioni si può estendere ai vetri solo quando si consideri per essi esclusivamente la trasmissione di calore oscuro; i vetri che sono trasparenti pel calore luminoso si possono considerare e si considereranno da noi opachi per l'oscuro; le formole a cui si arriverà non saranno quindi applicabili alla trasmissione attraverso ad una lastra di vetro del calore luminoso emanante da corpi incandescenti.

2° Le due superficie A A' B B' limitanti la parete abbiano comuni le normali e le lunghezze dei segmenti di queste fra esse comprese fra loro eguali. Con ciò le due superficie possono dirsi *parallele* od *equidistanti* e la parete di *spessore* o *grossezza costante*.

3° Se inizialmente la parete è alla temperatura T_2 dell'ambiente più freddo, la faccia A A' di essa a contatto dell'altro più caldo riceve calore, la sua temperatura cresce ed il calore da punto a punto si propaga fino alla faccia B B': da questa poi all'ambiente a temperatura T_2. Immaginando la parete suddivisa in strati con superficie parallele alle faccie ottenute portando sulle normali nei punti della A A' segmenti uguali, del calore che gli strati successivi ricevono da quelli rivolti verso l'ambiente a temperatura T_1 una parte rimane in essi e li riscalda, una parte è ceduta agli strati contigui. Perciò la temperatura in un punto nell'interno dipende e dalla posizione del punto stesso e dal tempo dal quale ebbe principio la trasmissione. Ora col crescere del tempo arriverà un istante dal quale in poi, mantenendosi costante la temperatura T_1 dell'ambiente più caldo, tanto calore uno strato riceverà dai precedenti verso la faccia A A' quanto ne cederà ai seguenti verso B B'. Da questo istante in poi la temperatura in ogni punto della lastra dipenderà dalla posizione del punto considerato ma sarà indipendente dal tempo. In questa condizione di cose, quando cioè le temperature nell'interno della parete e la quantità oraria di calore che si trasmette sono indipendenti dal tempo, si dice che la *trasmissione è a regime*. Supponendo di considerare questa solo dall'istante in cui essa è a regime si esamina il caso più semplice ma il più importante, siccome quello che si riferisce al funzionamento regolare degli apparecchi quando è già cessata la fase di avviamento e non è ancora incominciato il periodo finale.

4° Prendendo sulle normali nei punti di una delle faccie, per es., della A A' segmenti uguali, il luogo geometrico degli estremi di tutti questi segmenti è una superficie parallela alle faccie: si ammette che in tutti i punti di una tale superficie la temperatura abbia lo stesso valore, ossia che essa sia una superficie isoterma. Con ciò le temperature sulle due faccie sono uniformi e nei punti nell'interno della lastra riescono funzioni solamente della distanza da una delle faccie della superficie isoterma passante per ciascuno di essi. Se ciò non è vero in generale lo è per una parete a faccie piane e parallele, per una lastra cilindrica a faccie aventi lo stesso asse, per una avente forma di crosta sferica a faccie concentriche. E queste sono le forme delle pareti o delle lastre che si adoperano in pratica; quando esse ne siano diverse hanno però sempre grossezze piccole a fronte dei raggi di curvatura, onde riesce possibile lo immaginarle scomposte in parti a faccie piane, ed applicare loro i risultati che valgono per queste.

Dalle ipotesi fatte risulta che il calore si trasmette solamente nella direzione delle normali alle superficie

isotermiche e non lungo queste. Considerando un'area $a\,a' = F_1$ della faccia A A' e conducendo pel contorno di essa le normali $a\,b\,a'\,b'$ la superficie rigata da esse formata determina sulla X X e sulla B B' le aree $m\,n = F$ e $b\,b' = F_2$ e la quantità di calore che entra nella parete attraverso alla superficie F_1 si propaga tutta nell'interno della superficie rigata $a\,a'\,b\,b'$ ed è uguale a quella che entra in F ed a quella che esce per F_2. Dicendo corrispondenti le superficie $F_1\,F\,F_2$, data la F_1 riescono determinate la F e la F_2. Così per una parete a faccie piane $F_1 = F = F_2$: per una lastra cilindrica detta F_0 l'area della faccia di raggio 1 e r il raggio della F si ha:

$$F = F_0 r = \frac{F_1}{r_1}(r_1 + x)$$

ove r_1 è il raggio della A A'; per una lastra sferica

$$F = F_0 r^2 = \frac{F_1}{r_1^2}(r_1 + x)^2.$$

La quantità poi di calore che in un dato tempo attraversa una superficie corrispondente è costante.

Ciò premesso la trasmissione del calore dal primo ambiente alla prima faccia A A' della parete e quella dalla seconda faccia al secondo ambiente sono esterne alla parete che li separa: la trasmissione invece da una faccia all'altra ha luogo nell'interno della parete. Ne risulta che il fenomeno si compone di due trasmissioni esterne e di una interna.

Trasmissione interna. — Considerando questa per prima consegue, come si è detto, che essendo la temperatura in tutti i punti delle faccie o di una superficie ad esse parallela costante, in un punto qualunque nell'interno della parete essa sarà funzione solamente di quella variabile che determina la posizione del punto rispetto alle faccie, ossia della sua distanza da queste. Se t_1 e t_2 sono le temperature delle faccie la t di una superficie isoterma qualunque X X sarà funzione della sola x e tale che per $x = o$, $t = t_1$ e per $x = s$, $t = t_2$ ove s è lo spessore della lastra.

La quantità di calore che nell'unità di tempo passa da una parte all'altra della superficie X X è la risultante degli scambi di calore che avvengono fra le molecole a destra e quelle a sinistra delle X X in direzione normale a questa, essendo la parete opaca; se si considerano due molecole m' ed m'' l'una da una parte l'altra dall'altra della superficie X X ed a distanza $m'\,m'' = r$ ed a temperature t' e t'' la m' invia alla m'' nell'unità di tempo una quantità di calore q, funzione di t' di t'' e di r; $q = f(t', t'', r)$. Questa quantità q in causa della opacità della parete diminuisce col crescere di r e si annulla per un valore di r superiore ad un certo limite che è piccolissimo. Le due molecole m' ed m'' essendo fra loro vicinissime è piccola la differenza delle loro temperature ed in virtù della legge di Newton sul raffreddamento si può ammettere che la quantità q di calore che si trasmette fra esse, la quale si annulla per $t' = t''$, sia proporzionale alla differenza $t' - t''$ delle loro temperature ed indipendente dal valore assoluto di quella della molecola m'. Se $\psi(r)$ indica una funzione di r sarà $q = (t' - t'')\,\psi(r)$.

Queste considerazioni sono in sostanza le ipotesi stabilite dal Fourier a base della sua teoria matematica del calore o teoria della conduttibilità considerando la trasmissione per conduzione come dovuta ad una irradiazione da molecola a molecola del corpo. L'ipotesi gratuita del Fourier ebbe una conferma *a posteriori* nell'accordo coi risultati dell'esperienza delle conseguenze che da essa si deducono col calcolo.

Dicendo ε' ed ε'' le distanze delle molecole m' ed m'' dalla superficie X X poichè $t = \varphi(x)$ sarà $t' = \varphi(x - \varepsilon')$; $t'' = \varphi(x + \varepsilon'')$ e svolgendo in serie

$$t' = \varphi(x) - \varepsilon' \frac{d\varphi(x)}{dx} + \frac{\varepsilon'^2}{1.2}\frac{d^2\varphi(x)}{dx^2} + \ldots..$$

$$t'' = \varphi(x) + \varepsilon'' \frac{d\varphi(x)}{dx} + \frac{\varepsilon''^2}{1.2}\frac{d^2\varphi(x)}{dx^2} + \ldots..$$

essendo piccolissime le distanze delle molecole fra cui si irradia calore, si devono trascurare nello sviluppo in serie i termini che contengono le potenze delle distanze superiori alla prima e porre

$$t' = \varphi(x) - \varepsilon' \frac{d\varphi(x)}{dx}$$

$$t'' = \varphi(x) + \varepsilon'' \frac{d\varphi(x)}{dx}$$

onde

$$q = -(\varepsilon' + \varepsilon'')\frac{d\varphi(x)}{dx}\psi(r).$$

Considerando ora altre molecole vicine alla m' esse invieranno calore alle molecole prossime alla m'', quindi la quantità di calore che nell'unità di tempo attraversa la superficie X X si può rappresentare con

$$Q = \Sigma q = -\Sigma(\varepsilon' + \varepsilon'')\frac{d\varphi(x)}{dx}\psi(r)$$

ossia

$$Q = -\frac{dt}{dx}\Sigma(\varepsilon' + \varepsilon'')\psi(r).$$

la somma $\Sigma(\varepsilon' + \varepsilon'')\psi(r)$ dipende dalle distanze delle molecole e dal loro numero, onde se si considera una parte $m\,n = F$ della superficie X X essendo su questa le molecole uniformemente distribuite, quella somma è proporzionale a F: ponendo $\Sigma(\varepsilon' + \varepsilon'')\psi(r) = h\,F$, ove h è una quantità che dipende solo dalla natura della parete, si ha:

$$Q = -h\,F\frac{dt}{dx} \qquad (1)$$

Alla relazione (1) si può arrivare osservando:

1° che la quantità di calore che nell'unità di tempo passa da una parte all'altra della superficie X X attraverso all'area F è proporzionale all'area F perchè parti uguali di essa trasmettono quantità di calore eguali;

2° Che se a sinistra ed a destra di X X la temperatura avesse lo stesso valore non avrebbe luogo trasmissione di calore, ossia Q sarebbe zero. Ciò indica che Q è uguale a zero quando la derivata $\frac{dt}{dx}$ della temperatura rispetto alla variabile x è zero; e che Q è diversa da zero se è diversa da zero la derivata $\frac{dt}{dx}$;

3° Che la trasmissione di calore si fa dai punti a temperatura più alta a quelli a temperatura più bassa e quindi da sinistra a destra se col crescere di x t diminuisce; si farebbe da destra a sinistra se t crescesse al diminuire di x, quindi Q ha segno contrario a quello della derivata $\frac{dt}{dx}$;

4° Che la quantità Q di calore che si trasmette cresce col crescere del valore numerico di $\frac{dt}{dx}$.

La più semplice delle funzioni che soddisfi a queste condizioni è la (1) la quale esprime che Q è proporzionale ad F, a $\frac{dt}{dx}$ ed ha segno contrario a quello di $\frac{dt}{dx}$

Nel regime Q è costante, onde F essendo funzione della sola x

$$Q\frac{dx}{F} = -h\,dt$$

sicchè per una parete non omogenea per cui h sia pure funzione di x

$$Q\int_0^x \frac{dx}{hF} = t_1 - t$$

$$t = t_1 - Q\int_0^x \frac{dx}{hF}$$

e per h costante

$$t = t_1 - \frac{Q}{h}\int_0^x \frac{dx}{F}.$$

Questa relazione esprime la legge della distribuzione della temperatura nella parete.

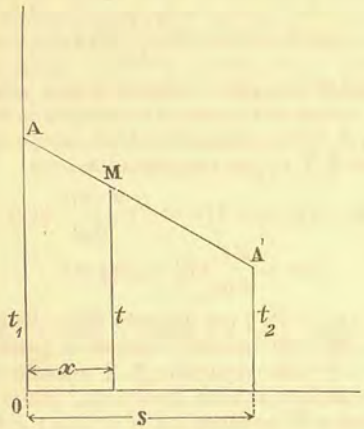


Fig. 2106.

Se inoltre la parete è a faccie piane F è costante e

$$t = t_1 - \frac{Q}{hF}x$$

ossia t è una funzione lineare di x.

Segnati due assi di coordinate ortogonali la retta A A' (fig. 2106) di coefficiente angolare $-\frac{Q}{hF}$ passante pel punto (o, t_1) rappresenta colle sue ordinate le temperature dei piani paralleli alle faccie a distanza x variabile dalla faccia a temperatura t_1.

Per $x = s$, $t = t_2$ onde per una parete a faccie curve

$$t_2 = t_1 - \frac{Q}{h}\int_0^s \frac{dx}{F}$$

e per una parete a faccie piane

$$\frac{Q}{hF} = \frac{t_1 - t_2}{s}$$

e

$$t = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{s}x.$$

Per una lastra cilindrica omogenea

$$F = F_1\frac{r}{r_1} = F_1\frac{r_1 + x}{r_1}$$

$$t = t_1 - \frac{Q}{hF_1}r_1\int_0^x \frac{dx}{r_1 + x}$$

$$t = t_1 - \frac{Qr_1}{hF_1}\log.\text{nep.}\frac{r_1 + x}{r_1}.$$

Date poi le temperature t_1 e t_2 delle due faccie, la quantità di calore che si trasmette attraverso ad una area F è

$$Q = \frac{t_1 - t_2}{\int_0^s \frac{dx}{hF}}$$

che se la parete è omogenea

$$Q = h\frac{t_1 - t_2}{\int_0^s \frac{dx}{F}}.$$

E per una parete a faccie piane

$$Q = hF\frac{t_1 - t_2}{s}. \qquad (2)$$

Se nella (2) si suppone $F = 1$; $t_1 - t_2 = 1$; $s = 1$ si ha $Q = h$.

La costante h che dipende dalla materia costituente la parete è numericamente uguale alla quantità di calore che nell'unità di tempo passa attraverso all'unità di superficie di una parete a faccie piane e parallele, di spessore uno, le temperature delle quali differiscono fra loro di un grado.

A questa grandezza si dà il nome di *coefficiente di conduttività termica*, o di *conduttività interna* della sostanza da cui è formata la parete, o semplicemente h si dice la *conduttività* della parete.

Prendendo per unità di tempo l'ora, di quantità di calore la caloria, di lunghezza il metro e quindi di superficie il metro quadrato, il coefficiente di conduttività termica di una sostanza è il numero di calorie che in un'ora si trasmettono attraverso ad un metro quadrato di una parete a faccie piane e parallele, avente cioè la forma di un muro, dello spessore di un metro, le temperature delle quali differiscono fra loro di un grado C.

I valori numerici del coefficiente di conduttività termica delle principali sostanze quale fu definito, vennero determinati coll'esperienza.

Nella tabella seguente sono registrati i valori del coefficiente di conduttività interna per le diverse sostanze col nome degli autori degli esperimenti raccolti dal prof. G. Grassi, *Corso di fisica applicata.*

Coefficiente di conduttività interna.

Metalli.

Argento	395	Weber
Rame ordinario	295	»
Zinco	110	»
Ottone rosso	88	Lorenz
» giallo	73	»
» ordinario	54	Weber
Ferro a 0°	75	Forbes
» a 275°	45	»
Stagno	52	Weber
Ferro a 39°	53	»
Acciajo	50	Kirchhoff
Piombo	30	Lorenz
»	26	Weber
Mercurio a 0°	5,3	»

Solidi cattivi conduttori.

Marmo a grana fina	3,5	Péclet
» saccaroide bianco	2,8	»
Pietra calcare	da 1,7 a 2,1	»
Pietra da costruzione giapponese	2,1	Ayrton e P.

Marmo nero	0,65	Forbes
» bianco	0,41	»
Schisto	0,29	»
Vetro	da 0,75 a 0,88	Péclet
Vetro da specchi	0,64	Meyer
» crown	0,59	»
» flint	0,52	»
Terra cotta, mattoni .	da 0,51 a 0,69	Péclet
Gesso impastato finissimo	0,52	»
» » ordinario	0,33	»
Gesso » »	0,30	Grassi
Tufo di Napoli Fontanelle	0,262	»
» » S. Rocco .	0,246	»
» Sarno	0,250	»
Sabbia quarzosa	0,27	Péclet
» » fine . .	0,047	Forbes
Polvere di mattone grossa	0,139	Péclet
» » fine .	0,165	»
Creta in polvere secca . .	0,086	»
» » » compressa	0,103	»
Polvere di carbone . . .	0,080	»
» coke	0,160	»
Carbone	0,146	Forbes
Cemento	0,059	»
Ghiaccio	0,790	»
Legno di pino parallelo alle fibre	0,170	Péclet
Legno di pino parallelo alle fibre	0,108	Forbes
Legno di pino normale alle fibre	0,093	Péclet
Legno di pino normale alle fibre	0,032	Forbes
Segat. di legno compressa	0,044	»
Legno di pioppo medio . .	0,143	Grassi
Polvere di legno	0,065	Péclet
Legno di quercia normale alle fibre	0,211	»
Sughero	0,143	»
Sughero in direzione longitudinale	0,258	Forbes
Caoutchouc, guttaperca .	0,171	Péclet
Ebanite	0,094	Stefan
Cotone, lana, tela, carta	da 0,024 a 0,052	Péclet
Cotone	0,016	Forbes
Feltro	0,031	»

Liquidi.

Acqua a 0°	0,433	Weber
» a 24°	0,514	»
»	0,518	Bottomley
»	0,471	Chree
Alcole etilico	0,175	Weber
Etere etilico	0,146	»
Olio d'ulive	0,141	»
Soluz. sal comune a 4°,4	0,415	»
» » 26°,5	0,485	»
Acido solforico	0,468	Chree
Olio di trementina . . .	0,114	»

Gas.

	Winkelmann	Schleiermacher
Aria a 0°	0,0185	0,0202
» 100°	235	
Anidride carbonica a 0° .	110	118
» » 100°.	168	
Idrogeno	1197	1476
	Whinkelmann	
Azoto	0,0189	
Ossigeno	203	
Ossido di carbonio	130	
Metano	233	
Etilene	142	
Gas illuminante	494 (Plank)	

Le differenze maggiori fra le determinazioni dei differenti autori si osservano specialmente pei solidi poco conduttori; tali differenze sono da attribuire in parte alle difficoltà che presentano questi esperimenti, in parte alla diversa struttura fisica dei corpi sperimentati. I dati più incerti sono quelli relativi alle pietre da costruzione; il grado di compattezza, difficile a precisare, ha un'influenza grandissima sulla conduttività. Il Forbes, per es., trova per due qualità di marmo una conduttività appena doppia di quella del sughero; mentre al Péclet risultò 20 volte maggiore anche pel marmo meno conduttivo. Pel legno di pino il Forbes trova che la conduttività longitudinale è più che tripla di quella trasversale; al Péclet essa risulta minore del doppio e in media molto prossima a quella trovata dal Grassi pel legno di pioppo mentre il Forbes attribuisce al pino un coefficiente assai più scarso.

Sulla conduttività dei metalli altri autori hanno fornito dati un po' diversi da quelli suesposti. Anche qui è da notare che il grado di purezza e il modo di preparazione esercitano un'influenza notevolissima; perciò non deve recar sorpresa qualche disaccordo nei risultati.

Per alcuni corpi fu sperimentata la conduttività a temperature diverse; nei metalli si nota che essa ora cresce ora diminuisce quando la temperatura aumenta. Nei liquidi e nei gas la conduttività cresce sempre assai rapidamente al crescere della temperatura. Si osserva pure che in corpi di natura simile la conduttività cresce colla densità; ciò può servire di norma nell'applicare i numeri della tabella precedente (1).

A proposito di questi numeri si può ancora notare che il valore di h è grandissimo pei metalli a fronte di quello pei corpi non metallici, e che in generale nelle applicazioni tecniche non occorre tener conto della conduttività propria delle lastre metalliche, i valori numerici dei termini nelle formole ad essa relativi essendo trascurabili a fronte di altri.

Trasmissione esterna. — La quantità di calore che si trasmette da un ambiente alla faccia di una parete, o da questa a quello, dipende da molte circostanze, quali la natura e la temperatura del fluido che riempie l'ambiente, il modo con cui questo si muove e le circostanze del suo moto, la forma e le dimensioni della superficie della faccia, la sostanza da cui questa è coperta, la natura dei corpi che sono nell'ambiente, la temperatura di questi. Ed invero quando un corpo caldo è in uno spazio a temperatura minore della propria irradia calore verso lo spazio e cede calore al fluido che lo riempie il quale è a contatto della sua superficie. La quantità di calore irradiata dipende dalla sua temperatura, dalla natura della sua superficie cui corrisponde un dato potere emissivo, dalle temperature dei solidi che sono nell'ambiente e dalle condizioni della loro superficie. Quella ceduta per contatto oltre che dalla temperatura e natura del fluido dipende dalla maggiore o minore rapidità con cui questo si muove o si rinnova a contatto del corpo. La determinazione quindi della quantità di calore che si trasmette da un fluido alla faccia di una parete in modo

(1) Grassi, *Fisica applicata*, pag. 53 a 56.

affatto generale, qualunque siano il fluido, la parete e le loro temperature, non si può dire che a rigore siasi fatta.

Le considerazioni svolte si applicano alla trasmissione del calore per parte dei muri e dei vetri dei locali abitati. Le faccie esterne di questi sono a temperatura superiore a quella dell'aria e dei corpi circostanti, cedono quindi calore per contatto e per irradiazione. L'aria a contatto della parete si riscalda, diventa meno densa, sale e lascia posto a nuova aria che a sua volta si rinnova lambendone la faccia; si ha così una corrente continua di aria che salendo prende calore alla parete. La faccia interna poi dei muri e dei vetri essendo a temperatura inferiore a quella dell'ambiente riceve calore per irradiazione dalle altre pareti e dagli oggetti che sono nel locale a temperatura più elevata, e per contatto dall'aria dell'ambiente che è più calda. Questa infatti lambendo la faccia della parete si raffredda, diventa più densa, discende lungo la faccia stessa lasciando posto a nuova aria, che a sua volta cede calore alla parete. Per tal modo radente la faccia interna di questa si ha una corrente continua di aria discendente. Questa corrente continua in discesa provoca necessariamente in altra parte dell'ambiente una corrente d'aria ascendente che l'alimenta, sicchè solo pel fatto che la faccia del muro o dei vetri è a temperatura minore di quella dell'aria del locale, in questo ha luogo una circolazione di aria che sale a distanza dalla parete e discende a contatto di questa raffreddandosi. Chiamando moti idrostatici o di convezione questi movimenti dell'aria a contatto della superficie di corpi a temperatura diversa dalla sua, si dirà che i muri ed i vetri ricevono o cedono calore per irradiazione e per contatto o convezione.

La totale quantità di calore ricevuta o ceduta dipenderà quindi da tutte le circostanze che influiscono sulla irradiazione e sui moti convettivi, quindi dalla temperatura dell'aria da quella dei corpi solidi e liquidi che sono nel locale, dalla temperatura della faccia della parete che dà o riceve calore, dal suo potere emissivo ed assorbente, dalla sua forma e dalle dimensioni, dalla velocità dell'aria a contatto di essa.

La determinazione numerica di questa quantità che, come si è detto, presenta in generale difficoltà grandi, nel caso particolare della trasmissione del calore dall'aria alla faccia di un muro o di un vetro o da questi a quella riesce semplice. In questo caso nel quale l'aria non è tenuta artificialmente in moto ma si muove solo in grazia della differenza di temperatura fra essa ed i corpi con cui è a contatto, e nel quale questa è piccola essendo quella fra i due fluidi separati dalla parete non superiore ai 25° o 30° C., si può ammettere la legge di Newton, secondo la quale la quantità di calore che si trasmette fra due corpi è proporzionale alla differenza delle loro temperature.

Indicando con F l'area della faccia che riceve o cede calore, con T la temperatura dell'aria, con t quella della faccia, con T' quella della superficie dei corpi che cedono o ricevono calore per irradiazione, la quantità di calore ricevuta in un'ora dalla faccia della parete per convezione si può rappresentare con

$$\pm a F (T - t)$$

e quella ricevuta per irradiazione con

$$\pm i F (T' - t)$$

sicchè la quantità totale di calore ricevuta in un'ora dalla superficie F della faccia del muro o dei vetri sarà

$$Q = \pm a F (T - t) \pm i F (T' - t). \qquad (1)$$

Il segno + si riferisce alla trasmissione dall'ambiente alla faccia della lastra, il segno — a quella dalla lastra all'ambiente. I valori numerici dei coefficienti di proporzionalità a ed i si hanno dall'esperienza.

Irradiazione. — Il coefficiente i è il numero di calorie che in un'ora un metro quadrato della faccia della lastra o del muro riceve o cede per ogni grado di differenza di temperatura fra essa ed i corpi irradianti. Questa grandezza prende il nome di *coefficiente di irradiazione* o semplicemente di *radiazione* della lastra. Essa dipende dal potere emissivo od assorbente della faccia della lastra, quindi dalla costituzione superficiale della lastra medesima, non dalla sostanza formante la parete di trasmissione, ed il valore da adottarsi per esso nei singoli casi sarà quello corrispondente alla materia da cui è coperta la faccia della parete.

Nella tabella seguente sono registrati i valori del coefficiente di irradiazione i per le diverse sostanze, dedotti dalle esperienze del Péclet. Si vede in essa che i valori minori corrispondono ai metalli più levigati e lucenti; che pei corpi comunemente adoperati nelle costruzioni murarie, per la carta, le tappezzerie, per la fuligine, il nero fumo, ecc., in generale pei corpi a superficie non levigata i vale circa 3,7. I valori massimi di i corrispondono all'acqua, all'olio; risulta da ciò che una lastra bagnata d'acqua o di olio è per la trasmissione del calore in condizioni diverse da una lastra asciutta; il velo di acqua o di olio da cui è cosparsa la superficie ne aumenta notevolmente l'irradiazione. Questa osservazione è importante nelle applicazioni pel fatto che le superficie esterne dei muri e dei vetri sono spesso bagnate, onde nei calcoli della trasmissione di calore si deve sostituire all'irradiazione propria della materia della faccia del muro quella corrispondente all'acqua la quale ne è maggiore, acciocchè la quantità di calore trasmessa che si calcola riesca in ogni condizione non minore alla vera, sicchè gli apparecchi di riscaldamento proporzionati in base ad essa possano sopperire in ogni caso alle perdite.

Coefficienti di irradiazione.

Argento	i = 0,13
Rame	0,16
Stagno	0,21
Ottone	0,26
Zinco	0,24
Lamiera lucida	0,45
Latta	0,65
Lamiera ordinaria	2,77
Vetro	2,91
Ghisa nuova	3,17
Ghisa ossidata	3,36
Lamiera ossidata	3,36
Pietra da costruzione	3,60
Creta in polvere	3,32
Carbone in polvere	3,42
Gesso	3,60
Legno	3,60
Sabbia fine	3,62
Cotone	3,65
Stoffa di lana	3,68
Stoffa di seta	3,71
Pittura ad olio	3,71
Carta	3,77
Nero fumo	4,01
Acqua	5,31
Olio	7,24

Convezione. — Il coefficiente a rappresenta la quantità di calore che in un'ora e per ogni grado di differenza di temperatura fra l'ambiente e la faccia della lastra ogni metro quadrato di questa riceve o cede per contatto coll'aria. Esso si chiama il coefficiente di convezione dell'aria.

La quantità di calore che l'aria cede o riceve rinnovandosi a contatto della faccia della lastra dipende dalle circostanze che determinano il movimento dell'aria; è quindi indipendente dalla natura chimica o dalle condizioni fisiche della faccia; è funzione solo della forma e delle dimensioni di essa, vale a dire delle sue condizioni geometriche.

Da una serie di esperienze sulla trasmissione del calore il Péclet diede pel calcolo di a le formole seguenti:

Per una superficie sferica di raggio r

$$a = 1{,}778 + \frac{0{,}13}{r}.$$

Per una cilindrica orizzontale a base circolare di raggio r

$$a = 2{,}058 + \frac{0{,}0382}{r}.$$

Per cilindrica verticale d'altezza H a base circolare di raggio r

$$a = \left(0{,}726 + \frac{0{,}0345}{\sqrt{r}}\right)\left(2{,}43 + \frac{0{,}8758}{\sqrt{H}}\right).$$

Per una superficie piana verticale di altezza H metri

$$a = 1{,}764 + \frac{0{,}636}{\sqrt{H}}.$$

Per H = 1 : 2, 4, 5, 6, 8, 10, 16, 20, 25 si ha a = 2,4; 2,21, 2,082, 2,048, 2,024; 2, 1,964; 1,923; 1,906; 1,891.

Siccome il Péclet, avendo verificato irregolarità piuttosto grandi nei risultati delle sue misure in causa di movimenti anche deboli dell'aria, si era sforzato di evitare tali movimenti, così è prudenza adoperare l'ultima formola solamente per la determinazione di a per la faccia interna dei muri e dei vetri dei locali di abitazione nei quali l'aria si muove solo per moti idrostatici ed i movimenti per aperture di porte, finestre, o spostamenti di persone non sono nè continui nè apprezzabili. Per la faccia esterna dei muri e dei vetri invece il valore di a da adottarsi deve essere maggiore di quello deducibile dalla formola del Péclet, inquantochè i movimenti dell'aria a contatto non si possono più considerare come idrostatici; per l'azione del vento l'aria si rinnova più rapidamente e cresce la quantità di calore trasmessa. I pratici ritengono che quando il vento non sia impetuoso si possa ammettere a compreso fra 4 e 5; e per muri esposti all'aria con vento e pioggia il professore G. Grassi ha trovato con esperienze dirette che il valore di a può salire fino a 9 o 12 (1). Ed il Ser dimostrò che esso cresce colla velocità dell'aria. Si può conchiudere che nella scelta del valore di a bisogna tener calcolo del clima e dell'esposizione del muro, convenendo i valori maggiori per le località dominate da venti.

Con queste considerazioni quando siano note le temperature delle faccie della parete e della superficie dei corpi irradianti calore, o verso cui si fa l'irradiazione, si potrà calcolare la quantità di calore trasmessa dal primo ambiente alla faccia interna della parete o dalla faccia esterna di essa all'ambiente esterno. Ma poichè in generale la temperatura dei corpi irradianti non è nota, variando da caso a caso le condizioni dell'irradiazione, così non è possibile una soluzione generale unica del problema di calcolare la quantità di calore che in un'ora si trasmette fra i due ambienti separati dalla parete. È necessario limitare la trattazione a casi speciali tipici ai quali si riducono poi quelli più frequenti e più importanti della pratica.

1° *Caso.* — Trasmissione del calore fra due ambienti a temperature T_1 T_2 attraverso ad un muro esterno A B C D al quale è affacciato un muro interno separante il locale a temperatura T_1 da altri alla stessa temperatura.

È il caso dei muri esterni di locali a più ordini di camere scaldate uniformemente.

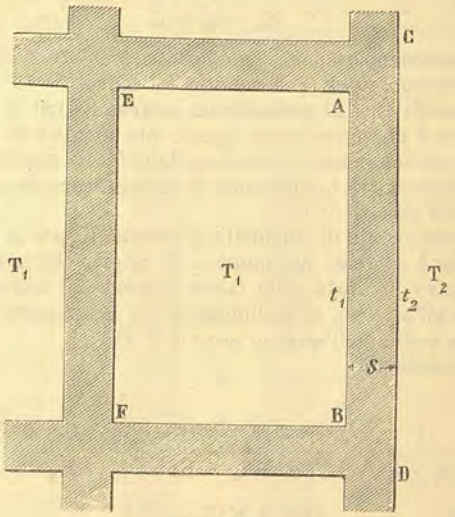


Fig. 2107.

Se al muro esterno A B C D (fig. 2107) è affacciato un muro interno ed i locali circondanti l'ambiente E A B F sono alla sua temperatura anche il muro interno E F sarà nel regime alla temperatura T_1. Il muro esterno A B C D riceverà perciò calore dall'aria per contatto, e dalla faccia E F del muro opposto per irradiazione; detta Q la quantità di calore ricevuta in un'ora dall'area F sarà:

$$Q = a_1 F (T_1 - t_1) + i_1 F (T_1 - t_1)$$

ossia

$$Q = (a_1 + i_1) F (T_1 - t_1). \qquad (1)$$

In quanto alla faccia esterna non essendo possibile conoscere con esattezza le temperature dei corpi rivolti alla parete conviene supporli tutti alla temperatura T_2 onde la quantità di calore ceduta in un'ora per un'area F della faccia esterna sarà analogamente:

$$Q = a_2 F (t_2 - T_2) + i_2 F (t_2 - T_2)$$

ossia

$$Q = (a_2 + i_2) F (t_2 - T_2). \qquad (2)$$

La quantità poi di calore trasmessa da una faccia all'altra per conduttività è:

$$Q = h F \frac{t_1 - t_2}{s}. \qquad (3)$$

Nel regime le quantità espresse dalle relazioni precedenti essendo fra loro uguali, ognuna può servire a calcolare la quantità di calore trasmessa in un'ora quando oltre alle temperature dei due ambienti fossero note quelle delle faccie del muro.

(1) *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli*, aprile 1883.

Siccome però esse sono incognite così conviene eliminarle e dedurre un'altra equazione esprimente la quantità di calore trasmessa in funzione delle temperature dei due ambienti e delle grandezze relative alla parete.

Dividendo la (1) per $a_1 + i_1$ la (2) per $a_2 + i_2$ e la (3) per $\frac{h}{s}$ e sommando si ha

$$Q\left(\frac{1}{a_1 + i_1} + \frac{s}{h} + \frac{1}{a_2 + i_2}\right) = F(T_1 - T_2)$$

donde

$$Q = \frac{F(T_1 - T_2)}{\frac{1}{a_1 + i_1} + \frac{s}{h} + \frac{1}{a_2 + i_2}}.$$

Le quantità $K_1 = a_1 + i_1$

$K_2 = a_2 + i_2$

si denominano rispettivamente i *coefficienti di conduttività esterna* per le due faccie del muro.

Il coefficiente di conduttività esterna K_1 per la faccia interna è numericamente uguale alla quantità di calore che in un'ora un metro quadrato della faccia riceverebbe dall'ambiente se la differenza di temperatura fra questo e quella fosse di 1° C.

Il coefficiente di conduttività esterna K_2 per la faccia esterna è espresso dal numero di calorìe che in un'ora un metro quadrato della faccia esterna del muro cederebbe all'esterno, se la differenza fra la temperatura di essa e quella dell'esterno fosse di 1° C.

Ponendo poi

$$\frac{1}{\frac{1}{a_1 + i_1} + \frac{s}{h} + \frac{1}{a_2 + i_2}} = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{s}{h} + \frac{1}{K_2}} = A$$

si ha $Q = A\,F\,(T_1 - T_2)$.

Alla grandezza A si dà il nome di *coefficiente di trasmissione del calore* fra i due ambienti separati dal muro. Essa è espressa dal numero di calorìe che in un'ora e per ogni metro quadrato di superficie si trasmetterebbero da un ambiente ad un altro attraverso ad un muro a faccie piane e parallele quando la differenza di temperatura fra i due ambienti fosse di 1° C.

Il coefficiente di trasmissione dipende da tutte le grandezze che influiscono sulla trasmissione; per esprimerne in numeri il valore è necessario conoscere i valori di K_1 K_2 corrispondenti alla parete che separa i due ambienti ed il coefficiente di conduttività interna h della sostanza che la costituisce.

Riterremo per la faccia interna del muro supposta ricoperta di semplice intonaco o di carta, stoffa, $i_1 = 3{,}7$ e per la faccia esterna $i_2 = 5{,}3$ ammettendo cioè che questa sia coperta da un velo d'acqua col che la trasmissione riesce maggiore.

In quanto ad a_1 crediamo si possa adottare il valore 2,1 calcolato colla formola del Péclet; per a_2 invece adottiamo il valore 5 per tener conto della maggior rapidità con cui l'aria si rinnova a contatto della parete esterna.

Questo valore ne pare possa adottarsi per le condizioni medie dei muri nei nostri paesi; per altre località converranno valori più grandi. Secondo il Grassi questi si potranno ricavare dalla formola empirica dovuta al Ser $a = 16\sqrt{u}$, ove u è la velocità dell'aria. Da essa per $u = 0{,}1$ si trova $a = 5{,}0598$.

Per un muro in mattoni per cui $h = 0{,}7$ si ha:

$$A = \frac{1}{\frac{1}{5{,}8} + \frac{1}{10{,}3} + \frac{s}{0{,}7}}$$

ossia

$$A = \frac{0{,}7}{0{,}188 + s}$$

o più semplicemente

$$A = \frac{0{,}7}{0{,}2 + s}.$$

Se il muro è litoide, in pietra calcare, il coefficiente di conduttività h vale circa 1,7; risulta

$$A = \frac{1}{\frac{1}{5{,}8} + \frac{1}{10{,}3} + \frac{h}{1{,}7}}$$

ossia

$$A = \frac{0{,}7}{0{,}188 + 0{,}41\,s}$$

o più semplicemente

$$A = \frac{0{,}7}{0{,}2 + 0{,}41\,s}.$$

Vedesi che un muro litoide dello spessore di un metro equivale per la trasmissione ad un muro in mattoni dello spessore di m. 0,41.

Dando allo spessore s del muro i valori 0,50; 0,60; 0,70; 0,80; 0,90; 1; 1,20 m. si deducono pel coefficiente di trasmissione i valori:

Per un muro in mattoni:

1; 0,875; 0,778; 0,70; 0,635; 0,583; 0,50.

E per un muro litoide:

1,728; 1,569; 1,437; 1,325; 1,230; 1,147; 1,01.

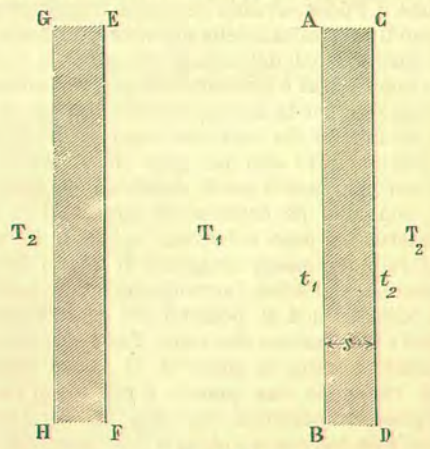


Fig. 2108.

2° *Caso.* — Trasmissione del calore fra due ambienti a temperature T_1 e T_2 separati da un muro esterno A B C D al quale è affacciato un altro muro esterno.

È il caso che si presenta nella trasmissione attraverso ai muri esterni di un edificio semplice con una sola fila di stanze.

Il muro E F G H (fig. 2108) essendo nelle medesime condizioni termiche del muro A B C D la faccia E F irradiante calore alla A B è alla temperatura di questa; allora $T' = t_1$; l'irradiazione di E F ad A B è compensata da quella di A B ad E F; onde la quantità di calore

ceduta dall'ambiente alla temperatura T_1 alla faccia A B vale semplicemente:

$$Q = a_1 F (T_1 - t_1).$$

Ammesse le stesse condizioni per la faccia esterna C D del muro considerato nel caso precedente, la quantità di calore ceduta all'esterno vale:

$$Q = (a_2 + i_2) F (t_2 - T_2).$$

Quella trasmessa da una faccia all'altra del muro essendo:

$$Q = h F \frac{t_1 - t_2}{s}$$

si ricava

$$Q = \frac{F (T_1 - T_2)}{\frac{1}{a_1} + \frac{s}{h} + \frac{1}{a_2 + i_2}}$$

che differisce dalla formola trovata nel caso precedente solo perchè in essa il coefficiente di conduttività esterna per la faccia interna è uguale al coefficiente di convezione ed indipendente da quello di irradiazione.

Ritenendo $K_1 = a_1 = 2,1$; $K_2 = 10,3$ il coefficiente di trasmissione sarà per un muro di mattoni:

$$A = \frac{1}{\frac{1}{2,1} + \frac{1}{10,3} + \frac{s}{0,7}} = \frac{0,7}{0,4 + s}$$

e per

$s = 0,50;\ 0,60;\ 0,70;\ 0,80;\ 0,90;\ 1;\ 1,20$ m.
$A = 0,777;\ 0,7;\ 0,636;\ 0,583;\ 0,538;\ 0,5;\ 0,437.$

Vedesi che in queste condizioni il muro trasmette quanto trasmetterebbe un muro esterno affacciato ad un muro interno avente lo spessore $s + 0,20$.

Per un muro litoide

$$A = \frac{0,7}{0,4 + 0,41\, s}$$

e per

$s = 0,50;\ 0,60;\ 0,70;\ 0,80;\ 0,90;\ 1;\ 1,20$ m.
$A = 1,157;\ 1,083;\ 1,018;\ 0,961;\ 0,910;\ 0,864;\ 0,784.$

3° *Caso.* — Di un muro interno affacciato ad un muro esterno.

In esso sulla faccia esterna, non avendosi nè pioggia nè vento, si farà:

$$K_1 = a_1 + i_1 = 2,1 + 3,7 = 5,8$$
$$K_2 = a_2 + i_2 = 2,1 + 3,7 = 5,8$$

onde

$$A = \frac{1}{\frac{2}{5,8} + \frac{s}{h}}$$

per un muro in laterizi

$$A = \frac{0,7}{0,24 + s}$$

e per un muro in pietra

$$A = \frac{0,7}{0,24 + 0,41\, s}.$$

4° *Caso.* — Di un muro interno a fronte di uno pure interno.

Si verifica nella trasmissione attraverso ai tramezzi ecc. e sarà in esso $T'_1 = t_1$ $T'_2 = t_2$ onde:

$$Q = a_1 F (T_1 - t_1)$$
$$Q = a_2 F (t_2 - T_2)$$
$$A = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{s}{h} + \frac{1}{a_2}}$$

onde

$$K_1 = a_1 = 2,1$$
$$K_2 = a_2 = 2,1$$

Per un muro in mattoni:

$$A = \frac{1}{\frac{2}{2,1} + \frac{s}{0,7}} = \frac{0,7}{0,67 + s}$$

e pel muro litoide

$$A = \frac{0,7}{0,67 + 0,41\, s}.$$

5° *Caso.* — Trasmissione del calore attraverso ad una parete doppia.

Siano A B C D, E F G H (fig. 2109) due pareti a faccie piane e parallele separanti i due ambienti a temperature T_1 e T_2 e comprendenti fra loro uno strato di aria stagnante. Supponendo, come succede nei casi più frequenti della pratica, che le due faccie poste di fronte C D ed E F siano in identiche condizioni, la quantità di calore trasmessa in un'ora dall'area F della faccia C D sarà:

$$Q = a F (t_2 - T) + i F (t_2 - t_3) \qquad (1)$$

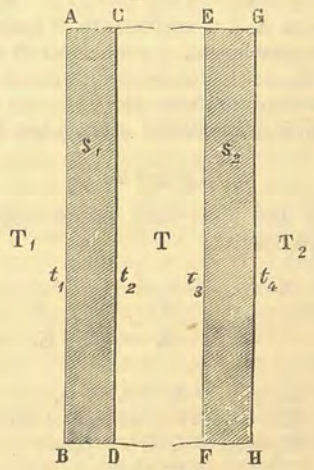


Fig. 2109.

se con a ed i s'indicano i coefficienti di convezione e di irradiazione, con T la temperatura dell'aria interposta, con t_2 e t_3 le temperature delle faccie C D ed E F e si osserva che l'irradiazione ha luogo fra esse.

Analogamente la quantità di calore ricevuta in un'ora dall'area F della faccia E F vale:

$$Q = a F (T - t_3) + i F (t_2 - t_3) \qquad (2)$$

se si osserva che nel regime le due quantità di calore sono fra loro uguali risulta

$$t_2 - T = T - t_3$$

ossia

$$T = \frac{t_2 + t_3}{2}$$

ed anche $t_2 - t_3 = 2 (t_2 - T) = 2 (T - t_3)$

onde la (1) e la (2) si possono scrivere:

$$Q = (a + 2i) F (t_2 - T) = K F (t_2 - T)$$
$$Q = (a + 2i) F (T - t_3) = K F (T - t_3)$$

ponendo $K = a + 2i$.

Posto ciò, osservando che nel regime le quantità di calore ricevute o cedute dalle faccie e quelle trasmesse dalle pareti sono fra loro uguali, contrassegnando cogli indici 1 e 2 le grandezze relative alla prima ed alla seconda parete, si ottengono le equazioni:

$$Q = K_1 F (T_1 - t_1)$$

$$Q = \frac{h_1 F (t_1 - t_2)}{s_1}$$

$$Q = K F (t_2 - T)$$

$$Q = K F (T - t_3)$$

$$Q = \frac{h_2 F (t_3 - t_4)}{s_2}$$

$$Q = K_2 F (t_4 - T_2).$$

Da queste eliminando le temperature generalmente incognite delle faccie e la T si ricava:

$$Q = \frac{F (T_1 - T_2)}{\frac{1}{K_1} + \frac{s_1}{h_1} + \frac{2}{K} + \frac{s_2}{h_2} + \frac{1}{K_2}}$$

ossia: $$Q = A F (T_1 - T_2)$$

ove $$A = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{s_1}{h_1} + \frac{2}{K} + \frac{s_2}{h_2} + \frac{1}{K_2}}.$$

La grandezza A è il coefficiente di trasmissione pel muro doppio considerato. I coefficienti di conduttività esterna K_1 e K_2 per le due faccie esterne si calcolano in base alle osservazioni fatte per un muro semplice; il coefficiente K di conduttività esterna per le faccie interne vale:

$$K = a + 2i.$$

Nel caso di due muri della stessa sostanza e dello stesso spessore, risulta:

$$A = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{2}{K} + \frac{2s}{h} + \frac{1}{K_2}}$$

e ritenendo:

$$K_1 = a_1 + i_1 = 2,1 + 3,7$$
$$K = a + 2i = 2,1 + 2 \times 3,7$$
$$K_2 = a_2 + i_2 = 5 + 5,3.$$

si ha:

$$A = \frac{1}{0,479 + \frac{2s}{h}}$$

onde se i muri sono di mattoni, per cui $h = 0,7$:

$$A = \frac{0,7}{0,33 + 2s}.$$

Se $s = 0,50;\ 0,60;\ 0,70;\ 0,80;\ 0,90;\ 1;\ 1,20$
$A = 0,53;\ 0,46;\ 0,40;\ 0,36;\ 0,33;\ 0,30;\ 0,26.$

Il metodo di calcolo indicato vale evidentemente per una parete costituita da quanti muri si vogliano separati l'un dall'altro da strati di aria. Il coefficiente di trasmissione per una parete multipla si può in generale indicare con:

$$A = \frac{1}{\Sigma \frac{1}{K} + \Sigma \frac{s}{h}}.$$

Se le varie pareti sono addossate l'una all'altra sicchè non esistano gli strati di aria interni il coefficiente di trasmissione sarà:

$$A = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \Sigma \frac{s}{h}}.$$

Così per un soffitto costituito da voltine in mattoni con ammattonato sovrastante ritenendo:

Per le voltine	$s = 0,15$ m.	$h = 0,7$
Per l'ammattonato	$s = 0,03$ m.	$h = 0,7$
E pel riempimento	$s = 0,08$ m.	$h = 0,1$ (1)

$$i_1 = 3,7 \qquad a_1 = 2,1$$
$$i_2 = 3,7 \qquad a_2 = 5$$

si ha:

$$A = \frac{1}{\frac{1}{5,8} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,7} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,08}{0,1}}$$

$$A = 0,74.$$

Se si aggiunge uno strato di legno la trasmissione diminuisce. Così per uno strato di legno dello spessore di m. 0,03 ritenendo $h = 0,1$ il coefficiente di trasmissione si riduce a 0,607.

Pavimenti. — Quando il pavimento è sul terrapieno, secondo il Grassi (op. citata), si può ritenere che dopo un riscaldamento di 16 ore la profondità a cui si è trasmesso calore sia di m. 1,25 in un terreno di roccia calcare di conduttività uguale a 2; e di m. 0,50 in un terreno di tufo o di terra ordinaria di conduttività 0,3.

Il coefficiente di trasmissione per il pavimento si calcola colla:

$$A = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \Sigma \frac{s}{h}}$$

nella somma tenendo conto del termine che si riferisce ad uno spessore di suolo compreso fra 0,50 e 1,25.

Così ad esempio per un pavimento formato con:

Ammattonato	$s = 0,03$	$h = 0,6$
Letto di calcinacci . .	$s = 0,08$	$h = 0,16$
Suolo calcare compatto	$s = 1,25$	$h = 2$

si ha:

$$A = 0,77.$$

Tetto. — Se il tetto è chiuso costituisce col soffitto dell'ultimo piano una parete doppia con aria interposta. Se è aperto l'aria sottostante ha sensibilmente la temperatura dell'esterna e sebbene esso costituisca un riparo alla trasmissione, in un progetto per riscaldamento converrà considerare il soffitto come scoperto.

Trasmissione del calore attraverso ai vetri. — La formola $Q = A F (T_1 - T_2)$ trovata per una lastra a faccie piane e parallele si applica ai vetri che, come si è detto, si possono ritenere atermani od opachi pel calore oscuro. Pel piccolo spessore che hanno in generale le lastre dei vetri ordinarii nell'espressione del coefficiente di trasmissione:

$$A = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{s}{h} + \frac{1}{K_2}}$$

il termine $\frac{s}{h}$ è trascurabile a fronte della somma degli altri due.

Quindi per un vetro semplice si ha:

$$A_V = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}}$$

(1) Questo valore di h pel riempimento è dato dal GRASSI, *Fisica applicata*, 2a ed., pag. 82.

e per un vetro doppio

$$A_w = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{2}{K} + \frac{1}{K_2}}.$$

Nella determinazione numerica dei coefficienti di conduttività esterna converrà assumere per coefficiente di convezione per la faccia interna $a_1 = 2{,}1$ e per la faccia esterna $a_2 = 5$; ed in quanto al coefficiente di irradiazione si dovrà ammettere, per essere nelle condizioni di maggior trasmissione, che la faccia esterna sia sempre coperta da un velo di acqua sicchè $i_2 = 5{,}3$ e che la faccia interna possa o no essere bagnata sicchè per essa convenga assumere a seconda del caso $i_1 = 2{,}9$ od $i_1 = 5{,}3$; si avrà così pel vetro asciutto sulla faccia interna:

$$A = \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{10{,}3}} = 3{,}36$$

e per un vetro bagnato sulle due faccie

$$A = \frac{1}{\frac{1}{7{,}4} + \frac{1}{10{,}3}} = 4{,}31.$$

Nei calcoli si può anche aumentare il valore così trovato per tenere conto dell'influenza del vento ed adottare per un vetro semplice $A = 5$.

Per un vetro doppio, ammettendo che le due faccie interna ed esterna siano ricoperte da un velo d'acqua, si dovranno però considerare come asciutte le due faccie che si guardano poichè nello spazio fra esse compreso nè arriva la pioggia nè si condensa vapore; si avrà quindi dalla formola per le pareti doppie trascurando i termini relativi alla conduttività interna in causa dello spessore sempre piccolo delle lastre:

$$A_w = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{2}{K} + \frac{1}{K_2}}$$

ove:

$$K_1 = a_1 + i_1 = 2{,}1 + 5{,}3 = 7{,}4$$

$$K = a + 2i = 2{,}1 + 5{,}8 = 7{,}9$$

$$K_2 = a_2 + i_2 = 5 + 5{,}3 = 10{,}3$$

onde $A_w = 2$ circa.

Se attraverso ai muri e ai vetri si perde calore dai locali, in questi si hanno fonti speciali di esso indipendentemente dagli apparecchi di riscaldamento, le quali concorrono con questi a mantenere la temperatura interna superiore all'esterna. Le quantità di calore da queste fonti somministrate all'ambiente si devono evidentemente dedurre da quelle che si perdono per trasmissione, onde all'apparecchio scaldante spetta solo produrne una quantità uguale alla differenza fra le due.

In un locale di abitazione sono fonti di calore le persone che risiedono in esso ed i lumi che vi si mantengono accesi.

Calore prodotto dalle persone. — Sotto il punto di vista fisico e meccanico l'organismo umano, come quello di tutti gli esseri viventi, si può assimilare ad un focolare; in esso colla respirazione si introduce ossigeno che combinandosi col carbonio e coll'idrogeno dei tessuti ne produce la combustione la quale è accompagnata da sviluppo di calore. È questa quantità di calore che serve a compensare le perdite per irradiazione, per contatto col mezzo ambiente, per la traspirazione, ed a mantenere, come dimostra l'esperienza, sensibilmente costante la temperatura del corpo malgrado le variazioni esterne. Sono conosciute le quantità di calore che si svolgono nella combustione dell'unità di peso del carbonio e dell'idrogeno: se si misurano le quantità di anidride carbonica e di acqua prodotta da un animale e se ne calcola la quantità di calore corrispondente e poi si paragona questa con quella dedotta direttamente facendo soggiornare l'animale in seno ad un calorimetro, dal confronto dei risultati si ha una prova dell'esattezza del paragone che si fa assimilando alle combustioni ordinarie i fenomeni che si compiono nell'organismo cogli atti della respirazione. In quest'ordine di idee sperimentò già il Lavoisier il quale fin dal 1789 conchiuse che « la respirazione non è che una combustione lenta del carbonio e dell'idrogeno simile a quella che ha luogo in una lampada accesa; che sotto questo punto di vista gli animali che respirano sono veri corpi combustibili che bruciano e si consumano; che la macchina animale è governata da tre regolatori principali; la *respirazione* che consuma carbonio ed idrogeno e produce calore; la *traspirazione* che aumenta o diminuisce a seconda che è necessario esportare più o meno calore, la *digestione* che rende al sangue ciò che perde per la respirazione e per la traspirazione » (1).

Le idee del Lavoisier in parte modificate dal Lagrange che ammise che nel polmone vi è un semplice scambio di gas fra l'atmosfera che cede ossigeno ed il sangue che emette anidride carbonica, e che l'ossigeno assorbito e trascinato nella circolazione reagisce sui materiali del sangue nei vasi capillari producendo acqua ed anidride carbonica, servirono di guida ai lavori di Spallanzani, Berthollet, Edwardz, Magnus, sui modi in cui avviene nell'organismo lo scambio dei gas ed a quelli di Dulong (1822) e Despretz sulla quantità di calore che si produce nei fenomeni fisico-chimici della respirazione; di Regnault sul peso di ossigeno consumato in un dato tempo, di Boussingault nella determinazione in ogni caso particolare per qual parte l'ossigeno assorbito contribuisce alla formazione dei diversi prodotti eliminati dalle superficie respiratorie, e più recentemente a quelli di Voit Pettenkofer e dei fisiologi moderni. Dalle determinazioni numeriche delle quantità di anidride carbonica e di vapore acqueo prodotte si deducono, partendo dai poteri calorifici noti del carbonio e dell'idrogeno, i numeri di calorie svolte in media in un'ora da una persona.

Nel 1843 Andral e Gavarret in Francia pubblicarono una serie numerosa di esperienze relative alla quantità di anidride carbonica emessa nella respirazione da persone varie per età, sesso, costituzione fisica. Essi sperimentarono su trentasette uomini dagli otto anni fino a uno di centodue anni, e su ventisei donne da dieci a ottantadue anni (2). Adattata al volto della persona su cui sperimentavano una maschera, l'aria esterna arrivava da un tubo alle labbra ed alle narici ed i prodotti della espirazione venivano mandati in apparecchi analizzatori. Le cose erano disposte per modo che i movimenti respiratorii si potevano fare colla calma e colla regolarità con cui essi avvengono nelle condizioni ordinarie; un medesimo individuo veniva sottoposto più volte in giorni diversi all'osservazione. Dalle loro esperienze ricaviamo i seguenti numeri:

(1) Gavarret, *De la chaleur produite par les êtres vivants*, pag. 179 e 283.

(2) Op. cit., pag. 342. *Annales de chimie et de physique*, 3ª serie, t. VIII, pag. 129.

Età (anni)	Grammi di carbonio consumati all'ora
8	5
15	8,7
16,5	10,2
28	12,4
50	10,7
59	10
68	9,6
102	5,9

Risulta pure dalle esperienze di Andral e Gavarret una differenza nell'esalazione polmonare dell'anidride carbonica secondo il sesso e l'età e si può in media adottare col Roster (*Aria atmosferica*, pag. 310) il seguente prospetto:

ETÀ	Uomini		Donne	
	Carbonio consumato in un'ora	Anidride carbonica esalata in un'ora	Carbonio consumato in un'ora	Anidride carbonica esalata in un'ora
	gr.	litri	gr.	litri
Da 8 a 15 anni	7,42	13,57	6,40	11,71
» 15 a 20 »	10,76	19,68	6,65	12,17
» 20 a 30 »	12,15	22,23	6,33	11,58
» 30 a 40 »	11	20,13	7	14.30
» 40 a 50 »	10,53	19,27	8,08	14,77
» 50 a 60 »	10,07	18,43	7,30	13,36
» 60 a 70 »	10,23	18,72	6,85	12,53

Numeri poco diversi da questi, in generale un po' minori, si hanno dalle esperienze di Scharling a Copenaghen pubblicate nel 1843 negli *Annales de chimie et de physique*.

Con questi numeri riesce possibile determinare la quantità di calore corrispondente alle varie persone. Basta ricordare che secondo Favre e Silbermann i poteri calorifici del carbonio e dell'idrogeno sono rispettivamente 8080 e 34462 e che l'ossigeno che si ha nell'anidride carbonica non è, secondo Barral, che gli 86 % di quello inspirato, onde 0,14 di questo si combina coll'idrogeno formando acqua. Ritenendo il medio valore del carbonio consumato nella respirazione dell'uomo sano da quindici a sessant'anni all'incirca di 11 grammi all'ora, le calorìe corrispondenti risultano $8{,}080 \times 11 = 88{,}88$; il peso di ossigeno che si combina con 11 gr. di carbonio per formare anidride carbonica essendo $11 \times \frac{8}{3} = 29{,}3$ gr., l'ossigeno inspirato riesce uguale a $29{,}3 \times \frac{100}{86} = 34{,}1$ gr. circa, quello combinatosi coll'idrogeno $34{,}1 \times 0{,}14 = 4{,}77$ gr. e $\frac{4{,}77}{8} \times 34{,}462 = 20{,}54$ le calorìe prodotte nella combustione dell'idrogeno. Onde la quantità di calore svolta in un'ora risulta di circa 110 calorìe.

Partendo dalle nozioni fondamentali di termodinamica, dalla correlazione cioè fra calore e lavoro, G. A. Hirn, considerando l'organismo umano come una sorgente di calore e ad un tempo come un motore, fece una serie di esperienze relative alla determinazione della quantità di calore svolta da una persona sia quando essa sta a riposo, sia quando fa un lavoro meccanico. Nei due casi egli misurava direttamente il peso di ossigeno assorbito ed il calore svolto dalla persona in un dato tempo (1).

La persona soggetta all'esperienza, pesata coll'approssimazione di un grammo, entrava in un calorimetro costituito da un camerino fatto con tavole di abete, della capacità di circa quattro metri cubi e munito di vetrate. Ad una estremità vi era una sedia su cui la persona stava seduta durante l'esperienza riferentesi al riposo; all'altra estremità eravi una grande ruota a palette il cui asse usciva dal camerino in un cuscinetto e riceveva da un motore apposito un movimento regolare in un senso o nell'altro, e la persona durante l'esperienza relativa al lavoro camminava sulle palette della ruota alzandosi od abbassandosi virtualmente colla velocità della ruota. Contando il numero dei giri si conosceva l'altezza a cui s'era alzato od abbassato il peso della persona e quindi il lavoro fatto. Due tubi di gomma muniti di valvole e che si tenevano alla bocca servivano l'uno a somministrare l'aria necessaria alla respirazione, proveniente quest'aria da un gasometro, l'altro a mandare i prodotti della respirazione in un secondo gasometro; sia la prima che i secondi erano analizzati con cura. Il camerino era posto in un ambiente a temperatura sensibilmente costante; dei termometri sensibili posti all'interno ed all'esterno ne manifestavano le variazioni; si aspettava che i termometri interni fossero stazionari per incominciare le misure. È chiaro che quando i termometri interni cessavano di salire era segno che il calore trasmesso all'esterno dalle pareti della cameretta era uguale a quello ceduto loro dalla persona. Per determinare queste perdite l'Hirn teneva preventivamente acceso nell'interno della cameretta un becco ad idrogeno e ne misurava la quantità consumata in un dato tempo a partire dal momento in cui la temperatura nell'interno si conservava stazionaria. Aveva così dal peso di idrogeno consumato il numero di calorìe da prodursi nell'unità di tempo nella cameretta per ottenere una data differenza di temperatura fra l'aria interna e la esterna e quindi il calore che la persona doveva svolgere per mantenere la nota differenza di temperatura. Le esperienze fatte sopra una ragazza di 18 anni, un giovane di 20 e tre uomini da 35 a 42 anni, dimostrarono che ad un dipresso per ogni grammo di ossigeno assorbito si producevano calorìe 5,22 se la persona era a riposo.

In una serie di esperienze fatte sopra se stesso in condizione di riposo gli risultò un consumo di circa 50 grammi di ossigeno all'ora ed una produzione di 155 calorìe.

Nel caso in cui la persona eseguiva un lavoro cresceva, come è evidente, il consumo orario di ossigeno e con esso il calore svolto nell'organismo, ma questo calore svolto a parità di peso di ossigeno consumato riusciva minore, la differenza fra quella sviluppata nella cameretta e la corrispondente a 5 calorìe per grammo di ossigeno era proporzionale al lavoro prodotto.

Il Wolpert (*Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung*, pag. 547) osserva che il numero dato da Hirn, cioè 5,22 calorìe per ogni grammo di ossigeno consumato, ossia 5220 calorìe per chilogr., è troppo grande. Egli nota che nei suoi calcoli l'Hirn, come anche fecero altri autori, ammise per potenza calorifica dell'idrogeno 34462 e non 29062 a cui essa si riduce tenendo

(1) G. A. Hirn, *Théorie mécanique de la chaleur*, tome I, pag. 27-53. *Conséquences phylosophiques et métaphysique de la thermodynamique*, pag. 30, deuxième esquisse.

calcolo del calore esportato dal vapore acqueo non condensato in liquido. Riduce perciò dapprima quel numero di calorie a $5200 \times \frac{29062}{34462}$ ossia a 4400; oltre a ciò osservando che secondo le esperienze di Voit e di Pettenkofer dall'uomo in riposo nelle 12 ore del giorno si assorbono i $\frac{33}{100}$ e nelle rimanenti 12 ore della notte i $\frac{67}{100}$ di tutto l'ossigeno assorbito nelle 24 ore, mentre che l'eliminazione dell'anidride carbonica si mantiene ad un dipresso invariata, stima corrispondere ad un chilogrammo di ossigeno assorbito nella respirazione calorie

$$4400 \times 0{,}75 = 3300.$$

Ricavando poi dalle ricerche di Andral e Gavarret e da quelle di Valentin i pesi di ossigeno assorbiti in un'ora dà la tabella seguente:

Assorbimento di ossigeno e calore svolto in un'ora da una persona in riposo.

Età dell'individuo	Peso medio del corpo in chilogrammi	Ossigeno assorbito		Calorie corrispondenti all'ora
		in 24 ore	in 1 ora	
anni		gr.	gr.	
8	22, 26	374, 704	15, 613	52
15	46, 41	651, 984	27, 166	90
18 a 20	61, 26 a 60, 5	854, 324	35, 599	117
20 a 40	65 a 68, 8	914, 280	38, 094	125
40 a 60	68, 8 a 65, 5	756, 888	31, 537	104
60 a 80	65, 5 a 61, 2	689, 448	28, 727	95

notando però che le quantità di calore svolte in un'ora possono in alcuni casi a seconda delle condizioni e del peso delle persone essere maggiori di 125.

Noi ritenendo una produzione oraria media di 40 gr. di anidride carbonica per un uomo maschio sano e robusto dell'età dai 20 ai 50 anni e di 130 calorie all'ora, stimiamo proporzionalmente all'anidride carbonica prodotta il calore svolto dalle donne e dai ragazzi, onde ammettiamo che da una donna dai 20 ai 60 anni circa e da un ragazzo fra i 10 e i 16 si producano in un'ora calorie $130 \times \frac{26}{40} = 84{,}5$ e da una ragazza $130 \times \frac{22}{40} = 71{,}50$, e che allorquando si tratti di un pubblico misto di uomini, donne, ragazzi, si possa in media assegnare ad ogni persona una produzione di 100 calorie all'ora.

Calore svolto dai lumi. – L'illuminazione dei locali si fa generalmente con lampade ad olio, a petrolio, con candele steariche, con becchi a gas e lampade elettriche.

Conoscendo il consumo orario di olio e petrolio si ha tosto la quantità di calore prodotta ritenendo il rispettivo potere calorifico, cioè il numero di calorie che si svolgono nella combustione di un chilogramma di queste sostanze, uguale all'incirca per l'olio di ulive a 9862, pel petrolio a 11000.

Analogamente da una candela stearica che consumi 11 grammi di stearina all'ora essendo 9716 il potere calorifico dell'acido stearico si hanno all'ora

$$9716 \times 0{,}011 = 107 \text{ calorie}$$

numero poco diverso da quello svolto da una persona.

In quanto al gas illuminante la composizione e quindi il potere calorifico varia a seconda del modo di fabbricazione e della specie del litantrace da cui si è ricavato. In media si può ritenere che il peso del m^3 varia da 0,5 a 0,7 Kg. e che il potere calorifico è uguale all'incirca a 11000, onde per ogni litro di gas si producono in media calorie $11000 \times 0{,}0006 = 6{,}6$. Se n è il titolo di un becco a gas, ossia il numero di litri che in esso si consumano all'ora ed n^1 il numero dei becchi che si tengono accesi nel locale, le calorie somministrate in ogni ora saranno $6{,}6\, n\, n^1$ (1).

Il calore prodotto nell'illuminazione con lampade elettriche si deduce dalla energia che si spende in esse. Se E è la differenza di potenziale in volt occorrente ai morsetti della lampada, i l'intensità della corrente che la attraversa in ampère, l'energia che in essa si consuma è Ei watt.

Il numero di chilogrammetri all'ora corrispondente è

$$\frac{Ei}{9{,}81} \times 3600$$

e le calorie ad essi equivalenti

$$\frac{Ei}{9{,}81} \times \frac{3600}{425}.$$

Per lampade ad arco voltaico a corrente continua la differenza di potenziale ai due carboni si può ritenere espressa dalla formola empirica $E = 39 + 2\,l$, ove l è la lunghezza dell'arco in millimetri. Nei casi ordinari essa è tra 45 e 50 volt. L'intensità della corrente per lampade per sale, teatri, varia da 4 a 12 ampère. Per lampade ad arco voltaico a corrente alternativa la differenza di potenziale è solo di circa 35 volt; ma l'intensità della corrente è per una medesima quantità di luce proporzionalmente più grande.

Per le lampade ad incandescenza poi occorrono da 2,5 a 5 watt per candela (2).

Premesse queste considerazioni generali intorno alle quantità di calore che si trasmettono dai locali e che in essi si producono, riesce semplice la determinazione della potenza degli apparecchi riscaldanti ed in base ad essa quella delle loro dimensioni. Tale calcolo deve farsi con criteri diversi a seconda delle condizioni nelle quali si effettua il riscaldamento. Alcuni locali, come le sale di un ospedale, le celle di un penitenziario, certi appartamenti signorili, le camere di grandi alberghi e simili sono abitati ad un dipresso sempre dallo stesso numero di persone, in essi il riscaldamento deve mantenersi senza interruzione costante giorno e notte, onde per sopperire alle perdite di calore devono essere anche in attività continua gli apparecchi riscaldanti. Altri locali invece sono destinati ad essere occupati solamente per alcuni giorni o solo per alcune ore della giornata; si riscaldano quindi ad intermittenza, a periodi di attività degli apparecchi succedono periodi di riposo più o meno lunghi. Nella determinazione della quantità di calore da prodursi si deve distinguere il caso del riscaldamento continuo da quello del riscaldamento intermittente.

Riscaldamento continuo. – In un locale inizialmente freddo mandando calore cresce col tempo la temperatura dell'aria e delle pareti che lo circondano e che trasmettono all'esterno, ma arriva un istante dal quale in poi tanto calore si manda nel locale, altrettanto ne

(1) Il titolo di un becco a gas varia a seconda della forma e del potere rischiarante. Così nel becco a gas che dà la quantità di luce uguale ad 1 carcel si consumano all'incirca 105 litri di gas all'ora.

Il becco a ventaglio consuma da	. . . .	100 a 200 litri all'ora
» intensivo Marin Goesler da	. . .	800 a 1500 »
» » sferoidale Bengel da	. .	700 a 750 »
» » Siemens a rigeneratore da		300 a 1000 »

(PERSONALI, articolo *Gas luce*).

(2) HOSPITALIER, *Formulaire de l'Électricien*.

esce esportato dall'aria di ventilazione e trasmesso dalle pareti. Raggiunta questa condizione di eguaglianza fra la quantità di calore ricevuta e quella perduta il locale è a regime e gli apparecchi di riscaldamento devono in ogni ora somministrare la quantità necessaria a conservare il regime. Questa quantità è la differenza fra la somma di quella che esce coll'aria di ventilazione con quella trasmessa dai muri e dai vetri, e la somma di quelle prodotte pure in ogni ora dalle persone e dai lumi.

Il volume di aria che in ogni ora si deve introdurre ed estrarre dal locale è diverso a seconda delle condizioni del locale stesso e si deve in ogni caso determinare in base alle norme da seguirsi per una buona ventilazione. Rimandando all'articolo VENTILAZIONE le regole per la determinazione di esso, indicandolo con V e ricordando che a 0^0 e 760 mm. di pressione un metro cubo di aria pesa Kg. 1,293 e che il calore specifico dell'aria a pressione costante è 0,237; se T_1 e T_2 sono le temperature interna ed esterna la quantità di calore da esso esportata all'ora è calorìe $q_1 = 0{,}306\,V\,(T_1 - T_2)$. Quelle trasmesse dai muri e dai vetri si calcolano rispettivamente colle formole:

$$q_2 = A_m F_m (T_1 - T_2)$$

$$q_3 = A_v F_v (T_1 - T_2)$$

dove con A si indicano i coefficienti di trasmissione determinabili nei singoli casi colle formole date precedentemente e con F le superficie di trasmissione. Nelle somme q_2 e q_3 figurano tanti termini quante sono le pareti trasmittenti calore. Chiamando poi q_4 e q_5 le calorìe svolte in un'ora dalle persone e dai lumi, il numero Q di calorìe che nel riscaldamento continuo l'apparecchio riscaldante deve mandare nel locale durante il regime è

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 - q_4 - q_5.$$

Se per la temperatura esterna T_2 si adotta un valore uguale alla minima temperatura invernale della località, le dimensioni riescono determinate per modo che gli apparecchi risultano sufficienti al riscaldamento anche per freddi eccezionali. Il valore che si calcola del consumo orario di combustibile risulta pure massimo e in base a questo si possono fissare le dimensioni della graticola del focolare, del camino, ecc. Ponendo invece per T_2 il valore medio della temperatura invernale si ottiene la media quantità di calore oraria che l'apparecchio deve somministrare; in base ad essa, noto il coefficiente di rendimento dell'apparecchio, si deduce la spesa media normale del riscaldamento.

Riscaldamento intermittente. — Il regime nel riscaldamento di un locale è caratterizzato dall'uguaglianza fra la quantità di calore somministrata in ogni ora e quella perduta all'esterno: durante esso le temperature sono costanti. Nel tempo che trascorre fra l'istante in cui si comincia a mandare calore e quello in cui il regime si stabilisce, quell'uguaglianza non sussiste inquantochè del calore dato solo una parte si trasmette all'esterno dai muri e dai vetri, o esce coll'aria di ventilazione, mentre una parte è impiegata nel riscaldamento delle pareti, dei mobili, degli oggetti che sono nel locale. Nel riscaldamento continuo il regime si stabilisce al principio dell'inverno e nel calcolo della potenza degli apparecchi scaldanti e del consumo di combustibile non occorre tener conto del calore speso nel produrlo.

Quando invece il riscaldamento è intermittente nel calcolo degli apparecchi riscaldanti è necessario aver riguardo alla quantità di calore che è assorbita dai muri e che rimane in essi immagazzinata. Ed invero l'impressione di caldo e di freddo che si prova entrando in un locale dipende non solamente dalla temperatura dell'aria che a contatto del nostro corpo più caldo di essa prende calore, ma in modo speciale dipende dalla temperatura dei muri, dei vetri ed in genere dei corpi solidi e liquidi che sono nell'ambiente verso i quali il corpo nostro irradia calore e che irradiano verso di esso. Sta in ciò la causa di quella sensazione speciale di freddo che si prova in vicinanza di una vetrata quand'anche le chiusure siano perfette sicchè non abbia luogo una corrente diretta d'aria fredda dall'esterno all'interno, in questo caso l'irradiazione del nostro corpo verso i vetri non è compensata da quella dei vetri verso noi. È del resto notissimo il fatto che si sente freddo in uno spazio in cui l'aria è calda e sono fredde le pareti, o viceversa si sente caldo ove l'aria può essere fredda solo perchè si è in prossimità di solidi caldi irradianti calore. Nelle escursioni in montagna occorre spesso provare una viva impressione di caldo pur essendo l'aria a temperatura molto bassa solo perchè si è in vicinanza di roccie state sferzate dal sole. E alle sensazioni nostre s'accordano in genere le indicazioni del termometro con cui si stimano le temperature; esse dipendono e dal calore che il termometro riceve per contatto dall'aria e da quello che riceve per irradiazione dai corpi in sua presenza. Di qui l'avvertenza necessaria, quando si vogliono giudicare dalle indicazioni del termometro le condizioni termiche di un locale, di collocarlo in posizione conveniente: esso non deve essere nè esposto ad una finestra nè attaccato ad un muro di fronte ad una stufa od a un condotto dell'aria calda; conviene inoltre collocarlo ad un'altezza fra m. 1,50 e 1,60 dal suolo. Quando poi occorra avere la temperatura dell'aria sarà bene appenderlo verso il mezzo del locale e proteggerlo dall'irradiazione coprendone il serbatojo con una laminetta metallica lucida e se questa temperatura dell'aria si deve stimare con precisione, per proteggere il termometro dall'irradiazione può tornar utile l'appenderlo entro un tubo di lastra metallica sottile aperto ai due capi colle precauzioni indicate dal Joule (V. Ferrini, *Tecnologia del calore*, pag. 10, § 8.

Ciò premesso consideriamo un locale di abitazione e supponiamo che se ne faccia il riscaldamento con un apparecchio che funzioni ad intermittenze sicchè a dati intervalli di tempo in cui è in attività succedano intervalli di riposo. Quando si avvia il riscaldamento, del calore mandato nel locale, come si è detto, parte può essere esportato dall'aria di ventilazione, parte si trasmette all'esterno attraverso ai vetri e parte è assorbito dai muri e dagli oggetti che sono nel locale. Col procedere del tempo scaldandosi i muri quando la loro faccia esterna sarà più calda dell'aria atmosferica essi trasmetteranno calore all'esterno e se il riscaldamento continuasse arriverebbe un istante dal quale in poi tutto il calore mandato nel locale si trasmetterebbe all'esterno e si sarebbe raggiunta quella condizione nella trasmissione che abbiamo detto di regime. Ma molto prima che questo sia ottenuto si sospende l'invio di calore al locale. La trasmissione all'esterno per parte dei muri scaldatisi precedentemente continua e siccome in breve a causa del suo debole peso ridotto in acqua l'aria interna non ricevendo più calore si raffredda, così diventando la sua temperatura inferiore a quella della faccia interna del muro, questo perde calore pure da questa parte. Se la sospensione del riscaldamento durasse per un tempo molto lungo il muro perderebbe tutto il calore assorbito e si stabilirebbe in equilibrio di

temperatura coll'esterno. Ma prima che tutto il calore da esso assorbito sia disperso, incomincia un secondo periodo di riscaldamento: del calore mandato nel locale una parte si trasmette all'esterno, una parte si impiega nell'elevare la temperatura del locale ed in specie dei muri. E poichè al principio di questo secondo periodo i muri erano già ad una temperatura superiore all'esterna in causa del riscaldamento precedente, così alla fine di esso la temperatura loro sarà più alta che non alla fine del primo periodo se, come si suppone e come generalmente accade, ogni periodo di attività ha sempre ad un dipresso la stessa durata ed in esso si manda sempre la stessa quantità di calore. Cessato il riscaldamento continua la perdita di calore per parte dei muri onde la loro temperatura si abbassa, però quando poi si riprende il riscaldamento la loro media temperatura sarà più alta di quella che era al principio del riscaldamento nel periodo precedente. La serie di tali alternative di abbassamento e di innalzamento di temperatura va succedendosi col tempo ad intervalli sensibilmente uguali. Perciò la temperatura del locale va passando per una serie di valori massimi e di valori minimi, corrispondenti i primi ai periodi di lavoro, i secondi ai periodi di riposo dell'apparecchio scaldante. Questi massimi e minimi poi vanno pur essi crescendo col tempo, onde quando ad esempio si rappresentassero le temperature colle ordinate di una linea le cui ascisse corrispondano ai tempi, questa linea avrebbe forma sinuosa colle ordinate dei punti di altezza massima e con quelle dei punti di altezza minima successivamente crescenti, per guisa che la media temperatura nell'intervallo di tempo corrispondente ad un periodo di attività e ad uno di riposo è tanto più grande quanto più lungo è il tempo decorso dal principio dello scaldamento. Ma col crescere della media temperatura dei muri cresce pure il calore che essi trasmettono all'esterno, onde coll'aumentare del tempo arriverà un istante dal quale in poi il calore che essi trasmettono in un intero periodo è uguale a quello che ricevono nel tempo per cui si fa il riscaldamento. Raggiunta questa condizione di cose la media temperatura dei muri cessa di aumentare, i massimi successivi diventando tutti fra loro sensibilmente uguali e fra loro uguali i minimi successivi.

La temperatura del locale d'allora in poi diventa una funzione periodica del tempo. Quando il locale è in queste condizioni di temperatura lo si può dire in condizioni di regime *non costante ma periodico.*

Per determinare col calcolo la quantità di calore che si deve mandare nel locale quando il riscaldamento è intermittente bisognerebbe esprimere in funzione del tempo le temperature dei muri, dei pavimenti, dei soffitti, dei vetri, dell'aria e degli oggetti che sono nel locale, per poter conoscere la quantità di calore da essi perduta durante il diminuire della loro temperatura. Ora il calcolo rigoroso della quantità di calore perduta da corpi a temperatura variabile presenta difficoltà analitiche così gravi che spesso non si possono superare anche in casi più semplici di quelli di cui si tratta; quand'anche tali difficoltà si potessero vincere, le formole a cui si arriverebbe non presenterebbero poi quella semplicità che è richiesta nelle calcolazioni pratiche.

Conviene perciò in questo caso sostituire al calcolo esatto una determinazione solo approssimata la quale conduca a conseguenze tali che le dimensioni degli apparecchi dedotte in base ad esse, siano largamente sufficienti a soddisfare alle esigenze pratiche del riscaldamento. E questo si ottiene se l'errore che si commette nella determinazione della quantità oraria di calore occorrente è un errore in più, sicchè le dimensioni degli apparecchi invece che deficienti riescano maggiori di quelle strettamente necessarie (1). A tal uopo conviene considerare solo il caso più importante e più frequente della pratica, quello cioè del riscaldamento intermittente di un locale di ordinaria abitazione pel quale l'apparecchio scaldante si tiene in attività solamente per alcune ore della giornata, ed in riposo nelle rimanenti, sicchè un intero periodo ha la durata complessiva di ventiquattro ore e si compone di due fasi che si possono dire l'una di riscaldamento, l'altra di raffreddamento. Nella fase di riscaldamento la temperatura dei muri sarà minore di quella che si avrebbe se esso fosse continuo, quindi in causa della minore differenza di temperatura tra la faccia esterna del muro e l'aria, è minore la trasmissione oraria di calore. Non si farà però errore considerevole ammettendo che durante questa fase di riscaldamento la trasmissione del calore si possa calcolare come se si trattasse di un riscaldamento continuo. Una cosa analoga dicasi pei vetri. Nella fase di raffreddamento poi la perdita di calore ha luogo ad un tempo dalla faccia interna e dalla faccia esterna dei muri e dei vetri. È però non difficile prevedere che nelle dieci o dodici ore per cui dura la fase di raffreddamento la variazione della temperatura dei muri non può essere grande. Per renderci ragione di ciò paragoniamo la quantità di calore che assorbe il muro durante la fase di riscaldamento se si portasse a regime con quella ch'esso perde nel tempo per cui dura il raffreddamento. Se T_1 è la media temperatura che si vuole avere nel locale e T_2 la esterna poichè nel regime la media temperatura del muro è la media aritmetica di quella delle sue faccie, così per approssimazione si può nel caso attuale la media temperatura del muro ammettere uguale a $\frac{T_1 + T_2}{2}$, onde se inizialmente il muro era alla temperatura esterna T_2 la media elevazione di essa fu di $\frac{T_1 + T_2}{2} - T_2 = \frac{T_1 - T_2}{2}$ gradi. Lo spessore del muro sia di m. 0,60, consideriamo di esso la porzione corrispondente ad un metro quadrato di superficie: ritenendo uguale a circa 2000 Kg. il peso del m^3 di muratura, ed a 0,2 il calore specifico, il peso ridotto in acqua è

$$0{,}6 \times 2000 \times 0{,}2 = 240$$

e le calorie assorbite 120 $(T_1 - T_2)$. La quantità poi di calore che il muro in un'ora trasmette nelle condizioni del regime è di calorie $A_m (T_1 - T_2) = \frac{7}{8}(T_1 - T_2)$ ed il rapporto fra le due 139,1. Onde se la trasmissione del calore si facesse come nella condizione di regime la quantità di esso che il muro perderebbe in un'ora sarebbe solo $\frac{1}{139}$ di quella da esso assorbita durante la fase di riscaldamento. Perciò anche quando le interruzioni del riscaldamento durassero quattordici ore l'abbassamento della media temperatura dei muri supererebbe di poco $\frac{1}{10}$ della differenza fra la temperatura interna e l'esterna. La variazione poi di temperatura si fa sentire di preferenza sulla faccia interna del muro che non sull'esterna, inquantochè al cessare del riscaldamento, in causa della trasmissione attraverso ai vetri in breve la temperatura dell'aria s'abbassa al disotto di quella della faccia interna dei muri ed essa riceve

(1) Questo ragionamento è nella sostanza quello svolto dal chiarissimo prof. Galileo Ferraris nelle lezioni di Fisica tecnica.

calore da questi. Ma con ciò nella durata del periodo di riposo degli apparecchi, quale consideriamo, la media temperatura dei muri non diminuisce in modo sensibile, onde si può dire che anche nella fase di raffreddamento si può ammettere con un errore in più che i muri trasmettano in un'ora la stessa quantità di calore ch'essi cedono durante il riscaldamento. Vale a dire con un errore in più questa quantità oraria di calore trasmessa si può calcolare come se il riscaldamento si facesse in modo continuo.

In quanto ai vetri poi si deve notare che la quantità di calore che essi ricevono per irradiazione dalla parete ad essi opposta e per contatto dall'aria ambiente durante la fase di raffreddamento è minore di quella che ricevono nella fase di riscaldamento, minore per conseguenza la quantità che nell'unità di tempo essi trasmettono all'esterno. La determinazione esatta della differenza fra le due non è possibile, onde trascurando tale variazione si può anche per essi ammettere che con un errore in più la quantità di calore che per essi si trasmette nell'unità di tempo all'esterno durante il raffreddamento sia uguale a quella che trasmettono nella fase di riscaldamento: essa cioè si possa calcolare come se questo fosse continuo.

L'errore in più che con queste ipotesi si fa nel calcolo del calore trasmesso non può essere tale da condurre a dimensioni eccessive per gli apparecchi scaldanti; un attento e regolare governo di questi indicherà nel loro esercizio come si possa e si debba variare a seconda delle condizioni la somministrazione oraria di calore.

Con queste premesse riesce facile la determinazione della quantità media di calore che l'apparecchio riscaldante deve somministrare in ogni ora. Basterà per ciò scrivere che il numero Q di calorìe da somministrarsi all'ora moltiplicato pel numero che diremo θ di ore pel quale l'apparecchio si mantiene in attività, è uguale al numero di calorìe trasmesse dai muri e dai vetri in un intero periodo, ossia in 24 ore, aumentato di quello delle calorìe esportate dall'aria nelle ore che diremo θ' per cui si fa la ventilazione, diminuito di quelle svolte dalle persone nelle ore per cui esse stanno nel locale e dai lumi nel tempo in cui si mantengono accesi. Onde, chiamando rispettivamente θ'' e θ''' questi numeri di ore, si avrà $Q\theta = q_1\theta' + 24(q_2 + q_3) - q_4\theta'' - q_5\theta'''$.

In base a questa quantità oraria media di calore da prodursi si calcolerà la spesa del riscaldamento.

Le stesse considerazioni servono di guida al calcolo della quantità massima di calore che l'apparecchio deve essere capace di somministrare in un'ora ossia della sua *potenza*.

Se il locale ha tale destinazione da potersi ammettere che all'incirca debba soggiornare in esso sempre lo stesso numero di persone, che il numero dei lumi che vi si tengono accesi sia pure prossimamente sempre lo stesso sicchè le variazioni nelle quantità orarie di calore occorrenti non siano molto grandi, si può ritenere che l'apparecchio scaldante è bene proporzionato se è capace di somministrare in ogni ora il numero di calorìe calcolato colla formola precedente.

Ma se il locale da scaldare è destinato a riunioni di un grande numero di persone e se in esso si fa una ricca illuminazione può accadere che il valore della quantità oraria di calore calcolato coll'espressione precedente riesca nullo o negativo. Questo fatto può presentarsi per un teatro, per una sala d'assemblea o per feste, per anfiteatri, scuole e simili. In questi casi il calore emesso dalle persone e dai lumi non solo è sufficiente a compensare le perdite ma può essere tale da richiedere che durante la permanenza delle persone si provveda in un con una ventilazione più energica ad un rinfrescamento dell'ambiente. L'apparecchio riscaldante in questi casi dev'essere calcolato e proporzionato con altro criterio; esso non deve cooperare al riscaldamento nel tempo in cui il locale è occupato, ma deve essere in grado di portare in un numero determinato di ore l'ambiente ad una temperatura conven ente prima che in esso entrino le persone. Nel tempo compreso fra l'istante in cui si attiva l'apparecchio scaldante fino a quello in cui entrano le persone esso deve mandare nel locale in ogni ora un numero di calorìe tali che moltiplicato pel numero delle ore dia un prodotto uguale alla quantità di calore che si trasmette dai muri e dai vetri ed è esportata dall'aria di ventilazione nel tempo in cui nel locale non vi sono le persone. Chiamando θ il numero di ore di attività dell'apparecchio scaldante, θ' quello compreso fra l'istante in cui le persone escono dal locale fino a quello in cui si incomincia il riscaldamento e θ'' il numero delle ore per cui si può fare la ventilazione senza che vi siano le persone nel locale, la quantità di calore da prodursi nelle θ ore sarà: $q_1\theta'' + (q_2 + q_3)(\theta + \theta')$.

Dicendo Q' il numero di calorìe che in ogni ora l'apparecchio deve produrre e ricordando che in questo funzionamento intermittente una parte del calore prodotto, circa $\frac{1}{3}$, non è utilizzato nel riscaldamento ma sta a scaldare l'apparecchio stesso, si porrà l'uguaglianza:

$$\frac{2}{3}Q'\theta = q_1\theta'' + (q_2 + q_3)(\theta + \theta')$$

si può poi notare che in generale sarà $\theta'' = \theta$.

Nei calcoli di massima si suole ammettere dai pratici che nel caso di un riscaldamento intermittente la quantità di calore che in ogni ora l'apparecchio scaldante deve produrre debba essere quella che dovrebbe dare in un riscaldamento continuo moltiplicata per 1,2 o per 1,5. Se questa regola può in qualche caso aver applicazione non può evidentemente essere di uso generale. Nel caso infatti di un locale nel quale abbiano a radunarsi molte persone la quantità di calore calcolata con essa può riuscire nulla o negativa.

Così pure si sogliono dai pratici proporzionare gli apparecchi riscaldanti in base alla capacità degli ambienti da scaldare ritenendo che nel riscaldamento continuo occorrano da 12 a 16 calorìe all'ora per ogni metro cubo di capacità del locale e nell'intermittente da 15 a 24. Anche questa regola della pratica, se nei casi delle forme comuni degli edifizi da scaldare può essere accettabile, può spesso condurre ad errori inquantochè non è dalla capacità degli ambienti che dipende il numero di calorìe da prodursi all'ora, ma sì dalla superficie delle pareti trasmittenti calore, dal numero delle persone che in quelli si raccolgono, dai lumi, dall'abbondanza della ventilazione, in una parola dalla destinazione speciale dei locali.

La conoscenza del numero di calorìe necessarie in ogni ora al riscaldamento costituisce il dato principale per la determinazione del peso di combustibile da consumarsi all'ora e quindi della spesa del riscaldamento. Se K è il potere calorifico del combustibile ossia la quantità di calore che si ottiene dalla combustione di un chilogramma, ε il coefficiente di rendimento dell'apparecchio e Π il peso orario richiesto, le calorìe ottenibili all'ora sono $\varepsilon K\Pi$, quindi la uguaglianza

$$\varepsilon K\Pi = Q \text{ da cui } \Pi = \frac{Q}{\varepsilon K}.$$

La determinazione del potere calorifico di un combustibile è una fra le principali a farsi per la scelta di questo; senza descrivere i procedimenti ai quali si ricorre per essa conviene notare che pei combustibili solidi naturali la quantità di calore ottenibile nella combustione dell'unità di peso dipende non solo dalla loro natura ma specialmente dal grado loro di umidità e per gli artificiali dal modo di preparazione e di depurazione. Nei calcoli si possono ritenere come numeri medii esprimenti i poteri calorifici, ed i volumi teorici di aria necessari alla combustione di 1 Kg. i seguenti:

COMBUSTIBILI	Potere calorifico K	Volumi teorici d'aria in m³ per la combustione di 1 Kg. misurati a 0°
Legna secca	3500	4,7
» a secchezza mercantile cioè con 20 % d'acqua	2900	3,8
Torba secca	4500	5,8
» con 25 % d'acqua . .	3500	4,8
Ligniti	6000	7
Litantrace grasso	7500	8,5
» magro	8000	9
Carbone di legna	6500-7000	8
» di torba	6500	7
Coke	7000	9
Mattonelle	7500	8,5

I volumi pratici di aria occorrenti alla combustione di un chilogrammo di combustibile si deducono dai teorici moltiplicando questi per un coefficiente maggiore di uno, il quale per apparecchi industriali, come caldaje a vapore o simili, può variare da 1,5 a 2 e per gli apparecchi di riscaldamento di cui si tratta è compreso fra 2 e 3.

I calcoli di cui si è fatto parola sono tanto più indispensabili a farsi quanto maggiore è l'importanza degli apparecchi di riscaldamento; ad essi si ha da ricorrere specialmente per gli apparecchi per riscaldamento centrale: le regole empiriche, quelle cioè che determinano la potenza degli apparecchi in base alla capacità degli ambienti si devono considerare come semplici mezzi per conoscere prontamente e facilmente dei valori probabili delle dimensioni possibili degli apparecchi quando questi per forme e disposizioni s'accostino a quei tipi sui quali si eseguirono le esperienze che condussero alle regole.

Indicheremo brevemente come si abbia a procedere nei calcoli degli apparecchi di riscaldamento che esaminammo.

Pei caminetti considerati come apparecchi scaldanti può bastare alla determinazione delle loro parti la conoscenza dei numeri dedotti dalle principali esperienze che su di essi si eseguirono. Se si considerano poi come mezzi di ventilazione l'effetto che con essi si può ottenere con date dimensioni, o il valore che queste devono avere perchè l'effetto si ottenga, si determinerà in seguito alle norme direttive per una razionale ventilazione dell'ambiente a cui servono.

Il coefficiente di rendimento per un caminetto ordinario si tiene fra 0,10 e 0,12 ed uguale a 0,30 per un camino perfezionato.

Le dimensioni della canna quando non si abbiano a calcolare, partendo dall'equazione del movimento dei gas con quelle norme le quali servono di guida alla determinazione di quelle dei canali in cui si muove l'aria destinata alla ventilazione degli ambienti, si possono fissare seguendo le norme proposte dal Morin.

Adottando pel caminetto la forma trapezia quale è indicata nella figura 2109 *bis* si proporzionano le varie parti di esso a seconda della capacità delle camere, come è indicato nelle tabelle seguenti:

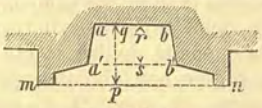


Fig. 2109 *bis*.

	CAPACITÀ DELLE CAMERE		
	200 a 250 m³	100 a 150 m³	60 a 8 m³
	m.	m.	m.
mn larghezza esterna dei pilastrini	1,75 a 1,80	1,20 a 1,50	1,10 a 1,20
pq profondità totale	0,50 a 0,55	0,50 a 0,52	0,35
Larghezza del focolare { in avanti *a'b'*	0,80	0,60	0,45 a 0,50
Larghezza del focolare { al fondo *ab*	0,70	0,50	0,40
Profondità del focolare *rs*	0,40	0,32	0,30
Altezza dell'apertura anteriore	0,55 a 0,60	0,50 a 0,55	0,50

Per i caminetti a cui corrispondono le dimensioni più grandi si può semplicemente limitare il focolare con due piani a 45° sulla parete di fondo o *frontone* (1).

Secondo il Colombo (*Manuale dell'Ingegnere*), per una camera la cui capacità sia compresa fra 30 e 200 m³ la larghezza del focolare si terrà tra 0,45 e 0,75 m.; la profondità tra 0,30 e 0,40 m., l'altezza del frontale sulla soglia tra 0,50 e 0,60 m., la bocca del caminetto tra 0,75 e 1,50 m. di larghezza per 0,70 e 1 m. di altezza.

Comunemente la gola del camino è una canna che ha sezione orizzontale rettangolare di metri 0,25 × 0,40 se essa è piccola e metri 0,30 × 0,60 se è grande.

Nei camini costrutti secondo il modello Rumford la gola alla base ha una strozzatura ossia un orifizio molto ristretto la cui luce libera è compresa fra 4 e 6 decimetri quadrati. Ammettendo col Morin che per la canna del camino l'aria del locale debba rinnovarsi cinque volte all'ora, la velocità in essa dev'essere da 1,40

(1) Morin, *Manuel pratique du chauffage et de la ventilation*, p. 43.

a 2 metri al secondo e alla sommità con una torretta o fumajuolo questa velocità può salire a 3 metri al secondo; si possono in tal caso adottare le dimensioni seguenti:

Capacità del locale	Canna		Torretta	
	rettangolare (lati)	circolare (diametro)	rettangolare (lati)	circolare (diametro)
m. c	m	m.	m.	m.
100	0,25 × 0,37	0,27	0,14 × 0,33	0,19
120	0,30 × 0,37	0,30	0,15 × 0,37	0,21
150	0,30 × 0,46	0,33	0,20 × 0,35	0,23
180	0,30 × 0,55	0,37	0,20 × 0,41	0,26
220	0,35 × 0,58	0,40	0,20 × 0,50	0,28
260	0,40 × 0,60	0,44	0,20 × 0,60	0,31
300	0,40 × 0,66	0,47	0,30 × 0,60	0,33

SACCHI, *Le abitazioni*, pag. 599.

Stufe. — Determinato il numero Q di calorie occorrenti in ogni ora al riscaldamento, si calcola il peso di combustibile da consumarsi ammettendo il coefficiente di rendimento compreso fra 0,80 e 0,85 per una stufa semplice od a circolazione e fra 0,70 e 0,75 per una stufa ventilatrice. Conosciuto questo peso di combustibile si calcola l'area della graticola ammettendo i valori minori pel peso di combustibile da consumarsi in ogni ora e per ogni metro quadrato di essa sicchè la combustione riesca lenta; ad esempio da 30 a 50 Kg. pel litantrace, da 50 a 80 per la legna, convenendo i numeri maggiori pel caso in cui si richiede una combustione più viva. La sezione del condotto del fumo si farà non minore della superficie libera della graticola ritenendo questa compresa fra $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{4}$ della totale pel lintantrace, fra $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{3}$ pel coke e fra $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{7}$ per la legna. Meglio si calcolerà questa sezione in relazione al volume di gas che per essa deve passare in un minuto secondo colle formole relative al movimento dei gas quando si conosca convenire tener calcolo di tutte le resistenze che essi incontrano nel loro movimento. Più semplicemente si può determinare la sezione del condotto del fumo ammettendo in esso una velocità dei gas caldi compresa fra 1,20 e 2 metri al minuto secondo, ed il volume dei prodotti della combustione uguale a due volte e mezzo il volume teorico di aria occorrente alla combustione, vale a dire di circa 22 m³ pel litantrace e pel coke; 10 m³ per la legna.

La sezione di passaggio dell'aria ossia quella del canale di presa, se la stufa è a ventilazione, e quella dello spazio in cui essa circola a contatto della superficie scaldante e delle bocche di calore si determina ammettendo in essa una velocità fra 0,50 e 0,70 m. al minuto secondo. Potrà questa velocità salire fino a 1 metro o 1,20 al secondo quando le bocche-calore siano poste così in alto che la corrente d'aria calda non possa mai investire le persone.

Detto V il volume da versarsi all'ora per le bocche-calore colla velocità di u metri al secondo l'area complessiva sarà:

$$a = \frac{V}{3600u} \text{ m}^2.$$

La temperatura poi dell'aria alle bocche-calore dovrà essere fra i 40° ed i 50°. Questa temperatura ed il volume di aria che si versa nel locale sono collegati fra loro per modo che, data l'una, l'altro è determinato. Ed invero la quantità di calore necessaria al riscaldamento è uguale a quella che l'aria riceve a contatto della superficie di riscaldamento scaldandosi dalla temperatura iniziale, cioè la esterna o quella dell'ambiente secondochè la presa dell'aria si fa all'infuori od all'interno, fino a quella con cui essa si versa nel locale: dicendo t_1 questa e t_2 quella, V il volume in m³ orario di aria che si scalda, Q la quantità oraria di calore occorrente al riscaldamento si ha:

$$0{,}306\ V\ (t_1 - t_2) = Q.$$

Scelto per t_1 un valore fra 40° e 50° si calcola V ed il valore trovato si confronta con quello occorrente alla ventilazione del locale per vedere se s'accorda con questo o se ne scosta di molto. Oppure fissato il valore di V si ricava t_1: quando quello risultante per t_1 fosse molto superiore ai 50° converrebbe aumentare il volume d'aria accedente.

La superficie di riscaldamento della stufa potrebbe calcolarsi colle formole relative alla trasmissione del calore dai prodotti della combustione all'aria attraverso ad una lastra metallica o di cotto ritenendo che la temperatura finale dei prodotti deve stimarsi bassa, in genere non superiore ai 100°, in causa del grande volume pratico d'aria che si ritiene occorrere per una combustione lenta. Più comodamente però basta per determinare la superficie scaldante ricorrere a formole empiriche. Così ammettendo che per ogni metro quadrato di superficie di ghisa si trasmettano in un'ora 3200 calorie, per uno di ferro 1600 e per uno di terra cotta 1500, chiamando rispettivamente F F′ F″, la superficie scaldante si ha 3200 F = Q per la ghisa; 1600 F′ = Q pel ferro e 1500 F″ = Q per la terra cotta; e quando la superficie di riscaldamento fosse parte in ghisa, parte in ferro e parte in cotto si può scrivere:

$$3200\ F + 1600\ F' + 1500\ F'' = Q$$

onde scelte due delle parti si può determinare la terza.

Pei calcoli di massima poi tornano comode alcune regole empiriche le quali servono alla determinazione approssimata della superficie di riscaldamento in correlazione alla capacità dell'ambiente da scaldare. Sebbene queste regole non abbiano valore sicuro perchè, come già si disse, la quantità di calore da somministrarsi all'ora non dipende in modo immediato dal volume del locale ma dalla superficie delle pareti trasmittenti calore, dalla loro natura e dal numero delle persone e dei lumi, tuttavia esse per le ordinarie stanze sono accettabili.

Per i nostri climi, cioè per una differenza media da 20° a 25° di temperatura fra quella degli ambienti e l'esterna, per una stufa semplice si assegnano 0,65 m² di superficie scaldante per 100 m³ di ambiente se questo è bene riparato ed ha vetri doppi alle finestre. Se esso è bene riparato ancora ma con vetri semplici alle finestre si assegnano 0,85 m² per 100 m³; se il locale è all'estremità dell'edificio e male riparato si assegnano da 1 m² a 1,30 m² di superficie di riscaldamento per 100 m³ secondochè è munito di vetrate doppie o semplici. Se poi la stufa è ventilatrice conviene aumentare la superficie scaldante nella ragione di 0,30 metri quadrati per ogni 100 m³ d'aria da rinnovarsi all'ora.

Se si avesse ragione di ritenere la differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno diversa da quella ammessa si modificherebbe in proporzione di essa la superficie di riscaldamento.

In base a questa si determina pure l'area della graticola; la si ritiene da $\frac{1}{40}$ a $\frac{1}{60}$ della superficie scaldante se si adopera coke o litantrace: due o tre volte maggiore se si usa legna o torba.

Nelle stufe a gas il consumo all'ora di questo si valuta a 500, 700, 1000 litri per ambienti della capacità di 50, 100 e 200 metri cubi, e si dà in corrispondenza un diametro di 16, 20 o 25 millimetri al condotto del gas (Ferrini, *Manuale Hoepli*, pag. 181).

Nei grandi apparecchi di riscaldamento, nei caloriferi propriamente detti, la trasmissione del calore dalla parete riscaldante all'aria da scaldare si fa in condizioni diverse e con differenze di temperatura molto maggiori di quelle che si riscontrano attraverso ai muri od ai vetri delle abitazioni che abbiamo già considerato. In essi i prodotti della combustione o si svolgono in un focolare e si muovono in tubi che li guidano al camino dopo che si sono raffreddati nel loro percorso; od il vapore circolante in tubi o stufe si condensa, o si muove acqua che scaldatasi in una parte del suo tragitto si raffredda in altra parte di esso mentre l'aria si scalda lambendo la parete dei tubi stessi di circolazione rinnovandosi o per semplice moto idrostatico o per forza viva comunicatale da un apparecchio apposito. Le differenze di temperatura fra il fluido scaldante e l'aria sono in generale molto maggiori di quelle considerate nella trasmissione del calore attraverso alle pareti dei locali, onde le formole che in questo caso servono al calcolo della quantità oraria di calore che si trasmette fra i due ambienti separati dalla parete trasmittente, non valgono più. Allorquando la differenza di temperatura fra due fluidi è superiore ai sessanta gradi risulta dalle esperienze del Peclet che alle formole si può ancora conservare la medesima forma di prima ma solamente alla condizione di considerare i coefficienti di irradiazione e di convezione funzioni delle differenze di temperatura fra il fluido che dà o riceve calore e la faccia della parete di separazione, il che equivale a dire che la quantità di calore che si comunica o si riceve dall'una all'altra non è proporzionale alla differenza delle loro temperature; ossia ancora che la legge di Newton sugli scambi di calore fra corpi a temperatura diversa non è più vera. Chiamando ancora T la temperatura della faccia della parete a contatto della quale si rinnova il fluido scaldandosi o cedendo calore, t la temperatura di questo, T' la temperatura dei corpi che irradiano o verso cui si irradia calore, a' ed i' i coefficienti di convezione e di irradiazione, il Peclet dedusse che essi sono esprimibili colle relazioni:

$$a' = a\,[1 \pm 0{,}0075\,(T - t)]$$
$$i' = i\,[1 \pm 0{,}0056\,(T' - t)]$$

le quali valgono per differenze di temperature fino ai 70° circa ed a ed i sono i valori dati (pag. 1482).

Per differenze di temperature più grandi quelle espressioni non sono più attendibili, la legge ch'esprime la trasmissione del calore essendo molto più complicata. Le esperienze di Dulong e Petit relative alla quantità di calore ceduta da un corpo ad un altro a temperatura molto minore della sua dimostrarono dover essa ritenersi come la somma di quella ceduta per contatto e di quella perduta per irradiazione ma la relazione di essa colle temperature dei corpi essere complicata.

Dalle loro esperienze risulta che il coefficiente di conduttività esterna K vale:

$$K = b\,a + b'\,i$$

ove

$$b = \pm\, 0{,}552\,(T - t)^{0{,}233}$$
$$b' = \pm\, 124{,}72\,\frac{m^{T'} - m^{t}}{T' - t}$$

essendo $m = 1{,}0077$; T la temperatura dell'ambiente; T' quella dei corpi verso cui o da cui si fa l'irradiazione; t quella della faccia.

Per piccole differenze di temperature i valori di K si accordano con quelli adoperati prima.

Sebbene le esperienze si siano estese fino a differenze di temperature di 240° o 250° tuttavia non si può dire che questi valori di K siano senz'altro accettabili nei casi degli apparecchi di riscaldamento sia perchè le esperienze furono eseguite in condizioni speciali su corpi aventi forma di termometri, forma e condizioni molto diverse da quelle che si riscontrano negli apparecchi, sia poi perchè le differenze di temperature fra il fluido scaldante e lo scaldato possono essere in questi molto diverse da quelle delle esperienze.

Per gli apparecchi di combustione la relazione che collega la quantità di calore trasmessa alle temperature dei fluidi separati dalla parete e alla superficie trasmittente a rigore non si conosce. È però lecito lo esprimerla, come già propose il Redtenbacher colla medesima formola $Q = AF\,(T_1 - T_2)$ che vale per piccole differenze di temperatura considerandola in questo caso non come formola teorica a cui si giunga mediante considerazioni analitiche sulle condizioni della trasmissione, ma come una semplice formola empirica scelta ad arbitrio nella quale il coefficiente A non si abbia a determinare col calcolo, il che non sarebbe possibile, ma debba essere diverso a seconda della natura dei fluidi e della parete che li separa ed il cui valore numerico nei singoli casi debba essere quello che risultò dalle esperienze eseguite sugli apparecchi di combustione.

Chiamando ancora il coefficiente A coefficiente di trasmissione del calore fra i due fluidi separati dalla parete il Redtenbacher indica per esso i valori seguenti:

Nella trasmissione del calore dall'aria all'aria attraverso ad una lastra di ghisa: A = 14; lastra di ferro: A = 7; di terra cotta di piccolo spessore: A = 5.

Questi valori di A valgono per caloriferi ad aria.

Nella trasmissione dai gas prodotti della combustione all'acqua in una caldaja a vapore A varia da 23 a 30; il numero maggiore serve per caldaje a vapore mobili, il minore per le fisse.

Nella trasmissione invece del calore dall'acqua all'aria quale si presenta nei termosifoni attraverso al ferro A è da 8 a 9.

Dal vapore all'aria come nel caso dei caloriferi a vapore A si assume da 10 a 12.

Valori poi molto maggiori competono ad A nella trasmissione dal vapore all'acqua attraverso alla parete di un doppio fondo o di un serpentino: per il primo A è prossimo a 750, pel secondo a 1300 se l'acqua non bolle, ed il suo valore dev'essere circa triplicato se il liquido è in ebollizione.

Con questi valori del coefficiente di trasmissione se i due fluidi separati dalla parete a contatto di essa non sono tenuti in movimento ma si rinnovano solo per moto idrostatico, sicchè la temperatura sia o si possa considerare come costante in tutta la loro massa, la quantità di calore che si trasmette in un'ora si può determinare senz'altro colla formola:

$$Q = AF\,(T_1 - T_2).$$

Ma negli apparecchi di produzione e di utilizzazione del calore i fluidi separati dalla lastra sono o amendue

in movimento od in moto almeno uno dei due. Ciò ha luogo nei caloriferi ove da una parte in un canale od in un tubo si muovono i prodotti della combustione, od il vapore o l'acqua calda, dall'altra parte sta l'aria che si scalda. Le temperature dei due fluidi in generale o di uno di essi variano da punto a punto della parete dovendo perchè la trasmissione del calore avvenga in modo continuo quello dei due fluidi che cedendo calore si raffredda lasciare posto a nuovo fluido più caldo che lo sostituisca, o quello scaldato abbandonare la superficie della parete scaldante perchè altro più freddo a sua volta venga a scaldarsi a contatto di quella.

Sia A B (fig. 2110) la traccia della parete che trasmette calore; al disotto di essa si muova il fluido scaldante per es. da sinistra a destra nel senso della freccia; fatta eccezione del caso in cui esso sia vapore saturo tenuto a pressione costante, di mano in mano che esso si avanza la sua temperatura diminuisce, onde indicando con T_1 e T_2 le sue temperature nella sezione iniziale A e nella finale B e con T quella in una sezione intermedia qualunque M si ha:

$$T_1 > T > T_2.$$

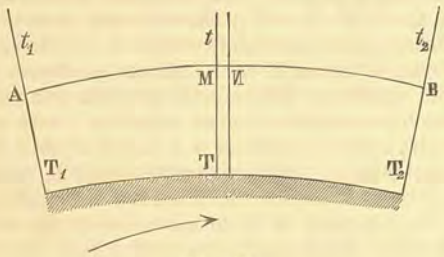


Fig. 2110.

La temperatura T è indipendente dal tempo nel regime, ma il suo valore variabile da sezione a sezione dipende da quella grandezza che determina la posizione della sezione che si considera; se f è l'area compresa fra la sezione iniziale A e la M ed F la totale superficie A B, la temperatura T è funzione di f tale che per $f = 0$ $T = T_1$ e per $f = F$, $T = T_2$.

Al di sopra di A B vi sia il fluido scaldato; per questo si possono presentare diversi casi. Può la sua temperatura essere la stessa in tutti i punti in vicinanza della superficie A B come accade se il fluido si rinnova a contatto di A B solo con piccola velocità onde i moti idrostatici uguagliano le temperature; questo caso si presenta nelle ordinarie caldaje a vapore; può il fluido rinnovarsi a contatto di A B in quantità grandissima sicchè la quantità di calore che esso riceve non produce aumento sensibile di temperatura nella sua massa; può muoversi in direzione normale a quella del movimento del fluido scaldante sicchè la temperatura è diversa da punto a punto di una medesima sezione, ma ad essa si deve nei calcoli sostituire un valore medio costante che sarà poi lo stesso per tutte le sezioni e quindi per tutta la massa del fluido. In tutti questi casi si può ritenere la media temperatura del fluido scaldato come costante, e si suol dire che la trasmissione del calore attraverso alla superficie A B si fa *senza circolazione di fluido da scaldare*, col che si vuol significare che la distribuzione delle temperature è quella stessa che si avrebbe se il fluido non circolasse. Si suole pure dire che la trasmissione del calore si fa con *circolazione semplice*. Se t_1 t t_2 indicano le temperature nelle sezioni A M e B, questo caso è caratterizzato dall'equazione $t_1 = t = t_2$.

Ma può il fluido scaldato circolare pur esso a contatto della superficie di riscaldamento A B e muoversi o nella stessa direzione od in direzione contraria a quella del fluido scaldante. In questi casi si suol dire che la trasmissione si fa con *doppia circolazione* e che questa è *diretta* o *reciproca* secondochè il fluido scaldato si muove nella stessa od in direzione contraria a quella dello scaldante. Nella circolazione diretta è $t_1 < t < t_2$: nell'inversa $t_1 > t > t_2$.

Occorre trovare nei due sistemi di circolazione una relazione tra le temperature dei due fluidi, la superficie di riscaldamento e la quantità di fluido che passa nell'unità di tempo per ogni sezione del rispettivo condotto.

Dando alla variabile f l'incremento df siano dT e dt gli incrementi infinitamente piccoli corrispondenti delle temperature dei due fluidi, sicchè in una sezione N infinitamente prossima alla M le temperature loro siano $T + dT$ per lo scaldante e $t + dt$ per lo scaldato. Se P è il peso del primo che in un'ora passa per ogni sezione del condotto e C il suo calore specifico a pressione costante, la quantità di calore che esso perde fra le due sezioni dovuta all'abbassamento $-dT$ della sua temperatura è $-PC\,dT$. Se p è il peso di fluido scaldato che passa per ogni sezione in un'ora, c il suo calore specifico a pressione costante, nella circolazione diretta l'aumento di temperatura fra le due sezioni M ed N è: $t + dt - t = dt$ e nella inversa $t - (t + dt) = -dt$ onde la quantità di calore ricevuta dal fluido fra le due sezioni è $\pm pc\,dt$.

La quantità di calore perduta dal primo e ricevuta dal secondo fluido si trasmette attraverso all'elemento di superficie di riscaldamento df. Essendo le temperature dei due fluidi separati dalla lastra T e t si hanno le equazioni:

$$-PC\,dT = A\,df(T - t)$$
$$\pm pc\,dt = A\,df(T - t)$$

da esse si ricava ponendo $\frac{A}{PC} = m$ ed $\frac{A}{pc} = n$

$$\frac{dT}{T - t} = -m\,df$$
$$\frac{dt}{T - t} = \pm n\,df$$

e sottraendo

$$\frac{d(T - t)}{T - t} = -(m \pm n)\,df$$

ed integrando fra i limiti T_1 e T_2 per T: t_2 e t_1 per t: o e F per f si ha:

$$\log \text{nep} \frac{T_2 - t_2}{T_1 - t_1} = -(m \pm n)F. \qquad (1)$$

Da questa relazione si passa a quella che vale nel caso della trasmissione con circolazione semplice facendo in essa $t_1 = t_2 = t$ e ponendo $n = o$, il che equivale a porre $p = \infty$, si ha in tal caso

$$\log \text{nep} \frac{T_2 - t}{T_1 - t} = -mF. \qquad (2)$$

Da esse si ricava:

$$F = \frac{1}{m \pm n} \log \text{nep} \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2} \qquad (3)$$

$$F = \frac{1}{m} \log \text{nep} \frac{T_1 - t}{T_2 - t} \qquad (4)$$

che dànno la superficie di riscaldamento in funzione delle temperature dei due fluidi.

Si ha poi dalla (1)

$$T_2 = t_2 + (T_1 - t_1)\, e^{-(m \pm n) F} \qquad (5)$$

e dalla (2) $$T_2 = t + (T_1 - t)\, e^{-mF} \qquad (6)$$

che dànno la temperatura del fluido scaldante nella sezione in cui cessa la superficie di riscaldamento e quindi il raffreddamento di quello prodotto da questa superficie.

Infine la quantità di calore totale trasmessa in un'ora osservando che è quella perduta dal fluido scaldante o quella ricevuta dallo scaldato risulta espressa rispettivamente dalle

$$Q = PC(T_1 - T_2)$$
$$Q = \pm pc(t_2 - t_1)$$

dalle quali e dalla (5) si deduce

$$Q\left(\frac{1}{PC} \pm \frac{1}{pc}\right) = T_1 - t_1 - (T_2 - t_2) =$$
$$= (T_1 - t_1)\left[1 - e^{-(m \pm n) F}\right]$$

da cui essendo

$$\frac{1}{PC} = \frac{m}{A} \qquad \frac{1}{pc} = \frac{n}{A}$$

$$Q = \frac{A}{m \pm n}(T_1 - t_1)\left[1 - e^{-(m \pm n) F}\right] \qquad (7)$$

pel caso della circolazione doppia

e $$Q = \frac{A}{m}(T_1 - t)\left[1 - e^{-mF}\right] \qquad (8)$$

pel caso della circolazione semplice.

Queste equazioni servono alla soluzione delle principali questioni che si presentano negli apparecchi di riscaldamento.

Esse intanto fanno conoscere quale è l'efficacia delle diverse parti della superficie riscaldante. Così immaginiamo che questa sia scomposta in tante parti uguali e sia f l'area di ciascuna, T_1 T_1' T_1'' T_1'''... le temperature iniziali corrispondenti; Q' Q'' Q'''... le quantità di calore trasmesse dalle successive porzioni, riferendoci al caso della circolazione semplice si ha dalla (8)

$$Q' = \frac{A}{m}(T_1 - t)\left[1 - e^{-mf}\right]$$
$$Q'' = \frac{A}{m}(T_1' - t)\left[1 - e^{-mf}\right]$$
$$Q''' = \frac{A}{m}(T_1'' - t)\left[1 - e^{-mf}\right]$$

. . . . . .

. . . . . .

si ha poi dalla (6)

$$T_1' - t = (T_1 - t)\, e^{-mf}$$
$$T_1'' - t = (T_1' - t)\, e^{-mf} = (T_1 - t)\, e^{-2mf}$$
$$T_1''' - t = (T_1'' - t)\, e^{-mf} = (T_1 - t)\, e^{-3mf}.$$

E quindi

$$Q'' = Q'\, e^{-mf}; \quad Q''' = Q'\, e^{-2mf} \ldots\ldots$$

Ossia le quantità di calore trasmesse in un'ora da porzioni uguali e successive della superficie di riscaldamento costituiscono una progressione geometrica decrescente. Quindi le parti più lontane dall'origine sono le meno efficaci, onde non conviene aumentare la superficie scaldante oltre un certo limite: al di là di esso la maggior spesa nella costruzione non riesce compensata dalla utilizzazione corrispondente del calore.

Dalla (5) risulta poi che a parità di altre circostanze torna più conveniente il sistema di trasmissione con circolazione inversa. Ed invero l'economia richiede che si abbassi utilmente il più che si può la temperatura del fluido scaldante prima che esso abbandoni la superficie di riscaldamento. Ora per $F = \infty$ si ha $T_2 = t_2$; nella circolazione diretta t_2 è la temperatura finale del fluido scaldato, nella inversa la iniziale; la seconda è minore della prima.

Fra le otto grandezze T_1 T_2 t_1 t_2 P p F Q si hanno le tre relazioni distinte:

$$F = \frac{1}{m \pm n} \log \text{nep} \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2} \qquad (\alpha);$$
$$Q = PC\,(T_1 - T_2) \qquad (\beta);$$
$$Q = \pm pc\,(t_2 - t_1) \qquad (\gamma);$$

con esse si possono determinare tre di quelle grandezze, le altre cinque devono essere date. I problemi possibili sono diversi; ma in pratica si riducono essenzialmente a due.

1° Dato il peso p di fluido da scaldare in un'ora, le sue temperature iniziale e finale t_1 e t_2; quelle T_1 e T_2 del fluido scaldato, determinare la quantità Q di calore necessaria in ogni ora, il peso P di fluido scaldante che passa per ogni sezione del proprio condotto nell'ora e la superficie F di riscaldamento. È la questione che si presenta nel riscaldamento di liquidi e di gas, nelle caldaje a vapore, nei caloriferi e simili.

Dall'equazione (γ) si ha Q: dalla (β) si ha P e colla (α) si calcola F.

2° Dati i pesi Pp dei due fluidi che passano per ogni sezione in un'ora, le loro temperature iniziali T_1 e t_1 e la superficie F di riscaldamento, determinare le temperature finali T_2 e t_2 e la quantità oraria Q di calore occorrente.

Questa questione si presenta in modo speciale negli apparecchi di riscaldamento e di ventilazione. Le canne di evacuazione dell'aria viziata dei singoli locali immettono in canali collettori che alla loro volta fanno capo ad un camino detto di richiamo o di ventilazione. Acciocchè da questo si faccia la voluta aspirazione è necessario che nell'interno l'aria sia ad una temperatura superiore all'esterna; occorre scaldare quest'aria e ciò si fa o con un focolare apposito, o immettendo in esso il camino di sfogo del fumo del calorifero fatto di lastra metallica ed utilizzando al riscaldamento dell'aria il calore che i prodotti della combustione cedono alla parete del tubo lambita sulla faccia esterna dall'aria che si deve esportare. L'equazione (7) dà Q, la (γ) dà t_2 e la (α) dà T_2.

Applicando queste equazioni al caso della ventilazione di un locale avente uno scopo determinato, sicchè si sappia quale dev'essere l'efficacia della ventilazione si può conoscere se la disposizione di collocare il camino del fumo nel camino di richiamo, buona sempre, è o no sufficiente a produrre di per sè sola la ventilazione occorrente.

Le formole stesse poi ed i ragionamenti che ad esse ne condussero hanno un'applicazione diretta al calcolo degli apparecchi di riscaldamento.

Calcolo di un calorifero ad aria calda. — Determinata per prima la quantità oraria di calore necessaria al riscaldamento si può tosto scrivere un'equazione la quale o permette di determinare il volume di aria che in ogni ora si deve mandare nel locale o la temperatura con cui questa deve entrarvi. Se V è questo volume e T_1 la temperatura con cui l'aria esce dalle bocche a calore, T la temperatura del locale e T_2 la esterna, la quantità di calore ceduta dall'aria abbassandosi dalla

temperatura T_1 alla T aumentata di quella prodotta dalle persone e dai lumi deve somministrare quella che è trasmessa dai muri e dai vetri, cioè:

$$0{,}306\ V\ (T_1 - T) = q_2 + q_3 - q_4 - q_5$$

si ha poi

$$q_1 = 0{,}306\ V\ (T - T_2)$$

quindi

$$Q = 0{,}306\ V\ (T_1 - T_2) \qquad (1)$$

ossia la quantità oraria di calore necessaria al riscaldamento è uguale a quella occorrente per riscaldare il volume d'aria che passa per esso in ogni ora dalla temperatura esterna T_2 a quella T_1 colla quale essa si versa nel locale. Dalla equazione (1) dato V si determina T_1 o dato T_1 si calcola V; in generale sarà conosciuto il volume V in base alla quantità di aria occorrente alla ventilazione del locale, volume che è diverso a seconda delle condizioni di esso e che si calcola dietro le regole che governano la ventilazione degli ambienti. Il valore di T_1 che risulta dev'essere uguale o di poco superiore a 45° ed in alcune circostanze particolari esser anche solo di 40° o 30°; si può accettare come valore massimo 50° o 55° quando le bocche-calore siano in alto e così disposte che la corrente calda non possa investire le persone. Perchè l'aria arrivi con quella temperatura alle bocche-calore converrà in generale riscaldarla un po' di più nella camera d'aria del calorifero; la sola esperienza può indicare di quanto a seconda delle condizioni e dello sviluppo dei condotti che l'aria deve percorrere; se questi sono convenientemente riparati la differenza non può essere grande; in ogni caso è bene che la temperatura dell'aria nella camera d'aria non superi 60°.

Per avere un valore conveniente di T_1 può essere necessario mescolare un volume V_0 di aria alla temperatura esterna con un volume V' di aria scaldata ad una temperatura $T' > T_1$ tale che risulti il volume V alla temperatura T_1; si avranno le relazioni:

$$V' + V_0 = V$$
$$0{,}306\ V'\ (T' - T_1) = 0{,}306\ V_0\ (T_1 - T_2)$$

fissato per T' un valore prossimo a 75° od 80°, dedotto il volume V' di aria che il calorifero deve scaldare all'ora da T_2 a T' si ha la potenza dell'apparecchio.

Fatta la determinazione precedente si calcola il peso di combustibile da consumarsi all'ora. Detto ε il coefficiente di rendimento del calorifero, K il potere calorifico del combustibile e π il peso cercato si ha

$$\varepsilon K \pi = Q$$

da cui $\pi = \frac{Q}{\varepsilon K}$; ad ε si darà, come risulta dall'esperienza, un valore compreso fra 0,50 e 0,70, in media 0,60.

Calcolato π si deduce l'area della graticola del focolare conoscendo a seconda della natura del combustibile che si adopera i valori di $\frac{\pi}{G}$ peso di combustibile da consumarsi all'ora per ogni metro quadrato di superficie della graticola. Nel caso attuale bisogna osservare essere conveniente per l'igiene del riscaldamento che la temperatura nel focolare sia relativamente bassa, la combustione non molto viva, il volume d'aria eccedente sia più del doppio del teorico occorrente alla combustione di 1 Kg.; si potrà assumere $\frac{\pi}{G}$ da 30 a 40 Kg. pel litantrace, da 50 a 60 pel coke, da 60 a 80 per la legna. Avuto G e conoscendo l'altezza del focolare necessaria al libero svolgimento delle fiamme, si hanno le dimensioni del focolare stesso.

Ai condotti del fumo si darà una sezione tale che la velocità dei prodotti della combustione sia di m. 1,20 a 1,50 per minuto secondo; una velocità maggiore converrà dare nel camino per renderlo meno sensibile all'azione del vento; questa si stabilirà di m. 2 a 2,50 per secondo. Il Grassi dà per calcolare la sezione del camino la formola $S = 0{,}015 \frac{\pi}{\sqrt{H}}$ ove H è l'altezza.

Al calcolo della superficie di riscaldamento servono le formole relative alla trasmissione del calore tra fluidi in movimento; se la direzione del moto dell'aria non è parallela a quella dei prodotti della combustione vale la formola per la trasmissione del calore nel caso della circolazione semplice

$$F = \frac{1}{m} \log \text{nep} \frac{T_1 - t}{T_2 - t}$$

in questa alla temperatura t si darà un valore uguale alla media aritmetica delle temperature che ha l'aria quando entra nel calorifero e quando ne esce; T_1 è la temperatura nel focolare, T_2 quella con cui i gas caldi si versano nel camino che converrà ritenere non superiore ai 100° circa:

$$m = \frac{A}{PC} = \frac{A}{0{,}325\, v\, \pi}$$

essendo v il volume dei prodotti per ogni Kg. di combustibile; A il coefficiente di trasmissione.

Se poi l'aria si muove parallelamente ai prodotti della combustione, pel calcolo di F si useranno le formole che valgono per la trasmissione con doppia circolazione

$$F = \frac{1}{m \pm n} \log \text{nep} \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2}$$

in cui

$$n = \frac{A}{pc} = \frac{A}{0{,}306\, V}$$

essendo V il volume di aria passante in un'ora per ogni sezione; e ricordando che nella circolazione diretta t_1 è la temperatura dell'aria fredda, t_2 la massima a cui la si scalda; nella reciproca t_1 è la massima nella camera d'aria e t_2 la minima ossia la temperatura dell'aria esterna.

In quanto al coefficiente di trasmissione A bisogna notare che il valore A = 14 dato dal Redtenbacher per la ghisa si riferisce ad una parete senza nervature. Ora allo scopo di aumentare la superficie trasmittente calore, come già si è detto, se ne suole armare la faccia esterna di costole sporgenti o nervature; con esse riesce aumentata la quantità di calore trasmessa, si deve però notare che questa non cresce in ragione dell'aumento della superficie trasmittente. Un calcolo approssimativo può far conoscere quale è l'efficacia delle nervature. Si sa infatti che la quantità di calore che in un'ora si trasmette fra due fluidi separati da una parete, le temperature dei quali siano T_1 e T_2, è

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{K_1 F_1} + \int_0^s \frac{dx}{hF} + \frac{1}{K_2 F_2}};$$

si è poi notato che per una parete metallica il secondo termine del denominatore è trascurabile a fronte degli altri in causa del piccolo spessore delle lastre e della grande conduttività del metallo se uno dei fluidi a contatto di una delle faccie è aria o un miscuglio di gas come succede per le stufe, i caloriferi, le caldaje a vapore (Ser, op. cit.).

La formola si riduce in questo caso a

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{K_1 F_1} + \frac{1}{K_2 F_2}}.$$

Se la lastra non ha nervature ed è piana, o si può considerare come tale, $F_1 = F_2 = F$

$$Q = \frac{F(T_1 - T_2)}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}}.$$

Se essa è munita di nervature sulla faccia esterna sicchè sia $F_2 = n F_1 = n F$, ove n è un numero maggiore di 1 sarà

$$Q' = \frac{F(T_1 - T_2)}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{n K_2}}.$$

Ora le nervature irradiano calore l'una all'altra e l'aria a contatto di esse si muove meno rapidamente del gas a contatto della faccia liscia; deve perciò essere $K_2 < K_1$; la differenza però non può essere grande: ammettendo $K_2 = K_1 = K$ sarà

$$Q = \frac{K}{2} F (T_1 - T_2)$$

$$Q' = \frac{K}{n+1} n F (T_1 - T_2)$$

e quindi $\frac{Q'}{Q} = \frac{2n}{n+1}$; per $n = 2$, $\frac{Q'}{Q} = \frac{4}{3}$;

per $n = 3$, $\frac{Q'}{Q} = \frac{3}{2}$; per $n = 4$, $\frac{Q'}{Q} = \frac{8}{5}$;

per $n = 5$, $\frac{Q'}{Q} = \frac{10}{6}$; per $n, = \infty$, $\frac{Q'}{Q} = 2$.

Per duplicare la trasmissione bisognerebbe rendere infinitamente grande la faccia esterna.

Ne risulta che quando si consideri come superficie trasmittente efficace la superficie sviluppata delle nervature, conviene dare al coefficiente di trasmissione A un valore minore.

Ponendo $Q = A F (T_1 - T_2)$ e $Q' = A' F' (T_1 - T_2)$ e ritenendo in accordo alle relazioni precedenti

$$A = \frac{K}{2} \quad A' = \frac{K}{n+1}$$

sarà

$$\frac{A'}{A} = \frac{2}{n+1}$$

e per $n = 2$ $\quad A' = \frac{2}{3} A$

$n = 3$ $\quad A' = \frac{1}{2} A$

$n = 4$ $\quad A' = \frac{2}{5} A$

$n = 5$ $\quad A' = \frac{1}{3} A.$

Se, come talvolta si usa, $n = 2$ si terrà 9 in luogo di 14 per valore del coefficiente di trasmissione per la ghisa.

Nei calcoli di massima si può determinare la superficie di riscaldamento ammettendo che un metro quadrato della superficie scaldante di ghisa a nervature di un calorifero ad aria trasmetta all'ora da 1500 a 2000 calorie; od anche l'area di essa dev'essere da 1,5 a 2 volte quella che occorrerebbe se il riscaldamento si facesse con una stufa.

Una regola seguìta dai pratici, sebbene non razionale, come già si è notato, consiste nel fissare la superficie scaldante in relazione al volume dell'ambiente da scaldare. Si ammette che per ogni 100 m³ di ambiente da mantenersi a 15° e dove l'aria si abbia a cambiare una volta all'ora occorra una superficie di riscaldamento da 1,20 a 1,80 m² secondochè il locale è bene o male riparato; l'area della graticola da $\frac{1}{80}$ a $\frac{1}{70}$ della superficie scaldante; la sezione dei condotti del fumo da 30 a 40 centimetri quadrati; ai passaggi dell'aria attraverso al calorifero si dà una sezione da 2 a 4 decimetri quadrati; il consumo orario di litantrace o coke si stima di circa un chilogrammo.

Se poi l'aria deve rinnovarsi più abbondantemente si aumentano le sezioni dei passaggi dell'aria di 2 a 4 decimetri quadrati per ogni 100 m³ di più da introdurre all'ora e si accrescono in proporzione il consumo di combustibile e le dimensioni del fornello del camino e della superficie scaldante (Ferrini, *Manuale Hoepli;* Colombo, *Manuale dell'Ingegnere*).

Rimangono a determinarsi le luci di passaggio dell'aria dalla bocca di presa alle bocche-calore. Un valore approssimato di alcune parti dell'apparecchio si avrà quando si conosca il volume di aria che deve passare per ogni sezione in un minuto secondo col fissare la velocità dell'aria in essa: basta dividere il volume riferito al secondo per la velocità. Ammesso che questa possa essere da 0,70 a 1 metro nel canale di presa, converrà che non sia superiore a 0, 70 m. alle bocche-calore e solo di 0,50 m. se queste sono in basso sicchè le correnti possano investire le persone. Ma le dimensioni così determinate non devono accettarsi che come approssimate: il calcolo di esse si ha a fare in base alla teoria del movimento dei gas in canali; solamente con questa si può tener conto di tutte le circostanze che influiscono sul moto e quindi o verificare se colle dimensioni prescelte la velocità dell'aria e la portata saranno quelle prestabilite, o conoscere se quelle devono essere modificate perchè il moto si faccia nelle condizioni volute. Nell'applicazione della teoria si può distinguere il caso in cui il calorifero ha una camera di mescolanza dalla quale si diramano i condotti distributori dell'aria ai singoli locali da quello in cui non esiste una propria camera di miscela e non essendovi interruzione di movimento le condizioni di questo sono diverse nel condotto di presa, nell'inviluppo del calorifero, nelle canne di distribuzione. Evidentemente il procedimento del calcolo è identico a quello che si deve fare negli apparecchi di ventilazione, onde rimandandolo allo studio della ventilazione, basterà notare che un tale calcolo è indispensabile fare se non per tutti i canali dell'aria almeno per quello fra essi che per la ubicazione sua e per la sua forma presenta al movimento le resistenze massime. Se in questo condotto le cui dimensioni furono prestabilite colle regole pratiche il moto si fa nelle condizioni volute, si ha ragione di credere si faccia anche in quelle parti in cui le resistenze sono minori e per queste si possono accettare le dimensioni fissate. Un'osservazione poi qui si presenta: ed è che se colla teoria del movimento dei fluidi si determinano le sezioni delle canne e delle bocche-calore, si trovano in generale diverse non solo da piano a piano di un edifizio ma per uno stesso piano diverse pei varii ambienti; si potranno per comodità e per sicurezza fare tutte della stessa gran-

dezza, almeno per ciascun piano, salvo poi a disporre dei registri coi quali si possa all'occorrenza variarne la portata.

Calcolo di un calorifero a vapore. — Conviene distinguere il caso del riscaldamento a vapore semplice nel quale i vasi condensanti sono nel locale stesso da scaldare, da quello misto a vapore e ad aria nel quale i vasi condensanti sono nel sotterraneo dell'edifizio in apposite camere d'aria. Nel primo caso il vapore serve di veicolo del calore dalla caldaja al locale da scaldare, nel secondo esso è veicolo del calore dalla caldaja ai vasi condensanti posti nelle rispettive camere d'aria dei singoli caloriferi ad aria calda risultanti: da questi al locale è veicolo del calore l'aria che in essi si è scaldata.

Riscaldamento a vapore semplice. — Determinato coi criterii precedentemente esposti il numero orario Q di calorie occorrenti al riscaldamento si deduce tosto il numero N di chilogrammi di vapore che in un'ora di lavoro regolare deve farsi condensare. Basta ricordare che un chilogramma di vapore di acqua saturo ad una temperatura T condensandosi in acqua a temperatura T_0 cede calorie $606,5 + 0,305\,T - T_0$; si avrà l'uguaglianza

$$N\,(606,5 + 0,305\,T - T_0) = Q.$$

È necessario per dedurre N conoscere le temperature T e T_0; si sa che la tensione di un vapore saturo è funzione della sola pressione, nota questa, quella è determinata; ed i valori numerici delle temperature del vapore acqueo corrispondenti a dati valori delle pressioni si hanno in tavole. Da queste registriamo i valori seguenti:

Pressioni		Temperature C	Pressioni		Temperature C
in atmosfere	in Kg. per cm²		in atmosfere	in Kg. per cm²	
0,70	0,72330	90,32	4,50	4,6498	158,29
0,80	0,82663	93,88	4,75	4,9081	150,30
0,90	0,92996	97,08	5,00	5,1665	152,22
1,00	1,03329	100,00	5,25	5,4248	154,07
1,10	1,1357	102,68	5,50	5,7057	155,85
1,20	1,2401	105,17	5,75	5,9414	157,56
1,30	1,3434	107,50	6,00	6,1997	159,22
1,40	1,4468	109,68	6,25	6,4584	160,82
1,50	1,5489	111,74	6,50	6,7164	162,37
1,60	1,6533	113,69	6,75	6,9751	163,88
1,70	1,7566	115,54	7,00	7,2330	165,34
1,80	1,8599	117,30	7,25	7,4921	166,77
1,90	1,9634	118,99	7,50	7,7497	168,15
2,00	2,0666	120,60	7,75	7,7505	169,50
2,25	2,3249	124,36	8,00	8,2663	170,81
2,50	2,5832	127,80	8,25	8,5255	172,10
2,75	2,8415	130,97	8,50	8,7839	172,35
3,00	3,0999	133,91	8,75	9,0422	174,57
3,25	3,3582	136,66	9,00	9,2996	175,77
3,50	3,6165	139,25	9,25	9,5589	176,94
3,75	3,8748	141,68	9,50	9,8173	178,08
4,00	4,1315	144,00	9,75	10,0756	179,21
4,25	4,3915	146,19	10,00	10,333	180,31

Il valore della temperatura T_0 dell'acqua di condensazione è variabile da caso a caso e non è possibile stabilirlo esattamente. Nei calcoli però conviene fissare per questa temperatura il valore massimo non tenendo conto del calore che l'acqua di condensazione cede per raffreddamento ed ammettere che essa esca alla temperatura stessa a cui si è formata sicchè si utilizzi pel riscaldamento il solo calore di vaporizzazione. Facendo $T_0 = T$ si ha

$$N\,(606,5 - 0,695\,T) = Q \text{ da cui si ricava } N.$$

Nel riscaldamento a vapore semplice poi si usa sempre o quasi sempre vapore a bassa pressione; ritenendo questa uguale ad una atmosfera il valore di T corrispondente è 100, quindi

$$N = \frac{Q}{537}.$$

Per determinare la superficie condensante quando questa è la superficie di un tubo liberamente esposto all'aria conviene ricorrere a dati di esperienze. Secondo le esperienze di Clément, che s'accordano con quelle del Tredgold, risulta che quando il vapore nel tubo è a 100° e l'aria esterna a 15° si rinnova a contatto del tubo solamente per moti idrostatici, in un'ora e per ogni metro quadrato di superficie si condensano in un tubo orizzontale in ghisa Kg. di vapore 1,70 se la ghisa è annerita, 1,80 se nuda; in un tubo di rame nudo 1,47 Kg. e se annerito 1,70; in un tubo verticale di rame annerito 1,90 (1): la differenza fra i varii numeri dimostra l'influenza dello stato della superficie da cui dipende l'irradiazione e della posizione del tubo la quale a sua volta influisce sul rinnovarsi più o meno facile dell'aria a contatto della superficie riscaldante. Adottando il numero 1,80 la superficie condensante S in metri quadrati sarà

$$S = \frac{Q}{1,80}.$$

La superficie S del tubo dipende dal diametro e dalla lunghezza: detto D il primo l la seconda è $S = \pi D l$. Ordinariamente è nota o prestabilita la lunghezza i tubi sospendendosi all'aria secondo i lati maggiori del locale da scaldare; calcolando colla formola il diametro se ne accetterà il valore se esso risulta compreso fra 7 e 20 cm. Se il diametro risultante fosse minore di 7 cm. l'acqua di condensazione ne occuperebbe quasi tutta la sezione e le resistenze al movimento del vapore obbligherebbero una pressione più grande in caldaja: se poi il diametro risultasse maggiore di 20 cm. difficilmente verrebbe espulsa l'aria dai tubi, la superficie loro non riuscirebbe così efficace e quindi il peso di vapore che si condenserebbe nell'ora per m² risulterebbe minore di quello prestabilito. Quando il diametro dei tubi non riuscisse compreso fra i limiti indicati occorrerebbe variarne l'ubicazione ed il percorso.

Si suole in pratica per un ambiente che si debba mantenere a 15° circa assegnare m² 1,50 a 1,70 di superficie condensante per 100 m³ di locale se è bene riparato e m² 2,25 a 2,50 se male riparato. Sebbene questa regola non abbia fondamento sicuro, nei casi di locali ordinarii può adottarsi come mezzo di avere tosto un valore approssimato della necessaria superficie di tubi. In quanto alle dimensioni della caldaja si ritiene una produzione di 10 a 15 Kg. di vapore per m² e per ora, od anche la superficie riscaldata dalla caldaja da $\frac{1}{6}$ a $\frac{1}{10}$

(1) Ser, *Physique industrielle*, I, pag. 220.

della superficie totale dei tubi: l'area della graticola da $\frac{1}{25}$ a $\frac{1}{35}$ della superficie riscaldata della caldaja.

Così ad esempio, vogliasi scaldare una sala lunga m. 40, larga 10, alta 6, con otto finestre per parte di 5 m² ciascuna destinata a contenere in media 100 persone durante 12 ore, per ognuna delle quali occorrano 60 m³ di aria all'ora, i muri trasmittenti calore siano i soli muri esterni sicchè

$$F_v = 80 \text{ m}^2 \text{ e } F_m = 480 - 80 = 400 \text{ m}^2.$$

Facendo astrazione dai lumi si ammette che il calorifero funzioni per 12 ore, che la temperatura interna debba essere di 15°, che l'esterna si assuma uguale a — 5°. La quantità oraria di calore che il calorifero deve produrre sarà data dalla

$$12\,Q = 12q_1 + 24\,(q_2 + q_3) - 12q_4$$

da cui $$Q = q_1 + 2\,(q_2 + q_3) - q_4$$

$$q_1 = 0{,}3 \times 6000 \times 20 = 36000.$$

Ritenendo $A_m = 1$ e $A_v = 5$ e corrispondere ad ogni persona lo sviluppo di 120 calorie all'ora si ha:

$$q_2 = 400 \times 20 = 8000$$

$$q_3 = 5 \times 80 \times 20 = 8000$$

$$q_4 = 120 \times 100 = 12000$$

quindi $$Q = 56000.$$

Il numero di chilogrammi di vapore che si devono condensare all'ora è:

$$N = \frac{56000}{537} \text{ cioè 105 circa.}$$

La superficie condensante risulta di $\frac{105}{1{,}80} = 58{,}33$ m².

Se nel riscaldamento si adoperano tubi di ghisa lisci sospesi a mensole si può notare che con due soli tubi disposti secondo la lunghezza della sala cioè di lunghezza 80 m. risulterebbe un diametro di oltre 0,24 m.; con una lunghezza di 120 m. cioè con tre tubi il diametro risulta uguale circa a 0,155.

Per determinare le dimensioni della caldaja ed il consumo di combustibile basta notare che producendosi il vapore a 1,5 atmosfere ammesso che l'alimentazione si faccia con acqua a 30°, le calorie occorrenti a produrre 105 Kg. di vapore all'ora saranno

$$Q^1 = 105\,(606{,}5 + 0{,}305 \times 112 - 30) = \text{circa } 64120.$$

Usando un combustibile di potere calorifico uguale a 7000 ed adottando 0,60 per coefficiente di rendimento della caldaja il peso di esso occorrente all'ora sarà di

$$\frac{64120}{0{,}6 \times 7000} = \text{circa 15 ed in 12 ore 180 Kg.}$$

Di qui si deduce la spesa pel riscaldamento conoscendo il prezzo dell'unità di peso del combustibile.

Se i vasi condensanti sono costituiti da stufe a vapore conviene distinguere il caso in cui esse sono adoperate come stufe a vapore semplici per modo che non vi rimane accumulata l'acqua di condensazione e tutta la faccia interna della parete è lambita dal vapore, dal caso in cui l'acqua che sta nella stufa è in quantità tale da potersi il riscaldamento considerare come misto a vapore e ad acqua.

Nel primo caso si deduce tosto la superficie condensante F colla relazione $Q = AF\,(T - t)$ ove T è la temperatura costante del vapore e t quella dell'aria dando ad A coefficiente di trasmissione il valore 12 se la parete non ha nervature. L'uso delle nervature però torna nella trasmissione del calore dal vapore all'aria molto più efficace che non nei caloriferi ad aria. Ed infatti nella relazione approssimata che dà la quantità di calore trasmessa da una parete munita di nervature

$$Q' = \frac{F\,(T_1 - T_2)}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{nK_2}}$$

il valore di K_1 è molto maggiore di K_2 (1): sicchè trascurandosi $\frac{1}{K_1}$ a fronte di $\frac{1}{nK_2}$ risulterebbe la trasmissione del calore aumentata in causa delle nervature in ragione poco diversa da quella dell'aumento di superficie. Ad ogni modo conviene ridurre di alquanto il coefficiente di trasmissione quando la faccia a contatto dell'aria è munita di nervature rispetto al valore che si riferisce alla faccia nuda. Tenendo per questa 12 conviene per la parete con nervature dare al coefficiente di trasmissione il valore 10.

Nel caso in cui la stufa è fatta per modo che serve alla trasmissione del calore l'acqua che si accumula in essa, occorre calcolare separatamente la quantità di calore che il vapore cede direttamente all'aria e quella che esso cede all'acqua e che da questa passa all'aria. Se S_1 è la superficie di trasmissione tra il vapore e l'aria la quantità Q_1 di calore trasmessa all'ora è

$$Q_1 = A_1 S_1\,(T - t)$$

ove T è la temperatura del vapore, t quella dell'aria ed il coefficiente A_1 quello di trasmissione dal vapore all'aria: se poi S_2 e S_3 indicano la superficie di trasmissione dal vapore all'acqua e da questa all'aria, θ la temperatura dell'acqua A_2 e A_3 i rispettivi coefficienti di trasmissione, Q_2 e Q_3 le quantità di calore trasmesse all'ora si ha:

$$Q_2 = A_2 S_2\,(T - \theta) \qquad Q_3 = A_3 S_3\,(\theta - t)$$

ed inoltre $Q_2 = Q_3$; $Q = Q_1 + Q_3$; $F = S_1 + S_3$.

Secondo il Ser (op. cit., pag. 222) essendo l'aria a circa 15° valgono i numeri seguenti:

Temperatura dell'acqua	Calorie trasmesse per m² e per ora	Coefficiente di trasmissione dall'acqua all'aria
50	300	9
60	420	9,5
70	540	10
80	670	10,5
90	810	11
100	1000	11,5

Sarà prudenza nei calcoli ammettere A_3 fra 8 e 9.

Il coefficiente A_2 di trasmissione dal vapore all'acqua varia notevolmente a seconda delle condizioni di temperatura del vapore e dell'acqua, cresce di molto quando l'acqua è in ebollizione e si rinnova rapidamente a contatto della superficie condensante.

Nei serpentini e nei doppi fondi usati nel riscaldamento di liquidi col vapore quando il liquido non bolle si condensano per ora, per m² e per ogni grado di differenza di temperatura fra il vapore ed il liquido all'incirca 2,50 Kg. nei primi e 1,4 nei secondi. Ritenendo il numero minore e la temperatura del vapore di 100° il coefficiente di trasmissione risulta uguale a 537 × 1,4 ossia $A_2 = 750$ circa.

(1) Ser, op. cit., I, pag. 175.

Riscaldamento misto a vapore e ad aria. — Quando il vapore scalda aria in camere di caloriferi ad aria e questa poi è veicolo del calore ai locali, bisogna fare due calcoli distinti, l'uno relativo all'apparecchio a vapore, l'altro al calorifero ad aria.

Determinata la quantità Q di calore occorrente in ogni ora al riscaldamento, si calcola la temperatura che diremo t_1 a cui si deve scaldare l'aria nella camera d'aria. Dalle regole relative alla ventilazione si conosce il volume V di essa che si deve mandare in ogni ora nei locali: detta t_0 la temperatura esterna con cui accede al calorifero si ha:

$$Q = 0{,}306\ V\ (t_1 - t_0).$$

Il valore di t_1 calcolato con questa equazione deve riuscire non superiore ai 50°: quando fosse maggiore si deve conchiudere che col volume V scelto non si può scaldare il locale: devesi allora aumentare il valore del volume V di aria.

Il numero N di chilogrammi di vapore che si devono condensare all'ora si ha dalla

$$N\ (606{,}5 + 0{,}305\ T - T_0) = Q$$

ove T è la temperatura del vapore T_0 dell'acqua di condensazione: T è conosciuta quando è nota la pressione del vapore: in quanto a T_0 è prudenza sceglierla uguale a T e scrivere $Q = N\ (606{,}5 - 0{,}695\ T)$.

La superficie condensante S riesce determinata dalla

$$A\,S\left(T - \frac{t_1 + t_0}{2}\right) = Q$$

ove con A si indica il coefficiente di trasmissione e con Q o la totale quantità oraria di calore occorrente o quella corrispondente ad uno dei caloriferi ad aria secondochè il valore di S dev'essere o la totale superficie condensante o quella parziale per ciascun calorifero. Quando così facendo si trovassero per S valori troppo grandi, converrebbe rifare i calcoli adottando per la pressione e quindi per la temperatura del vapore valori maggiori.

Con questo si ha quanto occorre al calcolo dell'apparecchio a vapore: si procede allora al calcolo delle parti relative al calorifero ad aria propriamente detto notando che in queste disposizioni non occorre camera di mescolanza: colla teoria del movimento dei gas seguendo l'aria nel suo moto dalla luce di presa alle bocche da cui si versa nei locali si calcola la sezione dei condotti. Per abbreviare i calcoli si può fissare per l'aria la velocità: ad esempio da 50 a 60 centimetri al minuto secondo, e con essa calcolare le sezioni di passaggio; l'equazione del movimento servirà allora per verificare se colle dimensioni fissate passerà effettivamente il volume di aria prestabilito. Se il volume calcolato riuscirà uguale o maggiore del necessario si accetteranno le dimensioni dedotte, se riuscirà minore si dovranno aumentare.

Calcolo di un termosifone. — Nel riscaldamento con circolazione d'acqua calda oltre alla quantità Q di calore occorrente in ogni ora che costituisce il dato principale, sono note o si prestabiliscono alcune grandezze che dipendono dalle posizioni degli apparecchi riscaldanti e dalle condizioni peculiari del sistema adottato. Si assume in generale come data la distanza verticale fra una sezione orizzontale fatta al fondo della caldaja in prossimità dell'inserzione del tubo di ritorno dove la velocità dell'acqua può considerarsi insensibile ed il centro di una sezione normale all'asse del tubo di circolazione fatta a distanza del tubo di ascesa e del vaso di espansione là ove incomincia la trasmissione del calore per parte dell'acqua; questa differenza di livello fra i centri delle due sezioni diremo *altezza* del termosifone e indicheremo con H. La temperatura dell'acqua nella caldaja e nel tubo di ascesa protetto dal raffreddamento si presceglie dipendendo essa dal tipo di termosifone: la diremo T_1; dall'ubicazione dell'apparecchio risulta conosciuta la lunghezza che diremo l' del tubo di ascesa fra la sua inserzione in caldaja ed il punto di altezza H sul fondo di questa; si prestabilisce pure la temperatura che indicheremo con t a cui deve elevarsi l'aria a contatto della superficie scaldante. Fra le incognite si hanno il peso G di acqua che in ogni minuto secondo deve passare per ogni sezione dei tubi di circolazione; la temperatura T_0 con cui essa ritorna in caldaja; la superficie F in m² di trasmissione del calore dall'acqua all'aria; la lunghezza l'' dei tubi di circolazione; la sezione a ed il diametro D di essi. Tra le varie grandezze si possono sempre scrivere almeno tre equazioni. Una di esse esprime che la quantità di calore occorrente al riscaldamento è uguale a quella ceduta dall'acqua riscaldante che in ogni ora passa per ogni sezione del tubo la cui temperatura diminuisce di $T_1 - T_0$ gradi.

$$Q = 3600\,G\,(T_1 - T_0) \qquad (1)$$

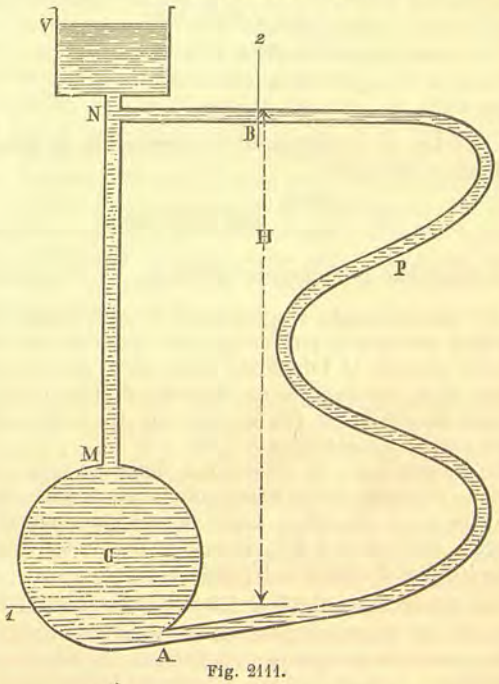


Fig. 2111.

Una seconda equazione esprime che la stessa quantità di calore è uguale a quella trasmessa attraverso alla superficie di riscaldamento F dall'acqua all'aria; alla temperatura variabile da T a T_0 dell'acqua sostituendo la media ed indicando con A il coefficiente di trasmissione dall'acqua all'aria si ha

$$Q = A\,F\left(\frac{T_1 + T_0}{2} - t\right). \qquad (2)$$

Una terza equazione poi esprime la condizione necessaria per il movimento dell'acqua.

L'applicazione dell'equazione del movimento dei fluidi all'acqua in circolazione dev'essere fatta con criteri diversi a seconda delle disposizioni del termosifone, del numero delle circolazioni diramantisi dal vaso di espansione e della loro posizione; nell'applicarla ci riferiremo ad un caso speciale, che è quello ordinario della pratica; la considerazione di esso può essere guida in

ogni altro caso. Rappresenti la figura schematica (fig. 2111) un termosifone semplice di cui C è la caldaja, V il vaso di espansione, MN il tubo di ascesa, si consideri una delle circolazioni BPA e sia B la sezione dalla quale incomincia la trasmissione del calore onde l' sia la lunghezza MNB; la temperatura T_1 dell'acqua in esso si mantiene costante: nel tubo BPA essa poi varia da T_1 a T_0.

Considerando una porzione di vena fluida compresa fra due sezioni normali al suo asse, chiamando p_1 e p_2 le pressioni in esse v_1 v_2 i volumi specifici del fluido, in m³ per Kg., a_1 a_2 l'aree, v il volume specifico in una sezione qualunque di area a: D il diametro medio, H la differenza di livello fra i centri delle due sezioni, λ un coefficiente detto di attrito e β un altro che corrisponde ai lavori resistenti dovuti a cambiamenti di sezione e di direzione, la teoria del movimento dei fluidi dimostra la relazione

$$G^2\left[\left(\frac{v_2}{a_2}\right)^2-\left(\frac{v_1}{a_1}\right)^2+\int_0^l\left(\frac{v}{a}\right)^2\frac{\lambda}{D}dl+\Sigma\left(\frac{v}{a}\right)^2\beta\right]=-2g\left[H+\int_{p_1}^{p_2}vdp\right].$$

Volendo applicare questa equazione al moto dell'acqua circolante conviene dividerne il percorso in due tronchi, in cui la temperatura sia costante o le si possa attribuire un valore medio costante; nel primo tronco in salita fra la sezione 1 e la 2 la temperatura costante è T_1, il volume specifico dell'acqua funzione di essa diremo v_1 ed ammettendo l'area ed il diametro del tubo costanti si ha:

$$G^2\frac{v_1}{a^2}\left[1+\frac{\lambda l'}{D}+\Sigma'\beta\right]=2g\left(p_1-p_2\right)-2g\frac{H}{v_1}$$

e pel secondo tronco in discesa per cui H è negativo, la temperatura costante $T=\frac{T_1+T_0}{2}$; v il volume specifico corrispondente dell'acqua

$$G^2\frac{v}{a^2}\left[-\left(\frac{v_1}{v}\right)^2+\lambda\frac{l''}{D}+\Sigma''\beta\right]=-2g\,(p_1-p_2)+2g\frac{H}{v}.$$

Sommando le due equazioni

$$\frac{G^2}{a^2}\left[v\,v_1^2\left(1+\lambda\frac{l'}{D}+\Sigma'\beta\right)+v^2v_1\left(-\left(\frac{v_1}{v}\right)^2+\lambda\frac{l''}{D}+\Sigma''\beta\right)\right]=2gH\,(v_1-v).$$

I volumi specifici dell'acqua a diverse temperature sono raccolti in tabelle; secondo le determinazioni sperimentali di Despretz, Kopp e Rossetti fra 40° e 100° il volume specifico è con sufficiente approssimazione esprimibile colla formola empirica

$$1000\,v=0{,}9885+0{,}0005\,T$$

come risulta dalla seguente tabella (1):

Temperatura	Volume 1000 v dedotto dalla formola	Volume 1000 v risultante dall'esperienza	Differenze
40°	1,0085	1,0077	+ 0,0008
50°	1,0135	1,0120	+ 0,0015
60°	1,0185	1,0169	+ 0,0016
70°	1,0235	1,0226	+ 0,0009
80°	1,0285	1,0289	— 0,0004
90°	1,0325	1,0357	— 0,0012
100°	1,0385	1,0431	— 0,0046

ponendo in quella a luogo di T la T_1 e sottraendo

$$1000\,(v_1-v)=0{,}0005\,(T_1-T)=0{,}0005\,\frac{T_1-T_0}{2},$$

Osservando poi che nel primo membro dell'equazione precedente è lecito fare

$$vv_1^2=v_1v^2=\frac{1}{1000^3}\ \text{e}\ \frac{v_1}{v}=1,$$

(1) Ferrini, *Tecnologia del calore*, 1876, pag. 413.

riducendo e ponendo $l'+l''=l$; $\Sigma'\beta+\Sigma''\beta=\Sigma\beta$ si trova

$$\frac{G^2}{a^2}\left[\lambda\frac{l}{D}+\Sigma\beta\right]=500\,gH\,(T_1-T_0). \qquad (3)$$

Se la superficie di riscaldamento è costituita da stufe inserite sulla circolazione fra le incognite G, T_0, F, a.D, l'' non si hanno altre relazioni necessarie che le tre scritte, onde due di quelle devono essere scelte per potere calcolare le altre. La scelta può variare da caso a caso; in generale però si conoscerà la posizione da darsi alle stufe e perciò la lunghezza l'' dei tubi che portano l'acqua. Oltre l'' si può fra le grandezze da scegliere prestabilire il valore di T_0 osservando che nei termosifoni a bassa pressione la temperatura dell'acqua di ritorno è, come risulta dall'esperienza, prossima a 40°. Scelti i valori di l'' e di T_0 l'equazione (1) dà il peso G; la (2) la superficie F e la (3) la sezione a od il diametro D del tubo. Osservando che $a=\pi\frac{D^2}{4}$ l'equazione (3) risolta rispetto a D riesce della forma $D^5=M+ND$ ove M ed N sono coefficienti noti.

Per risolvere quest'equazione conviene ricorrere al metodo delle approssimazioni successive; dando a D un valore D^1 scelto, e sostituendo nel secondo membro si ricava un valore approssimato $D''=\sqrt[5]{M+ND^1}$.

Sostituendo a D il valore D'' si ricava un altro

$$D'''=\sqrt[5]{M+ND''}.$$

Così procedendo, quando si trovino pel diametro D due valori poco differenti fra loro, l'uno o l'altro o la media dei due si adotterà come conveniente.

La quantità di calore Q e la superficie riscaldante F sono rispettivamente la totale occorrente al riscaldamento e la totale superficie; quando si dovesse ripartire la prima fra diversi locali si dovrebbe pure ripartire la seconda; sicchè se $Q = Q' + Q'' + Q''' + \ldots$ sarà $F = F' + F'' + F''' + \ldots\ldots$ Chiamando T_0' T_0'' $T_0'''\ldots$ le temperature con cui l'acqua abbandona rispettivamente ciascuna stufa e colla quale entra nella seguente si hanno le relazioni

$$Q' = 3600\,G\,(T_1 - T_0')$$
$$Q'' = 3600\,G\,(T_0' - T_0'')$$
$$Q''' = 3600\,G\,(T_0'' - T_0'''),$$

le quali, essendo note le Q' Q'' Q''' . . . . permettono di calcolare le T_0' T_0'' T_0''' . . . . .

Allora le equazioni

$$Q' = AF'\left(\frac{T_1 + T_0'}{2} - t\right)$$

$$Q'' = AF''\left(\frac{T_0' + T_0''}{2} - t\right)$$

$$Q''' = AF'''\left(\frac{T_0'' + T_0'''}{2} - t\right)$$

determinano le parti F' F'' $F'''\ldots$ della totale superficie F di riscaldamento.

Se la superficie di riscaldamento è quella stessa dei tubi di circolazione si ha $\frac{\pi D^2}{4} l'' = F\ldots\ldots$ (4) e quindi quattro equazioni distinte fra le cinque incognite; una sola di queste rimane arbitraria. Da uno schizzo preliminare o di massima dell'apparecchio si conoscerà la ubicazione dei tubi e si potrà prestabilire la loro lunghezza l''. Con ciò si hanno quattro incognite con quattro equazioni. Sostituendo nella (2) il valore di F dato dalla (4), nella (3) ponendo $a = \frac{\pi D^2}{4}$ ed eliminando $T_1 - T_0$ fra la (1) e la (3) si ottengono le tre equazioni:

$$Q = 3600\,G\,(T_1 - T_0) \qquad (1)$$

$$Q = A\pi D l''\left(\frac{T_1 + T_0}{2} - t\right) \qquad (2')$$

$$\frac{500\,g\,HQ}{3600} = \frac{16\,G^3}{\pi^2 D^4}\left(\frac{\lambda l}{D} + \Sigma\beta\right) \qquad (3')$$

fra le tre incognite G, T_0 D. Anche questo sistema conviene risolvere per approssimazioni successive: si dia a T_0 un valore probabile scelto T_0', ad esempio 40, dalla (2') si deduce D e dalla (3') G. Questo valore di G sostituito nella (1) dà per T_0 un altro valore; se questo sarà uguale al precedente sarà segno che la scelta di T_0 fu la voluta, altrimenti col valore di T_0 risultante si calcoleranno D e G e poi di nuovo T_0. Il valore trovato servirà a determinarne un altro per D ed un altro per G più approssimati; dopo alcuni tentativi si troveranno due valori per T_0 così poco diversi fra loro da potersi adottare fra essi un valore medio. In base a questo si fisseranno D e G.

Per poter applicare le formole sovrascritte conviene conoscere i valori numerici dei coefficienti che in esse figurano. E così pel coefficiente di trasmissione dall'acqua all'aria con differenze di temperatura non molto grandi si può, secondo Péclet, ritenere A uguale ad 11 se i corpi riscaldanli sono posti entro condotti in cui circola l'aria e ridurlo a 9 o ad 8 se le superficie scaldanti sono esposte all'aria che si rinnova a contatto di esse solo per moto idrostatico. In quanto al coefficiente di attrito λ conviene osservare che siccome nei termosifoni a bassa pressione la velocità dell'acqua è sempre piccola, da 6 a 12 centimetri per secondo, se si esprime, come conviene fare, il lavoro di attrito nella formola del movimento in funzione della forza viva del fluido in moto, si deve però ritenere il coefficiente λ funzione della velocità. Per averne poi il valore numerico torna comoda la formola empirica del Weissbach

$$\lambda = 0{,}0144 + \frac{0{,}00947}{\sqrt{u}}$$

ove u è la velocità dell'acqua. Qui però giova notare che la velocità non si conosce se non si è già fatto il calcolo, essendo essa legata al peso G di fluido passante in ogni sezione, all'area a di questa ed al volume specifico dalla equazione della continuità $\frac{au}{v} = G$; per ciò converrà anche qui procedere per approssimazioni successive; dare ad u un valore prescelto dedotto dai prontuarii, con esso calcolare λ e quindi fare il calcolo di tutto l'apparecchio e dedurre un secondo valore della velocità: se questo s'accorda con quello che servì a determinare λ si accetterà il valore scelto, altrimenti colla formola si dedurrà un nuovo valore di λ che servirà a rifare i calcoli. Dopo alcuni tentativi si arriva ad un valore di λ conveniente. Notiamo intanto che per $u = 0{,}10$ m. si ha $\lambda = 0{,}04$.

In quanto a β se ne determina il valore numerico nei singoli casi dall'esame delle perdite di forza viva che si producono in una vena fluida per cambiamenti di sezione e di direzione.

Dimensioni della caldaja. — Il volume della caldaja non dipende in modo diretto dalla quantità di calore necessaria al riscaldamento non figurando nelle formole, ma da esso dipende la maggiore o minore costanza del riscaldamento stesso. La scelta del volume deve quindi farsi in ragione dell'invariabilità richiesta nel riscaldamento; se la superficie riscaldante è quella di tubi e la costanza è condizione assoluta, come dev'essere ad esempio nelle serre, per avere immagazzinato una grande quantità di calore nella massa d'acqua, conviene dare alla caldaja un volume fra il triplo ed il sestuplo di quello dei tubi. Se poi nella circolazione sono inserite delle stufe contenenti esse stesse molta acqua la caldaja può avere un volume fra $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{6}$ della circolazione. Volendo in generale procedere ad un criterio in base al quale determinare la capacità della caldaja, si può partire dalla considerazione che la quantità di acqua da tenersi in circolazione sia tale che la sua temperatura non abbia ad abbassarsi al disotto di un determinato numero di gradi nel numero di ore per cui si sospende il riscaldamento. Se θ è questo tempo, P il peso di acqua in circolazione, t l'abbassamento di temperatura al disotto del quale non occorre scendere, si ha $Pt = Q\theta$. Al peso P di acqua è commisurata la capacità dei recipienti che devono contenerlo e questa capacità si compone di quella della caldaja e di quella dei tubi di circolazione.

La superficie di riscaldamento della caldaja si può determinare in base ad una trasmissione da 8000 a 10 000 calorie per metro quadrato e per ora.

Vaso di espansione. - Osservando che il volume specifico dell'acqua a 0° è 1,000129 e a 100° 1,04312 ne viene che per una variazione di 100° il volume dell'acqua aumenta di meno di 0,05 del suo valore. Dando al vaso di espansione una capacità uguale a $\frac{1}{20}$ del volume totale dell'acqua contenuta nel termosifone esso risulterà sufficiente alla dilatazione di essa.

Se si ha un sistema di riscaldamento misto a vapore e ad acqua, questa nella caldaja o nelle singole caldaje è scaldata da vapore proveniente da un generatore centrale e che circola in un serpentino in essa immerso. In questo caso la quantità totale di calore Q occorrente al riscaldamento deve essere portata dal vapore nei serpentini delle caldaje. Se il vapore arriva in essi ad una temperatura T e l'acqua di condensazione esce a T_0 il numero N di chilogrammi da condensarsi all'ora è dato dalla

$$N(606{,}5 + 0{,}305\,T - T_0) = Q$$

e per $T = T_0 = 100$

$$N = \frac{Q}{537}.$$

Questo peso di vapore si ripartirà fra i diversi serpentini e da esso si deduce la superficie condensante. Basta notare che per ogni m² di superficie e per ogni grado di differenza di temperatura fra il vapore e l'acqua si condensano all'ora Kg. di vapore 2,5. Dette S la superficie condensante e T_1 la temperatura dell'acqua in caldaja sarà:

$$2{,}5\,S\,(T - T_1) = N.$$

Così per $T_1 = 80$ e $T = 100$

$$S = \frac{N}{50}.$$

I tubi di condotta dal vapore ai serpentini delle caldaje dei termosifoni si calcolano colle formole stesse che furono indicate per i caloriferi a vapore.

Pel generatore a vapore poi conoscendo il peso di vapore da prodursi all'ora, converrà ammettere una pressione maggiore di quella supposta nei serpentini. Se, come si è detto, in questi la si ammette di una atmosfera, converrà ritenerla in caldaja di due circa, cioè la temperatura prossima a 120°, notando che fra il generatore ed i serpentini vi è espansione del vapore e quindi abbassamento di temperatura.

Il calcolo da noi indicato si riferisce ad un termosifone a bassa pressione: come regola di massima si ammette dai pratici occorrere una superficie scaldante da 2,5 a 3 m² per 100 m³ di ambiente bene riparato e di 3,5 a 4 m² se esso è male riparato: la superficie scaldata della caldaja si tiene tra $\frac{1}{15}$ e $\frac{1}{20}$ della scaldante complessiva e l'area della graticola tra $\frac{1}{20}$ e $\frac{1}{30}$ di essa.

La sezione del tubo di efflusso dell'acqua calda e di quello di ritorno in caldaja si assegnano in ragione di 0,6 a 0,7 cm² per ciascun m² di superficie scaldante complessiva: i tubi che portano l'acqua agli apparecchi di scaldamento hanno 25 millimetri di diametro se la loro superficie scaldante non eccede 6 metri quadrati; 30 millimetri se questa arriva a 10 metri quadrati e 40 millimetri per le maggiori estensioni.

Nei termosifoni Perkins la superficie scaldante dei serpentini si tiene da 1,25 a 1,50 m² per 100 m³ di ambiente bene riparato e da 1,50 a 2,50 m² se l'ambiente non è bene riparato (Ferrini, *Manuale Hoepli*, pag. 218 e 226).

Conclusioni relative agli apparecchi di riscaldamento. — Dalla esposizione che si è fatta dei diversi sistemi ed apparecchi di riscaldamento risulta che per le ordinarie stanze di abitazione i caminetti e le stufe dette ventilatrici si presentano come apparecchi gradevoli e salubri purchè i primi si dispongano per modo da evitare specialmente gli inconvenienti delle correnti fredde, le seconde si costruiscano e si regolino in maniera da impedire la troppa secchezza e l'eccessiva elevazione di temperatura che comunemente esse producono nell'aria.

Per locali di grandi dimensioni si manifestano indispensabili i caloriferi propriamente detti: fra questi i meno costosi sono quelli ad aria calda quando siano progettati in un coll'edifizio da costrurre, sicchè riescano bene predisposti i canali dell'aria: essi però in generale non possono essere adattati in modo conveniente a locali già costrutti per le difficoltà quasi insormontabili che presenta la posa dei canali; il loro raggio di azione limitato, non superiore a 15 metri, obbliga l'uso di molti di essi per edifizi di grande estensione, quindi una complicazione nel servizio ed una spesa di impianto e di esercizio considerevole. La facile variabilità del riscaldamento che essi presentano ne può consigliare l'uso in tutti quei casi in cui essa è condizione precipua, la probabilità invece in essi di riscaldare l'aria a temperatura eccessiva e di inquinarla per mescolanza coi prodotti della combustione o per torrefazione del pulviscolo atmosferico impone la massima cura nella loro costruzione ed una diligenza non frequente nel loro governo.

I termosifoni a bassa pressione presentano il vantaggio di un riscaldamento regolare, costante, gradevole, non guastano l'aria, non ne elevano di troppo la temperatura; il loro impiego è consigliabile per serre, carceri, alberghi, sale di ospedale in cui la costanza è condizione speciale: il loro raggio di azione che si stima da 60 a 80 m. li rende atti al riscaldamento di ambienti di grande pianta e le disposizioni più moderne trovano applicazione nel riscaldamento di un numero non grande di stanze. Essi però servono per un piano solo di edifizio.

I caloriferi a vapore a bassa pressione si presentano indicatissimi per edifizi di dimensioni non grandissime in cui è desiderabile una pronta variabilità a seconda delle circostanze, come scuole, convitti e simili; sono di facile impianto, di costo moderato. Per grandi edifizi poi il riscaldamento con sistema misto a vapore e ad aria, o a vapore ad acqua e ad aria può soddisfare a tutte le esigenze dell'economia e dell'igiene.

Però, come si è notato fin dal principio, nessuno dei sistemi di riscaldamento può per locali di abitazione considerarsi perfetto se ad esso non è combinato un ben adatto e razionale sistema di ventilazione: l'apparecchio riscaldante mantiene all'aria la voluta temperatura, il ventilante la purezza indispensabile: il primo deve essere coordinato col secondo: il riscaldamento e la ventilazione dei locali sono due questioni che alla mente dell'ingegnere devono sempre presentarsi come strettamente collegate fra loro.

Solo a questa condizione il ricco può ripromettersi quell'agiatezza che gli concede il censo, ed il povero e l'infermo sperare quella salubrità di soggiorno che a ragione è desiderio di tutti.

Ing. Pietro Paolo Morra.

SALDATURA. — Franc. *Soudure, Brasure;* tedesco *Schweiss, Gelöthen;* ingl. *Welding, Solder, Soder.*

Saldare o fare una saldatura è il riunire stabilmente due pezzi della medesima o diversa sostanza in uno solo senza il concorso di organi speciali che li tengano uniti e col concorso o meno di altre sostanze. Due distinti modi si hanno quindi per saldare: nell'uno, i pezzi posti in date condizioni si saldano fra loro senza l'intervento di materie saldanti ed è detta saldatura autogena; nell'altro invece occorre l'intervento di materie saldanti ed è chiamata saldatura e viene specificata dalla qualità del saldante impiegato.

I. — Saldatura autogena
(franc. *Soudure;* ted. *Schweiss;* ingl. *Welding*).

Si può eseguire sopra diverse sostanze, per il loro rammollimento ottenuto col calore, come avviene nel ferro e nel platino, o colla fusione stessa delle parti dei pezzi a saldarsi, come si ha per vari metalli, pel vetro, cera, guttaperca, ecc., o col rendere pastosa o semifluida la sostanza con un solvente di essa, come avviene per la gomma elastica, ecc.

Ci occuperemo della saldatura autogena di quelle sostanze che sono maggiormente impiegate nell'industria e per la quale occorre una speciale condotta nell'esecuzione.

La saldatura autogena del ferro è conosciuta in tutta Italia col nome di bollitura e si eseguisce nel medesimo modo tanto sul ferro che sul platino, mercè la loro proprietà di diventare pastosi prima di entrare in fusione e di perdurare in tale stato per un certo tempo, tanto da poter eseguire con tutto agio l'operazione, anzi essa è pel ferro la base della sua industria, giacchè dalla riduzione della ghisa fino al suo ultimo impiego nelle arti, non è che una lunga serie di bolliture. Negli altri metalli lo stato pastoso od è appena sensibile o manca affatto, per cui la loro bollitura si eseguisce colla rifusione di essi stessi.

La saldatura autogena col mezzo dell'elettricità, della quale ci occuperemo nell'ultima parte di questo articolo, operandosi con somma rapidità riesce possibile anche su quei metalli il cui stato pastoso dura insufficientemente per poterla eseguire altrimenti, o che la temperatura alla quale si rendono pastosi o semifluidi non è facilmente raggiungibile cogli ordinari forni.

In via ordinaria due pezzi dello stesso metallo, ferro o platino, le cui superficie sieno nette e libere da materie estranee e da ossidi, portati a conveniente temperatura, messi a contatto ed assoggettati ad una pressione applicata colla martellatura, con torchio, con laminatojo o con squeezer si uniscono per formare una sola massa omogenea e coerente. Questa proprietà di bollirsi è tipica nel ferro puro alla temperatura del calor bianco vivo o bianco sudante ed anche bianco saldante, ma tale proprietà goduta nel massimo grado anche dal ferro malleabile allo stesso calore, va diminuendo nel ferro fuso e negli acciai malleabili e fusi per scomparire affatto nelle ghise. Questi derivati del ferro sono composti (vedi articolo Ferro) di ferro, piccole porzioni di carbonio, che in parte è combinato e in parte è mescolato allo stato grafitico, e di altri materiali come silicio, zolfo, fosforo, ossigeno, manganese, ecc., per cui questi elementi hanno un'azione caratteristica sul metallo col fargli perdere la proprietà di bollirsi. Consideriamo l'azione del carbonio, come l'elemento il più importante per la sua condotta nella bollitura; questo infatti unito al ferro ne modifica profondamente le sue caratteristiche proprietà e in special modo quella della fusibilità, perchè il ferro fusibile ad altissima temperatura, che non si raggiunge che nei convertitori Bessemer e Thomas-Gilchrist e derivati, unito al carbonio produce i ferri fusi o acciai dolci meglio fusibili, e quindi gli acciai propriamente detti di non difficile fusione e infine le ghise di facile fusione. E paragonando la condotta di questi derivati quando sono esposti al fuoco contemporaneamente e nelle stesse condizioni, si nota che essi si comportano egualmente o pressochè, sotto l'azione del calore fino al bianco incipiente (1100° circa), ma poi variano distintamente coll'elevarsi della temperatura, e cioè, la ghisa grigia, la più carburata, fonde rapidamente, tenendole dietro poco dopo la bianca, e quindi l'acciajo duro, il tenero, il fino a breve distanza fra loro e di poi il ferro fuso, mentre il malleabile è pastoso e non fonderà che molto dopo. E ciò per quanto riguarda la fusione, ma per quanto riguarda la bollitura si osserva che le ghise giunte al calor bianco passano rapidamente dallo stato solido al liquido senz'accenno alcuno dello stato pastoso, poi gli acciai duri presentano per un istante la pastosità, per più tempo la presentano gli acciai teneri, e per più ancora i fini e quindi i ferri fusi che presentano una pastosità durante un tempo di poco minore di quello che dura nel ferro malleabile. Per cui la fusibilità che il carbonio induce nei derivati del ferro rispetto al ferro puro e malleabile è tutta prodotta colla diminuzione della durata dello stato pastoso, e più forte è la dose di carbonio contenuta e minore è la durata della pastosità, talchè si riduce a zero nelle ghise, e quindi la proprietà di bollire va scemando nei derivati coll'aumentare della proporzione di carbonio.

Gli altri elementi, che abbiamo accennato trovarsi uniti al ferro nei suoi derivati, agiscono pure a rendere difficile la bollitura, non per ridurre la durata dello stato pastoso, ma per produrvi la durezza, la fragilità e la tendenza a fondersi ed a sfogliarsi senza potervi portare riparo, e alcuni di essi hanno un'azione sensibilissima in piccolissime dosi. Così l'ossigeno nella proporzione del 0,7 % in combinazione col ferro, dà ancora la bollitura possibile con molta diligenza e cautela, ma se la proporzione raggiunge 1 %, essa diventa impossibile e così pure agiscono lo zolfo, il fosforo, l'arsenico.

Nello scaldare i pezzi di ferro malleabile o fuso o acciajo che sono atti a bollire in buon grado, avviene che tale proprietà si diminuisce d'assai e ciò, non perchè il metallo non ne sia atto per effetto della sua fabbricazione, ma perchè la calda non è stata abilmente curata e non si è difeso diligentemente il metallo, avendo assorbito del carbonio o dell'ossigeno o degli altri elementi che accompagnavano il combustibile. Per cui su questo è da portare l'attenzione per la bollitura, scegliendolo il più puro possibile, e tenendo conto della temperatura da raggiungersi, si dovrà dare la preferenza al carbone di legna per pezzi minuti, al coke o meglio al garesfield per pezzi grossi, o quanto meno ai più puri litantraci da fucina.

La bollitura è resa più facile col scegliere opportunamente il momento della massima pastosità del metallo, col preparare le superficie che devono essere poste a contatto, e colle cautele che si impiegano perchè esse rimangano perfettamente nette o si trovino tali nel momento in cui si opera la bollitura. Dopo che i pezzi sono stati foggiati in modo particolare nelle parti che devono essere poste a contatto, sono messi a scaldare nella fucina o al forno, ove per effetto del calore, dell'aria e degli elementi eterogenei del combustibile e delle ceneri si ossidano e si imbrattano e non può aver luogo la bollitura. La perfetta nettezza delle superficie

che devono esser poste a contatto è condizione essenzialissima, come la pastosità e la pressione, per cui tali superficie devono trovarsi libere da materie estranee e disossidate nel momento in cui si opera. Durante il riscaldamento il ferro si ossida e l'ossidazione è rapidissima al calor bianco, come ne è altrettanto facile l'assorbimento dell'ossigeno e di altri materiali, e quindi conviene isolare le superficie in caldo e contemporaneamente trovar modo d'averle nette, e si raggiunge lo scopo col cospargerle di materiali fusibili che siano capaci di combinarsi cogli ossidi e con altri materiali formando della scoria fluida alla temperatura di lavorazione.

Dopo che il ferro ha raggiunto il calor rosso, lo si cosparge di sabbia silicea o di arena o argilla, o polvere di vetro; più comunemente è adoperata la sabbia lavata e secca; questi materiali fondono al calor bianco e formano dei silicati fluidissimi cogli ossidi e con altri elementi, ricoprono interamente le superficie calde difendendole dall'azione dell'ossigeno e delle sostanze estranee che loro vengono a contatto, ed eseguendo la bollitura schizzano fuori dalla massa metallica lasciando le superficie nettissime ed idonee a bollirsi intimamente.

Se in luogo del ferro si opera sull'acciajo, questo viene riscaldato a temperatura minore ed alla quale non sono troppo facili le reazioni della silice sugli ossidi, per cui si impiega di frequenza una miscela di 10 parti di borace (Na_2BO_3) con una parte di sale ammoniaco (NH_4Cl) polverizzati finamente e ben mescolati. Tale miscela fonde al bianco incipiente e scioglie facilmente gli ossidi nel mentre distendesi su tutta la superficie.

Vedremo quali altri mezzi vengono impiegati per assicurare la riuscita dell'operazione, e ciò premesso trattiamo della sua esecuzione.

La bollitura si effettua su pezzi dello stesso metallo o dei suoi derivati e fra il metallo e questi stessi, purchè abbiano l'attitudine a bollire, per quanto riguarda il ferro, e fra pezzi dello stesso metallo riguardo al platino.

Bollitura del ferro saldato. — I pezzi, nella parte in cui devono bollire, si fucinano in modo particolare dando loro una forma speciale, dalla quale la bollitura prende il nome, senza variazione del metodo generale per eseguire l'operazione. Tale foggiatura ha lo scopo di facilitare l'esecuzione preparando delle superficie che permettano di ottenere la saldatura delle fibre con sicurezza, e colla martellatura di non diminuire le dimensioni nella parte bollita oltre una data misura. La preparazione esige occhio pratico, diligenza di esecuzione e buon senso nell'operatore, oltre a tutte quelle altre attenzioni e cautele che occorrono nell'arte del fucinatore per non denaturare il metallo, deturpandone le sue buone qualità e rendendolo inetto all'operazione. Cosa non difficile, se chi opera è principiante e non ha per guida delle sane cognizioni e del buon senso o non abbia formato l'occhio alla fucina per giudicare con sicurezza della temperatura, dell'andamento del fuoco e dello stato del metallo in caldo. Descriveremo i vari tipi di bollitura che si adoperano per questa qualità di ferro.

Bollitura a sbieco. — I pezzi primitivi o da bollirsi (fig. 2112), qualunque sia la figura della loro sezione, devono essere scaldati alla temperatura del calor bianco per una lunghezza variabile colla dimensione e sezione dei pezzi e non minore di 10 a 15 cm. più del diametro se cilindrici, o più del lato se quadri; così i tondi del diametro di 100 mm. si riscaldano per un tratto di 15 + 10 = 25 cm. e se di 20 mm., per un tratto di 10 + 2 = 12 cm. Si rincalcano gli estremi scaldati, fintantochè presentano un aumento da un terzo alla metà in più di materia (fig. 2113), e si fucina la rincalcatura per raccordarla regolarmente colle dimensioni delle restanti parti del pezzo non fucinate, badando di raffreddare il pezzo oltre il limite nel quale non deve

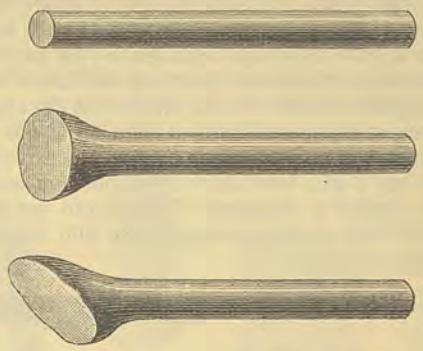


Fig. 2112, 2113 e 2114. — Bollitura a sbieco. Preparazione dei pezzi.

essere rincalcato, per non avere un inutile aumento di dimensioni. Gli estremi, rincalcati in tal modo, si sottopongono ad una nuova calda per formare l'*unghia* della bollitura o foggiarli a *becco di flauto* (fig. 2114), perchè i due estremi possano essere applicati l'uno sull'altro in senso opposto. La lunghezza dell'unghia deve essere proporzionale alle dimensioni dei pezzi e nell'esempio citato per pezzi da 5 cm. di diametro o di lato gli si dà una lunghezza di 5 cm. in più della parte riscaldata pel rincalcamento e perciò da 17 a 20 cm.

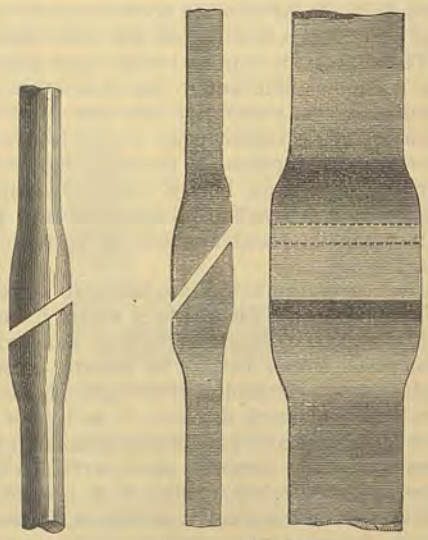


Fig. 2115. Fig. 2116.
Bollitura a sbieco. — Pezzi fucinati.

Quest'unghia si incomincia a tirare col martello e si allarga e s'allunga poi col distenditojo a manico, tenendo l'utensile obliquo verso il battimazza, ponendolo sulla metà del piano obliquo abbozzato col martello per trarne una specie di cuneo seguente il rigonfiamento del rincalco. L'unghia deve essere assottigliata sul davanti e lasciata rinforzata, o molto a spalla, per addietro e quindi è ristretta nel campo, cioè secondo la sua larghezza, e le due unghie devono essere finite in modo

da appoggiare l'una sull'altra simmetricamente combaciando fra loro nel miglior modo possibile.

La fig. 2115 dà due pezzi tondi preparati per la bollitura, e la fig. 2116 due pezzi di mezzo piatto, la fig. 2117 un pezzo di quadrello arrotolato per formare un dado od una testa di bollone, la fig. 2118 una flangia od un grande anello piegato. In queste due ultime figure si ha un sol pezzo i cui estremi devono essere bolliti insieme per farne uno senza giunto. Le figure mostrano diverse unghie a seconda della sezione del pezzo.

Preparati in tal modo gli estremi del ferro e dei pezzi essi vengono rimessi in fuoco alla fucina per essere portati al calor bianco saldante o sudante. E qui è necessario curare la loro posizione nel fuoco per ovviare alla ossidazione o alla bruciatura a cui possono andare incontro, nonchè a regolarne l'andamento perchè i due pezzi arrivino contemporaneamente allo stesso grado di temperatura.

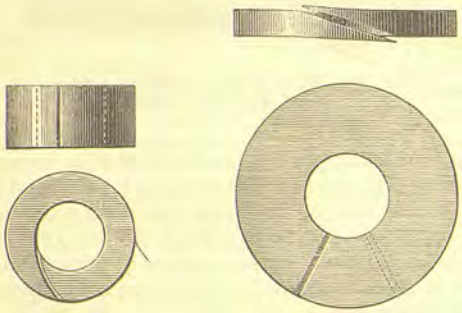


Fig 2117. Fig. 2118.
Bollitura a sbieco — Pezzi fucinati.

E cioè disporre i pezzi simmetricamente all'ugello sopra un letto di carbone ben acceso e netto da scorie e ceneri e sopraelevato all'ugello per modo che la corrente d'aria abbia a colpire i pezzi dopo aver attraversato il combustibile acceso per assicurarsi che sia spoglia di ossigeno, e ricoprirli con uno strato di carbone ben battuto e leggermente inumidito alla superficie se è litantrace, perchè il fuoco stia ben raccolto e non s'irradii all'esterno. I pezzi vanno rivoltati sopra se stessi, perchè si scaldino uniformemente e posti in fuoco in modo da riscaldare solo la porzione da lavorarsi.

Si curerà attentamente l'innalzamento di temperatura e al calor bianco incipiente si aprirà il cumulo di combustibile e lestamente si getterà sui pezzi, rivoltandoli, dell'arena silicea nettata da materie eterogenee, per modo che essa fondendosi si involgano in uno strato di vetro fuso. Si riunirà di nuovo il carbone e si darà maggior quantità d'aria per forzare lestamente la temperatura rivolgendo sempre i pezzi. Arrivato il calore al bianco splendente, nel quale essi si presentano all'occhio vivi e quasi cosparsi di un sudore, è il momento opportuno per eseguire la bollitura. Il fucinatore ed il suo ajutante afferrano i due pezzi, li scuotono fortemente se piccoli, o li spazzano colla scopa della fucina se grossi, e lestamente li portano sull'incudine. Il fucinatore in generale tiene il pezzo più lungo o più grosso, colle tenaglie o senza, rivolgendo all'alto la faccia dell'unghia; l'ajutante, tenendo il pezzo piccolo colle tenaglie, lo dispone simmetricamente al disopra dell'altro per modo che le faccie dell'unghia combacino perfettamente e regolarmente e con la massima prestezza, perchè i due pezzi abbiano ad arrivare, si può dire, nel medesimo istante sull'incudine. Il fucinatore batte dapprima a piccoli colpi leggieri e ammortiti sul dorso dell'unghia del secondo pezzo per assicurare l'aderenza, e senza che il metallo scoppietti, mentre esso e l'ajutante spingono l'un contro l'altro i pezzi per assicurarne il contatto nel punto di riunione. Ottenuta l'aderenza o l'incollamento, come si usa dire, l'ajutante lascia il suo pezzo libero, e se esso è grosso prende la mazza. Il fucinatore batte allora più forte e occorrendo regola la battitura dell'ajutante finchè i pezzi riuniti mostrano d'essersi congiunti intimamente, saldamente, e senza soluzione di continuità. Una seconda calda al bianco sudante è d'ordinario occorrente per ferri forti per assicurare la riuscita della bollitura e per regolare la forma esterna e le dimensioni del pezzo con una fucinatura semplice al martello o allo stampo. Si noti che nell'eseguire l'operazione non si dovrà mai controfucinare fino a che la bollitura non sia eseguita.

Finita la modellatura del pezzo unico ottenuto non devesi scorgere traccia visibile della bollitura, nessuna paglia, nessuna screpolatura, nè doppiatura, nè alcuna traccia che mostri mancanza di coerenza nelle due parti, ciò che porterebbe dei danni gravi nella solidità e nella prestazione del pezzo e per di più il rifacimento della operazione. Se la bollitura non è completamente riuscita, si mostrerà il testimonio dell'operazione eseguita, cioè la sopraposizione di strati e specialmente la linea di congiunzione dei due pezzi, la traccia del piano di contatto delle faccie delle due unghie, ciò che avviene specialmente se la scoria è interposta o se si è operato con temperatura bassa o se nel ferro vi è presenza di rame e zolfo. Il più delle volte, nei pezzi grossi in ispecie, la bollitura mal riesce per colpa del fucinatore, quando mal pratico delle calde ha usato una temperatura non propria, o poco svelto ha operato con abbassamento di temperatura non approfittando della calda giusta che aveva ottenuto.

Bollitura incrociata o a gola di lupo. — È pur denominata volgarmente *a morsatura* o con morsa, ed è sempre usata sopra pezzi che non si possono allungare di molto dopo la bollitura. Le estremità a bollirsi sono diversamente foggiate: il pezzo A (fig. 2119) è a cuneo, mentre il pezzo B è spaccato e va bollito sull'altro, e questo si rincalca per ottenere un ingrossamento al vertice *d* dell'angolo rientrante. La morsa o gola di lupo *b d c* si ottiene dopo il rincalco con un tagliuolo da fucina o con una traccia a caldo; le labbra o morse *b d* e *c d* sono poi fucinate a becco di flauto. Il pezzo A ha il suo estremo *a* foggiato a sottile cuneo per essere aggiustato e saldato nella gola di B, e generalmente ottenuto per tagliatura a caldo, affinchè le bave lo trattengano nella gola, quando vi sia innestato, e di dimensioni tali da non penetrarvi a gola fredda.

Preparati i due pezzi, si scalda la gola al calor bianco, la si pulisce attentamente dalle imbrattature, raschiandola e dandole qualche colpo con una lima puntuta, mentre l'estremo del pezzo A è raffreddato e pulito, perchè possa entrare a forte sfregamento nella gola. Innestato il pezzo A nell'altro, si fa penetrare il cuneo fino in fondo alla gola, adoperando il martello se i pezzi sono piccoli, o rincalcandoli sopra la tavola dell'incudine o su un tasso, finchè la penetrazione è ottenuta perfettamente; si fanno aderire le labbra al cuneo col martello per rendere più stabile l'unione dei due pezzi, ed ottenerne l'unione presentata dalla fig. 2120.

Si rimettono in caldo colle sopradette precauzioni, cospargendo l'unione di sabbia silicea e rivoltandoli lentamente perchè sia protetto il metallo dall'azione del fuoco, notando che l'economia di sabbia in questa

bollitura è dannosissima. Ottenuta la calda opportuna, bianco sudante grasso, si ritirano i pezzi dal fuoco e si rincalcano per ottenere migliore penetrazione e contatto, per far cadere la scoria e per facilitare la riunione più intima dei pezzi. Dopo di che viene sottoposta la riunione alla martellatura, disponendola sull'incudine in modo che la compressione rinserri la gola contro il cuneo, appoggiando un labbro sulla tavola e percuotendone l'altro, sostenendo i pezzi colle tenaglie perchè il loro peso non li disgiunga, e scacciate le scorie si compie la bollitura. Una seconda calda permetterà colla controfucinatura di regolare le dimensioni del pezzo o di finire la bollitura se colla prima non si è riusciti completamente.

Tale tipo di bollitura riesce più facile della precedente, per cui i fucinatori la preferiscono quando la forma e il volume dei pezzi lo permettono, ed anche quando vogliono assicurarsi della solidità dell'opera zione eseguita. È per codesto che si segue, quando occorre l'allungamento di tiranti soggetti a forte tensione.

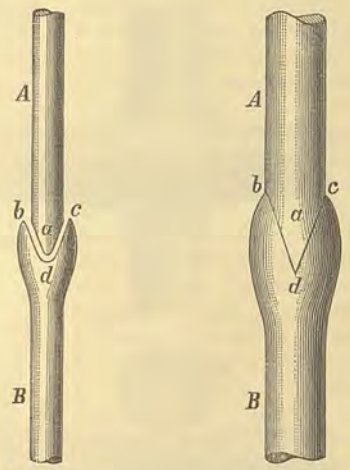


Fig. 2119. Fig. 2120.

Bollitura a gola di lupo.

Quando occorre allungare di poco un'asta di bollone od un manico d'utensile o di leva, si bolle ad una loro estremità un pezzo di ferro che in generale ha la forma di un elissoide seguendo il sistema della bollitura a gola di lupo, ma che per la forma del pezzo che vien bollito è ordinariamente chiamata bollitura a cuneo, a stroppa o a palla. L'estremità del pezzo da allungarsi è foggiata a cuneo colla fucinatura ed il pezzo ovoidale da bollire è spaccato secondo l'asse maggiore fino verso la sua metà a formare un angolo rientrante, la gola; ma però le branche di questa sono disuguali, l'una più corta dell'altra, perchè sotto la martellatura non si assottigli di troppo il cuneo che stringono. Si riuniscono e si eseguisce l'operazione come nella precedente bollitura.

Questa bollitura a stroppa è possibile sopra pezzi leggieri e quando la stroppa ha al più una lunghezza di 15 cm., ma è molto più usata per l'assaggio delle qualità di un dato ferro, perchè con essa se ne esamina contemporaneamente l'attitudine alla bollitura, la malleabilità, la fucinabilità, ecc.

Bollitura a fronte od a riporto. — È difficile e perciò usata soltanto nei casi in cui non è possibile effettuare altra bollitura, come accade quando si tratta di bollire piccoli pezzi che non devono subire una forte fucinatura qualunque sia la loro forma, o quando i pezzi devono essere bolliti perpendicolarmente, nel qual caso nessun'altra bollitura è applicabile.

La fig. 2121 dà il caso di due pezzi A e B tondi che permettono una buona fucinatura dopo eseguita la saldatura, essi si rincalcano per avere un aumento di un terzo di materia distribuita uniformemente e la rincalcatura è a spalla, cioè si estende per 10 o 12 cm. di lunghezza. I due pezzi sono scaldati colle cautele dovute, e raggiunta la calda di bollitura si dispone il ferro B nella morsa a caldo o in una chiodaja od anche sull'incudine, a seconda della sua forma e lunghezza, colla faccia a bollirsi orizzontale e rivolta all'alto, il pezzo A

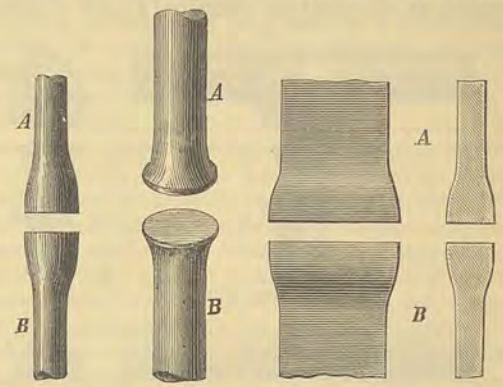


Fig. 2121. Fig. 2122. Fig 2123.

Bollitura a riporto od a fronte.

lestamente è posto colla sua rispettiva faccia a contatto di quella dell'altro e tenuto nella direzione che deve avere il pezzo finito. Si batte normalmente sull'altro estremo di A, perchè le superficie a contatto si saldino fra loro e si continua la battitura fino a che i due pezzi si sono intimamente connessi e che la temperatura lo permetta. Nella maggior parte dei casi con una calda si bolle completamente e con una seconda si modella.

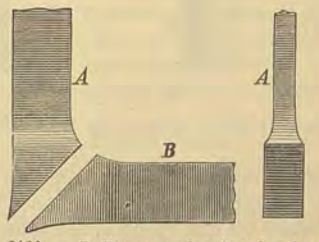


Fig. 2124. — Bollitura a riporto od a fronte.

Quando i due pezzi tondi non permettono di essere molto fucinati dopo la bollitura, allora si rincalcano allargando le loro superficie da bollirsi senza dare spalle alla rincalcatura, come mostra la fig. 2122, nella quale i pezzi presentano un allargamento ai loro estremi raccordato brevemente colla dimensione naturale. Preparati così i pezzi e disposto B in una chiodaja o in uno stampo e percuotendo A, come si disse precedentemente si ottiene la bollitura e la forma del rincalcamento permette di martellarlo tutt'attorno in modo da saldare i bordi con maggiore facilità e raggiungere una bollitura perfetta.

Se i pezzi a bollirsi hanno una sezione rettangolare e sono di piccolo spessore la loro rincalcatura deve portare un accumulamento di metallo maggiore nel senso dello spessore e minimo in quello della larghezza

(fig. 2123) per avere una più grande superficie con minore lavoro e per non controfucinare troppo la bollitura nel modellare il pezzo. La fig. 2124 presenta pure lo stesso caso, ma i pezzi devono formare un angolo di 90°, ed anche qui la rincalcatura forma un ingrossamento molto sentito sulla dimensione minore e piccolissimo sulla maggiore della sezione, ciò che facilita la saldatura senza deformare l'angolo fra i pezzi. L'operazione si eseguisce sull'incudine, appoggiando su essa il lato inferiore di B e tenendo il pezzo inclinato, vi si accosta in giusta direzione il pezzo A, il di cui estremo libero viene martellato. La bollitura è abbastanza difficile, ma però presenta il vantaggio che i pezzi non vengono poi torturati per ottenere l'angolo richiesto.

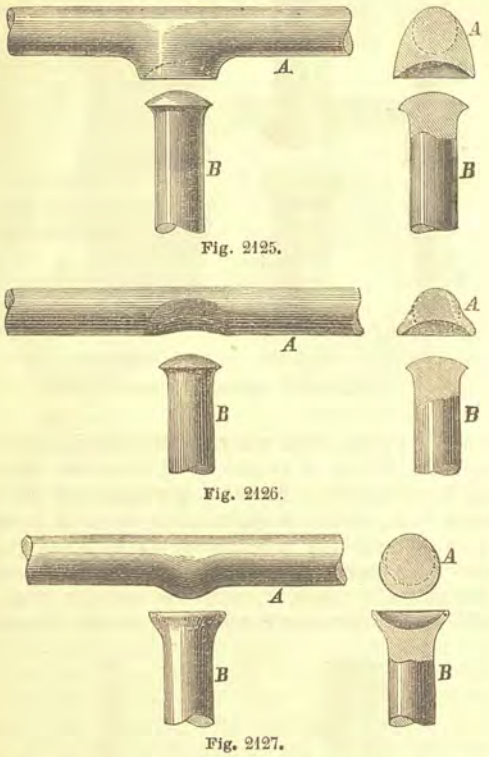


Fig. 2125.

Fig. 2126.

Fig. 2127.

Bollitura a riporto od a fronte (fig. 2125, 2126 e 2127).

La bollitura di due pezzi per formare un T o bollitura a stampella è sempre eseguita a fronte ed a seconda dei pezzi si hanno tre casi speciali, che sono indicati dalle fig. 2125, 2126 e 2127.

Nel primo caso il pezzo A permette un forte rincalcamento per preparare la sua superficie di bollitura, nel mentre il pezzo B non permette di allungarlo, allora si rincalca A e si riporta la materia da un sol lato in modo da generare una protuberanza emisferica raccordata colla forma naturale del pezzo, e con una matrice o con uno stampo speciale s'incava sfericamente questa protuberanza. Il pezzo B pure rincalcato è foggiato a calotta sferica dello stesso raggio di quella scavata nel pezzo A, perchè vi sia il migliore contatto delle loro superficie. Scaldati i due pezzi al bianco vivo, si dispone A sull' incudine colla parte incavata rivolta all'insù, ed il pezzo B vi è sovraposto verticalmente, se ne martella l'estremità per avere l'incollamento, quindi colla penna del martello o con uno stampo si comprime l'orlo di B su A per compiere la bollitura, e si fucina poi il pezzo unico ottenuto per raccordare fra loro le forme dei due pezzi primitivi. Nel secondo caso (fig. 2126) il pezzo A non può rincalcarsi per non raccorciarlo e B deve conservare la propria lunghezza; si scava allora direttamente su A, senza rincalcatura, la calotta sferica e si foggia B come nel caso precedente.

Nel terzo caso (fig. 2127) il pezzo A permette un leggiero rincalco, mentre B deve conservare la propria lunghezza. Sul pezzo A per rincalcatura si ricava una protuberanza sferica, e sul pezzo B si scava una calotta sferica e si procede come pel primo caso alla bollitura.

Quando accade di dover riunire due pezzi in croce (fig. 2128) è d'uopo ricorrere alla bollitura a fronte, e non occorre loro rincalcature di sorta per avere delle larghe superficie, ma basta nella maggior parte dei casi schiacciare i pezzi nel punto della bollitura per avere l'allargamento. Lo schiacciamento dipende dalla dimensione trasversale dei pezzi, e sarà tanto più grande quanto più la dimensione è piccola, però non si dovrà oltrepassare un certo limite, che la pratica segna alla riduzione di metà dell'altra dimensione e perciò ordinariamente quando occorre simile bollitura si usa dire che

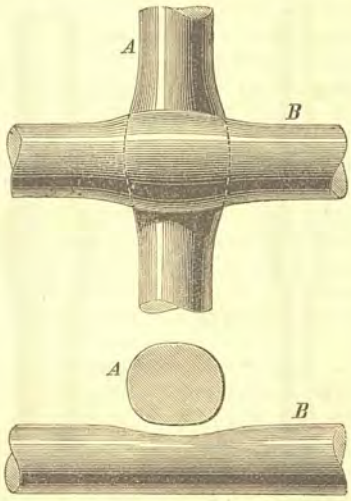


Fig. 2128. — Bollitura a riporto od a fronte.

le grappe di essa devono essere a metà spessore. Scaldati i pezzi opportunamente, se ne fa l'incollatura disponendoli sull'incudine come sono rappresentati nella figura superiore, indi si rivoltano sottosopra per finire e quindi si modella la croce servendosi pei quattro angoli della bicornia e dell'allungatore a manico o di uno stampo speciale.

Bollitura a denti incrociati. — Questa bollitura è relativamente facile e generalmente produce un attacco solidissimo, è sempre eseguita sopra pezzi di piccolo spessore e di qualunque larghezza, come sui pezzi piatti e mezzi piatti e lamiere. Per eseguirla si foggiano a cuneo le estremità dei due pezzi A e B (fig. 2129) e si ritagliano secondo le fibre dividendone la larghezza in parti eguali, non meno di tre, formando i denti, detti anche labbra e linguette. Colla penna del martello si piegano in senso opposto nei due pezzi i denti *a* e *b* di mezzo e così pure i laterali, s'innestano i due pezzi, facendo penetrare i denti profondamente e quindi si ribattono sui pezzi raddrizzandoli di quanto è possibile, e si pone a fuoco il giunto preparato. Al bianco saldante si ritira e battendo i pezzi si cerca di ottenere la massima penetrazione, e dopo un'accurata pulitura, si poggia all'incudine e si compie la bollitura martellando i denti

ed a bollitura finita si rifucina per regolare la forma del pezzo.

Questa bollitura è molto impiegata, riescendo anche sopra pezzi molto sottili con una certa facilità; la larghezza delle linguette o denti dovrà essere considerata e fatta proporzionale allo spessore, facendo denti larghi a piccolo spessore e stretti a grosso spessore.

A seconda della grossezza dei pezzi il fucinatore lavora da solo o con uno o più ajutanti quando non ha a propria disposizione apparecchi meccanici adatti allo scopo, come i piccoli magli a trasmissione, ma la bollitura dei grossi pezzi è oggidì quasi sempre eseguita al maglio per poterla ottenere perfetta e con una semplice calda.

Sui pezzi grossi diventa importante per la massa metallica il preparare le superficie di contatto, sebbene su essi non si applichi in via ordinaria che la bollitura a sbieco, ed a questo scopo si hanno apposite macchine per eseguire il rincalcamento, ma i fucinatori dànno la preferenza ad una macchina primitiva e della massima semplicità, perchè lascia loro ampia libertà di manovra. Questo semplice ordigno è l'ariete e consta di un pezzo di ghisa pesante 150 Kg. e più sospeso ad una corda perchè possa oscillare liberamente; di fronte all'ariete e sotto una gru è posto un sostegno su cui si appoggia il pezzo a rincalcarsi, e dalla parte opposta stanno gli uomini che colla corda di manovra mettono in moto l'ariete, il quale è munito d'altra corda, detta guida, che serve a dirigerne la battuta. Quando l'ariete è sufficientemente rialzato colla corda di manovra e il pezzo a rincalcarsi è al posto, lo si lascia cadere liberamente e la sua testa va a battere fortemente contro il pezzo; rinculando l'ariete è tratto alla sua posizione più alta e così via. I pezzi sono scaldati al bianco e appoggiati sul sostegno, che è o una grossa incudine od anche semplicemente dei blocchi metallici appropriati, in modo che l'ariete non venga a urtare il sostegno, e sono spinti a braccio più o meno bruscamente verso l'ariete nel momento che si produce l'urto. Dopo la rincalcatura si formano le unghie a forte spalla eseguendosi sempre la bollitura a sbieco ed in casi eccezionali quella a fronte ed a gola, indi si procede alla bollitura, in cui dapprima con una leggiera martellatura si incollano le parti, che di poi sono sottoposte ad un'attivissima fucinatura colla quale si deve terminare l'operazione e pareggiare il pezzo. Questo lavoro di martellatura è generalmente eseguito coi magli che sono stati trattati negli articoli FERRIERA, MAGONA e MACCHINE-UTENSILI.

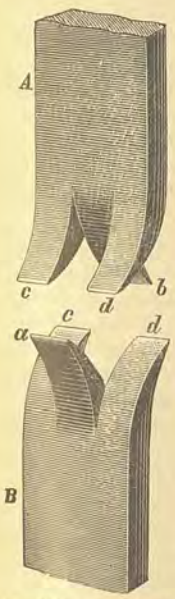


Fig. 2129 — Bollitura a denti incrociati.

I tipi di bolliture che abbiamo esposto, eseguiti nel modo più perfetto presentano delle differenze di solidità o di resistenza varia fra loro, che dipende precisamente dal tipo di bollitura od anche dal modo con cui sono connessi i pezzi. Le più resistenti sono quelle in cui i pezzi riuniti dànno luogo alla continuità delle fibre e quindi le bolliture a sbieco, a gola, a fronte, a denti, quando i pezzi sono posti a contatto nel senso delle fibre sono le migliori, ma diventano meno solide, come la bollitura a stampella ed a croce, quando sono a contatto in altro senso.

Bollitura del ferro fuso. — Ricordiamo che questo ferro va in commercio sotto il nome di acciai basici e acciai extra-dolci e dolci e consta di ferro pochissimo carburato e notevolmente manganesifero, con traccie di silicio e piccolissime dosi di fosforo e zolfo; è un metallo fuso la cui composizione chimica e le sue proprietà meccaniche sono molto prossime a quelle del ferro. La bollitura di questo metallo è un'operazione delicatissima ed esige in generale dei fucinatori assai destri e basta una leggiera disattenzione perchè non riesca, e come per gli acciai veri, anche per questo si sono proposti degli ingredienti speciali per facilitarne la bollitura, ma riuscirono a provarsi delle vere panacee di effetto assai discutibile. La ragione prima della difficoltà proviene dal nome commerciale, perchè il fucinatore sotto il nome di acciajo pensa di trovare un metallo duro a freddo e che teme le alte temperature, e questo è un errore che pur troppo si è radicato abbastanza profondamente. Il ferro fuso non teme il fuoco ed ha ottime attitudini a bollirsi al calor bianco come il ferro malleabile, richiede maggiore diligenza e cautele nel riscaldamento per mantenerne costante la sua composizione chimica e quindi i pezzi in calda devono essere ricoperti da materia fusa, come silice, vetro, borace, ecc. e mantenervela costantemente colle continue projezioni. Il riscaldamento, come pel ferro saldato, deve essere condotto dapprima lentamente per dar tempo al calore di penetrare nella massa metallica e raggiunta la calda rosea si avviverà il fuoco per ottenere la bianca rapidamente. Agendo in senso opposto avviene che l'esterno della massa dovrà essere mantenuto ad alta temperatura per molto tempo, facilitandone l'ossidazione, e l'assorbimento di materie che la denaturano. Una calda ben penetrata e distribuita con materie silicee pure, senz'altri materiali, dà le migliori condizioni per un'ottima bollitura, che è resa abbastanza facile dalla scelta del tipo e dalla preparazione delle parti a bollirsi. Tutti i tipi di bollitura descritti possono essere impiegati pel ferro fuso, ma però la pratica dimostra come quella a fronte e per incollamento sono di difficilissima riuscita e che quella a sbieco riesce poco salda, mentre invece quella a denti incrociati è di sicura e facile riescita, e quella a gola è sicura d'altrettanto, ma un po' più difficile ad ottenersi.

Preparati i denti e riuniti i pezzi e posti in calda, si ritirano al calor bianco saldante e si martella dapprima leggermente per ottenere l'aderenza e quindi a colpi forti finchè i pezzi mostrano che si sono riuniti intimamente senza soluzione di continuità.

Bollitura dell'acciajo saldato. — Per quanto abbiamo già detto nell'introduzione del capitolo, l'acciajo fa d'uopo portarlo ad una temperatura minore di quella del ferro per farne la bollitura e tanto minore quanto è maggiore la dose di carbonio contenuta nell'acciajo in lavorazione. In generale le difficoltà che incontrano i fucinatori per la bollitura dell'acciajo consiste quasi sempre in una variazione di composizione che avviene durante lo scaldamento, dovuta all'assorbimento dell'ossigeno o d'altri materiali contenuti nel combustibile. Questo avviene sempre, quando il metallo è male riparato od è riscaldato ad una temperatura troppo elevata per la quale l'ossigeno si sostituisce al carbonio, originando la cosidetta bruciatura del metallo quando l'assorbimento è massimo, e la scopa della strega, sotto la martellatura quando è in grado minore. È difficile lo scegliere il momento migliore per ritirare dal fuoco i

pezzi per bollirli ed una leggiera disattenzione procura anche al più esperto fucinatore dei risultati negativi.

Le parti che devono essere bollite sono dapprima fucinate per dar loro la forma migliore per ottenere la congiunzione ed in generale si foggiano a becco di flauto allungato per bollire in sbieco. Le superficie che devono venire a contatto si nettano accuratamente con una lima od un raschietto e quindi ricoperte della composizione atta a facilitare la bollitura, si sovrapongono e si mettono in calda, tenendole riunite con una tenaglia da fucina. Dapprima il fuoco deve essere lento e chiaro, e quando la runione dei pezzi si mostrerà come in ebollizione, si toglie la tenaglia, si attiva il fuoco, mantenendolo vivo fino a che i pezzi hanno raggiunta la calda rosea o rosso chiaro. Durante il riscaldamento si dovrà costantemente projettare sui pezzi della composizione a bollire non usando troppa parsimonia, come pure se ne distenderà un leggiero strato sull'incudine. Tratti dal fuoco i pezzi si martellano dapprima a piccoli colpi staccati, che si fan tosto più forti e si moltiplicano vivamente a misura che diminuisce la temperatura dell'acciajo. Una seconda calda è quasi sempre, più che necessaria, utile per assicurare la riuscita della bollitura ed anche in questa si deve impiegare la composizione.

La bollitura a denti incrociati ed a fronte si impiegano con buonissimi risultati, sopra pezzi semplici, sempre però interponendo fra le parti a contatto, prima di porle in calda, della composizione a bollire. Per la bollitura di bande da molla o di mezzi piatti si impiega la bollitura a sbieco ed a denti con unghie molto allungate ad estremità sottilissime e nel caso di unghia larga è ottimo sollevare delle piccole grappe sul piatto di essa. I pezzi vengono posti a contatto colle loro unghie, o ne vengono incrociati i denti, interponendovi della composizione e quindi sono posti in calda e raggiunto il roseo chiaro si schiacciano gli estremi dei denti perchè non si disperda il fondente nel fuoco.

La composizione a bollire è ancora oggidì campo di brevetti e di novità e non vi ha fucinatore o lavorante in acciajo che non abbia la sua ricetta segreta o di sua invenzione, che secondo lui vale meglio di qualunque altra. Si hanno composizioni variissime, in alcune delle quali entrano perfino erbe, legni e materie animali, altre puramente composte di sali metallici, ma le migliori sono in generale quelle che constano di sali che hanno una certa reazione sul metallo a bollire, e quindi il borace, la silice, alcune arenarie, i sali di calcio, di sodio, di potassio, sono i migliori componenti. Si hanno polveri, liquidi, colle, placche o lastre molli, impiegate nella bollitura degli acciai su acciai o su ferro e qui ne citiamo alcune, quelle che ci hanno dato i migliori risultati nella pratica, eseguendo però le bolliture con le migliori cure e diligenze per averne dei risultati buoni:

1° Borace fuso e polverizzato;

2° Borace 0,250, cloruro ammonico 0,025;

3° Silice o grès 0,250, carbonato ammonico 0,050, cianuro potassico 0,010;

4° Borace calcinato 0,100, acido borico 0,050, limatura di ferro 0,050;

5° Sabbia fina o silice 0,500, borace calcinato 0,100, cloruro di calcio 0,050, cloruro di sodio calcinato 0,020;

6° Vetro di bottiglia pesto 0,500, acido borico 0,050, cloruro di calcio 0,020;

7° Calce viva;

8° Limatura di ferro o di acciajo 0,200, borace 0,100, copaive od altro olio resinoso, o resina 0,010, cloruro ammonico 0,015;

9° Borace 0,300, cloruro ammonico 0,085, cianuro ferroso potassico 0,080, colofonia 0,025;

10° Acido borico 0,350, cloruro di sodio 0,300, cianuro ferroso potassico 0,270, colofonia 0,080;

11° Acido borico 0,415, cloruro di sodio calcin. 0,350, cianuro ferroso potassico 0,155, carbonato sodico calcinato 0,060, colofonia 0,075;

12° Borace 0,500, limatura di ferro o di acciajo 0,500, copale 0,050.

Citiamo poi le placche Lafitte, che sono molto utili e comode, essendo abbastanza molli per tagliarle alla dimensione occorrente e nelle quali il borace è il principale elemento. Alcune delle composizioni citate possono benissimo essere fuse e stese in lamine da ritagliarsi convenientemente.

Qualunque sia la composizione che si voglia impiegare, è d'uopo essere pratici o fare preventivamente delle prove, per assicurarsi del risultato, quando non se ne abbia la pratica, ed in caso dubbio si impiegherà semplicemente il borace fuso e polverizzato.

In linea generale per la bollitura dell'acciajo saldato si applicherà la bollitura in sbieco od a denti colle linguette sottili e un po' allungate, si scalderanno i pezzi posti in contatto coll'interposizione della miscela a bollire fino al roseo chiaro e si fucineranno martellando prima le linguette per incollarle e quindi per bollirle. L'operazione di martellatura dovrà condursi rapidamente fucinando la parte bollita prima di contro-fucinarla se v'ha di bisogno, e impiegare senza parsimonia, una miscela a bollire qualunque.

Bollitura dell'acciajo fuso. — Si procede come per l'acciajo saldato per bolliture in sbieco ed a denti e per le composizioni a bollire, variano le condizioni della condotta del fuoco per le varietà più o meno fusibili dell'acciajo che si lavora e per la più facile ossidabilità che presentano in vario grado, come per la loro varia fusibilità, dipendente dalla dose di carbonio che contengono e da altri materiali. Anche per questi acciai è d'uopo che le linguette ed i denti, con cui si foggiano gli estremi a bollirsi, sieno alquanto lunghi e sottili e leggermente convessi all'interno per potervi contenere una certa quantità di miscela a bollire, che vi si chiude frammezzo schiacciando gli estremi delle linguette. Si evita in questo modo l'ossidazione e si ottiene una bollitura molto omogenea e salda, se l'operazione è condotta con una certa abilità.

Anche per l'acciajo come pel ferro, si segue qualche volta la cosidetta bollitura ad incollamento, ma nel caso solo che sia difficile mantenere i pezzi in giusta posizione durante la calda od il primo martellamento e quando la loro forma e le loro dimensioni non permettono di adottare altro sistema di bollitura e non sia cosa facile alzarvi delle grappe. In tal caso però è conveniente procedere colla bollitura a fronte più che coll'incollamento, per avere un risultato sicuro e stabile della operazione, che non è dato certamente dall'incollatura.

Quanto abbiamo detto pel ferro e acciajo saldato colle cure e diligenze che devono adoperarsi per la bollitura loro, vale anche per l'acciajo fuso.

Bollitura dell'acciajo col ferro. — È una operazione che trova un'ampia applicazione nei lavori di fucina e generalmente viene denominata acciajazione ed anche accerazione del ferro. Gli utensili taglienti di qualunque specie, come molti pezzi di macchine sono fabbricati in ferro e acciajati, e l'arte del coltellinajo ha in questa bollitura la sua prima base.

Qualunque acciajo viene impiegato in tale operazione, ma in generale si dà la preferenza all'acciajo saldato a

semplice, doppia o tripla marca a seconda dell'uso al quale deve servire il ferro o l'utensile che si deve acciajare. Lo scopo dell'operazione è quello di economizzare acciajo avendo un valore superiore a quello del ferro, ottenendo dei pezzi robusti e di poco costo il cui uso dà risultati perfettamente eguali come se fossero costruiti interamente in acciajo.

In quest'operazione si deve por mente che il ferro e l'acciajo non si scaldano alla medesima temperatura quando su di essi devesi eseguire una bollitura e cioè il ferro va scaldato al bianco sudante mentre l'acciajo deve ricevere una temperatura meno elevata, così per bollire dell'acciajo su ferro non si dovranno porre i pezzi in fuoco per scaldarli in comune, giacchè essi tenderanno ad una stessa temperatura, che potrà deteriorare l'acciajo e nuocergli profondamente perchè troppo elevata e tale, che se s'impiegasse acciajo fuso, questi fonderebbe o cadrebbe in grumi sotto l'azione del martello e se acciajo saldato perderebbe della sua tenacità e delle sue altre qualità speciali. Per cui è d'uopo che il ferro sia scaldato alla sua temperatura del bianco saldante perchè abbia l'attitudine a bollirsi coll'acciajo e questi invece dovrà essere portato al rosso chiaro per poterlo bollire al ferro, e la scelta diligente del momento in cui i due pezzi hanno raggiunto la calda opportuna contemporaneamente, per operare su essi con prestezza, è ciò che riesce difficile e che esige una certa pratica, ed è perciò che il più delle volte questa bollitura riesce cattiva. Così pure è seriamente da considerarsi la relativa proporzione fra i due pezzi di acciajo e ferro che devono bollirsi, anzi questa è ciò che forma la base per condurre e dirigere il lavoro; infatti se i due pezzi sono poco diversi fra loro per volume e peso, la calda dell'acciajo potrà essere spinta al suo massimo possibile, non avendo su essa azione considerevole il calore del pezzo di ferro, ma se l'acciajo è in piccola quantità ed il ferro invece è un grosso pezzo, converrà scaldare la più piccola quantità di ferro nel punto ove devesi eseguire la bollitura, affinchè l'azione della temperatura equilibrantesi non sia risentita dal pezzo d'acciajo ed entri in fusione; come pure converrà tener limitata la calda dell'acciajo quando si dovesse temere dell'azione di quella del ferro su esso.

Generalmente si seguono tre tipi di bollitura; a fronte, a gola ed a denti incrociati; il primo quando i due pezzi sono pressochè eguali e presentano relativamente una grande superficie di contatto, il secondo quando il pezzo d'acciajo è piccolo rispetto a quello di ferro, il terzo quando i pezzi sono di piccolo spessore e molto larghi.

Supponiamo di doversi acciajare una mazza ordinaria da fucina rappresentata dalla fig. 2130, nella quale la parte centrale B è in ferro comune e porta l'occhio, la bocca A e la penna C sono in acciajo e bollite sul ferro in due modi diversi per la loro varia grandezza. Il pezzo A differendo di poco da B si bolle a fronte, cioè dopo aver fucinato con dimensioni approssimate il pezzo centrale in ferro e il pezzo A, si pareggiano le loro superfici che devono venire a contatto e vi si alzano delle grappe con un tagliuolo o con un scalpello in ambi i pezzi come mostrano le figg. 2131 e 2132. La bollitura loro a fronte può eseguirsi in due modi o scaldando i pezzi separatamente ben coperti di composizione a bollire, e quando hanno raggiunte le loro rispettive calde si riuniscono e si fissano abbattendo le grappe e si martellano per ottenere la bollitura, che il più delle volte è finita con una seconda calda al rosso chiaro. Oppure si riuniscono a freddo schiacciando le grappe ed interponendovi della composizione e rivestito il pezzo d'acciajo con argilla mista a borace si pongono in calda. Il pezzo raggiunge la calda bianco saldante mentre l'acciajo, difeso dall'argilla, raggiunge una calda più bassa, ma opportuna per la bollitura. La penna può pure essere acciajata bollendovi il pezzo a fronte se grosso, ma il più delle volte lo si bolle a gola, ed in tal caso il pezzo d'acciajo è foggiato a cuneo, il cui fendente è concavo (fig. 2133) ed il ferro su cui va bollito è spaccato a gola sul piano medio, più profonda verso l'esterno che sul centro. L'interno della gola e le faccie del cuneo sono puliti accuratamente colla raschiatura o colla limatura e riempito di miscela si pone in fuoco e al bianco saldante lo si ritira e si introduce nella gola il cuneo al rosso chiaro, si schiacciano le labbra e si martella. Si possono pure scaldare i due pezzi innestati l'un nell'altro colle debite precauzioni per non deturpare l'acciajo.

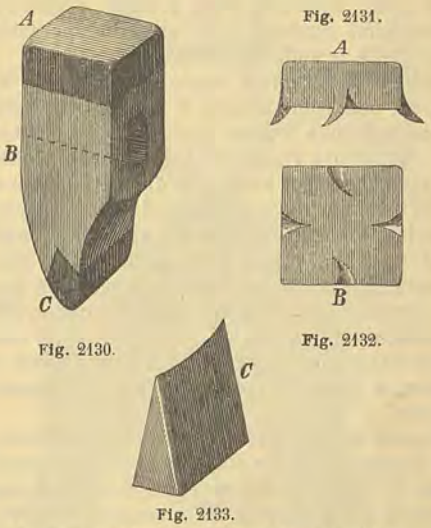


Fig. 2130. Fig. 2131. Fig. 2132. Fig. 2133.

Bollitura dell'acciajo su ferro (fig. 2130-2133).

La bollitura dell'acciajo col ferro ha bisogno di attenzioni e cure particolari e diligentissime che troppe volte sono trascurate e conducono a risultati negativi specialmente quando le superficie a bollirsi non sono ad intimo contatto fra loro o vi ha interposizione di materia estranea, quando i materiali alla calda di bollitura sono fragili o lamellosi o non presentano sufficiente resistenza alla compressione od alla martellatura, quando per l'azione di questa si ha un assottigliamento nella parte bollita, quando la martellatura non ha azione viva e pronta nel momento più opportuno della temperatura, e quando le scorie non sono sufficientemente liquide per essere espulse durante l'operazione, o che la disposizione dei pezzi è tale che impedisce la loro espulsione.

Bollitura del platino. — Questo metallo è l'unico, come abbiamo detto, che condivide col ferro l'attitudine a saldarsi autogenicamente, ma ad una temperatura alquanto superiore a quella del ferro, al bianco splendente, alla quale però è soggetto all'assorbimento di materiali che lo denaturano, per cui è d'uopo difenderlo con ricoprimento di scorie fuse la cui base è la silice ed il grès.

I tipi di bollitura che si possono seguire sono in sbieco ed a gola per pezzi grossi o d'un certo spessore, e quella a denti incrociati per pezzi sottili. L'operazione è condotta come già dicemmo pel ferro e per l'acciajo, notando che anche per questo metallo non si dovranno controfucinare le bolliture se non ad operazione finita

la quale dovrà essere condotta rapidamente con martellatura ben in rapporto alla grande malleabilità del metallo a quell'alta temperatura.

La saldatura autogena ha luogo però anche su altri metalli, ma viene ottenuta in modo ben diverso da quello suddescritto e consiste nell'operare la saldatura del metallo per sua propria fusione, ed ha luogo sul piombo, sullo stagno, ecc., ed in genere per tutti i composti che sono un prodotto della fusione, per cui anche le ghise entrando in questa categoria possono saldarsi autogenicamente.

Perciò sul ferro e sul platino si ha la saldatura autogena per pastosità del metallo e sui metalli facilmente fusibili, su leghe di facile fusione e sulle ghise si ha quella per fusione.

La saldatura autogena per fusione, operazione propria della fonderia, mentre la precedente è della fucina, è in oggi molto applicata nelle fonderie stesse con soddisfacentissimi risultati non essendo operazione che presenti delle grandi difficoltà.

Bollitura della ghisa sopra la ghisa. — Si opera quando un pezzo importante è uscito rotto dalle staffe e la sua rifusione è assai costosa, ottenendone la più solida e più sicura riparazione. Il pezzo a bollirsi deve essere riscaldato, per una certa quantità comprendente il punto in cui si deve saldare od anche l'intero pezzo a seconda delle sue dimensioni, alla temperatura più elevata possibile prima dell'operazione e mantenere tale temperatura anche dopo in modo che gli effetti delle contrazioni, sull'intero o parte del pezzo, siano resi approssimativamente eguali a quelli della colata del pezzo, al fine di non avere staccata bruscamente la ghisa riportata, e d'averne rotto il pezzo in riparazione in altre parti.

La parte su cui devesi operare la saldatura deve essere ripulita dalla crosta con la scalpellatura senza impiego di lima, avendosi con quella una superficie meno unita e più propria all'operazione, che viene poi ricoperta di borace; indi si contorna di pezzi di riporto o staffati in sabbia o terra battuta per riprodurne la forma da ritrovarsi colla saldatura. Questi pezzi di riporto devono essere aggiustati e calati con moltissima diligenza sulla superficie della parte in riparazione e solidamente fissati e luttati con sabbia fresca battuta per impedirne le fughe e devono costituire una cavità per contenere la ghisa e dargli la forma voluta, ma nello stesso tempo deve essere scoperta la parte superiore perchè il getto di ghisa possa ricoprire tutta la superficie inquadrata del pezzo, così, nel mentre essi daranno la forma, servono al riscaldamento necessario che si fa colla ghisa fusa. La riuscita dell'operazione dipende assolutamente dalla diligenza colla quale si ricambia la ghisa fusa contro la parte a saldarsi, ricambio che si ottiene con una lenta circolazione, facendo uscire la ghisa al punto più basso possibile da un'apertura larga quanto la saldatura, per ottenere un riscaldamento nelle parti del pezzo da portarle in fusione e saldarle con quella parte di ghisa nuova che occorre. La circolazione quindi della ghisa su ciascun punto della superficie a saldarsi è la base dell'operazione, per cui tanto più grande è la saldatura da eseguirsi ed altrettanto più di ghisa deve colare. Si tappa il foro di uscita della forma, quando si giudica che la temperatura nel pezzo è arrivata al grado opportuno; si riempie allora la forma ad un livello sufficiente perchè colla scalpellatura al disotto dell'attacco del boccame sia permesso affiorare subito la parte superiore saldata del pezzo. Durante l'operazione la ghisa che ha circolato nella forma viene raccolta alla sua uscita e impiegata a colare altri pezzi, notando che la quantità di ghisa impiegata in questo modo è abbastanza piccola, ed infatti una bollitura, sopra un decimetro quadrato di superficie, si ottiene perfetta con 100 Kg. di ghisa fusa.

Oltre la circolazione della ghisa ed il momento di farla cessare, è da tener conto della qualità stessa della ghisa impiegata per l'operazione, giacchè praticamente si è trovato che non tutte le qualità servono perfettamente allo scopo, anzi tutte quante quelle di prima fusione sono meno saldanti di quelle di seconda, e nel mentre con queste è facile l'operazione, con quelle è di dubbia riuscita; nella pratica s'impiega di preferenza una miscela di ghise di seconda fusione che abbia per qualità la scorrevolezza e possegga la massima temperatura possibile.

La ghisa poi di cui è fuso il pezzo ha pure la sua importanza sulla riuscita dell'operazione; la ghisa bianca o molto dura difficilmente bolle; un pezzo in ghisa di prima fusione bolle più difficilmente di un altro in ghisa di seconda fusione, e mentre ambedue si saldano con ghisa di seconda con abbastanza buon risultato, è sempre di ottima riuscita il pezzo di seconda bollito con pari ghisa. Per cui le migliori condizioni per bollire due pezzi di ghisa sono quelle in cui la ghisa dei pezzi e la saldante sia di seconda fusione, grigia, della stessa qualità e possibilmente formata della stessa miscela, e la saldante dovrà essere molto calda, vivissima e scorrevolissima o ben colante, usando termini di fonderia, ciò che si ha, quando la ghisa non tende a modificare la sua costituzione per diventare bianca, nel qual caso, anche se la bollitura riesce, le correzioni ed i ritocchi del pezzo, che dopo si devono eseguire, sono pressochè impossibili per la durezza e la fragilità ch'essa presenta.

Bollitura della ghisa sull'acciajo. — Il metodo da seguirsi è il medesimo, facendo cioè colare la ghisa sull'acciajo fuso in getto regolare e continuo fino alla messa in fusione dell'acciajo, si bollono solidamente, formando nel punto di saldatura una mescolanza così intima che difficilmente si riesce a spezzare, e alla frattura si presenta un metallo uniforme ed omogeneo come se provenisse da una mescolanza opportunamente preparata e fusa con tutta cura e diligenza.

Abbiamo detto di formare un getto di ghisa sul pezzo d'acciajo, ma è perfettamente possibile d'operare in modo opposto, ma siccome in generale si presenta la massa di ghisa maggiore di quella dell'acciajo che gli si deve unire, così nel fondere il pezzo di ghisa si opera direttamente la saldatura.

Il ferro fuso e la ghisa sono di facile bollitura collo stesso metodo, come pure si possono bollire ferro fuso e acciajo fuso di diversa qualità fra loro per ottenere in tal modo dei pezzi che presentino delle speciali condizioni con un costo minimo, come, per esempio, grossi pezzi nei quali alcune parti devono essere dure e resistenti quanto l'acciajo e le altre possono essere costituite da ghisa. E di tal passo interessando nelle costruzioni la riunione del rame e della ghisa è possibile il farne la loro bollitura per fusione.

Bollitura della ghisa al rame e al bronzo. — La operazione si compie con un getto di ghisa mantenuto per qualche istante sul pezzo di rame o di bronzo a bollirsi per operare la fusione di questo e ottenerne la bollitura, la quale però non è così facile come le precedenti per la differenza di densità e di fusibilità dei due metalli. Infatti la corrente di ghisa quando è mantenuta oltre un dato tempo ed è energica, trascina con sè del rame, o se ne fa una mescolanza da produrre una vera

lega dei due metalli, che molte volte può essere utile, ma nella maggior parte dei casi è inutile e conviene limitarla tanto da avere ben distinti gli strati di rame e di ghisa, ciò che è possibile col regolare il getto di questa per quantità e tempo. L'operazione è difficilissima, ma pur non ostante è di riuscita sicura e di grandissima utilità; ed ancor più difficile e di incompleta riuscita è la bollitura della ghisa sull'ottone o su altre leghe contenenti zinco, sul zinco stesso, sul piombo e sullo stagno.

Bollitura del bronzo, zinco, stagno, ecc. — Tenendo conto delle temperature a cui fondono questi metalli, della loro densità e della qualità e quantità di metallo liquido che deve saldarsi ad uno di essi, la loro bollitura è possibilissima e tale da avere quella del bronzo sul bronzo, dell'acciajo fuso e del ferro fuso sul bronzo e sul rame, del rame su se stesso, ecc. Operazione che è condotta sempre nello stesso modo e cogli stessi principii di quella della ghisa sulla ghisa e può servire non solo a riparare dei grandi pezzi rotti, ma a modificarli senza essere obbligati di sostituirli, permettendo di applicarvi per bollitura, in qualunque parte, un qualsiasi pezzo che presenti delle speciali condizioni.

Il piombo, lo stagno e lo zinco si bollono fra loro per fusione solidamente e facilmente, i due ultimi fra loro in special modo, mentre quella col piombo ha la sola difficoltà del trascinamento del piombo, però colando caldo e fuori del contatto dell'aria per evitare la formazione delle scorie, anche la bollitura del zinco e dello stagno al piombo è ottenuta salda e netta.

L'esame delle bolliture per fusione, che abbiamo accennate, dà a vedere che nelle zone vicine a quella di bollitura si è formata una lega più tenace e più resistente che nelle altre parti del pezzo o i metalli stessi costituenti il pezzo bollito, ciò che si può avere dalla frattura e dal sottoporre a prove di resistenza dei campioni.

Questo sistema di bollitura è importantissimo per quanto riguarda quello delle ghise fra loro e degli acciai fra se stessi e fra ghise e acciai o ferri fusi, ma se però abbiamo detto esserne facile e semplice l'esecuzione, pure essa è così delicata ed esige tali attenzioni e cautele, che deve eseguirsi da operai intelligentissimi e abilissimi nell'arte del fondere e dello stampare ed è con operai simili che il sistema si è diffuso e si è ridotto ad una semplice questione d'indirizzo e di pratica. Oggidì però tutte le difficoltà che può presentare questa saldatura autogena per fusione sono eliminate coll'applicazione dell'elettricità, come vedremo nell'apposito capitolo.

Il vetro, come sostanza prodotta per fusione, è bollibile per sua propria fusione, ma però presentando esso lo stato pastoso prima di rendersi liquido, permette anche la bollitura per pastosità e i due sistemi di bollitura sono con esso impiegati a seconda dei casi e con metodi speciali per quanto riguarda la forma dei pezzi a bollirsi e la qualità del vetro (V. articolo VETRO, ecc.).

La guttaperca, la cera, il ghiaccio ed altri materiali sono saldabili autogenicamente per pastosità e fusione nel modo più facile.

La gomma elastica è pure saldabile, come altre sostanze, autogenicamente, ma in modo totalmente diverso da quello fin qui descritto; si applica il metodo di soluzione, cioè le superficie nette e pulite delle parti a saldarsi, sono bagnate di un solvente, solfuro di carbonio o benzina e d'ordinario di questa, e quando le superficie presentano ben distinta l'azione del solvente si pongono a contatto e si saldano. In un caso particolare, quando cioè la gomma elastica non ha subìta la vulcanizzazione, si salda autogenicamente all'ordinaria temperatura, per superficie di taglio fresco (vedi GOMMA ELASTICA).

Per chiusura del capitolo sulla saldatura autogena accenniamo ad alcuni congegni che sono stati ideati per facilitarla. La fig. 2134 dà la macchina per bollire i cerchi delle ruote; il suo scopo è quello di facilitare tale operazione col mantenere in esatta posizione gli estremi della barra ricurva A e comprimerli l'un coll'altro nel mentre si opera la martellatura a mano. Gli estremi della barra ricurva sono stretti fra quattro ganasce, di cui due B C sono fisse sul tasso D che serve di base alla macchina e le altre due E ed F sono montate sopra la leva G imperniata alla base e manovrata dal volante H col mezzo di ingranaggi. Stretta la barra fra le ganasce in modo che appoggi esattamente sul

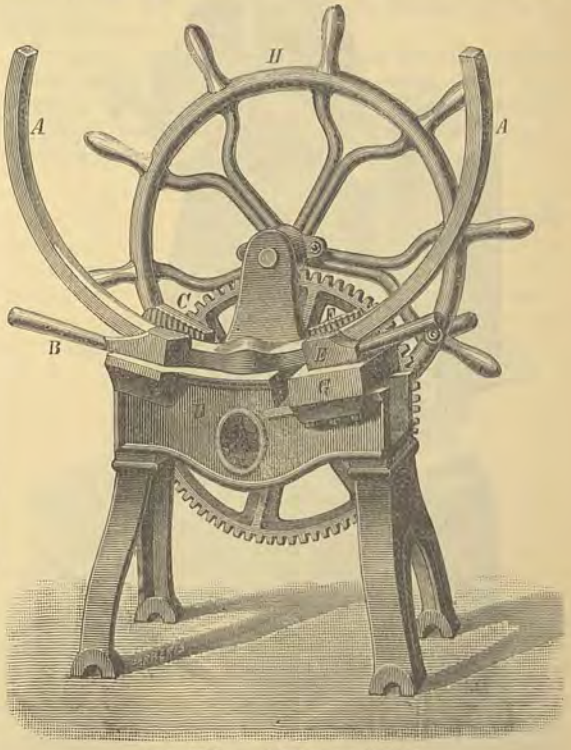


Fig. 2134. — Macchina a bollire.

tasso e messo in moto il volante, gli estremi della barra sono spinti l'uno contro l'altro ed allora si fucinano per ottenere la bollitura, e completata si riscalda di nuovo la parte per dare colla controfucinatura la forma nella parte bollita.

La fig. 2135 dà un piccolo martello meccanico per la bollitura dei piccoli pezzi. Consta di un basamento A sul quale è montato l'albero motore B portante le puleggie C e C′ fissa e folle, e il disco-manovella D, che pone in moto il tirante E, che imprime movimento alternativo verticale al martello F, guidato nella scanalatura G unita alla base. Uno zoccolo H indipendente dalla macchina, porta l'incudine I posta direttamente sotto il martello. L'insieme è semplicissimo e agisce molto facilmente, formando un utensile di poco costo e di grande utilità pei fabbri ferrai, e meglio pei fabbricanti di serrature ed altri piccoli oggetti che fanno parte delle ferrature delle imposte e nei quali la bollitura molte volte è risparmiata con maggior consumo di materiale per economizzare carbone e per non avere

mezzi per eseguirla lestamente, come il martello meccanico che abbiamo descritto, il quale serve pure benissimo alla fucinatura quando la trasmissione sia montata in modo da poter regolare a volontà la velocità dei colpi.

Un altro martello di maggior costo è mosso da un eccentrico e l'incudine è montata sopra una vite od altro apparecchio di sollevamento per farne variare la sua distanza dal martello sia per dar posto a ferri di più o meno grande dimensione, sia per regolare la forza di compressione del martello.

Da ultimo citiamo i magli a trasmissione, a molla, ad aria compressa, i magli a vapore di tutte le dimensioni, i quali sono adibiti a seconda dei pezzi ad eseguire la bollitura e che sono stati descritti nello speciale articolo.

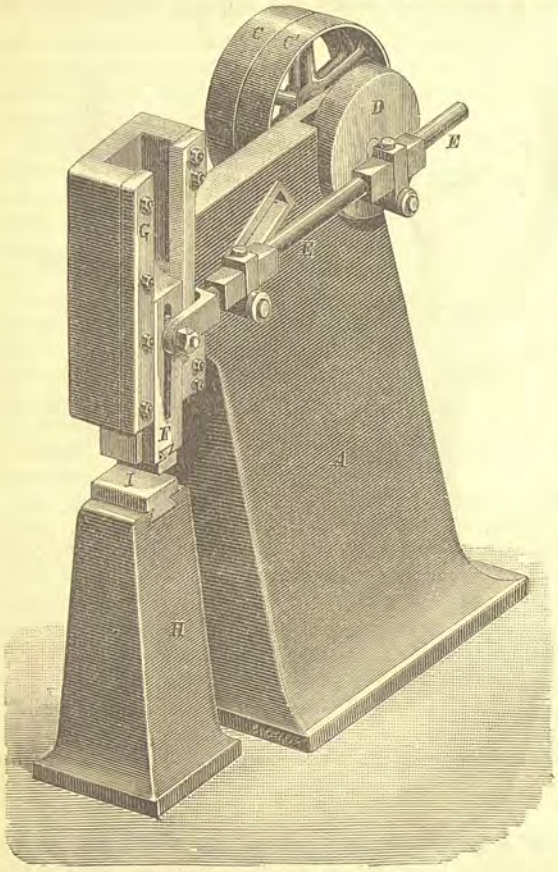


Fig. 2135. — Martello meccanico.

Non trattiamo della bollitura con questi apparecchi, perchè non servono che a dare la martellatura necessaria, che nulla differisce dalla fucinatura ordinaria e che fu trattata nell'articolo speciale della lavorazione del ferro e dell'acciajo.

Nel quale articolo pure sono descritti i forni a riscaldare che servono a porre in calda i grossi pezzi a bollire.

II. — Saldatura
(francese *Brasure, Soudure à l'étain, etc.;* ted. *Loth, Gelöthen;* ingl. *Solder, Soder*).

Con questa denominazione, abbiamo detto, si distingue quella saldatura ottenuta coll'intervento di materia saldante, la quale è diversa a seconda della natura dei pezzi che devono essere riuniti. Due condizioni impongono questa saldatura, quando cioè la sostanza formante i pezzi non ha l'attitudine alla saldatura autogena, o quando questa, per la sua esecuzione, deformerebbe i pezzi stessi. Infatti siano i pezzi metallici o d'altra sostanza, abbiamo visto che la loro saldatura autogena importa uno schiacciamento, od una fusione, od una soluzione, azioni che deformano sempre i pezzi, per cui la saldatura composta si rende necessaria quando i pezzi non possono subire una delle citate azioni.

A seconda della materia saldante impiegata, la saldatura si distingue in saldatura al platino, all'oro, all'argento, all'alluminio o saldature con metalli nobili, saldature forti, la cui base è il rame, e saldature tenere a base di stagno. Queste materie saldanti si distinguono per la saldatura di diversi metalli e quindi prendono anche il nome di saldatura da oreficerie, da smalto, da dentiere, per l'argentano, l'alluminio, il nikel, l'acciajo, ferro, ghisa, bronzo, ecc., per saldare la porcellana ed il vetro ai metalli, ecc., per saldare la gomma elastica, ed altre materie. Altre volte prende nomi diversi, come mastice e colla, che differiscono fra loro per le materie di cui sono costituiti e per le sostanze costituenti i pezzi a saldarsi insieme e quindi si hanno i mastici per le porcellane, pei vetri, pei marmi, per la ghisa, ecc. e colla per carta, pelli, cuoi, tele, legno, ecc.

Tratteremo di questa saldatura distinguendola a seconda della sostanza dei pezzi a saldare e comincieremo con la più importante, con quella dei metalli. Questo genere di saldatura viene sempre eseguita sopra pezzi che hanno le loro forme definitive, sieno o no completamente finiti, per cui essi non devono più subire alcuna foggiatura, ma semplicemente ritocchi a lima od a bulino, e la pulitura, e quindi nell'eseguirsi l'operazione non devono subire deformazioni di sorta, come occorre nella riunione di piccoli pezzi o nella riparazione e finitura di altri, sia per riavvicinare le parti rotte o separate, sia per riportare su di essi dei risalti o delle appendici che non si possono ottenere colla foggiatura o colla bollitura. Questo tipo di saldatura non è che un lavoro di riunione coll'ajuto di un altro metallo e specialmente di una lega il cui punto di fusione è sempre più basso di quello del metallo o dei metalli a riunirsi, e dal punto di vista della solidità, l'effetto è altrettanto più sicuro, quanto più sono vicini i punti di fusione del metallo a saldarsi e della lega saldante, e quando l'azione chimica fra esse è la più forte possibile. Le parti in contatto e la lega saldante possono essere condotte in comune vicino alla fusione loro ed anche alla completa loro fusione ed in tal caso si otterrà la più forte saldatura possibile, giacchè fra i pezzi e la lega saldante si formerà una vera lega uniforme e omogenea. In tal modo, il migliore cioè per la resistenza della saldatura, si eseguisce una vera saldatura autogena per fusione fra la lega saldante e i pezzi dei metalli o del metallo a saldarsi.

Non ci occupiamo qui della costituzione e fabbricazione delle leghe da saldare o saldature, rimandando il lettore all'articolo Leghe metalliche, e ci occuperemo invece dell'eseguimento dell'operazione, solo riguardo ad esse diremo che si impiegano in ritagli o polverulenti o in grani assortiti per ogni qualità di saldatura forte per adattarla alla maggiore o minore refrattarietà del metallo a saldarsi, e si impiegano sempre mescolate al flusso, composto per lo più di borace in polvere, e qualchevolta con del cristallo polverizzato per rendere le saldature più o meno tenaci e aderenti.

A complemento del citato articolo diamo le nuove saldature impiegate per l'alluminio e sue leghe:

1° Stagno puro, fondente a 250°;

2° Stagno 1000, piombo 50, fonde da 280° a 300°;

3° Stagno 1000, zinco 50, fonde da 280° a 320°.

Queste saldature non dànno alcuna tinta al metallo e lo lasciano intatto, per cui servono egregiamente per oggetti di oreficeria e articoli di fantasia;

4° Stagno 1000, rame da 10 a 15, fondente da 350° a 450°;

5° Stagno 1000, nikel da 10 a 15, fondente da 350° a 450°.

Queste dànno all'alluminio una leggerissima tinta gialliccia, ma dànno saldature più tenaci e resistenti e servono per le leghe;

6° Stagno 900, rame 100, bismuto da 2 a 3, fondente da 350° a 450°, che produce sull'alluminio una tinta giallo d'oro, che si può far variare a seconda del titolo in rame e serve benissimo pel bronzo d'alluminio;

7° Stagno 80, zinco 10, che fonde a circa 280° e non dà alcuna colorazione al metallo.

Le leghe 1ª, 2ª, 3ª e 7ª si devono impiegare col seguente flusso: acido stearico 80, cloruro di zinco 10, cloruro di stagno 10. Le leghe 4ª, 5ª e 6ª collo stesso flusso o con acido stearico 60 e cloruro di stagno 10; od anche avvivando solo il metallo immergendolo per qualche minuto in soluzioni concentrate e calde di potassa o soda caustica, poscia risciaquandolo e asciugandolo;

8° Alluminio 11, stagno 45 che non colora il metallo e che si impiega senza alcun flusso.

Saldatura forte. — Per eseguirla, si avvicinano nel modo più esatto, punto a punto, le parti a saldarsi, dopo averle ravvivate colla lima o col raschietto, e perfettamente nettate; l'insieme è legato solidamente con filo di ferro ricotto. D'altra parte si sarà preparata la poltiglia composta di saldatura in grana commista al flusso con acqua, poltiglia che ben impastata si versa sulla parte a saldarsi, distendendovela con cura, senza disperderne sulle parti in cui non è necessaria; e deve rimanere abbastanza compatta nel mentre si fa scaldare l'insieme e si farà fondere la lega che deve operare la saldatura. Alle volte in luogo di impiegare la saldatura polverulente od in ritagli, si impiega in filo, quando la lega è puro ottone o rame, ed in tal caso si copre la parte a saldarsi col flusso sopra cui si distende il filo che si ricopre nuovamente di flusso. Nel riunire i pezzi e disporre la miscela si dovrà aver cura di non toccare colle dita le parti a saldarsi, per non impedire l'attacco della saldatura.

Preparato l'insieme, si porta alla fucina, sopra cui si sarà acceso e ben avvivato un fuoco di carbone di legna o coke a seconda della quantità di calore occorrente e della maggiore o minore delicatezza dei pezzi a saldarsi, e si scalda fino a che la lega è completamente fusa; a questo momento si ritira dal fuoco e si lascia raffreddare; la saldatura è compiuta. Molti fucinatori usano raffreddare bruscamente i pezzi saldati, è codesto un modo per ottenere più prestamente il raffreddamento, ma è però non sempre di ottima riuscita, giacchè le contrazioni potendo avvenire disformi, possono compromettere la saldatura eseguita ed anche i pezzi saldati.

Si impiega la fucina quando i pezzi sono di una certa dimensione, e se questa stessa non è sufficiente, si adopera un forno a riscaldare, come pure lo si impiega quando si ha da saldare un numero abbastanza grande di pezzi, ciò che procura una economia non indifferente di combustibile. Un sistema particolare è impiegato quando si ha un certo numero di pezzi piccoli da saldarsi; questi sono preparati legati solidamente colle parti a saldarsi bagnate con poltiglia di borace e messi in un crogiuolo nel quale vi si pone tanta saldatura da coprirli; il crogiuolo è portato al forno e si riscalda fino a completa fusione della lega saldante e quindi si versa il tutto, restando i pezzi saldati liberi dall'eccesso di saldatura che cola e si raccoglie a parte.

Si impiegano anche forni speciali per saldature particolari, così pei tubi saldati di rame o di bronzo o d'ottone, si eseguisce la loro saldatura facendoli attraversare un forno riscaldato a carbone di legna o meglio a gas con corrente d'aria calda o no, ma forzata.

I pezzi di non molto grande dimensione si saldano ottimamente e con speditezza alla lampada a gas a corrente forzata ed a questo scopo si deve disporre di becchi di diversa portata, non tanto per l'economia del gas, quanto per poter seguire con attenzione le fasi della saldatura.

Per pezzi piccoli e delicati, come avviene specialmente nell'oreficeria, che non si possono porre totalmente a fuoco e nei quali occorre per lo più scaldare dei piccoli punti in posizioni difficili e delicate, si usa il cannello ferruminatorio (fig. 2136).

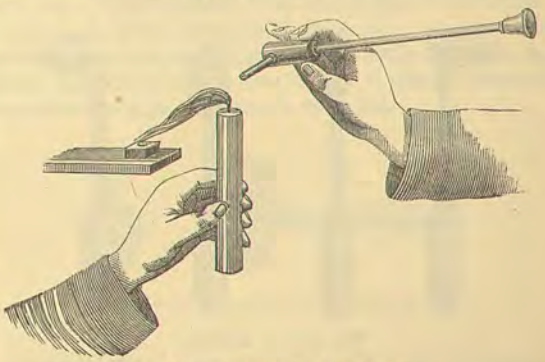


Fig. 2136. — Saldatura al cannello.

La fiamma di una candela è sufficiente per dare delle alte temperature e basta per la fusione delle leghe saldanti impiegate, ma in generale si usa una lampada ad alcool ed anche la lampada a gas, nel qual caso il dardo è più conveniente ottenerlo con una corrente d'aria fornita da un mantice o da un ventilatore. Per servirsi del cannello occorre una certa abitudine per dare vento costante e senza interruzione, soffiando colla bocca e aspirando dal naso. Si pone della saldatura polverizzata in poca quantità nel punto a saldarsi che si sarà già pulito perfettamente e inumidito di borace in poltiglia, si pone l'oggetto su un pezzo di carbone di legna se non è possibile tenerlo comodamente colle pinze, poi si dirige la fiamma a dardo del cannello verso la parte a saldarsi, avvertendo di scaldare prima i contorni e poi dirigere la fiamma sulla saldatura, mantenendovela finchè la fusione è completa. Si arresta la soffiatura solo quando si è sicuri che tutti gli intervalli sono riempiti dalla lega saldante ed allora si lascia lentamente raffreddare. Le saldature a getto di fiamma hanno il vantaggio di poter tenere l'oggetto in vista e seguirne l'andamento permettendo di poterlo modificare quando che sia.

Saldatura molle od allo stagno. — La lega saldante è costituita da stagno e da piombo in via ordinaria ed alla quale si aggiunge alle volte del bismuto per renderla più fusibile (vedi articolo citato delle LEGHE). La saldatura viene sempre eseguita col concorso del flusso

che varia col metallo a saldarsi. Generalmente si serve dell'acido cloridrico, chiamato spirito di sale, al quale s'aggiunge dello zinco in ritagli o granulato per formare del cloruro di zinco; tale modo di formare il cloruro non produce un flusso che dia dei risultati ottimi, ma invece è bene sciogliere quanto è possibile di zinco in una data quantità di acido cloridrico, e quindi filtrarlo e farlo bollire fino a consistenza sciropposa. Tale cloruro è ottimo per la sua azione e pel suo miglior impiego, giacchè per la sua consistenza non si spande ad imbrattare le parti che non devono essere lavorate. Questi due flussi sono impiegati pel ferro, rame, ottone, bronzo, zinco, stagno, latta e lamiera zincata. Pel piombo si adopera la colofonia, il sego e la stearina, la quale ultima è pure impiegata con buon successo sullo stagno, ottone e bronzo. La saldatura a puro stagno ed anche la stagnatura del ferro si fa impiegando il sale ammoniaco come flusso. Per saldature di apparecchi elettrici non si dovrà mai impiegare nè l'acido cloridrico nè il cloruro di zinco.

Le parti a saldarsi, anche in questo tipo di saldatura, devono essere messe al vivo, cioè grattate e nettate in modo da essere certi di agire direttamente sul metallo e non sopra un ossido o sopra corpi estranei.

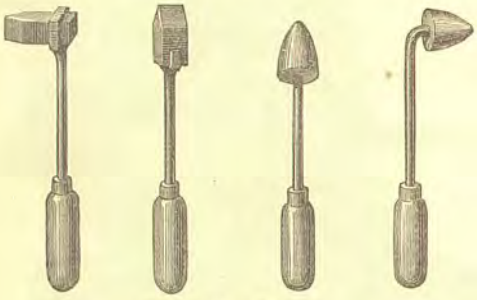


Fig. 2137. — Saldatoi.

Le saldature si fanno in diversi modi, variabili col metallo a saldare, colle sue forme, e cogli utensili impiegati. L'utensile principale è il ferro a saldare o saldatojo (fig. 2137), che può avere diverse forme e si compone di un'asta cilindrica di ferro innestata ad una sua estremità in un manico di legno ed all'altra porta il ferro, propriamente detto, a saldare. Questo è in forma di cuneo tronco quando è fatto di rame ed allora si impiega per la latta, per l'ottone, bronzo, ferro, e per piccoli lavori di zinco e piombo; è in forma di prisma rettangolare con un estremo cuneiforme, ed è detto piatto, se fatto in ferro, ed impiegato pei grandi lavori in zinco, è in forma di cono ed in ferro, pei lavori di piombo; è in forma di cuneo od anche piatto in nikel, pei lavori in alluminio. Il più piccolo cuneo in rame ha le seguenti dimensioni 80 a 100 mm. di lunghezza, 26 di larghezza e 14 di spessore, con un minimo spessore di 4 millimetri.

Questi ferri sono scaldati ad una temperatura sufficiente per fondere la lega saldante impiegata, in una marmitta qualunque riempita di cenere e di carbon di legna od in un fornello chiuso ed in ambedue il fuoco è attivato con un semplice soffietto a lunga canna da vento. Oggidì sono in uso presso i lattonieri dei fornelli più comodi e molto più igienici dei precedenti e sono mantenuti caldi con carbone di legna o con fiamma a gas; pure nei lavori anche questi fornelli non servono ottimamente, perchè il ricambio dei ferri freddi coi caldi porta una perdita di tempo e una interruzione di lavoro nella quale le parti a saldare, già in lavoro, si raffreddano e quindi si perde nuovo tempo e calore nella politura del ferro e riscaldamento delle parti ed è perciò venuta l'idea di poter mantenere costantemente il ferro a saldare ad una temperatura conveniente, mercè una interna sorgente di calore, senza renderlo incomodo per modificazioni di dimensioni e di forme, anzi in certo qual modo ha subìto una diminuzione di peso e di dimensioni. Infatti gli antichi ferri sono grossi per poterli avere caldi per un certo tempo e quindi sono pesanti, ma i nuovi che hanno internamente la produzione di calore, non hanno più bisogno di enormi dimensioni, ma di quelle sole che bastano per mantenervi annidata la sorgente calorica con quelle altre minime indicate per l'uso, per cui il loro maneggio è molto più comodo e facile e permettono un lavoro attivo e produttivo con ottimi risultati anche per minor costo e lestezza.

La fig. 2138 offre uno di questi saldatoi a riscaldamento continuo: A è il cuneo di rame, che può essere di altra forma e di altro metallo adatto allo scopo, innestato a forza nella forcella B fissata all'asta C, costituita da un tubo metallico, che sbocca in *a* nell'interno della forcella. Il tubo C è innestato nel manico D pure metallico e cavo, e ricoperto esternamante di legno

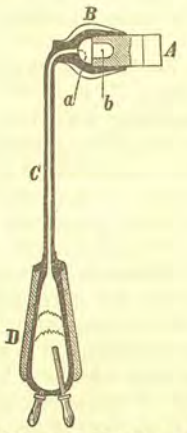


Fig. 2138. — Saldatojo a gas.

Fig. 2139. — Raschiatojo.

o di feltro; al manico nella sua parte inferiore, che esce dal palmo della mano quando si impugna l'utensile, sono fissati due attacchi per tubi di gomma, dei quali l'uno si prolunga per alcuni centimetri nella cavità e l'altro s'arresta alla parete interna; il primo conduce il gas ed il secondo l'aria, aspirata naturalmente dalla corrente gazosa, o spintavi da una mantice o ventilatore. Alcuni pezzi di rete metallica dividono la cavità del tubo adduttore alla forcella per togliere il pericolo di scoppii. Il gas si accende nella forcella e la fiamma battendo costantemente contro il saldatore lo mantiene caldo ad una temperatura che si può regolare coi rubinetti applicabili alle prese del gas e dell'aria.

Le superficie a saldarsi vengono nettate col raschiatojo o raspino (fig. 2139) se sono costituite da metallo non troppo molle, come rame, ottone, bronzo, zinco, latta e lamiere zincate, operando cogli spigoli che presenta l'utensile, il quale è montato in conveniente manico di legno per maneggiarlo facilmente. Se invece le superficie sono in metallo molle, come piombo e stagno, allora si nettano colla raspa a taglio medio per lo stagno e grosso pel piombo; si adopera pure la scuffina, specie di lima con un ordine solo di denti obliqui su una faccia. Tanto adoperando il raschiatojo che la raspa si dovrà

porre a nudo il metallo o come si dice, si avviverà perfettamente la superficie, togliendone gli ossidi e le imbrattature, adoperando una certa attenzione perchè non vi rimangano materie estranee che ne impediscano la saldatura.

Il flusso, se liquido, lo si tiene in vasetti di piombo a larga base e lo si asperge con spatole di piombo o con pennelli di vetro; se è solido come la colofonia, lo si conserva nel peciajuolo, che è una scatola cilindrica di latta chiusa da coperchio e verso il fondo porta un tubo, il becco, lungo circa 5 cm., chiuso all'estremo ed aperto superiormente per tutta la lunghezza, coi bordi dell'apertura guarniti di listerelle addentellate finamente, perchè collo scuotere il peciajuolo ne esca solo la resina in polvere. Molte volte questo recipiente ha la forma di un vero ampollino con coperchio, ma allora il suo becco è facilmente ostruibile e reca molti perditempi.

Il padellino, la pignatta, la cucchiaja, la spatola e la lingottiera sono altri utensili indispensabili per preparare e fondere la saldatura e foggiarla in listerelle sottili e molto larghe, dette saldatura ed anche targhette, come per eseguire delle grosse saldature versando la lega colla cucchiaja e distendendola colla spatola.

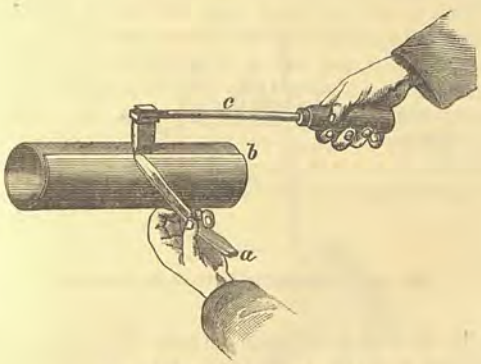


Fig. 2140. — Saldatura col ferro.

L'appoggiatojo è un pezzo di legno duro piatto di forma pressochè triangolare; col quale si premono i fogli lungo il giunto nel mentre si eseguisce la saldatura per averla del minimo spessore possibile e ben aggiustata.

La saldatura col ferro si compie in diversi modi; dopo aver ben pulite e avvivate le superficie a saldarsi, si cospergono di adatto flusso, si toglie il saldatojo dal fuoco e lo si pulisce su un pezzo di feltro, o sulla pietra pomice o su una vecchia lima e poi si sfrega sul sale ammonico o sulla colofonia e se il giunto si mantiene in posizione senza bisogno di impiegarvi la mano sinistra, con questa si presenta la listerella *a* di saldatura (fig. 2140) sul giunto *b* a saldarsi e la si fa colare in piccole quantità negli interstizi a mezzo di saldatojo *c* tenuto colla mano destra. Finita la saldatura, la si eguaglia col saldatojo stesso scorrendovelo sopra e se occorre la si finisce, lisciandola col saldatojo caldo intinto nel sego, nella stearina, nella resina o nel sapone per impedire l'aderenza della lega, od anche sfregando la saldatura con una di queste sostanze e ripassandola col saldatojo. Con tal modo non v'ha bisogno che vi sia una forte aderenza della lega al saldatojo e quindi questo può essere di ferro, in luogo che di rame o nikel.

Se invece la mano sinistra deve impiegarsi per mantenere in posizione esatta i pezzi a saldarsi o deve maneggiare l'appoggiatojo, allora si impiega il saldatojo di rame, che caldo opportunamente e pulito, e ravvivatane la sua superficie si sfrega su sale ammonico o su resina e quindi sulla lega per stagnarlo e produrre così l'aderenza della saldatura sul rame. Col saldatojo, che si appoggia sul bordo della listerella di lega, si prende una gocciuola fusa di essa, che si porta immediatamente sul giunto e ve la si distende comprimendo i pezzi colla sola mano o coll'appoggiatojo.

I fogli di zinco o i lavori speciali in zinco che devono avere una saldatura resistente, si avvivano dapprima sulle superfici dei giunti col raspino e quindi si stagnano con stagno puro, poi cosparsa tale stagnatura con flusso composto di una soluzione di cloruro ammonico nell' acqua mescolata con soluzione di colofonia nell'olio, si pongono a contatto e mantenendole premute coll'appoggiatojo vi si scorre sopra lentamente con un saldatojo di ferro ben caldo. Metodo che è pur adoperato per le saldature dell'alluminio impiegando le leghe ed il flusso accennati.

I piccoli oggetti a saldarsi, nei quali è impossibile impiegare il saldatojo e non si ha a disposizione il cannello, si avvivano sulle superfici del giunto a farsi, si scaldano sfregandole con stearina e si stagnano strofinandovi sopra una listerella di saldatura, quindi stearinate di nuovo le parti stagnate si mettono a contatto e si scaldano, comprimendole, o su una fiamma o con un saldatojo qualunque, fino a che la lega si fonde; lasciando poi raffreddare, la saldatura è eseguita.

Fig. 2141. — Allargatojo e maglietto.

La saldatura di pezzi speciali molte volte è incomoda ad eseguirsi coi saldatoi sia per la forma che per la loro dimensione, e può rendere l'operazione lunga e penosa, come avviene nel caso della saldatura dei giunti dei tubi di piombo o d'altro metallo per condotte di gas o acqua potabile ed allora si impiegano le lampade a saldare od eolipile.

La saldatura di questi tubi richiede degli utensili speciali e una pratica particolare nello scaldamento, che ne è il punto essenziale per non correre il rischio di fondere il tubo.

Gli utensili sono la raspa od una scuffina, un maglietto in legno, un allargatojo conico in legno o trottola, il saldatojo e l'eolipila.

Il maglietto è di dimensioni proporzionali al lavoro da compiersi e molte volte è sostituito da un martello, ma qualunque sia la dimensione della testa è bene abbia il manico abbastanza lungo per avere buon colpo (fig. 2141); l'allargatojo è una vera trottola liscia a punta smussata, la cui testa è munita di un'appendice per ricevere il colpo del maglietto ed ottenere un effetto regolare.

Le lampade a saldare od eolipile sono di due specie, quelle ad alcool e quelle a benzina od a gasolina; la prima (fig. 2142) consta di una scatola cilindrica A in lamiera di rame e in forma di lanterna, munita di una impugnatura B, formata da due anelli di filo di ferro, per tenerla colla mano. Nella parte inferiore è mantenuta saldamente una lampada ordinaria C ad alcool, la cui fiamma scalda un serbatoio D chiuso, riempito a mezzo o circa dello stesso liquido. Un tubo E dalla parte

superiore del serbatojo scende, attraversandone il fondo, per sboccare al centro della fiamma e portare all'azione di essa i vapori d'alcool che si sviluppano in D, i quali si accendono e producono un dardo F assai potente, che si dirige sulla parte a saldarsi, mantenendo dritta il più che è possibile la lampada per avere sempre i vapori e non l'alcool a formare il dardo. Alla parte

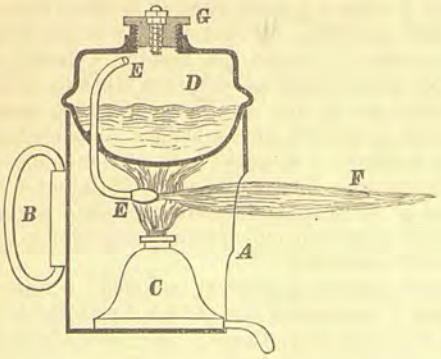


Fig. 2142. — Eolipila ad alcool.

superiore esterna del serbatojo D è posta una vite G che serve al suo riempimento e alla chiusura ermetica, e porta una piccola valvola di sicurezza a molla per allontanare i possibili pericoli di uno scoppio.

Questo tipo di eolipila, che dà un riscaldamento abbastanza potente a seconda delle sue dimensioni, presenta nel lavoro di saldatura delle condotte, l'inconveniente di non essere sempre impiegabile con buon effetto per

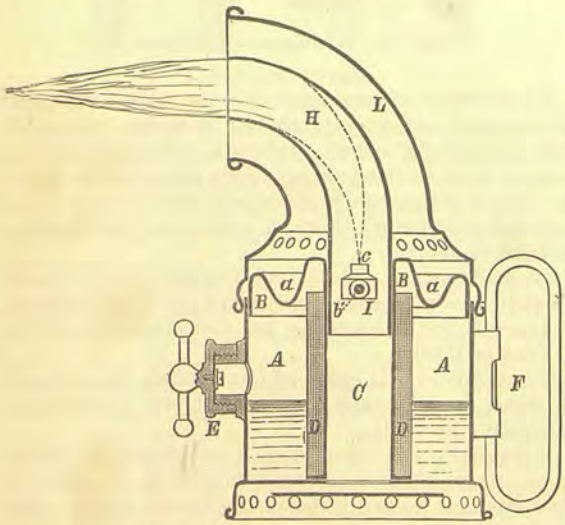


Fig. 2143. — Eolipila Paquelin.

non poterla inclinare di troppo ed anche rovesciare per poter eseguire una saldatura, giacchè se in luogo dei vapori è portato l'alcool a formare il dardo, la temperatura di questo scema grandemente. Per tale fatto oggidì è sostituita dall'altro tipo di eolipila a essenza minerale, capovolgibile e più potente della precedente, dovuta al dottor Paquelin.

L'eolipila a benzina (vedi figura 2143) può dare per un'ora un dardo di fiamma capace di fondere dell'oro e dell'argento; essa è basata sullo stesso principio della precedente, cioè formare la fiamma coi vapori caldissimi del liquido combustibile, e siccome la benzina e la gasolina hanno un potere calorifico maggiore dell'alcool, questa eolipila è più potente della precedente, ed ambedue non sono che l'applicazione del principio dell'eolipila di Haro descritta da Herone di Alessandria 130 anni a. C. Si compone di una scatola cilindrica A a fondo piano ripiegato per formare il piede bucherellato della lampada per dar passaggio all'aria della combustione quando è appoggiata; sulla scatola è saldato il coperchio B, che è ripiegato per formare il canaletto circolare *a* ed è attraversato dal tubo C che si prolunga fino al fondo e sbocca nel piede; intorno a C e nell'interno della scatola è disposto un grosso stoppino tubulare D. Il liquido combustibile si immette nella scatola per l'apertura E chiusa con un tappo a vite e guarnizione; sulla scatola, diametralmente opposta alla vite, è fissata l'impugnatura F per maneggiare la lampada, la quale, a seconda della grandezza dell'apparecchio, è formata da due anelli, come nella figura, o da un semplice manico. Sul tubo C è saldato l'altro tubo ricurvo H, attraversato dal tubetto I, pel quale i vapori del liquido contenuto nella scatola A vengono a svolgersi nel tubo H. Il tubo ricurvo L circonda H, ed allargandosi alla base viene a coprire il coperchio del serbatojo.

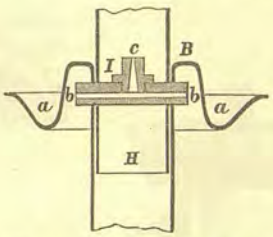


Fig. 2144. — Dettaglio dell'eolipila Paquelin.

La fig. 2144 dà il dettaglio del tubo I, il cui canaletto orizzontale *b* sbocca nell'interno del serbatojo e quello verticale *c* si apre nel tubo H.

Per adoperare la lampada, si riempie il serbatojo a metà circa di benzina o di gasolina e si chiude l'apertura; si solleva il tubo L e si versa dell'altra benzina nel canale *a* riempiendolo per metà circa e si accende; si rimette a posto il tubo L la cui base allargata è bucherellata per permettere la combustione della benzina posta in *a* e il calore che sviluppa si trasmette per le pareti metalliche del serbatojo alla benzina, i cui vapori pel tubetto I passano in H e si accendono alla fiamma della benzina del canale *a*, che esce dalla bocca X della lampada. La corrente gazosa che esce da I con fortissima velocità produce un'aspirazione di aria dal piede della lampada attraverso il tubo C, per cui, quando è consumata la benzina posta in *a*, i vapori dati da I abbruciano egualmente e completamente. Essendo il serbatojo a tenuta perfetta e riempito solo per metà, la lampada potrà impiegarsi in qualunque posizione senza pericolo di sorta, anche capovolta, nel qual caso potrà uscire da I della benzina, ma il calore che incontra in H la evapora immediatamente e si ha lo stesso risultato.

Saldatura dei tubi. — La saldatura dei tubi di piombo alla lampada è importantissima e d'uso molto comune per la sua lestezza e buona riuscita. Gli estremi dei tubi a saldarsi sono foggiati in modo da poterli imboccare l'uno nell'altro, cioè l'uno è tagliato esternamente a tronco di cono e l'altro è svasato nella stessa forma (fig. 2145). Il primo tubo si ottiene ravvivandone la superficie con una raspa, colla quale si dà all'estremità la

forma conica, senza però assottigliare oltre misura il bordo del tubo e senza addentellarlo, perchè nell'eseguire il giunto potrebbe fondersi facilmente e rendere impossibile la saldatura. L'altro tubo lo si svasa a cono per mezzo della trottola e del maglietto; si dispone il

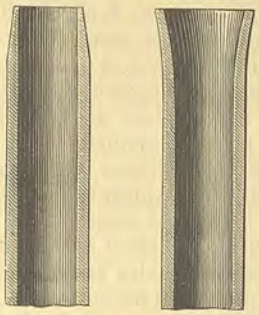


Fig. 2145. — Tubi preparati per la saldatura.

tubo verticalmente (fig. 2146) e vi si introduce la trottola tenendola colla mano sinistra e ben verticale e se ne batte la testa a colpi secchi e replicati, smovendo continuamente la trottola per impedire che si serri nel tubo, anzi, siccome questo ben difficilmente si dilata con uniformità, ciò che accade anche per colpi battuti in falso, così bisogna inclinare la trottola per regolare la svasatura, che, ottenuta della grandezza conveniente, viene raschiata internamente ed esternamente colla raspa. Il metallo deve essere messo a vivo sulla superficie esterna dei tubi per un tratto proporzionale alla

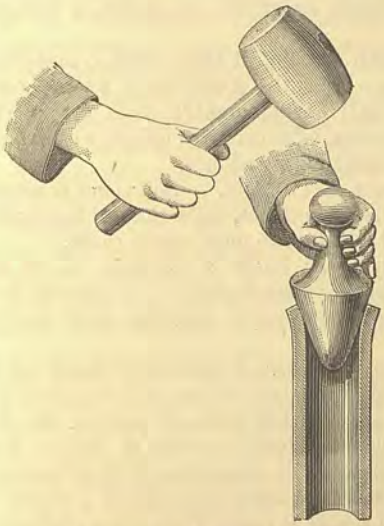


Fig. 2146. — Svasatura del tubo.

loro grossezza e d'ordinario per una lunghezza di poco maggiore del diametro, per potervi far aderire la saldatura. Preparati i tubi si imboccano e si comprimono l'uno nell'altro per dar loro una certa stabilità ed accesa la lampada a saldare, quand'essa dà la fiamma vigorosa, si riscalda la congiunzione dai tubi, girando loro intorno la lampada, mantenendoli nella fiamma per riscaldarli uniformemente e poi si sfregano con colofonia, stearina o sego, che servono di flusso per facilitare la presa della lega saldante e per farla penetrare in tutti gl'interstizii. Si continua il riscaldamento e si avvicina al giunto una listerella di saldatura che si riscalda coi tubi stessi e quand'essa comincia a fondere, la si deposita allo stato pastoso tutt'attorno al giunto in modo da ottenere un cercine, che si ricuopre col flusso perchè formi una sola massa. La saldatura in tal modo è eseguita come attacco stabile dei tubi, ma deve essere finita col trasformare il cercine formato in un inviluppo del giunto, il quale presenti il massimo spessore (fig. 2147) nel piano del giunto e vadi raccordandosi coi due tubi. Questo finimento si ottiene riscaldando leggermente il cercine di saldatura che si distende sul giunto e sul tubo con un pezzo di tela imbibita di sego o di stearina, o con un pezzo di legno o di cartone pure coperti di stearina e chiamati porta-saldatura, scorrendo longitudinalmente al giunto formandovi delle costole e raccordandolo regolarmente coi tubi, come mostra la figura. Finimento che si può pure ottenere con un saldatojo conico di ferro ben caldo.

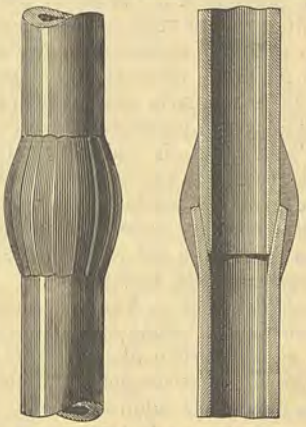


Fig. 2147. — Tubo saldato.

Nel formare il cercine di saldatura, avviene che questa alle volte cola sul tubo inferiore e vi aderisce, per cui finita l'operazione è d'uopo grattare la colatura, sia per non sciupare lega, che per togliere una bruttura e gli operai saldatori usano parecchie volte di coprire con uno strato di nero fumo, steso con pennello, il tubo inferiore al disotto della linea limite della saldatura; in tal modo le colature non s'attaccano al piombo ed il lavoro è più lesto e di buon effetto.

Saldatura a getto. — I grossi tubi di piombo si saldano a getto, cioè si circondano di una forma in lamiera o ghisa luttata con argilla, dopo averne pulita la superficie, si versa poi nella forma la lega fusa nella cucchiaja o nel padellino; od anche, l'operajo, dopo preparato il giunto e coperto di flusso vi projetta sopra colla spatola della saldatura fusa, che poi liscia con un saldatojo.

I tubi di ghisa a manicotto, dopo essere stati innestati, vi si forma il fondo battendo nel manicotto un pezzo di corda incatramata a due giri, quindi si pone contro l'apertura del manicotto un anello di lamiera, si forma la colata con argilla e si versa la saldatura che riempie interamente il manicotto e che raffreddata si batte per costiparla.

Saldatura sul bronzo, sull'ottone e sul rame. — Per saldare dei robinetti od altri pezzi in bronzo, in ottone o in rame sui tubi di piombo, bisogna stagnare quei metalli, sia immergendone la parte a saldarsi, ben pulita e bagnata di flusso, nella lega fusa, sia ricoprendoli di lega col saldatojo o colla lampada, dopo di che si può procedere a saldarli sul tubo di piombo foggiato a cuneo o svasato, con uno dei metodi descritti.

Saldatura dei cuscinetti. — Per tornire i cuscinetti dei sopporti, si saldano i due pezzi insieme; dopo averne pareggiate le superficie di contatto, la saldatura si eseguisce in due modi. Il primo consiste in scaldare i due pezzi riuniti e legati con filo di ferro su un debole fuoco di fucina, bagnando la giunzione con flusso liquido, e quando la temperatura è sufficientemente elevata, si presenta al giunto una listerella di saldatura che, colando, penetra negli interstizii e li salda; si toglie dal fuoco e si lascia raffreddare. Il secondo modo consiste nel compiere la saldatura dei pezzi, congiunti e legati, con un saldatojo.

Saldatura a bassa temperatura. — Accade spessissimo di dover saldare dei pezzi metallici che non si possono scaldare fortemente per non deturpare le loro ornamentazioni e le loro forme: in tal caso si saldano con una saldatura speciale che si prepara ponendo in un mortajo di porcellana del rame in polvere, che si ottiene precipitando collo zinco una soluzione di solfato, con dell'acido solforico concentrato, si rimesta fortemente e vi si aggiunge mercurio nella proporzione di 30 di rame e 70 di mercurio per saldatura tenera e 36 di rame e 70 di mercurio per saldatura dura e si rimesta per formare l'amalgama, che poi si lava all'acqua calda per toglierví tutto l'acido e si lascia raffreddare. Quando si vuole impiegare la si scalda sino a consistenza della cera per poterla stendere sulle superfici pulite da saldarsi, si forma il giunto e col raffreddamento naturale si ha la formazione della saldatura.

Saldatura della ghisa. — Anche la ghisa può subire la saldatura con materia saldante, ed il processo è dovuto a M. Morosi, ed è descritto negli *Annali dell'Istituto Lombardo-Veneto;* consiste nell'intercalare fra i due pezzi di ghisa una sottile lamina di ferro malleabile e porre in fuoco ed elevare fortemente la temperatura. Il ferro e la ghisa aderiscono perfettamente, ma però la lamina di ferro diventa fragile, per cui è d'uopo impiegarla della massima sottigliezza.

Alcuni invece, oltre la lamina di ferro, introducono fra i pezzi di ghisa della saldatura forte e borace ed espongono a fuoco e si ottiene una saldatura abbastanza buona se la grana della ghisa è grossolana e non vi ha ossido interposto, per cui se la rottura a saldarsi è nuova il processo è buono.

Dovendosi saldare un metallo sull'acciajo è conveniente scaldare prima questo, perchè non è raro il caso di vedere la lega saldante, anche di qualità ottima, raccogliersi in gocciole sull'acciajo, senza poter fondere e saldare i due metalli, perchè i pori di esso non sono sufficientemente aperti per poter aver presa, così riscaldando prima l'acciajo si evita questo fatto.

Un'altra difficoltà si incontra quando si deve saldare dell'oro sull'acciajo, saldatura pressochè impossibile se non si ricorre al metodo Perret, che consiste nel saldare prima, sul punto stesso che deve occupare l'oro, una lamina di rame, che viene poi limata per ridurla ad uno strato il più fino possibile ed è su di essa che si salda l'oro con saldatura pure all'oro.

Col processo di saldatura con materia saldante si eseguiscono le riunioni di pezzi di vari altri corpi che non siano i metalli, ed anzi pei più comuni esistono moltissimi processi, dei quali taluni inventori o scopritori ne tengono ben custoditi i segreti; qui non possiamo certamente citare tutti i processi e per tutti i corpi, ma ne citeremo alcuni e per quei materiali che sono di uso comune, e che per lo più sono denominati saldature, colle, mastici, cementi, polveri, a seconda del fabbricante, o dello stato liquido, sciropposo, pastoso o solido, ma fra questi però fanno parte taluni composti che non servono propriamente a saldare due parti staccate della stessa o di diversa sostanza, ma a turare solidamente delle fessure o dei buchi in pezzi di certe sostanze, e di questi ne citeremo alcuni.

Saldatura del vetro. — La migliore materia saldante il vetro è un miscuglio di silicati di soda e potassa in soluzione sciropposa colla quale si umettano le superfici pulite da riunirsi e quindi si pongono insieme i pezzi e si lasciano fermi in opportuna posizione finchè si siano saldati, e per rendere più lesta l'operazione si scaldano i pezzi prima di riunirli.

Saldatura della porcellana, majolica, terra cotta. — Molte materie sono impiegate a seconda dell'uso a cui sono adibiti i pezzi da saldarsi, così per quelli che non devono venire a contatto dell'acqua, dell'alcool e degli acidi si possono riunire colla gomma lacca semplice distendendola sulla superficie calda e quindi riscaldando i pezzi si riuniscono e si lasciano raffreddare. Oppure si mescolano in soluzione al 20 % di gelatina 60, destrina 50, resina mastice 20, alcool 12, e si incorporano a caldo e si distende il composto sulle superfici che si riuniscono e si lasciano raffreddare; il composto si conserva freddo, si riscalda a bagnomaria per impiegarlo.

Se invece non vengono a contatto coll'acqua si possono impiegare le seguenti saldature: calce viva e gomma lacca in polvere a parti uguali impastate con albumina per farne una pasta molle, che devesi impiegare immediatamente, ed anche vetro bianco in polvere finissima e albumina, che si impiega anche pel vetro. La migliore saldatura è una pasta composta di silicato di soda e magnesia, che si impiega immediatamente e sempre sopra superficie ben pulita, e cioè di fresca rottura.

Gli oggetti artistici di terra cotta e majolica si possono saldare col latte, e cioè dopo averne composti i pezzi e legati per mantenerli nella loro posizione si fanno bollire nel latte per circa un'ora, e quindi si estraggono e si lasciano raffreddare.

Saldatura dell'ambra. — Soluzione concentrata di potassa caustica bollente, colla quale si bagnano le parti da saldarsi che devono pure essere calde.

Saldatura per l'osso e l'avorio. — Si eseguisce con una soluzione sciropposa e caldissima di allume, colla quale si coprono le superfici calde degli oggetti a riunirsi.

Saldatura del vetro e della porcellana coi metalli. — Il metodo Cailletet consiste nel ricoprire le parti a saldarsi con un sottile strato di platino, che si ottiene spalmandole con cloruro neutro di platino mescolato con olio essenziale di camomilla, si fa evaporare lentamente l'essenza e quando sono cessati i vapori bianchi e odorosi si scalda al rosso; rimangono platinati i pezzi, e vi si fa depositare a mezzo dell'elettricità uno strato di rame. Il pezzo in tale condizione può essere trattato come un tubo metallico e saldato ad un pezzo pure metallico con saldatura forte o tenera. L'argentatura può sostituire la platinatura, ma i risultati sono inferiori.

Volendosi invece una saldatura per l'ottone si impiega gelatina 1, acqua 4, alcool 4 e ben sciolta e decantata si mescola alla soluzione di mastice 1, cloruro ammonico 0,5, alcool 6, e bollente si applica sui pezzi caldi da saldarsi.

Saldatura del vetro e porcellana col legno. — Si incolla con gomma arabica un pezzo di carta forte sul vetro o sulla porcellana e quando è secca si spalma col seguente mastice fuso e ben caldo: gomma arabica 2,

resina 1, soluzione concentrata di gomma lacca 2, e si applica il pezzo al legno.

Saldatura del legno. — L'ordinaria è la colla forte, e serve pure per saldare i legni che devono stare immersi nell'acqua, ma in luogo di sciogliere la nell'acqua si scioglie nell'olio di lino essiccativo.

Saldatura del cuojo. — Il cuojo si salda egregiamente impiegando a caldo la materia vischiosa che si ottiene mescolando parti eguali di colla di pelle e gelatina in 10 di acqua; mentre sono in ebollizione vi si aggiunge lentamente una soluzione di tannino fino a che si è prodotta la detta materia.

E per avere una saldatura meno forte, si impiega una soluzione sciropposa di colla di pelle mescolata con 15 a 20 % di trementina e qualche po' di acido fenico.

Un'altra saldatura che serve anche per la gomma elastica è composta di guttaperca 14, gomma elastica in sottili fogli 28, colla di pesce 2,5, solfuro di carbonio 113, colla quale si spalmano le superfici da riunirsi, si lascia seccare e quindi si riscalda a fusione, si uniscono i pezzi e si battono col martello. Un'altra dello stesso genere si ha con guttaperca 453, gomma elastica 113, pece 57, gomma lacca 28, olio di lino 57, che, intimamente mescolate e scaldate a fuoco moderato, dànno la saldatura, che si impiega fusa.

Saldatura della gomma elastica. — Si impiegano delle soluzioni dense di gomma elastica nel solfuro di carbonio o nella benzina che si applicano su superficie di fresco taglio.

Saldatura delle screpolature della ghisa. — Si può impiegare una pasta composta di parti eguali di cenere di legna, cloruro di sodio e acqua, e serve in genere per stufe, ma è migliore quella composta di zolfo 100, sego 2, resina 2, che si fondono e si mescolano fino a consistenza sciropposa ed a colorazione rosso-bruna; s'aggiunge quindi della polvere di vetro per formare una pasta molle che si applica sui pezzi molto caldi.

Nelle fonderie scozzesi per pezzi da non essere scaldati si impiega invece un'altra saldatura così composta: sego 1, resina 2, cera vergine 8, tornitura e limatura di ghisa 24; si fonde prima la cera in un vaso di ferro e vi si mescola la tornitura o la limatura stacciata, si rincorpora e s'aggiunge il sego e la resina; si fa bollire per mezz'ora, si rimescola e si lascia raffreddare lentamente. Pulita perfettamente la parte da saldarsi, si riempie della pasta e quindi si scalda il giunto con un ferro caldo al rosso, la pasta fonde e s'attacca, e raffreddato il tutto si può anche limare.

Impiombamento. — È l'operazione di saldare nel terreno o nella fondazione dei pezzi od organi che devono rimanere solidali colla fondazione stessa per mantenere fermi i pezzi che vi devono appoggiare, ed è una vera e propria saldatura ottenuta con materia saldante.

Il più semplice impiombamento è quello che si eseguisce con gesso o cemento coi quali si impiombano pezzi di legno o di ferro, e la cui parte da impiombarsi si foggia a coda di rondine od anche s'incurva solo per quelli di ferro. Si procede collo scavare un foro od una fossa a seconda della dimensione del pezzo, nella quale lo si dispone opportunamente ed in esatta posizione e la si riempie di pezzi di mattoni o di pietra o di ciottoli spezzati e quindi si colma versandovi una mescolanza chiara di acqua e gesso od acqua e cemento.

Le viti di fondazione si impiombano nei blocchi di pietra, scavando in essi un foro tronco piramidale, di cui il superiore deve essere un po' più grande della base della vite, e proporzionali le dimensioni del fondo. Messa in posto la vite si riempie il foro di piombo fuso, che raffreddato si costipa sia col piantarvi in mezzo dei pezzi di ferro, sia collo schiacciarlo opportunamente. In luogo del piombo si impiega dello zolfo fuso per impiombamenti di minore importanza, ed anche il bisolfuro di ferro, che si forma col gettare su della tornitura di ferro scaldata in un crogiuolo il doppio del suo peso di zolfo.

III. — Saldatura elettrica.

Le alte temperature di cui è capace l'arco voltaico, la loro produzione in punti limitati ed il suo facile maneggio ne hanno fatto tentare, con ottima riuscita, la saldatura autogena per fusione dei metalli, ottenendola perfetta in un tempo ristrettissimo e con una spesa e impiego di mano d'opera limitate e minori di quelle che si hanno eseguendo la stessa saldatura nel modo che abbiamo descritto, ed infatti esse si riducono alla sola mano d'opera limitata ad un operajo e ajutante per pezzi leggieri e al costo della corrente, riuscendo trascurabile la sorveglianza alla dinamo.

I vantaggi che presenta la saldatura elettrica sono varii ed i principali sono: 1° il metallo non si trova esposto ad una fiamma data da combustibile che non è mai puro, nè all'aria atmosferica che lo ossida; 2° il metallo si riscalda in modo regolare ed uniforme; 3° il calore non si trasmette dall'esterno all'interno della massa e quindi le superfici esterne non hanno, come nei metodi ordinarii, la possibilità di facilmente ossidarsi, perchè il calore si propaga dall'interno all'esterno, il quale si trova sempre pel contatto dell'aria a temperatura di poco inferiore a quella del nucleo della massa e quindi è ovviata l'ossidazione.

L'esecuzione di questa saldatura si compie con speciali apparecchi coi quali è resa assai facile pel maneggio dei pezzi e della corrente; l'operazione consiste nel porre a contatto fra loro le parti a saldarsi e farle attraversare dalla corrente per mezzo di un carbone che viene appoggiato sul giunto e scorre lentamente su esso. L'alta temperatura che si sviluppa fonde il metallo nel giunto ed avviene la saldatura. Si è notato però che il giunto saldato presenta costantemente un canaletto ed un cordoncino metallico paralleli fra loro e paralleli al camino percorso dalla matita di carbone, anzi il canaletto è la traccia del passaggio di questi, per cui occorre una lavorazione di finimento per eguagliarne la superficie, quindi negli apparecchi speciali per eseguire la saldatura elettrica, oltre allo studio di renderli comodi, di facile maneggio e sicuri, vi ha quello di ovviare a questo fatto per rendere meno costosa la saldatura e fra i tanti che si sono ideati, l'apparecchio di Henry Howard sembra quello che raggiunga meglio degli altri la soluzione del problema, come serve ben anco al riscaldamento elettrico dei pezzi metallici che devono subire altre operazioni, ed è quello che qui imprendiamo a descrivere.

Nell'apparecchio Howard il pezzo in lavoro costituisce uno dei poli, l'altro è dato dalla matita di carbone, che non è maneggiata a mano, per togliere l'inconveniente di un riscaldamento irregolare essendo impossibile di poter mantenere colla mano una costante distanza della punta della matita dal pezzo e quindi di poter attaccare tutti i punti della superficie coll'arco voltaico di eguale intensità, così pure la matita non ha un moto alternativo rettilineo, il quale produce gli accennati difetti, come anche un limitato riscaldamento delle parti, per cui non si può ottenere una saldatura resistente. In tal apparecchio la matita è mossa meccanicamente di moto sinuoso mantenendo una costante distanza e quindi un

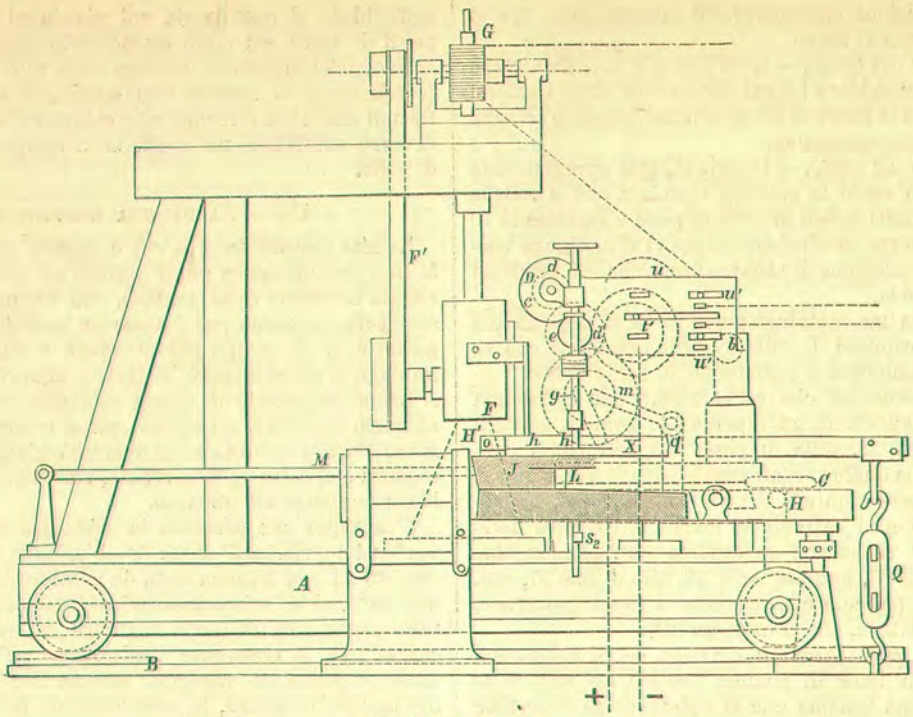


Fig. 2148. — Fronte.

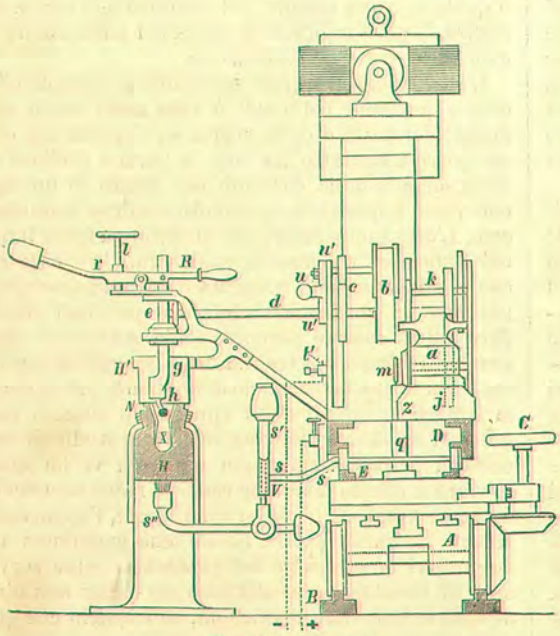


Fig. 2149. — Fianco.

Fig. 2150. — Sezione trasversale del sopporto.

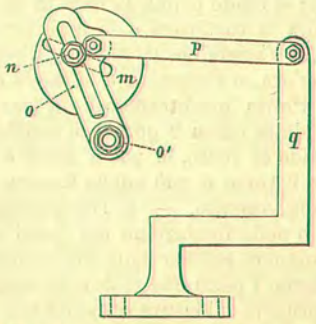


Fig. 2151. — Meccanismo di comando del carro superiore.

Apparecchio Howard per la saldatura elettrica (fig. 2148-2151)

costante arco, riscaldando una maggior superficie e diminuendo fortemente il difetto della scanalatura a cordoncino, ed il movimento è ottenuto con un elettromotore che pone in azione il sopporto sul quale è montata la matita.

Il carro principale A dell'apparecchio (fig. 2148 e 2149) scorre per mezzo di ruote sopra le ruotaje B a mezzo del volante C a ingranaggi conici. Sopra il carro A ne è montato un secondo D, pure suscettibile di moto alternativo rettilineo in senso perpendicolare all'altro carro, sul quale sono poste le guide su cui scorrono le ruote di D e questo porta la matita di carbone *h*.

F è un martello pneumatico portato da A e posto in azione dalla cinghia F' passante sulla puleggia motrice dell'elettromotore G pure montato sullo stesso carro. Il pezzo in lavoro è montato nel sopporto H fissato ad un sostegno indipendente; nella scanalatura superiore del sopporto H (fig. 2148 e 2150) è disposto il contatto J e il blocco di materia refrattaria L rilegati insieme e solidariamente all'asta M passante attraverso ad H e fissata al carro inferiore A. Quando questo carro funziona

in modo da far agire successivamente la matita *h* e il martello F su diversi punti della saldatura del pezzo X in lavoro, il contatto J e il blocco L si spostano col carro per rimanere sempre direttamente sotto la matita e il martello. Il pezzo X è mantenuto fermo nel sopporto per mezzo delle mascelle N articolate in H' e abbassantisi per effetto della staffa a vite *r* (fig. 2149).

Sopra il carro D è montato l'elettromotore ordinario *a* che col rotismo *b c d e* pone in rotazione l'albero *g*, ad un estremo del quale è fissato eccentricamente il portamatita *h*. Alla destra dell'albero *d* gli ingranaggi *j k* imprimono moto ad un disco-manovella *m*, il cui bottone *n* può essere fissato (fig. 2151) nella scanalatura di esso disco ad una distanza radiale qualunque. Tal bottone striscia liberamente nella scanalatura del braccio O articolato in O' sul carro D e porta una biella *p* imperniata sul sopporto *q* fissata al carro A.

Da questa disposizione risulta che se il disco *m* gira, il carro D si sposta in avanti e in addietro sul carro A, ma con maggior velocità in un senso che nell'altro, mentre nello stesso tempo la matita *h* gira attorno all'asse *g*; e se il carro inferiore rimane fermo, il carbone è fatto girare al disopra del pezzo in lavoro che è fisso. Con ciò si viene a scaldare una porzione eguale, in lunghezza, a due volte il raggio di rotazione, o della eccentricità, del bottone *n* e in larghezza al doppio dell'eccentricità del portacarbone *g* che striscia liberamente nel pignone *e*.

Il portacarbone (fig. 2149) è sostenuto dalla leva articolata R con contrappesi e munita della vite *l* per regolare l'altezza della matita e portante un manico per mezzo del quale l'operajo può abbassare la leva stessa per formare l'arco voltaico approssimando la matita al pezzo.

Le comunicazioni elettriche sono così disposte. Allo estremo del braccio *s*, fissato al carro superiore, evvi una canna il cui estremo in V porta un'asta *s'*, a peso e fulcro, che può oscillare sopra la canna sempre sollecitata a riprendere la sua posizione normale. Alla parte inferiore dell'asta *s'* è articolata una leva a contrappeso, la cui estremità porta la spazzola *s''* appoggiantesi contro il sopporto H.

Il circuito per formare l'arco voltaico è così composto: il filo proveniente dal polo positivo è attaccato al bottone montato sul braccio *s*, che la corrente attraversa passando per l'asta *s'* e per la spazzola va al sopporto H; e siccome la spazzola è fissata al carro D, la connessione elettrica fra H e il pezzo in lavoro, ha sempre luogo approssimativamente nella linea percorsa dal carbone. Il filo proveniente dal polo negativo è attaccato al bottone *t'*, rilegato con un conduttore al commutatore *u* e per l'intelajatura della macchina all'asse *d* e al carbone *h*. I fili del circuito di comando del martello fanno capo ai bottoni montati sul commutatore *u'* e la corrente passa da questo all'elettromotore G.

I fili del circuito del carbone e del carro D sono fissati ai bottoni del commutatore u^2, dal quale la corrente è inviata all'altro elettromotore *a*.

Per quanto riguarda il costo della saldatura elettrica raccogliamo alcune notizie di esperienze e di lavori eseguiti.

Lavorandosi delle barre tonde per assi di piccolo diametro un operajo ed un ajutante possono fabbricare 150 pezzi da 25 mm., ovvero 100 da 37 mm. per giorno, e lo stesso personale può saldare da 700 a 800 cerchioni sottili di ferro o da 400 a 500 cerchioni d'acciajo per giorno. Per lavorare cerchioni da vagoni si è trovato più opportuno lavorare con due macchine a saldare poste vicine e molto accostate ad un maglio a vapore e impiegare una squadra di cinque operai.

Il cordoncino che rimane, qualunque sia la sua dimensione, deve essere tolto, e si è trovato che la martellatura è quella che riesce di minor costo nel mentre migliora il pezzo saldato e siccome i pezzi escono dalla macchina a saldare molto caldi così sono pronti per subire la martellatura, per la quale s'impiega il maglio per pezzi grossi ed il lavoro a mano per pezzi piccoli.

Nella pratica della saldatura elettrica si è trovato più economico l'impiegare una maggior corrente col non pulire la superficie delle parti a saldarsi, che l'eseguire la pulitura con qualunque metodo, solo si eseguisce una raschiatura se vi ha un grosso strato di ossido.

La spesa di forza motrice necessaria per saldare barre, assi e cerchioni è stata presa in accurato esame e dai risultati di diverse officine si può ammettere che il lavoro meccanico assorbito e la durata dell'operazione sia:

Per barre	tonde di	1	poll.	22	cav.	45″
»	quadre di	1	»	30	»	48″
»	tonde di	1,25	»	35	»	60″
»	quadre di	1,25	»	40	»	70″
»	tonde di	2	»	75	»	95″
»	quadre di	2	»	90	»	100″
Per cerchioni di		$1 \times {}^3/_{16}$	poll.	11	cav.	15″
»	»	${}^{11}/_4 \times {}^3/_8$	»	23	»	25″
»	»	${}^{11}/_2 \times {}^3/_8$	»	20	»	30″
»	»	${}^{11}/_2 \times {}^1/_2$	»	23	»	40″
»	»	$2 \times {}^1/_2$	»	39	»	55″
»	»	$2 \times {}^3/_4$	»	42	»	62″

Le barre quadre richiedono maggior impiego di tempo e di forza delle tonde perchè costituite da maggior quantità di materia e perchè la loro centratura richiede una maggior diligenza.

È facile con questi dati determinare il costo della saldatura elettrica in una officina qualunque in funzione, del prezzo del combustibile e della mano d'opera, costo che sarà sempre inferiore a quello della saldatura ordinaria, ma le spese d'impianto sono però oggidì assai elevate; infatti le cifre precedenti ci dànno che per una barra quadra di circa 50 mm. occorre un'energia di 90 cavalli, per cui si esige un impianto della massima importanza.

Bibliografia.

Elia, *Principii di tecnologia meccanica*, Torino. — Landrin, *Coutelier; Maître des forges*, Parigi. — Lebrun et Malepeyre, *Ferblantier*, Parigi. — Gillot et Lokert, *Fondeur*, Parigi. — Romain, *Plombier et zingueur, etc.*, Parigi. — Paulin, Dersormeaux et Landrin, *Serrurier*, Parigi. — Julien, Valerio et Casalonga, *Chaudronnier et tôlier*, Parigi. — Guettier, *La fonderie en France*, Parigi 1882. — Ledebur, *Die Verarbeitung Metall*, Weimar 1879; *Die Metallverarbeitung*, 1882; *Vollständiges Handbuch der Eisengiesserei*, 1883; *Handbuch der Eisenhüttenkunde*, 1884; *Die Legierungen*, 1890. — Guettier, *Le fondeur en métaux*, Parigi 1890; *Le forgeron mécanicien*, 1891. — Kirk, *The founding of metals*, Londra. — West, *American foundry practice*, Filadelfia. — Brannt, *Metallic Alloys*, Londra 1888. — Greendwood, *Steal and Iron*, Londra 1887. — Smith, *Cutting tools*, Londra 1888. — Delon, *Le fer, la fonte et l'acier*, Parigi 1881. — Therrode, *Serrurier*, Parigi 1891. — Villard, *Chaudronnier en fer*, Parigi 1892. — Le Verrier, *La fonderie*, Parigi 1892.

Ing. E. Fontana.

SALE E SOSPENSIONI PER VETTURE E PER CARRI.

I. — Sale

(franc. *Essieux;* ingl. *Axles;* ted. *Achsen;* spagnuolo *Eies*).

Dicesi sala o asse di un veicolo quella sbarra di legno o di ferro che ha il doppio ufficio di tenere unite le ruote e di sostenere il veicolo stesso.

Nei primi veicoli le ruote, rozzi cilindri di legno, formavano un corpo solo colla sala. Col progredire dell'arte e dei mezzi di cui poteva disporre l'uomo la ruota si ridusse ad un disco di diametro abbastanza considerevole; si separò la sala dalle ruote pur conservandola sempre di legno. Si arrotondirono gli estremi della sala allungata, sia da una parte che dall'altra, di tanto da oltrepassare di qualche centimetro la faccia esterna della ruota, nel cui centro si praticò un foro del diametro uguale o poco più grande di quello della estremità della sala, e su questa si fermò quella con una semplice chiavetta in legno, che, entrando in un foro praticato all'estremità della sala, contrastava l'uscita della ruota poggiando sulla parte esterna di essa. La ruota, così trattenuta, rimase libera nel suo movimento intorno alla sala, e questa per contro si fissò alla intelajatura del veicolo.

Già da qualche tempo però queste sale in legno furono abbandonate sia perchè per avere una certa resistenza si dovevano costruire troppo massiccie, sia perchè, nonostante una buona lubrificazione, troppo rapido ne era il deterioramento, e troppo grande l'attrito sviluppato tra sala e ruota.

Raramente per queste considerazioni si trovano oggidì usate sale in legno; ve ne ha ancora qualcuna nei rozzi carri di campagna, anche queste però vanno man mano scomparendo.

Al legno si sostituì il ferro, e subito si riconobbe che, fra le diverse qualità del ferro, meglio si conviene a questo genere di lavori il ferro molto malleabile e a grana fina, detto *fer de roche*, e che al ferro lavorato al laminatojo si deve preferire quello lavorato al maglio. Il ferro a grana fina resiste molto di più al calore della saldatura che non il ferro dolce, e le successive riscaldature gli dànno una disposizione a diventare fibroso, quando si abbia l'avvertenza di non batterlo troppo a freddo.

Ora si può dire che il ferro è la sola materia usata nella fabbricazione delle sale, non essendosi ancora fatte che pochissime sale in acciajo, quantunque sotto il punto di vista della leggerezza debba essere molto utile l'acciajo dolce.

Le sale ordinariamente si fabbricano e si mettono in commercio in due pezzi, che si saldano insieme all'atto di costrurre il veicolo, e ciò perchè la distanza fra ruota e ruota varia da un veicolo all'altro.

La sala si compone del corpo e dei fusi. I fusi sono le parti estreme della sala su cui girano le ruote, il corpo è la parte compresa tra i due fusi. Separano il corpo dai fusi due rotelle in ferro saldate alla sala, contro le quali si appoggiano i mozzi delle ruote.

Il corpo può farsi diritto, curvo, o a gomito, con o senza piastre per molle; esso a seconda della sua sezione prende nomi diversi.

Le principali forme del corpo diritto sono le seguenti:

Corpo ordinario. — Si compone di una parte quadrata subito dopo la rotella, quindi di una parte a otto faccie e per ultimo di una parte rotonda. È su questo tratto che, quando si uniscono le due metà della sala, avviene la saldatura, ed è per questo appunto che la sua estremità libera termina con un rigonfiamento.

Questa è la forma più comune e la più usata.

In queste altre forme invece la sezione è sempre uguale per tutta la lunghezza del corpo:

Corpo quadrato. — Ha per sezione un quadrato; forma meno resistente a parità di peso della seguente (fig. 2152, n. 1).

Corpo rettangolare o riquadrato. — Ha per sezione un rettangolo la cui altezza è la stessa per tutto il corpo, la larghezza pure è costante ed è uguale a circa $^3/_4$ dell'altezza (fig. 2152, n. 2).

Corpo riquadrato arrotondito. — Ha per sezione un rettangolo in cui i lati minori, cioè il superiore e l'inferiore, sono sostituiti da due archi di circolo (figura 2152, n. 3).

Corpo oliva. — Ha per sezione un rettangolo i cui lati maggiori sono sostituiti da due archi di circolo (fig. 2152, n. 4).

Corpo su spigolo. — Ha la stessa sezione di quello ordinario eccetto che la parte quadrata rispetto alle altre parti è girata di 45 gradi, ed è perciò piazzata su uno spigolo anzichè su un lato. Questa forma si fa solamente con piastre (fig. 2152, n. 5).

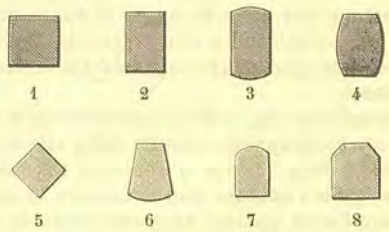


Fig. 2152.

Corpo a incastrarsi. — Ha per sezione un trapezio più alto che largo, arrotondito al disotto, e disposto colla parte più piccola in alto, di modo che si può facilmente incastrare nel legno. Questa forma al contrario della precedente non si fa che senza piastre (fig. 2152, n. 6).

Vi sono poi ancora altre forme, che poco differiscono da queste, come quella che ha per sezione un rettangolo col solo lato superiore arrotondito (fig. 2152, n. 7), oppure gli spigoli superiori smussati (fig. 2152, n. 8), ecc. Altre forme speciali di corpo di sala si notano in certi carri di artiglieria e in altri agricoli; sono però forme pochissimo in uso.

Le sale curve si fanno in generale con corpo ordinario o rettangolare, ovvero oliva, quelle a gomito quasi sempre con corpo ordinario o rettangolare.

I fusi possono essere cilindrici o conici. Tanto la loro forma, quanto la loro lunghezza, e il modo con cui sono foggiate le loro estremità libere dipendono dalla specie a cui appartiene la sala.

Tutte le sale si possono classificare in quattro grandi categorie rispetto al sistema di lubrificazione e al mezzo impiegato per fissare la ruota sull'asse, le quali sono:

La *sala brevettata Collinge* (franc. *Essieu patent Collinge;* ingl. *Collinge's patent axle;* ted. *Collinge's patent achse*) e tutte quelle che da essa derivarono. — Questo tipo di sala ad olio nel commercio si chiama semplicemente *sala* o *asse patent a olio.*

La *sala brevettata a grasso* (fr. *Essieu patent à graisse;* ingl. *Grease patent axle;* ted. *Schnier patent achse*) da noi pure comunemente chiamata *patent a grasso.*

La *sala brevettata a olio* chiamata usualmente *sala* o *asse mezzo patent* per distinguerla da quelle del tipo Collinge (fr. *Essieu demi patent;* ingl. *Half patent axle;* ted. *Halb patent achse*).

La *sala ordinaria a grasso* (fr. *Essieu ordinaire à graisse;* ingl. *Grease axle;* ted. *Schmier achse*).

A qualunque di queste categorie appartenga la sala, il fuso non è mai orizzontale, esso è sempre inclinato in basso, e la sua inclinazione rispetto all'asse della sala costituisce ciò che i Francesi chiamano *le devers de l'essieu.*

Per maggiore solidità della ruota le razze non si dispongono mai in un piano verticale passante per la corona, si dispongono invece sempre inclinate verso l'estremità posteriore del mozzo in maniera che il complesso delle razze forma un cono, il cui vertice è il mozzo e la base la corona della ruota. Questa inclinazione varia da ruota a ruota, e varia precisamente in ragione inversa del diametro della ruota stessa. L'angolo fatto dalla direzione delle razze col piano verticale passante per la corona è sempre compreso fra i 10 e i 14 gradi. Questa particolare disposizione viene chiamata dai Francesi *ecuanteur de la roue.*

L'inclinazione dell'asse, ossia l'angolo fatto dalla direzione del fuso coll'orizzontale, deve corrispondere esattamente all'angolo della direzione delle razze col piano verticale in modo che l'uno compensi l'altro. Combinati così i due angoli, si capisce facilmente che le razze inferiori si debbono trovare in un piano verticale, e quindi in ottime condizioni di resistenza.

L'inclinazione data al fuso, oltre che compensare quella data alle razze, fa sì che la ruota nel suo movimento è spinta contro la rotella, che separa il fuso dal corpo; ne viene per conseguenza che si consuma molto meno il dado o la chiavetta che trattiene la ruota sul fuso, e diminuisce il pericolo che la ruota possa uscire dalla boccola, il che è a temersi sopratutto colle boccole coniche delle sale a grasso ordinarie. Nelle sale del tipo Collinge poi tale disposizione diminuisce la perdita dell'olio, che pel suo peso si mantiene dalla parte ermeticamente chiusa del fuso.

Tale inclinazione varia generalmente fra $^1/_{15}$ e $^1/_{12}$, ossia da 67 mm. al metro a 83, ed è maggiore per i fusi conici che per quelli cilindrici.

Il fuso, eccettuati pochissimi casi, che ancora si riscontrano nei rozzi carri di campagna, gira sempre in un bossolo di ghisa ordinaria o temperata, raramente di altro metallo come bronzo, ecc. (fig. 2153 e 2154).

Questo bossolo, che prende il nome di bronzina o boccola (fr. *Boite;* ingl. *Box;* ted. *Buchse*), è cacciato a forza nel mozzo della ruota dalla parte posteriore, e vi è trattenuto da due nervature o sporgenze laterali, che, entrando in apposite scanalature scavate nel mozzo, impediscono alla boccola di girare.

Le pareti del foro praticato nel bossolo per l'introduzione del fuso debbono essere tornite perfettamente, perchè l'attrito che si sviluppa sia piccolissimo, e il suo diametro dev'essere tale da permettere al fuso di girare liberamente senza però che vi sia alcun giuoco tra l'uno e l'altro.

Anche riguardo alla boccola si può dire che tanto la sua forma, sia interna che esterna, quanto il modo con cui sono foggiate le sue estremità dipendono dalla categoria a cui la sala appartiene.

Indipendentemente da essa poi, secondo che si vuole o no una migliore lubrificazione e conseguentemente una maggiore o minore conservazione del fuso, possono essere o no praticate sulla sua superficie interna delle scanalature, che facilitano lo scorrimento del lubrificante. Anche le boccole, come i fusi, possono essere cilindriche o coniche.

Per quanto riguarda la stabilità e il buon funzionamento di una sala si deve tener calcolo nel costrurla a quale scopo deve servire il veicolo, alla velocità che con esso si vuol raggiungere, e al genere di strade che usualmente deve percorrere. A parità di peso da trasportare la sala dev'essere più robusta se le strade sono selciate e mal tenute, se hanno delle ruotaje cave, se il veicolo non è sospeso, e se la velocità con cui viaggia è grande. Come pure varia di dimensioni a seconda della categoria cui appartiene la sala; dovrà per es. essere maggiore se, anzichè essere del tipo Collinge, è una sala ordinaria a grasso.

Le boccole più lunghe sono le migliori, e, se la lunghezza del mozzo non permette l'uso di boccole lunghe, si dovrà dare la preferenza ai fusi senza rigonfiamento dinanzi alla rotella, in ispecie poi trattandosi di grosse sale, e si faranno i fusi più robusti.

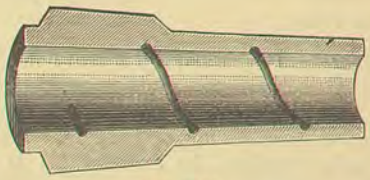


Fig. 2153.

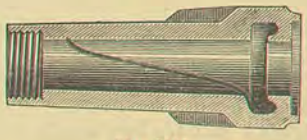


Fig. 2154.

Se talora il fuso è secco, quantunque vi sia abbondanza d'olio o di grasso alle due estremità, ciò può succedere perchè o per il carico o per la velocità il lubrificante è espulso dalla boccola. Questo è segno evidente che vi è deficienza di superficie di fregamento, e si deve notare che gli sforzi del cavallo saranno maggiori allorchè mancherà la lubrificazione, anzichè quando dovesse vincere la resistenza di un diametro maggiore di fuso bene lubrificato.

Dai risultati di numerose esperienze fatte fino al giorno d'oggi si è potuto stabilire con certezza che non bisogna solamente determinare la forza di una sala in base al carico che deve sopportare, ma che la si deve invece calcolare in modo che il fuso dia una superficie di fregamento sufficiente per conservare, sotto l'azione del carico o della velocità, l'olio o il grasso necessario tra la boccola e il fuso. Così perchè i fusi delle sale del tipo Collinge siano bene lubrificati, bisogna dar loro un diametro tale che non debbano sopportare di più da 3 a 5 Kg. di carico per centimetro quadrato di superficie di fregamento. Questa superficie è valutata al terzo della superficie totale del fuso, dedotti il rigonfiamento e l'anello in bronzo. Per gli assi o sale ordinarie questa superficie deve ancora essere più ridotta, e non dev'essere valutata a più di un quarto o di un quinto di quella della boccola.

È poi un errore quello di fare i fusi della sala anteriore di una vettura a quattro ruote più deboli di quelli della sala posteriore, perchè, se essi debbono portare un peso minore, le ruote, perchè più piccole, debbono

fare un maggior numero di giri; consumano perciò più presto l'olio, e dànno un maggior tiraggio al cavallo.

Come già abbiamo accennato, le sale possono essere o no munite di piastre per le molle. Eccetto pochissimi casi le molle di sospensione sono rigidamente fissate sulla sala e unite a snodo alla cassa del veicolo od all'armatura dell'avantreno, e per poterle fissare sulla sala senza indebolire questa con fori, si ricorre alle piastre.

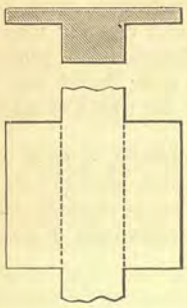


Fig. 2155.

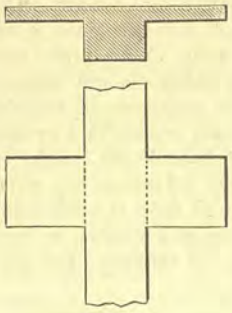


Fig. 2156.

Le piastre (fr. *Pattins;* ingl. *Flaps;* ted. *Lappen*) sono risalti laterali, che nella fucinatura si fanno uscire dal corpo della sala in prossimità della rotella. Sopra di esse la molla trova un largo appoggio, e viene fissata mediante bride o bulloni. La distanza fra le piastre e la rotella non è fissa, essa varia a seconda della distanza della ruota dalla cassa, e della lunghezza del mozzo.

Varie sono le forme delle piastre, le quali si possono classificare secondo la loro posizione sull'asse, e secondo il modo con cui si vuol fissare la molla su di esse.

Abbiamo perciò le piastre a bride e a bulloni ordinarie, quelle a bride e a bulloni su spigolo, e quelle a risalti.

Piastre a bride o *piastre larghe* (fig. 2155, 2156). — Hanno una larghezza maggiore di quella delle foglie della molla. Le bride, staffe le cui estremità terminano con una parte arrotondita e filettata, abbracciano la molla, ed entrano in fori praticati sulle parti delle piastre che sopravvanzano lateralmente la molla. Sulle estremità filettate delle bride, al disotto delle piastre, si avvitano e si serrano fortemente due dadi. Tra le piastre e la molla si interpone sempre un pezzo di legno per poter ottenere una chiusura migliore.

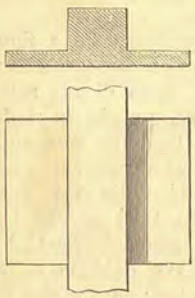


Fig. 2157.

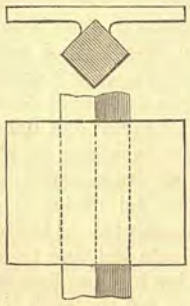


Fig. 2158.

Per ogni molla si impiegano due bride, e, quando sono fortemente chiuse, essa non può più avere alcun movimento sulla sala. Questo sistema è il più usato perchè non indebolisce la molla, lo si trova perciò molto adottato nelle vetture pesanti e nei carri. Si fanno pure delle piastre a bride assottigliate da una parte e dall'altra della molla in modo da non mostrare che la parte in cui passa la brida, e queste si usano per vetture leggere.

Piastre a bulloni o piastre strette (fig. 2157). — Hanno la stessa larghezza delle foglie della molla. Le piastre e la molla sono attraversate e tenute fortemente unite da due bulloni. Si usano solo per vetture leggere, perchè con tale sistema si indebolisce notevolmente la molla.

Tanto le piastre a bride come quelle a bulloni si possono fare sia su un lato del corpo della sala, che su uno spigolo (fig. 2158 e 2159).

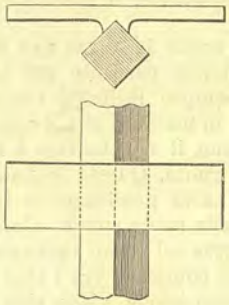


Fig. 2159.

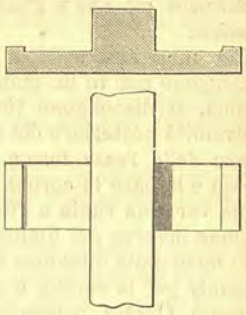


Fig. 2160.

Piastre a risalti. — Hanno pure la stessa larghezza delle foglie della molla (fig. 2160). Esse terminano al disotto da entrambe le parti con un risalto, che serve a trattenere le bride, le cui estremità in questo caso sono riunite da un tirantino.

Talvolta, per abbassare il centro di gravità del veicolo ed aumentarne la stabilità senza diminuire il diametro della ruota, si colloca la molla al disotto della sala. In questo caso anche le piastre, che sono sempre a bride, si collocano al disotto. Con questo genere di sospensione le bride devono essere molto robuste, perchè sopportano tutto il peso del veicolo.

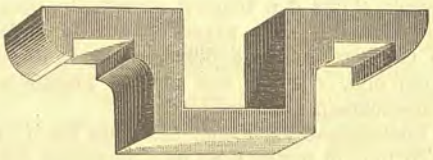


Fig. 2161.

Anche per veicoli sospesi su molle, e in ispecie nei carri, si possono usare sale senza piastre. A sostituire queste si usano le false piastre (fig. 2161) le quali sono staffe, che abbracciano la sala dal disotto all'insù o viceversa (secondo che la molla è situata sopra o sotto alla sala) e hanno dei risvolti piegati ad angolo retto simili alle vere piastre. L'altezza di queste staffe deve essere minore di quella del corpo della sala, e inoltre debbono abbracciarlo strettamente, se si vuole ottenere che, chiuse fortemente le bride, tanto la molla quanto le false piastre non possano più scorrere sulla sala.

Sala brevettata Collinge.

Questa sala fu adottata da Johm Collinge in Inghilterra nel 1787; al giorno d'oggi la si trova applicata a quasi tutte le vetture destinate al trasporto di persone (fig. 2162).

Essa si compone di un fuso cilindrico con un rigonfiamento o colletto e di un bossolo o boccola in ghisa; tanto l'uno che l'altro sono temperati. Dalla parte interna della ruota la boccola poggia contro una rotella di cuojo simile a quella della fig. 2163, che è situata dinanzi alla rotella di ferro *h* saldata sulla sala, e

dall'altra parte è trattenuta da un anello in bronzo *d*, che si appoggia su una apposita sede praticata nella boccola stessa. Le superfici dell'anello e della sede debbono essere ben tornite per poter combaciare perfettamente in modo che nel movimento il fregamento, che ne risulta, sia quanto più si può dolce.

Questo anello, che serve di contrasto all'uscita della boccola, è trattenuto sempre nella stessa posizione da due dadi pure in bronzo filettati, uno a destra *c*, l'altro a sinistra *b*, che si avvitano su due impanature, le quali solcano in senso contrario l'estremità del fuso, che è di

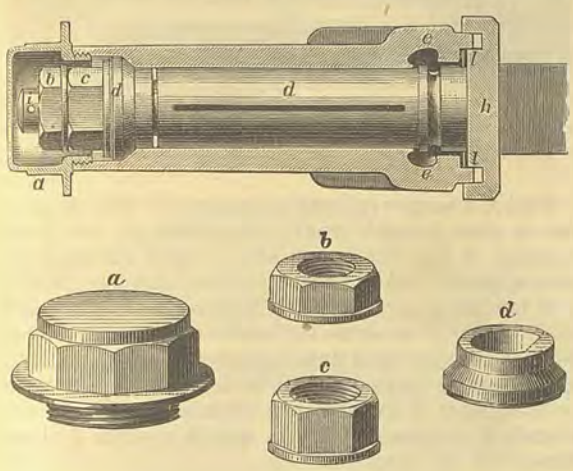


Fig. 2162.

diametro minore della parte di esso compresa nella boccola. Di queste impanature quella che gira da sinistra a destra, ossia la più vicina all'anello, è più grossa, l'altra, ossia quella che termina il fuso, e che gira da destra a sinistra, è più piccola di tutta l'altezza del filetto dell'altra, e ciò per poter far passare sopra di essa il primo dado *c*, che tiene l'anello, e che è filettato in senso contrario. All'estremità del fuso, dinanzi al dado *b*, vi è un foro *i* per l'introduzione di una copiglia. Un cappello o coppa *a* di ottone ricopre e ripara il tutto.

Fig. 2163. — Rotella in cuojo per assi patent.

Di questi cappelli ne abbiamo tre varietà: l'ordinario, l'inglese e quello uso omnibus. Il primo, come si vede nella fig. 2162 *a*, consta di una parte cilindrica, di un'altra a otto faccie, sulla quale si agisce colla chiave per avvitarlo, di una sporgenza circolare a guisa di una rotella, che si appoggia contro la periferia esterna della boccola, e finalmente di una parte filettata che serve a fissarlo sulla boccola. Quello inglese (fig. 2176) manca della prima parte cilindrica, ne ha invece un'altra compresa tra la parte filettata e la sporgenza circolare che sta dietro alla parte a otto faccie.

Il cappello uso omnibus è perfettamente simile a quello ordinario eccetto che è meno alto. Si adopera solo per grosse sale a un solo dado.

La boccola è cacciata a forza nel mozzo dalla parte posteriore ed è impedita di girare da due nervature laterali. Nella parte anteriore essa è filettata internamente per ricevere il cappello, e nella parte posteriore ha una profonda scanalatura anulare, che serve da serbatojo per il lubrificante. La sede della boccola su cui si appoggia l'anello in bronzo deve essere situata a tale distanza dalla estremità che, quando l'anello è ben serrato dai due dadi, la superficie posteriore dell'anello non tocchi il risalto anteriore del fuso, e ciò per poter chiudere bene la boccola sul fuso e non lasciare alcun giuoco sulla lunghezza. Per migliorare ancora la chiusura la parte posteriore della boccola più sottile entra in una scanalatura circolare praticata sulla rotella del fuso.

L'anello in bronzo *d* o anello di appoggio non deve girare sul fuso, a tale scopo il suo foro non è completamente circolare ma bensì ha una parte piana; anche il fuso è appiattito per una uguale parte cosicchè la rotazione dell'anello è impedita dal contrasto di queste due parti piane. Dei due dadi *c* e *b* quello che riceve direttamente le scosse è quello in contatto coll'anello, e perciò deve essere più lungo e più robusto; l'altro serve solo ad impedire al primo di svitarsi essendo filettato in senso contrario.

All'atto di montare la ruota sul fuso si versa un poco di olio nel serbatojo della boccola, sul fuso, e dentro alla scanalatura che lo solca longitudinalmente, poi, messa la ruota sul fuso, si introduce l'anello in bronzo e lo si chiude per mezzo dei dadi in modo che la ruota si possa far girare liberamente senza che però vi sia alcun giuoco longitudinale. Si introduce la copiglia, quindi si versano due o tre cucchiai d'olio nel cappello e lo si avvita fortemente sulla boccola. Messa in movimento la ruota, l'olio contenuto nel serbatojo, nel cappello, e sul fuso viene successivamente in contatto con tutta la parte interna della boccola; in tal modo si ha una buona lubrificazione e un attrito relativamente piccolo.

Il migliore olio che si possa usare per la lubrificazione di queste sale è l'olio animale. Gli olii vegetali e i minerali si volatilizzano troppo facilmente.

Questa sala presenta grandi vantaggi sugli antichi sistemi dal punto di vista della manutenzione e della pulizia, ha però anche essa i suoi inconvenienti. Anzitutto deve essere montata colle più grandi cure e in ispecie poi deve essere ben tenuta, se si vuole ottenere un buon funzionamento, ed evitare che il fuso si logori (*enrayage*). La boccola deve essere perfettamente aggiustata sul fuso in modo che non vi sia alcun giuoco.

I due dadi, avvitandosi in senso contrario l'uno all'altro, si mantengono, è vero, mutuamente nella loro posizione, ajutati in ciò anche dall'azione della copiglia, che contrasta col primo dado, però coll'uso l'anello, fregando sulla sede della boccola, per quanto dolce sia questo fregamento, si logora, e si logora pure la rotella di cuojo su cui si appoggia la boccola; si produce in conseguenza un giuoco nel senso della lunghezza, giuoco che, oltre all'essere dannoso alla buona conservazione del fuso, perchè l'olio può sfuggire facilmente, procura scosse laterali al veicolo che tornano di danno alla sua stabilità. Le filettature del fuso e dei dadi si consumano sotto l'impulso degli urti che ricevono, cosicchè alla fine, consumatosi il filetto dell'impanatura del fuso, i dadi possono facilmente sfuggire non essendo trattenuti che dalla piccola copiglia, la quale, costrutta pel solo scopo di impedire lo svitamento dei dadi, non è sufficiente a resistere agli urti della ruota.

Chiudendo i dadi per levare questo giuoco il dado sinistro si allontana dalla copiglia; di qui la possibilità che i due dadi si possano nuovamente svitare, e che si produca ancora il giuoco.

Ogni qual volta si cambia la rotella di cuojo bisogna darle uno spessore tale, che, rimontando la ruota, la copiglia tocchi il dado, il che talora non si può ottenere se non dopo replicate prove.

Si può perciò sicuramente conchiudere che in questa sala coll'uso si avrà sempre un giuoco nel senso della lunghezza, eccetto che si voglia ricorrere spesso al cambio della rotella di cuojo o dell'anello in bronzo.

Per questo fatto non si ha in essa una tenuta perfetta dell'olio, il che sarebbe certamente desiderabile, perchè la manutenzione fosse minore e sicura la conservazione del fuso.

Inoltre questa sala non ha alcuna elasticità nel senso longitudinale, di modo che la vettura segue tutti i movimenti trasversali della ruota, e riceve tutte le scosse provenienti dalle ineguaglianze del terreno, dando così un maggiore tiraggio.

Per ovviare all'inconveniente detto, cioè che pel consumo dell'anello in bronzo dovendo chiudere maggiormente i dadi, questi non possono più essere trattenuti dalla copiglia, perchè se ne distaccano, si studiò un altro sistema di chiusura rappresentato dalla fig. 2164.

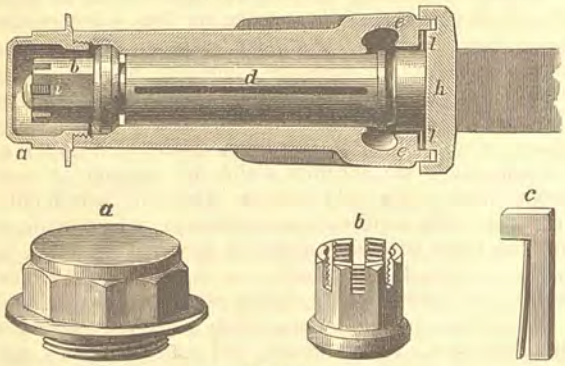


Fig. 2164.

In questa sala vi ha un solo dado che trattiene l'anello ed è un dado ad intagli *b*. Come i dadi della sala Collinge ha sei faccie, però è più lungo dei precedenti, e ogni faccia ha un intaglio in cui può entrare una chiavetta *c* munita di una piccola molla che serve a meglio assicurarla nel foro *i* dell'estremità del fuso. La boccola sostanzialmente non varia dalla precedente; la sua estremità anteriore è pure filettata internamente per ricevere il cappello tipo omnibus, ed è pure munita del serbatojo anulare nella parte posteriore.

Questo sistema permette, è vero, di regolare il giuoco appena si produce, perchè basta girare il dado e conficcare la chiavetta in un altro intaglio, ma è meno sicuro del precedente, perchè, potendosi verificare sebbene in modo molto meno sensibile il giuoco longitudinale, vi ha un solo dado su cui si ripercuotono le scosse e gli urti della ruota. Anche in questo tipo di sala se il filetto dell'impanatura si logora, la chiavetta, essendo troppo debole per resistere agli urti, può essere recisa, e la ruota può sfuggire di sopra al fuso. Queste sale furono addottate nel 1845 per gli omnibus di Parigi da M. P. Anthoni, e anche al giorno d'oggi sono molto usate per tali generi di veicoli.

Per aumentare la sicurezza della sala e fruire dei vantaggi del dado ad intagli se ne costrusse una perfettamente uguale a quella di Collinge, tranne che al dado ordinario, che si avvita a sinistra, si sostituì un dado con intagli (fig. 2165). Questo dado non ha più il risalto come quello *b* della fig. 2164, e ciò perchè la chiave (fig. 2166) che si adopera per queste sale, passando sopra di esso, possa agire sul secondo dado senza essere obbligati a togliere quello ad intagli. Questo dado venne chiamato *dado di sicurezza.*

A misura che il giuoco si produce si chiudono i due dadi di una porzione di giro, operazione resa più facile dalla mancanza di risalti sul dado di sicurezza, e si rimette la chiavetta in un altro intaglio.

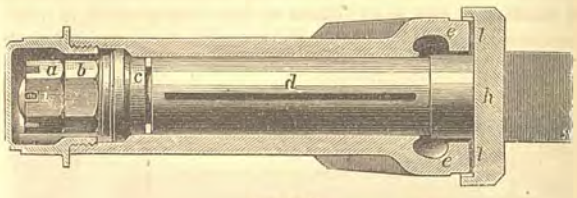


Fig. 2165.

Però si è sempre costretti a far girare il dado di tanto che un altro intaglio venga a coincidere col foro della copiglia, il che talora può anche essere un inconveniente, perchè può succedere di dover chiudere troppo o di lasciare ancora un po' di giuoco. Qualunque però sia il grado di consumo dell'anello e del cuojo si può sempre ritenere che il dado di sicurezza sia egualmente chiuso contro quello diritto, e di più impossibilitato dalla copiglia di svitarsi, mentre invece senza di esso quando si dovesse regolare la sala, la copiglia si allontanerebbe dal dado.

Con questa modificazione alla sala Collinge si può usare anche fino a metà l'anello in bronzo senza essere costretti a cambiare la rotella di cuojo: il montaggio è reso più facile e sono evitate le prove e la perdita di tempo che necessita il cambiamento del cuojo, perchè la copiglia sia sempre in contatto col primo dado.

Fig. 2166.

Usando le boccole ordinarie, finora descritte, si è notato talvolta un logoramento sulla superficie del fuso (*enrayage*), e quantunque non vi fosse più traccia di olio sulla superficie logorata, tuttavia vi era ancora, e qualche volta anche in abbondanza, dell'olio nel serbatojo e nel cappello. Certamente il logoramento non sarebbe avvenuto se l'olio, inutilmente ritenuto nel serbatojo, avesse potuto scorrere liberamente sul fuso; perciò, per evitare che l'olio per mancanza di cure venga ad essere in difetto sulla superficie di contatto, si pensò di farlo circolare pel suo peso in modo continuo e regolare durante il movimento della ruota, rendendo così l'ingrasso automatico. Una boccola che soddisfa a queste condizioni è quella rappresentata dalla fig. 2153, detta *boccola di sicurezza.* Esternamente essa ha la forma delle altre, internamente invece è solcata da due eliche in senso contrario, che si vengono a raccordare per le loro estremità formando così una curva continua.

Quando la ruota gira, l'estremità del solco pesca ad ogni giro una certa quantità di olio nel serbatojo. Il punto più basso del solco cambiando ad ogni istante l'olio che vi è dentro, per il suo peso avendo la tendenza

a discendere per rimettersi in equilibrio, circola costantemente. L'olio condotto sopra la superficie di fregamento fa ad ogni giro della ruota un movimento più o meno grande, e ingrassa sempre una porzione del fuso, che non può più così mancare d'olio finchè ve ne ha nel serbatojo.

La superficie tolta per il solco non è che una piccolissima parte di quella della boccola, condizione assai importante perchè il consumo è tanto più grande quanto minore è la superficie di contatto. L'ingrasso regolare e abbondante prodotto dalla scanalatura diminuisce il coefficiente di fregamento e per conseguenza anche il tiraggio.

E poichè si è parlato del miglior sistema di lubrificazione, diremo anche delle principali cause per cui il fuso può logorarsi. Ciò può avvenire per mancanza di olio nel serbatojo, per cattiva qualità dell'olio, per una trascurata manutenzione, e per un cattivo montaggio.

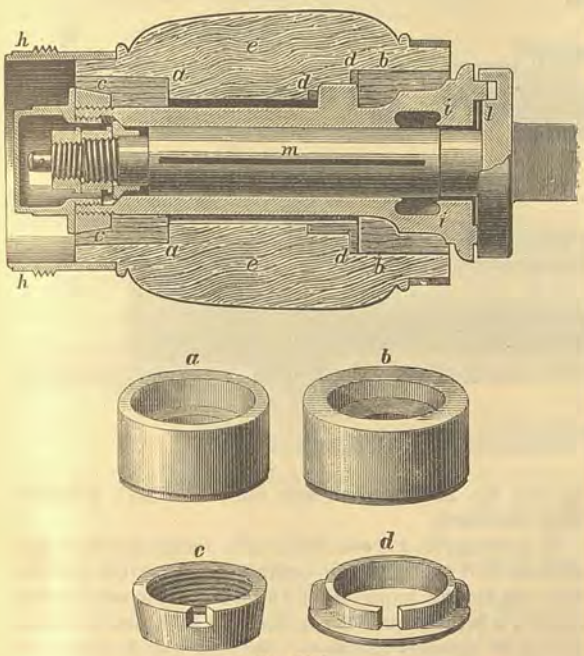


Fig. 2167.

L'olio del serbatojo per poca pulizia della boccola non circola sul fuso. Il fuso è troppo piccolo in proporzione del carico e della velocità, e quindi l'olio è scacciato dalla boccola.

La boccola non gira liberamente sul fuso. Quando anche la boccola sia lavorata in buone condizioni nel montaggio il fuso e la boccola possono sfalsarsi, ne viene che, non potendo la boccola girare liberamente sul fuso, questo si scalda e consuma rapidamente l'olio.

La sala è troppo serrata sulla sua lunghezza. Anche in questo caso, pel calore che si sviluppa, l'olio si consuma rapidamente, e la boccola finisce per girare a secco.

L'appoggio non si fa su tutta la distesa del fuso, sia perchè la sua inclinazione non corrisponde esattamente all'inclinazione delle razze della ruota, sia perchè la vettura viaggia sul fianco di una strada troppo incurvata. Allora può darsi che il contatto avvenga solo più in due punti uno al disopra del fuso in prossimità della rotella, l'altro al disotto in prossimità dell'anello di bronzo. Questo difetto si può riscontrare con tutta facilità, perchè togliendo la ruota si trovano sul fuso due linee di consumo molto marcate alle due estremità e precisamente in corrispondenza dei punti di appoggio.

Tanto il fuso che la boccola nei punti di contatto si consumano.

Alcuni erroneamente attribuiscono questo consumo al fatto che la ghisa lascia distaccare dei piccoli grani; costoro prendono il risultato per la causa. Oltre al logoramento del fuso, cui si va incontro quando si verifica tale difetto, si corre pure un altro pericolo. Se la boccola tocca il fuso al disotto in vicinanza dell'anello ed al disopra in prossimità della rotella, la distanza tra il punto d'appoggio del fuso sulla ruota e quello della molla sulla sala è maggiore di quella che dovrebbe essere; la sala viene perciò a trovarsi sovracaricata, e lavora in cattive condizioni. Da ciò si può anche dedurre che non è troppa convenienza l'esagerare nella lunghezza della boccola per non aumentare il braccio di leva che affatica la sala.

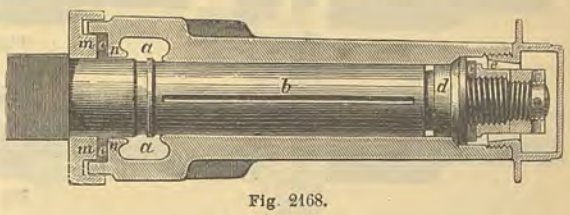


Fig. 2168.

A tutti questi inconvenienti però si può facilmente ovviare con un accurato montaggio e una buona manutenzione.

Si hanno ancora diverse sale del tipo Collinge le quali furono studiate allo scopo di diminuire le scosse che provengono dalle ineguaglianze del terreno e che si trasmettono alla vettura per mezzo della sala.

Una di queste è quella rappresentata dalla fig. 2167. In questo sistema il montaggio del fuso nella boccola, e il modo con cui la boccola è trattenuta su di esso è perfettamente identico a quello della sala Collinge, solamente la boccola non è situata nel mozzo come in questa,

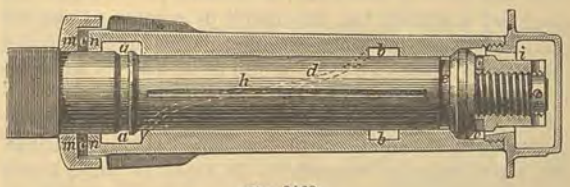


Fig. 2169.

cioè in contatto diretto col legno. Tra la superficie esterna della boccola e quella interna del mozzo vi sono due anelli di gomma *a* e *b* trattenuti da due anelli in ferro *c* e *d*. All'atto di mettere la ruota sul fuso si introduce la boccola dentro il mozzo, avendo avuto cura di mettere prima a suo posto l'anello in ferro *d* e quello di gomma *b*. I due naselli dell'anello *d* entrano in due scanalature del mozzo e fanno l'uffizio delle nervature delle boccole ordinarie. Si introduce quindi dalla parte anteriore l'anello di gomma *a*, e si avvita l'anello conico *c* sull'impanatura esterna della estremità della boccola. Nel rimanente si procede come per le sale già descritte. In questo modo le scosse ricevute dalla ruota non si trasmettono più integralmente alla cassa della vettura, ma sono invece molto attutite dagli anelli di gomma.

Un altro sistema, studiato pure collo stesso scopo, è quello rappresentato dalle fig. 2168 e 2169. Queste due sale prendono il nome di *sale a battimento elastico.*

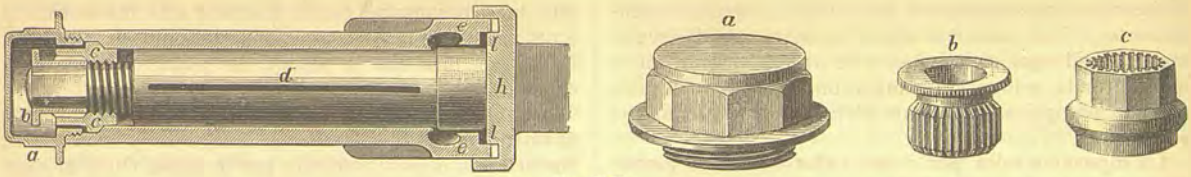


Fig. 2170.

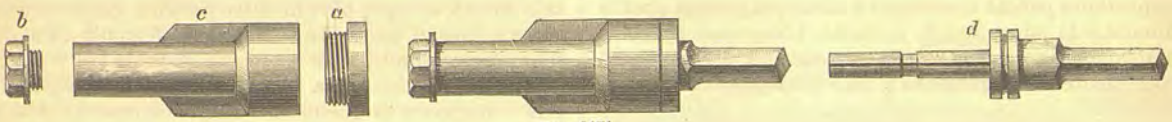


Fig. 2171.

Fig. 2172.

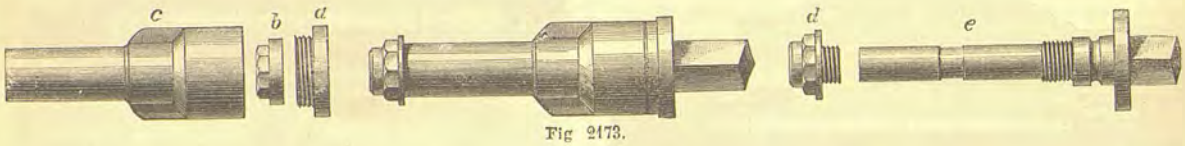


Fig 2173.

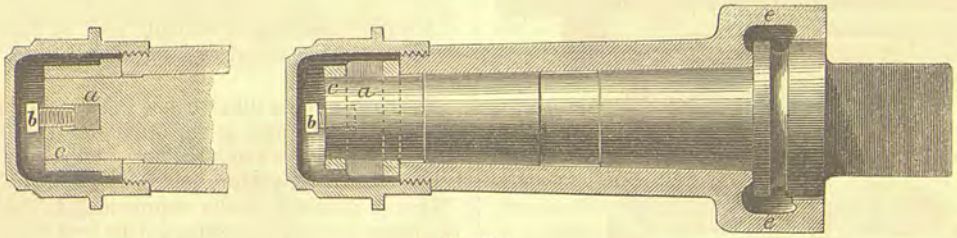


Fig. 2174.

Nella fig. 2168 abbiamo una sala simile a quella di Collinge con dado di sicurezza; la boccola però è un po' più lunga ed è situata tra due anelli di gomma *c* l'uno dei quali sostituisce la rotella di cuojo, l'altro invece è posto nella parte anteriore tra l'anello in bronzo e i dadi che lo trattengono.

La fig. 2169 ci dà un'altra sala di questo genere, però in essa un solo dado a intagli trattiene l'anello di bronzo che è più lungo, e simmetrico da ambe le parti, il che permette di evitare ogni errore nel montaggio, e di allungare il fuso. La boccola è più lunga di due centimetri di quella della sala precedente ed è una boccola di sicurezza a due serbatoi *a* e *b*, solcata da due eliche *d*, che uniscono tra loro i due serbatoi.

Queste due sale hanno incontestabilmente diversi vantaggi. Essi realizzano in certo qual modo l'elasticità orizzontale del veicolo permettendo alle ruote movimenti laterali indipendenti dalla vettura, e attutiscono le scosse da esse ricevute. Il giuoco, che coll'uso si lamenta negli altri sistemi, si verifica assai più difficilmente essendo il consumo dell'anello compensato dalla elasticità della gomma, la quale riprende il suo naturale spessore tosto che si trova meno compressa. La fuga dell'olio è evitata perchè le rotelle di gomma formano giunto, cosicchè si può anche sopprimere il risalto circolare con cui termina la boccola posteriormente, e la corrispondente scanalatura nella rotella di ferro *m*.

L'impanatura del fuso si logora assai più difficilmente, perchè le scosse non sono più trasmesse direttamente al dado, ma bensì per mezzo della gomma, perciò anche la sala fig. 2167 con un solo dado a intagli presenta ogni sicurezza.

Il montaggio è reso molto più facile specialmente coll'uso dell'anello doppio come nella fig. 2169, e le rotelle elastiche *c* annullano gli effetti di un soverchio serraggio, e permettono di regolare più facilmente la sala, poichè si possono chiudere i dadi un po' di più o un po' di meno senza alcun inconveniente, e si potrà sempre chiudere il dado di sicurezza in modo da far coincidere un intaglio col foro della copiglia senza lasciare alcun giuoco.

La lubrificazione, specie nella sala con boccola a circolazione d'olio, è sotto ogni rapporto buonissima. Coll'aggiunta di un secondo serbatojo, come in figura, il serbatojo della testa della boccola può essere dimezzato e la testa abolita. Questi due serbatoi, tra i quali l'olio, passando per le scanalature, può circolare liberamente, rimpiazzano vantaggiosamente il primo, e riesce più facile mettere nel mozzo la boccola priva di testa, essendo la sua superficie esterna liscia all'infuori delle due nervature laterali (fig. 2169). Con questa boccola le grosse estremità posteriori del mozzo possono essere diminuite di 2 centimetri, e per una stessa lunghezza di boccola la portata è aumentata di 2 centimetri per la soppressione del risalto circolare posteriore

Le rotelle elastiche sono lateralmente munite di parti dure perchè meglio possano resistere al fregamento e all'azione dell'olio. Non sarebbe conveniente usarne una sola, perchè, dopo aver ricevuta una scossa, essa, riprendendo il suo spessore darebbe un contraccolpo

Fig. 2175. — Con piastre larghe per bride, cappello e corpo ordinario.

Fig. 2176. — Senza piastre, corpo ordinario, cappello inglese.

Fig. 2177. — Con piastre per bride al disotto del corpo, cappello e corpo ordinario.

Fig. 2178. — Con piastre per bride su spigolo, corpo e cappello ordinario.

Fig. 2179. — Corpo ad incastrarsi.

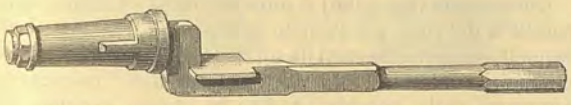


Fig. 2180. — A gomito quadrato con spigolo arrotondito, piastre incastrate.

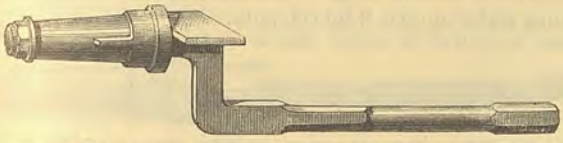


Fig. 2181. — A gomito quadrato, piastre al disopra del gomito.

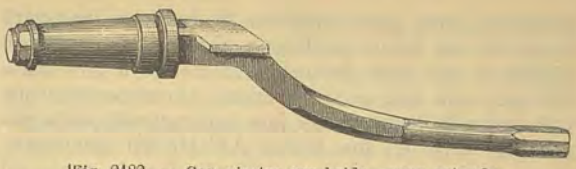


Fig. 2182. — Con piastre per bride, corpo rotondo, cappello e curvatura uso omnibus.

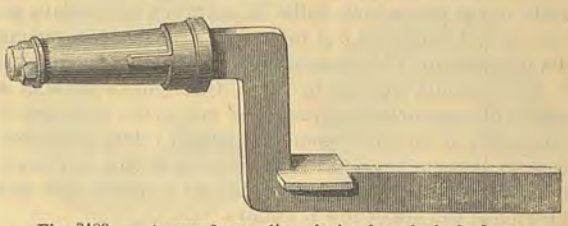


Fig. 2183. — A grande gomito, piastre incastrate in basso.

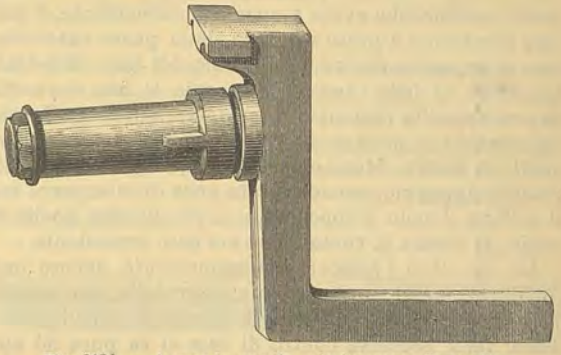


Fig. 2184. — A grande gomito, piastre sopra il gomito.

Fig. 2185. — Piegata a lungo collo di cigno, piastre incastrate.

Sale per vettura (fig. 2175-2185).

all'altra estremità, mentre invece, se ve ne sono due, questo è ammortizzato dall'altra.

Un altro tipo di sala a olio, che ovvia molto bene all'inconveniente del giuoco, che si produce nel senso della lunghezza, è quello rappresentato dalla fig. 2170. In esso la boccola, il fuso, la rotella di ferro del fuso, e il cappello sono identici agli analoghi elementi di un'altra sala a olio. Vi è di notevole che, al contrario di quanto si è veduto nelle altre sale, l'anello di bronzo, che trattiene la boccola, è internamente in parte filettato (fig. 2170 *c*), e in parte solcato da tante scanalature nel senso della sua lunghezza, e non è trattenuto da alcun dado.

Esso all'atto del montaggio si avvita sul fuso in modo da non lasciare alcun giuoco, quindi si introduce un altro anello *b*, il cui diametro esterno è uguale al diametro interno dell'anello *c*, munito di tanti risalti, che corrispondono per numero e per dimensioni alle scanalature del primo anello. L'anello *b* non è filettato internamente, la sua superficie è in gran parte circolare, solo nella parte bassa presenta una parte piana, e sulla estremità del fuso è tagliata una corrispondente parte della porzione circolare di modo che, quando si fa entrare l'anello sul fuso, esso non può girare pel contrasto delle due parti piane. I risalti dell'anello *b* si fanno entrare nelle scanalature dell'anello *c*, il quale non può più svitarsi perchè l'anello *b* non può girare sul fuso. Appena si verifica un po' di giuoco si estrae l'anello *b*, si gira l'anello *c* fino a toglierlo completamente, e si ripone il primo anello.

Questo sistema è assai più conveniente di quello col dado ad intagli, perchè non sempre questo si può girare di $^1/_6$ di giro, avendo solo sei intagli, mentre invece coll'anello speciale di questa sala, essendo numerosi i risalti e le scanalature, sarà sempre possibile togliere completamente il giuoco, e innestare l'uno dentro all'altro i due anelli.

Appartengono pure alla categoria delle sale a olio ora descritte le così dette sale brevettate Selby, ovvero sale di sicurezza, da noi però pochissimo usate.

La costruzione di queste sale mira specialmente ad impedire che le ruote abbiano a cadere, quando succedesse la rottura del fuso. A questo si è arrivati con una disposizione affatto particolare.

La figura 2171 rappresenta una di queste sale « la Longmore » una delle più ordinarie e delle più semplici. La differenza tra questa e le altre sale fin'ora descritte consiste in ciò, che, mentre nelle altre la boccola è trattenuta sul mozzo dalla parte anteriore, in questa invece è trattenuta dalla parte posteriore, di modo che, se il fuso si rompesse, la ruota rimarrebbe ancora attaccata alla sala. La fig. 2171, *d*, rappresenta la sala col relativo fuso. Questo è separato dal corpo da una rotella, che ha sulla sua circonferenza una scanalatura; dietro a questa

rotella vi è una parte cilindrica di diametro maggiore di quello del fuso e su di essa si introduce, prima di saldare le due parti della sala, un collare *a* girevole e filettato sulla sua parte anteriore. Questo collare non può uscire dalla parte del fuso contrastando colla rotella in ferro del fuso stesso. All'atto del montaggio, messa la boccola nel mozzo si introduce la ruota sul fuso, e si avvita la boccola, che è filettata internamente nella parte posteriore, sulla impanatura del collare girevole *a*. Il cappello *b* si introduce nella boccola prima del montaggio. L'appoggio della boccola si fa su tutto il fuso e sulla rotella in ferro. Con questo sistema a parità di superficie di appoggio si può avere una minore lunghezza di boccola essendo annullati i dadi anteriori. Questo sistema presenta l'inconveniente che, se l'impanatura del collare *a* si guasta, la sala è inservibile non potendosi più sostituire il collare.

Nella fig. 2172 (*Imperiale*) abbiamo una notevole modificazione, che ovvia a questo inconveniente. Il collare girevole *a* è posto sul fuso dalla parte anteriore, esso si appoggia contro alla rotella del fuso ed è trattenuto da un dado (dado di appoggio *b*) che si avvita su una apposita impanatura praticata sul fuso. Questa impanatura è sinistra pel fuso sinistro, e destra per quello di destra. Messi a posto il collare girevole *a* e il dado di appoggio, avendo avuto cura di interporre tra il collare, il dado d'appoggio, e la rotella due anelli di cuojo, si monta la ruota come nel caso precedente.

La fig. 2173 (*Victoria*) ci rappresenta ancora una modificazione di questo sistema. La rotella, che separa il fuso dal corpo, è di diametro uguale a quello della testa della boccola; contro di essa si va pure ad appoggiare il collare girevole. Esternamente questa sala ha tutta l'apparenza di quelle già descritte del tipo Collinge, eccetto che la testa della boccola appare più lunga. L'impanatura del collare gira da destra a sinistra pel fuso di sinistra, e da sinistra a destra per quello di destra, e ciò per evitare il pericolo che la ruota possa svitarsi girando nel suo senso normale, pericolo che non si può evitare dando un movimento di rinculo al veicolo.

In questo sistema si produce pochissimo giuoco longitudinale. Queste sale presentano anche qualche vantaggio, oltre che dal punto di vista della sicurezza, anche da quello del montaggio che è molto semplice.

Nella fig. 2174 abbiamo una sala ad olio che per la sua semplicità può anche essere addottata nei carri. Questo tipo è quello in uso nelle pompe a vapore dei pompieri della città di Parigi. La boccola ha un serbatojo nella parte posteriore, e ricopre intieramente la rotella del fuso. Sulla parte anteriore l'impanatura per il cappello si trova sulla superficie esterna anzichè interna. Il fuso è a rigonfiamento, e su esso la boccola è trattenuta da un anello *c* in cui passa una chiavetta *a*.

La chiavetta è serrata fortemente contro l'anello da una vite di pressione *b*. Quando coll'uso si produce un po' di giuoco, si serra la vite di pressione, che spinge la chiavetta, e perciò anche l'anello. Il sistema è buono dal lato della sicurezza, e con una accurata manutenzione può dare buonissimi risultati.

Le figure dal 2175 al 2185 rappresentano le diverse varietà di sale a olio (tipo Collinge) da noi più usate per le vetture.

Sala brevettata a grasso.

Questa sala in commercio viene chiamata semplicemente « patent a grasso », e, come lo indica la stessa sua denominazione, è lubrificata con grasso invece che con olio. Questo sistema (fig. 2186) è usato per vetture di poco lusso e di costo relativamente piccolo. La qualità del lubrificante in queste sale non richiede più una chiusura tanto ermetica, perchè esso si liquefa poco a poco, e solo quando si sviluppa calore per il confregamento del fuso colla boccola; non c'è quindi più il pericolo che il lubrificante possa sfuggire come in quelle a olio, o, quanto meno se sfugge, sfugge sempre in piccola quantità e solo quando la ruota lavora.

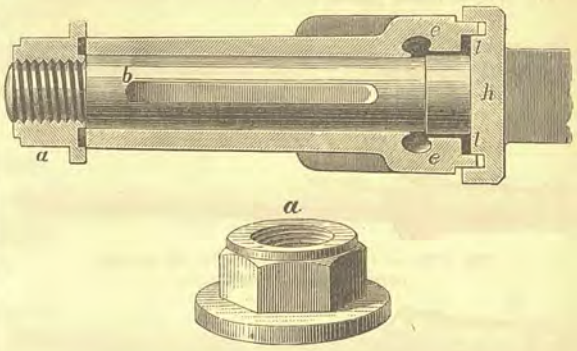


Fig. 2186.

Questa sala (fig. 2186) è pure montata di fianco alla rotella *h* del fuso, ma l'anello in bronzo, i due dadi, e il cappello sono rimpiazzati da un dado in ferro *a* guernito di cuojo, contro cui viene ad appoggiarsi l'estremità anteriore della boccola. Anche in questo sistema la boccola è munita di serbatojo, e il fuso nel senso della lunghezza ha una larga scanalatura *b*, che serve pure come serbatojo per il lubrificante.

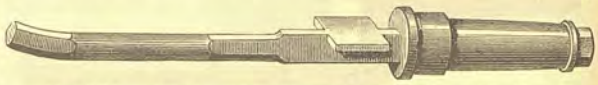


Fig. 2187. — Sala per vetture — piastre larghe per bride.

Per impedire poi che il dado si sviti nel movimento della ruota si filetta l'uno dei fusi a destra e l'altro a sinistra, e si piazzano i fusi in modo che la ruota, girando nel suo vero senso, chiuda il dado, anche qui però nel rinculo si verifica l'effetto inverso. Si può ovviare a questo inconveniente separando il dado in due parti, delle quali l'anteriore non filettata è trattenuta sul fuso da una parte piana e da una copiglia.

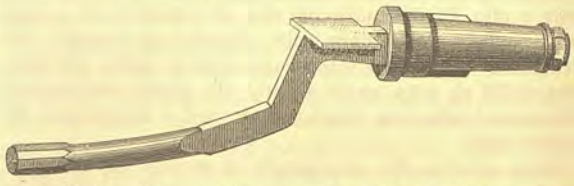


Fig. 2188. — Sala per vettura — curva e piegata obliquamente, con piastre per bulloni.

Questa parte non potrebbe più essere trascinata nel movimento di rotazione della ruota, e impedirebbe perciò all'altra di svitarsi. Due sale di questa categoria sono rappresentate dalle fig. 2187 e 2188.

Sala brevettata a olio (tipo mezzo patent).

Le sale di questo tipo sono molto in uso specialmente in Inghilterra per vetture di commercio e di trasporto. Anche presso di noi per la loro bontà e per il loro minor costo hanno preso grande sviluppo.

Come già si è detto questa sala, pure ad olio come quelle del tipo Collinge, è conosciuta in commercio col nome di sala o asse mezzo patent, denominazione che, sebbene impropria, serve a distinguerla da quelle. Di questa categoria vi sono tre specie:

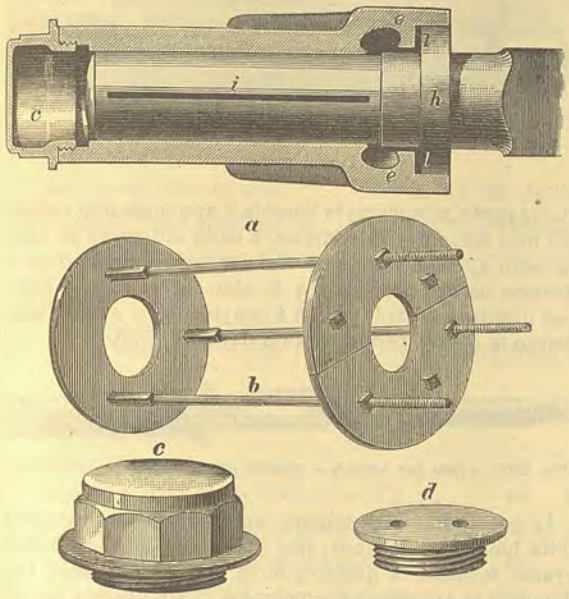


Fig. 2189.

Sala con boccola a cappello, con serbatojo, a fuso cilindrico (fig. 2189);

Sala con boccola chiusa senza serbatojo, a fuso cilindrico (fig. 2190);

Sala con boccola a serbatojo, a fuso cilindrico e con dado in ferro avvitato sul fuso.

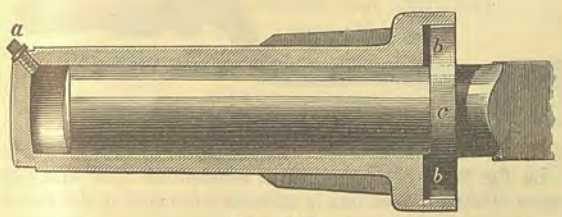


Fig. 2190.

Nella fig. 2189 abbiamo una sala della prima specie. La boccola è per forma identica a quella del tipo Collinge, però più corta, perchè in essa non vi sono più nè

Fig. 2191. — Rotella in cuojo per assi 1/2 patent.

l'anello d'appoggio nè i dadi che la trattengono; anche il fuso è più corto. La rotella *h* del fuso è completamente coperta dalla boccola a differenza di quelle finora descritte, e tra questa e quella vi ha ancora l'anello di cuojo *l*, simile a quello rappresentato dalla fig. 2191.

Il cappello *c* è ancora avvitato sulla parte anteriore della boccola, la quale è trattenuta sul fuso in questo modo: dietro alla rotella, che separa il fuso dal corpo, e precisamente su questo, si fa entrare un anello di ferro, detto controplacca, simile a quello della fig. 2192 o della fig. 2193 o anche della fig. 2189, e, messa la

Fig. 2192.

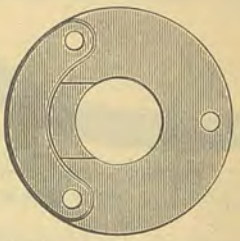


Fig. 2193.

ruota sul fuso, si pone sulla parte anteriore del mozzo un altro anello in ferro, il quale però a differenza dell'altro è in un sol pezzo e chiuso; si uniscono poi i due anelli con tre o quattro bulloni che attraversano in tutta la sua lunghezza il mozzo. Un altro cappello per questa boccola può essere quello rappresentato dalla fig. 2189 *d*.

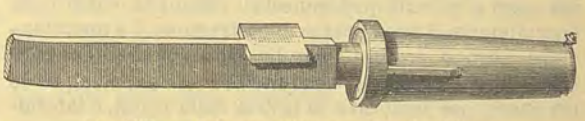


Fig. 2194. — Sala per vettura — boccola chiusa, piastra per bride, corpo quadrato.

Questo sistema è molto sicuro ma è però difficile a regolarsi, perciò l'olio sfugge continuamente. Inoltre tanto il montaggio, che lo smontaggio della ruota non si può fare facilmente, perchè i bulloni sono chiusi dalla parte posteriore, e quindi per avvitarli o per svitarli

Fig. 2195. — Sala per vettura — boccola a cappello, senza piastre, corpo rotondo, fuso conico.

bisogna porsi tra la ruota e il veicolo. Il serbatojo della boccola è disposto in modo da poter facilmente e abbondantemente ingrassare l'anello di cuojo, sul quale si produce tutto il fregamento e quindi il consumo.

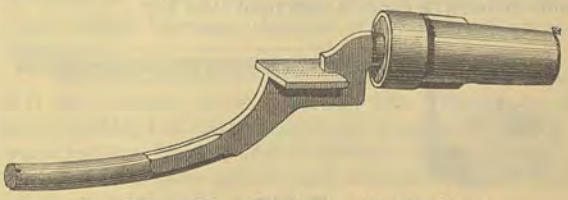


Fig. 2196. — Sala per vettura — boccola chiusa, a doppia curvatura, piastre per bride.

La fig. 2190 ci rappresenta invece una sala di questa categoria con boccola chiusa nella parte anteriore. Questa boccola è più lunga di quella della fig. 2189, e sulla parte anteriore porta un foro, chiuso da un piccolo tappo a vite *a*, che serve per l'introduzione dell'olio.

In questa sala è annullato il serbatojo; la rotella *c* del fuso è ancora ricoperta intieramente dal risalto posteriore della boccola, e tra questa e quella vi è sempre l'anello in cuojo *b*.

In commercio usualmente si indica colla stessa denominazione di quelle ora descritte un'altra sala, quantunque essa sia sostanzialmente diversa per forma.

Fig. 2197. — Sala per vettura — curvata, senza piastre, corpo oliva con boccola a cappello.

Questa sala, perfettamente simile a quella brevettata a grasso (fig. 2186), ha il fuso cilindrico, e la boccola, che pure è munita di serbatojo, è trattenuta sul fuso da un dado avvitato su esso. La lubrificazione in questa sala si fa con olio, e perciò la scanalatura longitudinale del fuso è più ristretta. Appartengono a questa categoria le sale rappresentate dalle fig. 2194, 2195, 2196 e 2197.

Sala ordinaria a grasso.

Questo genere di sala si usa nelle vetture più comuni, nei carri e in tutti quei generi di veicoli in cui si cura specialmente il buon prezzo di costruzione. La manutenzione però è costosa, perchè si debbono ingrassare sovente. Il fuso si fa generalmente conico, specialmente nei carri, per facilitare la levata della ruota, e lateralmente o superiormente esso ha una larga scanalatura entro cui si ripone il grasso. Si ha così un serbatojo senza diminuire la superficie di contatto sotto il fuso. La boccola si fa internamente liscia oppure munita di scanalatura elittica, non si pratica però mai in essa un serbatojo anulare.

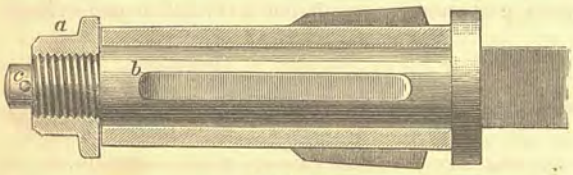


Fig. 2198.

Di queste sale se ne fanno di tutte le dimensioni. All'Esposizione di Parigi del 1878 vi era un carro della portata di 40 000 Kg. Il fuso della sala misurava 180 mm. di diametro e le boccole erano in bronzo. Le due sale colle rispettive boccole pesavano 1000 Kg.

Fig. 2199.

Di questo genere di sale abbiamo due tipi: quello in cui la boccola è trattenuta sul fuso da un robusto dado in ferro, che si avvita sull'estremità del fuso (tipo per vettura), e quello in cui la boccola è trattenuta da una semplice chiavetta, che attraversa la testa del fuso (tipo per carri).

La fig. 2198 ci fornisce un esempio di sala a grasso ordinaria con dado in ferro. Il suo fuso è cilindrico, e la boccola, priva della testa, conserva sempre le due alette o nervature laterali, che servono a fissarla nel mozzo.

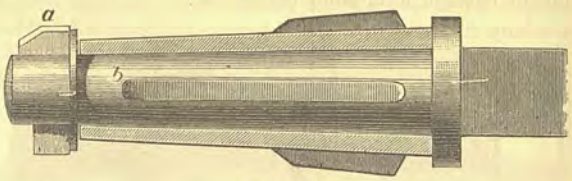


Fig. 2200.

Nella parte posteriore la boccola si appoggia alla rotella del fuso senza però ricoprirla, e nella anteriore al dado in ferro *a*, che è trattenuto da una copiglia *c*. Il fuso al disopra ha una parte piana *b*, che serve da serbatojo per il grasso. Il dado *a*, che è esagonale, si avvita mediante la chiave rappresentata dalla fig. 2199.

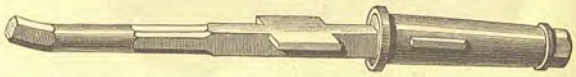


Fig. 2201. — Sala per vettura — piastre per bride, corpo ordinario.

In queste sale vi è sempre un giuoco considerevole sulla lunghezza del fuso; per diminuire la perdita del grasso, favorita da questo giuoco, si usa interporre tra il dado e la boccola, e tra questa e la rotella due anelli di cuojo.

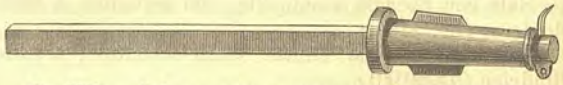


Fig. 2202. — Sala per carro — senza piastre, corpo quadrato.

Fig 2203. — Sala per vettura — piegata a lungo collo di cigno, piastre per bulloni.

La fig. 2200 ci dà invece un esempio di una sala per carro. Tanto il fuso che la boccola sono conici. La ruota è trattenuta sul fuso da una robusta chiavetta in ferro,

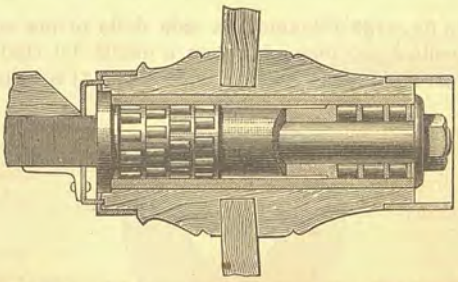


Fig. 2204. — Sala a grasso per vettura (tipo Americano).

che attraversa la testa del fuso. Essa può avere la forma segnata nella fig. 2200, cioè rettangolare con un risalto o testa sulla parte superiore, oppure invece della testa può avere un anello del diametro del fuso, su cui si introduce dopo aver cacciato la chiavetta nel foro. Tra la boccola e la chiavetta si interpone un anello in ferro, e talvolta tra questo e la boccola un altro di cuojo. Il fuso

ha due scanalature laterali per il grasso, e la sua conicità è molto pronunziata.

Sale ordinarie a grasso sono pure quelle rappresentate dalle fig. 2201, 2202, 2203.

Appartiene ancora a questa categoria di sale una sala che differisce molto da tutte quelle finora descritte, e che si trova in uso presso gli Americani (fig. 2204). Il fuso, che è pure separato dal corpo della sala da una rotella in ferro contro cui va ad appoggiarsi il mozzo, è cilindrico. La boccola è un semplice tubo in ferro ed è di diametro molto maggiore di quello del fuso. Questo nella sua parte di mezzo porta un colletto girevole, e lateralmente una serie di piccoli rulli, che hanno l'ufficio di diminuire l'attrito che si sviluppa nella rotazione. Un anello in ferro, trattenuto da un dado avvitato sul fuso, serve a tenere su questo il mozzo della ruota.

Sale per vetture.

Diametro del fuso in mm.	25	28	30	32	34	36	38	40	43	45	48	50	52	55	58	60	65	70	75	80	85
Lunghezza totale della boccola in mm. — Sala tipo Collinge . . .	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	270	280	280	290	300	310	320	340	—
Sala brevettata a grasso	–	165	170	175	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300	310	330	340
Sala a olio (tipo $^1/_2$ pat.)	—	—	—	—	200	210	220	230	240	250	260	270	270	280	290	290	300	310	—	—	—
Sala ordin. a grasso a fuso cilindrico e con dado		150	150	160	165	170	180	190	200	205	210	215	220	230	230	240	250	260	270	280	300

Sala ordinaria a grasso per carri (fuso conico).

Peso della sala senza boccole in Kg. . . .	40	45	50	55	62	68	75	80	100	120	140	160
Diametro del fuso in mm. — estremità più grande . . .	61	66	70	72	77	79	81	86	95	104	109	115
Diametro del fuso in mm. — estremità più piccola . . .	48	52	54	57	59	61	63	65	70	75	79	85
Lunghezza totale della boccola in mm. .	325	325	350	350	380	380	380	380	405	405	405	430
Carico in chilogr. che può sopportare (carro non sospeso)	1000	1200	1400	1700	2100	2600	3000	3500	4500	6000	7000	8000

NB. Se il carro è sospeso su molle si può ridurre la sala di un numero.

II. — Sospensioni.

Molle (franc. *Ressorts;* ingl. *Springs;* ted. *Federn;* spagn. *Muelles*).

Le prime sospensioni delle vetture datano solamente dal secolo XV, e si ottennero con pertiche flessibili, con corde, e con larghe cinghie di cuojo, chiamate cignoni o *soupantes*. L'avantreno e il retrotreno di queste vetture erano completamente distaccati dalla cassa, e uniti tra loro da una robusta sbarra; la cassa veniva poggiata su due pertiche flessibili, disposte longitudinalmente, e poggianti alle loro estremità sulle due sale, oppure era sostenuta da quattro corde o cinghie di cuojo, che da una parte si attaccavano alla cassa, e dall'altra a quattro colonnette o montanti, dei quali due erano portati dall'avantreno e due dal retrotreno.

L'uso delle molle in acciajo è di molto più recente data. Oggidì, nella maggior parte dei casi, la cassa della vettura poggia su molle in acciajo di forma diversa direttamente fissate sulle sale. La sospensione su cignoni si conserva ancora nelle vetture di lusso, non però quale la troviamo nelle prime vetture, ma in unione a molle speciali di acciajo, sulle quali le cinghie possono essere tese a piacimento.

L'impiego delle molle prese un largo sviluppo quando si riconobbe che la trazione di un veicolo, ossia la resistenza che il cavallo deve vincere per trainarlo, è tanto minore quanto migliore è la sua sospensione, e si constatò che i treni, le casse e tutte le connessure delle vetture munite di buone molle durano molto di più. Le molle attutiscono le scosse provenienti dalla irregolarità del terreno, e diminuiscono per conseguenza il tiraggio. Gli sforzi variabili, che il cavallo deve esercitare su un veicolo non sospeso, sono rimpiazzati, nel caso di un veicolo sospeso, da sforzi tanto minori e tanto più regolari da permettergli di trainare da un quarto ad un terzo di più di carico. Di qui la necessità di adottare le molle per tutte le vetture, non solamente per quelle che debbono offrire tutto il confortabile necessario, ma anche per le vetture di trasporto per risparmiare i cavalli, e permettere loro di trainare senza maggior fatica un peso più considerabile.

Oggidì non solo tutte le vetture ma anche una gran parte dei carri sono sospesi su molle in acciajo.

Abbiamo diversi generi di molle:

Molle a balestra o molle diritte (franc. *Ressorts droits;* ingl. *Crossbow springs;* ted. *Rollenfedern*);

Molle elittiche e semi elittiche (franc. *Ressorts a pincettes et a demi pincettes;* ingl. *Elliptic springs, Half elliptic springs;* tedesco *Eliptic, Halb-eliptic federn*);

Molle a C per la sospensione a otto molle, e molle a C che formano molle di sala (franc. *Ressorts en C pour montage a huit ressorts, et ressorts en C formant ressort d'essieu;* ingl. *C springs, hind C springs;* ted. *C federn ohne winde und tasche, C federn mit winde und tasche*);

Molle a braccio di forza (franc. *Ressorts d'essieu jambe de force;* ted. *Federn mit eisermen arm*);

Molle a doppia elasticità orizzontale e verticale.

Tutte queste molle sono composte di lame o foglie di acciajo aggiustate le une sulle altre di lunghezza decrescente. Queste foglie, assottigliate alle loro estremità, sono trattenute nel senso trasversale da risalti di forme

differenti, e riunite nel mezzo da un bullone o da una staffa.

Varie sono le forme che si dànno alle estremità delle foglie; le più usate sono quelle rappresentate dalle fig. 2205, 2206, 2207, ecc. fino alla fig. 2220. Le fig. 2205, 2206, 2207, 2208 rappresentano estremità di foglie semplicemente assottigliate, le altre invece estremità con spigoli smussati (*chanfreins*).

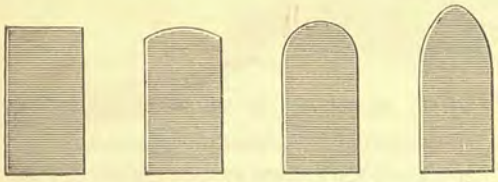


Fig. 2205. Fig. 2206. Fig 2207. Fig 2208.

Di tutte queste forme la più comune è quella che rappresenta una estremità di foglia ovale ed assottigliata senza smussature (fig. 2208).

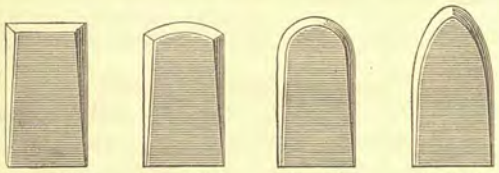


Fig. 2209. Fig. 2210. Fig. 2211. Fig. 2212.

La foglia più lunga della molla, quella le cui estremità sono foggiate in modo da poterla articolare o con sopporti o con altra molla, dicesi foglia madre, le altre prendono il nome di foglie secondarie.

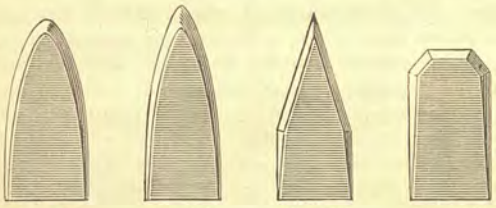


Fig. 2213. Fig. 2214. Fig. 2215. Fig. 2216.

Eccetto la seconda foglia, che si fa quasi della stessa lunghezza della foglia madre, tutte le altre vanno decrescendo e assottigliandosi alle estremità in modo da formare nel complesso una curva parabolica, disposizione necessaria perchè nel piegarsi tutte le foglie

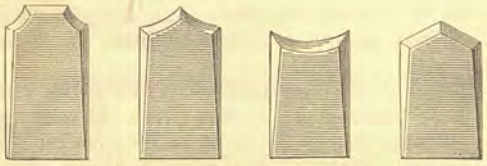


Fig. 2217. Fig. 2218. Fig. 2219. Fig. 2220.

prendano la stessa curvatura. Perciò la curvatura, la lunghezza, l'assottigliamento e l'aggiustaggio delle foglie formano il punto essenziale del buon funzionamento di una molla. Essa deve essere curvata seguendo un arco di circolo, e la sua saetta non deve essere maggiore del decimo della sua lunghezza. Le foglie debbono essere dello stesso spessore, ed è un errore mettere la foglia madre di spessore maggiore delle secondarie, perchè si hanno delle flessioni e degli allungamenti molecolari diversi per una stessa molla, il che nuoce alla sua flessibilità.

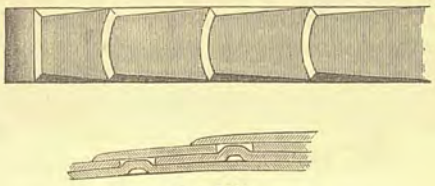


Fig. 2221.

Una molla, per potersi dire buona, deve avere una flessibilità non troppo repentina ma progressiva, deve essere lenta all'appiattimento, e pigra al raddrizzamento. Deve perciò essere quanto più può lunga e formata da foglie larghe e sottili, ben fabbricate e con acciajo di prima qualità.

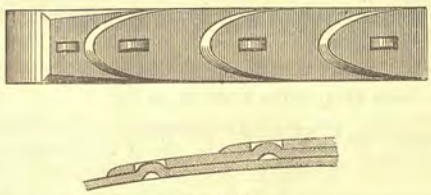


Fig. 2222.

Come già si è accennato, per impedire lo scorrimento laterale delle foglie, si usano risalti (*etoquiaux*) di forme diverse. La fig. 2221 rappresenta una molla con risalti coperti. Il risalto il più delle volte si fa uscire nella fucinatura dalla foglia sulla parte opposta della curva. Nella foglia successiva, in corrispondenza del

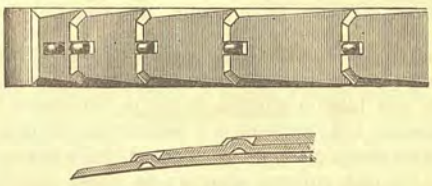


Fig. 2223.

risalto dell'altra, si pratica un foro della stessa larghezza di quello, ma di lunghezza maggiore per non togliere la elasticità alla foglia, e permetterle di allungarsi quando riceve una scossa. Il risalto penetra in questo foro, ed

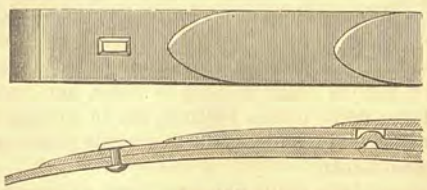


Fig. 2224.

è ricoperto dalla estremità della foglia successiva. L'altezza del risalto deve essere minore dello spessore della foglia.

Nella fig. 2222 abbiamo una molla con risalti scoperti; disposizione usata qualche volta nelle molle elittiche e semi elittiche.

Un'analoga disposizione ce la porge la fig. 2223. In essa i risalti sono ancora scoperti, ma situati in corrispondenza delle estremità delle foglie, sulle quali perciò sono praticati intagli di lunghezza maggiore di quella del risalto. Questo sistema si usa in generale per molle a balestra che hanno foglie di larghezza maggiore di 60 millimetri.

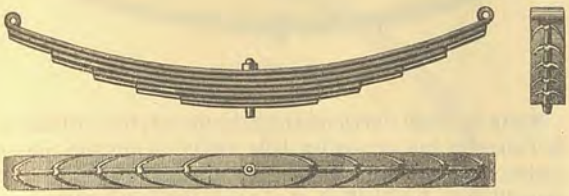


Fig. 2225.

Meno usati sono i risalti così detti a ricoprimento (fig. 2224), che si usano sulla seconda foglia. Questo risalto, a differenza di quelli finora descritti, non fa parte della foglia stessa; è un semplice chiodo a testa rettangolare molto lunga, che si introduce dal disotto della seconda foglia e si ribadisce sulla foglia madre.

Fig. 2226.

Già da qualche tempo però, per evitare l'uso dei risalti che indeboliscono le foglie della molla, si sono costrutte molle con lame in acciajo speciali aventi al disotto una nervatura e al disopra una scanalatura, le quali si dispongono in modo che la nervatura di una foglia entri nella scanalatura della successiva (fig. 2225 e 2226); in questo modo lo scorrimento laterale è impedito dal contrasto della nervatura.

Molle a balestra.

Queste molle sono foggiate ad arco di circolo. Il complesso delle foglie secondarie può essere disposto tanto dalla parte concava della foglia madre, quanto dalla parte convessa; in generale però la forma più usata è quest'ultima. Le estremità della foglia madre possono essere foggiate in modo diverso.

Fig. 2227.

Fig. 2228.

Le fig. 2227, 2228, 2229 rappresentano tre molle a balestra che differiscono tra loro solamente nel modo con cui sono disposte le estremità. Nella fig. 2227 le due estremità della foglia madre sono state arrotolate in modo da formare un occhio dalla parte esterna della curvatura della molla, mentre nella fig. 2228 sono state arrotolate nello stesso modo, ma dalla parte interna della curva. Nella fig. 2229 invece abbiamo ancora una molla con estremità ad occhio, ma esse sono piegate una opposta all'altra, disposizione quasi sempre usata quando si adopera un complesso di tre molle, delle quali una disposta trasversalmente in modo da unire tra loro per una delle estremità le altre due.

Fig 2229.

Altre volte, come nella fig. 2230, non è più la stessa foglia della molla che si ripiega all'estremità per formare i due occhi. La foglia madre si taglia più corta, e si saldano alle sue estremità due occhi fatti separatamente.

Fig. 2230.

Fig. 2231.

Le molle così dette di traverso si usano talvolta anche senza curvatura (fig. 2231).

Altre estremità di molle a balestra sono quelle che si vedono nella fig. 2232 e nella fig. 2233, estremità dette a cucchiajo.

Fig. 2232.

Fig. 2233.

Fig 2234.

Talvolta si dà alla molla una doppia curvatura (fig. 2234). Le foglie secondarie allora si dispongono sulla parte concava della foglia madre e le estremità,

Fig. 2235.

Fig. 2236.

dette a collo di cigno, sono curvate dalla parte opposta della curvatura della molla. Le estremità della foglia madre sono ad occhio, e formate colla stessa foglia.

In alcuni casi una delle estremità della molla termina con occhio e l'altra si incurva solo leggermente (fig. 2235). Questo modo di terminare la foglia madre si dice a glissiera. Si usano queste molle quando si vuole

abbassare di qualche centimetro il veicolo senza diminuire il diametro delle ruote o ricorrere a sale piegate, oppure attaccare le molle al disotto della sala.

La fig. 2236 ci presenta una molla colle estremità foggiate a volute. Questo tipo però non è molto usato.

Molle elittiche.

Queste molle sono formate da due molle a balestra rovesciate l'una rispetto all'altra, e articolate tra loro. L'articolazione può essere fatta in diversi modi.

Fig. 2237.

Nella fig. 2237 abbiamo una di queste molle con articolazione ordinaria. Le estremità della molla inferiore sono foggiate a occhio avente la stessa larghezza della foglia, quelle della molla superiore terminano con due orecchie,

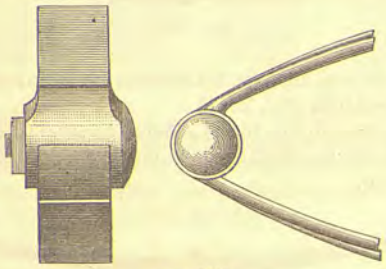


Fig. 2238.

con un foro nel mezzo, che abbracciano l'occhio; un bullone attraversa e tiene riunite le orecchie dell'una coll'occhio dell'altra (fig. 2238). Questa forma è graziosa, leggera all'occhio, e quando la moda non l'esageri, essa termina abbastanza esattamente la forma parabolica esterna della molla.

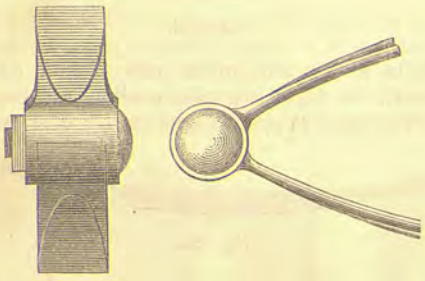


Fig. 2239.

L'articolazione ora descritta può essere fatta come è segnata nella fig. 2239, e allora prende il nome di *articolazione spalleggiata* o *articolazione inglese*. La differenza tra queste due articolazioni consiste solo nella posizione dell'occhio e delle orecchie rispetto a ciascuna molla. Nella prima tanto la superficie esterna dell'occhio come quella delle orecchie sono tangenti alla curva esterna della foglia madre; nella seconda invece l'occhio e le orecchie hanno il loro centro sulla mezzaria della foglia stessa. Quest'ultima forma però diminuisce la lunghezza della parte flessibile della molla.

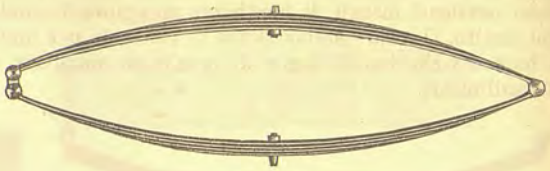


Fig. 2240.

Nella fig. 2240 l'articolazione da una parte è ordinaria, dall'altra le due estremità della molla terminano con un occhio e sono riunite per mezzo di due tirantini, detti gemelli, e di due bulloni. Così pure nella fig. 2241.

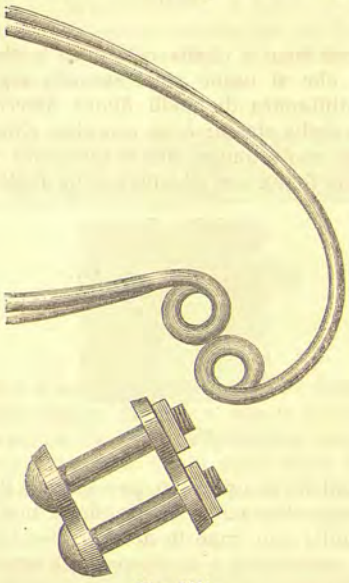


Fig. 2241.

La fig. 2242 ci rappresenta una molla con un'articolazione ordinaria e con un'altra detta a C. Le estremità delle molle da questa parte terminano a orecchie, e sono

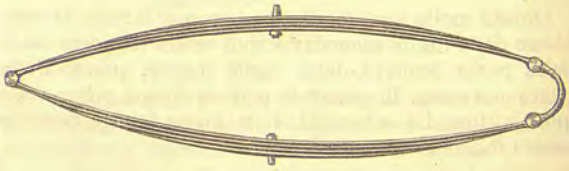


Fig. 2242.

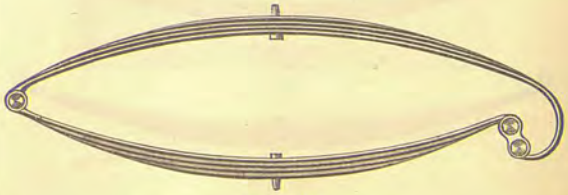


Fig. 2243.

riunite da un tirantino curvato a C, le cui estremità foggiate a occhio vengono abbracciate dalle orecchie delle estremità delle foglie, e trattenute da due bulloni.

Esempi di molle cosidette a calcio (*crosse*) li abbiamo nelle fig. 2241, 2243, 2244 e 2245. Una delle articolazioni

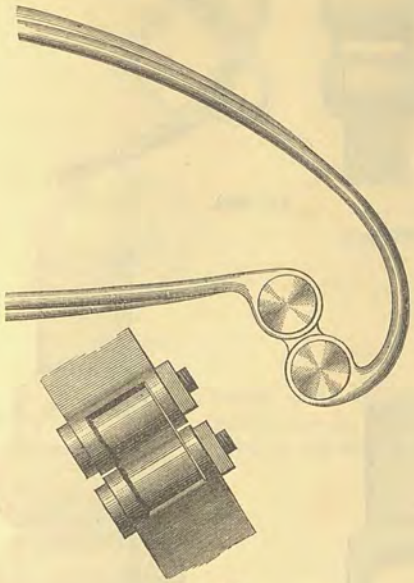


Fig. 2244.

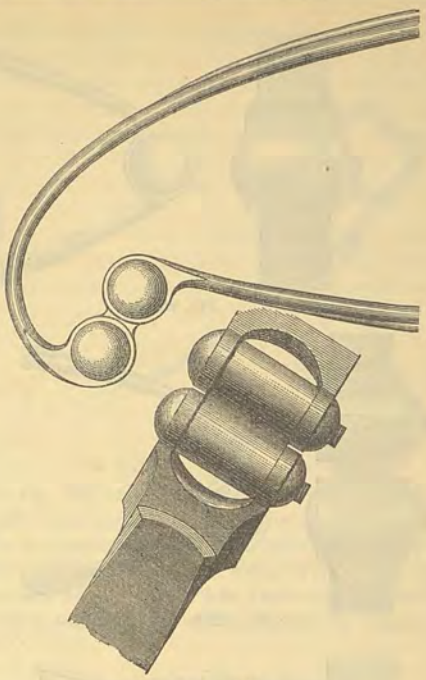


Fig. 2245.

è sempre ordinaria, l'altra è foggiata in modo particolare. L'estremità della foglia madre della molla superiore che è molto più lunga, ed è piegata a C in basso, termina o con un occhio, che è collegato a quello della molla inferiore per mezzo di due tirantini come nelle fig. 2241 e 2243, oppure con due orecchie, che si uniscono a quelle dell'altra molla con un tirante a due occhi (fig. 2244).

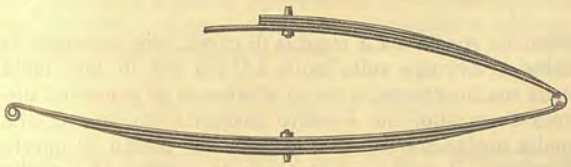


Fig. 2246.

Fig. 2247.

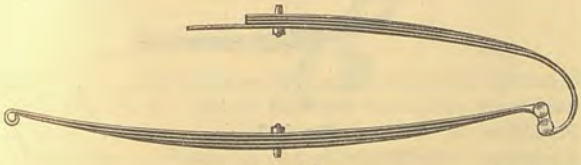


Fig. 2248.

Le molle semielittiche sono quelle rappresentate dalle figure 2246, 2247, 2248, 2249. Come si vede dalle figure non sono altro che molle elittiche, nelle quali la molla superiore è ridotta a poco più della metà della sua lunghezza. Talora la foglia madre della molla superiore si taglia più lunga delle altre per meglio fissare la molla alla cassa del veicolo. Queste molle si usano solo per il retrotreno, mentre quelle elittiche si usano tanto per l'avantreno che per il retrotreno. L'estremità libera della foglia madre della molla inferiore è foggiata come nelle molle a balestra, già descritte; in generale però la si usa terminare con un occhio arrovesciato

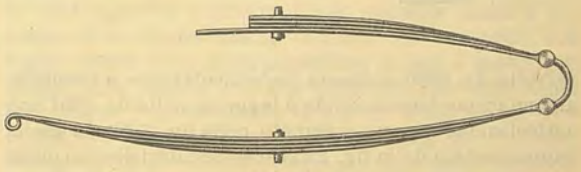


Fig. 2249.

dalla parte opposta della curvatura della molla, l'altra estremità è articolata alla molla superiore come in quelle elittiche. Nella fig. 2246 questa articolazione è ordinaria, a tirantini o gemelli nella fig. 2247, a calcio nella figura 2248, e a C nella fig. 2249.

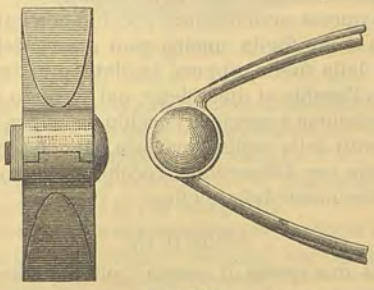


Fig. 2250.

Alcune altre forme di articolazioni tanto delle molle elittiche quanto di quelle semielittiche sono rappresentate dalle figure 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, e 2256.

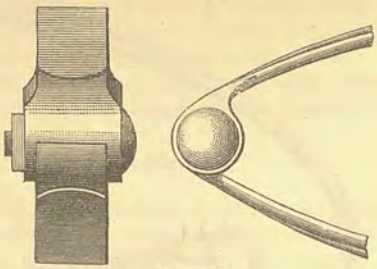


Fig. 2251.

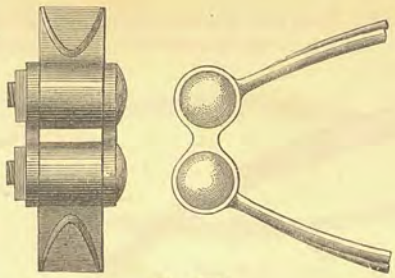


Fig. 2252.

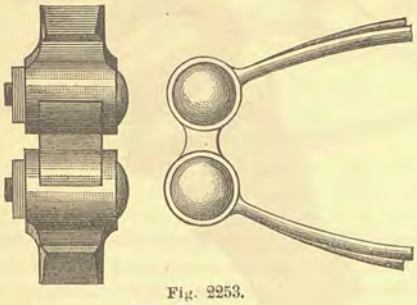


Fig. 2253.

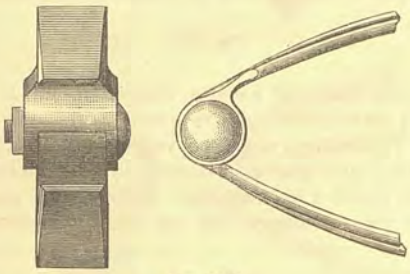


Fig. 2254.

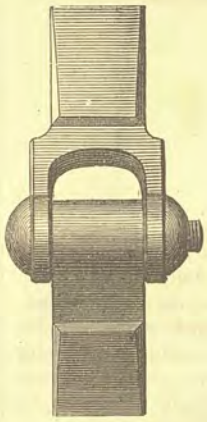


Fig. 2255.

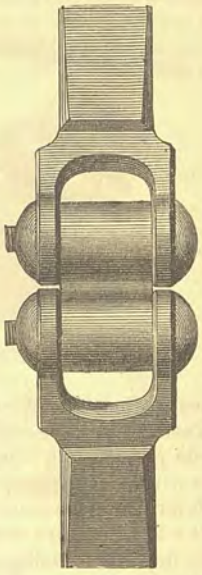


Fig. 2256.

Nella fig. 2250 abbiamo un'articolazione a cerniera, articolazione buona, solida e leggera, nella fig. 2251 una articolazione a pera, a gemelli nella fig. 2252. In quella rappresentata dalla fig. 2253 le estremità delle due molle terminano entrambe ad orecchie, e sono riunite da un sol tirante con estremità a occhio come nella fig. 2244.

Due articolazioni aperte, adoperate nelle vetture di lusso, le abbiamo nelle fig. 2255 e 2256. Nella fig. 2255 l'estremità della molla superiore termina con una forcella, quella della molla inferiore con un occhio; nelle fig. 2245 e 2256 invece tutte e due le estremità terminano con una forcella, e sono riunite con un tirante della stessa larghezza delle foglie della molla.

In tutte queste articolazioni l'occhio con cui termina l'estremità della foglia madre può essere della stessa larghezza della foglia, oppure tagliato più stretto. Nel primo caso l'occhio si dice pieno, nel secondo ristretto. Nell'articolazione a cerniera l'occhio è sempre ristretto.

L'estremità della molla superiore quando termina con due orecchie per abbracciare l'occhio della molla inferiore, si dice mano della molla.

Molle a C.

Abbiamo due specie di queste molle: quelle che servono solamente per la sospensione a otto molle, e quelle che servono nella sospensione ordinaria come molle di sala. Esempi delle prime sono quelle rappresentate dalle figure 2257 e 2258.

Nella fig. 2257 abbiamo una molla a C ordinaria che si usa nella sospensione a otto molle in unione a molle elittiche speciali. La cinghia di cuojo, che sorregge la cassa, si avvolge sulla molla a C per più di una metà della sua lunghezza, e va ad attaccarsi al perno del piccolo verricello, che è unito mediante un collare alla molla medesima fig. 2259 e 2260. Per mezzo di questo verricello si mette in tensione la cinghia. La foglia

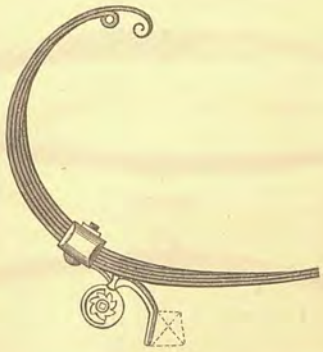


Fig. 2257.

madre di questa molla termina con una voluta, mentre l'estremità della seconda foglia è foggiata ad occhio, sul quale, per mezzo di un bullone, si ferma un anello, che serve a trattenere la cinghia sulla molla.

La fig. 2258 rappresenta un'altra molla a C pure per la sospensione a otto molle ma colla coda arrovesciata.

Nella fig. 2261 abbiamo invece un esempio di molla a C che si adopera nella sospensione ordinaria come molla

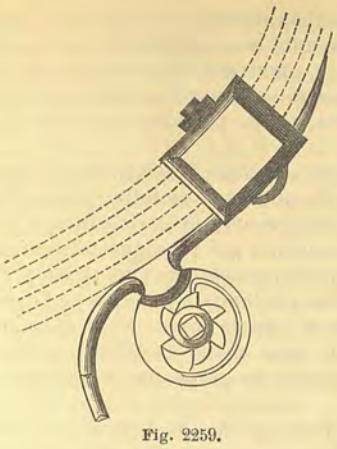


Fig. 2259.

Fig. 2258.

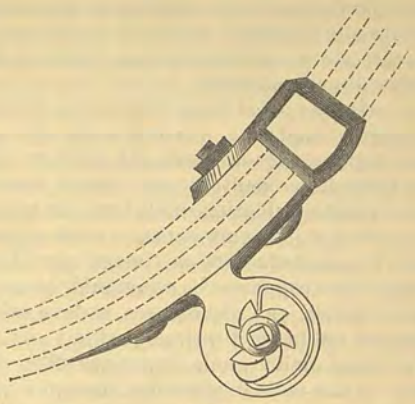


Fig. 2260.

di sala, molto usata specialmente nelle vetture a due ruote. Essa da una parte termina con un occhio rovesciato come una molla a balestra, e con esso si unisce o

Fig. 2261.

ad un sopporto o ad una molla di traverso, dall'altra parte si rialza e forma una molla a C, terminando pure con un occhio, al quale mediante un anello si assicura la cinghia che sorregge la cassa.

Molle a braccio di forza.

Le molle a braccio di forza (fig. 2262) si usano per la sospensione a otto molle come molle di sala. Esse non sono altro che molle elittiche nelle quali la molla inferiore è, come quelle già descritte, composta di diverse

Fig. 2262.

foglie di uguale spessore, la molla superiore invece è sostituita da un braccio in ferro sagomato come una molla a balestra, e dello spessore e della larghezza della molla inferiore. Le sue estremità sono foggiate a orecchie, e si articolano alla molla inferiore come nelle molle elittiche.

Molle a doppia elasticità.

Oltre alla elasticità nel senso verticale queste molle dànno pure al veicolo molta elasticità nel senso orizzontale per la loro speciale conformazione, non essendo tanto rigide come le molle elittiche ordinarie.

Nella fig. 2263 abbiamo una di queste molle. Le estremità delle due molle diritte che la compongono terminano da una parte con un occhio arrovesciato dalla parte contraria della curva, e dall'altra invece sono ripiegate a C. Le due molle rovesciate l'una rispetto all'altra si uniscono con bulloni nel modo segnato in figura.

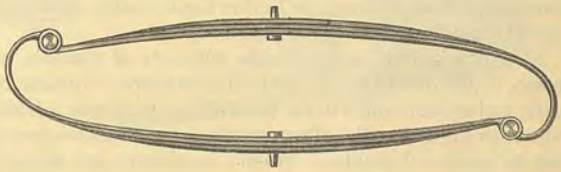


Fig. 2263.

Un'altra di queste molle è rappresentata dalla fig. 2264. In essa la molla inferiore è una semplice molla a balestra, la cui foglia madre termina con due occhi. La foglia madre della molla superiore invece è molto più lunga, ed è piegata a C alle estremità nel senso della curvatura. Una di queste estremità è più lunga dell'altra, e si unisce alla molla inferiore con due tirantini, l'altra invece si unisce direttamente mediante due orecchie all'occhio della molla a balestra.

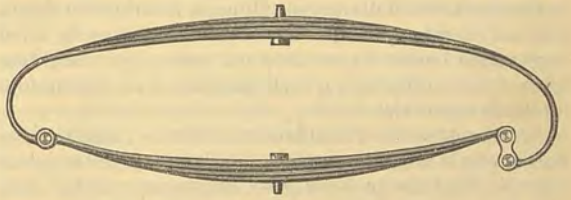


Fig. 2264.

Dopo questa rapida analisi delle molle adoperate nella costruzione delle vetture, noi esamineremo ora la fabbricazione di esse dal punto di vista pratico, e considereremo appunto la costruzione di una molla elittica, essendo questo il caso più complesso.

La prima operazione consiste nel tagliare alla cesaja le estremità delle sbarre d'acciajo, che debbono comporre le differenti lame delle molle.

Per avere il minore consumo possibile si tiene calcolo della variazioue di lunghezza, che debbono subire queste lame alla fucina o al laminatojo. Le estremità delle sbarre sono controsegnate per mezzo di combinazioni di segni, che permettono di evitare tutti gli errori, e di ritrovare facilmente le foglie che appartengono ad

una delle due molle. Le foglie sono generalmente assottigliate alle estremità eccetto la foglia madre, che deve ricevere sia un occhio, sia una glissiera, sia un altro genere di articolazione.

Le articolazioni si fanno alla fucina. Alcune volte si è obbligati a saldare a una o a tutte due le estremità della foglia madre un pezzo già fucinato. Questa saldatura deve essere molto buona, perchè deve successivamente resistere all'azione della tempera, all'aggiustaggio al martello, e infine alle scosse a cui è soggetta la molla sotto il peso della vettura. Devesi perciò scegliere un acciajo non troppo vivo e che si saldi bene per la foglia, e per il pezzo, che, ove occorra, si deve saldare, si deve prendere del ferro di prima qualità.

Le mani della molla superiore sono fucinate per mezzo di una serie di sfondatoi, stampi e spine, appropriate al genere che si vuol fabbricare. Gli occhi sono semplicemente formati arrotolando la foglia su un cavicchio di ferro, e in seguito stampati.

Fucinate le mani, si traccia il foro delle orecchie regolandosi sul fondo delle mani; si fa questo foro al trapano, e si regola la foglia madre il più esattamente possibile alla lunghezza voluta; questo è il punto essenziale. Bisogna infatti che ad ogni istante le due molle, che formano una molla elittica, lavorino ugualmente, il che non può aver luogo se le due foglie madri non sono perfettamente della stessa lunghezza.

Si prova quindi la mano alla spina, la si riscalda al rosso, e per mezzo di un cavicchio in ferro si unisce ad essa, quindi coll'ajuto di un martello si aggiusta perfettamente la mano. Si è allora sicuri di avere esattamente tra la mano e l'occhio il giuoco necessario per evitare a quest'ultimo di fregare contro alla mano quando il bullone è alquanto usato. Si corregge nello stesso tempo lo sbaglio della piegatura che vi può essere nella mano.

Nel fare queste operazioni può darsi che la lunghezza della lama varii di due o tre millimetri; la si deve perciò nuovamente verificare e correggere se fa bisogno.

Terminata questa operazione alla spina si traccia il diametro delle orecchie, e l'eccedenza del ferro è levata per mezzo di una limatrice speciale, che permette di dare al pezzo un movimento di rotazione, e all'utensile un movimento verticale e uno orizzontale allo scopo di ottenere delle orecchie ben rotonde e di attaccare tutte le parti esterne della mano. Dopo la limatura la foglia a mano è unita a quella ad occhio. Quanto alle altre foglie sono bucate da un foro nel mezzo, poi riscaldate in un forno soffiante, e quindi passate ad un laminatojo a cilindi eccentrici.

Nella medesima riscaldatura si fanno i risalti sulle foglie, che li debbono portare. Coll'ajuto di un apposito utensile, tagliate le lame della lunghezza voluta, si dà alle estremità la forma richiesta, e si fa il foro in cui deve entrare il risalto.

Si correggono alla lima e al martello le imperfezioni che possono esistere nel foro e nel risalto, in modo da assicurare il giuoco regolare di una foglia sull'altra.

La molla, così lavorata, è pronta per la curvatura, e per la tempera. Le foglie sono riscaldate in un forno a riverbero; le foglie madri sono curvate su calibri, le altre si piegano sulle foglie madri.

La curvatura si dà per mezzo di una macchina a curvare speciale, che ha soltanto due cilindri.

La lama d'acciajo ancora rossa è temperata in un serbatojo di acqua fredda, che si rinnova continuamente, quindi è ricotta al carbone di legna colle maggiori cure.

Questo genere di tempera è quello che più si conviene alle molle, e si può dire una tempera razionale. Infatti le fibre esterne della lama d'acciajo, che debbono subire il maggiore allungamento, sono quelle che ricevono la ricottura più completa, mentre le fibre interne, che debbono subire allungamenti minori, ricevono una ricottura tanto più leggera, quanto più sono vicine alla fibra di mezzo.

In altri sistemi si getta la lama d'acciajo in un bagno o di acqua, o di olio, o in un bagno metallico avente una data temperatura, e ciò per evitare la ricottura, e principalmente le deformazioni a cui va soggetta una lama d'acciajo sotto l'azione di una tempera troppo viva, deformazioni che rendono più lunga e più difficile l'operazione della aggiustatura; ma le molle che si ottengono con tali procedimenti sono meno resistenti, perdono molto alla prova, e dopo un certo uso si schiacciano sensibilmente.

Dopo che le lame di acciajo hanno ricevuto la ricottura necessaria, mentre sono ancora calde, si aggiustano al martello, si dà loro la forma conveniente, si correggono le deformazioni dovute alla tempera, si spianano bene e si aggiustano in modo perfetto le une sulle altre. Più l'acciajo lavora alla tempera, più si deforma, e più l'aggiustaggio è difficile; ora l'aggiustaggio danneggia l'acciajo e lo predispone a spaccarsi. All'origine queste fenditure sono poco visibili e penetrano poco profondamente, ma a lungo andare, sotto l'azione delle scosse della molla, esse si approfondiscono, e cagionano la rottura della lama. Si deve perciò, per ovviare a questo inconveniente, usare acciajo molto omogeneo.

Il più delle volte dopo l'aggiustaggio la mano e l'occhio non hanno più il loro asse parallelo alla generatrice della superficie cilindrica costituita dal profilo di ogni lama. Se ciò si verifica, si scalda leggermente alla fucina la mano e l'occhio, e si rettifica la loro posizione per mezzo di una branca o del martello.

A questo punto si monta la molla e si sottopone alla prova con una leva graduata, che permette di ottenere il peso di prova calcolato in generale per ottenere un allungamento di 0,005 per metro nelle fibre più faticate.

Durante questa prova ci si assicura che la molla funzioni regolarmente. Si diminuisce il carico e lo si fa oscillare; le oscillazioni debbono essere regolari. Si esaminano anche le deformazioni della molla; la foglia madre non deve presentare alcuna inflessione disgustosa. Alla fine si misura la perdita di saetta subìta dopo la prova; questa perdita è dovuta ad un allungamento, che non deve rappresentare che una debole parte dell'allungamento subìto sotto il carico di prova.

In generale una molla non deve subire una perdita di saetta superiore a $^1/_{15}$ della flessione totale determinata per questa prova, e, non sorpassando il limite della elasticità, un buon acciajo non deve perdere che da $^1/_{20}$ a $^1/_{25}$ della flessione totale.

Se si sottomette in seguito la molla a nuove prove, non sorpassando la flessione prodotta nella prima, la molla non deve più subire alcuna perdita di saetta a meno di essere difettosa.

Dopo la prova si deve nuovamente smontare la molla, e assicurarsi che le lame abbiano conservato la loro curvatura relativa. Se certe lame l'hanno perduta più delle altre, esse debbono essere ritemprate, sottomesse a nuova prova, e rifiutate se non resistono.

Dopo la prova la molla si sottopone alla lavorazione alla mola.

In questa operazione si deve togliere l'eccedenza della larghezza prodotta nelle foglie dal laminatojo, e drizzare perfettamente le faccie laterali, affilare e lucidare le parti visibili, fare le smussature agli spigoli e arroton-

dire i fianchi delle lame. Questo lavoro deve essere fatto alla mola di arenaria abbondantemente irrigata d'acqua per evitare di togliere la tempera alle lame colla elevazione di temperatura dovuta al fregamento della mola.

La molla in seguito è limata; si terminano le mani, si raccordano le parti che la mola non ha potuto attaccare, si aggiustano gli occhi e i fori delle orecchie alle dimensioni esatte dei bulloni, si piazzano i risalti della foglia madre, ecc.

Infine alla mola a smeriglio si pareggiano perfettamente le estremità delle lame, si restringono leggermente e si ripuliscono. Anche in questa operazione, se l'azione della mola è molto leggiera, non è a temersi che si possa togliere la tempera all'acciajo, il riscaldamento prodotto essendo insignificante.

Terminate tutte queste operazioni, si ingrassano convenientemente le lame allo scopo di facilitare lo strisciamento dell'una sull'altra. Questo ingrassamento è molto importante, perchè misurando la flessibilità di una molla non ingrassata, e poi quella della stessa molla bene ingrassata, si trova una differenza di elasticità che si eleva fino a $^1/_{10}$.

Abbastanza frequentemente si usano certi intonachi per preservare dalla ruggine le superfici delle lame che sono nell'interno della molla. È però necessario che questo intonaco sia composto di maniera che non aumenti l'aderenza delle lame le une sulle altre.

Le lame bene ingrassate si mettono insieme, si introduce il bullone nella mano, e si sottomette la molla a una nuova prova, che non deve più produrre alcuna perdita di saetta. Questa prova è necessaria per assicurarsi che le foglie non abbiano subìto alcuna alterazione nelle varie operazioni indicate.

La molla allora è completamente ultimata e presenta tutte le garanzie che si possono desiderare.

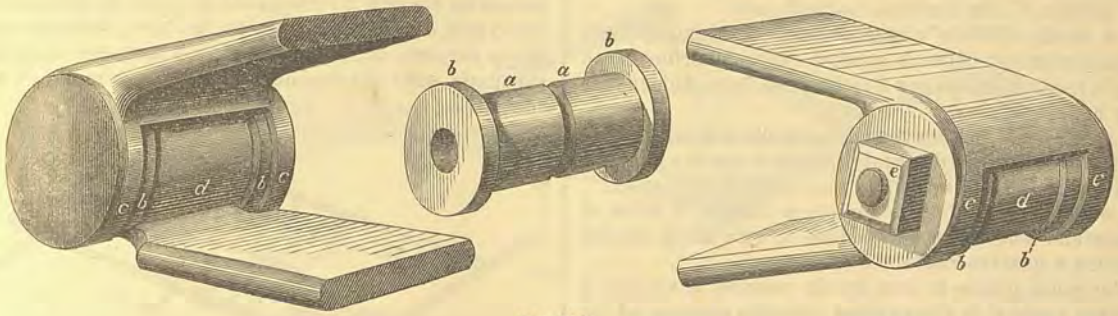


Fig. 2265.

Come per le sale così pure per le molle si è studiato di diminuire l'effetto delle scosse laterali con disposizioni speciali. Una di queste l'abbiamo già indicata parlando delle molle a doppia elasticità, verticale e orizzontale.

Le molle ordinariamente adoperate nelle vetture non producono l'effetto che nel senso verticale. Le ineguaglianze del terreno trascinano talora le ruote in movimenti laterali che producono, quando la ruota è fissata sulla sala senza alcun giuoco laterale, delle scosse alla vettura, e queste scosse non si possono evitare colle molle usualmente adoperate, cioè colle molle a balestra, molle elittiche e semielittiche.

Per renderle meno intense si è pensato di ricorrere ad un montaggio speciale di queste molle, di costruzione semplice e di costo poco elevato. Esso consiste nel far uso di un rocchetto (fig. 2265) di gomma, o di guttaperca o meglio ancora di caoutchouc, detto rocchetto o bobina elastica, interponendolo nella articolazione tra il bullone, le orecchie della mano e l'occhio della molla, in modo da isolare perfettamente le due molle di una molla elittica o la molla a balestra dai suoi sopporti.

Il risultato di questo isolamento si è che le scosse prodotte dalla ruota, e che si trasmettono integralmente alla sala, non si possono comunicare alla cassa che per mezzo del rocchetto, e sono perciò considerabilmente ammortizzate dalla materia elastica di cui esso si compone.

Le due metà *a* del rocchetto sono introdotte nell'occhio *d* della molla inferiore una per parte, di modo che le rotelle *b* vengano a toccare l'occhio sulle sue pareti laterali; si introduce l'occhio fra le orecchie *c* della mano della molla superiore, e si mette il bullone che riunisce il tutto. La mano è sempre abbastanza profonda, di maniera che l'occhio non potrà mai toccarla sul fondo. In questo modo non vi può più essere il contatto tra le estremità delle due molle e il bullone che le trattiene, se non per mezzo del rocchetto. Allo stesso modo si può isolare l'estremità di una molla a balestra dal sopporto che la sostiene.

Con questo sistema si aumenta l'elasticità alla vettura, evitando, oltre le scosse laterali, anche la torsione delle molle, che possono lavorare liberamente non essendo più rigidamente legate tra loro grazie al movimento elastico del rocchetto. Si evita pure lo stridore prodotto dallo sfregamento dell'occhio sul bullone, e dell'occhio sui fianchi delle orecchie. Si può sopprimere l'ungimento del bullone, e si annulla completamente il consumo delle parti metalliche della molla, poichè esso si porta esclusivamente sul rocchetto, che si può facilmente cambiare. Il costo del suo cambiamento è largamente compensato dalla soppressione della spesa dell'ingrasso, del cambiamento dei bulloni, e delle riparazioni alle mani e alle orecchie, riparazioni che si rendono necessarie per togliere il giuoco che si produce pel consumo. La manutenzione diviene perciò molto meno costosa.

Una chiusura anche esagerata del dado *e* contro le orecchie della mano non toglie alcuna elasticità alla molla se munita del rocchetto, mentre invece, se ne è priva, la minima chiusura del dado toglie ad essa ogni elasticità.

Il rocchetto può anche essere munito di parti dure dove vi è maggior confricazione, ma allora l'elasticità è minore.

Analogo sistema si può adottare nel montaggio della molla sulla sala. In questo caso si sopprimono le piastre e si praticano semplicemente dei piccoli risalti sulla sala, i quali servono a trattenere la bobina elastica. Un

collare, facendo l'uffizio delle bride, unisce sala, bobina e molla.

La sospensione a otto molle, oltre ad eliminare completamente le scosse laterali, elimina pure l'effetto di quelle prodotte nel senso della trazione, perciò sotto ogni rapporto questa è la migliore fra le sospensioni.

Sospensioni.

Le molle a balestra sono più usate nella sospensione dei carri che in quella delle vetture, e in queste poi maggiormente adoperate in quelle a due ruote che in quelle a quattro. Nelle vetture pesanti, come omnibus, braecks, ecc., le troviamo qualche volta usate come molle di retrotreno, rarissimamente invece come molle di avantreno; mentre invece nei carri si usano tanto nell'avantreno che nel retrotreno. Nelle vetture a quattro ruote si adoperano più sovente molle a balestra come molle di traverso in unione a molle semielittiche o a molle a C, che formano molle di sala.

Le molle elittiche e semielittiche si usano esclusivamente nelle vetture a quattro ruote, le prime tanto per l'avantreno come per il retrotreno, le seconde invece solo nel retrotreno.

Le molle a C, che servono come molle di sala, si usano tanto nelle vetture a due ruote, quanto in quelle a quattro, e in generale si uniscono con una molla di traverso.

Le molle a C ordinarie e quelle a braccio di forza si adoperano solo nella sospensione a otto molle di una vettura a quattro ruote.

Per poter girare in uno spazio minore le vetture a quattro ruote si fa l'avantreno girevole attorno ad un perno attaccato alla cassa del veicolo; l'appoggio di questa su quello si fa mediante due anelli in ferro, detti tondi, dei quali uno è portato dall'avantreno e l'altro è attaccato alle traverse della cassa. Le superfici di combaciamento dei due anelli debbono essere sempre bene ingrassate per diminuire l'attrito, che nasce dal fregamento dell'uno sull'altro, e rendere perciò più facile il movimento.

Per quanto riguarda la sospensione le molle d'avantreno possono essere girevoli colle ruote e colla sala, e perciò a questa rigidamente fissate nella loro parte inferiore e superiormente al telajo dell'avantreno, oppure esse possono rimanere ferme nel movimento delle ruote, e allora debbono essere fissate tra la cassa e le traverse che poggiano per mezzo dell'anello sull'avantreno.

In questo caso anche per vetture si possono usare molle a balestra come molle d'avantreno, mentre invece nel primo caso si usano soltanto molle elittiche.

Nelle vetture in uso presso di noi troviamo sempre la prima disposizione; è molto più usata invece la seconda disposizione nelle vetture inglesi e americane.

Nei carri le molle di avantreno girano sempre colle ruote, e sono perciò fissate alla sala, e in generale riunite alle estremità posteriori da una molla di traverso.

Nel retrotreno delle vetture, se le molle sono a balestra, esse poggiano sulla sala a cui sono fissate, e sono articolate alla cassa per mezzo di sopporti o mani di sospensione; se elittiche, sono fissate in basso alla sala e in alto alla cassa; se semielittiche, la molla inferiore, ossia quella intiera, è fissata alla sala e quella superiore è unita alla cassa per la sua estremità libera.

La sospensione ordinaria di una vettura si fa con due molle se a due ruote, e con quattro se a quattro ruote; migliore è la sospensione con tre molle per le prime, e con cinque per le seconde. In questo caso una delle molle è sempre di traverso.

Per vetture di lusso poi si fanno sospensioni a otto molle, cioè quattro a braccio di forza, che sono fissate alle sale, e quattro a C, delle quali due poggiano direttamente sulle prime, e sono quelle del retrotreno, e due, quelle anteriori, poggiano sulle traverse della cassa, che sorreggono il perno dell'avantreno.

Si fanno ancora vetture a dodici molle, quattro delle quali elittiche, e sono quelle unite alle sale, le altre otto sono molle a balestra, delle quali quattro sono disposte trasversalmente alla cassa e arrovesciate.

Negli omnibus e in qualche braecks le molle d'avantreno sono elittiche, e quelle del retrotreno a balestra unite per le estremità posteriori da una molla trasversale.

Nelle vetture in uso presso di noi l'avantreno e il retrotreno non sono mai direttamente uniti fra loro, ma bensì fissati separatamente alla cassa, eccetto che in quelle a otto molle; in altre invece, molto in uso presso gli Inglesi e gli Americani, troviamo molte volte le due sale unite tra loro direttamente in modo da formare un treno solo, e talvolta, come nella fig. 2266, si ha un vero telajo formato dalle sale e da due pertiche flessibili, sul quale sono diversamente disposte le molle di sospensione.

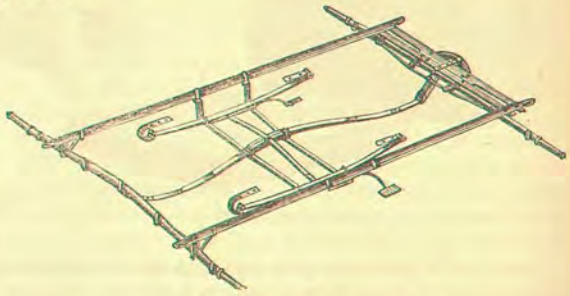


Fig. 2266.

Nella disposizione rappresentata dalla fig. 2266 le due molle a balestra, che si attaccano alla cassa del veicolo, sono sostenute nel mezzo da un'altra trasversale arrovesciata, che poggia a sua volta colla sua parte di mezzo su una lunga molla a balestra disposta parallelamente alle prime, ma pur essa arrovesciata e unita per le sue estremità al telajo con cinghie in cuojo. La sala anteriore porta al disopra una larga traversa che sostiene le due pertiche e sorregge il perno dell'avantreno. In questo tipo di vetture lo sterzo delle ruote anteriori è molto limitato, e non raggiunge un quarto di giro, perciò i due anelli che servono di appoggio alla cassa dell'avantreno si riducono a due mezzi anelli, e le ruote anteriori, quasi uguali alle posteriori, hanno un diametro maggiore dell'altezza della cassa dalla terra.

Nella fig. 2267 abbiamo un altro tipo di sospensione. Le due sale, che sono a gomito e fucinate in modo speciale, come si vede nelle fig. 2268 e 2269, sono unite da una sbarra in legno rinforzata da una lama in ferro e da tirantini e saette, e imperniata sulla sala anteriore in modo da lasciare a questa libero lo sterzo. La sospensione è ottenuta con due lunghe molle a balestra disposte trasversalmente alla cassa, e unite alle sale come nella fig. 2268, oppure come nella fig. 2269.

La sospensione rappresentata dalla figura 2270 differisce alquanto da quelle ora descritte. Le due sale non sono più direttamente unite tra loro come nella precedente, la sbarra che unisce l'avantreno col retrotreno si attacca ancora alla sala posteriore, nella parte anteriore, invece di essere imperniata colla sala,

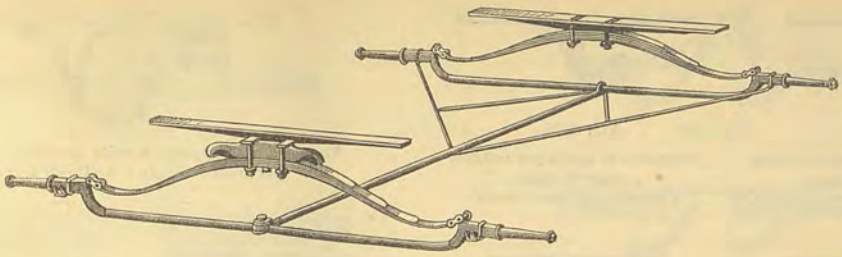


Fig. 2267.

Fig. 2268.

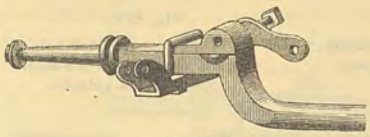


Fig. 2269.

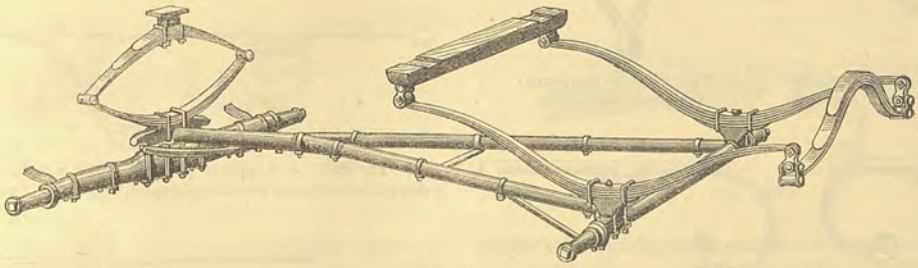


Fig. 2270.

Fig. 2271.

è attaccata alla traversa che sorregge il perno. Al disopra di questa traversa vi è una molla elittica disposta parallelamente alla sala e fissata direttamente alla cassa;

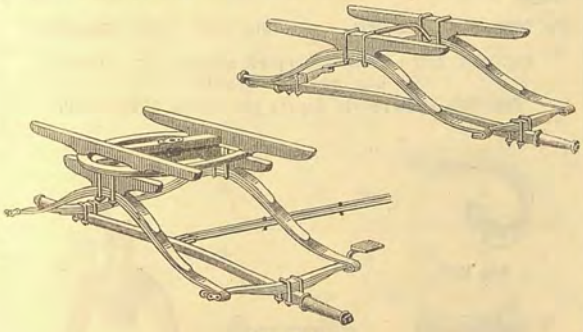


Fig. 2272.

la sospensione del retrotreno è ottenuta con due molle a balestra a doppia curvatura, attaccate alla cassa per

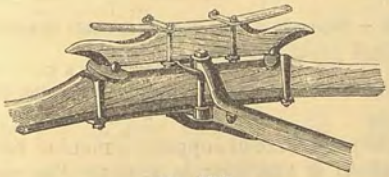


Fig. 2273.

una estremità, e unite tra loro dall'altra con una molla trasversale.

Un'altra sospensione per vetture l'abbiamo nella figura 2271. Le due sale sono ancora unite come nella disposizione precedente; la sospensione si ottiene tanto nell'avantreno come nel retrotreno con una molla di traverso a doppia curvatura unita alla cassa con due mezze molle a balestra.

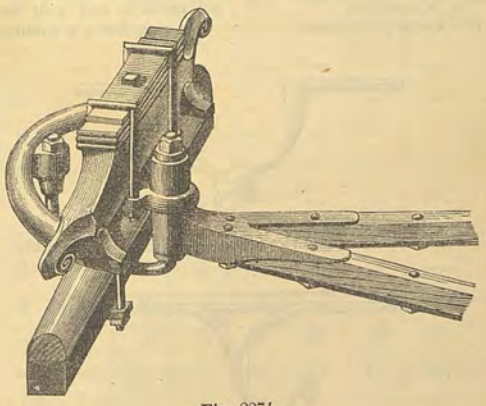


Fig. 2274.

Un tipo di sospensione a otto molle per carri l'abbiamo nella fig. 2272. Tanto nell'avantreno come nel retrotreno vi sono quattro molle a balestra, delle quali due sono fisse alla sala, e due sono trasversali e arrovesciate.

Le fig. 2273 e 2274 ci dànno due particolari dell'unione della sbarra, che unisce le due sale, e del modo con cui si ottiene lo sterzo. In entrambi i casi questa sbarra è imperniata colla sala anteriore in modo che questa può

Fig. 2275.
Sopporto di molla per vettura, a collo di cigno, a orecchie e ad un sol braccio.

Fig. 2276.
Sopporto di molla per vettura, a collo di cigno, a gemelli, e a due braccia.

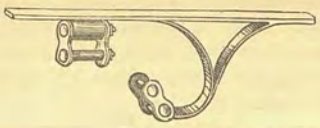


Fig. 2287. — Sopporto a collo di cigno e a gemelli, per molla di sala e molla di traverso.

Fig. 2277.
Sopporto di molla per vettura, a suola con forti orecchie.

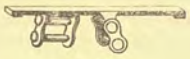


Fig. 2278.
Sopporto per molla di sala e molla di traverso a suola, a orecchie e a gemelli.

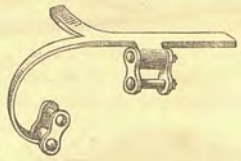


Fig. 2288. — Sopporto a collo di cigno per molla di sala, e molla di traverso, con suola di raccordo curva.

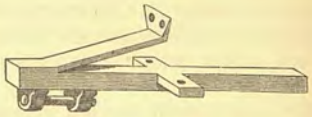


Fig. 2289.
Sopporto speciale per carretta lunga per trasporto botti.

Fig. 2279. — Sopporto a ponte, di altezza ordinaria, a orecchie.

Fig. 2280. — Sopporto per carro a orecchie.

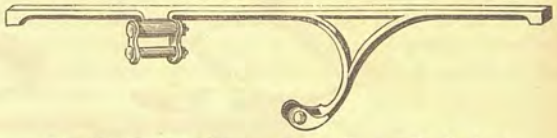


Fig. 2290. — Sopporto per due molle, a collo di cigno, a doppio braccio, con orecchie e gemelli, e con un T saldato alla suola.

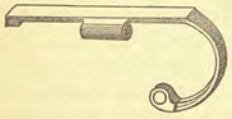


Fig. 2281. — Sopporto a collo di cigno per molla di sala e di traverso, a orecchie e a gemelli.

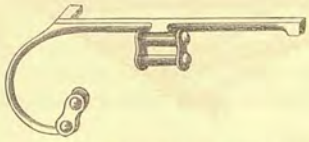


Fig. 2282. — Sopporto a collo di cigno per molla di sala e di traverso, a orecchie e a gemelli, con piastra trasversale di rinforzo.

Fig. 2291. — Sopporto a suola con orecchie, e con occhio ad una estremità.

Fig. 2283.
Sopporto a collo di cigno, a orecchie, con suola prolungata.

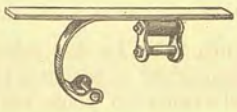


Fig. 2284. — Sopporto a collo di cigno con suola prolungata per molla di sala e di traverso, a orecchie e a tirantini.

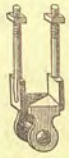


Fig. 2292.

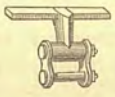


Fig. 2293.

Fig. 2294

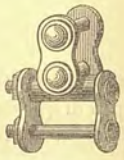


Fig. 2295.

Fig. 2292, 2293 e 2294. — Sopporti a bride, a T, a bullone, con orecchie e gemelli.
Fig. 2295. — Sopporto doppio per unione di due molle.

Fig. 2285. — Sopporto a ponte, per carro, a orecchie.

Fig. 2296.

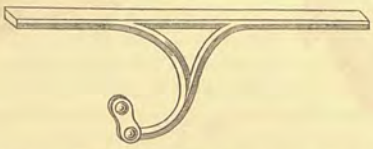


Fig. 2286. — Sopporto a collo di cigno, a due braccia, con una suola sola e a gemelli.

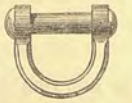


Fig 2297.

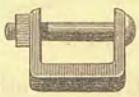


Fig. 2298.

Fig. 2299.

Fig. 2296. — Sopporto a collo di cigno formato da foglie di molla (sopporto elastico).
Fig. 2297. — Anello per molla a C.
Fig. 2298 e 2299. — Unioni di due molle.

girare liberamente. Come si vede da questi due particolari le sale in questi tipi sono in ferro e unite ad una traversa in legno.

Come già si è accennato, le molle a balestra sono per la loro parte di mezzo rigidamente unite colla sala sia con bride che con bulloni, e sono articolate alla cassa del veicolo per mezze di sopporti o mani di sospensione, delle quali vi è una grande varietà. Per permettere alla molla di allungarsi sotto il carico, siccome i sopporti sono rigidamente fissati alla cassa, la molla si unisce direttamente al suo sopporto da una parte, e dall'altra invece per mezzo di tirantini o gemelli, i


Fig. 2300.


Fig. 2301.


Fig. 2302.


Fig. 2303.

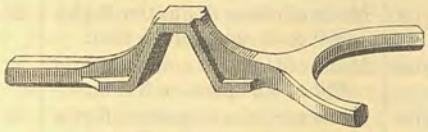


Fig. 2304.

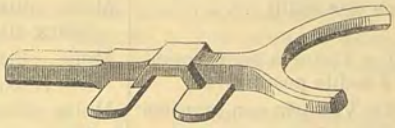


Fig. 2305.

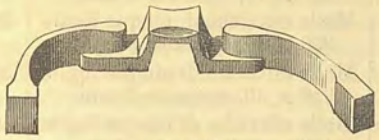


Fig. 2306.

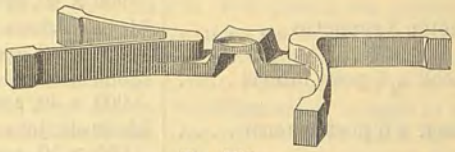


Fig. 2307.

quali girando intorno al centro dell'occhio del sopporto lasciano libero l'allungamento alla molla (figure 2275 a 2299).

La molla elittica dell'avantreno è fissata superiormente ad una delle traverse, e precisamente a quella di mezzo che porta la custodia del perno, con una staffa speciale o cavallotto, che abbraccia la traversa e che fa parte della intelajatura stessa dell'avantreno. Di questi cavallotti abbiamo diversi tipi (figure 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306 e 2307). Essi possono essere muniti di piastre, come nelle figure 2301, 2303 e 2305. La loro forma dipende dalla disposizione e dalla forma data al telajo dell'avantreno, e possono essere a due o più braccia.

Dimensioni delle foglie di molle che si trovano usualmente in commercio.

DIMENSIONI	LARGHEZZA DELLE FOGLIE															
	36	38	40	43	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Spessore delle foglie in mm.	5	5	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	5 1/2	5 1/2	5 1/2	5 1/2	5 1/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	6 1/2	6 1/2	6 1/2	6 1/2	6 1/2	6	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	7	7	7	7	7	7	7	7	7	—	—	—	—	—	—
	—	—	7 1/2	7 1/2	7 1/2	7 1/2	7 1/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	8	8	8	8	8	8	8	8	8	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	9	9	9	9	9	9	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10	10	10	10	10	10
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	12	12	12	12

Larghezza delle foglie delle molle per carichi determinati.

Larghezza dell'acciajo	40	45	50	55	60	70	75	80	mm.
Per portare un peso inferiore a	75	125	175	300	500	750	1000	1500	Kg. su ogni ruota.

1° Nel peso che debbono sopportare le molle bisogna sempre comprendere il peso della cassa, più quello delle persone o delle mercanzie ch'essa deve contenere. Il peso poi si ripartisce in parti uguali su ogni ruota.

2° Le molle fatte con acciajo di	40	45	50	55	60	65	70	75	80	mm. di larghezza
sono montate con bulloni di	10	10	11	12	14	15	16	17	18	mm. di diametro.

Dimensioni delle molle e delle sale nei diversi tipi di vetture.

DENOMINAZIONE DELLA VETTURA	MOLLE DI AVANTRENO (Qualità e dimensioni)	MOLLE DI RETROTRENO (Qualità e dimensioni)	SALA tipo Collinge (Diametro)
Duc senza sedile	Molle elittiche di due foglie 750 × 40, spessore 5 mm.	Molle elittiche di tre foglie 800 × 40, spessore 5 mm.	28 mm.
Duc con sedile posteriore . . .	Molle elittiche di due foglie 750 × 40, spessore 5 mm.	Molle elittiche di quattro foglie 850 × 40, spessore 5 mm.	30 mm.
Duc con due sedili	Molle elittiche di tre foglie 800 × 40, spessore 5 mm.	Molle elittiche di quattro foglie 850 × 40, spessore 5 mm.	32 mm.
Milord e Victoria senza mantice e sedile posteriore.	Molle elittiche di tre foglie 800 × 40, spessore 5 mm.	Molle elittiche di quattro foglie 850 × 40, spessore 5 mm.	32 mm.
Milord e Victoria con mantice e sedile anteriore.	Molle elittiche di tre foglie 850 × 40, spessore 5 mm.	Molle elittiche di quattro foglie 900 × 40, spessore 5 mm.	34 mm.
Phaéton leggero.	Molle elittiche di quattro foglie 900 × 40, spessore 5 mm.	Molle elittiche di quattro foglie 950 × 40, spessore 5 mm.	34 mm.
Phaéton vagonetto	Molle elittiche di quattro foglie 900 × 40, spessore 5 mm.	Molle elittiche di cinque foglie 950 × 40, spessore 5 $^1/_2$ mm.	36 mm.
Braeck a 4 posti interni	Molle elittiche di quattro foglie 900 × 40, spessore 5 mm.	Molle elittiche di cinque foglie 950 × 40, spessore 6 mm.	36 mm.
Braeck a 6 posti interni	Molle elittiche di quattro foglie 950 × 50, spessore 6 mm.	Molle elittiche di cinque foglie 1000 × 50, spessore 6 mm.	40 mm.
Braeck a 8 posti interni	Molle elittiche di cinque foglie 1000 × 50, spessore 7 mm.	Molle elittiche di sei foglie 1050 × 50, spessore 7 mm.	42 mm.
Omnibus leggero a 4 posti interni.	Molle elittiche di quattro foglie 950 × 45, spessore 5 mm.	Molle elittiche di sei foglie 1000 × 45, spessore 6 mm.	40 mm. (una curvata)
Omnibus a 6 posti interni e 2 di sopra.	Molle elittiche di cinque foglie 1050 × 50, spessore 6 mm.	Molle a balestra di cui due di sette foglie 1000 × 50, e una di traverso di sette foglie 1150 × 50, spessore 7 mm.	42 mm. quello diritto 45 mm. quello curvato
Omnibus a 10 posti	Tre molle a balestra di sei foglie 1150 × 55, spess. 6 mm.	Tre molle a balestra di sette foglie 1200 × 60, spess. 7 mm.	48 mm. 50 mm. quello curvato
Coupé a 2 posti e Landaulet a 2 posti.	Molle elittiche di quattro foglie 950 × 40, spessore 5 $^1/_2$ mm.	Molle semielittiche a calcio di quattro foglie 1000 × 40, spessore 5 mm.	36 mm.
Coupé e Landaulet $^3/_4$	Molle elittiche di quattro foglie 950 × 40, spessore 6 mm.	Molle semielittiche a calcio di quattro foglie 1000 × 40, pessore 6 mm.	38 mm.
Vis-a-vis leggero con sedile anteriore e senza il posteriore.	Molle elittiche di tre foglie 800 × 40, spessore 5 $^1/_2$ mm.	Molle elittiche di tre foglie 850 × 40, spessore 5 $^1/_2$ mm.	34 mm.
Vis-a-vis con porta e mantice	Molle elittiche di quattro foglie 950 × 45, spessore 6 mm.	Molle elittiche di quattro foglie 1000 × 45, spessore 6 mm.	36 mm.
Calèche-Landau ord. e Landau a 5 vetri a sedile mobile.	Molle elittiche di cinque foglie 950 × 45, spessore 5 $^1/_2$ mm.	Molle elittiche di cinque foglie 1000 × 45, spessore 5 $^1/_2$ mm.	38 mm.
Berlina-Landau a sedile fisso .	Molle elittiche di cinque foglie 950 × 50, spessore 6 mm.	Molle elittiche di cinque foglie 1000 × 50, spessore 6 mm.	40 mm.
Char-a-bancs a 4 sedili	Molle elittiche di cinque foglie 1020 × 55, spessore 6 $^1/_2$ mm.	Molle elittiche di sei foglie 1080 × 55, spessore 6 $^1/_2$ mm.	44 mm.
Vetture a due ruote.			
Cart	Molle a C facenti molla di sala di quattro foglie 1850 × 40, spessore 5 $^1/_2$ mm.	—	36 mm.
Charette inglese.	Molle a balestra di cinque foglie 1080 × 45, spessore 6 mm.	—	40 mm.
Dog-cart charette	Molle elittiche di cinque foglie 980 × 45, spessore 5 mm.	—	35 mm.
Chatelaine	Molle a balestra di quattro foglie 1070 × 40, di spessore 5 $^1/_2$ mm.	—	36 mm.
Cab	Tre molle a balestra di 6 foglie 1130 × 50, spessore 5 $^1/_2$ mm.	—	40 mm.

Ing. DANTE FERRARIS.

SALINE E SALE. — Sal comune, Sal marino, Sal gemma (franc. *Sel de cuisine*, *Sel marin*, *Sel gemme;* ingl. *Common salt*, *Seasalt*, *Marine salt*, *Rock salt;* tedesco *Kochsalz*, *Speisesalz*, *Seesalz*, *Meersalz*, *Steinsalz;* spagn. *Sal comun*, *Sal marina*, *Sal gema*).

I.

Molto diffuso ed abbondante in natura, sia allo stato solido, sia in soluzione nell'acqua dei mari e di certi laghi e sorgenti, il cloruro di sodio, sal comune, salgemma, *sale* per eccellenza, ebbe grande importanza sin dalla più remota antichità ed in ogni contrada, come gradito e quasi indispensabile condimento dei cibi. E si tenne in sì gran conto che gli furono attribuite le più varie e mirifiche proprietà salutari, lo si usò nelle funzioni religiose dagli Ebrei e dai Romani, e tuttora il primo atto della religione cristiana quello si è di dare all'inconscio bambino il sale della sapienza, *sal sapientiae*. Fra i segni di amicizia e di ospitalità che più frequentemente si trovano così presso gli antichi popoli come presso i moderni ancora allo stato di primitiva civilizzazione, è il cambio o l'offerta del sale: ed ancora attualmente per talune popolazioni il sale è il medio impiegato ad agevolare gli scambi, o, vogliam dire, la moneta. Ma non tutto è bello, neanche per il sale: la moglie di Loth, a punizione di una curiosità che non può parere eccessiva, fu trasformata in sale: gli antichi usarono spargere il sale sulle terre dei vinti sulle quali volevano in particolar modo chiamar l'ira di Dio, rendendole sterili, ed obbligando gli abitanti ad allontanarsene: tuttodì, quanti ancora mirano con dolore il sale versato sul desco, presagio di disgrazia!

Senza dilungarci a ricordare come nel linguaggio ordinario si trovi buon numero di frasi che testimoniano dell'importanza che sempre ebbe il sale, e delle varie facoltà che a torto od a ragione gli furono attribuite, passiamo senz'altro ad esaminarne succintamente le proprietà sì fisiche che chimiche, gli usi molteplici, il modo di trovarsi in natura, e quello con cui lo si ottiene: lo spazio di cui disponiamo ci comanda una brevità assoluta.

Il sale ha per formola chimica NaCl; risulta cioè di 60,6 % di cloro e 39,4 % di sodio: si forma artificialmente per l'azione del primo di questi corpi sul secondo, dell'acido cloridrico sul carbonato di soda, ed in molti altri modi. La densità dei cristalli di sale è stata trovata da Karsten eguale a 2,078, da Buignet 2,145, da Kopp 2,15. La durezza del salgemma è 2,5, compresa cioè fra quella del gesso e quella della calcite, più vicina alla prima che alla seconda, talchè si prende anche talora per tipo del secondo grado della scala di durezza.

Incoloro e limpido quand'è puro, il salgemma è generalmente colorato in varie tinte: grigio, giallo, rosso, bruno, più di rado azzurro o verde. Ha splendore vitreo.

Il sale cristallizza in cubi, raramente in altre forme, sempre riferibili al cubo, come il rombododecaedro, l'ottaedro, il cubo-ottaedro: queste due ultime non si hanno che per cristallizzazione artificiale. Spesso le faccie dei cristalli sono incavate; e sono tipiche le tramoggie di salmarino, le quali si formano quando la cristallizzazione si produce in certe particolari condizioni e risultano dall'aggruppamento di numerosi cristalli cubici, i quali successivamente si addossano partendo da un primo. Parlando della produzione del sale per mezzo dell'evaporazione delle sue soluzioni, vedremo che accelerando più o meno l'operazione si ha del sale in cristalli più o meno minuti, sicchè, per esempio, in 24 ore si può avere il sale detto nell'uso fine, mentre quello grosso può richiedere sino ad otto giorni: per evaporazione lenta il sale cristallizza in tramoggie; per ebollizione violenta si separa in piccoli cristalli.

Il sale cristallizzato è anidro, ma contiene dell'acqua di interposizione; ed a questa è dovuto il decrepitar violento ch'esso fa quando viene riscaldato al calor rosso, l'acqua madre bruscamente svolgendosi in vapore che spezza e projetta i cristalli: esperienza nota a tutti, bastando per eseguirla gettare un po' di sale grosso in un fuoco ben ardente. Però facendo cristallizzare una soluzione satura di cloruro di sodio fra 10° e 15° sotto zero, si ottengono delle lamelle cristalline esagonali, le quali contengono due molecole d'acqua ($NaCl+2H^2O$): questi cristalli perdono la loro acqua a temperatura superiore a — 10° e si convertono in un ammasso di piccoli cubi.

Riscaldato, fonde a 772°, e per raffreddamento si solidifica in una massa cristallina opaca, la quale non decrepita più al fuoco. Al calore rosso-bianco si volatilizza, dando fumi bianchi, e di questa sua proprietà si trae partito nell'arte della ceramica per dare agli oggetti una vernice, bastando introdurre nel forno, alla fine della cottura, del sal marino e produrvi un po' di vapor d'acqua; il sal marino volatilizzandosi insieme al vapor d'acqua dà dell'acido cloridrico e della soda, la quale forma con il silicato d'allumina degli oggetti un velo superficiale di vetro molto fusibile.

Il salgemma è considerevolmente diatermano: una sua lamina lascia passare $^{92}/_{100}$ del calore ricevuto: questa proprietà non è posseduta dal sale ottenuto per evaporazione, il quale non lascia passare che i $^{12}/_{100}$.

Come ognuno sa il cloruro di sodio è molto solubile dall'acqua: 100 parti di acqua ne sciolgono 35,74 di sale alla temperatura di 14°; ma esso presenta questo di notevole, che, contrariamente a quanto ha luogo generalmente, la sua solubilità non varia sensibilmente con la temperatura, come ne fa fede la seguente tabella:

Solubilità del cloruro di sodio nell'acqua
(secondo Poggiale).

Temperatura	Quantità di cloruro di sodio sciolta in 100 parti d'acqua	Temperatura	Quantità di cloruro di sodio sciolta in 100 parti d'acqua
gradi		gradi	
— 15	32,73	40	36,64
— 10	33,49	50	36,98
— 5	34,22	60	37,25
0	35,52	70	37,88
5	35,63	80	38,22
9	35,74	90	38,87
14	35,87	100	39,61
25	36,13	109,7	40,35

Non è perciò possibile ottenere il sale dalla sua soluzione sciogliendolo a caldo e poi lasciando raffreddare: occorre assolutamente procedere per evaporazione dell'acqua.

La tavola seguente dà, secondo Karsten, la quantità di sale contenuta in 100 parti di soluzione salina satura, a differenti temperature:

Quantità di cloruro di sodio contenuta in 100 parti di soluzione salina satura.

Temperatura	Cloruro di sodio	Temperatura	Cloruro di sodio
gradi		gradi	
— 14	26,3	61,4	27,9
— 7,3	26,4	64,9	28,0
— 1,1	26,5	68,3	28,1
4,7	26,6	71,7	28,2
10,1	26,7	75,1	28,3
15,3	26,8	78,4	28,4
20,3	26,9	81,7	28,5
25,0	27,0	84,9	28,6
29,6	27,1	88,0	28,7
34,0	27,2	91,0	28,8
38,3	27,3	93,9	28,9
42,4	27,4	96,7	29,0
46,4	27,5	99,5	29,1
50,3	27,6	102,3	29,2
54,1	27,7	105,1	29,3
57,8	27,8	107,9	29,4

Diamo ancora un altro quadro dovuto, come il precedente, a Karsten:

Punto di ebullizione e di congelazione dell'acqua salata.

Sale in 100 parti di soluzione	Punto di congelazione	Punto di ebollizione	Sale in 100 parti di soluzione	Punto di congelazione	Punto di ebollizione
	gradi	gradi		gradi	gradi
0	0	100	16	— 11,69	104,14
1	— 0,76	100,21	17	— 12,39	104,46
2	— 1,52	100,42	18	— 13,07	104,79
3	— 2,28	100,64	19	— 13,76	105,12
4	— 3,03	100,87	20	— 14,44	105,46
5	— 3,78	101,10	21	— 15,11	105,81
6	— 4,52	101,34	22	— 15,78	106,16
7	— 5,26	101,59	23	— 16,45	106,52
8	— 5,99	101,85	24	— 17,11	106,89
9	— 6,72	102,11	25	— 17,77	107,27
10	— 7,44	102,38	26	— 18,42	107,65
11	— 8,16	102,66	27	—	108,04
12	— 8,88	102,94	28	—	108,43
13	— 9,59	103,23	29	—	108,83
14	— 10,29	103,53	29,4	—	109,04
15	— 10,99	103,83	—	—	—

Come si vede, la presenza del sale abbassa il punto di congelazione dell'acqua e ne innalza il punto d'ebollizione.

Il ghiaccio che si forma da una soluzione salina contiene del cloruro di sodio, ma in quantità proporzionalmente molto minore della soluzione rimasta liquida: si possono dunque arricchire le soluzioni di sale per congelazione: ed è ciò appunto che vedremo applicato nel Nord della Russia.

Dell'abbassamento considerevole del punto di congelazione dell'acqua prodotto dalla presenza in essa del sale, si profitta in certe grandi città per esportare la neve dalle strade: versando del sale grosso sopra la neve appena essa è caduta e non ha ancora avuto il tempo di rapprendersi, e rimescolando bene, al che provvede naturalmente la circolazione dei veicoli, si forma un miscuglio che si conserva liquido ad una temperatura molto inferiore allo zero, talchè lo si può facilmente eliminare. Le prime esperienze per quest'impiego del sale furono fatte a Parigi dal sig. D'Ussel, ingegnere del servizio municipale nell'inverno 1880-81, ed i risultati furono così soddisfacenti che l'uso andò grandemente estendendosi anche in altre grandi città di Francia: attualmente a Parigi è questo il mezzo quasi esclusivamente in uso, a meno che la natura del piano stradale non vi si opponga come ha luogo per il *macadam* che si disaggregherebbe per il disgelo troppo rapido, e ad eccezione dei marciapiedi in cui la bassa temperatura (sino a — 21°) che si produce riuscirebbe di troppo incomodo ai pedoni.

Il miscuglio di neve (o ghiaccio pesto) con sale è dotato di proprietà frigorifere troppo note perchè qui occorra insistervi ed indicare l'applicazione che ne fanno i gelatieri; come ognun sa, quel raffreddamento è prodotto dal passaggio della neve o ghiaccio dallo stato solido al liquido, passaggio che richiede calore che si prende alla massa stessa del miscuglio: della neve cui si unisca la metà del suo peso di sale, dà una temperatura di — 20°.

Il cloruro di sodio è insolubile nell'alcool assoluto; leggermente solubile nell'alcool acquoso.

Usi del sale. — Accennati così i più interessanti caratteri del sale, enumeriamone gli usi perchè meglio risulti l'importanza dello studio al quale procederemo.

Come condimento degli alimenti il sale è d'uso affatto generale: sono eccezionali i popoli, in istato di povera civilizzazione, i quali non se ne giovino. Esso adempie ad uffici variati e numerosi nel nostro organismo, per il quale deve ritenersi indispensabile: benchè convenga osservare che esso è così grandemente diffuso che, anche non introdottovi direttamente, esso perverrebbe nel nostro organismo insieme agli altri alimenti. Certo si è che una grande quantità di cibi riescono incresciosi al nostro palato se privi di sale: e si racconta che una delle mancanze più dolorosamente sentite a Metz durante l'assedio del 1870 fu quella appunto del sale. Questo facilita la digestione: agisce anche indirettamente su certi cibi durante la loro preparazione, la sua presenza nell'acqua ritardando, come dicemmo, il punto di ebollizione, epperciò completando la cottura di quelli. Non è bene stabilita la quantità di sale necessario all'organismo, se pur di necessità può parlarsi: in pratica, si vede che il consumo ne è maggiore nei paesi più freddi: così nella Scandinavia e nella Russia settentrionale se ne consumano annualmente da 11 a 12 chilogrammi per abitante; in Germania 10 Kg., in Francia 8 Kg., nella Spagna ed in Grecia da 6 a 7 Kg., in Egitto ed in Algeri 3 Kg. In Italia il consumo medio generale oscilla intorno ai 6kg,500: però varia assai fra le diverse regioni, come dimostra il prospetto seguente:

Consumo del sale commestibile nelle varie regioni italiane nell'anno finanziario 1887-88.

REGIONE	Consumo per abitante	
	Kg.	Lire
Lazio	8,048	2,890
Lombardia	7,535	2,562
Piemonte e Liguria	7,020	2,393
Emilia	6,871	2,320
Napoletano	6,407	2,157
Marche e Umbria	6,098	2,107
Veneto	5,924	1,994
Toscana	5,432	2,297 *
Media generale	6,620	—

* La Toscana, ultima per quantità di sale consumato, è invece la quinta per il valore di esso, a motivo dell'uso generale del sale di Volterra, più caro.

L'impiego del sale per la conservazione degli alimenti è volgarmente noto, ed i particolari intorno ad esso trovansi in altra parte della presente Opera (vol. II, p. 858). Basti del pari accennare l'impiego che se ne fa, con maggiore o minore parsimonia secondo le locali condizioni economiche, nell'alimentazione del bestiame, nella quale giova in ispeciali circostanze di clima (paesi freddi, umidi, pantanosi), o quando si usano alimenti scadenti, acquiginosi od avariati, di cui facilita l'assimilazione, o per controbilanciare negli animali destinati all'ingrasso, le circostanze sfavorevoli risultanti da uno stato contro natura.

Si è molto dibattuta la questione dell'impiego del sale come ingrasso od emendamento del terreno: e ciò specialmente in paesi in cui si voleva trarne argomento contro l'imposta gravosissima che lo colpiva. È un fatto che il sale si trova nelle ceneri di certe piante (come, per esempio, delle barbabietole): ma non è dimostrato che abbia parte utile nella costituzione di queste. I suoi fautori gli attribuivano un ufficio importante risiedente nella sua azione indiretta sui principali agenti della vita vegetale nel suolo facendo loro subire in certo qual modo un lavoro digestivo preparatorio, rendendoli più facilmente assimilabili dalle piante, e facilitandone il trasporto dalle parti superiori del suolo alle inferiori impoverite dalle piante a radici profonde. In sostanza, però, l'esperienza non pare aver dimostrato che l'utilità del sale per quest'uso sia, se esiste, molto grande come da alcuni volevasi affermare.

L'industria chimica fa un estesissimo consumo del cloruro di sodio: è questo la base della fabbricazione della soda, tanto col processo Leblanc come con quello Solvay; e serve alla preparazione del cloro e del sale ammoniaco.

In metallurgia il cloruro di sodio ha parte importante nel trattamento dei minerali d'argento, ed in quello di taluni minerali di rame, e serve alla preparazione del sodio, sino a pochi anni addietro indispensabile alla produzione dell'alluminio.

Varie altre applicazioni del sale, sebbene ne richiedano quantità immensamente minori di alcune delle già ricordate, quali l'alimentazione e l'industria chimica, meriterebbero di essere citate: tali sono quelle nella concia delle pelli, ecc.; ma il miglior modo di mettere in evidenza l'importanza del sale è quello di indicarne la produzione mondiale: la quale supera annualmente i 9 milioni di tonnellate (vedi a pagina seguente la produzione italiana).

II. — Salmarino.

Le acque del mare sono un immenso deposito di cloruro di sodio, e largamente si sfruttano per questo riguardo: secondo Schafhäutl il sale in esse contenuto ha volume cinque volte maggiore delle Alpi. Della quantità totale di corpi solidi tenuti in soluzione in quelle acque, e che ne costituiscono la *salsedine*, intorno ai $^3/_4$ sono dati dal cloruro di sodio: vengono poi il cloruro di magnesio, quelli di potassio e di calcio ed i solfati di questi stessi tre corpi; in quantità assai minore si ha il fosforo, il fluoro, l'arsenico, il bromo, il silicio, il bario, lo stronzio, il manganese, il ferro, il rame, il piombo, l'argento, l'arsenico, e, secondo Forchammer, l'iodio, il bromo, l'alluminio, il litio, il cesio, il rutenio, lo zinco, il cobalto, il nichelio.

La salsedine varia non solo da mare a mare, ma anche, benchè in limiti molto ristretti, nello stesso mare secondo la profondità ed anche secondo i vari punti; del che non v'ha chi non veda agevolmente le ragioni. E, parlando del sale marino, è naturale l'occuparsi eziandio così di quello dei mari interni come dei laghi, non essendo differenza fra gli uni e gli altri altrimenti che nell'estensione: ma la varietà sul grado di salsedine diviene allora assai maggiore, ragguardevolmente superando in molti laghi quella dei mari, mentre in qualcuno è a questa inferiore.

Diamo nel prospetto seguente alcune analisi delle acque dei mari e dei laghi.

COMPOSIZIONE CENTESIMALE	Mar Caspio	Mar Nero	Mar Baltico	Mare del Nord	Mediterraneo	Atlantico	Mar Morto	Great Salt Lake (Utah, S. U. d'America)	
Cloruro di sodio	58,25	79,39	84,70	78,04	77,07	77,03	36,55	90,7	65,9
» di potassio	1,27	1,07	—	2,09	2,48	3,89	4,57	—	14,1
» di calcio	—	—	—	0,20	—	—	11,38	—	—
» di magnesio	10,00	7,38	9,73	8,81	8,76	7,86	45,20	1,1	8,9
Bromuro di sodio e bromuro di magnesio	—	0,03	—	0,28	0,49	1,30	0,85	—	—
Solfato di calcio	7,78	0,60	0,13	3,82	2,76	4,63	0,45	—	1,5
» di magnesio	19,68	8,32	4,96	6,58	8,34	5,29	—	—	—
Carbonato di calcio e carbonato di magnesio	3,02	3,21	0,48	0,18	0,10	—	—	—	—
Sostanze azotate e bituminose	—	—	—	—	—	—	1,00	—	—
Solfato di sodio	—	—	—	—	—	—	—	8,2	8,1
Cloro in eccesso	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5
Materie solide %	0,63	1,77	1,77	3,31	3,37	3,63	22,30	22,28	13,42

Produzione di sale in Italia nell'anno 1892.

	SAL MARINO										SALE DI SORGENTE		SALGEMMA		TOTALE	
	Comune		Macinato		Pastorizio		Refrigerante		Per usi industriali							
	tonn.	lire	tonn.	lire	tonn.	lire	tonn.	lire	tonn.	lire	tonn.	lire	tonn.	lire	tonn.	lire
Saline demaniali amministrate dallo Stato.																
Comacchio (Ferrara)	14 495	162 490	—	—	1409	27 166	98	1 499	—	—	—	—	—	—	17 402	191 155
Margherita di Savoja (Foggia).	39 173	263 634	193	3 007	714	14 623	825	10 354	249	3 215	—	—	—	—	41 154	294 833
Portoferrajo (Livorno). . . .	3 639	35 153	—	—	—	—	—	—	4	95	—	—	—	—	3 643	35 248
Cervia (Ravenna)	14 251	257 658	—	—	400	12 136	160	3 999	1615	34 593	—	—	—	—	16 426	307 686
Corneto Tarquinia (Roma) . .	5 782	58 225	—	—	46	1 019	314	4 324	556	8 690	—	—	—	—	6 698	72 258
Saline demaniali appaltate.																
Cagliari	128 808	1 668 064	5000	114 750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133 808	1 782 814
Carloforte (Cagliari)	6 735	87 218	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 735	87 218
San Felice (Venezia)	6 261	124 406	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 261	124 406
Saline private.																
Siracusa (Augusta, Melitti, Pachino, Pozzallo, Siracusa) . .	14 910	61 113	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14 910	61 113
Trapani (Marsala, Paceco, Trapani)	149 632	1 047 424	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	149 632	1 047 424
															395 269	**4 004 155**
Salsomaggiore (Parma) . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	600	15 000	—	—	**8 217**	**192 277**
Volterra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7617(*)	177 277	—	—		
Lungro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 134	176 837	**15 504**	**248 094**
Sicilia (Caltanissetta, Catania, Girgenti, Palermo)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 370	71 257		
TOTALE . .	383 686	3 765 385	5193	117 757	2569	54 944	1397	19 476	2424	46 593	8217	192 277	15 504	248 094	**418 990**	**4 444 626**

(*) Comprendenti: sale comune tonn. 6423; sale raffinato tonn. 794; sale pastorizio tonn. 150; sale refrigerante tonn. 123; grofo sofisticato (industriale) tonn. 127. — Totale tonn. 7617.

A conferma di quanto dicemmo riguardo la variabilità nella salsedine dei mari, anche secondo il punto in cui il saggio fu preso, diamo le cifre seguenti dovute a Forchammer, alcune delle quali si scostano da quelle contenute nel prospetto precedente più di quanto possa derivare dalle inevitabili inesattezze d'analisi.

Quantità media dei sali (secondo Forchammer):

Mare del Nord	32,80 ‰
Categat e Sund.	15,12 »
Mar Baltico	4,81 »
Mediterraneo (presso Malta). .	37,50 »
Oceano Atlantico	34,30 »
Mar Nero	15,89 »

Le differenze maggiori nel grado di salsedine si riscontrano nei mari chiusi e nei laghi salati: alcuni dei quali superano considerevolmente la media degli oceani, mentre altri le sono inferiori; sono fra i primi il Mar Morto, il Great Salt Lake, il lago Elton (steppe del Volga); fra i secondi il Baltico, il Caspio, il Mar Nero. Lo studio appunto dei mari interni e dei laghi offre argomento di molte osservazioni e considerazioni d'importanza essenziale per la ricerca della possibile genesi dei depositi di salgemma; ma noi tralasceremo di farlo, per quanto interessante potrebbe essere, perchè quella ricerca esce dal quadro del presente breve scritto diretto essenzialmente a riassumere quanto concerne più da vicino la produzione del sale. Ci limiteremo ad alcuni brevissimi cenni.

Si capisce agevolmente che, in termini generali, il grado di salsedine sia determinato dal rapporto fra l'evaporazione che tende a concentrare la soluzione salina, e l'arrivo di acqua dolce, per opera dei fiumi e sotto forma di pioggia, che tende a diluirla. La grande ricchezza di sali di taluni mari o laghi si spiega con l'eccesso dell'evaporazione sull'alimentazione d'acqua dolce, durato per lungo volgere di tempo, per cui in qualche caso la ricchezza stessa continua sempre ad aumentare, non solo, ma giunta l'acqua a saturazione, il sale si depone continuamente. La regione aralo-caspica è, sotto questo rispetto, estremamente interessante: quivi si hanno tutti gli stadi di formazioni derivanti dal disseccamento d'un antico mare. Uno dei più importanti bacini naturali d'evaporazione è appunto il golfo di Kara-Boghaz, *voragine nera*, che si estende, sotto il 51° parallelo all'oriente del mar Caspio, sopra una superficie di oltre 16 000 Km^2 con profondità da 4 a 12 m. Un angusto canale lungo 4 Km., largo da 200 ad 800 m. e profondo non più di 1 m. al suo ingresso, mette in comunicazione il golfo col Caspio: una corrente con velocità media di 5 a 6 Km. all'ora e che i venti contrari non abbassano mai al disotto di $2^{Km},75$, porta costantemente tributo d'acqua al Kara-Boghaz, ove i forti calori estivi producono un'abbondante evaporazione potentemente attivata da' venti che ne percorrono in ogni senso la superficie: recenti studi pare abbiano dimostrato l'esistenza, prima d'ora negata, d'una controcorrente che dal Kara-Boghaz andrebbe al Caspio; ma ad ogni modo sarebbe molto tenue, come solo consente la piccola profondità del canale di comunicazione. Sicchè, l'acqua che il bacino riceve dal mare è da esso restituita all'atmosfera, e l'enorme quantità di sale ch'essa gli ha portato, calcolata a 350 000 tonn. annue (Baer, *Kaspiche studien*), rimane ad aumentare la sua salsedine: la vita vi è resa impossibile; i pesci che vi sono trascinati dalla corrente in brevi giorni divengono ciechi; le sponde sono nude d'ogni vegetazione; e del sale già comincia a deporsi sul fondo. Per tal modo, la salsedine del mar Caspio ha potuto diminuire e ridursi al basso grado che le nostre tavole precedenti indicano: basta supporre tolta ogni comunicazione fra il bacino ed il mare che l'alimenta, perchè quello si converta in breve in un immenso deposito di sale: tutt'attorno ad esso sul contorno della penisola di Manghichlak si hanno numerose lagune che già sono giunte a tal punto o vi si avviano: talune di esse ricevono ancora di tempo in tempo le acque del mare, e depongono sulle sponde un sottile strato di sale: in altre il fondo già è coperto di cristalli: mentre non ne mancano che, prive d'ogni comunicazione col mare, sono essiccate, ed il deposito salino da esse lasciato già si ricopre di un deposito argilloso.

Le steppe in mezzo a cui corre nell'ultimo suo tratto il Volga contengono numerosissimi (200) bacini o laghi salsi, più o meno estesi. Il più rinomato è il lago di Eltone, nel distretto di Tsarev, a contorno ellittico, con gli assi maggiore e minore rispettivamente di 23 e 10 Km, così poco profondo che quasi ovunque può guadarsi: è alimentato da parecchi piccoli corsi d'acqua salata, e nessuno ne esce. L'evaporazione naturale produce sul fondo un deposito considerevole, che dà luogo ad un'estrazione che fu già molto attiva ed è ora discesa a 3000 tonnellate, il lavoro essendosi trasportato ad un altro lago analogo, quello di Baskountchack nel distretto di Tcherny-iac, dal quale si cavano annualmente 85 000 tonn. di sale. Questo secondo lago misura 18 Km. di lunghezza sopra 11 di larghezza; in estate rimane a secco e mostra il fondo coperto d'uno strato di sale di spessore considerevole; in quattr'anni si forma uno strato di 70 cm. di spessore, composto di sale grigiastro con intercalazioni di fango.

Il Mar Nero, nel quale la proporzione di sale è minore che nel resto del Mediterraneo, alimenta bacini di evaporazione naturali che si formano ogni estate in Bessarabia ed alimentano un'industria molto importante.

Senza dilungarci a ricordare tutti gli altri numerosissimi analoghi giacimenti di sal marino, diciamo una parola del Great Salt Lake (Utah), il più importante dei grandi laghi salati che in gran copia si riscontrano nella parte occidentale dell'America Settentrionale. Esso è il residuo del lago Bonneville, il maggiore dei vari laghi formatisi nel Pleistocene, nel Great Basin, ridotto ora a meno d'$^1/_{10}$ d'estensione e a $^1/_{280}$ di volume, lungo 115 Km. e largo 48, con una superficie di oltre 5000 Km. Il livello medio è a 1280 metri sul mare; la sua profondità media è minore di $4^m,5$, la massima è 15 m. È alimentato da fiumi e da sorgenti che sgorgano sulle sue sponde; non può dirsi se maggiore sia il tributo di sale degli uni o degli altri: le acque dei fiumi ne contengono piccolissime quantità, quelle delle sorgenti sono sensibilmente salmastre: l'indicata altitudine cui si trova il lago esclude evidentemente per sua origine quella di laguna marittima che conviene alla maggior parte degli altri laghi salati: probabilmente l'elevato grado di salsedine è dovuto alla concentrazione dell'immenso volume d'acqua originariamente dolce.

In uno dei prospetti precedenti abbiamo riportato due analisi delle acque del Great Salt Lake, assai disparate fra loro: avremmo potuto aggiungerne altre parecchie, non maggiormente concordi. I dati riguardo la salinità di quelle acque sono infatti molto discordi: variano secondo l'epoca in cui furono fatte le determinazioni e secondo il punto del lago in cui si raccolsero i campioni; ed invero, mentre in media si è assai lungi dalla saturazione, in taluni punti il sale si depone. L'elemento predominante è il sodio, allo stato di cloruro prima, ed anche a quello di solfato; tengon dietro il potassio ed il magnesio, ed

in misura molto minore il calcio. Si è calcolato che il lago contiene 400 000 000 tonn. di cloruro di sodio e 30 000 000 di solfato di sodio. I Mormoni, stabiliti sulle sue sponde, hanno attivato in grande proporzione l'estrazione del sale, che viene impiegato, oltre che per gli usi domestici, particolarmente alla metallurgia.

Nelle aride pianure dell'Utah, come in quelle del Colorado, di Nevada, di New Mexico, Arizona, ecc., il suolo è incrostato di sal marino.

Estrazione del sal marino.

Il sal marino si estrae dalle acque del mare (e da quelle dei laghi) in tre modi: per evaporazione spontanea all'aria libera; per evaporazione col mezzo di un combustibile; per congelazione. Il primo modo è quello assolutamente generale; gli altri due sono eccezionali: l'impiego d'un combustibile, per quanto questo sia a basso prezzo, non può infatti convenire che in condizioni affatto particolari ed in misura molto limitata alla manifattura d'un prodotto di così vil prezzo come è di per sè il sale, quando non vengano ad incarirlo violenti tasse sotto forma di monopolii, come è il caso da noi: e così in talune regioni d'Inghilterra, lontane dai centri produttori di salgemma, di cui va ricca quella contrada, e fornite di combustibili abbondanti, si evapora in caldaje l'acqua del mare ridotta prima ad un sesto circa del suo volume per evaporazione naturale: le condizioni di clima non permetterebbero di applicare sino in fine la concentrazione naturale, troppo lenta. Citiamo ancora il sistema delle *laverie*, praticato in addietro in certe parti del nord di Francia e della costa inglese (Ulverstone): consiste nell'evaporare in caldaje l'acqua marina caricata di sale per lisciviamento di sabbie che, bagnate dal mare e poi esposte all'aria, si coprono di efflorescenze saline: si sceglie una costa sabbiosa di sufficiente lunghezza, sulla quale si fa una diga di sabbia bagnata solo all'alta marea; nell'intervallo fra due maree, si raccoglie, per lisciviarla, la sabbia che è stata bagnata dal mare e si è essiccata e coperta di efflorescenze.

Già abbiamo accennato che l'estrazione del sale per congelazione, che si applica nelle regioni settentrionali della Russia, si basa sul fatto che se si espone una soluzione di sal marino ad una temperatura inferiore di qualche grado a quella della congelazione dell'acqua, quella soluzione si divide in due parti: in una che si solidifica ed è quasi priva di sale; ed in un'altra, che rimane liquida, ed in cui si concentra il sale. Esportando il ghiaccio ed esponendo di nuovo a raffreddamento il liquido residuo, questo si divide ancora in due parti, di cui la liquida, assai più ricca in sale, può vantaggiosamente evaporarsi al fuoco. Quando si vuole ottenere un prodotto più puro, prima di procedere all'evaporazione, si tratta la soluzione con calce che decompone i sali di magnesia.

Vediamo ora le nozioni più importanti riguardo la estrazione del sale marino per mezzo dell'evaporazione naturale.

L'industria delle saline marittime ha così debolmente variato, che per avere un concetto di una salina odierna nei suoi tratti essenziali poco dovrebbesi mutare alla descrizione di essa data nella prima metà del secolo XVI da Agricola.

Non tutte le coste dei paesi caldi convengono per l'impianto di saline: si ebbero risultati poco soddisfacenti nei tentativi fatti, per esempio, in Grecia ed in Algeria: fallirono completamente quelli in Crimea. Non basta infatti che il calor solare sia sufficiente a produrre un'evaporazione sollecita: bisogna che nella regione dominino venti secchi. Così, per esempio, le saline di Comacchio, ampie più di quelle di Barletta, producono la metà di esse, per le infelici condizioni del clima, cui si aggiunge, dobbiam dire, la vicinanza delle acque del Po e del Reno. E così ancora per le condizioni di clima, il prodotto medio delle saline di San Felice, preventivato a tonnellate 25 000, poco supera le 7000. La durata del lavoro nelle saline marittime varia pure, come è ovvio, col clima: e non solo da regione a regione, ma anche nella stessa salina da anno ad anno. Così in Sicilia il lavoro utile comincia d'ordinario agli ultimi di marzo od ai primi di aprile e si protrae a tutto settembre e qualche volta sino ad ottobre; mentre in Dalmazia comincia in maggio per terminare a metà luglio: nelle saline del mezzodì della Francia si cominciano i lavori preparatorii in marzo, e si cessa ogni lavoro in settembre.

Usiglio ha studiato accuratamente i fenomeni della evaporazione dell'acqua marina in una salina di Cette. L'acqua del Mediterraneo, presa ad una conveniente distanza della costa, presenta una composizione sensibilmente costante: essa marca 3°,5 all'areometro Baumé, cioè un suo litro pesa 1026 grammi. Se essa non contenesse che cloruro di sodio, evaporando sino a ridurla a marcare circa 25° all'areometro, comincierebbe a deporlo, quello essendo il punto di saturazione per quel sale. Ma l'acqua contiene, come vedemmo poco addietro, molti altri corpi, ai quali corrispondono vari punti di saturazione: a partire da 7°,1 B. e sino a 16° B., non si ha che un piccolo deposito di ossido ferrico e carbonato di calcio (V. Quadro): a 16°,75 B. comincia la deposizione del solfato di calcio, che si continua fino a 25° B., ma si fa in massima parte fra 16°,75 e 21°. Il cloruro di sodio comincia a deporsi fra 25° e 26° e sino a 32°,5 è accompagnato quasi solo dal solfato di magnesio, la cui proporzione, tenue dapprima, va aumentando a misura che la soluzione si avvicina a 32° B., al di là 32°,5 si ha una miscela dei due sali. Si vede adunque che i limiti convenienti per ottenere un deposito sufficientemente puro di cloruro di sodio sono 25° B. e 32° B.: in pratica, infatti, l'acqua si fa giungere negli ultimi bacini con una densità di 25° o 26° B., e la si espelle verso 30° nei climi meridionali, verso 28° o 29° nei settentrionali.

Ecco alcune analisi dedotte dallo studio di Usiglio:

Composizione di 100 gr. d'acqua del Mediterraneo a vari gradi di concentrazione.

Grado Baumé	3°,5 B.	25° B.	30° B.	35° B.
Volume	1	1/9	1/32	1/59
Cloruro di sodio . .	2,9424	22,2230	16,830	12,105
» di magnesio	0,3219	2,4420	8,041	14,796
Solfato di magnesio	0,2477	1,8714	6,231	8,676
» di calcio . .	0,1357	0,1712	—	—
Bromuro di sodio. .	0,0556	0,4320	1,161	1,545
Cloruro di potassio .	0,0505	0,4050	1,449	2,497
Carbonato di calcio .	0,0114	—	—	—
Ossido di ferro . . .	0,0003	—	—	—
Acqua	96,2345	72,4554	66,288	60,381
	100,0000	100,0000	100,000	100,000

Depositi ottenuti dall'acqua marina a diverse densità alla temperatura di 40° (secondo Usiglio).

Gradi dell'areometro Baumé	Volume del liquido	Ossido di ferro	Carbonato di calcio	Solfato di calcio idrato	Cloruro di sodio	Solfato di magnesio	Cloruro di magnesio	Bromuro di sodio
	litri	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
3,5	10,000	—	—	—	—	—	—	—
7,10	5,330	0,030	0,042	—	—	—	—	—
11,5	3,160	—	traccie	—	—	—	—	—
14,0	2,450	—	traccie	—	—	—	—	—
16,75	1,900	—	0,530	5,600	—	—	—	—
20,6	1,445	—	—	5,620	—	—	—	—
22,00	1,310	—	—	1,840	—	—	—	—
25,00	1,120	—	—	1,600	—	—	—	—
26,25	0,950	—	—	1,508	32,614	0,040	0,078	—
27,00	0,640	—	—	1,476	96,500	0,130	0,356	—
28,50	0,390	—	—	0,700	78,960	0,262	0,434	0,728
30,20	0,302	—	—	0,144	26,240	0,174	0,150	0,358
32,40	0,230	—	—	—	22,720	0,254	0,240	0,518
35,0	0,162	—	—	—	14,040	5,382	0,274	0,620

La disposizione generalmente adottata per l'evaporazione dell'acqua del mare consiste nello stabilire una serie di vasti bacini, chiamati nel loro insieme *saline* in Italia, *salins* o *marais salants* in Francia *meersalinen* o *salzgarten* in Germania, *marinhas* in Portogallo. Derivasi una certa quantità d'acqua del mare e la si fa chiarificare in una porzione di quei bacini lasciando deporre i sali di calce e l'ossido di ferro: poi la si fa passare nei restanti bacini, in cui si prosegue l'evaporazione per il deposito del cloruro di sodio, avendo cura di non spingerne la concentrazione al di là del punto in cui cominciano a depositarsi i sali più solubili. Basterebbero dunque due serie di bacini: ma in generale se ne hanno tre e talora anche più: i successivi bacini o vasche hanno profondità ed estensione decrescente. — Nei primi bacini le acque si portano d'ordinario ad avere una densità fra 8° e 12° B.: nei successivi la densità giunge a 25° B., e negli ultimi ha luogo la deposizione del sale. L'acqua che esce da questi ultimi bacini (*acqua madre*) si conserva spesso sino alla campagna successiva per mescolarla all'*acqua vergine* dei primi bacini onde aumentarne la salinità: in molti casi però si riversa direttamente al mare. Sovente si intercalano fra le diverse serie di vasche delle cisterne profonde, sia per ripartire più uniformemente il lavoro, sia per raccogliervi le acque già saturate nel caso di pioggie persistenti.

L'acqua che penetra nei primi bacini delle saline non proviene sempre direttamente dal mare: in molti casi le saline sono alimentate da stagni o bacini naturali, la cui salsedine è diversa da quella del mare e può esserne maggiore o minore. Così, per esempio, nelle saline poste a levante di Cagliari, le quali, insieme a quelle di Carloforte sono nel complesso fra le più importanti d'Europa, l'acqua proviene da un vasto stagno, detto di *Molentargius*, il quale comunica col mare per mezzo d'un canale che lo circonda per un tratto di circa 2 Km.; questo stagno ha una superficie di 540 ettari ed ha il fondo ad 80 cm. sotto il livello del mare. L'acqua condottavi durante l'alta marea e trattenutavi con un argine in terra, dopo subitavi una prima ed abbondante evaporazione, che la porta a 14° B., passa ai bacini di seconda evaporazione.

Il movimento delle acque nella salina si può fare naturalmente o può richiedere apparecchi elevatori speciali destinati a creare dislivelli per cui l'acqua scorra ad alimentare i vari compartimenti. Quando la marea è abbastanza potente, come sulle coste dell'Oceano, se ne profitta per immagazzinare l'acqua ad un livello elevato quanto basti per assicurarne il movimento in tutta la salina. Ma non sempre ciò è possibile, ed è questo il caso delle nostre saline: in talune delle quali la marea può, al più, utilizzarsi per immagazzinar l'acqua necessaria ad alimentare la salina.

Quando si impiegano apparecchi elevatori dell'acqua, pompe, viti d'Archimede e simili, si presentano due soluzioni: od elevare d'un tratto l'acqua del mare sino ad altezza tale che essa poi possa naturalmente circolare in tutta la rete di bacini, oppure impiegare parecchie elevazioni successive. In questo secondo caso, l'acqua arriva nei primi bacini, in generale profittando della marea, e scorre per una parte della salina sino ad avere subìto la prima concentrazione: allora viene elevata in modo da poter circolare in altra parte dei bacini in cui continua la concentrazione; e per entrare negli ultimi bacini in cui si depone il sale è in generale elevata ancora una volta. Economicamente è ovvio, che val meglio operare per successive elevazioni parziali che non per una elevazione iniziale complessiva: è meglio cioè elevare acque il più possibile concentrate; una tonnellata di sale è contenuta in 36 m^3 d'acqua circa, (37 tonn.): se ne ritira al massimo i due terzi; talchè per avere una tonnellata di sale bisogna lavorare 54 m^3 d'acqua (55,4 tonn.): portata alla densità di 25° B., cioè pronta a deporre il sale, quest'acqua è ridotta ad un volume di 6,05 m^2 (7,26 tonn.).

L'insieme delle operazioni che si fanno in una salina marittima restando uguale in tutte, i loro particolari variano invece, e talora in grande misura, nelle varie regioni, in ciascuna delle quali si conservano da lungo tempo inalterate per ragione di abitudine, ma appajono sempre però bene in armonia con le circostanze locali, alle quali si sono naturalmente adattate. Così senza troppo dilungarci, possiam citare i modi, radicalmente diversi, secondo cui può farsi la raccolta del sale. Questo può eseguirsi in una sola volta, o al più in due o tre: oppure può essere continua. Nel primo caso si lascia accumulare sul fondo dei bacini di cristallizzazione il prodotto totale della campagna: poi, abbastanza in tempo perchè il lavoro sia finito prima del sopravvenire delle pioggie, si vuotano i bacini dall'acqua, e si estrae il sale alla pala per blocchi e lo si dispone in mucchi parziali, da cui dopo parecchi giorni durante i quali ha gocciolato, lo si può portare in cumuli maggiori, talora enormi. Questi si lasciano liberamente ricevere almeno le prime pioggie autunnali, le quali lavano il sale asportandone le parti più facilmente solubili. Quindi si ricoprono con frasche, giunchi o tegole, e rimangono anche durante più anni; nel primo anno il sale, esposto così alle intemperie, perde intorno al 10% del suo peso, e 6% nel secondo. Quando però l'evaporazione è meno attiva e, sopratutto, il clima è instabile e si è esposti a pioggie durante il lavoro, l'acqua nei bacini di cristallizzazione si mantiene ad uno spessore di pochi millimetri (talora un solo) anzichè di 10 o 15 cm. come si fa in circostanze più favorevoli, e la raccolta del sale si fa in ogni bacino ogni quattro, tre, due ed anche un solo giorno; per modo che non si corra rischio di perderne una troppo grande quantità per il sopravvenire improvviso della pioggia:

si opera così, per esempio, nelle saline dell'ovest di Francia, mentre in quelle del mezzogiorno si fa una sola raccolta, o al più due.

Nel maggior numero delle saline del Portogallo, paese che, favorito da particolari condizioni di clima, è grande produttore ed esportatore di sal marino, non si ha la tripla serie di bacini, che dicemmo esistere d'ordinario e che risponde a vari uffizi nella fabbricazione. Il metodo più caratteristico è quello delle saline di Setubal; si hanno vasti bacini di 1 a 2 ettari, divisi in compartimenti quadrati di 100 a 150 m² di superficie e 20 cm. di spessore, separati fra loro da dighe larghe un metro e comunicanti direttamente con un grande serbatojo destinato ad immagazzinare l'acqua del mare; in ciascuno di quei compartimenti l'acqua depone tutto il suo sale; in capo ad una ventina di giorni si trova in ogni compartimento un deposito quasi secco di sale, dello spessore di 4 a 5 cm.: lo si toglie, si rimette l'acqua e si fa una seconda raccolta dopo venti giorni, e, possibilmente, una terza.

Non è il caso, dopo quanto precede e data l'indole del presente scritto, entrare in ulteriori particolari intorno al lavoro delle saline. Limitiamoci ad un cenno delle condizioni delle nostre, la cui importanza risulta dal prospetto statistico riportato alla pag. 1554. Come è noto, la privativa del sale si estende a tutto il continente ed alle sue isole, eccettuate la Sardegna e la Sicilia; in queste si ha un'attiva produzione che alimenta anche una esportazione considerevole. Parte delle saline sono direttamente esercitate dallo Stato: e sono quelle di Comacchio (Ferrara); Margherita di Savoja (Foggia), Portoferrajo (Livorno), Cervia (Ravenna), Corneto Tarquinia (Roma): parte sono date dal Demanio in appalto e comprendono le più importanti, cioè quelle di Sardegna (Cagliari e Carloforte), e quella di Burana o San Felice (Venezia); le saline di Sicilia, poste nelle provincie di Siracusa e Trapani, e molto produttive (V. pag. 1554) sono private. Il prezzo di costo del sale comune prodotto dalle saline amministrate dallo Stato risultò nell'anno finanziario 1887-88 di L. 1,376 per quintale; quello del sale macinato fu di L. 1,809; quello del sale pastorizio L. 3,124, e quello del sale refrigerante L. 2,556. — In quell'anno, il prezzo medio di costo di tutto il sale si valutò dall'Amministrazione, all'uscita dalla salina, in L. 1,647; all'entrata nei depositi L. 2,467; alla consegna agli uffici di vendita L. 5,281. Il prezzo medio d'acquisto del sale, per parte dell'Amministrazione, si valuta a L. 1,386 contro le L. 1,647 di quello prodotto direttamente.

Il prospetto seguente indica l'utile netto dell'Azienda dei sali nel decennio 1878-88.

ANNO	VENDITA		UTILE NETTO
	interno	estero	
	quintali	quintali	lire
1878	1 555 763, 74	5500	67 441 739, 41
1879	1 559 442, 37	5500	67 830 134, 23
1880	1 564 326, 87	6160	67 633 517, 36
1881	1 590 424, 33	6540	69 157 256, 21
1882	1 595 685, 10	6221, 30	69 474 536, 96
1883	1 644 064, 42	6082, 25	71 838 442, 21
1884-85	1 683 008, 75	5982, 47	73 294 433, 16
1885-86	1 718 352, 77	5002	59 906 368, 66
1886-87	1 763 587, 63	5270	47 560 006, 66
1887-88	1 780 704, 21	3580	45 799 949, 62

Nel 1892 si esportarono dall'Italia 178 039 tonn. di sale, dirette principalmente alla Svezia e Norvegia, Stati Uniti, Canadà.

Le saline della Sardegna sono le prime di quelle demaniali d'Italia, e tra le più importanti d'Europa: quelle private, della provincia di Trapani, hanno nel loro complesso produzione più considerevole, ma questa è dovuta ad un numero molto maggiore di saline. Il basso livello ed il frastagliamento della costa meridionale della Sardegna, originando molti seni ed ampi stagni d'acqua salata, hanno fino da remotissimi tempi dato luogo all'industria dell'estrazione del sale: pare che i Romani avessero saline nel territorio di Cagliari. Le saline sono a Cagliari e a Carloforte, nell'isola di San Pietro. A levante di Cagliari si hanno le saline denominate *Palamontis*, *Stagno di mezzo*, *Stagno di Molentargius*, e *Stagno della Spiaggia*, per modo disposte da costituire una sola salina, la più importante: altre minori saline sono quelle di *Palma*, *Pietrabianca* e del *Lazzaretto*, ancora ad oriente della città, e quella di *San Pietro*, a ponente. La prima di queste saline (Palamonte, Stagno di mezzo, ecc.), posta a 5 Km. da Cagliari è costituita da una zona di terreno quasi parallela alla spiaggia, da cui dista da 300 a 400 m., lunga circa 7 Km. e larga mezzo chilometro. Questa zona comunica per mezzo d'un canale di circa 600 m. con lo stagno Molentargius testè ricordato (pag. 1557), il quale costituisce la vera ricchezza della salina. Come dicemmo, le acque del mare condotte durante l'alta marea nello stagno e trattenutevi quindi con un argine in terra, subiscono una prima ed abbondante evaporazione, dopo la quale le macchine idrovore le spingono per un lungo canale nelle parti successive della salina: prima, in grandi vasche, dette *Bacini della spiaggia*, in cui circolando per un lieve dislivello delle vasche subiscono una seconda evaporazione, che le porta da 14° B. quali escono dallo stagno a 25° B.: e poi, sono distribuite nelle vasche cristallizzanti. Due canali di navigazione, lungo ciascuno 3 Km. e riuniti da uno minore trasversale, fiancheggiano la salina e servono a trasportare il sale sulle *aje*, striscie di terreno larghe intorno a 20 m. sulle quali il sale rimane in cumuli prismatici durante due anni esposto alle vicende atmosferiche che lo migliorano. Lo stagno ha 540 ettari di superficie: i *bacini della spiaggia* 215ett.,3, e le 88 vasche cristallizzanti 132ett.,7. La grande quantità di acqua graduata che si ha nello stagno rende inutile l'immagazzinamento delle acque madri di una campagna per la successiva.

Le saline private di Sicilia, che nel 1892 dettero una produzione di oltre 163 000 tonn. sono assai meno grandiose delle precedenti, come quelle che sono molto suddivise contandosene, nell'anno indicato, 39 in provincia di Trapani (nei Comuni di Marsala, Paceco e Trapani) e 16 in quelle di Siracusa (Comuni di Augusta, Melitti, Pachino, Pozzallo e Siracusa): nelle prime si hanno 25 motori a vento e 10 motori a cavalli, della forza complessiva di 80 cav.-vap.; nelle seconde si hanno quattro motori a cavalli, della forza di 2 cav.-vap. Vi lavorano 1350 operai, con una media annua di 80 giornate di lavoro. Nelle saline della provincia di Siracusa si hanno, come d'ordinario, tre serie di vasche o bacini. Nelle prime, che costituiscono il *pantano* (*vasche preparatorie*), si fa giungere l'acqua del mare profittando dell'alta marea e si fa una prima concentrazione sino ad avere da 8° a 12° B.: l'acqua in queste vasche, le quali hanno superficie maggiori delle successive, ha un'altezza fra 10 cm. e 40 cm. Nella seconda serie di vasche (*vasche mediatrici* o di *concentrazione*) molto più

piccole delle precedenti, l'altezza d'acqua è da 5 cm. a 30 cm. e la concentrazione dà l'*acqua fatta*, cioè a 25° B., capace di dar sale. In queste vasche il livello è mantenuto pressochè costante, come anche nelle precedenti, con addizione continua di nuova acqua. Finalmente la terza serie di vasche, *vasche di salinazione*, comprende vasche ancor più piccole delle mediatrici, con un'altezza d'acqua di 10 cm.: in essa si depone il sale: la concentrazione è spinta sino a 32° o 33° B., e l'acqua madre va poi al pantano. Talora si ha fra il pantano e le mediatrici un'altra serie di vasche, *pantanelli*, destinati a servire come serbatoi di distribuzione delle acque, che vi si sollevano dal pantano. Le vasche hanno il fondo, ed in generale anche le pareti laterali, in argilla battuta: talora quest'ultime sono in muratura. Il sale si conserva in cumuli da 100 a 400 m³ coperti di tegole. Già dicemmo altrove che il lavoro s'inizia d'ordinario tra la fine di marzo ed il principio d'aprile: si comincia col chiudere il pantano, il quale d'inverno è sempre in libera comunicazione col mare; si preparano le vasche, ribattendone il fondo e le pareti, e si mettono in buon ordine i canali di comunicazione. Nelle annate più favorevoli le acque giungono nelle vasche di salinazione già nel mese di maggio, e nei primi giorni di giugno si fa una prima raccolta di sale: le condizioni di stagione possono tardare il lavoro di un mese. Nelle annate asciutte si può fare una seconda raccolta verso la fine di luglio ed una terza ed ultima al principio di settembre: nelle annate umide invece la seconda può solo farsi in settembre. Le prime pioggie autunnali fanno cessare ogni operazione. Non in tutte le saline si hanno due o più raccolte distinte: spesso, particolarmente nelle saline maggiori, la raccolta è continua da giugno a settembre, facendosi in una o due vasche per volta.

La più importante fra le miniere del continente è quella prima detta di Barletta, ed ora *Margherita di Savoja*, posta sull'Adriatico, a 10 Km. da Barletta, tra il fiume Ofanto ed il lago Salpi, nel letto del quale, ricolmato per un buon tratto, si estende la salina. Da tempi antichissimi ha quivi sede la coltivazione del sale, grazie a condizioni di clima molto favorevoli: osservazioni di un decennio hanno dato una media di 46 giorni piovosi durante la campagna salifera (aprile-ottobre): i mesi da giugno ad agosto passano spesso senza pioggia; predominano i venti meridionali asciutti: l'evaporazione media dell'acqua pura è 6^{mm},5 al giorno, all'ombra; 19 mm. al sole: quella dell'acqua graduata è ritenuta di circa 10 mm. al sole.

Per il sollevamento delle acque si hanno pompe azionate da macchine a vapore. Nel decennio 1878-88 la media produzione annua fu di 335 420 quintali di sal comune e 20 000 quint. di sali lavorati: nel 1891 fu in complesso di 455 120.

La salina occupa circa 420 ettari, di cui 280,60 per la evaporazione prima e seconda, e 52,60 per la salinazione o concrezione.

La *salina di Comacchio*, posta a 3 Km. ad occidente di questo Comune, ampia più di quella *Margherita*, produce la metà di essa, perchè, come già osservammo, la posizione ne è infelice, per la vicinanza delle foci del Po e del Reno, le cui acque abbassano il grado di salsedine dell'acqua da elaborare, e per le condizioni atmosferiche meno favorevoli e meno costanti di quelle di Barletta. L'area occupata dalla salina (1888) è di circa 530 ettari, di cui 354 sono direttamente utilizzati per la produzione, e 176 per ajoni di deposito di sale, canali di navigazione, ecc. Quasi la metà della superficie produttrice è occupata dalle *reti calde*, grandi compartimenti in cui ha luogo una prima evaporazione che porta l'acqua da 1°,5 B. a 4° o 5° B. Circa 100 ettari sono occupati dai bacini di seconda e terza evaporazione, 36 dai bacini o vasche di *concrezione*, e 40 dalle *riserve*, in cui si conserva durante l'inverno l'acqua madre graduata in una campagna per mescolarla all'acqua vergine nella campagna successiva. Le acque si sollevano per mezzo di turbine.

In ordine d'importanza di produzione vengono le *saline di Cervia*, in provincia di Ravenna, le quali comprendono un 200 circa campi di coltivazione, con circa 50 ettari di superficie di bacini di concrezione, e non hanno nulla di particolare interesse. Quindi si ha la *salina di Corneto Tarquinia*, a 7 Km. da Corneto, sul Tirreno, costruita nei primi anni di questo secolo: comprende 10,45 ett. di bacini cristallizzanti, e 44,50 di evaporanti; il sollevamento delle acque si ottiene per mezzo di una pompa e di un timpano animati da macchine a vapore. Molto vasta, poichè comprende 35 ettari di bacini di concrezione ed oltre 5000 di bacini evaporatori, ma pochissimo produttiva per le infelici condizioni di clima è la *salina di S. Felice*, a 15 Km. da Venezia, costrutta dal 1846 al 1857 su disegno del francese Astruc a somiglianza di quelle di Montpellier. Le acque del mare arrivano direttamente in un grande compartimento (Bussolaro) donde passano attraverso numerosi (153) piccoli bacini in cui subiscono una prima graduazione per poi andare in un ampio canale che le conduce alle macchine idrovore mosse a vapore: quindi si mescolano ad acque madri della campagna precedente, passano per tre successivi innalzamenti in bacini molto ampi in cui scorrono lentamente: sono finalmente condotte in un ultimo compartimento (*Draghetto interno*) ove giungono all'ultimo grado di concentrazione: allora sono elevate nei 36 bacini di concrezione dove depositano il sale sino a ridursi a 32° B., al qual punto passano nelle *riserve*, cioè in un'ultima serie di bacini più profondi di tutti gli altri, dove rimangono sino alla campagna successiva.

Composizione e caratteri del sale marino. — Sue successive manipolazioni. — Secondo il modo di condurre il lavoro delle saline, il prodotto diversifica per i caratteri fisici e per il grado di purezza. Il sale deposto fra 25° e 27° B. lentamente, è in grossi cristalli leggermente translucidi, a faccie piene, ed è molto puro; deposto pure tranquillamente, fra 29° e 32° B., è in tramoggie e contiene quantità sensibili di cloruro di magnesio. Quando il sale si raccoglie a brevi intervalli, i cristalli non hanno tempo di formarsi, e sono perciò minuti e disgregati: che se, come accade, si formano in acque conservate indefinitamente, si caricano di abbondante cloruro di magnesio. Lo stato del fondo dei bacini, lo spessore del deposito di sale quando lo si estrae, l'abilità dell'operajo contribuiscono a rendere più o meno pulito e bianco il sale, il quale talvolta è affatto grigio. Ed è talora necessario sottoporre il sale greggio ad una lavatura, od anche ad un vero raffinamento: da prima si opera con acqua fredda saturata di sale, la quale esporta, meccanicamente, le sostanze terrose che lordano il sale. Il raffinamento si fa sciogliendo il sale nell'acqua e precipitando con latte di calce la magnesia che vi si trova allo stato di cloruro o di solfato: si filtra e si evapora in caldaje: quest'operazione, che dà prodotti bellissimi da tavola, si eseguisce pure talora su sale che ha già servito alla salagione del pesce.

Accenniamo solo all'operazione che si fa subire ad una parte del sal marino, per ridurlo in polvere, la quale si eseguisce con macine a cilindro.

Composizione del sal marino di varie provenienze.

COMPONENTI	Barletta (Bechi)	Cervia (Bechi)	Comacchio (Bechi)	Corneto (Bechi)	Portoferrajo (Bechi)	Sanfelice (Bechi)	Sanfelice (Schrotter e Pohl)	Sardegna (Bechi)	Trapani (Schrotter e Pohl)	Sant'Ubes (Portogallo) (Karsten)			Lymington (Henry)	Scozia (Henry)		La Trembiade (Charente inf.) (Roux)
														ordinario	fino	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cloruro di sodio	89,46	84,77	97,92	97,85	96,750	96,85	95,91	98,123	96,05	96,50	95,86	92,46	93,70	93,55	97,10	88,650
Cloruro di magnesio .	1,58	1,62	0,28	0,40	0,387	0,39	0,46	0,174	0,50	0,32	0,24	0,55	1,10	2,80	1,15	0,955
Cloruro di calcio . . .	0,27	0,69	0,26	0,18	0,404	—	—	0,631	—	—	—	—	—	—	—	—
Cloruro di potassio . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Solfato di calcio	—	—	—	—	—	—	0,49	—	0,45	0,88	1,30	2,28	1,50	1,50	1,20	1,050
Solfato di magnesio . .	—	—	—	—	—	—	0,40	—	0,51	0,25	0,35	0,66	3,50	1,75	0,45	0,354
Solfato di sodio	—	3,95	1,32	1,27	0,645	1,49	—	0,872	—	—	—	—	—	—	—	—
Acqua	6,00	8,15	0,22	0,30	1,814	1,25	2,58	0,200	2,42	1,95	2,10	3,10	—	—	—	8,541
Materie insolubili . . .	2,69	0,82	—	—	—	0,02	0,16	—	0,07	0,10	0,15	0,95	0,20	0,40	0,10	0,440
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,000	100,00	100,00	100,000	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,990

COMPONENTI	Marennes (Charente inf.) (Roux)	Isola d'Oléron (Roux)	Isola di Rè (Roux)	Isola di Noirmoutiers (Roux)	Bourgneuf (Loire inf.) (Roux)	Croisic (Loire inf.) (Roux)	Cadice (Roux)	Figueras (Catalogna) (Roux)	Agde (Roux)	Cette (Roux)	Berre (Bouches du Rhône) (Roux)		Hyères (Varo) (Roux)		Rassouen (Bouches du Rhône) (Roux)	Mare d'Ochotsk (Muspratt) Sale ottenuto per congelazione
											Prima qualità	Seconda qualità	Prima qualità	Per salagione		
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Cloruro di sodio	89,012	91,076	87,831	90,177	90,699	89,087	93,585	96,664	95,676	92,840	97,381	91,836	97,124	93,944	92,271	77,60
Cloruro di magnesio .	0,517	0,638	0,498	0,017	0,859	0,635	0,327	0,234	0,258	—	0,213	0,913	0,148	0,808	0,818	1,66
Cloruro di calcio . .	—	—	0,069	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,94
Cloruro di potassio . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Solfato di calcio	1,260	1,140	1,110	0,700	1,119	0,820	0,630	0,650	0,629	1,020	1,013	0,720	0,732	0,240	1,550	—
Solfato di magnesio . .	0,381	0,216	0,153	0,216	0,066	0,096	0,213	0,245	0,153	—	0,144	0,339	0,048	0,155	—	—
Solfato di sodio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,60
Acqua	8,470	6,682	9,425	7,700	6,836	8,300	5,180	2,070	3,236	6,030	1,170	6,088	1,838	4,203	5,280	—
Materie insolubili . . .	0,350	0,230	0,9.4	0,580	0,421	1,042	0,060	0,120	0,048	0,100	0,062	0,104	0,100	0,120	0,070	6,20
	99,990	99,992	100,000	99,390	100,000	99,980	99,995	99,983	100,000	99,990	99,983	100,000	99,990	99,370	99,989	100,00

NB. I sali per cui non è indicata l'acqua erano stati calcinati.

Il sal marino è più impuro del salgemma; esso contiene in generale 4 % di altri sali: ma l'esperienza ha dimostrato che vi sarebbe mediocre convenienza ad avere per gli usi alimentari del sale chimicamente puro: come per l'aspetto, così per il sapore che gli impartiscono talune di quelle impurità, il sale marino è in molti paesi preferito, per sola ragione d'abitudine, al salgemma; talchè talora si è obbligati, come in qualche regione della Francia, per far accettare al consumatore il salgemma, obliterarne artificialmente la naturale bianchezza. Nel prospetto della pagina precedente riunimmo le analisi di sale marino di varie provenienze: non senza ricordare che dal non figurare taluni elementi in alcuni di quei sali non devesi concludere senz'altro alla loro assenza, trattandosi di analisi fatte da operatori diversi, con diverso grado di accuratezza.

Nei paesi in cui il sale è oggetto di monopolio di Stato o di imposta, quello destinato all'industria ed all'agricoltura è dato ad un prezzo inferiore o più o meno esentato dall'imposta. Ma in tal caso debbono prendersi speciali precauzioni per impedire le frodi: trattandosi di quello destinato alla grande industria della soda, si può controllarne, come in Francia, l'impiego: ma per gli altri usi si ricorre alla *denaturazione;* si mescolano cioè al sale delle impurità, che mentre non ne danneggiano l'impiego allo scopo speciale cui è destinato lo rendono improprio alla alimentazione. Ciò, ben inteso, si applica tanto al sale estratto dalle acque del mare quanto al salgemma. Le miscele impiegate in Italia sono le seguenti:

Uso cui deve servire il sale	Miscela	
	Composizione	Proporzione %
Fabbricazione dei vetri e stoviglie	Ossido di piombo .	4
Preparazione e conservazione delle pelli, fabbricazione della soda, del cloruro di calcio, dell'acido cloridrico, ed altri prodotti chimici . . .	Catrame minerale .	2
Concime	Solfato di ferro . .	3
	oppure	
	Catrame minerale .	2
Riduzione dei minerali .	Catrame minerale .	2
	oppure	
	Calce spenta	5
Fabbricazione del sapone	Carbonato di soda .	2
	Olio di seme, oleina, grasso di cavallo .	2
Fabbricaz. delle candele .	Acido solforico . . .	2
Nutrizione del bestiame .	Radice di genziana in polvere	2
	Polvere di carbone vegetale	1/2
	Ossido di ferro . . .	1/2

Ai salatori di pesci il sale è dato puro, a prezzo ridotto, con le cautele determinate dal Regolamento per accertarne l'uso. Il sale per il bestiame si mescola con le sostanze eterogenee e si macina con esse: se ne fanno anche formelle, le quali risultano in Italia di 96 di sale, 2 di radici di genziana, 0,5 di carbon vegetale, 0,5 di ossido di ferro, 1 di gesso; sono più comode per l'uso e più difficile ne è l'epurazione fraudolenta.

III. — Salgemma.

Talora di un'estrema purezza, tal'altra mescolato a sostanze estranee più o meno abbondanti sino a trasformarsi in vera argilla salata, il sale forma dei grandi depositi a luoghi presentanti tutti i caratteri di regolarissima formazione stratificata ed a luoghi quelli di ammassi racchiusi tra terreni sedimentari. In queste condizioni assai variabili di giacitura è argomento di studio interessante per chi voglia rimontare al modo di probabile origine: interessante del pari per chi si limiti invece ad esaminare come si proceda alla utilizzazione di una così importante sostanza minerale. Il modo di origine che più ovvio si presenta alla mente per chi esamini le circostanze dei più caratteristici giacimenti di salgemma, che noi più innanzi brevemente accenneremo, quello si è di un deposito formatosi in seno alle acque, per quel processo di evaporazione che si estrinseca tuttodì nelle nostre saline marittime. La costante associazione del salgemma col solfato di calcio, di esso meno solubile e quindi depositantesi prima, e con i sali più solubili quali il cloruro ed il solfato di magnesio, il cloruro di potassio, la cui precipitazione segue quella del cloruro di sodio: il rapporto di sovrapposizione che corrisponde in molti casi a questo vario grado di solubilità: sono argomenti validi per l'origine indicata del salgemma. E quest'origine è infatti quella quasi universalmente accettata. Non mancano però insigni scienziati, i quali credono ch'essa, vera in certi casi, non lo sia nella loro totalità: e ricorrono perciò ad un'origine interna, sia essa dovuta a sorgenti od azioni eruttive. È vero infatti che generalmente nei depositi di salgemma i sali si succedono nell'ordine in cui si depositerebbero naturalmente dal seno di una soluzione in cui l'evaporazione continuasse non interrotta sino alla fine: ma quasi sempre, per non dir sempre, il gesso è in quantità molto maggiore di quella che, ammessa per la soluzione una composizione analoga a quella delle acque dei nostri mari attuali, dovrebbe aversi in corrispondenza della quantità del cloruro di sodio: non solo, ma il gesso non è tutto alla base del deposito, ma s'alterna in banchi più o meno potenti, più o meno numerosi nella massa del salgemma: ed ancora, si hanno in taluni giacimenti, come in quello di Stassfurt, dei sali anidri o parzialmente idrati, la cui origine in seno d'una soluzione non per anco si è soddisfacentemente spiegata. Tralasciando quest'ultima obbiezione, può rispondersi alle altre, che esse cessano d'aver valore quando si supponga che il deposito siasi formato non in seno di un libero mare, ma in una laguna, od in un bacino in cui l'acqua del mare era condotta da canali poco profondi che non consentivano la formazione di una corrente di ritorno per l'acqua concentrata: si può allora supporre che mentre la concentrazione della soluzione è sufficiente perchè si depositi il solfato di calce, si mantiene per il continuato tributo di nuova acqua marina inferiore al punto necessario per la deposizione del cloruro di sodio: la quale poi può aver luogo quando la laguna od il bacino sia isolata dal mare, salvo poi a rinnovarsi più tardi il deposito di solfato di calcio per la rinnovata comunicazione. E per quanto dicemmo intorno alle lagune che circondano il Mar Nero, ed intorno al lago di Kara Bogaz, appare, senza bisogno d'altri documenti, la verosimiglianza della ipotesi. La quale poi risponde ad una obbiezione assai più grave che si fa derivare dall'immensa profondità che avrebbe dovuto avere un oceano per dar luogo a depositi che misurano, come a Sperenberg, oltre a 1500 m. di potenza.

Abbandonando quest'argomento, che abbiamo così rapidamente sfiorato da non parere giustificabile neanche dal fatto che esso costituiva per noi una digressione, passiamo ad esporre brevemente dapprima i caratteri più importanti di alcuni fra i più interessanti depositi di salgemma e di argille salate, per poi vedere il modo di loro coltivazione.

Questi depositi non sono peculiari a nessun livello geologico, benchè i più classici si trovino nel trias. Da quelli ritenuti cambriani della Cina, si viene su su, a traverso quelli devoniani del nord-ovest di Russia, quelli siluriani dell'America settentrionale, quelli permiani della Russia e della Germania (Stassfurt), quelli triassici del Cheshire, della Lorena, di Salzsburg, quelli forse cretacei di Algeria, quelli terziari di Cardona, di Wieliczka, di Bochnia, di Sicilia, di Volterra, ecc., sino a quelli che, logicamente, non possono separarsene, attuali delle steppe e dei deserti. Questi giacimenti talora affiorano ed anche emergono dal suolo, tal'altra, e più spesso, sono a profondità più o meno grande e non di rado ragguardevole: in quest'ultimo caso può anche accadere che non sien noti direttamente, ma solo per le sorgenti che ne sono alimentate, naturali od artificiali. Nulla di strano che le acque circolanti nell'interno della terra, venendo a contatto di depositi di salgemma, ne disciolgano e vengano a giorno in forma di sorgenti salate: delle quali in talune regioni salifere è gran numero ed utilizzate in assai larga misura, in addietro più assai che oggidì essendosi ora trovato più conveniente di giungere con trivellazioni al giacimento e mandare per esse sul salgemma dell'acqua, che poi si pompa ad un grado di salinità molto maggiore di quello ordinario nelle sorgenti naturali.

Nei due quadri a pag. 1564 e 1565 diamo la composizione del salgemma dei più importanti giacimenti, e quella delle acque di alcune sorgenti salate. Queste ultime non differiscono molto, per la composizione qualitativa, dal salgemma: contengono sempre solfato di calce, talvolta in ragguardevole proporzione: hanno generalmente un odore bituminoso, comune del resto a molte varietà di salgemma, e dovuto alla presenza, in quantità non dosabili, di una sostanza che durante l'ebollizione si separa con la schiuma: di più, le acque salate contengono spesso, in proporzioni notevoli, un'altra sostanza organica, cui si dettero vari nomi, come quelli di *materie estrattive*, *resina di terra*, ecc., ma che realmente non è nota con esattezza: le acque cariche di questa sostanza, incolori allo stato nativo ed anche dopo arricchimento, prendono durante l'evaporazione un colore brunastro, che si comunica ai cristalli di sale nell'ultimo periodo della operazione.

Saline di Se-tchoan (Cina). — Volendo seguire l'ordine di età nella rivista dei giacimenti di salgemma, ci conviene cominciare dalle saline di Se-tchoan, una delle più vaste provincie della Cina, confinante all'ovest col Thibet, al sud col Jun-nam e Kong-tcheou, all'est col Foulan e Fou-pe ed al nord col Chan-si. Quasi tutte le saline sono nella parte centrale della provincia, riunite in due regioni principali presso le ultime ramificazioni della catena di calcare carbonifero che si stacca dai monti del Fiume Azzurro avanzandosi verso il centro.

Il salgemma non è noto affiorare in nessun punto: la produzione, calcolata ad oltre 800 000 tonn. annue dal missionario francese Coldre, autore d'una pregevole monografia recentemente pubblicata su questo argomento (V. *Bibliografia*), si ottiene da circa 10 000 pozzi la maggior parte trivellati. Più innanzi vedremo come sieno eseguiti questi pozzi e come si estragga il sale: con modi primitivi, ma non privi d'interesse. Osserviamo qui, che i dati che si hanno intorno al livello geologico, da cui provengono le acque salate sono molto vaghi ed incerti; il citato autore dà con riserva per la regione orientale (paese del fuoco, *Fou-chouen*), la serie seguente: da 38 a 100 m. si traversa un'arenaria gialla terziaria: succede dell'arenaria rossa, del calcare e dell'oolite ferruginoso, dopo il quale a profondità di circa 200 m. si ha spesso del bitume. Tengono dietro delle arenarie liasiche sino a 270 m., profondità alla quale si incontrano talvolta dei gas, poco abbondanti. Si traversano quindi le marne variegate del trias, ed i calcari permiani: e fra 330 e 600 m. si hanno sorgenti di acqua salate, giallastre, di saturazione media, compresa cioè fra 12 e 15 %. Dopo perforati dei terreni, calcari, arenarie, scisti, considerati come appartenenti al carbonifero ed al siluriano, si giunge agli scisti ritenuti cambriani e fra la profondità di 930 e 1110 m. si hanno le sorgenti di acqua nerastra, la più ricca, contenendo da 15 a 20 % di sale; sono le sorgenti più abbondanti e sono accompagnate dai più importanti getti di gas. Se i dati geologici precedenti fossero esatti, e non sono, ripetiamo, che molto dubbi, il sale si avrebbe qui almeno al cambriano: sarebbe dunque il giacimento più antico fra quelli noti.

Le acque contengono sino a 28 % di sale: oltre al cloruro di sodio hanno solfato di calcio, cloruri di calcio, potassio, magnesio e traccie di jodio: tengono anche molte materie terrose in sospensione: le acque *nere*, che sono le più ricche, sono spesso cariche di acido solfidrico.

Ciò che dà un carattere speciale a queste regioni è l'associazione del petrolio e dei gas combustibili all'acqua salata. Quest'associazione si ha particolarmente nella parte orientale che ne ha preso appunto il nome di *paese del fuoco*. Si ha una trentina di pozzi che estraggono il petrolio: più abbondanti sono i pozzi da cui sgorgano gas combustibili in quantità considerevole, i quali, raccolti a prezzo di molta fatica, sono utilizzati nella evaporazione dell'acqua salata.

Salgemma siluriano degli Stati Uniti. — La parte di gran lunga maggiore del sale prodotto agli Stati Uniti (i $^4/_5$ circa) è ottenuta per evaporazione delle acque salate estratte da numerosissimi pozzi distribuiti su vastissimo territorio ed alimentati da depositi di età molto diversa. Il più importante di questi, così per l'età come per l'estensione, è senza dubbio quello del siluriano superiore (sottopiano di Salina, gruppo salifero di Onondaga) estesissimo nella parte centrale ed occidentale dello Stato di New-York, dove fu riconosciuto nelle contee di Madison, Onondaga, Tompkins, Cayuga, Livingston, Wyoming, Genesee, Erie; anche nello Stato di Ohio, in quello di Michigan e nella provincia di Ontario (Canadà) si estraggono acque provenienti da depositi di quella formazione. L'esistenza di questi depositi non fu a lungo nota che per la soluzione che ne derivava: solo nel 1878 nella contea di Wyoming, N. Y., facendo una perforazione per petrolio si incontrò uno strato di salgemma, che si verificò essere potente di poco più di 2 m. In breve si constatò la presenza del salgemma con altre perforazioni in quella ed altre contee, e nel 1885 si scavò il primo pozzo per l'estrazione del salgemma: attualmente si hanno quattro pozzi, che, quando saranno tutti ultimati, avranno una capacità di produzione di 2000 tonn. di salgemma al giorno: questi pozzi hanno una profondità fra 250 e 430 m.; in uno di essi (miniera di Retsof, a Piffard, Livingstone Co.) il salgemma ha uno spessore complessivo fra 25 e 26 m. in tre strati principali, il cui spessore rispettivo è $1^m,82$, $6^m,60$ e 18 m.

Il sale di queste miniere si presenta in qualche punto molto puro, ma in generale è impregnato di argilla di color grigio. Lo spessore del deposito di salgemma come la sua distanza dalla superficie del suolo varia grandemente sull'ampia estensione in cui è noto per le perforazioni: lo spessore medio può considerarsi di quasi 23 m., e la profondità varia da 300 a 600 m. Ma, per esempio, a Tully, nella contea di Onondaga, lo spessore in 21 perforazioni varia da 7m,6 a 97 m. I vari letti di salgemma, che talora si sovrappongono sino in numero di sette, sono separati da strati di scisti od argilla. Le acque salate sono spesso ricche di acido carbonico e contengono traccie di bicarbonato di ferro, e, talora, di calce: altra volta sono accompagnate, come vedemmo essere in Cina, da gas, carburi d'idrogeno, usati in qualche caso quali combustibile per la loro evaporazione. Qualche acqua salata è anche accompagnata da petrolio.

Salgemma nell'India. — L'India produce oltre un milione di tonnellate annue di sale, ed i suoi giacimenti di salgemma sono fra i più estesi ed abbondanti del mondo. Essi trovansi ai due lati del fiume Indo, e, sebbene separati da non grande distanza, sono generalmente attribuiti ad età molto differenti.

Ad oriente dell'Indo è la *Salt Range*, di peculiare interesse geologico, argomento di molti ed importanti studi, specie paleontologici. Questa catena di montagne, che s'estende per oltre 150 miglia nel Punjab, comprende terreni che vanno dal pliocene al siluriano: la serie salifera, che apparentemente sta alla base, fu riferita dai vari autori al pliocene, al miocene, al trias, al permiano: Wynne, del Servizio geologico delle Indie, autore di una memoria illustrativa della Salt Range (V. *Bibl.*), la ritenne indubbiamente non più recente del siluriano: più tardi Middlemiss (V. *Bibl.*) dello stesso Servizio, ristudiando l'argomento, giunse a risultati molto diversi, esprimendo, benchè con grande riserva, assolutamente giustificata, l'opinione che il giacimento di salgemma possa avere origine interna, e sia come una secrezione od una schiuma di un magma vulcanico, che si sarebbe fatto strada durante il terziario fra le roccie preesistenti, alterandone anche talune. La questione dell'età del giacimento resta dunque, più che mai, aperta, benchè quest'ultima ipotesi si presenti altrettanto singolare quanto insufficientemente suffragata da prove.

La serie salifera è costituita da marna rosso-scarlatta o porpora, con salgemma, gesso, e, assai subordinati, strati dolomitici. La marna, all'infuori degli strati di salgemma, gesso e dolomia, non presenta che scarse e dubbie traccie di stratificazione, tanto che Middlemiss potè, come vedemmo, attribuirle origine intrusiva; riesce perciò difficile determinarne lo spessore, che si calcolò ad oltre 450 m. Generalmente il salgemma si trova verso la parte superiore della marna, sotto al maggiore sviluppo del gesso con cui la sua stratificazione è parallela: la sua purezza è molto varia; è rossastro o bianco, spesso translucido o trasparente, con istruttura variabile dalla cristallina alla compatta, zonata: ed alterna con potenti letti bruniscuri di marna salifera, detta dai nativi *kallar;* ha ragguardevole spessore, tanto che vi si scavarono in vari punti grandi caverne, talora ampie abbastanza da contenere abitazioni e templi.

Nelle miniere di Mayo, che sono le più ragguardevoli e già lavorate *ab antiquo*, si hanno cinque grandi strati di salgemma del complessivo spessore di oltre 83 metri alternanti con altrettanto di kallar, il tutto intercalato alla parte superiore di circa 300 m. di marna e gesso; quivi si hanno strati di gesso di 30 m. di spessore.

L'altra regione salifera indiana è, come dicemmo, ad occidente dell'Indo, nel distretto di Kohát, ed è traversata da quattro catene principali di colline, dirette prossimamente da est ad ovest. La struttura geologica della contrada è molto complicata; si ha una grande serie di arenarie e di argille che stanno sopra una zona di calcare nummulitico, sotto cui si hanno argille ed arenarie del nummulitico inferiore, e quindi, ascritti al nummulitico, con cui pajono concordanti, o ad un livello più antico, degli strati di gesso e poi di salgemma, questo associato ad argille, bituminose alla parte superiore. Essendo la formazione più bassa conosciuta nella regione, non è noto lo spessore degli strati saliferi, e le si attribuiscono, per la parte nota, 90, 200 e sino a 360 metri.

Un carattere particolare di questo giacimento è dato dalle grandi superfici in cui il sale si presenta a giorno. Il sale forma, in taluni punti, alte colline isolate, particolarmente nelle vicinanze di Bahádur Khél, dove, sopra una lunghezza d'un quarto di miglio esso costituisce i due fianchi dirupati d'una stretta valle. Ha colore biancastro o grigio, struttura variabile dalla altamente cristallina, che è la più comune, sino alla terrosa; vi sono frequenti i blocchi di sale cristallino trasparente: è in generale rimarchevolmente puro.

Giacimento di Stassfurt. — Il giacimento di Stassfurt è fra i più importanti industrialmente, ed interessantissimo al punto di vista scientifico siccome quello in cui s'incontrano le migliori prove dell'origine lagunare dei depositi di salgemma.

Lo sviluppo delle industrie in Prussia avendo reso, una cinquantina d'anni addietro, insufficiente la produzione del sale, si intrapresero numerose perforazioni per ricerca di depositi salini nelle regioni in cui si avevano delle sorgenti salate. Nel 1839 si cominciò una trivellazione a Stassfurt (presso Magdeburgo nella Sassonia prussiana) allora villaggio senza importanza, ora centro industriale di prim'ordine: si traversò dapprima un tratto considerevole entro sali di potassa e magnesia, la cui presenza fu sul punto di far abbandonare il lavoro; quei sali, allora ritenuti inutili, costituiscono attualmente la ricchezza di Stassfurt, il grande produttore di sali di potassio.

Il giacimento di Stassfurt, a lungo ritenuto appartenere alla base del trias, è ora riferito agli orizzonti superiori del permiano (Zeckstein sup.). Esso sta sotto ad un complesso di argille rosse e turchine intercalate con strati di calcare oolitico e contenenti ammassi di gesso (orizzonte delle *arenarie variegate*, trias inf.). Il giacimento salino non pare limitarsi alla regione che circonda Stassfurt, ma bensì estendersi molto maggiormente, fori di scandaglio praticati 20 Km. a nord presso Schönebeck avendo incontrato un giacimento con caratteri analoghi a quelli del giacimento di Stassfurt: e così pure ad oriente presso Aschersleben e ad occidente fin presso Gosslar nell'Hartz.

Nel giacimento di Stassfurt si distinguono quattro zone o *regioni*, più o meno potenti secondo i punti: sono le regioni della carnallite, della kieserite, della poliallite e del salgemma inferiore, le quali alla Miniera Reale hanno rispettivamente lo spessore di metri 22: 28,50: 31 e 108: altrove l'ultima zona è stata traversata verticalmente su 330 m.; ma in niun punto si è giunti alla base della formazione: la trivellazione di Sperenberg, presso Berlino, spinta sino a 1270 m., traversa a partire da 90 m. circa una formazione salifera, che si ritiene continuazione di quella di Stassfurt, e non ne tocca il letto.

Composizione del salgemma.

COMPOSIZIONE	Wieliczka (salgemma bianco)	Berchtesgaden (Tirolo) (salgemma bianco)	Hall (Tirolo)	Hallstadt (sale decrepitante)	Vic (Alsazia-Lorena) bianco	Vic (Alsazia-Lorena) semi-grigio	Vic (Alsazia-Lorena) grigio	Marston Mine (Cheshire) (Crace Calvert)	Cardona
Cloruro di sodio	100,00	99,85	99,43	98,14	99,30	97,80	90,30	96,70	98,55
Cloruro di potassio	—	tr.	tr.	tr.	—	—	—	tr.	—
Cloruro di calcio	—	tr.	0,25	—	—	—	—	0,68	0,99
Cloruro di magnesio	tr.	0,15	0,12	—	—	—	—	tr.	0,02
Solfato di calcio	—	—	0,20	1,86	0,50	0,30	5,00	0,25	0,44
Solfato di sodio	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Solfato di magnesio	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Carbonato di calcio	—	—	—	—	—	—	2,00	—	—
Carbonato di magnesio	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Materie insolubili	—	—	—	—	0,20	1,90	2,00	1,74	—
Umidità	—	—	—	—	—	—	0,70	0,63	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

COMPOSIZIONE	Ouled (Algeria)	Kebbad (Algeria)	Varangéville	Schwäbischhall	Lungro	Mayo Mines (Salt Range, India) (C. Hickey)	ROMANIA Slanic qualità superiore	ROMANIA Slanic qualità ordinaria	ROMANIA Doftana qualità superiore	ROMANIA Doftana qualità ordinaria	ROMANIA Tirgu-Ocna qualità superiore	ROMANIA Tirgu-Ocna qualità ordinaria	ROMANIA Grandi saline qualità superiore	ROMANIA Grandi saline qualità ordinaria
Cloruro di sodio	98,89	72,16	93,839	99,63	97,69	93,00	99,830	97,163	99,378	97,020	99,040	96,920	99,878	94,841
Cloruro di potassio	—	—	—	0,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cloruro di calcio	—	1,65	0,048	—	0,15	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—
Cloruro di magnesio	1,11	5,57	0,093	—	0,05	1,25	—	0,007	0,002	0,008	0,003	0,006	—	0,004
Solfato di calcio	—	10,72	—	0,28	—	0,75	0,013	1,536	0,234	0,745	0,375	1,159	0,046	0,924
Solfato di sodio	—	—	—	—	0,06	—	—	0,277	0,310	0,965	0,484	0,536	—	2,329
Solfato di magnesio	—	2,06	—	—	1,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Carbonato di calcio	—	3,71	3,070	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Carbonato di magnesio	—	2,89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Materie insolubili	—	1,24	2,740	—	0,44	tr.	—	0,359	—	1,140	—	1,246	—	1,739
Umidità	—	—	0,200	—	0,21	4,50	0,089	0,162	0,074	0,106	0,089	0,120	0,074	0,118
	100,00	100,00	99,990	100,00	100,00	100,00	99,932	99,504	99,998	99,984	99,991	99,987	99,998	99,958

Composizione delle acque di sorgenti e pozzi.

COMPOSIZIONE	Lüneburg (Hinuber)	Hall Gutjahrbrunnen (Heine)	Schönebeck (Heine)	Dürrenberg (Heine)	Hall Hackebrunnen (Heine)	Kozen (pozzo inferiore) (Heine)	Kozen (pozzo superiore) (Heine)	Nauheim (Zwenger)	Artern (Heine)	Soden (Liebig)	Kreuznach (Liebig)	Salzhausen (Liebig)	Rodenberg (pozzo) (Pfannkuch)	Salina (Syracuse, N. Y., Stati Uniti) (Goessmann)			
Cloruro di sodio	24,665	17,718	10,404	7,539	7,356	2,741	4,343	2,506	2,449	1,475	1,415	0,943	0,633	16,7503	15,5317	18,2465	13,3767
Cloruro di potassio	—	0,166	—	—	0,162	—	—	tr.	—	0,037	0,006	0,009	—	0,0110	0,0109	0,0119	0,0086
Cloruro di calcio	—	0,134	—	—	0,172	—	—	0,203	—	—	0,261	—	—	0,1594	0,1533	0,1984	0,1037
Cloruro di magnesio	0,127	0,406	0,073	0,125	0,467	—	—	0,085	0,061	—	0,023	0,080	—	0,1464	0,1444	0,1784	0,1336
Solfato di potassio	0,038	—	0,148	0,083	—	0,030	0,031	—	0,053	—	—	—	—	—	—	—	—
Solfato di sodio	—	—	—	—	—	0,141	0,028	—	—	—	—	—	0,036	—	—	—	—
Solfato di magnesio	0,245	—	0,130	0,054	—	0,076	0,103	—	0,009	—	—	—	—	—	—	—	—
Solfato di calcio	0,341	0,466	0,284	0,568	0,266	0,334	0,438	0,005	0,429	0,011	—	0,080	0,222	0,5673	0,5772	0,5117	0,5234
Carbonato di calcio	0,007	—	0,049	0,013	—	0,021	0,014	0,150	0,005	0,126	0,003	0,057	0,018	—	—	—	—
Carbonato di magnesio	—	—	0,006	0,002	—	—	—	0,048	—	0,024	0,001	—	—	—	—	—	—
Carbonato di protossido di ferro	0,001	—	0,003	—	—	—	—	0,004	—	0,004	0,005	0,001	—	0,0034	0,0044	0,0036	0,0015
Bromuro di magnesio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0022	0,0024	0,0025	0,0017
Allumina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	tr.	0,001	—	—	—	—	—	—
Ossido di ferro	—	—	—	0,001	—	0,001	0,001	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Silice	0,003	—	0,002	0,002	—	—	—	0,007	—	0,004	0,013	0,001	—	—	—	—	—
Materie organiche	—	—	0,001	—	—	—	—	—	—	tr.	tr.	tr.	tr.	—	—	—	—
TOTALE materie solide	25,427	18,890	11,100	8,387	8,423	3,344	4,958	3,008	3,006	1,681	1,728	1,171	0,909	17,6400	16,4243	19,1530	14,1492
Acido carbonico	—	—	—	—	—	—	—	0,162	—	—	—	0,027	—	—	—	—	—
Acqua	74,573	81,110	88,900	91,613	91,577	96,656	95,042	96,830	96,994	98,319	98,272	98,802	99,091	82,3600	83,5757	80,8470	85,8508

Il salgemma, che costituisce la zona inferiore, è in generale abbastanza omogeneo, più puro in basso che in alto: in generale è incoloro, ma sovente anche colorato in grigio, bruno, rossastro. In generale è in masse compatte a struttura cristallina, sfaldabili secondo le faccie del cubo, senza nessuna apparenza di stratificazione: accidentalmente lo si è trovato fibroso in prossimità di rotture, e granulare in sottili banchi bianchi o gialli: in prossimità del tetto si trovò pure, mescolato a sylvina, in cristalli colorati in azzurro da una sostanza volatile supposta essere un carburo d'idrogeno. Carburi d'idrogeno liquidi o gasosi si trovano nel salgemma in numerose bolle soventi visibili anche ad occhio nudo, e producono uno speciale decrepitar del sale quando venga esposto al calore: nella miniera di Douglas Hall si produsse nel 1875 uno sviluppo di tali carburi, che, infiammato, arse dall'aprile al giugno.

La massa del salgemma è traversata da straterelli di qualche millimetro di spessore, costituiti di cristallini di anidrite, spesso bituminosa, cementati da salgemma. Questi straterelli limitano dei banchi, il cui spessore varia da $2^{cm},5$ a 15 cm.: essi costituiscono un serio ostacolo all'impiego del salgemma negli usi domestici; poichè il salgemma, che sarebbe di grande purezza, considerato in massa risulta contenere quasi 5 % di anidrite: ed attualmente il sale spezzato e classificato secondo grossezza, non è più raffinato come si faceva in addietro per soluzione ed evaporazione, nè si applica il processo di separazione meccanica dell'anidrite per mezzo d'una corrente ascendente d'aria; ma si pone direttamente in commercio, la maggior parte per gli usi industriali.

Nella parte superiore del giacimento, al disopra della regione dell'anidrite si è scoperto in questi ultimi tempi un giacimento di salgemma molto puro, senza sali deliquescenti, detto *giacimento salino superiore* (Oberes Steinsalzlager): e da esso si estrae attualmente la maggior quantità del salgemma. Questo si presenta come una massa cristallina compatta, senza piani di stratificazione: è bianco o colorato in giallo-azzurro o rosso: talora terroso. Le varietà bianche macinate servono per l'uso comune: quelle colorate servono nell'industria chimica: quelle terrose si raffinano per dissoluzione ed evaporazione.

Nella parte superiore della zona inferiore, al cloruro di sodio comincia ad unirsi quello di magnesio, il quale nella seconda regione, caratterizzata dalla presenza della poliallite, e potente da 30 a 35 m. con uno spessore verticale di circa 60 m., giunge a costituire il 0,5 % della massa, rendendo il salgemma amaro e deliquescente. La poliallite, la cui formola è: $2CaSO^4 + MgSO^4$, $K^2SO^4 + 2H^2O$, colorata in grigio-azzurrastro, con frattura concoidale, si trova in sottili straterelli regolari di cm. 2,5 a 3 di spessore, ed insieme all'anidrite, che continua dalla zona precedente, costituisce il 7,3% circa della massa.

Questa seconda regione non è utilizzata industrialmente, come non lo è la successiva, caratterizzata dalla presenza della kieserite, e di costituzione assai complessa. Alla sua base si ha ancora un po' di cloruro di magnesio: poi il magnesio si riunisce tutto nella kieserite; nella parte superiore comincia a trovarsi la carnallite, e per un certo tratto si ha una miscela dei due sali, dopo di che la kieserite va diminuendo e si presenta la stassfurtite in arnioni ed in strati scontinui. La composizione centesimale complessiva di questa terza zona, la cui potenza è dai 25 m. ai 28,50 e lo spessore verticale di circa 56 m., è la seguente:

Salgemma	65
Kieserite	19
Carnallite	14
Anidrite	2
Stassfurtite	0,1

La kieserite, elemento caratteristico della zona, è un solfato di magnesio idrato, di formola $MgSO^4, H^2O$, che si presenta ora cristallizzato in prismi clinorombici ed ora amorfo; è semitrasparente, di un bianco grigiastro, talvolta rosso-chiaro; è deliquescente: forma straterelli di 2,5 a 3 cm. di spessore e talvolta sino a 30 cm.

La quarta regione o zona, che insieme alla carnallite, la quale ne costituisce l'elemento essenziale, contiene vari altri sali molto interessanti, ha una potenza di 22 m. (spessore verticale medio di 42 m.) ed è la più importante al punto di vista industriale, quella in cui si concentra la maggior somma di lavoro. La carnallite (detta anche localmente *kalisalz*), la cui formola è: $KCl, 2MgCl^2 + 6H^2O$, bianca e trasparente quando è pura, ma più d'ordinario giallastra o rosso-mattone e mescolata a proporzioni variabili di cloruro di sodio, di kieserite e di stassfurtite, si presenta quasi sempre a struttura granulare, in istrati di spessore vario, non maggiore di 2 m., alternati con strati di salgemma e straterelli di kieserite.

Dei sali che accompagnano la carnallite, limitiamoci a ricordare la composizione; sono: la kieserite, solfato idrato di magnesia ($MgSO^4 + H^2O$), — la kainite, la cui formola è $KCl + 2MgSO^4 + 6H^2O$ secondo Tschermak, — la stassfurtite, una combinazione di borato di magnesia e cloruro di magnesia, cui si attribuiscono dai vari autori varie formole (di cui la più generale è $Mg^7Cl^2Bo^{16}O^3$), — la silvina o cloruro di potassio (KCl) e la tachidrite, cloruro di magnesio e di calcio ($CaCl^2 + 2MgCl^2 + 12H^2O$).

Questa quarta zona alimenta a Stassfurt oltre a trenta fabbriche di prodotti chimici, le quali occupano 3500 operai. I prodotti principali sono il cloruro di potassio, che si estrae dalla carnallite utilizzando la solubilità varia dei diversi sali e la cristallizzazione: del 16 % circa di cloruro di potassio contenuto nella carnallite impura, si ritira così il 10 od 11 %; il resto è perduto o passa in prodotti accessori. Gli scarti di questa fabbricazione, o depositi impuri, si impiegano come emendamenti in agricoltura (*düngesalz*). Dai residui della estrazione del cloruro di potassio, si cava la kieserite artificiale, la quale si esporta in larga scala specie in Inghilterra, e si utilizza sopratutto per la fabbricazione dei solfati di magnesio, di potassio e di bario. L'epsomite (*bittersalz*), $MgSO^4 + 7H^2O$ si ottiene dalla kieserite, per dissoluzione ed evaporazione. Il solfato di sodio, impiegato nelle vetrerie, nella fabbricazione del carbonato, ecc., si produce in quasi tutte le officine, utilizzando i residui insolubili della carnallite.

Un prodotto di particolare interesse è il bromo, il quale, rimasto a lungo confinato nei laboratorii di chimica e in quelli farmaceutici, ha preso considerevole importanza per lo sviluppo della fotografia ai bromuri. Stassfurt fornisce quasi totalmente il bromo ora in commercio. Lo si ottiene dalle seconde acque madri della fabbricazione del cloruro di potassio (le quali ne contengono da 0,10 % a 0,55) trattandole entro bacini in pietra con un miscuglio di biossido di manganese e di acido solforico; si produce la reazione:

$$2KBr + MnO^2 + 2H^2SO^4 = K^2SO^4 + MnSO^4 + 2H^2O + Br^2.$$

Il bromo di Stassfurt è completamente esente di iodio: la produzione, che nel 1865 era di 800 Kg., nel 1870

saliva già a 20 000 Kg.: nel 1885 fu di 400 000 Kg. Si preparano anche i bromuri di potassio, sodio, calcio e magnesio.

Ricordiamo infine fra i prodotti delle officine di Stassfurt il carbonato ed il solfato di potassio, l'acido borico ed il borace, questi due ultimi estratti dalla stassfurtite. Tutta una serie di ingrassi, miscele di sali di potassio e di magnesio e salgemma, sono messi in commercio dalle officine di Stassfurt, ed hanno una grandissima importanza, specialmente nella coltivazione delle barbabietole.

Giacimenti del Salzkammergut. — L'Austria è fra i paesi d'Europa uno dei più largamente favoriti sotto il rispetto della produzione del sale: oltre le saline marittime d'Istria e Dalmazia che producono annualmente più di 22 000 tonn. di sale, essa ha depositi di salgemma e sorgenti salate che, estesamente lavorate, forniscono oltre a 250 000 tonn. Le due grandi regioni salifere che alimentano quest'ultima produzione sono l'una nelle pianure prossime ai Carpazj e comprende a sud i depositi di Ungheria e Transilvania (Rhonaszeh, valli del Maros, Szamos, Kiskiküllö) e a nord quelli di Galizia, con i celebri depositi di Wieliczka e Bochnia; l'altra regione è quella del Salzkammergut e Salzburg: e di quest'ultima intendiamo ora di parlare a ragione della sua età. Essa comprende le miniere di Salzburg, propriamente dette, le principali delle quali sono quelle di Hallein sui fianchi orientali del Dürrremberg, e le miniere di Salzkammergut poste a Hallstadt, Ischl, Gmunden, Aussee. Il giacimento si estende a nord nell'Alta Austria, a sud nel Tirolo, ad est nella Stiria, ad ovest nella Baviera. Questi giacimenti si trovano alla parte inferiore del trias superiore (Keuper inferiore, Kohlenkeuper): la loro forma è molto variabile, e testimonia di energiche azioni meccaniche, ch'essi dovettero subire: sono ammassi o lenti, talvolta, come ad Hamstadt, quasi verticali. Il sale è raramente puro: è invece generalmente mescolato ad argilla rossa o nera, con frequenti vene di gesso e di anidrite. In parecchi punti l'argilla salifera è bituminosa. Il giacimento coltivato ad Ischl contiene in media 50 a 55 % di sale; ad Hallstadt 70 a 75 %, e ad Aussee 80 a 90 %. Le miniere sono antichissime e si trovano indicazioni del loro lavoro sino nell'VIII secolo: sono coltivate con un metodo di dissoluzione che per il suo particolare interesse sarà accennato più innanzi.

In relazione ai depositi di salgemma si hanno sorgenti salate, alcune delle quali alimentano stabilimenti balneari molto frequentati, come, per esempio, quelli di Ischl.

Giacimenti della contea di Cheshire. — Il trias inglese comprende due grandi giacimenti di salgemma: uno nel Durham che alimenta le industrie chimiche di Newcastle, l'altro nel Cheshire che per Liverpool lo riversa nell'America, nell'Australia e nelle colonie inglesi, servendo di zavorra alle navi in ritorno.

Limitiamoci a dare un cenno del giacimento dello Cheshire, come quello che è molto più importante per la sua produzione, ed ha caratteri interessantissimi.

La parte centrale e maggiore della contea di Cheshire è occupata da un bacino triassico; nella parte superiore di questo (la quale rappresenta il Keuper) si trova il salgemma entro una formazione di *marna rossa* (*red marl*). Questa occupa un'area calcolata da taluni a 500 miglia quadrate inglesi e da altri a 800 (1280 Km^2 a 2048 Km^2); la marna in zone di vario colore, rossa, bruna, azzurrastra, ecc., è accompagnata da un'arenaria tenera, a grano fine, che contiene frequenti pseudomorfosi argillose di cristalli di salgemma. Associati alla marna trovansi il gesso ed il salgemma. Il gesso presentasi in istrati qualche volta assai potenti, ed altre volte sottili e poco estesi: mostrasi pure in esili ramificazioni o vene diramantisi in ogni direzione: nel caso di strati poco potenti è ordinariamente fibroso, con le fibre normali alla stratificazione. Nei limiti di quanto è noto attualmente può dirsi che, prescindendo dagli straterelli sparsi in varia altezza nella formazione, si hanno due strati di salgemma di considerevole spessore (*top rock* e *bottom rock*), separati da una diecina di metri di marna indurita attraversata quasi verticalmente da vene di salgemma. Questi strati di salgemma però non sono continui: pare piuttosto che rispondano a bacini distinti, benchè, con probabilità assai minore, da taluni l'interruzione si attribuisca a fratture con salti: sono in sostanza estese masse lenticolari, che vanno in generale assottigliandosi verso gli orli; l'inclinazione non supera d'ordinario 1°, considerevolmente minore di quella degli strati sottogiacenti. Lo spessore complessivo degli strati di salgemma sinora riconosciuti è di circa 180 piedi ($54^m,86$) a Northwich e di 210 piedi (64 m.) a Winsford; nella prima di queste due località (che sono i centri più importanti di produzione) lo strato superiore incontrasi a 19 m. circa di profondità dal livello del mare, ed a circa il doppio nella seconda: in nessuna fu trovato il letto dello strato inferiore. Il salgemma si presenta come una massa cristallina con apparenza di stratificazione ondulata messa in evidenza da una successione di colori, ora fra loro nettamente distinti ed ora sfumando l'uno nell'altro, ed in generale prossimi a quello della marna che racchiude il salgemma: queste zone, variamente colorate, tagliate dal cielo delle miniere, dànno luogo ad apparenze di varie forme, detti *circoli*, in base alle quali qualche autore affermò che il salgemma presenta struttura colonnare: affermazione altrettanto infondata, quanto in disaccordo con ciò che è noto sul modo di presentarsi ovunque di questa roccia. Le marne sopra e sotto il salgemma sono ordinariamente impermeabili: sopra i due strati di salgemma si ha generalmente uno strato di marna considerevolmente indurita (*flag*), la quale mentre offre un solido appoggio al rivestimento dei pozzi nelle miniere aperte nello strato inferiore, compie un ufficio assai più importante rispetto allo strato superiore. Infatti, essa costituisce un tetto impermeabile, sotto cui scorre lentamente una potente massa d'acqua che si carica di sale e sgorga a giorno in sorgenti salate dove le condizioni ipsometriche e topografiche lo permettono. Spesso quest'acqua salina scorre in una marna a struttura granulare, sabbiosa (*horse beans, shaggy metal*), la quale altro non deve rappresentare che il residuo delle impurità originariamente contenute nel salgemma successivamente disciolto.

Le sorgenti salate dovettero essere utilizzate sin da tempi remotissimi: esaurite o rese insufficienti, si scavarono piccoli pozzi da cui l'acqua salina attingevasi con secchi: in documento dell'anno 816 si trova menzione di tali sorgenti. Attualmente oltre ai $^9/_{10}$ della produzione di sale dello Cheshire proviene dalle acque salate; ma le sorgenti, troppo povere e scarse, non sono utilizzate; intorno a Northwich sedici pozzi, ed a Winsford ventotto (per tacere degli altri sparsi in tutto il distretto) scendono ad immensi serbatoi di soluzione salina da 25 a 26 % di cloruro di sodio, che viene estratta per mezzo di pompe; quest'acqua proviene parte dallo strato che dicemmo testè ricoprire il banco superiore di salgemma e parte da antiche miniere abbandonate ed inondate.

Il salgemma cominciò ad estrarsi molto tempo dopo che si utilizzavano le sorgenti; non lo si trova accennato

infatti prima del 1670: le prime miniere si aprirono nello strato superiore, sino a che scoperto l'inferiore, si coltivò, ad esclusione dell'altro come più potente e di materiale più puro: tutte le miniere aperte nello strato superiore furono abbandonate e rovinarono per insufficienza del tetto, o furono invase dalle acque.

In tutto il distretto salifero dello Cheshire si verifica un abbassamento del suolo più o meno lento secondo i luoghi e che pare affettare più di 1100 ettari di superficie, ed in parecchi punti ed a più riprese accaddero scoscendimenti repentini e molto estesi. Essendo il livello del suolo generalmente assai basso, il primo effetto di tale abbassamento si è che le acque invadono terreni prima dati all'agricoltura formando gran numero di laghi poco profondi, ma molto estesi, uno dei quali presso Northwich misura più di quaranta ettari. Danni ben altrimenti importanti sono sofferti dalle ferrovie, canali, edifizi, condotti e via dicendo. Là dove vent'anni addietro la ferrovia correva al livello della campagna esistono terrapieni di dieci e più metri: delle chiuse divengono inutili; i ponti debbono essere continuamente alzati; a Northwich ed a Winsford le case pencolano in ogni senso ed annualmente buon numero rovina. Due sono le cause che producono questi fenomeni che dànno al paese singolar carattere di desolazione: la prima e di gran lunga la più importante è l'estrazione dell'acqua salata, che ammonta a più di otto milioni di tonnellate annue: l'altra è la rovina di pozzi e miniere abbandonate. Ne venne pochi anni addietro una viva agitazione nel paese per far stabilire un'imposta su ogni tonnellata di sale prodotto, per risarcire dei danni i proprietari del suolo: dopo una controversia lunga e grave l'imposta non fu stabilita. L'acqua che scioglie il salgemma non è, come vedremo praticarsi altrove, introdotta ad arte: essa giunge al giacimento per vie naturali, per permeabilità del suolo, per antichi pozzi di miniera il cui orifizio è ora a livello inferiore a quello del fiume, e, secondo taluni, anche per quelli che furono affioramenti del salgemma. Si pretese da una parte che, pur cessando l'estrazione della soluzione salina i danni non sarebbero diminuiti chè la natura provvederebbe ad inviarla al mare; e si rispondeva dall'altra che i danni non esistevano prima che l'estrazione della soluzione prendesse le attuali proporzioni.

Giacimenti della Lorena. — I giacimenti saliferi della Lorena di grande importanza economica sono situati nel *Keuper gessifero;* formano, in mezzo alle marne, degli ammassi lenticolari allungati. Queste lenti di salgemma sono distribuite in due gruppi, separati da un intervallo sterile di 30 a 40 metri di spessore; il solo gruppo superiore è lavorato, l'inferiore non essendo noto che per qualche foro di trivellazione. Il gruppo superiore comprende al pozzo della miniera di St-Nicolas undici strati di sale, il cui spessore complessivo è di m. 63,70 e sono distribuiti sopra un'altezza di m. 87,36; lo strato inferiore ha 21 m. di spessore.

Strati di marna ed argilla, con gesso ed anidrite, separano gli strati di sale. Il gesso forma ammassi più numerosi e più piccoli di quelli del sale. Gli strati di sale risultano di una sovrapposizione di banchi di qualche centimetro di spessore, regolari e ben distinti per leggiere variazioni di tinta, e composti di un'aggregazione di cristalli cubici di dimensioni che superano talora 1 cm., intrecciantisi in ogni senso, translucidi, grigiastri: la massa ha struttura lamellare e irregolare, salvo che alla base dove può divenire granulare o fibrosa, per essere i cristalli più minuti. L'argilla è disseminata nel salgemma e vi forma pure venucole regolari orizzontali, ed altre verticali o variamente dirette. Il salgemma contiene del solfato di calcio, solfato di sodio, ed un poco di solfato di magnesio: non pare contenga nè cloruro di magnesio, nè traccie di iodio e di bromo; assenza che induceva Élie de Beaumont a ritenere poco verosimile l'origine del deposito per evaporazione naturale di lagune marittime, ed a riscontrare grande analogia con certi prodotti immediati dell'energia vulcanica.

Questi giacimenti, non riconosciuti ancora che parzialmente, sono lavorati parte per cave sotterranee da cui ricavasi il sale in roccia, e parte per dissoluzione: a più innanzi qualche altro particolare.

Depositi di salgemma in Italia. — Giunti in questa nostra rapida rivista ai depositi di salgemma contenuti in terreni terziari, dobbiamo dire alcuna cosa di quelli italiani, i quali appunto appartengono a questa categoria. Veramente assai piccola è l'importanza loro, dappoichè essi forniscono meno dell'ottava parte del sale prodotto annualmente in Italia; ma ci piace, scrivendo in opera italiana, non passarli sotto silenzio, comunque troppo lungi dall'entità degli altri che trovan posto in queste pagine. In Calabria ed in Sicilia si estrae il salgemma in roccia, a Volterra ed a Salsomaggiore si hanno sorgenti o pozzi di acqua salsa.

Il deposito di *Lungro* affiora a circa tre chilometri a mezzodì del paese di quel nome nella Calabria citeriore. È entro argille del miocene superiore, ed è in istrati alternanti con strati paralleli di argille salate e marne: l'inclinazione, prossima alla verticale nella parte superiore, va diminuendo in profondità, sicchè a 200 m. non è che di 50°. A due chilometri dalla miniera si hanno sorgenti salate ed efflorescenze saline coprono il suolo in vicinanza di essa. Il deposito è stato riconosciuto sino alla profondità di 225 m. dalla bocca del pozzo, quota a cui trovasi il quinto piano attuale di lavoro, detto *piano di fertilità;* in direzione i lavori non si estendevano pochi anni addietro, cioè nel 1886 quando una Commissione governativa studiò le condizioni della miniera (V. *Bibliografia*, O. Foderà, P. Toso), oltre a 230 m.: in seguito i lavori si svolsero maggiormente in senso orizzontale nei piani superiori. Vene di grande potenza di sale perfettamente puro sono piuttosto rare: generalmente esse sono inferiori al metro ed alternano con altre di sale mescolato ad argilla, il quale costituisce le cosidette *barde*, materiale di rifiuto che vien lasciato in miniera: si hanno talora sino a 10 m. di spessore esclusivamente costituito da *barde:* si ritiene che la purezza di una vena varii così in direzione che in profondità, pur mantenendosi d'ordinario costante per un buon tratto. Il sale viene, nella miniera stessa, sottoposto a cernita molto onerosa; e, della materia abbattuta, un quarto solo passa nei magazzini, il resto rimanendo in miniera. Il sale è bellissimo, generalmente cristallino e perfettamente bianco: in qualche regione soltanto si ha una varietà di sale puro, a tinta leggermente turchino-nerastra: è detto *cervino* e il colore, dovuto a sostanze organiche, scompare con la macinazione. Il sale lamellare o cristallizzato, e il *sale formico* o facilmente sgretolabile riducendosi in piccoli cristalli, sono affatto accidentali.

Il giacimento di Lungro è lavorato da tempi antichissimi: Plinio ne fa menzione: fu sino a tempi molto recenti coltivato con metodi poco razionali, ma attualmente si accenna a migliorarli, migliorando ad un tempo le condizioni di sicurezza e quelle economiche.

In *Sicilia* il salgemma trovasi in argille del Miocene superiore (Tortoniano): sono argille gessose e sabbiose, di colore grigio-azzurrognolo quando non subirono

ancora l'azione degli agenti esterni: sono più o meno salate al gusto e dànno luogo ad abbondanti efflorescenze saline: alla loro parte superiore contengono talvolta grandi ammassi lenticolari di salgemma. Le acque che si raccolgono nei valloni che solcano queste argille si caricano generalmente di sale e formano fiumi salati, come il Salso, il Salito, l'Imera meridionale, ecc. Le miniere aperte in questi ammassi hanno produzione limitata quasi esclusivamente ai bisogni locali, e la più importante è quella di Racalmuto, dove si coltiva una lente di potenza non ancor nota: talora, come alla Salina grande di Alimena, si incontrarono sparsi irregolarmente nel salgemma arnioni di carnallite rossastra a struttura fibrosa, sericea, non utilizzabili per la quantità limitata.

Pure nel Miocene superiore trovasi il salgemma presso *Volterra*. È in marne gessifere, ricoperte da argille plioceniche e sovrastanti ad una potente formazione ciottolosa. Il sale trovasi di preferenza nella parte più bassa della formazione gessifera, e costituisce masse amigdaloidi assai limitate, variabili per numero e spessore nei diversi punti. Il sale è estratto per dissoluzione; nè le condizioni del giacimento consentirebbero di operare altrimenti. La grande ricchezza di acque salifere del territorio volterrano dovette dar luogo all'industria d'estrazione già da tempi antichissimi: è detto che nel 981 essendosi scoperte sorgenti d'acqua salsa presso Hall in Sassonia, l'imperatore Ottone II vi chiamò gente di Volterra per insegnare a lavorarle. Attualmente, la soluzione estratta da vari pozzi e riunita in unico grande serbatojo, proviene in gran parte da acqua del torrente delle Moje mandata a contatto del salgemma per mezzo di antichi pozzi abbandonati; essa ha dai 18 ai 25° B.

Nella zona petroleifera dell'*Emilia*, che diede luogo a varie riprese a lavori di ricerca assai importanti cui il risultato non fu pari alle speranze, il petrolio è molto spesso accompagnato dal cloruro di sodio e questo è in taluni punti così abbondante da poter esserne estratto. Così a *Salsomaggiore*, in provincia di Parma, a 30 Km. da questa città, si conoscono ed utilizzarono da tempi molto remoti, che il padre Barbetta fa risalire a 200 anni av. C., numerose sorgenti salse. Ed attualmente ancora vi si estrae il cloruro di sodio dall'acqua fornita da un pozzo artesiano profondo 308 m. che ne dà 320 ettolitri al giorno a 16° B.; l'estrazione ha luogo, in verità, non come scopo a sè stessa, ma per mantenere in vita l'annesso stabilimento balneario. L'acqua è incolora, ha odore bituminoso, ed è mescolata a petrolio: è accompagnata da abbondanti gas infiammabili, i quali vengono raccolti in gasometro insieme a quelli provenienti da altri pozzi e servono all'illuminazione ed al riscaldamento. L'acqua si evapora in caldaje sino a che non cominciano a depositarsi altri sali insieme al cloruro di sodio: rimane un'acqua a 32° B. che contiene cloruro di calcio, carbonato di magnesio, ioduri e bromuri: è l'*acqua madre*, che, diluita, serve per i bagni. Nel 1892 si produssero così 600 tonn. di cloruro di sodio.

Giacimento di Cardona. — Il giacimento di Cardona, in Ispagna, a 86 Km. da Barcellona è degno di particolare menzione siccome quello che si presenta senza ricoprimento d'altro terreno, e costituisce da solo delle grandi rupi: è attribuito all'Eocene. Per tale giacimento si è particolarmente messa innanzi l'origine eruttiva, indotti dalla mancanza di legame stratigrafico fra il deposito di salgemma e la formazione su cui riposa. La superficie di salgemma attualmente a nudo ha forma ovale irregolare, lunga da 1600 a 1700 metri e larga 450 metri circa: due gole traversano nel senso della lunghezza l'ammasso salino ed all'estremo occidentale di una di esse s'erge un enorme blocco, potrebbe dirsi montagna, di sale roseo di oltre cento metri d'altezza. Questo giacimento è noto dalla più remota antichità: era in piena estrazione nell'epoca romana: attualmente è lavorato per grandi gradini, e fornisce intorno a 10 000 tonnellate annue: il sale è bianco, grigio e, sopratutto nelle porzioni più superficiali, ha colori vivi, in cui domina il rosso.

Salgemma nella regione dei Carpazi. — Nella regione dei Carpazi si hanno sviluppatissimi giacimenti di salgemma appartenenti alla parte superiore del terziario, cioè alla sommità del miocene od alla base del pliocene: su grande estensione si manifestano con affioramenti; altrove sono svelati da numerose ed abbondanti sorgenti o da efflorescenze che coprono il suolo.

Sul versante settentrionale, ove i depositi hanno importanza maggiore, si hanno le celebri miniere di *Wielicska* e di *Bochnia*, delle quali si sono date tante pittoresche descrizioni. A Wielicska la formazione è costituita da una massa immensa argillo-marnosa, nella parte superiore della quale il salgemma trovasi in ammassi o lenti più o meno estese, e talora con spessore di 50 m., e nelle parti inferiori in un insieme di strati sufficientemente regolari e che talora hanno sino a 20 metri di spessore. Si distinguono più varietà di salgemma, e cioè: il *grünsalz* o sale verde, di colore grigio-verdastro, in grani da 2 a 5 cm., assai impuro; trovasi nella parte superiore del giacimento ed è estratto solo nelle porzioni più pure; — lo *spizasalz*, in piccoli grani, di color grigio cupo, spesso molto impuro, contenendo sino a 15 % d'argilla: è estratto per le industrie chimiche; — infine lo *szybikersalz*, a grano medio, quasi bianco, molto puro non contenendo che 1 % di impurità costituite da anidrite ed argilla. Quest'ultima varietà costituisce gli strati od ammassi inferiori: esso solo è estratto per gli usi domestici. In piccoli ammassi cristallini o granulari si trova accidentalmente il *knistersalz*, o *sale decrepitante*, il quale ha la proprietà di produrre uno sviluppo di gas accompagnato da una piccola detonazione quando lo si scioglie nell'acqua: il gas, contenuto in cavità microscopiche, le cui pareti si spezzano quando sono assottigliate dall'acqua, è costituito, secondo Bischof, da 84 % di idrogeno protocarburato, 2 % d'acido carbonico, 2 ½ % di ossigeno, 10 % d'azoto. L'anidrite è il solo minerale estraneo che si trovi nel giacimento con qualche abbondanza: esso forma la ventesima parte della massa nella regione inferiore.

Numerosi resti animali e vegetali trovansi nelle argille e nel gesso.

La miniera di Wielicska è coltivata da grandissimo tempo: i primi lavori di cui si ha notizia rimontano all'XI secolo: attualmente il giacimento è riconosciuto sopra una lunghezza di 3400 m., ed i lavori giungono a 280 m. di profondità: la sua larghezza è in qualche punto di 3800 m.: vi lavorano 600 operai, e l'estrazione annua è di 70 000 tonnellate.

In *Romania* il salgemma esiste tutto lungo i Carpazi, e dà luogo ad estrazione molto importante.

Sale dei deserti, sale delle steppe. — Ultimi nella scala del tempo, fra i giacimenti di cloruro di sodio, sono quelli affatto superficiali che incrostano il suolo di tutti, può dirsi, i deserti del globo, dal Sahara ai deserti dell'Arabia, dell'Asia centrale, delle steppe dei Kirghisi, le pampe dell'America meridionale, delle aride pianure del Colorado, dell'Utah, Nevada, New-Mexico, Arizona, ecc. La quantità del sale che ricopre la pampa

di Tamarugal si è fatta salire ad oltre 60 milioni di tonnellate. In queste condizioni il sale o è il residuo di laghi essiccati o rappresenta il risultato dell'evaporazione d'acque che avevano dilavati depositi di salgemma o provenivano da vere sorgenti saline.

Estrazione del Salgemma.

Il salgemma si estrae dai suoi giacimenti o direttamente allo stato solido, in blocchi, oppure dalla sua soluzione prodottasi naturalmente od artificialmente.

L'estrazione del sale in roccia può farsi in qualche caso a cielo aperto; così è, a cagion d'esempio, coltivato il rinomato giacimento di Cardona in Ispagna, così sono per la maggior parte lavorati gli estesissimi giacimenti della riva occidentale dell' Indo. Più generalmente è necessario procedere per lavoro sotterraneo, intorno al quale insomma, non volendo entrare in minuti particolari, poco è qui a ragionare: in modo sommario può dirsi che si procede con il metodo per pilastri abbandonati, scavando cioè nella massa del salgemma in guisa di lasciare intatta in posto una porzione di questo per sostenere l'escavazione. Ma non è a dire per ciò che non si abbia grande varietà nel modo di applicare questo metodo, ovvio di per sè trattandosi di estrarre una materia di poco valore, la quale mal consentirebbe l'impiego di un riempimento. Nello Cheshire, ad esempio, in cui si ha uno strato orizzontale, vi si scende per due pozzi, a 10 o 15 metri di distanza fra di loro, e spesso molto meno, i quali determinano la ventilazione dei lavori senza bisogno di speciali apparecchi: i pozzi hanno in generale, almeno nella parte rivestita, un diametro di tre piedi e mezzo, sufficiente appena a dar passaggio al secchio o tino d'estrazione; in pochi casi si hanno due funi nel pozzo. Lo spessore di sale scavato è fra $4^m,50$ e 6 m.; non lo si prende contemporaneamente in tutta la sua altezza, ma si ha un piano superiore (*roofing*) di circa 2 m. d'altezza, il quale precede di alquanto il piano inferiore (*benching*). Si lasciano dei pilastri di 10 yards ($9^m,15$) di lato, a distanza di 25 yards ($22^m,85$) e disposti d'ordinario senza ordine.

Nelle miniere della regione dei Carpazi il metodo di lavoro è differente, e caratteristico. Si hanno grandi escavazioni separate da pilastri più o meno spessi: sino a pochi anni addietro, queste escavazioni avevano la forma detta a *bottiglia* o *campana:* discesi a 10 o 12 metri sotto il tetto del sale si apriva nel minerale una cavità di sezione orizzontale circolare od ellittica: la quale andava aumentando, a misura che scendeva, sino ad avere un diametro d'ordinario compreso fra 55 e 75 m.; a partire da questo momento le pareti si conservavano verticali o leggermente inclinate, e si continuava ad approfondire sino a che i lavori non diventavano pericolosi. Attualmente le camere si fanno preferibilmente di sezione rettangolare, ed ecco in qual modo procede, per esempio, il lavoro nelle miniere di Romania; quivi può dirsi in sostanza che si tende ad aprire nel giacimento delle grandi gallerie che si tagliano ad angolo retto lasciando dei pilastri: si comincia dal tracciare delle gallerie di 3 metri di larghezza, le quali formeranno la parte superiore della coltivazione; poi si approfonda il loro suolo dando alle pareti un'inclinazione più o meno grande; raggiunta la larghezza assegnata alle grandi gallerie, le pareti divengono verticali. L'inclinazione delle pareti nella parte superiore varia da 45° a 60°: la larghezza delle grandi gallerie è fra 45 e 50 m. e talora anche 60 m.; la lunghezza delle gallerie è da 100 a 200 metri: contro le pareti si dispongono ponti di sorveglianza.

Queste camere entro il salgemma hanno talora dimensioni enormi. Sono note a tutti le grandi camere esistenti nella miniera di Wielicska, le quali ricordano feste in onore di illustri visitatori; si hanno nella miniera parecchie cappelle scavate nel sale e fornite di altari, di pulpiti, di statue della stessa sostanza. Il cielo di queste vaste cavità è sostenuto nei punti in cui pare più debole da enormi cataste di legno. Nella miniera di Rönaszeck, nel gruppo di Marmaros, in Ungheria, la camera Maria Teresa aveva 134 metri di profondità, 206 m. di lunghezza e 68 m. di larghezza; in quella ad essa prossima, di Szlatina, la camera Cunegonda ha 65 m. di profondità, 381 m. di lunghezza e fra 50 e 60 m. di larghezza: se ne estraggono 120 tonn. per giorno da 200 operai.

Estrazione del salgemma per mezzo della dissoluzione. — Già abbiamo detto che l'acqua necessaria a disciogliere il salgemma può giungere ad esso per vie naturali, oppure vi è condotta ad arte. Nella prima categoria possiamo a rigore collocare le sorgenti salate, la cui utilizzazione, che tende sempre più a diminuire per l'applicazione delle trivellazioni, che dànno soluzioni più ricche, si fa in modo analogo a quello seguito per queste ultime. Il caso in cui si presentava più ovvia l'idea di ricorrere all'azione dissolvente dell'acqua per estrarre il sale era evidentemente quello in cui le impurità che accompagnavano questo erano tali da non permetterne l'uso diretto: dovendo quindi ricorrersi all'epurazione, e questa non potendo farsi che per dissoluzione, era naturale praticare questa sul minerale in posto. Le argille salifere furono quindi le prime a sfruttarsi per dissoluzione: scavata in esse una fossa si riempiva d'acqua, la quale vi si lasciava soggiornare sino a saturazione: allora la si estraeva ed evaporava. Nelle miniere del Salzkammergut il lavoro per dissoluzione rimonta a parecchi secoli addietro: esso solo poteva permettere di utilizzare il sale unito intimamente all'argilla. L'acqua dolce è condotta in vaste camere scavate nel giacimento salino: essa corrode le pareti sciogliendo il sale, si satura poco a poco ed esce quindi per gallerie aperte a parecchi livelli nella montagna: le condizioni topografiche sono tali da permettere il movimento naturale delle acque in tutte le miniere della regione. Alla miniera di Hallstadt, in cui il lavoro per dissoluzione fu introdotto sul principio del quattordicesimo secolo, il giacimento è diviso in un certo numero di piani di una quarantina di metri di altezza, a ciascun piano corrispondendo una galleria di scolo. Ciascuna di queste gallerie costituisce l'arteria della coltivazione della parte di giacimento compresa fra il suo livello e quello della galleria superiore: da essa diramansi ad ogni 60 od 80 m. delle gallerie secondarie, le quali fanno capo alle camere di soluzione: attualmente si ha cura, per maggior sicurezza dei lavori, di far corrispondere verticalmente le camere. Per preparare una camera si procede come segue: sopra una breve galleria che si stacca da quella secondaria *a a* (fig. 2308) che deve riunire la camera alla galleria principale A si impianta una serie di gallerie *m,n* incrociantisi ad angolo retto, con altezza da 2 a 3 m. e larghe quanto basta per il lavoro: esse lasciano dei pilastri di 3 a 4 metri di lato, e coprono un'area ellittica lunga in generale 50 m., larga 20 m. La galleria d'asse (fig. 2309) si solleva all'estremo opposto alla galleria principale, prendendo un'inclinazione di 45°: all'altro estremo è chiusa da una diga traversata da un tubo munito di robinetto. Si fa giungere l'acqua per la parte superiore di questa galleria assiale, sino ad avere una carica di pochi centimetri sul

cielo; allora si chiude l'accesso dell'acqua. In breve i pilastri sono corrosi dall'acqua e non rimane che una cavità appiattita di sezione orizzontale ellittica piena di soluzione satura: si fa uscire questa e la camera è pronta per il lavoro regolare. La dissoluzione nelle camere si fa in due modi diversi: essa cioè può essere scontinua o continua: nel primo modo, che è il più antico, datando dal 1311 ed ancora il più generale, si lascia periodicamente e ad intervalli convenienti uscire tutta l'acqua salata sostituendola poi con acqua pura: nel secondo modo, la camera non è mai vuota, lasciandosi uscire solo una parte dell'acqua quando è giunta ad un

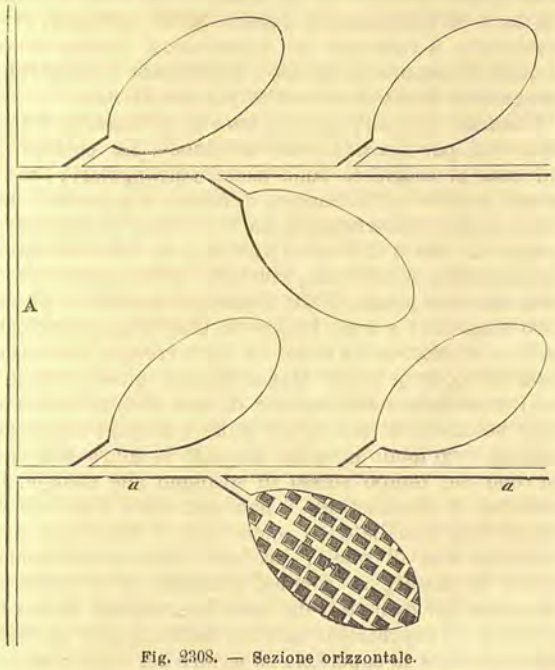


Fig. 2308. — Sezione orizzontale.

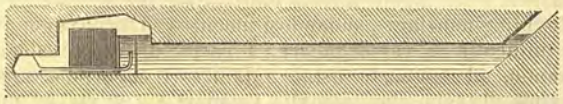


Fig. 2309. — Sezione verticale.

Metodo idraulico del Salzkammergut (fig. 2308 e 2309).

grado sufficiente di salsedine (26 %) e sostituendo altrettanta acqua pura. Con questo secondo sistema si ha il vantaggio non lieve, che non restando mai vuota la camera il suo soffitto si sostiene meglio. Naturalmente, l'azione dell'acqua non è la stessa su tutti i punti delle pareti della camera: la soluzione più ricca, avendo densità maggiore, cade sul fondo, il quale è perciò sottoposto ad azione meno energica, oltre che l'argilla separatasi dal sale si depone sul fondo proteggendolo contro l'ulteriore attacco: per contro il soffitto in contatto dell'acqua più pura è più fortemente attaccato: e sulle pareti l'azione dissolvente si fa più forte a misura che si procede dal pavimento al soffitto. La camera prende perciò la forma tronco-conica, mentre il suo pavimento si eleva per l'argilla che vi si depone, ed il soffitto s'innalza per la dissoluzione. Quando le camere giungono ad un livello cui si giudica conveniente arrestarle, si procede al loro riempimento.

Un metodo di lavoro affatto diverso dal precedente è quello molto generale oggidì in regioni di grande importanza, e consistente nell'estrarre per mezzo di pompe la soluzione salina che si raccoglie al fondo di un foro di trivella. Avendo un giacimento di salgemma ad una certa profondità sotto la superficie del suolo si scende sino ad esso per mezzo d'una trivellazione; sull'asse di questa si colloca un tubo, perforato nella parte inferiore: nello spazio anulare compreso fra esso e le pareti rivestite del pozzo, si fa scendere dell'acqua, la quale giunta a contatto del salgemma lo discioglie e penetra nel tubo interno, nel quale, per la maggiore densità, giunge ad un livello inferiore a quello dell'acqua pura esterna, epperciò deve estrarsi per mezzo di pompe: così si pratica, per esempio, nella maggior parte delle miniere di Lorena: l'acqua salata che se ne estrae segna da 21° a 25°,5 B. e contiene 240-320 Kg. di sale per metro cubo.

Ma non sempre è necessario mandare l'acqua per la dissoluzione: basta giungere con un pozzo a depositi naturali di acqua salsa: e l'esempio più colossale ci è offerto dallo Cheshire; la produzione di gran lunga maggiore è ottenuta dalle soluzioni saline: essa è decupla di quella del salgemma estratto dalle miniere. L'acqua necessaria a disciogliere il sale giunge a contatto della roccia per le vie naturali senza alcun diretto intervento dell'uomo: presso Northwich essa discende, oltre che per la permeabilità del suolo, per antichi pozzi attualmente coperti dalle acque del fiume, e per le fessure prodottesi nel suolo che subì scoscendimenti considerevoli e numerosi. A Winsford invece le acque del fiume non giungono, a quanto pare, a contatto della roccia, e la soluzione è quindi soltanto alimentata dall'acqua piovana che si fa strada attraverso la marna ricoprente il sale. Di più: a Northwich esiste buon numero di antiche miniere ora innondate, e là è attinta la soluzione: a Winsford invece non esistono tali miniere e la soluzione forma uno strato sopra il salgemma. Ad Winsford il livello della soluzione va continuamente abbassandosi, l'estrazione superando l'alimentazione; ed il signor Falk, direttore di alcuni fra i più importanti stabilimenti, ci disse aver osservato che mentre nel febbrajo 1865 quel livello era a 99 piedi sotto la superficie del suolo, nello stesso mese del 1870 era disceso a 118, nel 1875 era a 132, nel 1880 a 144 e nel 1886 a 165 piedi. La concentrazione della soluzione varia entro limiti ristretti ed è in media del 25 %: il cloruro di sodio forma più del 96 % delle materie disciolte: le impurità sono costituite sopratutto di cloruro e solfato di calcio, con quantità minime di sali di magnesio e potassio. La soluzione viene mandata dalle pompe in un serbatojo dal quale partono tubi in ghisa od in legno, che la portano alle officine di evaporazione, percorrendo talora distanze molto considerevoli: vi sono intraprenditori speciali che estraggono la soluzione per poi distribuirla ai vari stabilimenti che la utilizzano per la produzione del sale o per la fabbricazione della soda od altro.

In Cina, nella provincia di Se-Tchoan, il sale si ottiene dalla soluzione naturale, nè si conosce, come dicemmo, il salgemma in roccia: sono intorno a 10 000 fori di sonda, da una ventina dei quali l'acqua zampilla, con getto intermittente: mentre negli altri bisogna cercarla al fondo, e da taluni, veri pozzi, si pesca con secchi. Il lavoro di perforazione, che si fa *alla corda*, presenta come quello di estrazione e successivo trattamento della soluzione salina, benchè fatto con mezzi primitivi, un particolare interesse, ed è stato recentemente descritto dal sig. Coldre, missionario francese (V. *Bibl.*), alla memoria del quale dobbiamo rimandare il lettore. I pozzi meno profondi hanno 200 m.: alle *Grandi Saline* se ne è scavato uno di 1160 m. senza risultato. Nel gruppo di

Tseliou-tsin tre o quattro pozzi hanno più di 1000 m.; la maggior parte varia fra 870 e 950 m. Le profondità comprese fra 330 e 660 m. sono le più comuni nel gruppo di Kong-tsin.

L'escavazione del pozzo si comincia di qualche piede (cm. 33,33) di diametro e la si prosegue così per una trentina di metri sino a che, cioè, si crede attraversato il terreno meno resistente e più permeabile: in questa porzione si fa un rivestimento di pietre cementate, le quali dànno un lungo tubo resistente: sono parallelepipedi di 2 a 3 piedi di lato (66cm,66 a 99,99) con un foro centrale di 26 a 30 cm. di diametro. Nel resto del pozzo si fa un rivestimento costituito da grossi bambù o semitronchi di cipresso scavati e riuniti: il tubo si avvolge di una grossa tela di canapa che si spalma di un mastice composto di calce ed olio di *elaecocca*, e quindi con del canape fortemente compresso e dello stesso mastice, ma più denso. La parte inferiore del pozzo ha diametro da 20 a 23 cm. circa. La soluzione si estrae, salvo i pochi casi in cui zampilla o in cui i pozzi sono abbastanza grandi da permettere l'impiego di secchie, in un modo solo: cioè per mezzo d'un grosso e grande bambù munito di valvola, il quale è disceso nel pozzo per mezzo di una corda costituita di striscie di bambù e manovrata per mezzo di un verricello e d'un argano, secondo la minore o maggiore profondità del pozzo, azionato da uomini o da bufali. Il bambù estrattore, ha lunghezza variabile da 5 a 40 m. (in questo caso risulta dall'unione di parecchi bambù), e diametro interno fra 6cm,6 e 20 cm.

Estrazione del sale dalle acque salse. — Già abbiamo detto che solo modo di separare il sale dalla sua soluzione quello si è di cacciare l'acqua: importa perciò che la soluzione da cui il sale deve deporsi sia quanto più possibile concentrata affinchè minore sia la quantità d'acqua da eliminare. Le acque salse provenienti dalle sorgenti sono in generale a debole concentrazione non contenendo spesso oltre del 5 o 6 % di sali: quelle invece che si hanno per trivellazione sono molto prossime alla saturazione. Per le povere occorre dunque anzitutto fare un arricchimento, il quale può ottenersi, sia aggiungendo del sale sciogliendo nell'acqua salsa del salgemma, che non possa direttamente impiegarsi, sia diminuendo la quantità d'acqua, nel qual caso dicesi *graduazione*. La graduazione si fa in qualche caso eccezionale per azione del freddo, come indicammo altrove, ma più generalmente per mezzo degli edifizi detti appunto di graduazione. Sono questi delle costruzioni di legno aperte ai venti, nelle quali si dispongono delle sostanze proprie a dividere quanto più possibile l'acqua salsa che vi si fa piovere dall'alto: s'impiegano talora delle tavole, delle corde e più d'ordinario delle fascine spinose: l'acqua salsa giunge in un serbatojo posto alla sommità dell'edifizio, e di là lentamente scende lungo le pareti, dividendosi nella discesa minutamente in modo da presentare grande superficie all'evaporazione, attivata dai venti. Gli edifizi di guaduazione, di pianta rettangolare molto allungata, hanno i due lati maggiori disposti normali alla direzione dei venti dominanti: le dimensioni variano secondo l'importanza della salina: l'altezza è generalmente fra 9 e 16 m., lo spessore alla base fra 5 e 7 m.: la lunghezza è molto grande; giunge a Schönebech a 1800 metri. La stessa soluzione passa più volte sugli edifizi di graduazione, concentrandosi successivamente; dopo quattro cadute a Schönebech il cloruro di sodio è passato da 11,10 a 25,16 %: a Durrenberg passa dopo tre cadute da 8,4 a 21,98 %: a Kösen da 4,9 a 25,81 % dopo quattro; a Sultz da 4,24 a 19,20 % dopo sei cadute. L'evaporazione per graduazione non si spinge mai sino alla saturazione, perchè le perdite per fatto del vento sono tanto maggiori quanto maggiore è la concentrazione: esse sono del resto sempre molto considerevoli, andando dal 15 al 25 % del sale contenuto in origine. Oltre che all'arricchimento, la graduazione provvede pure ad una parziale purificazione dell'acqua salsa, poichè, perdendosi l'acido carbonico libero, i carbonati di calcio, di ferro e di magnesio, tenuti da esso in soluzione, si depongono sulle fascine: si depone pure del solfato di calce.

La graduazione è operazione estremamente lenta, d'esito incerto perchè dipendente dalle condizioni atmosferiche, e che dà perdite ragguardevoli: essa è andata quasi interamente in disuso dopo che, anzichè limitarsi all'utilizzazione delle sorgenti naturali, si è cominciato a ricercare con trivellazioni l'acqua salsa, la quale è sempre, in tal caso, abbastanza concentrata per passare direttamente all'estrazione del sale.

Veniamo così all'*evaporazione* propriamente detta, fatta cioè per riscaldamento artificiale. Le caldaje in cui essa si eseguisce sono bacini rettangolari, bassi, larghi, in ghisa od in lamiera di ferro; la superficie del fondo varia ordinariamente da 75 a 100 m²; talora però giunge da 180 a 200 m² (Austria): la loro altezza è compresa fra 40 e 60 cm., piuttosto vicina alla seconda cifra che alla prima. Nello Cheshire i bacini, in ghisa, sono larghi da 6 a 9 m., lunghi da 12 a 18 m., e profondi da 50 a 60 cm.: ve ne sono, fra i più recenti, che misurano 42m × 9m × 0m,60. Generalmente queste caldaje sono riscaldate dalle fiamme di due focolai contigui posti nel mezzo di uno dei lati minori, le quali circolano sotto al loro fondo in canali formati da muriccioli che servono nel tempo stesso di sostegno alle caldaje. Il consumo di combustibile è enorme: nello Cheshire si brucia una tonnellata ed anche più di litantrace per produrne due di sale. I prodotti della combustione, prima di passare al camino, circolano in condotti a riscaldare gli essiccatoi del sale. Trattandosi di dover produrre l'evaporazione sarebbe naturalmente preferibile riscaldare la superficie superiore del bagno; ed infatti si è tentato di farlo a più riprese, ma si è sempre dovuto rinunziarvi, andandosi incontro ad inconvenienti e difficoltà di vario genere. I bacini di evaporazione hanno, ad una certa distanza dalla loro superficie, una cappa di legno che raccoglie i vapori e li avvia ad un camino: spesso ne pendono degli sportelli pure in legno che si sollevano per il lavoro e si riabbassano per meglio impedire il diffondersi di quei vapori che sono di grave incomodo per gli operai.

Il lavoro comprende due periodi: nel primo si concentra la soluzione sino alla saturazione: nel secondo si provoca, per evaporazione dell'acqua, il deposito del sale. A seconda che si governa il riscaldamento nel secondo periodo varia il *grano* del sale che si ottiene: un'evaporazione lenta dà dei grossi cristalli; un'evaporazione rapida li dà minuti. Quando si vogliono ottenere grossi cristalli la soluzione deve abbandonarsi a sè a moderata temperatura: l'agitazione e la rapida evaporazione dànno cristalli minuti. Quando perciò si vuole ottenere del sale fino l'operajo riconduce continuamente il sale, a misura che si forma, verso le pareti laterali della caldaja, con un cucchiajo perforato lo pesca e lo depone sull'orlo della caldaja (il quale si fa perciò d'una sufficiente larghezza), talora in panieri di vimini in modo che ne scoli l'acqua madre, e poi lo porta all'essiccatojo: l'ebollizione violenta produce lo stesso effetto del rimescolamento fatto dall'operajo. Si distinguono, a seconda della grossezza del grano, varie qualità di sale: il sale grosso, il medio, il fino, ed il fino-fino o finissimo:

i quali in Francia sono anche indicati coi nomi di sale di novantasei ore, di quarantotto o settantadue ore, di ventiquattr'ore, ed al minuto. Alla salina di Montmorot (Giura) si ottiene il sale *fino* riscaldando 24 ore a 80°; il sale *medio* riscaldando 72 ore a 60°; il *grosso* in cinque o sei giorni a 50°. A Gouhenans (Haute-Saône), il sale fino si ottiene in 24 ore per riscaldamento a 95°; il medio n. 1 in 48 ore a 85°; il medio n. 2 in 72 ore a 80°, ed il grosso in 96 ore a 75°.

Nello Cheshire il sale fino (*lumped, fine grained*) si ottiene portando la soluzione all'ebollizione (107-108°); il sale ordinario si ha per riscaldamento fra 71 e 76°; quello a grano grosso (*large-grained flaky*) fra 54 e 60°, e quello grosso per salagione (*large-grained fishing*) fra 38 e 43°.

Le materie estranee contenute nell'acqua salsa dànno luogo durante l'evaporazione a fenomeni che influiscono considerevolmente sul lavoro: quelle poco solubili si depongono sul fondo delle caldaje o formano una schiuma alla superficie del bagno: quelle facilmente solubili (cloruri di calcio, di magnesio, di potassio) si concentrano sempre più nell'acqua madre, la quale ad un certo punto ne è così carica da non poter più dare del sale sufficientemente puro per gli usi ordinari: occorre allora vuotare le caldaje, anzichè aggiungere della nuova acqua salsa come altrimenti si fa dopo ogni raccolta di sale. Il deposito che si forma sul fondo delle caldaje è costituito sopratutto da solfati, e particolarmente da solfato di calce ed anche di soda: esso costituisce delle incrostazioni così fortemente aderenti che non possono staccarsi che col martello. Quando le acque sono molto impure, si preferisce portarle dapprima all'ebollizione in modo da dare quel deposito e poi evaporarle in altra caldaja, affinchè la formazione del sale non sia disturbata da quelle incrostazioni. Qualche volta si diminuisce l'inconveniente delle incrostazioni trattando la soluzione con acqua di calce; questa decompone il solfato di soda dando cloruro di sodio e solfato di calcio, il quale essendo meno solubile di quello di sodio si deposita più sollecitamente. Una volta si impiegavano vari ingredienti (bianco d'uova, sangue di bue, farina, resina, ecc.), che si riteneva purificassero il prodotto: ma tale pratica è ora riconosciuta inutile.

Durante l'evaporazione, le perdite di sale per trascinamento col vapore, formazione di fanghi e d'incrostazioni, e rimanenza nell'acqua madre, sono assai considerevoli: si elevano sino a 14 % del sale primitivamente in soluzione quando si opera su soluzioni relativamente povere ed impure: è calcolato nello Cheshire in media del 6 % quando si lavorano soluzioni ricche e molto pure.

Il sale estratto dalle caldaje e fatto gocciolare sul loro orlo stesso è essiccato con le fiamme perdute dai focolari di quelle; quello di qualità superiore è in Inghilterra posto, appena estratto dalle caldaje, in istampi in legno di forma molto leggermente troncopiramidale di 25 cm. di lato alla base e 60 cm. d'altezza; in essi lo si lascia sino a che è essiccato, quindi lo si estrae, se ne pulisce la superficie e lo si polverizza per mezzo di cilindri. Il sale grosso invece si tratta molto più sommariamente: non lo si mette in istampi, e, naturalmente, non passa ai cilindri. Del resto, il modo di finire il sale dipende dalle consuetudini del paese; i consumatori richiedono spesso forme particolari di pani, grossezza di grano, colore, e, persino, sapore.

Il quadro a pagina seguente dà la composizione di alcuni dei sali ottenuti per evaporazione in caldaje (Sali ignigeni).

Processo Piccard per l'estrazione del sale dalle sue soluzioni. — Il metodo di estrazione del sale dalle sue soluzioni, da noi ora sommariamente indicato, richiede, come facilmente si vede, una spesa di combustibile assolutamente grande: riscaldare un liquido in una caldaja aperta per portarlo all'ebollizione, e quindi evaporarlo perchè si depongano i sali per eliminazione dell'acqua che li tiene disciolti, e gettare nell'atmosfera il vapore formatosi con tutto il calore che ha immagazzinato è tale un procedimento grossolano che potrebbe fare stupire come in un'industria così antica e così estesa non siasi trovato di meglio. Ed infatti sino a pochi anni addietro i perfezionamenti nel sistema di lavoro furono d'importanza affatto secondaria tanto che uno dei maggiori produttori dello Cheshire poteva affermare che non vi furono perfezionamenti nella manifattura del sale dai tempi dei Romani e forse da quello dei Druidi, benchè siensi presi 400 e più brevetti al riguardo: la sola differenza essendo insomma che gli antichi servivansi di bacini di evaporazione in piombo di dimensioni minime rispetto ai moderni di lamiera o ghisa. Ma, in verità, lo stesso signore andava tropp'oltre quando affermava che il processo di evaporazione è così perfetto che non lascia luogo a perfezionamento: esso invece è così brutale che fa subito pensare alla necessità ed alla possibilità intuitiva di perfezionamenti.

Il calore che immagazzina il vapore sviluppatosi dalle caldaje di evaporazione non può utilizzarsi? Si prenda quel vapore e lo si faccia condensare sulle pareti della caldaja: esso cederà il proprio calore al liquido contenuto in questa: ma perchè possa condensarsi è d'uopo che la sua temperatura superi quella esistente nella caldaja e ciò non è se lo s'impiega come si è sviluppato da essa. Ma in una caldaja autoclave tubulata si metta la soluzione da evaporare; il vapor d'acqua che si forma si prenda, si comprima e si mandi negli spazi intertubulari della caldaja: quivi, trovandosi a contatto di temperatura inferiore a quella richiesta dalla sua pressione, si condensa, abbandonando del calore che riscalda la soluzione della caldaja. L'acqua di condensazione può poi andare entro un serpentino a riscaldare il liquido di alimentazione e finalmente uscire con temperatura poco superiore a quella che aveva inizialmente. Il calore di vaporizzazione è così riconquistato, salve le inevitabili perdite della pratica; teoricamente, il lavoro di compressione sarebbe il solo necessario dopo messo in azione l'apparecchio.

Rittinger esperimentò nel 1855 a Vienna l'applicazione di questo metodo, già indicato nel 1860 da Péclet che ne faceva risalire l'invenzione a Pelletan nel 1840: ma l'apparecchio non funzionò soddisfacentemente e l'esperienza riuscì ad un insuccesso. Scaldando una soluzione salina, l'ebollizione ed il deposito di sale si fanno contro la parete di riscaldamento; perchè tale deposito sulle pareti, incompatibile in una caldaja chiusa, non abbia luogo, conviene provocare l'ebollizione nel seno stesso del liquido: se si scalda sotto pressione per evitare l'evaporazione ed il deposito, e poi si abbassa bruscamente la pressione, producendo così in tutta la massa una vaporizzazione parziale repentina, si formano in tutto il liquido in modo uniforme dei piccoli cristalli che si riuniscono rapidamente sul fondo, da cui possono spingersi verso un'apertura d'uscita non aderendovi. Piccard, che fu il primo a formulare e realizzare questo modo di applicazione del principio già noto, preferì scaldare sotto pressione in un vaso e produrre la vaporizzazione in un altro: con che l'operazione è continua, mentre non lo sarebbe usandosi un solo vaso.

COMPONENTI	Schönebeck		Friedrichshalle			Rottenmunster			Schwenningen		Dieuze	Schwäbisch hall (Wuttemberg)	Ischl (Salzkammergut) (Hauer e Horsineck)		
	bianco	giallo	fino	medio	grosso	fino	medio	grosso	fino	grosso					
Cloruro di sodio	95,402	90,605	97,55	92,19	97,48	98,16	96,31	96,07	96,51	97,80	90,50	98,900	96,89	95,85	92,43
Cloruro di calcio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,09	—	—	—	—	—
Cloruro di potassio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cloruro di magnesio	0,080	1,812	—	—	—	—	—	—	—	—	0,40	—	0,12	0,16	0,16
Solfato di magnesio	0,471	1,352	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—
Solfato di calcio	0,732	0,440	0,93	0,82	0,70	1,18	1,73	2,05	1,41	0,30	—	0,490	0,14	1,16	0,58
Solfato di sodio	—	—	0,01	0,01	0,03	0,16	0,07	0,17	—	—	1,50	0,005	0,73	1,08	1,99
Solfato di potassio	0,414	1,731	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Carbonato di calcio	—	—	—	—	—	0,07	0,08	0,11	0,08	0,01	—	—	—	—	—
Carbonato di magnesio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,005	—	—	—
Materie insolubili	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,60	—	—	—	—
Acqua	2,901	4,060	1,49	6,97	1,80	0,44	1,82	1,60	2,00	1,81	7,00	0,600	2,12	1,75	4,84
	100,00	100,000	99,98	99,99	100,01	100,01	100,01	100,00	100,00	100,01	100,00	100,000	100,00	100,00	100,00

COMPONENTI	Ebensee (Salzkammergut)	Hallstadt (sale ottenuto in principio della concentrazione)	Durrenberg (Austria)		Sulz (Meclemburgo)				Gouhenans (Haute Saône)	Varangéville (Meurthe)	Ars sur Moselle	Schweizerhall (Svizzera)	Cheshire (sal bruno)	Volterra (Bechi)	Salsomaggiore (Bechi)
					per burro	fino	medio	grosso							
Cloruro di sodio	96,44	95,25	98,177	96,061	93,79	93,20	90,75	89,91	90,05	96,20	94,61	98,376	93,16	97,85	84,873
Cloruro di calcio	—	—	—	—	0,26	0,33	0,99	1,09	—	—	—	0,119	—	—	4,184
Cloruro di potassio	—	—	—	—	0,89	0,87	1,00	0,89	—	—	—	—	tr.	—	—
Cloruro di magnesio	0,60	0,76	0,217	0,213	0,14	0,19	0,60	0,75	0,75	—	—	—	0,11	0,39	0,002
Solfato di magnesio	—	—	0,285	0,279	—	—	—	—	1,45	0,21	0,37	—	—	—	—
Solfato di calcio	1,24	0,61	1,305	1,277	1,44	1,11	0,59	0,73	0,95	0,42	0,37	0,505	1,01	—	—
Solfato di sodio	0,56	1,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,49	0,540
Solfato di potassio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Carbonato di calcio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	tr.	—	—	—	—	—
Carbonato di magnesio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Materie insolubili	—	—	0,016	0,015	—	—	—	—	0,15	0,10	0,06	—	—	0,02	—
Acqua	1,15	1,74	—	2,115	3,48	4,30	6,07	6,61	6,65	3,07	4,59	1,000	5,46	0,25	10,401
	99,99	99,97	100,000	99,960	100,00	100,00	100,00	99,98	100,00	100,00	100,00	100,000	99,74	100,00	100,000

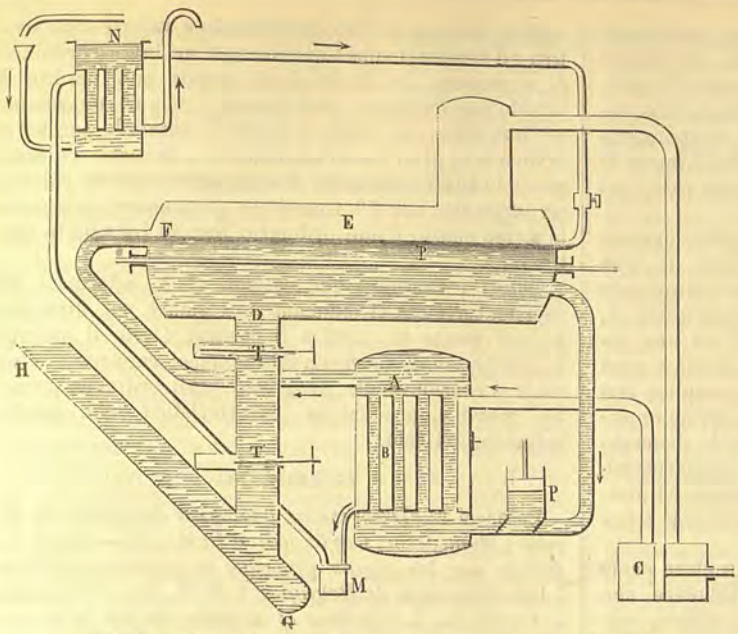


Fig. 2310. — Rappresentazione schematica dell'apparecchio Piccard.

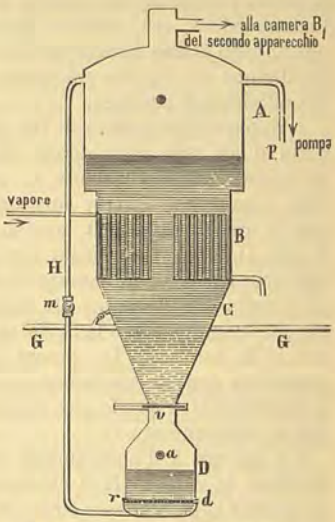


Fig. 2311. — Apparecchio Pick.

L'unito schizzo (fig. 2310) che deduciamo da una memoria dell'ingegnere Rateau (V. *Bibl.*), la quale costituisce uno studio interessante del processo Piccard, presenta schematicamente la disposizione dell'apparecchio. Abbiamo dunque: una caldaja A in cui la soluzione salina è riscaldata sotto pressione dal vapore compresso che proviene dal compressore C e circola nello spazio intertubulare B; un'altra caldaja E in cui regna pressione molto inferiore di quella esistente in A, ed in cui la soluzione, uscendo da A, giunge per l'orifizio F, la cui apertura è regolabile a volontà; un apparecchio DGH, il quale serve ad estrarre il sale depositato in E senza permettere all'aria di entrare. Il sale è spinto in D da palette elicoidali portate dall'albero P (non indicate in figura) che ruota sull'asse della caldaja; e cade nello spazio T'D quando il tiretto T è aperto e T' chiuso; ad intervalli convenienti si chiude T e si apre T' in modo che il sale cade in G e può essere estratto. L'acqua di condensazione del vapore in B scende in M donde è mandata nel recipiente N a riscaldare la soluzione prima dell'ingresso nella caldaja E. L'apparecchio P serve a far circolare la soluzione fra la caldaja E e la caldaja A, e costituisce una delle parti più ingegnose dell'apparecchio: non entriamo in particolari riguardo alla sua disposizione ed al suo modo di funzionare, come non lo facciamo per il resto dell'apparecchio per non trovarci condotti a troppo lungo discorso. Ci basti l'aver indicato l'idea generale del sistema.

Il processo Piccard fu applicato con successo in varie officine: a Bex, nel cantone di Vaud, dove l'inventore fece i suoi primi esperimenti, nel 1877; poi a Ebensee nel Salzkammergut quattr'anni dopo; a Maixe, presso Nancy nel 1882; a Schönebeck, nel 1882, ed altrove in seguito. Esso è sopratutto economico nelle regioni in cui il combustibile è caro e si dispone di forza idraulica: l'economia è maggiore con un motore idraulico che con un motore a vapore. A Schönebeck, dove si ha un motore a vapore si è ottenuta un'economia di combustibile del 30 %.

Un apparecchio Piccard può produrre 1000 tonnellate di sale fine all'anno funzionando da 260 a 280 giorni; una campagna dura in media 20-25 giorni; dopo i quali si forma, specialmente sulla parete di riscaldamento, un deposito di gesso che può ridurre il coefficiente di trasmissione ad $^1/_3$ e che deve staccarsi.

Il processo si presta, come abbiamo visto, solo alla fabbricazione del sale minuto, poichè la deposizione ha luogo in seno di un liquido in ebollizione. Piccard provò ad applicare alle caldaje ordinarie in cui si fabbrica il sale grosso il principio stesso di ricupero del calore per compressione del vapore. Qui, il vapore che si sviluppa dal liquido mantenuto ad una temperatura fra 80 e 90°, si mescola con grande quantità d'aria; evidentemente non è il caso di pensare a comprimere questo miscuglio d'aria e vapore in cui predomina considerevolmente, forse del doppio, la prima: Piccard fa passare il miscuglio a traverso una pioggia d'acqua che ne assorbe il calore e condensa una parte del vapore; quell'acqua, insieme a quella di condensazione, torna quindi nel recipiente, da cui proveniva e vi si vaporizza parzialmente: questo vapore è compresso e mandato a riscaldare le caldaje. Queste sono grandi bacini chiusi, più profondi degli ordinari: la soluzione salina contenutavi è riscaldata, poco al disotto della superficie, dal vapore compresso che circola in tubi: l'acqua che si condensa in questi va a riscaldare la soluzione d'alimentazione; il sale grosso si accumula sul fondo dei bacini, donde si estrae con la pala, di tanto in tanto. L'aria che occupa la parte superiore dei bacini è messa in movimento da un ventilatore, e circola continuamente fra i bacini e la camera in cui incontra la pioggia d'acqua. Questo processo fu applicato all'officina di Salies du Salat; pare, con esito favorevole.

Apparecchio Pick. — Il signor Sigismond Pick di Szczakowa (Austria) dopo essersi occupato vari anni della produzione più razionale del sale giunse recentemente alla costruzione di un apparecchio che fu applicato in Austria con buon risultato e sul principio del 1890 nelle officine di Shirley (Staffordshire) dal signor Perry F. Nursey che giudicò il sistema utilissimo.

Il principio applicato dall'inventore non è nuovo, trovandosi già realizzato in parecchie altre industrie,

specialmente in quella dello zucchero: ma, malgrado ripetuti tentativi, non erasi ancora potuto introdurre in quella del sale. Si utilizza, come nel processo Piccard, il calore contenuto nel vapore che si sviluppa dalla soluzione salina, ma, anzichè aumentare la temperatura del vapore stesso comprimendolo, si abbassa il punto di ebollizione del liquido riducendo la pressione sotto cui l'ebollizione si produce.

L'apparecchio risulta di tre parti identiche, ognuna delle quali può anzi considerarsi costituire da sola un apparecchio. Ciascuna di queste parti comprende (fig. schematica 2311): una camera di ebollizione A, una di riscaldamento B, una di deposito C ed una filtrante D. I tre apparecchi sono disposti in fila a poca distanza fra loro: la camera B del primo comunica con un generatore di vapore; la camera A del primo apparecchio comunica con la B_1 del secondo; e la A_1 di questo con la B_2 del terzo. La camera A_2 del terzo apparecchio comunica con un condensatore ed una pompa ad aria. Il condotto G è quello per cui arriva la soluzione e penetra nelle camere C.

La camera A d'ebollizione è cilindrica, in ghisa come le altre: la camera B di riscaldamento è tubulare, con un grosso tubo nell'asse circondato da altri minori, leggermente svasati verso il basso: il vapore circola nello spazio intertubulare e, dopo riscaldata la soluzione, si condensa ed è espulso. La soluzione riscaldata nei piccoli tubi sale nella camera d'ebollizione e ridiscende per il tubo dell'asse, nel quale, per il diametro maggiore, la temperatura è minore.

Nella camera C il sale si deposita a misura della sua formazione: essa è separata dalla valvola a tiretto *v* dal filtro D che è una parte essenziale dell'apparecchio.

Questo filtro consiste di una parte superiore fissa e di una inferiore *d* mobile attorno alla cerniera *r* e a cui è solidale l'apparecchio filtrante *f*. Un tubo H, la cui parte inferiore è flessibile, riunisce la parte mobile del filtro con la camera d'evaporazione A.

Vediamo ora come procede il lavoro. Caricato ciascuno dei tre apparecchi di soluzione salina si ammette il vapore nella camera di riscaldamento B del primo. La soluzione contenuta in questa e nella A si riscalda rapidamente ed il vapore che se ne sviluppa passa a scaldare la soluzione del secondo apparecchio: condensandosi in questo, produce una depressione in A, depressione che, occorrendo, si aumenta con la pompa ad aria *p*, e che produce una violenta ebollizione ad una temperatura relativamente bassa. Lo stesso ha luogo nel secondo apparecchio, la camera di vapore della terza funzionando come condensatore e producendo depressione nella camera d'ebollizione del secondo apparecchio. Il vapore che si produce nel terzo apparecchio è estratto dalla pompa.

Come si vede, i tre apparecchi sono disposti in cascata: la temperatura diminuisce dal primo all'ultimo; per contro la depressione aumenta.

Ad intervalli convenienti si apre per pochi secondi la valvola *v* e si fa passare il sale, necessariamente con una parte della soluzione, dalla camera di deposito nel filtro. Si apre quindi il robinetto d'aria *a*, e la valvola *m*: tutta la soluzione contenuta nel filtro sale nella camera A per il tubo H a motivo della depressione esistente in A: si chiude la valvola *m*, e si estrae il sale aprendo la parte mobile *d* del filtro.

Il lavoro è continuo: si ha un'economia di combustibile che si fa montare ai $^3/_5$; le spese d'esercizio e manutenzione sono minori che con le ordinarie caldaje aperte, a fuoco diretto; riscaldando a vapore sono evitati gli accidenti abbastanza comuni nel lavoro ordinario di corrosione del fondo della caldaja con perdita di liquido nel focolare: sono evitati i vapori nojosissimi ed insalubri; la mano d'opera è minima perchè il lavoro è in gran parte automatico e le manovre semplici; lo spazio occupato è considerevolmente ridotto, un impianto per 50 tonnellate giornaliere occupando lo stesso spazio d'uno ordinario per 40 tonnellate settimanali.

Questi i vantaggi del sistema Pick, affermati dai suoi fautori; ma ci mancano dati sicuri per dire sino a qual punto la pratica li realizzi. Certo il sistema è ingegnoso e, teoricamente almeno, rappresenta un reale e considerevole progresso sugli ordinari, primitivi mezzi di produzione, caratteristica della grande industria del sale.

BIBLIOGRAFIA.

Baldacci L., *Descrizione geologica dell'isola di Sicilia* (*Mem. descr. Carta geol. d'Italia*, I). — Briart A., *Étude sur les dépôts gypseux et gypso-saliféríens* (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XVI, livr. 1re), Liége. — Coldre L., *Les salines et les puits de feu de la province de Se-Tchoan* (*Ann. des mines*, s. VIII, t. XIX), Paris. — Di Bennati de Baylon L., *Le saline del Regno d'Italia:* Notizie sulla produzione e sull'amministrazione del sale, Prato 1875. — Dickinson J., *The salt districts* (d'Inghilterra): *Mines, brin pits, manufacture, landslips and subsidences* (Report of the Inspectors of Mines to H. M. Secr. of State, for the year 1881), London 1882. — Duboul, *La mine de salgemme de Cardona (Haute Catalogne)* (*Bull. Soc. hispano-portugaise*, t. II, n. 1). — Foderà O. e Toso P., *Miniera di Lungro* (*Rivista del servizio minerario nel 1886*), Roma 1888. — Fuchs E. et De Launay L., *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, t. I, Paris 1893. — Gilbert G. K., *Lake Bonneville* (*Monographs of the U. S. geol. Survey*, vol. I), Washington 1890. — Haton de la Goupillière, *Cours d'exploitations des mines*, t. I, Paris 1884. — Janet L., *Note sur le traitement industriel des sels de Stassfurt* (*Ann. des mines*, s. VIII, t. XIV), Paris 1888. — Knapp Fr., *Traité de chimie technologique et industrielle, traduit sur la 3me éd. allemande, revue et augmentée avec le concours de l'auteur sous la direction de E. Mérijot et A. Debize*, t. II, Paris 1873. — Lefebvre E., *Le sel*, Paris 1882. — Lunge G., *Traité de la fabrication de la soude*, t. II, Paris 1880. — Middlemiss C. S., *Notes on the Geology of the Salt range of the Punjàb with a reconsidered theory of the origin and age of the Salt marl* (*Record of the Geol. Surv. of India*, vol. XXIV, p. I), Calcutta 1891. - *Ministero delle Finanze, Direzione generale delle Gabelle* (Relazione e bilancio industriale per l'esercizio dal 1° luglio 1887 al 30 giugno 1888, Roma 1889). — Nursey P. F., *Pick's system of Manufacturing salt in vacuo* (Iron, t. XXXV), Londra 1890. — Pellé, *Étude sur les salines de Roumanie* (*Ann. des mines*, s. VIII, t. X), Paris 1886. — Rateau A., *Étude sur les appareils Piccard pour la vaporisation des dissolutions salées* (*Ann. des mines*, s. VIII, t. XIV), Paris 1888. — Rothwell R. P., *The mineral industry*, vol. I, II, 1892, 1893, New-York 1893, 1894. — Wynne A. B., *The Trans-Indus salt region in the Kohât district* (*Memoirs of the Geol. Surv. of India*, t. XI), Calcutta 1875; *On the Geology of the Salt range in the Punjàb* (*Memoirs of the Geol. Surv. of India*, t. XIV), Calcutta 1878.

Ing. G. AICHINO.

SALVATAGGIO MARITTIMO. — Franc. *Sauvetage maritime;* ted. *See-Rettungswesen;* ingl. *Institution for the preservation of life from shipwreck (Life-boat Institution);* spagnuolo *Salvamento marítimo.*

I. — Società di salvataggio.

L'istituzione delle società per il salvamento dei naufraghi ebbe origine nel castello di Bamborough (Northumberland) in Inghilterra, ove l'arcidiacono D. Sharpe eresse un istituto per la conservazione delle vite e degli averi di persone naufragate. Il movente che spinse a questo atto umanitario fu il naufragio dell'*Adventure* successo sotto gli occhi degli abitanti di Shields i quali inorriditi assistettero ad uno dei più atroci spettacoli che le furie del mare possano offrire. L'*Adventure*, gettato dal temporale sopra una roccia, stava sfracellandosi; gli abitanti di Shields accorsi a schiere sulle rive del Tyne distinguevano minutamente ogni dettaglio, vedevano salire i marinai sull'alberata ed udivano le strazianti grida di dolore e di disperazione colle quali l'equipaggio domandava ajuto. I pescatori ed i piloti di Shields non erano spettatori inoperosi di quella orribile scena, che anzi fecero sforzi erculei per raggiunger i naufraghi coi loro palischermi.

Ma l'onda infuriata rendeva frustraneo ogni tentativo di vincere i rompenti, e l'*Adventure* fu ingojato dal mare. Da quel momento su parecchi punti delle coste inglesi s'istituirono società consimili a quella di Bamborough e nel 1799 la Società umanitaria di Londra prometteva un premio considerevole a chi offrisse la miglior soluzione dei seguenti quesiti:

Quale è il miglior mezzo:

1° Per salvare le vite dei naufraghi;

2° Di disincagliare una nave arrenata;

3° Di salvare l'equipaggio d'una nave pericolante quando ogni comunicazione colla costa mediante palischermi, si rendesse impossibile.

L'opera premiata di A. Fothergill non offre invero nulla di interessante e nessun progresso derivò dalla sua pubblicazione, ma intanto l'idea di propagare ed aumentare le società di salvataggio rimaneva sempre viva. Nuovi naufragi e particolarmente le sommersioni delle navi regie *Vigilant* e *Racehorse* avvenute l'anno 1822 diedero motivo ad un'organizzazione migliore delle singole società esistenti, le quali furono regolate con statuti comuni e riunite in un solo sodalizio, sotto il patronato di Giorgio IV. Ebbe così origine la *R. National Institution for the preservation of life from shipwreck*, che prosperò per qualche anno, ma che verso il 1840 minacciava di crollare. Nel 1849 fu riordinata dal duca di Northumberland, il cosidetto *Good Sailor Duke*, e prese il nome di *National-Life-boat-Institution*. La società pubblica dall'anno 1852 un bollettino mensile, il *Lifeboat;* finanziariamente vive dei soli contributi dei soci, e prospera tanto magnificamente, che da qualche anno potè rinunziare alla sovvenzione di 4000 lire che annualmente le venivano assegnate dal *Board of Trade*. Gli statuti di organizzazione contengono le seguenti norme principali: La Società è messa sotto la protezione della regina e viene diretta da un presidente e da 20 a 30 vicepresidenti, per lo più membri dell'alta aristocrazia inglese. La giunta d'amministrazione si compone di 32 membri i quali tengono conferenze mensili. — Ogni stazione ha la propria giunta locale, con un segretario ed un cassiere. L'ispezione delle stazioni è affidata a due ispettori generali, che sono contemporaneamente membri della giunta centrale e prendono come tali parte alle conferenze mensili, nelle quali fungono da referenti tecnici. Alla fine del 1885 la società contava 284 stazioni di salvataggio e 387 stazioni filiali. Le spese della società ammontavano nello stesso anno a 50 000 lire.

È strano, ma è pur un fatto che il nobile esempio dato dall'Inghiterra varcò prima l'Oceano di quello che la Manica. Boston negli Stati Uniti fondava la prima società di salvataggio nel 1791, mentre in Francia la *Société centrale de sauvetage des naufragés* nacque appena nel 1864. Fino alla chiusa dell'anno 1883, la Francia contava 462 stazioni. Quasi contemporaneamente alla Francia, anche la Germania fondava la *Deutsche Gesellschaft zür Rettung Schiffbrüchiger*, con 22 000 soci. Nell'anno 1886-87 essa contava 56 stazioni nel Baltico e 45 sul mare del nord. In quest'anno gli introiti ammontavano a 262 981,45 marchi e gli esiti si computavano con 140 457 marchi.

In Danimarca il salvataggio è un'organizzazione regia ed è attribuzione del ministero dell'interno. Nella Russia esiste invece come nell'Inghilterra una società privata posta sotto la protezione dell'imperatrice. Al 1° gennajo 1887 la società contava 45 giunte distrettuali e 24 comitati locali; stazioni ve ne sono 61 lungo le coste, 37 grandi stazioni sui laghi e fiumi, 73 stazioni invernali, e 63 così dette stazioni incomplete. Oltre a ciò la società mantiene a sue spese 6 fari, 55 case d'asilo e 624 così detti posti di rifugio.

In Italia fu inaugurata nel 1871 la Società ligure di salvataggio, nata per iniziativa di alcuni medici di Genova, i quali intendevano di sorvegliare principalmente le stazioni balneari sulle coste della Liguria. La società andava finanziariamente male, di maniera che, raggiunto nel 1874 un deficit di 25 000 lire, si venne alla proposta dello scioglimento. La maggioranza vi si oppose però vivamente ed anzi alcuni membri più influenti procurarono di riorganizzare la società e di metterla sotto la salvaguardia del Governo. Senonchè Vittorio Emanuele, messo a giorno dello stato di cose, volle incoraggiare i membri a sforzi maggiori, assumendo egli stesso la presidenza d'onore (7 ottobre 1875) e mettendo l'istituzione sotto la salvaguardia del Governo (Decreto 19 aprile 1876). Nel Congresso generale del 12 agosto 1875 furono riveduti gli statuti e stabiliti gli scopi della società come segue:

Scopo dell'istituzione è: 1° di cooperare al salvamento dei naufraghi; 2° di cooperare all'estinzione degl'incendi su bastimenti; 3° di prestare ajuto in caso di morti apparenti; 4° di diffondere cognizioni marittime. Fu istituita una medaglia onde premiare i valorosi e più attivi e per la prima volta la medaglia d'onore fu conferita a S. M. la regina Maria Pia di Portogallo, per aver salvato dall'annegamento due dei suoi bambini.

La società si compone di soci ordinari e di soci esercenti. I primi versano annualmente un contributo di lire 10; gli ultimi sono quelli che, subìto un esame particolare, vengono dichiarati abili ad esercitare le operazioni di salvamento praticamente. Dietro proposta dell'ingegnere Parodi furono esposte sui piroscafi della *Società generale di navigazione a vapore* e sulla *Veloce* cassette per contributi volontari dei passeggieri a favore del fondo sociale. Dal quale fondo vengono poi sovvenzionate le famiglie dei naufraghi.

II. — Apparati per il salvamento dei naufraghi.

Battello-vita o barche di salvataggio (franc. *Bateaux de sauvetage;* ted. *Rettungsboot;* ingl. *Lifeboat*). — Gli Inglesi dicono al battello-vita *il Palladio*

del mare e conservano memoria gloriosa di quelle persone che contribuirono alla sua invenzione. Nella sua forma più semplice il battello-vita, così come fu ideato già da Leonardo da Vinci, era munito di una semplice cinta di sughero. Nell'anno 1785 certo Lionel Lukin, meccanico di Londra, aggiunse ancora i cassoni ad aria tanto lungo i lati della nave quanto all'estremità, e munì il battello di una colomba di ferro, onde renderlo maggiormente stabile. Abbenchè però Giorgio IV avesse promesso all'inventore tutto il suo appoggio e questi si fosse rivolto all'Ammiragliato, al Trinity House ed alle più influenti persone onde cooperassero a render nota la sua invenzione, pure i negozianti di Newcastle non la conoscevano e stabilirono in occasione del naufragio dell'*Adventure* un premio per l'invenzione d'un battello capace di battere il mare ne' tempi più fortunosi, frammezzo ad ogni imperversare dei flutti. Questo premio fu riportato nel 1789 da Wouldhave e da Greathead per metà; il giurì accolse cioè i piani di questi due inventori come i migliori e la società fece poi costruire da Greathead un battello-vita combinato dai piani suoi e da quelli di Wouldhave. Tutta la forza del nuovo battello stava nella forma e nella massa di sughero che si era impiegata per aumentare la facoltà di galleggiamento. Più tardi si riconobbe essere stato Lukin il primo inventore dei cassoni ad aria e fu posta nel 1834 sulla sua tomba una inscrizione. I piani di Wouldhave vengono conservati nella chiesa del cimitero di Shields; sulla tomba dell'inventore si legge:

SACRED TO THE MEMORY OF
WILLIAM WOULDHAVE
WHO DIED SEPTEMBER 28th 1821
AGED 70 YEARS.
CLERK OF THIS CHURCH
AND INVENTOR
OF THAT INVALUABLE BLESSING TO MANKIND
« THE LIFE-BOAT ».

Greathead fu premiato invece dal Parlamento con 1200 lire, dal Trinity House con 105 lire, dal Lloyd con altre 105 e dalla Società delle arti con 50 guinee e colla medaglia d'oro. L'imperatore russo gli faceva pervenire quasi contemporaneamente un prezioso anello di grande valore.

Negli anni seguenti molte furono le innovazioni proposte ed anche messe in pratica, nessuna però eliminava un difetto capitale annunziato dai pratici. Abbenchè cioè il battello-vita fosse insommersibile, pure si empiva talmente d'acqua da non poter più remare in esso e da renderlo inobbediente al timone. In conseguenza di questa osservazione Farrow (1840) ideò la *scaricazione automatica*. Aumentò cioè la facoltà di galleggiamento mediante cassoni ad aria *a a'* posti anche nel basso del battello e costruendo un ponte *m n*, il quale a piena caricazione doveva rimanere al disopra della linea di immersione (fig. 2312). Due pozzi di scarica *x y* erano chiusi al fondo mediante valvole che impedivano l'accesso dell'acqua dal di fuori, ma che lasciavano scorrere l'acqua raccolta in essi quando col rullìo del battello uno o l'altro dei pozzi rimaneva fuori d'acqua.

Wouldhave, ancora, aveva stabilito l'assioma che il battello-vita si potrà dire allora soltanto perfettamente compiuto, quando si avrà trovato il modo di farlo raddrizzare da sè, dopo essere stato capovolto dalla furia delle onde, una facoltà per la quale gli Inglesi trovarono il vocabolo *self righting principle* e che noi crediamo di poter tradurre con *raddrizzamento spontaneo*. Le parole di Wouldhave ritornarono alla memoria della Società inglese di salvataggio appena nel dicembre del 1849 quando al 4 dicembre successe un naufragio presso Herd Sand, che elettrizzò tutta l'Inghilterra. Una barca-vita armata da 24 piloti correva in ajuto dei naufraghi, mentre una folla interminabile osservava ansiosa da terra l'esito dell'impresa pericolosa. Il vento era gagliardo, il mare infuriato e quei bravi uomini a stento lottavano contro gli elementi, quando un urlo di fremito sgorgò dai petti degli astanti. Un colpo di mare aveva rovesciato il battello e l'equipaggio pericolava la vita. In fretta si allestirono altre due barche per soccorrere i pericolanti, ma con grande stento si riuscì a salvarne soli quattro, mentre altri venti soccombettero. Allora il duca di Northumberland propose un nuovo premio di 100 guinee per l'invenzione di un battello il quale se anche capovolto si erigesse da sè stesso a chiglia retta. I modelli presentati erano 280 e la commissione del giurì era quasi imbarazzata nell'esame, ma si decise finalmente di decretare il premio ad J. Beeching da Yarmouth. Il suo battello-vita era costruito secondo il sistema Farrow ma con alquanti miglioramenti; aveva una chiglia molto pesante di ferro, la quale faceva appunto raddrizzare la nave. Ma il comitato modificò anche il piano di Beeching, seguendo i suggerimenti del costruttore Peake

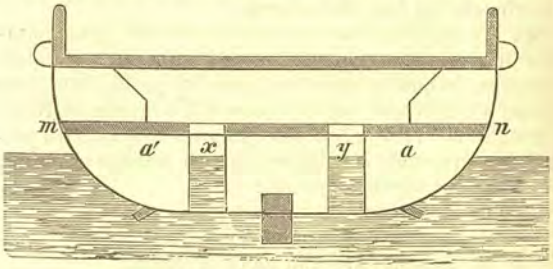


Fig. 2312.

e precisamente abolendo i depositi d'acqua nella sentina, ed aumentando invece il peso della colomba a 5 tonnellate. Il galleggiamento era stato aumentato mediante considerevoli quantità di sughero e cassoni laterali ad aria, nonchè con cassoni vuoti posti alle estremità longitudinali del battello. Questa costruzione offre un solo inconveniente, di rendere cioè i battelli troppo pesanti per trasportarli coi carri. Come vedremo più tardi, i battelli vengono conservati in apposite tettoje sopra un carro di trasporto, ed al momento del bisogno vengono trasportati talvolta a grandi distanze per lanciarli in mare nel punto più opportuno.

La nostra fig. 2313 rappresenta il battello-vita di Peake in uso presso tutte le nazioni, posto sul carro e pronto al trasporto.

La facoltà del raddrizzamento spontaneo viene completata dalla fune di ricupero, cinta a festoni lungo i bordi (visibile nella nostra fig. 2313), e dai salva-uomini dei quali sono munite tutte le persone dell'equipaggio. Capovolgendosi il battello l'equipaggio resta a galla e può prendersi sulla fune. Talvolta l'equipaggio è unito alla barca mediante un cordino.

Nei battelli di Peake la scaricazione spontanea succede in 55 secondi, il raddrizzamento in soli 5 secondi. Sono stati, come abbiamo detto, introdotti presso tutte le nazioni, abbenchè anche altri paesi vantino in questo ramo invenzioni molto ingegnose. Ai 10 di luglio del 1865 fu esperimentato a Parigi il battello irribaltabile e insommergibile di Moue dell'Havre. Da venti a trenta persone si sono tutte insieme e nell'istesso tempo aggrappate ad una delle sue bande, ed il loro peso e le

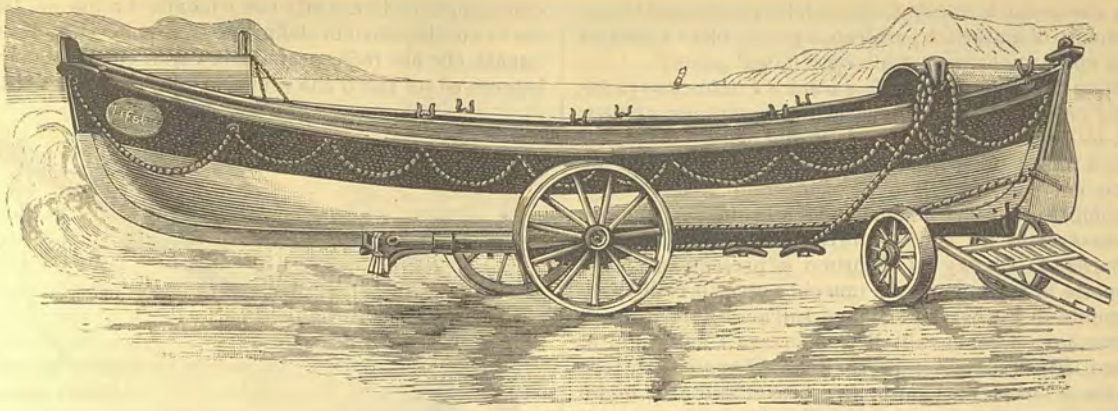


Fig. 2313.

violenti loro scosse non hanno potuto giungere a tanto da farlo sbandare. Per dimostrare la sua facoltà di raddrizzarsi, lo si è dappoi, per mezzo d'una grua, fatto capovolgere, ma non se ne vide appena la chiglia, che tosto si mise a chiglia retta.

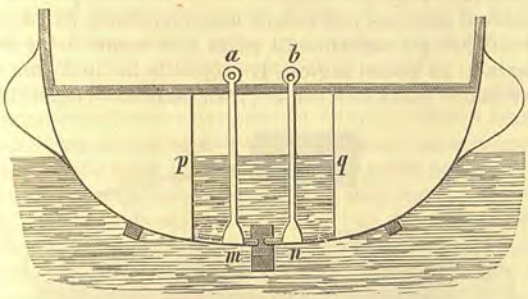


Fig. 2314.

Quando un naufragio succede sui banchi lontani dalla costa e che riesce impossibile di remare tante ore contro il vento e contro le onde, allora si fa uso dei *salva-vita a vela*. Gli Inglesi idearono a tale scopo i cosidetti *battelli-Teasdel*, una cosa di mezzo fra la zattera ed il caicchio (fig. 2314). Sono 4 metri larghi e 15 lunghi, la

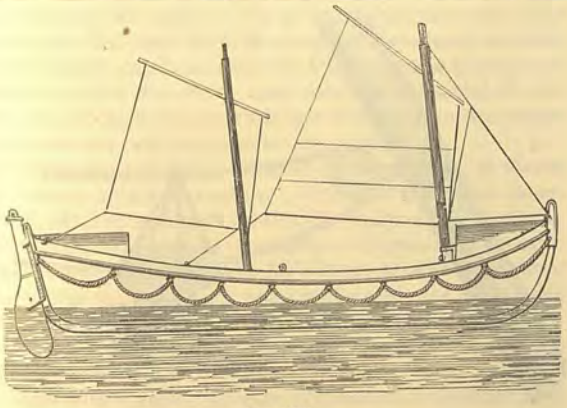


Fig. 2315.

prora, la poppa ed i bordi sono tanti cassoni ad aria, mentre il centro forma un pozzo 6-7 metri lungo e 1-3 metri largo. Sotto ogni banco il fondo ha due fori *m*, *n* chiusi da valvole unite mediante aste di ferro ai manubrii *a*, *b*. Al momento di adoperare il canotto, si aprono le valvole e l'acqua ascende nella cisterna sino all'altezza del livello del mare. Gli orifizi *m*, *n* restando aperti, il mare che si imbarca si vuota nel pozzo senza alterare il livello *pq*. Dovendo questi canotti servire in tempi burrascosi, la loro velatura è tenuta bassa, hanno cioè due piccole vele di fortuna ed una trinchettina (fig. 2315).

Altri inventori pensarono di sostituire totalmente la zattera alla lancia. I primi ad esporre questa idea furono gli inglesi Russel ed Oswald. Richardson ricorse a due cilindri di ferro, internamente vuoti, uniti con traversi di materiale molto leggero. Da ciò nacquero le cosidette zattere tubulari di Contarini, Perry, Hurst, Grandin ed altri. Quelle di Perry si reputano le migliori,

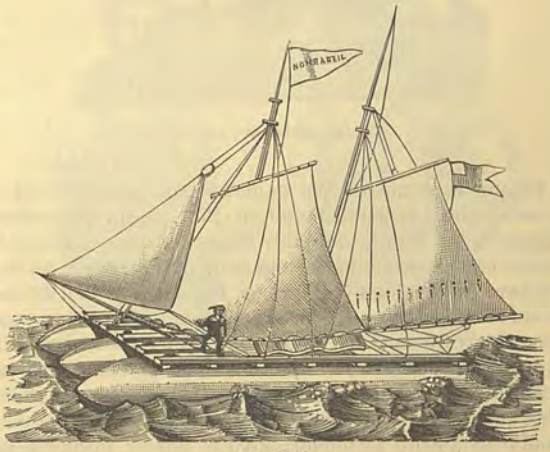


Fig. 2316.

costano però 2500 franchi. In America i cilindri si costruiscono di acciajo o di gomma, in Danimarca Matthiessen propose il legno. La nostra figura 2316 rappresenta una zattera salva-vita americana a vela del sistema tubulare.

Nacque già da molti anni l'idea di introdurre anche nei battelli-vita l'uso della macchina a vapore, ma i pratici vi si oppongono con molta tenacità per la ragione che la macchina a vapore o la caldaja sono soggette ad avarie, e che i colpi di mare potrebbero spegnere i fuochi e così rendere inservibile il battello nei momenti supremi, mentre il remo non falla mai. In Inghilterra si respinsero le relative proposte anche per un'altra ragione. Si adduce cioè il giusto pretesto che i battelli-vita vengono armati ed in generale tutto il servizio di salvamento esercitato da volontari, gente praticissima del mare, come pescatori, ex-marinai, ecc., i quali però

non conoscono la manipolazione della macchina. Il cambiamento di materiale porterebbe perciò oltre a gravissime spese anche molti imbarazzi d'ogni genere.

Obici di salvataggio - Va e vieni - Porta-cavo (francese *Porte-amarre;* ingl. *Rocket and mortar apparatus;* ted. *Rettungsgeschütze*). — I sinistri marittimi più frequenti hanno luogo presso le coste, e, nel più gran numero dei casi, la salute dei naufraghi dipende dalla possibilità di gettare alla nave una gomena per stabilire un *va-e-vieni* fra bordo e terra. Un francese di nome Ducarne de Blangy fu il primo a presentare alcune proposte in argomento, ma non ebbe ascolto. Nell'opera premiata di Fothergill si legge sull'abilità dei cani di Terranuova e dei cavalli di trasportare i naufraghi al sicuro. Finalmente un certo John Wims costruttore navale a Great-Yarmouth, fece brevettare al 4 luglio 1767 una macchina per salvare l'equipaggio e le merci delle navi arenate. Nel 1784, nelle vicinanze di Berlino, furono eseguite delle esperienze sul tiro di cilindri di ferro e di legno ai quali era attaccato il cavo di una corda, e che si projettavano col mezzo d'un cannone; le prove fallirono completamente. Meglio riuscirono gli esperimenti del sergente d'artiglieria inglese John Bell, che invitò la Società delle arti di Londra ad appoggiarlo onde provare l'invenzione dell'obice porta-cavo.

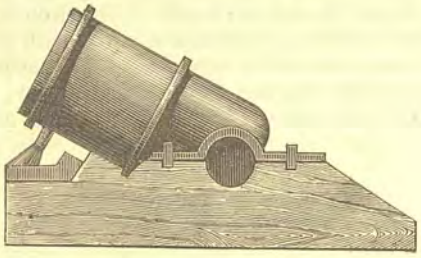


Fig. 2317. — Obice porta-cavo per stazioni fisse.

Avutone il permesso dal generale supremo dell'artiglieria, duca di Richemond, il Bell eseguì parecchie manovre sul Tamigi le quali sembrano essere riuscite molto bene, giacchè la Società delle arti elargiva all'inventore un premio di 50 guinee. Ma anche il Bell divise la sorte di Lukin, e la sua invenzione fu fatta per una seconda volta da G. N. Manby nel Hilgay sulle coste di Norfolk, l'apparato del quale subì la prima prova in occasione di un naufragio successo il dì 12 febbrajo 1808. Fra quelli che, dopo quest'epoca, si sono occupati dello studio di questo problema, gli uni hanno proposto di inviare la corda di salvamento con certa specie di freccie lanciate da archi o baliste, gli altri con dei cervi volanti o palloni, altri ancora mediante razzi di forte calibro, ed altri finalmente mediante palle munite di uncini, e projettate a mezzo di obici o cannoni ordinari, ovvero di pezzi di una forma particolare. I sistemi che sino al presente hanno funzionato con maggior successo sono dovuti a Manby, ai francesi Gustavo Devigne luogotenente di artiglieria ed E. N. Gremblay, capitano di artiglieria marina, all'ingegnere piemontese cav. Bertinetti, ecc. Il sistema di Manby consiste nel lanciare la corda con una palla munita d'uncino ed un obice fabbricato espressamente (fig. 2317). Quello di Devigne adopera un cannone ordinario di piccolo calibro, e rinchiude il cavo in un cilindro di legno, cui sta attortigliato ad elice. Quello del capitano Fremblay sopprime ogni bocca da fuoco, ed invia la corda mediante un razzo da guerra munito d'uncino. Finalmente il sistema dell'ingegnere Bertinetti che rimonta alla fine del 1853, ma le cui disposizioni definitive non sono state determinate che nel 1855, projetta la corda con un cannone leggero ed un razzo che serve da projettile (fig. 2318).

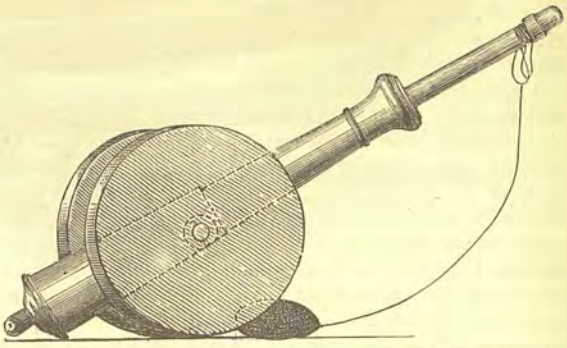


Fig. 2318. — Cannone porta-cavo trasportabile.

Nel 1880 si eseguirono alcuni esperimenti in Inghilterra mediante il porta-cavo dell'americano E. S. Hunt. La nuova invenzione consiste veramente nel projettile, mentre il cannone può essere uno qualunque. Si adoperarono per gli esperimenti pezzi non rigati della lunghezza di 24 pollici inglesi. Il projettile ha la forma di un cilindro lungo 20″ con 3 $^1/_4$″ di diametro (fig. 2319);

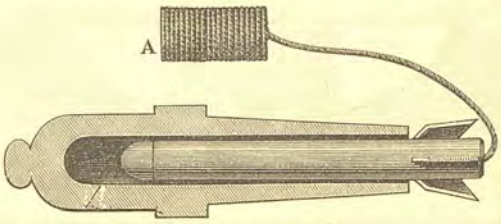


Fig. 2319.

ad una estremità porta una palla di piombo del peso di circa 3 Kg., l'altra è munita di 4 ale d'elice. Nell'interno del projettile è collocato il cavo lungo da 200 a 400 yard il quale è intorto come sopra un rocchetto e forma così

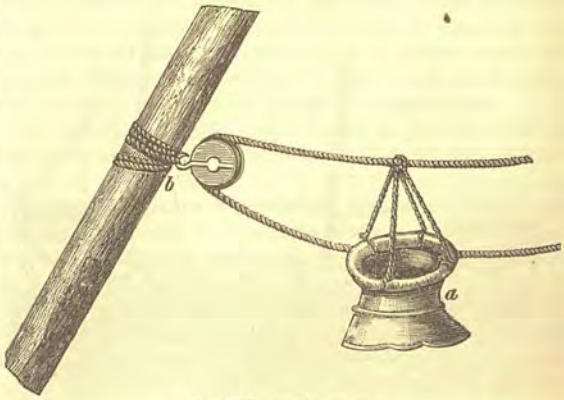


Fig. 2320. — Va-e-vieni.

una massa compatta, lunga 17,5″; quando il projettile viene lanciato esso si capovolge immediatamente dopo il tiro e viene mantenuto nella trajettoria dalle ali d'elice. Il cavo è unito ad un altro cordino situato in A; durante l'orbita del projettile, cavo e cordino si svolgono contemporaneamente.

Fig 2321.

Con un angolo di elevazione di 22,5° si ottennero i seguenti risultati:

Portata . . .	389 yard,	derivazione	4 $^2/_5$ yard
»	448 »	»	9 »
»	507 »	»	8 »

Con 30° di elevazione:

Portata . . .	478 yard,	derivazione	2 yard
»	489 »	»	6 »
»	386 »	»	6 »

Sul continente il primo obice porta-cavo comparve nell'anno 1838 sulle coste del Belgio. In Francia fu introdotto l'anno 1846, nella Danimarca l'anno 1852, in Olanda nel 1864, in Germania nell'anno 1865.

Il projettile porta-cavo dev'essere lanciato in maniera da sorpassare la nave pericolante. Giunto il cavo a bordo si stabilisce un sistema di va-e-vieni come viene rappresentato dalle unite illustrazioni; la fig. 2320 fa vedere in dimensioni maggiori il canestro *a*, ove siedono una ad una le persone da salvarsi. Il va e vieni deve essere fermato col bozzello *b* sopra un punto elevato della nave naufragata. La fig. 2321 schiarisce poi l'operazione di salvamento nei suoi dettagli.

La fune prima-lanciata è naturalmente sottile; col mezzo di questa se ne porta a bordo una più grossa e poi un cavo doppio per stabilire il va-e-vieni.

Altri apparati vari. — Ove il naufragio succedesse in costa di traversìa, in un punto e sotto circostanze adunque, nelle quali il vento spira gagliardo da bordo verso terra, si potrebbe stabilire un sistema di va-e-vieni mediante oggetti galleggianti che uniti ad una sagola si gettano in mare e vengono trasportati poi sulle spiaggie. Nel caso che il naufragio avesse luogo su coste disabitate il capitano francese Pignon-Blanc propone di tener pronta una botte bene calafatata, munita di zavorra e di un foro quadrato, per filare con questo mezzo una persona dell'equipaggio fino a terra.

Salva-uomini ve ne esistono d'ogni genere; di forma circolare (anelli di sughero), longitudinali come materassi, cinture ed intieri vestiti. Gli equipaggi dei battellivita portano la cintura inventata nell'anno 1854 dal capitano Ward, ispettore della *Life-boat Institution* inglese. Le nostre fig. 2322 *a*, *b*, sono sufficienti per far vedere la costruzione di queste cinture (fran. *Ceinture de sauvetage;* ted. *Rettungsgürtel;* ing. *Corlk-life-belt*) ed il modo di vestirle.

Una falla d'acqua, un caso d'incendio, o finalmente le conseguenze di una collisione, possono costringere passeggieri ed equipaggio a pensare alla loro salvezza anche in alto mare, ove l'unica speranza di salute sta nell'incontro di un altro bastimento. In questi casi si tratta di offrire ai naufraghi un mezzo di resistere quanto più tempo sia possibile a galla, e difenderli dalle ingiurie del freddo, della fame, della umidità e dalla voracità delle belve marine. Anzitutto si idearono i salva-uomini i quali però tengono l'individuo soltanto a galla. Affinchè poi in casi di abbordaggi fra piroscafi o bastimenti di guerra, contenenti parecchie centinaja di persone, ogni

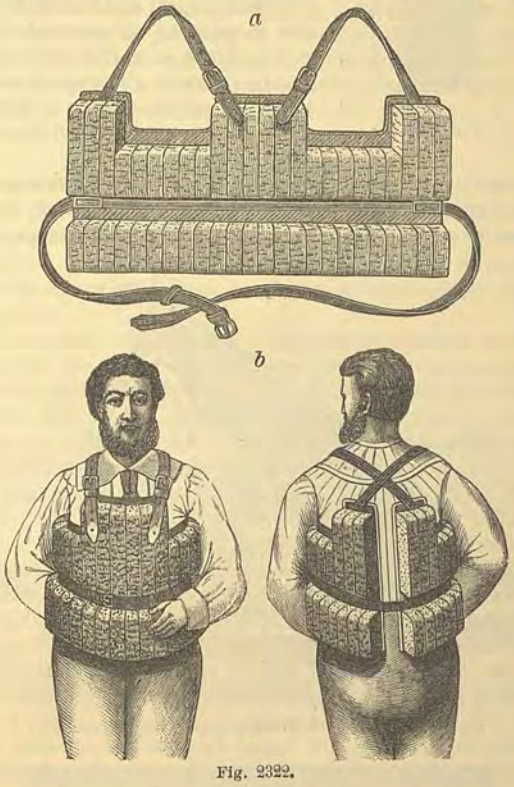


Fig. 2322.

uomo possa afferrare un salva-uomini, l'inglese Birt propose di cingere simili navi con una fascia di cilindri della forma della fig. 2323, i quali sono vuoti, chiusi ermeticamente ed uniti mediante i tubi *m*, *n*. Un apparato

Fig. 2323.

Birt della lunghezza di 2 metri è capace di portare circa 10 uomini. I cilindri dovrebbero essere tenuti lungo il bordo mediante *slipper* in modo da poterli lanciare in acqua tutti in una volta, con un solo movimento di leva.

La maggior parte dei grandi piroscafi postali hanno a bordo 4 o 6 battelli-vita; oltre a ciò tengono zattere le quali stanno sempre pronte in coperta in pezzi, ed in maniera che i sedili, tavole ed altre parti del naviglio servono a formarle. In caso di bisogno, la gente di bordo, già esercitata, è capace di unirle in pochi minuti non solo, ma anche di fornirle di viveri, segnali, ecc.

Fig. 2324.

I. Estner ha costruito un salva-uomini particolare nel quale la persona è non solo al salvo di ogni pericolo, ma eziandio nella possibilità di viaggiare. L'apparato (figura 2324) consiste del capo A, del collo B e del corpo C. Sul capo *gg* vi sono dei cilindri di ventilazione, sul collo le ruote *ee* che la persona chiusa in A B C, può mettere in movimento mediante l'asse *d; ff* sono cilindri vuoti; la parte *mnop* è fatta d'una rete di sughero e foderata con tela gommata.

Descritti gli apparati per il salvamento dei naufraghi, chiuderemo questo articolo colla descrizione d'una *stazione di salvataggio.* Una tettoja di aspetto elegante

Fig. 2325. — Stazione di salvataggio (veduta esterna).

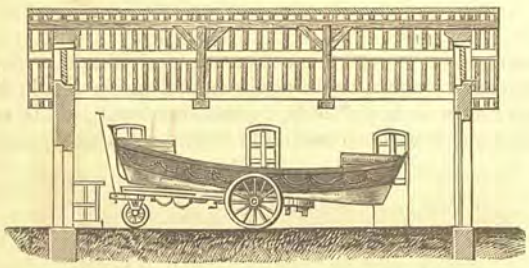


Fig. 2326. — Stazione di salvataggio (veduta interna).

(fig. 2325, 2326) racchiude fra le sue pareti non solo gli ordigni per il salvamento dei naufraghi, ma anche molte cose utili in quei momenti decisivi. Il battello-vita è pronto sul carro, e basta aprire la porta per poterlo trascinar fuori e portarlo immediatamente al punto opportuno. Il carro stesso è fatto in maniera da servire anche da slitta, per lanciare il battello immediatamente in mare.

A destra e sinistra del battello sono depositate nella casupola remi, àncore, gavitelli, taglie, bozzelli, fanali, bussole ed altri ordigni od attrezzi di riserva. Un angolo è destinato per l'obice o per il cannone porta-cavo con tutto l'occorrente, un altro per la cassetta dei medicinali. Le pareti sono tutte coperte d'istruzioni scritte ed illustrate, e contengono il Regolamento della società, le istruzioni per richiamare in vita gli asfissiati, per conservare il materiale, l'uso dei medicinali contenuti nella cassetta, l'elenco del personale della stazione, ecc. Quando succede un naufragio, un colpo di cannone oppure il suono prolungato d'una campana allarma la popolazione. Tutti accorrono alla stazione, uomini, donne e fanciulli; ognuno vorrebbe prestare ajuto, tutti si sentono commossi all'idea di salvare i mariti alle mogli, i padri ai figli, i figli ai genitori. In Inghilterra dopo finita un'operazione di ricupero si getta alla sorte a chi toccherà remare nella prossima occasione. Tante volte e particolarmente sulle isole ove gli uomini sono o in navigazione o alla pesca anche le donne prendono parte attiva al salvamento.

Il maneggio dei porta-cavi è affidato in Inghilterra alle guardie di finanza.

Sulle pareti esterne delle stazioni sta scritto in lettere grosse che il primo a portare la notizia d'un naufragio sarà premiato e che ogni prestazione straordinaria sarà anche straordinariamente rimunerata. I nomi delle persone eccezionalmente benemerite vengono incisi in caratteri quasi cubitali.

Dall'istituzione delle società di salvataggio marittimo fino al giorno d'oggi furono conservate alla vita oltre 120 000 persone che, senza altri soccorsi, sarebbero senza fallo perite.

Ancora qualche cosa sui *prezzi* degli apparati per il salvamento dei naufraghi. Un battello salva-vita di ottima costruzione costa circa 5000 lire, un carro 1000 lire, un salva-vita a vela da 8000 a 10 000 lire. Un porta-cavo si può avere con 2000 lire, ma ve ne sono anche di minore costo. Projettili ve ne sono a prezzi da 12 a 20 lire; ogni fune per va-e-vieni costa da 40 a 60 lire.

Sull'uso dell'olio nel salvataggio marittimo. — Non si sa chi abbia pel primo esperimentato l'effetto dell'olio sul mare agitato, ma è certo che i pescatori nordici lo conoscevano già da lungo. L'effetto prodotto non è naturalmente quello di livellare assolutamente la superficie, ma ha la magica forza di frenare i marosi e farli scorrere rotolando innocui sotto le navi sbattute dalle tempeste.

Tutti gli esperimenti eseguiti in proposito diedero i migliori risultati, sicchè in ultimo l'Ammiragliato inglese incaricò l'ispettore generale della Società di salvataggio E. W. Chetwynd di riferire sulle esperienze che aveva raccolte.

Il signor Chetwynd trattò nel primo punto del suo rapporto sull'impiego dell'olio nei battelli-vita ed eccone le conclusioni.

Le esperienze fatte hanno dimostrato che vi ha poca differenza nell'effetto prodotto dai diversi olii adoperati, quali l'olio di colza, di lino, di pesce, ecc. In qualche caso la paraffina ha potuto servire con successo. Piccole quantità hanno bastato per dare a uno spazio assai considerevole la superficie piana del vetro, caratteristica dell'olio sull'acqua. L'effetto di questa superficie oleosa sul rimbalzo dell'onda, che espone a pericolo i piccoli battelli, è sempre stato dei più rimarchevoli. L'olio arresta completamente la forza del rimbalzo, dà le ondulazioni naturali e per conseguenza ogni pericolo è tolto: ma in un rimbalzo molto forte, che può riescire

fatale ad un battello da salvataggio, i risultati ottenuti sono stati scarsi, e di spesso nulli.

In molti casi su di un rimbalzo dell'onda, che l'olio completamente annienta, se un frangente di mare degli altri più forte si eleva, l'olio era impotente a domarlo, e l'acqua passando al disopra del battello lo sommergeva. La sua impotenza a domare i frangenti nell'acqua profonda fu chiaramente dimostrata molte volte.

Parrebbe che non abbia alcun effetto sui frangenti che sono occasionati da una forte ondata che viene da terra, e anche se non è causato dal vento sulle coste di Cornovaglia; molte volte una grande quantità d'olio fu gettata, ma invano. Perchè l'impiego suo sia efficace, bisogna spargere l'olio sulla linea diretta, nella quale le onde arrivano, e a una distanza sufficiente per dargli tempo di espandersi e di agire sulle onde prima che esse raggiungano il bastimento, che s'intende di proteggere.

In un battello di salvataggio quest'operazione non può essere fatta che nei due casi seguenti:

1° quando il battello è all'àncora in mare;

2° quando fugge avanti il mare verso terra.

In ogni altra posizione, supponendo anche che l'olio calmi il mare, sarebbe impossibile di conservare il battello sulla superficie oleosa e di andare nel medesimo tempo verso un bastimento in pericolo o verso qualunque altro punto. Questa difficoltà sarebbe molto aumentata pel motivo che le maree aumenterebbero più o meno di rapidità lungo le rive, o sulla più gran parte delle coste.

« Per tutte queste ragioni, conchiude l'ispettore generale, io ritengo che nessun vantaggio reale potrebbe essere ottenuto dall'impiego dell'olio pei battelli di salvataggio *e per conseguenza che è inutile affatto che essi ne siano forniti* ».

Prescrizioni sull'ajuto da prestarsi ai sommersi del prof. dott. Giacich. — Sia o no apparente la vita di un annegato, lo si liberi con massima sollecitudine dalle vestimenta e lo si involga indi in coperte asciutte, possibilmente riscaldate. Si dia tosto mano alle fregagioni con apposite spazzole e flanelle, adoperando preferentemente tessuti di lana. Si riempiano d'acqua calda bottiglie od altri vasi, si riscaldino mattoni e pietre, purchè il corpo del sommerso, che dev'essere da questi oggetti circondato, riceva calore.

Se la vita si manifesta apertamente, si facciano prendere al salvato ristori di vino caldo, con brodo, rum od altre bibite spiritose. Deperendo le di lui forze s'insista negli stessi stimolanti, ponendo sotto le sue narici sostanze volatili, ammoniaca, barbe di penne o di lana bruciate, od altro, purchè si producano impressioni. Persistendo il decadimento, si tenti la respirazione artificiale. Se poi il paziente si va riavendo, basta limitarsi ai ristori semplici di brodo e simili.

Nella morte apparente importa anzitutto sentirsi animati dal pensiero, sommamente umanitario, della possibilità e del dovere di rianimare le nascoste fonti di vita. Continuando costantemente nelle cure incominciate, cioè surriferite, si rivolgano le premure alla respirazione.

La respirazione artificiale si pratica per risvegliare la naturale. Essa si compie come segue.

Posizione dell'asfissiato. Anzitutto si osserva se le narici e la bocca abbisognino d'essere liberate da materie che vi fossero raccolte. La lingua dev'essere mantenuta sporgente, assicurandola alla mascella inferiore che va stretta alla superiore mercè un legaccio od anche servendosi delle dita applicate al collo, per stendere in giù la cute, e con ciò la trachea. Secondo Pacini e Sylvester, i quali fra loro non hanno differenza di vedute che sul modo di agguantare le spalle, il corpo dell'asfissiato dev'essere disteso, col capo un po' sollevato ed i piedi tenuti fermi da un assistente. Secondo il metodo Giacich, le ginocchia vogliono essere tenute sollevate.

L'inspirazione si procura colla dilatazione della cavità del petto, affinchè, col vuoto che succede, l'aria sia obbligata ad entrarvi. Collocandosi dietro la testa del paziente, si tengano ferme le di lui spalle ed indi si tirino le braccia a sè, ossia verso le orecchie.

L'espirazione avviene colla restrizione del petto. Basta lasciar scendere le spalle e comprimere bruscamente in alto le pareti del ventre.

Ambedue queste operazioni si eseguiscono circa sedici volte per minuto.

Meglio si pratica la respirazione artificiale mediante appositi soffietti. Anche le correnti galvano-elettriche, applicandone un polo dietro l'orecchio del paziente e l'altro alle ultime coste, prestano un'azione potente.

La descrizione dei soffietti è contenuta nelle *Lezioni mediche per i naviganti* del prof. cav. Giacich.

III. — Marangoni.

Al salvataggio marittimo appartiene anche l'arte di ricuperare i navigli colati a fondo, della quale ci occuperemo nella Parte IV del nostro articolo, dovendo questa essere preceduta da alcune spiegazioni sui *marangoni.*

Chiamansi *marangoni*, *sottaeri* o *palombari* quelle persone che hanno da eseguire lavori sott'acqua. Riguardo alla loro storia si legga l'articolo dell'*Enciclopedia*, vol. V, pag. 462 e seg., MACCHINE AD ARIA COMPRESSA, ove si troverà anche alcun cenno sulle *campane sottomarine* e sugli *apparecchi da palombaro*, che noi avremo soltanto da completare.

Riguardo alle *campane* ci basterà porgere al lettore il disegno d'uno di questi apparecchi e precisamente la cosidetta *campana amborghese* (fig. 2327). Essa fu costruita da Hugh Morton di Edimburgo per il prezzo di 20 000 lire, è fatta di ferro fuso nelle dimensioni interne di metri 1,25 × 1,75 × 2, porgendo così a due lavoranti spazio bastante per lavorare. Pesa circa 6500 Kg. ed è attaccata ad una catena che ne pesa 13 000.

La pompa comprimente che sta su apposita barca ha due cilindri di ottone di 24 cm. di diametro, ed abbisogna secondo l'immersione della forza motrice di uno o due uomini. Sulla barca sono stabiliti tre argani, uno per alzare le campane con tutti gli oggetti annessi, gli altri due a tirar su la campana dopo ultimato il lavoro ed a sollevare gli oggetti ricuperati che vengono legati ad una catena pendente accanto alla campana. Affinchè i palombari potessero comunicare coll'equipaggio della barca si combinavano finora segnali convenzionali mediante colpi di martello, ma attualmente si fa uso del telefono.

Nelle acque chiare non occorre illuminare la campana munita in cima di lenti; ma in grandi profondità ed in acque torbide è necessaria la luce per lavorare. A tale scopo l'americano Davy inventò una lampada sottomarina alla quale nel 1855 fece seguito altra del bandajo marsigliese Guigardet. Si compone quest'ultima d'una lucerna alimentata mediante idrogeno liquido e circondata da una gabbia di vetro, chiusa ermeticamente. Un galleggiante serve a sostenerla ed una zavorra la mantiene salda e verticale. I prodotti della combustione escono da un tubo situato alla parte superiore della

gabbia, e due altri tubi conducono nella sua parte inferiore l'aria necessaria per alimentare la fiamma. Consimili lampade proposero Cabirol da Parigi e l'olandese Van der Weyde. Nel luglio 1865 Bazin d'Angers trovò

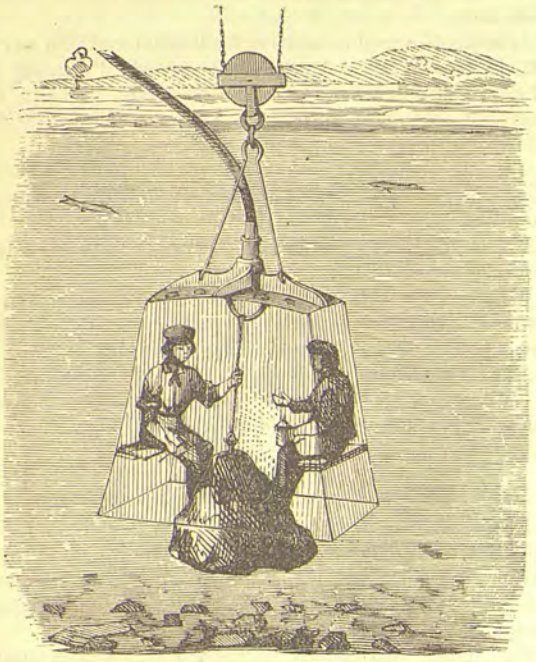


Fig. 2327.

modo di illuminare il fondo mercè la luce elettrica coll'ajuto di un riflettente sottomarino. Le invenzioni più perfette per l'illuminazione sottomarina sono la lampada di Heinke e Davis di Londra, che figurava alla Esposizione di Vienna, e la semplice lampada a petrolio con conduttore d'aria artificiale e costante della ditta Bremer e C. di Kiel.

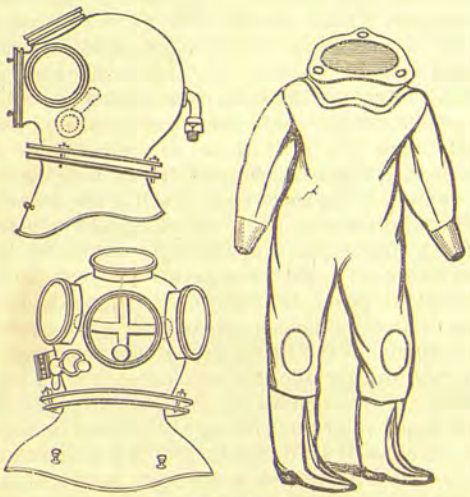


Fig. 2328.

Gli scafandri (vedi anche per questo apparato l'articolo MACCHINE AD ARIA COMPRESSA) si compongono:

1° Di una tromba ad aria contenuta in una cassa di circa 0,70 metri di lato, del peso di circa 120-140 Kg.

2° Di un'altra cassa contenente scarpe piombate, lastre di piombo e vesti di lana.

3° Di un vestimento impermeabile di gomma elastica di un solo pezzo, il quale parte dalla metà del dosso e copre tutto il corpo, vestendo tutta la parte inferiore compresi i piedi.

4° Di una corazza metallica il cui collare circolare è fornito di viti e la parte inferiore di un sistema di striscie di rame che serve a fissare la parte superiore del vestimento impermeabile.

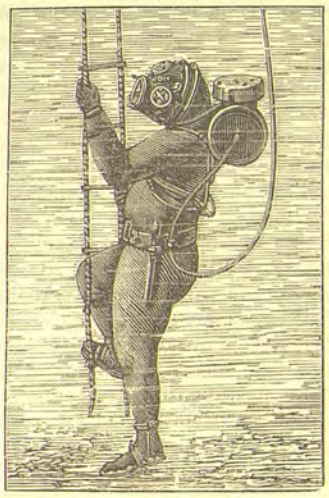


Fig. 2329.

5° Di un cimiero impermeabile di metallo, di forma ovoidale, alto m. 0,35, largo 0,27. La sua parte inferiore è aperta all'altezza del collo circolarmente e porta una madrevite di metallo che si adatta alla vite della corazza e permette la perfetta riunione del cimiero alle

Fig. 2330.

vesti impermeabili. Il cimiero porta all'altezza degli occhi due lenti massiccie di m. 0,13 di diametro; all'altezza della bocca havvi anche una chiave che permette al palombaro di respirare liberamente quando esce dall'acqua. Le lenti sono preservate dagli urti mediante grate di metallo.

La nostra fig. 2328 rappresenta varie parti di un vestimento da palombaro e particolarmente l'elmo in due differenti vedute.

Il condotto d'aspirazione dell'aria e quello di scarico per l'aria viziata sono formati all'interno del cimiero

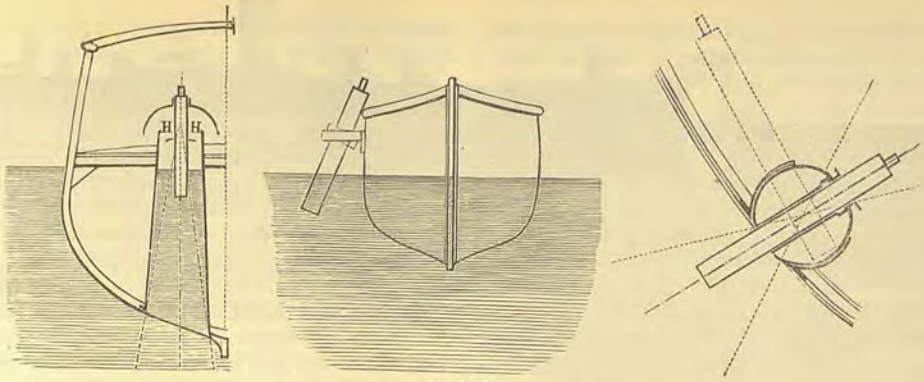


Fig. 2331.

Fig. 2332.

da piccoli canaletti posti intorno alle lenti; l'aria pura arriva di sopra mediante un tubo di gomma elastica flessibile di m. 0,035 di diametro, per mezzo del quale la tromba manda l'aria pura; la viziata esce da una adatta valvola che si chiude senza permettere all'acqua di rientrare.

Negli scafandri di Heinke la valvola d'uscita dell'aria è circondata da un astuccio che l'apre o chiude ermeticamente secondo la volontà del palombaro. Il vestimento, quando la valvola è chiusa, gonfia di tutta l'aria che arriva e tosto il palombaro, reso per tal modo più leggiero dell'acqua, sale alla superficie. Se è in pericolo al fondo, se i suoi segnali sono mal compresi, dipende sempre da lui risalire a galla. Egli può inoltre scendere nell'acqua più lentamente che vuole, mentre ciò non avviene con gli altri ordigni.

Per rendere il palombaro più indipendente si inventarono apparati nei quali il sottaero porta seco una provvista d'aria compressa, contenuta in un recipiente che si carica sopra le spalle e che dà tanta aria al cimiero quanta ne lascia uscire il palombaro per mezzo d'una valvola. L'aria viziata esce poi e si disperde nell'acqua per mezzo di una valvola speciale (fig. 2329).

Un grande progresso in questo ramo d'invenzioni segna l'apparato Rouquayrol-Denayrouze, il quale non solo misura esattamente alle varie profondità la pressione dell'aria inspirata, ma permette anche al palombaro di respirar quando vuole, per modo ch'esso non può essere oppresso da soverchia affluenza d'aria. Giunto al fondo mercè due suole pesanti (fig. 2329) può mettersi in posizione dritta. In caso di necessità il palombaro può salire alla superficie cavandosi le suddette suole di piombo; l'impulso del corpo e del cimiero basta, non ostante gli altri pesi, a sollevarlo, il che avviene ordinariamente in posizione orizzontale.

Nei lavori di sgombramento quando si tratta di ricuperare parti o un'intera nave affondata, sarebbe un rischio troppo grande pel palombaro ordinario di entrare nella nave giacchè il tubo conduttore dell'aria potrebbe intortigliarsi coi cordami della nave o rendersi in altra maniera inservibile.

A tali scopi un americano, del quale non ci è giunto il nome, costruì l'apparato che è rappresentato nella fig. 2330.

Il serbatojo d'aria compressa A è collegato per mezzo del tubo B, mediante una valvola, coll'elmo a cimiero del palombaro, e in C scappa l'aria respirata. D D sono cuscini vuoti di caoutchouc i quali possono essere empiti d'aria dal serbatojo per mezzo dei tubi a valvola E H, ed agiscono allora come la vescica di un pesce. Mediante la valvola K si possono poi vuotare.

La scoperta che l'olio fa non solo quietare i marosi, ma che con mare calmo aumenta anche la trasparenza dell'acqua, diede maggiore importanza ai cosidetti cannocchiali sottomarini che si usano per esplorare il fondo, le parti sottomarine delle ripe, ecc., prima di farvi discendere i palombari. Già da molto tempo i pescatori di Spagna, dell'Italia meridionale e sulle coste d'Africa avevano un tubo, col quale guardavano sul fondo (fig. 2331). La cagione cioè per cui non si può vedere sotto la superficie sta più nella riflessione delle onde, di quello che in altre cause. Facendo invece uso d'un semplice cilindro, lo sguardo non è più disturbato dalla detta riflessione e penetra più o meno lontano, secondo lo stato dell'illuminazione e della chiarezza assoluta dell'acqua. Per rinforzare però e la forza dell'occhio e l'illuminazione, Haedicke aggiunse al semplice tubo un riflessore a doppio vetro (fig. 2332).

IV. — Ricupero dei bastimenti colati a fondo.

Enea Silvio, più tardi papa Pio II, rapporta che al suo tempo fu rinvenuto nel lago Numicio un vascello, che in esso sprofondatosi vi dimorò 1400 anni, e che essendo stati chiamati da Genova alcuni marinari, i quali avevano l'abilità di trattenersi sott'acqua per buon spazio di tempo, tuffatisi nel lago trassero la nave dal fondo *con vari artifici;* quali si fossero i detti artifici lo storico nol disse.

Nell'istoria di Venezia del Giustiniani si legge al lib. XIV, come essendosi affondato il massimo vascello, o grande caracone di quella repubblica, un costruttore navale nominato Bartolomeo del Campo, lo avesse estratto dal fondo mediante apposita macchina. Era questa una specie di naviglio chiuso da tutti i lati, e guernito da più sifoni e di quantità di trombe, di corde con degli uncini, di arpioni e di grappe. Anche il Giustiniani ci priva di ulteriori notizie sull'impiego di questa macchina.

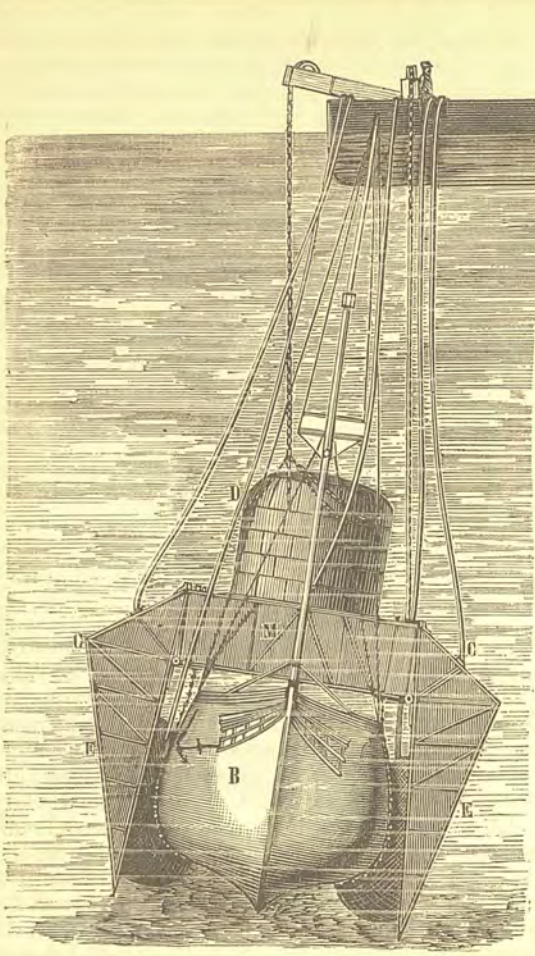


Fig. 2333.

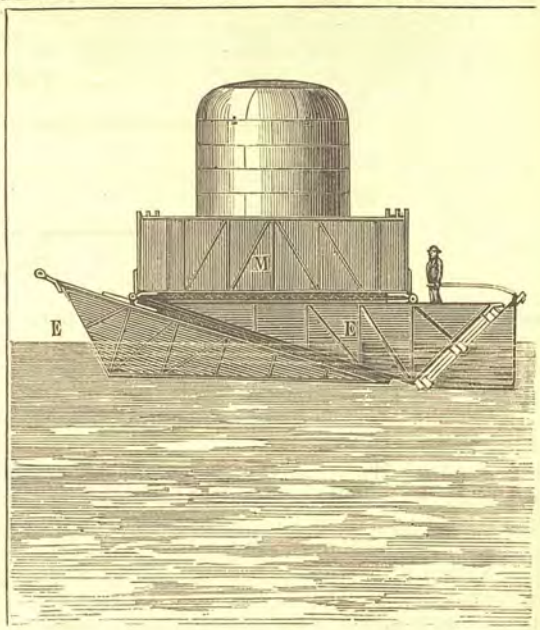


Fig. 2334.

Il padre Fournier somministra nella sua *Idrografia* il seguente mezzo per estrarre le navi dal fondo. Abbiate quattro navigli della medesima grandezza, o più grandi di quello che è sotto acqua: mettetene uno alla poppa, uno alla prua, e collocate gli altri due ai fianchi. Assodateli tutti per mezzo delle loro ancore, e accostateli il più che sia possibile al vascello che volete alzare. Fatto questo riempite d'acqua, di sabbione o d'altra cosa i quattro vascelli, e così caricateli quanto maggiormente possibile. Per mezzo dei tuffatori fate attaccare delle buone corde al naviglio sommerso. Scaricate poscia ugualmente questi navigli vuotandone l'acqua o gittandone il sabbione, ecc., e mettete le corde all'argano. Al virare dell'argano e collo scaricare le navi il vascello sommerso dovrà venire a galla.

Nel 1688 Meindertsz Bakker, cittadino d'Amsterdam, inventò il cosidetto *Cammello*, per trasportare le navi da un luogo ove v'è poca acqua in altro in cui ve n'è di più. È fabbricato a stamenali piatti. Uno dei suoi lati ha forme uguali nel davanti e nel di dietro, come un altro vascello, e l'altro è quasi diritto e viene a cadere un poco in fuori. Ciascun lato è separato in quattro parti da frontoni bene stagnati, e la sentina similmente divisa da un capo all'altro da un frontone, ove l'acqua non può passare: di maniera tale che vi sono otto spazi separati, in uno dei quali si può lasciar entrare l'acqua e pomparla nell'altra e per tal mezzo tenere il cammello in equilibrio. Si fa entrar l'acqua per un foro fatto in ciascun spazio che si chiude con un cocchiume, e si tira con due trombe. Dalla tolda al fondo del vascello passano venti tramogge, nelle quali sono delle corde di maggiore o minor diametro secondo i bisogni; esse escono per i fori che sono nell'intestatura di queste tramogge, e abbracciando la colomba vanno a passare in un altro cammello, accanto al primo. Queste corde si ravvolgono per mezzo di levatoi, o macchine da levare i pesi, piantate sul ponte vicino a ciascuna tramoggia.

Quando si vuol levar via un bastimento col cammello, si fanno passar le corde, per le quali i due cammelli sono uniti, sotto la nave. Si tromba poscia l'acqua contenuta in questi bastimenti, i quali, perchè divenuti più leggieri, s'alzano sulla superficie dell'acqua, lo che non possono fare senza trascinarsi via seco il vascello, che trovasi sopra queste corde. Per agevolare questa operazione si stirano ad un tempo medesimo con i divisati argani le corde; e mercè questa manovra concorrendo colla spinta verticale dell'acqua, contro il fondo dei cammelli, il vascello viene trasportato via.

Oggidì si inventano da volta in volta nuovi mezzi, e non si può dire che esista un metodo od apparecchio uniforme e generalmente adottato per siffatte operazioni. Descriveremo perciò alcuno dei principali lavori eseguiti negli ultimi anni (vedi anche MACCHINE AD ARIA COMPRESSA).

Fra le più celebri estrazioni si deve annoverare quella della nave *Fenice*, avvenuta nei pressi di Venezia. Prima di vedere lo scafo a galla si misero in opera tre differenti progetti. Il descrivere le operazioni eseguite

ci condurrebbe troppo a lungo e l'estensione del nostro articolo non starebbe in armonia con gli altri dell'*Enciclopedia*. Il lettore bramoso d'istruirsi in questo ramo non dovrà però far a meno di leggere la bellissima opera: *Descrizione istorica dell'estrazione della pubblica nave « La Fenice » dal canale Spignon, in cui giacque tre anni sommersa.* Scritta in ordine al decreto 23 novembre 1786. MDCCLXXXIX, Z. Antonio Pinelli, stampatori ducali.

L'anno 1875 lo *Stummers Ingenieur* proponeva di colare a fondo un numero determinato di botti che i palombari avrebbero dovuto attaccare al bastimento mediante catene. Ogni botte era congiunta con un serbatojo d'aria compressa, munito d'una valvola, la quale se aperta avrebbe scaricata la botte intera. Un congegno automatico avrebbe dovuto aprire tutte le valvole in una volta e le botti alleggerite innalzare il bastimento.

Nella marina russa invece in un caso pratico successo il 1876 si adoperarono sacchi impermeabili di gomma 7 m. lunghi e con 4 m. di diametro, ognuno capace di sollevare 60 t. di peso. Questi sacchi si unirono al bastimento come le botti anzidette ed empiuti d'aria mediante trombe. Però con questo metodo i soli sacchi con le loro guerniture venivano a costare troppo. Il prezzo di ogni sacco completo è cioè di circa 10 000 lire, il suo peso di circa $^1/_2$ tonn. Per sollevare dunque un bastimento di 6000 tonn. ci vorrebbero 1 000 000 di lire.

Nel giorno 24 marzo 1878 un colpo di vento ribaltò la nave da guerra inglese *Eurydice* presso l'isola Wight, e di 328 persone di equipaggio, si salvarono due soli marinai. La nave colò a fondo e si mise perpendicolare alla corrente con 30° d'inclinazione a destra. Per sollevarla si adoperarono quattro navi regie: una, il *Peerl*, fu colmata di 928 tonn. d'acqua e s'immerse sopra la linea di galleggiamento di 5 piedi inglesi e 6 pollici; *Rinaldo* imbarcò 590 tonn. per acquistare 4′ 11″ ing. di immersione. Altre due cannoniere con 160 tonn. d'acqua s'immersero di 3′ 6″. Per imbragare l'*Eurydice* si adoperarono cavi di ferro di 7″ di circonferenza. I quattro legni si misero colla bassa marea sopra il wrack e cominciarono a trombare, dopo aver tesi i cavi mediante gli argani, quanto più era possibile. Erano scorse 4 ore di lavoro allorchè subentrò il massimo della bassa marea. Un'ora dopo la nave era stata sollevata in parte dalla marea, in parte dalle trombe dei galleggianti di 2′ 4″ e tutto l'assieme fu rimorchiato da tre grosse navi verso terra. Alla sera però si spezzarono le catene di rimorchio ed il lavoro fu sospeso. In questa prima giornata l'*Eurydice* era stata trasportata verso terra di circa 30 metri. Così procedendo e sempre mettendo in tensione i cavi al tempo della bassa marea la nave fu rimorchiata nel porto di Brading Hafen.

Nel 1879 l'*Engineer* proponeva una forma di cammello, ben differente però dall'apparato omonimo degli Olandesi. Questo nuovo cammello inventato dai signori Clerk e Stanfield (fig. 2333) consiste di un pontone A il quale deve collocarsi perpendicolarmente sulla direzione della nave affondata B; sulla prora esso porta una specie di grande tanaglia fatta di cassoni (CC) che prendono la nave come si osserva nella figura. La tanaglia è foderata a quest'ultimo scopo di appositi cuscinetti, onde il corpo della nave affondata meglio vi si adatti. Una grande cupola D, detta il dorso del cammello, poggiata sulla parte superiore della tanaglia ha tanto spostamento da tenere a galla presso a poco tutto il peso ad esso affidato. Le cosidette *ganascie* della tanaglia E E sono rese più rigide da traverse; ed i suoi cuscinetti sono formati da sacchi di caoutchouc. Il dorso del cammello è pieno d'aria compressa che aprendo alcune valvole si fa entrare negli anzidetti sacchi. All'atto del trasporto, quando cioè le tanaglie non sono in attività, si piegano le ganascie in modo che vengano a combaciare alla base M, e si ha così un pontone (fig. 2334) galleggiante per se stesso che si prende al rimorchio.

L'operazione di ricupero si eseguisce poi come segue. Si porta la galleggiante sulla prora del pontone e si tromba nelle ganascie dell'acqua per portarle nella posizione verticale come nella fig. 2334, nella quale vengono fissate mediante perni. Indi si aprono le valvole e si fa entrar l'acqua anche in M. Fatto ciò si affonda la tanaglia regolandone i movimennti mediante i cavi che si maneggiano dalla barca a grue A. Messa la tanaglia in debita posizione si fa passare l'aria compressa da D nei sacchi dei cuscinetti i quali gonfiandosi formano il letto sul quale deve riposare la nave. Collocate tutte le tanaglie al loro posto si pompa l'acqua dalle parti E, M e la nave, tutta contornata da cassoni vuoti, da sacchi pieni d'aria e dal dorso del cammello, viene a galla.

B. Kyle ideò per la stessa operazione un apparato abbastanza semplice (fig. 2335). Ai lati della nave affondata si fissano delle reti B unite tra loro mediante le gomene C. Da un ponte A partono due tubi F F, per i quali si trombano in certo modo dei palloncini di gomma gonfi, i quali successivamente empiscono le reti. Quando il numero di palloncini immersi arriva a formare una forza di sospensione sufficiente la nave si distacca dal fondo.

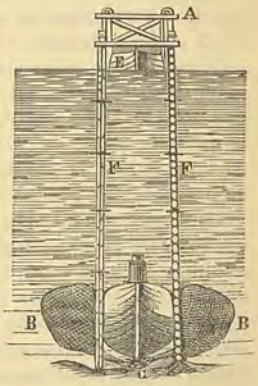


Fig. 2335.

Non ci allunghiamo di più. Il lettore desideroso di leggere sulle operazioni eseguite per sollevare il piroscafo *Lady Cathrine* oppure il *Grosser Kurfürst*, si rivolga alle *Grandi Scoperte* di F. Reuleaux (Unione Tip.-Ed. Torinese); per ciò che concerne il metodo di calafatare bene la coperta e di evacuare poi lo scafo a gas con grande celerità, aggiungiamo ancora il metodo di Whiteside Cook. Egli propone per l'evacuazione rapida il gas idrogeno che si sviluppa in breve tempo in enormi quantità e che in nessun caso dovrebbe fallire. All'inventore fu opposta la spesa enorme degli ingredienti necessari, senza badare che non andrebbero affatto perduti restando nella nave il vitriolo di zinco in deposito. La quantità di gas da svilupparsi dipende dalla profondità in cui esso deve agire. Fu calcolato per es. che in 10,36 m. di profondità e per 1000 tonn. di peso da sollevarsi si dovrebbero impiegare 10 tonn. di acido solforico e 7 di zinco.

Bibliografia. — Delvigne, *Notice sur la construction et l'emploi des canons et des flèches porte-amarre*, Paris 1869. — Schumacher, *Das Rettungswesen zur See.* — Ladis, *History of the Life-Boat and its work*, London 1874. — *Société centrale de sauvetage des naufragés.* — *Manuel du sauvetage maritime*, Paris 1869. — Paris, *L'art naval à l'Exposition de Paris.* — Gelcich, *Uber das Seerettungswesen* (estratto dalle *Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens*). — Reuleaux, *Le grandi scoperte*, Unione Tip.-Editrice Torinese. — Saverien, *Dizionario di marina*, Venezia 1769. — Parecchi giornali tecnico-marittimi.

E. Reggio.

SAPONI. — Franc. *Savons;* ted. *Seifen;* ingl. *Soaps;* spagn. *Sabones.*

L'uso dei saponi è conosciuto dalla più remota antichità e nella Bibbia occorre sovente di veder nominati prodotti analoghi. All'epoca di Plinio la fabbricazione di questi aveva già raggiunto un grande perfezionamento, ed i suoi contemporanei se ne servivano come cosmetico e per guarire le malattie della pelle. Questo autore attribuisce l'invenzione dei saponi ai Galli, che ne facevano uso per lisciarsi i capelli. Ecco ciò che ne dice nella sua *Storia Naturale*, lib. XXVIII, cap. XII: *Prodest et sapo Galliarum hoc inventus rutilandis capillis. Fit ex sebo et cinere. Optimus fagino et caprino; duobus modis spissus, ac liquidus.*

Del resto gli scavi eseguiti a Pompei provano in modo non dubbio la fabbricazione dei saponi presso i Romani. Nel secolo VIII esistevano fabbriche di sapone in Spagna ed in Italia; non è che nel secolo XII che furono impiantate in Francia. Alcuni attribuiscono l'origine della parola sapone a Savona, che nel secolo XII era salita per questa fabbricazione in grande rinomanza; fama che più tardi passò a Genova e in seguito a Marsiglia.

Oggigiorno l'industria dei saponi si è sviluppata in modo straordinario, ed è specialmente nell'Inghilterra che noi troviamo le migliori fabbriche di saponi, anzi la maggior parte dei produttori francesi importano la materia prima, la pasta, dall'Inghilterra; e si limitano a confezionarla rendendola atta a porla in commercio.

Per sapone s'intende il prodotto che si ottiene facendo agire gli alcali e gli ossidi metallici in genere sulle sostanze grasse; sapone non è quindi altro che un sale di un acido organico a grande numero di atomi di carbonio. Il processo con cui si ottengono i saponi dicesi *Saponificazione.* Già a proposito dell'articolo CANDELE venne di questa diffusamente parlato; noi ci limiteremo ad esporre quei processi che sono esclusivi all'industria di cui trattiamo, rimandando all'articolo sopra citato, per tutto ciò che riguarda gli altri metodi.

Si ammetteva altre volte che i grassi e gli olii avessero la proprietà di unirsi inalterati cogli alcali, ma Chevreul ha scoperto nelle sue ricerche sulle sostanze grasse, che i grassi separati dalle loro combinazioni cogli alcali, posseggono delle proprietà differenti di quelle che avevano antecedentemente. Questo chimico ha trovato che tutti i grassi si compongono di acidi particolari non volatili: gli acidi stearico, palmitico ed oleico; che certi grassi odoranti racchiudono un certo numero di acidi grassi volatili, come gli acidi butirrico, caprico, capronico, caprilico, valerianico, ecc.; e che gli acidi sono combinati ad una sostanza di sapore zuccherino che egli chiamò glicerina.

Quando si saponificano i grassi, l'olio di palma ad esempio, cogli alcali caustici come la soda caustica, il grasso si decompone in glicerina ed in palmitato di sodio (vale a dire in sapone) secondo la reazione seguente: $C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3 + 3NaOH = C_3H_5(OH)_3 + 3NaC_{16}H_{31}O_2$.

La glicerina che si pone in libertà dopo la saponificazione resta nella liscivia dopo la separazione del sapone. I grassi che, come quello delle piante tropicali, contengono degli acidi grassi in parte liberi, si saponificano molto più facilmente dei grassi neutri come sarebbero il sego e l'olio d'oliva.

Oggigiorno nella fabbricazione dei saponi è di grande impiego l'uso dell'acido oleico, prodotto secondario della industria delle candele (v. art. cit.). In questo caso il carbonato di sodio sostituisce la soda caustica, perchè non si tratta di una vera saponificazione non mettendosi in libertà della glicerina.

I saponi si ottengono anche, come s'è detto, dall'azione di altri ossidi metallici sui grassi; in questo caso essi non sono solubili nell'acqua, come sono quelli che si ottengono dalla saponificazione mediante gli alcali.

MATERIE PRIME IMPIEGATE NELLA FABBRICAZIONE DEI SAPONI.

Olio d'oliva. — Il suo uso è ormai molto ristretto; viene adoperato quello estratto col solfuro di carbonio dalle sanse; entra nella fabbricazione del sapone di Marsiglia di buona qualità; in generale lo si sostituisce coll'acido oleico.

Olio di mandorle dolci. — È usato dai farmacisti per la preparazione dei saponi medicinali; in generale però viene adoperato l'olio di olivo di qualità superiore od *olio vergine.*

Sevo. — Solo poche fabbriche di saponi da toeletta impiegano il sevo nella fabbricazione; il caro prezzo di questo, per l'impiego che se ne fa nella preparazione delle candele e della margarina, lo rendono meno adatto all'uso.

Olio di palma. — Di colore giallo-rosso, con odore acuto ed aggradevole, ha l'aspetto di un grasso butirraceo; è molto adoperato; però i saponi che se ne ottengono sono gialli; quindi per ovviare ad un tale inconveniente si imbianca prima l'olio mediante un miscuglio di acido solforico e bicromato di potassio.

Olio di cocco. — Grasso bianco, di odore sgradevole, sembra all'aspetto dello strutto; si estrae dai semi del cocco mediante solfuro di carbonio. Oggidì i saponi preparati mediante questo olio sono di uno smercio considerevole.

Olio di ricino. — Il suo impiego in questi ultimi tempi si è generalizzato, specialmente nella preparazione dei saponi da toeletta. Possiede in alto grado la proprietà di fissare i profumi; inoltre impedisce agli altri grassi di irrancidire.

In Italia l'olio di ricino si fabbrica in vasta scala, inoltre col perfezionarsi dell'industria si è riuscito a togliergli quell'odore nauseoso che gli era caratteristico.

Olio di colza. — Per fornire buoni saponi dev'essere prima convertito in elaidina. In un tino di legno si versano 50 Kg. dell'olio indi 500 gr. di acido nitrico diluito con 750 a 1000 gr. d'acqua gettandovi poscia qualche chiodo di ferro ed agitando più volte con spatola di legno. L'olio ingiallisce, diventa più sodo e quando a capo di qualche settimana non aumenta in consistenza lo si saponifica con una liscivia di soda.

Olio di cotone e di canapa. — Viene adoperato molto comunemente e talvolta anche senza sospetto dai fabbricanti, perchè costituisce una delle falsificazioni dell'olio d'oliva. Irrancidisce molto facilmente; i saponi fabbricati con questo olio sono quindi di qualità inferiore. Si consiglia di lavarlo prima con una liscivia di soda diluita. In Italia si adopera raramente a causa del forte tasso di dogana a cui è soggetta la sua importazione.

Olio di balena. — Era anticamente solo adoperato pei saponi ordinari a causa del suo odore e del suo colore bruno; oggidì si depura l'olio, si hanno cure speciali nella saponificazione, e se ne ottiene un sapone liscio, chiaro, che serve poi per farne saponi duri marmorizzati in Germania ed in Inghilterra.

Olii minerali. — Quando si trattano olii minerali, petrolii ed altre mescolanze di idrocarburi mediante alcali ad alta temperatura in corrente d'aria o di ossigeno si formano prodotti di ossidazione, ossia acidi degli idrocarburi specialmente se si opera in recipienti a pressione.

I saponi che si formano possono poi scomporsi e gli acidi liberi separarsi per distillazione o per la loro ineguale solubilità nel petrolio.

Secondo un altro processo si consegue la ossidazione mescolando gli olii minerali cogli alcali insieme a corpi ossidanti (per es. a sali di rame) impastati con una sostanza inerte, come pomice o sale da cucina e lasciando il misto per lungo tempo all'aria.

Anche il cloruro di calcio può operare la ossidazione degli idrocarburi ad una temperatura di circa 125°. La reazione avviene con violenza e terminata che sia si può con acido cloridrico decomporre il sapone calcareo formato.

Del pari può agire come ossidante l'acido nitrico, accoppiando a questo l'azione del riscaldamento a 100° in corrente d'aria.

Gli acidi ottenuti con uno di questi metodi, separati poi per via di distillazione o della loro solubilità in benzina, sono in parte liquidi e molto volatili, in parte solidi e non volatili. Gli acidi più volatili si eterificano cogli alcoli etilico, amilico, ed anche colla glicerina producendo combinazioni somiglianti agli olii naturali che possono sostituire gli olii di rape e di ravizzone. Gli acidi che bollono a più alte temperature dànno buoni saponi ed i loro eteri etilico, amilico e colla glicerina si comportano come i grassi naturali (*Techn. Chem. Jahrb.*, 1885-86, pag. 333).

Per ciò che riguarda la descrizione degli olii sopracitati rimandiamo all'estesissimo articolo che su questo argomento venne pubblicato nella presente *Enciclopedia*.

Per le *liscivie* si adopera generalmente l'idrato sodico; non è che per i saponi a base di potassa che si usa prepararsela partendo dal carbonato potassico e calce. Inoltre con questo metodo i dati dell'areometro corrispondono assai più esattamente alla quantità vera di soda contenuta nella liscivia, che non in quelle artificiali di molto variabile purezza.

Molte altre materie vengono usate nella fabbricazione dei saponi; come sarebbero il silicato di soda, caolino, ecc. Ma trattandosi di sostanze speciali se ne parlerà quando ne venga l'occasione.

Proprietà e classificazione dei saponi.

I saponi vengono divisi in due categorie: saponi duri o a base di soda; saponi molli o a base di potassa. I saponi duri si dividono in saponi granosi, in saponi lisci e in saponi mescolati. Il sapone granoso o di prima qualità dopo che fu privato totalmente della lisciva mediante una soluzione di sal comune è cotto sino a che la sua massa diventa uniforme e presenta dopo la sua solidificazione una tessitura cristallina a grana sottile. Quella porzione di sapone che non ha acquistato questa qualità si depone separatamente insieme ad una quantità maggiore o minore d'impurità ed assume un aspetto marmorizzato. Il sapone che si separa in seguito ad una regolare addizione di sale sotto forma di grumi o di granuli arrotondati semi-liquidi, è un sapone puro, scevro di glicerina, di lisciva e di un eccesso d'acqua.

Il sapone liscio si ottiene facendo cuocere in una caldaja insieme ad acqua o ad una lisciva debole il sapone granoso; esso assorbe dell'acqua ma perde la proprietà di cristallizzare o di prendere un aspetto marmorizzato. La cottura del sapone liscio e la sua separazione dalle acque madri mediante il sale si eseguiscono come per la preparazione del sapone granulare, dal quale esso non differisce se non perchè contiene una maggiore quantità d'acqua.

Il sapone mescolato, o di seconda qualità, che ora pur troppo è quello che si adopera quasi esclusivamente, è il più cattivo di tutti i saponi perchè durante la sua preparazione non si impiega la quantità di sale sufficiente a separare tutta la lisciva dal sapone, in modo che tutte le materie che si trovano nella caldaja rimangono unite alla pasta del sapone, e si vendono come fossero sapone. Per il raffreddamento tutta la massa si trasforma in un sapone solido, il cui aspetto non svela punto la dose copiosissima d'acqua che esso contiene. Questa proprietà di sembrare secco e duro anche ad onta di una grande quantità di acqua, si riscontra specialmente nel sapone d'olio di cocco. Per questo motivo appunto, dacchè l'olio di cocco si è diffuso tra noi, la preparazione dei saponi rigonfiati o misti ha preso una grande importanza, tanto più che questi saponi possono impartire ad altri saponi, come quelli di sego, di olio di palma, ecc., la proprietà di assorbire e trattenere l'acqua.

Dal punto di vista delle applicazioni i saponi si possono dividere come segue: 1° saponi di uso ordinario, comprendenti molte varietà; 2° saponi speciali; 3° saponi da toeletta; 4° saponi di uso medicinale.

Nel corso di questo articolo noi verremo esponendo il vario modo di preparazione di queste differenti specie di saponi, attenendoci alle varietà più riputate ed il cui uso è più esteso.

Per ciò che riguarda la proprietà dei saponi possiamo dire che quelli di potassa sono deliquescenti, non si seccano stando all'aria, ed anzi ritengono tale quantità di acqua da conservare la consistenza di una gelatina vischiosa; quando si fanno seccare artificialmente e quindi si rimettono all'aria assorbono una proporzione considerevole di umidità e ripigliano la consistenza gelatinosa. I saponi di soda sebbene contengano molta acqua nondimeno non ve n'ha a sufficienza per renderli molli; esposti all'aria induriscono, e quando furono seccati e rimessi all'aria, sebbene attraggano dell'umidità rimangono solidi, anzi induriscono tanto da poterli rendere in polvere. I saponi di potassa in soluzione decompongono i sali di soda; per es., versandone una soluzione in un'altra di cloruro di sodio o di solfato di sodio ne precipita il sapone di quest'ultima mentre si forma del cloruro o del solfato di potassio.

I saponi si sciolgono nell'alcole, nell'etere e nell'acqua calda; la soluzione acquosa è meno fluida di quella alcoolica; l'una e l'altra si solidificano a gelatina in un certo stadio di concentrazione.

I saponi di potassa sono più solubili di quelli di soda; mentre l'oleato di sodio si scioglie in 10 parti d'acqua, quello di potassio si scioglie in 4 parti soltanto.

L'acqua fredda non iscioglie i saponi comuni senza decomporli ad un tempo in saponi ricchi di alcali che si sciolgono ed in saponi ricchi di acido grasso che si depositano. La stessa decomposizione succede allorquando le soluzioni di sapone nell'acqua calda, in ispecie se molto diluite, si vanno raffreddando.

Tali reazioni spiegano come avvenga che anche con acqua purissima le soluzioni saponacee appajono torbide e perchè giovino a disungere ed a nettare la pelle, dacchè rendendosi libero dell'alcali caustico, questo serve ad emulsionare ed a staccare le materie untuose od altre che siano aderenti.

Il sapone è quasi insolubile in una soluzione di sal comune che contenga all'incirca una parte di sale su 400 d'acqua; da ciò la ragione per cui avendosi una soluzione densa e calda di sapone ed aggiungendovi del sal comune, il composto saponaceo si separi dal liquido e si raccolga in magma.

Quando si adopera il cloruro di sodio con una soluzione di sapone di potassa allora il sapone si separa pure dall'acqua madre, ma trasformato in sapone di soda.

Non tutti i saponi sono separabili dall'acqua con uguale agevolezza mediante l'aggiunta di sale. Tali differenze derivano dalla natura delle materie grasse adoperate. Per es., il sapone all'olio di cocco ha duopo d'una maggior quantità di sal comune perchè si separi dall'acqua madre. I saponi resinosi si comportano col sale nello stesso modo di quelli fatti con sostanze grasse. Altri sali a somiglianza del cloruro di sodio inducono i saponi a disgiungersi dall'acqua in cui stanno disciolti, ma lo fanno con forza minore; tali sono i carbonati alcalini, l'acetato di potassio, il sal ammoniaco, il cloruro di potassio e il solfato di sodio; questi due ultimi manifestano un'azione molto debole.

I saponi sono solubili perfettamente in una lisciva caustica debole; se la lisciva è concentrata succede il contrario, tanto che se si evapora una soluzione di sapone nella lisciva debole onde si concentri, il sapone si separa come farebbe aggiungendovi del sal comune.

I saponi del commercio, in ispecie gli usuali e non i più fini, quando si fanno sciogliere nell'acqua forniscono fiocchi o particelle insolubili che a poco a poco formano sedimento, e che constano di saponi insolubili di calce, di ferro, magnesia, ecc., ingenerantesi durante la saponificazione degli ossidi eterogenei, che sogliono sussistere sempre, in mescolanza, in proporzione più o meno grande, nella lisciva caustica con cui furono trattati i grassi naturali. Se l'acqua in cui si fa sciogliere un sapone è di pozzo e contiene sali calcari o magnesiaci, la soluzione riesce parziale per quanto si operi con acqua calda, perchè una parte del sapone alcalino si decompone coi detti sali e formansi saponi terrosi; se l'acqua è di fiume, di cisterna, di neve o di pioggia la formazione dei saponi insolubili è scarsa o quasi nulla, perchè tali acque sogliono essere dolci, mentre le prime sono crude.

I saponi non a base alcalina sono insolubili non solo nell'acqua, ma anche nell'alcole e nell'etere, fatta eccezione per pochissimi, tra cui quelli di rame, di potassio, di ferro e di manganese che si sciolgono negli olii grassi e nell'essenza di trementina.

Gli acidi minerali ed organici decompongono i saponi impadronendosi della base e mettendo in libertà gli acidi grassi, che essendo insolubili nell'acqua, vi salgono a galla.

I saponi di magnesia, di calce, di ferro, di rame e di piombo si rammolliscono scaldandoli ad un grado di calore minore che non facciano quelli a base alcalina. Questo però avviene se la saponificazione da tali ossidi fu compiuta direttamente, per lunga digestione a temperatura adatta degli ossidi stessi coi grassi neutri e coll'acqua come si opera nelle farmacie quando si prepara il cerotto diachilon; se furono preparati invece per doppia decomposizione tra soluzioni dei saponi alcalini e quelle dei sali metallici, i prodotti ottenuti tardano assai più a divenire molli e non aderiscono; ciò perchè, da quanto si crede, nella preparazione diretta rimane indisciolta una certa quantità di oleina indecomposta come fu osservato pel sapone di piombo.

I saponi hanno reazione alcalina; quelli molli la posseggono in grado maggiore dei duri.

I saponi scaldati in autoclave tra 155°-160° con acqua e con grasso saponificano molto facilmente quest'ultimo; ciò dipende da che per opera dell'acqua a quella temperatura, il sapone neutro si risolve in sapone ricchissimo di acido ed in sapone molto alcalino, il quale reagendo sul grasso naturale a cui è misto ne determina la decomposizione.

A ciò deve pure aggiungersi l'azione del sapone acqueo ad alta pressione, che ad una temperatura più elevata, basta da sè solo a saponificare i grassi.

Fabbricazione dei saponi.

La fabbricazione dei saponi esige le seguenti operazioni: 1° Preparazione delle liscive; 2° Impasto delle materie grasse; 3° Separazione della pasta saponificata dalla lisciva; 4° Cottura del sapone; 5° Liquidazione; 6° Raffreddamento e colatura del sapone nella forma; 7° Taglio della massa saponificata in sbarre ed essiccazione di queste; 8° Marmorizzatura. Quest'ultima operazione, che non si fa in tutti i saponi, si applica dopo la cottura.

Preparazione della lisciva.

Abbiamo già detto che i fabbricanti adoperano ora la soda caustica quale è venduta direttamente dalle fabbriche, e non ricorrono più alla preparazione della lisciva come si usava anticamente. È necessario che questa contenga pure un po' di carbonato che giova alla durezza dell'impasto specialmente se trattisi di cocco o di palmisto.

Inoltre le liscive non devono essere troppo caustiche. Per il primo impasto non si deve superare la densità di 20° a 25° B. In molti casi è utile adoperare le seconde liscive provenienti da operazioni precedenti.

Siccome in molti casi la soda caustica contiene troppo poco carbonato si suole aggiungervene: in generale su un quintale di pasta si mettono da 3 a 4 Kg. di carbonato di soda.

Però se trattasi di sapone di palmisto solo la lisciva non deve subire aggiunta di carbonato; mentre quelli di sego ne sopportano una quantità relativamente grande.

Per ciò che riguarda le altre operazioni verremo descrivendole a proposito del sapone di Marsiglia, che si può considerare come il tipo dei saponi commerciali.

Sapone di Marsiglia. — A Marsiglia le caldaje che servono alla fabbricazione dei saponi sono ancora per la maggior parte costruite in muratura, mentre dappertutto sono in lamiera di ferro; il riscaldamento si opera mediante serpentini in ferro nei quali circola una corrente di vapore.

Impasto delle materie grasse.

Si comincia a versare nella caldaja una certa quantità di lisciva della densità 10°-12° B. che si porta alla ebollizione; vi si aggiunge poco a poco la materia grassa costituita da olio di oliva, di sesamo o di arachide. Un impasto si compone generalmente di 10 000 Kg. di materie grasse e di 14 a 15 000 litri di lisciva debole. L'operajo non introduce che successivamente l'olio nella caldaja ed agita il miscuglio durante tutta l'operazione. Si scalda dapprima moderatamente e non si porta la massa all'ebollizione che quando la materia grassa pare mescolata alla lisciva. Si produce allora una schiuma grigiastra, abbondante, che sparisce a poco a poco quando la pasta del sapone è completa ed ha acquistato la consistenza voluta. In vaso aperto l'impasto non si fa convenientemente che ad una temperatura relativamente bassa; secondo L. Droux sarebbe preferibile di operare sotto pressione e ad alta temperatura in apparecchi muniti di potenti agitatori; si ottengono allora delle liscive molto ricche in glicerina da cui questa si può estrarre con vantaggio. Se si tratta di produrre del

sapone marmorizzato, si aggiunge alla fine dell'impasto un poco di solfato ferroso che produce coi solfuri della soda delle venature bluastre, formanti la marmorizzatura del sapone.

Separazione della pasta saponificata dalla lisciva (Relargage).

Questa operazione si effettua versando nella caldaja per piccole porzioni alla volta, e sempre mantenendo la massa in ebollizione, della lisciva salata densità 28° o 30° B. Durante tutto il tempo della separazione un operajo agita con una pala la pasta saponacea che si forma in grumi interposti nella lisciva. In seguito si sospende l'ebollizione, la lisciva si separa, si raccoglie nel fondo della caldaja, mentre la pasta del sapone galleggia. In certi casi la separazione si effettua aggiungendo del salmarino sciolto semplicemente nell'acqua od in una lisciva debole. Si tolgono quindi le liscive salate aprendo un robinetto posto alla parte inferiore della caldaja o per mezzo di una pompa il cui tubo di aspirazione si immette sino al fondo del recipiente. Ciò fatto il sapone è sottomesso alla cottura.

Cottura del sapone.

Questa operazione consiste nel far bollire replicatamente con liscive abbastanza concentrate, 28°-30° B., la pasta saponacea che si è separata nell'operazione precedente; ed eliminando volta a volta la lisciva adoperata. In questo modo si ottiene la intiera saponificazione dei grassi e l'acqua necessaria alla costituzione del prodotto.

L'introduzione delle liscive forti nella pasta e la cottura prolungata che ne scaccia l'acqua, rendono la pasta del sapone granulosa; in grani che divengono di più in più piccoli e duri. L'operazione si considera come terminata quando questi granuli compressi ancora tiepidi tra le dita dell'operajo, formano delle scaglie dure, secche, friabili e che la lisciva nella quale galleggiano ha raggiunto la densità di 30° a 32° B.

Le liscive che si sono venute man mano separando, dette *liscive ricotte*, sono filtrate e di nuovo rese caustiche mediante l'aggiunta d'un po' di calce. Operata la cottura si toglie la lisciva in eccesso e si procede alla liquidazione od alla marmoreggiatura, secondo se si vuole ottenere un sapone bianco od un sapone marmorizzato.

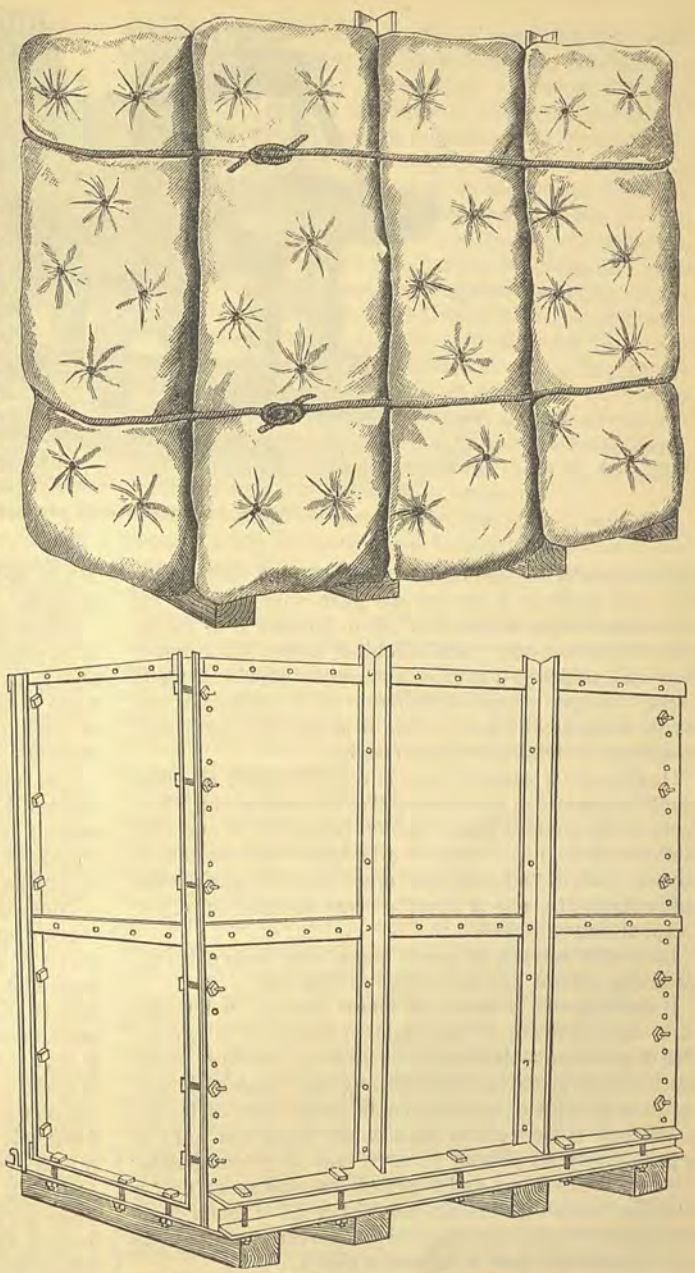


Fig. 2336. — Cassoni di lamiera per gettarvi il sapone.

Di questo ultimo processo ce ne occuperemo in un paragrafo a parte.

Liquidazione.

Per operare la liquidazione, si agita la massa aggiungendovi poco a poco della lisciva debole e dell'acqua, che la rende di più in più liquida e non si arresta sino a che tutti i grani sono scomparsi. Quando per addizioni successive di lisciva debole, si è fatto discendere a 10° B. il titolo di questa che impregna la pasta, la porzione disciolta cade al fondo della caldaja, trascinando con essa tutte le materie estranee e coloranti che costituiscono la cosidetta *colla* (gras). Si lascia la caldaja in riposo dopo aver preso cura di coprirla; dopo un certo tempo si trova alla superficie uno strato di schiuma 5 %; sotto uno strato di buon sapone 3 % della cottura; poi uno strato di colla 92 % ed infine la lisciva. Le schiume e la colla sono utilizzate nella fabbricazione del sapone marmorizzato, ma prima questi saponi impuri sono lavati con una lisciva salina che li depura togliendovi le materie straniere e l'acqua in eccesso.

Raffreddamento e colatura del sapone nella forma.

Si lascia, come si è detto, la massa in riposo durante trenta o quaranta ore, avendo cura di tener coperta la caldaja. Si toglie la schiuma e si estrae il sapone puro mediante cucchiai in ferro, con cui si riempiono dei vasi metallici a due impugnature che servono a trasportare il sapone nel locale dove si fa la colata in pani. Quando si tratta di sapone bianco, la massa ancora liquida è versata in compartimenti formati da casse in legno

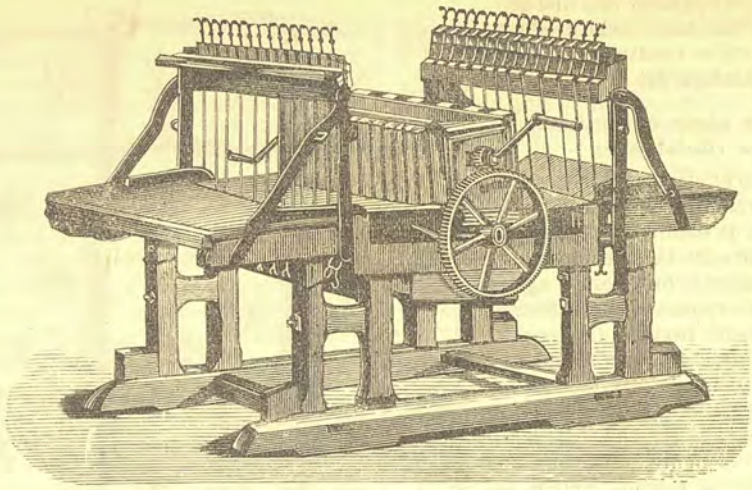


Fig. 2337. — Apparecchio Krull per tagliare i saponi.

della capacità del pane che si vuol ottenere. Questi cassoni sono posti su di un terreno duro e livellato, in cui si è disposto uno strato di calce in polvere o di sabbia fina ricoperto a sua volta da fogli di carta; ciò a fine di rendere lentissimo il raffreddamento del sapone. Quando questo è presso a poco solidificato lo si comprime con larghi pestelli di legno, a fine di livellare i pani e di scacciarne le bolle d'aria interposte.

Oggigiorno i cassoni dove si cola il sapone si usano anche in lamiera di ferro. Sono al solito cassoni (fig. 2336) formati da quattro pareti mobili tenute unite con viti. Nell'uso si sogliono fasciare all'esterno con materassi, come si vede dalla figura, per impedire un troppo pronto raffreddamento, che si vuole evitare specialmente per i saponi marmorizzati.

La parete esterna di questi bacini vuol essere verniciata con asfalto per impedire l'ossidazione.

I vantaggi che si hanno da questi cassoni in lamiera sono specialmente di economia di tempo e di spazio. Per di più il pane di sapone che risulta, quando si toglie dai bacini, è perfettamente rettangolare, perchè le pareti non si deformano come quelle delle casse di legno; e così non si ha veruna perdita nel taglio dei pani di sapone. Inoltre i cassoni in ferro sono di molta durata. Generalmente sono molto grandi da contenere fino a 1000 Kg. e sono facilmente mobili perchè si fanno riposare sopra rotaje, onde poterli trasportare dalle caldaje agli apparecchi dove il sapone si taglia.

Tuttavia per i saponi marmorizzati è sempre meglio l'uso delle casse in legno.

Taglio della massa di sapone in sbarre e loro essiccazione.

Il sapone bianco è in seguito tagliato in sbarre aventi all'incirca m. 0,50 su m. 0,50, poi è posto in vendita dopo qualche giorno di essiccazione all'aria.

Per tagliare il sapone si tracciano dapprima alla sua superficie le linee secondo le quali i pani saranno tagliati, poi si introduce nella massa un grande coltello sormontato da una doppia impugnatura orizzontale, e mentre questo coltello è mantenuto orizzontalmente da un operajo, due altri tirano una catena alla quale esso è fissato ed operano così il taglio del sapone. I grossi blocchi cubici restano così nella forma per otto giorni galleggiando sulla lisciva; dopo aver tolta questa si portano su di una grande tavola per tagliarli con un filo di ferro in isbarre che vengono in seguito seccate all'aria.

Anche pel taglio del sapone si hanno apparecchi speciali, che hanno scopo di guadagnar tempo non solo, ma anche di tagliare il sapone in pezzi regolari come si suole in commercio, senza fare troppi ritagli, che costituiscono un danno per il fabbricante, dovendo essere riportati in caldaja.

Una macchina molto adoperata anche in fabbriche italiane è quella della casa Krull di Helmstedt che è in legno e ferro, e colla quale si tagliano in pani dei pezzi di sapone d'un metro e più di lunghezza, e mezzo metro di altezza (fig. 2337).

Consiste in due telai di fili d'acciajo verticali, tesi sopra e sotto mediante apposite chiavi, che si possono porre a distanze variabili secondo le dimensioni dei pezzi che si vogliono ottenere. Il blocco di sapone è posato su di un piano di legno che è mobile mediante un ingranaggio di ruote dentate, e viene così portato contro ai fili, e risulta tagliato in sbarre delle dimensioni volute. Si dispongono le sbarre di sapone tagliate per traverso, e si continua a far scorrere il piano fino ad incontrare il secondo telajo, e così le sbarre restano divise in parallelepipedi.

100 Kg. di materie grasse forniscono nella preparazione sovra descritta da 135 a 145 Kg. di sapone bianco liscio, e da 160 a 165 Kg. di sapone marezzato. La quantità di soda occorrente è: p. 80 a 85 p. 100 del peso dell'olio. La spesa è di circa 18 lire per 100 di materie grasse. Da 100 p. d'olio si ricava da 130 a 135 p. di sapone puro e da 30 a 35 p. di colla.

Il sapone bianco di Marsiglia contiene in media:

Acqua	32,20
Materia grassa	59
Alcali	6,80
Sali	1

Statistiche recenti dimostrano che attualmente esistono soltanto a Marsiglia 90 fabbriche che producono per 50 milioni di lire.

Della produzione totale valutata a 78 milioni di chilogrammi se ne consuma in Francia 68 milioni e se ne esportano 10.

L'introduzione degli olii concreti di cocco, di palmisto, ecc., ha modificato la fabbricazione marsigliese, facilitando la produzione dei saponi a grande rendimento, ed i saponi bianchi di Marsiglia, posti oggigiorno

in vendita sono, per la maggior parte, composti d'olio di sesamo, di residui d'olive e d'olii concreti; sono molto spumosi e contengono più acqua degli antichi prodotti marsigliesi; 100 Kg. all'incirca di materie grasse forniscono, in questo caso, fino a 180 ed anche 200 Kg. di sapone.

Questi prodotti sono fabbricati in due modi differenti. In certe fabbriche si saponificano separatamente gli olii di sesamo, d'oliva, d'arachide nella medesima caldaja, seguendo le norme sopra indicate; poi in una seconda caldaja si fa un sapone d'impasto composto di olio di cocco e di palmisto; si mescola in seguito tutto insieme prima di colarlo e metterlo nella forma. Il secondo metodo dà dei prodotti di qualità migliore. I due saponi impastati separatamente sono mescolati alla cottura, e dopo la liquidazione, trasportati in una seconda caldaja, ove si fa loro assorbire una quantità più o meno grande di acqua pura, incorporata per semplice mescolanza alla massa mantenuta ad una temperatura sufficiente per conservarle la fluidità necessaria.

Saponi lisci di sego, d'olio di palma, ecc. — Questi saponi, che sono soventi addizionati di resine, sono fabbricati specialmente in Inghilterra, così pure in Russia, in Germania e negli Stati Uniti. Le caldaje che si adoperano per questa fabbricazione sono quasi sempre in lamiera di ferro e scaldate con serpentini a vapore; in Germania solo, perchè di piccole dimensioni, sono scaldate a fuoco diretto. I processi ordinariamente impiegati sono analoghi a quelli di Marsiglia; si adoperano liscive provenienti dalle operazioni precedenti per fare l'impasto delle materie grasse; aggiungendovi una certa quantità di liscive nuove deboli destinate a fornir l'alcali necessario. Si separa la lisciva usata e si opera la cottura del sapone con parecchie liscive forti; poi si procede alla liquidazione con liscive deboli od anche semplicemente con acqua.

Il sapone di sego ha un aspetto bianco grigiastro, con un odore *sui generis*, altrettanto più accentuato quanto maggiormente si è introdotto del sego d'ossa; 100 Kg. di materie grasse forniscono all'incirca 165 Kg. di questo sapone, che è detto a 165 di rendimento.

L'olio di palma, mescolato al sego, dà un eccellente sapone di un giallo chiaro, con un rendimento pure di 165; il suo odore è aggradevole e non ricorda per nulla quello del sego. Il sapone d'olio di palma ha una bella tinta giallo carico analoga a quella della cera vergine.

L'olio di ricino dà egualmente un sapone di buona qualità a tinta bianca, avente una certa analogia col sapone bianco di Marsiglia; il suo rendimento è all'incirca di 165-170. Generalmente i saponi sono composti dal miscuglio di queste diverse materie grasse e più contengono del sego e più sono duri.

Saponi d'olii concreti di cocco, di palmisto, ecc. — Questi olii producono dei saponi solubili nell'acqua al punto di rendere molto difficile la separazione della lisciva che essi racchiudono, a meno di sopracaricare di sal marino e di portare la lisciva a un grado di concentrazione molto elevato. Se il loro rendimento è per così dire illimitato, non sono che dei prodotti di qualità inferiore, che abbandonano all'essiccazione una parte dell'acqua della loro composizione primitiva, e si trova che il peso diminuisce di metà.

Questi saponi si preparano con una sola operazione, per mezzo d'una lisciva dosata, perciò senza separazione della lisciva in eccesso. La loro fabbricazione, analoga a quella dei saponi molli, si effettua nel modo seguente: Si mette l'olio di cocco nella caldaja, si fa fondere, e quando comincia a liquefarsi, si versa della lisciva di soda caustica a 22° Baumé, fino a impastamento completo. Durante tutta l'operazione l'operajo mantiene un fuoco moderato, e col mezzo d'un rastiatojo di ferro, munito d'un manico abbastanza lungo da toccare il fondo della caldaja, ha cura di pulire continuamente le pareti di quest'ultima, affine di impedire al sapone di aderirvi e di bruciare. Quando la massa sia divenuta chiara e trasparente, si assaggia il sapone, che al contatto della lingua non deve mai dare gusto alcalino. Quando la pasta satura di alcali ha raggiunto il punto di ebollizione, si produce una leggera schiuma; si aggiunge allora una soluzione di sale marino e di carbonato di potassa in proporzione di 20 di sale e 30 di carbonato di potassa per 100 d'olio di cocco impiegato. Dopo aver tolto una quantità di campioni che lascia raffreddare, l'operajo giudica da essi dello stato di durezza della pasta, e quando è sufficientemente dura, lascia la caldaja in riposo per una notte, dopo la quale, la pasta si cola e si mette nelle forme.

Questo sapone, che rende circa 300, ha una bella tinta bianca, è molto duro, malgrado la gran quantità d'acqua che contiene, ma ha sempre un odore speciale piuttosto sgradevole.

Sapone di sego. — L'antico sapone *a grani di sego tedesco* consisteva essenzialmente in una mescolanza di stearato e di palmitato di soda; si preparava generalmente *per via indiretta* saponificando del sego con una lisciva di potassa e trasformando in combinazione di soda, per mezzo del sal marino, lo stearato ed il palmitato di potassa così formati.

La caldaja ove si effettua la cottura del sapone, ha la forma di un cono, la punta del quale è surrogata da una calotta sferica in latta ribadita o in metallo fuso; è appunto questa parte della caldaja che è in contatto col fuoco. Se si vuole, ad esempio, trasformare in sapone 500 chilogrammi di sego, si riempie la caldaja con la quantità necessaria (circa 500 litri) di lisciva caustica a 20 p. 100 (= ad un peso specifico di 1,226), si aggiunge il sego, si mette sulla caldaja un coperchio mobile e si fa bollire per cinque ore la massa, rimestandola di quando in quando; poi si aggiunge poco a poco della nuova lisciva caustica. In questo stato la massa è trasparente e simile ad una gelatina; le si dà il nome di *colla di sapone*. Quando la colla ha la voluta consistenza, non deve divenir più liquida aggiungendovi nuova lisciva; non deve, quando la si prende con un mestolone, colare goccia a goccia, ma sotto forma d'un filo continuo, e quando la si versa sopra una pietra fredda od una lastra metallica deve rapprendersi e formare una gelatina solida.

La formazione della *colla di sapone* si ottiene più facilmente, aggiungendo la lisciva non in una sola volta, ma poco a poco.

Secondo le ricerche di Mège-Mouriès si può tuttavia aggiungere la lisciva tutta in una volta, avendo cura di emulsionare prima il grasso con dei tuorli d'uovo, della bile, o con dei corpi albuminosi o del sapone; cioè facendo passare questa sostanza allo stato globulare. Come hanno dimostrato Fr. Knapp e A. Fricke nelle loro ricerche sulla fabbricazione dei saponi (1866 e 1873) è sempre bene trasformare il grasso in emulsione colla quantità di lisciva necessaria, abbandonare a se stessa lungamente la mescolanza senza riscaldarla, oppure a una temperatura di circa 50° e terminare, facendolo bollire pochissimo, il sapone, la cui formazione si è cominciata a freddo. Risulta dai lavori di Fricke che il sapone preparato a freddo coll'olio d'oliva emulsionato ha lo stesso grado di saturazione del miglior sapone di commercio.

Quando si fa la saponificazione colla soda si adopera una lisciva da 10° a 12° B. (= un peso specifico di 1,072 a 1,088). La saponificazione terminata, si procede alla *salatura*, che consiste nell'aggiungere sale marino alla massa bollente. Si mettono, per 50 chilogrammi di sego, da 6 a 8 chilogrammi di sale marino.

La massa si mantiene in ebollizione, fino a che la colla di sapone sia coagulata e formi una massa granulosa bianca, e che al disotto di essa si sia separato un liquido chiaro, detto lisciva inferiore, che si fa colar via. Se la caldaja non è munita di robinetto per l'uscita della lisciva inferiore, si trasporta il sapone nella cassa della colatura.

La salatura ha per iscopo di trasformare in parte il sapone di potassa in sapone di soda, operazione durante la quale si forma del cloruro di potassio che resta sciolto nell'acqua-madre col sale marino adoperato in eccesso; spoglia inoltre il sapone della lisciva inferiore e perciò anche dall'acqua che renderebbe inutile ed inattiva la lisciva aggiunta in seguito.

La colla di sapone prodotta ritorna quindi nella caldaja, poi vi si versa sopra della lisciva più debole e si scalda fino all'ebollizione. Il sapone si scioglie di nuovo in un liquido chiaro, che si compone per la maggior parte di colla di sapone di sodio. Durante l'ebollizione si aggiunge continuamente la lisciva chiara, ma è necessario prima una nuova salatura. Quando nel fabbricare il sapone si adoperavano materie molto impure, si era costretti a ripetere la salatura 4 o 5 volte.

Sotto l'influenza della ebollizione, il sapone si concentra sempre più; comincia ad essere molle, vischioso e schiumoso. Cessata la schiuma, il sapone bolle con rumore e si produce la granulazione; si leva nuovamente il sapone di sopra alla lisciva per trasportarlo nel bacino refrigerante. Questa seconda bollitura ha per iscopo di trasformare il sapone, che era prima una massa spugnosa, in una massa omogenea, fusa e priva di bolle d'aria. Si asseconda questa trasformazione, battendo la massa, prima che si raffreddi, con una verga di ferro (liquidazione del sapone). Battendolo, il sapone si *marmorizza*, cioè la sua massa si copre di venature varie di forma, dette *mandorle* o *fiori*.

Il sapone terminato, viene poi messo in forma. Lo si porta, ancora liquido, nello stampo, che consiste in una scatola quadrata di legno di pino, fatta per essere scomposta, e lo si lascia ivi raffreddare. Il fondo bucherellato dello stampo è coperto d'una tela, affinchè la lisciva ancora aderente al sapone possa colar fuori.

Dopo il raffreddamento, lo stampo è scomposto, e il sapone vien tagliato in pani che si fanno asciugare.

Siccome per la salatura ripetuta la trasformazione del sapone di potassa in sapone di soda non è mai completa, il sapone di Germania a grani ordinari è sempre mescolato con una grande quantità di sapone di potassa che gli dànno una morbidezza piacevole.

Secondo le ricerche di A. C. Oudemans non si cambia in sapone di soda che la metà circa del sapone di potassa. Questa fabbricazione è ora pressochè abbandonata perchè il sapone così ottenuto viene a costare troppo.

Sapone di acido oleico. — I saponi di cui abbiamo descritto la fabbricazione, si producono tutti coll'ajuto di materie grasse neutre di cui la combinazione colla lisciva è sempre molto difficile; ma non è più la stessa cosa con un acido grasso come l'acido oleico, il quale ha, per natura, una grande affinità cogli alcali.

Esistono due specie di acido oleico; quello ottenuto per saponificazione, ed è preferibile per la qualità del prodotto, e quello ottenuto per distillazione (saponificazione solforica). Il primo produce degli eccellenti saponi duri, il secondo dev'essere mescolato con sego di ossa o d'olio di palma, e l'uno e l'altro si applicano alla fabbricazione del sapone molle.

Ma la differenza tra questi due acidi tende a scomparire dopo che la stearineria impiega mezzi migliori di acidificazione e distillazione. L'acido oleico può essere mescolato in qualunque proporzione col sego, cogli olii di palma, d'oliva e con tutte le materie grasse neutre suscettibili di formare dei saponi alla grande caldaja (saponi separati dalla lisciva); ma si combina male coi nuovi olii concreti di cocco, di palmisto, i quali non dànno che saponi molto solubili nella lisciva; è di tutte le materie grasse, quella che meglio si presterebbe alla fabbricazione sotto pressione, in autoclavi.

Il sapone d'acido oleico si ottiene per la saponificazione nelle grandi caldaje ordinarie riscaldate con serpentini a vapore; vi si trattano fino a 10000 Kg. di materie grasse in una volta, adoperando, come alcali, la soda caustica mescolata con un po' di carbonato di soda. Tolta la impastatura, si segue il processo marsigliese. Si versa prima nella caldaja la metà della lisciva che si crede necessaria (vecchia lisciva proveniente dalle operazioni precedenti, con un titolo medio di 18 a 20° B.), poi quando bolle, vi si fa arrivare l'acido oleico a fili sottili e il sapone si unisce immediatamente. Lasciandolo bollire dolcemente si aggiunge in seguito la materia grassa, perchè se l'acido oleico fosse introdotto rapidamente, si formerebbero dei grossi pezzi di sottosaponi, molto difficili a sciogliere. Terminata l'impastatura si procede alla separazione.

Se non si hanno liscive vecchie, si aggiunge un po' di sale marino, e dopo qualche ora di riposo si leva di sotto la lisciva usata, che si getta via.

Si procede in seguito alla cottura del sapone con una lisciva a 25° e, generalmente, si fa un secondo servizio a 25° o 26°.

Quando il sapone è perfettamente granulato, e la lisciva ha raggiunto 30° di densità la si toglie nuovamente di sotto, e quindi si opera la liquefazione colle liscive vecchie mescolate con metà acqua. Per fare dei bei saponi a taglio dolce bisogna spingere la liquefazione all'eccesso, cioè raggiungere il momento in cui i grumi tolti con una pala restano stesi, larghi e flaccidi.

Quando questo punto è raggiunto, la lisciva deve segnare da 11° a 12°; si versa allora nella caldaja una certa quantità d'acqua che mescola quasi tutto il sapone alla lisciva, poi si ottiene la separazione di questa ultima con un'aggiunta di sale marino che ne aumenta la densità fino a 12° e 13°. Dopo ventiquattro ore di riposo il sapone è tolto, messo nelle forme, e agitato fino al raffreddamento per evitare una larga marmorizzatura. Il sapone d'acido oleico rende da 150 a 155.

Si fabbricano ugualmente saponi di acido oleico e di resina unendo, per esempio, 100 parti di acido oleico e da 20 a 30 di resina. Queste due materie dopo di essere state fuse insieme nel calderone si impastano con vecchia lisciva, poi si passano a due liscive forti, e sono rese liquide a 16° o 18° con vecchia lisciva usata e salata. Terminata questa operazione si trasporta il sapone col cucchiajo in grandi bacini di riposo ove, dopo travasata la lisciva, s'aggiunge da 10 a 20 p. 100 di talco sciolto in vecchia lisciva poco alcalina. Si rimesta allora fortemente la massa, e la si cola come il sapone bianco di Marsiglia. Così si ottiene un prodotto da 190 a 200 del peso dell'acido oleico impiegato.

Saponi resinosi. — Questi saponi fatti con un miscuglio di sego, di sego d'ossa, d'olio di palma, come corpo

grasso, e aggiungendovi saponi di resina, possono considerarsi come il tipo dei saponi inglesi e americani.

Il miglior metodo da seguirsi nella fabbricazione è il seguente: Impastate le materie grasse con vecchia lisciva si versa nell'olio la lisciva destinata a fare il sapone, poi si travasa la lisciva usata, e quando ha principio la cottura, nel tempo in cui si aggiungono le liscive forti, si aggiunge la resina, dopo d'averla triturata: vi sarà naturalmente un assorbimento di lisciva in quantità proporzionata alla quantità di resina adoperata. La cottura continua fino a che la pasta del sapone sia trasformata in granelli nuotanti nella lisciva, che deve raggiungere una densità da 28° a 32°. Durante le sei od otto ore di cottura *si rinforza* la pasta collo aggiungervi lisciva forte. Dopo avere fatto riposare e travasato le liscive si chiarifica avendo cura di lasciare alla lisciva sulla quale galleggierà il sapone, una densità maggiore di quella che occorrerebbe per saponi puri. Il ricavo, calcolato sul peso della materia grassa saponificata, è da 190 a 200, secondo la quantità di resina impiegata. Dopo uno o due giorni di riposo si *cola* nei bacini, e quando sia raffreddato il sapone può essere tagliato a pezzi.

La fabbricazione dei saponi resinosi *in autoclave sotto pressione*, che ebbe origine in Inghilterra, dà prodotti assai migliori del metodo precedente.

I fabbricanti di saponi inglesi e americani così la praticano:

L'apparecchio per saponificare da essi usato si compone di un grande cilindro di ferro, atto a resistere a una pressione corrispondente a 5 Kg. per centimetro quadrato. Esso è simile agli antichi apparecchi delle *stearinerie* e com'essi munito di chiavette per l'entrata e l'uscita delle materie, di valvole, zaffi, ecc. Il fondo del cilindro riceve un tubo d'iniezione di vapore diretto, ed è inoltre munito di un serpentino chiuso che può riscaldare per contatto, senza mescolare il vapore alla pasta del sapone. Si fonde in un bacino, collocato al disotto del saponificatore, un miscuglio di 5000 Kg. di sego, di 1000 Kg. d'olio di palma e di 2000 Kg. di resina d'America, che si porta alla temperatura di 90°, per introdurlo poi nell'apparecchio per saponificare.

Si ha intanto già preparata lisciva di soda caustica a 25° B., che si porta a 50°, e si lascia poi colare sopra la materia grassa contenuta nell'apparecchio, avendo cura di lanciarvi un getto di vapore a 6 Kg. di pressione. Chiuso l'apparecchio, si lascia bollire per un'ora, curando di avere un *getto* di vapore sufficiente perchè la pressione non oltrepassi i 2 Kg. Maggior pressione producendo temperatura troppo elevata, potrebbe decomporre il sapone. Dopo aver presi e lasciati raffreddare vari saggi si giudica della durezza del prodotto: se esso contiene troppa acqua si termina la cottura per mezzo del serpentino chiuso: se invece è troppo *sodo*, si porta la quantità d'acqua alla giusta proporzione lasciando agire il vapore a getto diretto. Il precedente miscuglio (8000 Kg.) dà da 14000 a 14500 Kg. di sapone, cioè un ricavo di 230 per 100, fatta astrazione dalla resina, e di 170 o 175, se la si conta.

Saponi misti. — La proprietà che ha la pasta di sapone preparata colla lisciva di soda di ritenere una certa quantità d'acqua, senza che ciò alteri essenzialmente il suo aspetto, e il desiderio del pubblico di procurarsi il sapone che gli abbisogna al migliore mercato possibile, indussero gran numero di fabbricanti a produrre soltanto *saponi misti* (detti dai francesi d'*empâtage*, cioè a dosi miste) e a rinunciare alla fabbricazione di saponi in grani. I saponi misti non sono abbastanza salati perchè la lisciva che sta loro sotto possa separarsi dalla pasta di sapone; perciò tutto il contenuto della caldaja rimane mescolato, e si vende come sapone.

Questa lisciva del fondo incorporata col sapone si compone in gran parte d'acqua, oltre la poca glicerina e i sali: e perciò è l'acqua la sostanza colla quale il fabbricante accresce il suo prodotto. Questo sapone allo stato fresco è completamente duro e secco.

Con 100 Kg. di sostanza grassa è possibile produrre più di 300 Kg. di sapone duro e di bella apparenza; e sebbene i saponi che si trovano ora in commercio non siano cotanto *misti*, il produrre da 200 a 250 parti di sapone fresco con 100 parti di grasso è cosa ordinaria.

Ai saponi *misti* conviene specialmente l'olio di cocco, che dal 1830 in poi s'adopera in gran quantità nelle saponerie tedesche, perchè esso comunica agli altri grassi la proprietà di formar questi saponi.

Il processo della fabbricazione del *sapone di olio di cocco* poco differisce da quello per la fabbricazione dei saponi sopra mentovati.

L'olio di cocco non forma colla lisciva debole il miscuglio lattiginoso che si osserva negli altri saponi, ma nuota alla superficie sotto forma di liquido chiaro, e la saponificazione si fa soltanto dopo che per la continua ebollizione la lisciva ha acquistato la voluta consistenza; allora la saponificazione ha luogo in pochissimo tempo.

Perciò si adopera subito una lisciva di soda forte per la preparazione di questa specie di sapone.

Il sapone di cocco non può separarsi dalla lisciva: non si deve perciò mai adoperare lisciva di potassa, poichè adoperandola il cloruro di potassio prodotto nella soluzione passerebbe nel sapone.

Non avendo qui luogo la separazione del sapone dalla lisciva, devesi adoperare soltanto la quantità di lisciva caustica strettamente necessaria.

Il sapone di cocco puro indurisce prestamente; è bianco, trasparente, leggiero, fa molta schiuma, ma ha un odore spiacevole, che finora non gli si potè togliere con alcun mezzo. Tuttavia, l'olio di cocco raramente è impiegato da solo, ma lo si saponifica aggiungendolo all'olio di palma e al sego. Si può così preparare senza ebollizione e in poco tempo una gran quantità di sapone. Perciò si scalda semplicemente col vapore a 80° e fino a che fonda, il grasso mescolato con lisciva di soda concentrata, curando di ben rimescolare la massa durante la fusione (*sapone a freddo*). Il sapone che così si ottiene, benchè contenente una buona quantità d'acqua, è duro e completamente secco.

Ma se si lascia esposto all'aria per qualche mese perde assai di peso e di volume, e la sua superficie si copre di abbondanti efflorescenze.

B. Unger (1867) propone di preparare il sapone nel modo seguente:

Si saponifica l'olio di palma con lisciva di soda, e si sala come il solito, ciò che dà per prodotto il palmitato di sodio. Si saponifica contemporaneamente l'olio di cocco con lisciva di soda caustica contenente acido carbonico; a questo si aggiunge il sapone d'olio di palma e si fa cuocere.

Ordinariamente si mette per 2 parti d'olio di palma 1 parte d'olio di cocco. Per 100 parti d'olio di cocco si calcola 14,3 parti di soda caustica (Na^2O) e 12,8 parti di carbonato di sodio. Quest'ultimo non è tuttavia assolutamente necessario per la formazione del sapone.

Secondo l'Unger questo sapone è composto di 5 molecole di sale di sodio ad acido grasso, di 1 molecola di carbonato di sodio e di x molecole d'acqua: x è un numero elevato e affatto preciso.

Si dà frequentemente un marezzo artificiale ai saponi misti, colorendoli semplicemente nel modo seguente. Si mescola la materia colorante (rosso di Inghilterra, nero di Francoforte) col sapone, fino a che tutta la massa appaja uniformemente colorita. Allora la s'introduce nei bacini ad una temperatura conveniente, vi sarà separazione di un sapone più ricco in materia colorata. Tale marezzo può facilmente distinguersi da quello formato dalle vene naturali. E questi saponi si possono considerare quali cattivi prodotti.

Saponi di sego, di palma e d'olii concentrati di palmisto e di cocco. — Questi saponi, la cui produzione continuamente aumenta grazie al loro modico prezzo, sono da preferirsi a quelli fabbricati col solo olio di cocco. Essi sono di color bianco leggermente giallognolo; poco coloriti se fabbricati con sego e con olii neutri, di un bel color giallo d'oro se contenenti olio di palma.

I saponi *misti* ricevono con facilità il marezzo. Basta per ottenerlo introdurre nella caldaja al fine della cottura, una materia colorante sciolta in lisciva salata (azzurro minerale, rosso di Francoforte). La pasta si colorisce tutta nella caldaja, e il marezzo si produce poi soltanto nei bacini, che devono essere alquanto profondi e di volume abbastanza grande per impedire il troppo rapido raffreddarsi della pasta.

Saponi marmorizzati.

L'uso dei saponi marmorizzati si è in questi ultimi anni così generalmente esteso, che è necessario trattenersi alcun poco sulla loro fabbricazione, avendo questi supplantato tutti gli altri saponi nell'uso comune.

La marmorizzazione si faceva in addietro soltanto nei saponi d'oliva uso Marsiglia. Da qualche anno si marmorizzano invece saponi d'ogni qualità.

I saponi marmorizzati ricevono la screziatura colorata da un sapone d'allumina ferruginoso, o da un sapone di rame, che vi sussiste incorporato allo stato di particelle tenuissime, disseminate non uniformemente.

La marmorizzazione si fa quando la cottura del sapone è quasi terminata, a questo punto si aggiungono in caldaja le materie coloranti. Per marmorizzare in rosso si usa l'ocra rossa nella proporzione di 1 parte per 500 parti della materia grassa adoperata. L'ocra primamente ben lavata si aggiunge a 50 Kg. di sapone già fatto, poi si versa in caldaja.

Per colorire in azzurro si usa l'oltremare od il bleu di Prussia od altra sostanza mista a nero di Francoforte stemprate in lisciva di soda debole.

Dopo l'aggiunta delle materie coloranti si fa bollire ancora per poco tempo, poi si lascia riposare in caldaja ancora per qualche ora, due o quattro, secondo la quantità del sapone e si versa nei cassoni solo quando il calore ha alquanto ceduto.

Se invece degli altri grassi si usa dell'olio di cocco, questo dev'essere saponificato a parte, perchè esige del carbonato di soda nella lisciva, ed aggiunto in caldaja soltanto quando il sapone degli altri grassi è già fatto.

Anche la marmorizzazione si fa talvolta anzichè in caldaja nei cassoni; in tale caso bisogna rimuovere ed agitare fortemente la massa. Il raffreddamento dev'essere lento se si vuole che la marmorizzazione si mantenga uniforme. E perciò in Europa si è finora renitenti ad usare i cassoni di ferro, per quanto, dicemmo, fasciati con materassi, il raffreddamento proceda lento. In ogni modo i cassoni per questo scopo si fanno molto più alti di quelli per gli altri saponi, perchè in massa più grande il raffreddamento avviene in un tempo maggiore.

Il sapone deve riuscire solido, duro, non punto fragile. Deve essere marmorizzato uniformemente; non punteggiato e non a chiazze larghe. Non deve emettere sale per efflorescenza neppure dopo un certo tempo. La insufficienza di causticità in questi saponi induce una marmorizzazione punteggiata. Si ovvia a questo inconveniente aggiungendo nei cassoni 15 Kg. di lisciva a 20° B. p. % Kg. di sapone agitando la massa poi raffreddando lentamente. Non deve esservi nè eccesso nè difetto d'acqua; l'eccesso nuoce alla marmorizzazione; per avere quest'ultima si deve in questo caso aggiungere del silicato di soda. Per questo si dà comunemente preferenza ai saponi di tale maniera, perchè si crede contengano meno acqua dei bianchi; ciò a cagione dell'addensamento a cui si dovette ridurre la massa calda affinchè le particelle coloranti non precipitino abbasso; ciò non è, perchè vi si possono incorporare, mescendole alla massa quando nel raffreddamento ha raggiunto un certo grado di consistenza. Del resto ogni fabbricante ha un suo modo speciale di preparazione; diamo quella del sapone di *Eschweg*, come tipo di tutte le altre.

Sapone tedesco d'Eschweg. — È marezzato di azzurro cupo o di rosso; a base di olio di palmisto, di sego, d'olio di cotone e di silicato di soda, ed è quello che si fabbrica nella maggior parte delle saponerie tedesche. Si attribuisce ad un saponajo d'Eschweg (Assia) l'averne trovata la composizione; di qui il suo nome. Esso ha molta somiglianza coi *saponi misti.*

Per fabbricare il sapone d'Eschweg si comincia col saponificare con lisciva di soda molto caustica, a 20°, un miscuglio, a parti uguali, d'olio di palmisto e di materie grasse neutre, sego, olio di cotone, ecc., e quando il sapone è impastato, si chiarifica col sal marino, e si lascia depositare una parte della lisciva, che si travasa e getta via. Volendo saponificare 800 Kg. di materie grasse, si versa nella caldaja all'incirca 800 Kg. di lisciva di soda caustica a 23° e 450 Kg. di una soluzione composta di 2 di silicato di soda a 35° per 1 di lisciva di soda caustica a 20°; si aggiungono poi 400 Kg. d'olio di palmisto, che si introduce poco a poco nella massa portata ad ebollizione, e si rimescola fortemente.

Si ottiene immediatamente il sapone, in forma d'una pasta molto densa che continua a cuocere depositando sul fondo della caldaja residui che si staccano poi con un rastiatojo. Dovendo la pasta rimanere forte per alcali, a misura che cuoce vi si aggiunge, a 5 o 6 Kg. per volta, la quantità d'olio di palmisto necessaria per neutralizzare l'eccesso di lisciva, senza portarla tuttavia ad uno stato completamente neutro che lascierebbe separare il silicato. Si fa cuocere sino a che la pasta sia diventata abbastanza densa da poter sostener ritta per qualche istante una sbarra in legno posta verticalmente nella caldaja. Terminata l'operazione, la pasta deve essere breve, senza prender forma di fili, e dare raffreddata saggi duri e secchi. In questo stato la si colorisce, aggiungendovi azzurro minerale, oppure ocra rossa sospesa nell'acqua salata, e si rimescola la massa, che si lascia poi in riposo per sole cinque o sei ore.

Il sapone colato nei bacini a una temperatura variante da 80° a 90° secondo la stagione, dev'essere in essi rimescolato, poichè nei bacini si raffredda epperciò il marezzo potrebbe cambiarsi in chiazze piccolissime non belle a vedersi.

Il sapone d'Eschweg rende 260 di sapone per 100 della materia grassa impiegata.

Una fabbrica francese (a Digione) prepara e smercia col nome di sapone di Digione un prodotto analogo al sapone d'Eschweg.

Saponi molli a base di potassa.

I saponi molli sono sempre più alcalini dei saponi duri, racchiudono della glicerina come pure tutta la lisciva adoperata nella loro fabbricazione. Le materie grasse utilizzate sono gli olii di lino, di canapa, di garofani, di colza, di pesce, ecc.; e l'acido oleico delle stearinerie. Si prepara dapprima la lisciva dissolvendo a caldo nell'acqua il carbonato di potassa, e decomponendo questo ultimo col 40 p. % circa di calce viva. La lisciva deve segnare all'incirca 18° B.

La saponificazione degli olii si opera in caldaje di ferro, scaldate a fuoco nudo e generalmente poste in alto. Il fuoco deve essere disposto in modo che la grata disti 50 cm. dal fondo della caldaja, a fine di dare un colpo di fuoco al centro di questa. I tubi nei quali circolano i prodotti della combustione devono restare abbastanza bassi per non scaldare che la parte inferiore della caldaja. Un tubo a robinetto posto al fondo della caldaja permette di lasciar colare il sapone in una specie di secchiello, da cui viene posto in barili, nei quali viene posto in vendita.

La dimensione della caldaja varia da 15 a 20 metri cubi, per fabbricare da 6 a 8000 Kg. di sapone per volta.

Si comincia per introdurre nella caldaja una piccola quantità di lisciva debole, poi si versa in una sola volta l'olio da saponificare preparato in un bacino tarato; si scalda in seguito quasi fino all'ebollizione, che non bisogna passare a meno che si tratti d'acido oleico.

Senza cessare l'agitazione della massa si aggiunge a poco a poco la lisciva caustica e quando tutto l'olio è saturato, che la schiuma è omogenea e trasparente, si attiva il fuoco a fine di cuocere il sapone.

La cottura è terminata quando non vi è più schiuma alla superficie e che l'ebollizione è regolare e pesante. Per ben riconoscere che la cottura è terminata l'operajo preleva di tempo in tempo dei campioni che si lasciano raffreddare in forma di pastiglie su di una lamina di vetro ed appoggiando la punta del dito sul sapone e ritirandola dolcemente, quest'ultimo deve restare sotto forma di un piccolo cono netto senza dare dei fili.

I saponi così ottenuti sono in generale verdi o giallo neri; verdi quando sono formati d'olio di canapa, o quando sono colorati coll'indaco, e giallo-scuri quando sono stati fabbricati coll'olio di colza, di lino o coll'acido oleico. Essi racchiudono in media, allo stato puro, 40 a 45 % di materie grasse, 9 a 10 % di alcali puro, 45-55 % d'acqua di composizione e di sali.

Molti saponi molli racchiudono della resina introdotta durante la cottura e che aumenta, per lo assorbimento della lisciva, la quantità di sapone prodotta; ciò non è veramente una frode, ma grazie alla facilità colla quale si possono incorporare al sapone molle delle materie estranee senza modificare sensibilmente il suo aspetto, quasi tutti i prodotti che non sono destinati ad un industriale e sommessi ad una analisi, si trovano ora mescolati con solfato di soda, allume, sal marino, vetro solubile, gelatina e sopratutto fecola; è ciò che si chiama una aggiunta. Queste materie sono introdotte nella pasta del sapone verso la fine della cottura e sovente nei barili al difuori della caldaja.

Differenti altri saponi.

Il *sapone di toeletta* comune detto *sapone di mandorle* è preparato con grasso di majale e del sego profumato con un po' di essenza di mirbano.

Il *sapone di pesce* è stato preparato per saggio in Inghilterra con olio di pesce, del sego e della resina.

Il *sapone di lana* è preparato, secondo Chaptal, con lana grezza ed una lisciva di potassa.

Il *sapone di legno*, proposto da G. Feyerabendt, è ottenuto con un sapone di soda preparato con del sego e dell'olio di cocco e della segatura di legno di frassino; sarebbe molto conveniente per la sgrassatura delle stoffe di cui non ne altera la fibra.

Il *sapone d'ossa* non è altra cosa che un miscuglio di un sapone di resina e di uno ordinario, colla gelatina di ossa. Per preparare questo sapone, si trattano le ossa con acido cloridrico, per disciogliere il fosfato di calcio che racchiudono, e la gelatina che resta, ben lavata con acqua, è aggiunta alla parte del sapone durante la cottura.

Il *sapone dei poveri* di Liverpool è un'altra specie di sapone d'ossa, che contiene tutti gli elementi di questi, vale a dire non soltanto la gelatina, ma anche le sostanze minerali. Le ossa frantumate in pezzettini sono rammollite con una lisciva di potassa, e la massa rammollita è mescolata col mezzo di una ebollizione continua coll'olio da saponificare.

Siccome fabbricando un sapone d'ossa si ha in vista di fornire alle persone un grosso pezzo di sapone per poca spesa, il salaggio e la separazione dell'acqua madre mancano naturalmente.

Il *sapone di silice* è un sapone d'olio o di sego ordinario, che per essere reso economico è stato misto con silicato di soda.

Al posto del silicato vi si aggiunge anche della pomice polverizzata e si ottiene il *sapone di pietra pomice.*

In molte località si prepara ora il sapone di silice mescolando meccanicamente il silicato di soda col sapone; tuttavia secondo le esperienze di Seeber non si può mescolare il vetro solubile che in piccola quantità coi saponi duri di sego e d'olio, poichè quando la proporzione è troppo grande, si produce una separazione.

Secondo Storer, si preparano agli Stati Uniti dei saponi di vetro solubile, come succedanei dei saponi di resina: alla soluzione di questi saponi ancora calda e versata nelle forme è mescolato il vetro solubile ed in seguito si mescola bene il miscuglio sino a che sia quasi solidificato.

Il miscuglio del sapone col vetro solubile (silicato di soda) è tanto più intimo quanto più la combinazione è ricca di acido silicico.

Alla soluzione del sapone si aggiunge dal 25 al 30 p. % ed anche il 60 p. % di silicato di soda che segni 35° B. (= peso specifico di 1,31).

G. Schnitzer (1872) fa pure menzione dell'impiego del vetro solubile nella fabbricazione dei saponi. Due saponi da toeletta al vetro solubile offrivano, secondo Schnitzer, la composizione seguente:

Soda	12	12,5
Acido silicico	10	8,5
Acqua	30	33,0
Acidi grassi	48	46,0
	100	100,0

I saponi sono preparati per saponificazione a freddo. L'olio di palma è scaldato sino al punto di fusione (41° a 44°); poi è mescolato con una lisciva di soda a 38° B., sino a che il tutto formi una pasta omogenea, e in seguito si aggiunge una soluzione di silicato di soda a 36° B.

Composizione di vetro solubile. — Sotto il nome di composizione di vetro solubile le fabbriche unite di Ludwigshafen pongono da qualche tempo in commercio

una massa molle e bianca, che è raccomandata come un'eccellente sostanza per il lavaggio del lino, del cotone, ecc. Secondo Schelhaoss, questa preparazione offre la composizione seguente:

Acidi grassi	12,00
Acido silicico	18,07
Soda	7,12
Glicerina	2,84
Acqua	59,95
	99,98

La composizione di vetro solubile è per conseguenza un sapone d'olio di cocco mescolato ad una soluzione molto concentrata di silicato di soda e di glicerina.

Secondo H. Meidinger, lo si prepara aggiungendo 3 p. % di glicerina e 12 p. % d'acidi grassi ad una soluzione concentrata di vetro solubile ordinario. L'acido grasso è naturalmente trasformato in sapone; la sua aggiunta ha per iscopo di tradurre il composto in una emulsione, di dargli la consistenza gelatinosa, di renderla maneggevole, e nel medesimo tempo favorisce la formazione della schiuma quando la si impiega.

Questo composto è molto conveniente per il lavaggio della lana, della seta, dei tessuti tinti, della lingeria; gli oggetti in legno sono anche molto facilmente puliti in questo modo; gli stracci di cotone adoperati per la pulitura delle locomotive, sono pure rapidamente e completamente sgrassati dalla composizione di vetro solubile.

Quando si adopera per lavare le mani, la pelle diviene ruvida; i pori si riempiono di una polvere bianca, che non si può togliere che dopo molte lavature con acqua pura.

L'addizione di vetro solubile al sapone è vantaggiosa sotto due punti di vista: 1° una parte del sale alcalino grasso, che nelle acque crude dà luogo alla formazione di un sapone calcare insolubile, il quale si depone sul tessuto sotto forma di una massa vischiosa che diventa gialla, e che non si può togliere meccanicamente senza alterare la fibra, è rimpiazzata dal vetro solubile che produce la separazione del silicato di calcio e d'acido silicico libero, facile ad eliminare coi lavaggi; 2° il vetro solubile facilmente decomponibile esercita mediante il suo alcali un'azione dissolvente sui grassi e sulle altre impurezze.

Tuttavia una soluzione di vetro solubile, impiegata da sola, non potrà mai rimpiazzare il sapone per la lavatura della lingeria. Il liquido non è comodo a maneggiarsi in vasi aperti. Si separa prontamente dell'acido silicico che forma una crosta dura. Mediante il suo alcali il vetro solubile pulisce bene la lingeria, solamente l'acido silicico, che si separa, altera fortemente le fibre tessili, circostanza che ha condotto H. Vohl a condannare come nociva l'addizione di silicato di soda al sapone. Tuttavia l'azione nociva dell'acido silicico sparisce col nuovo prodotto; la *composizione di vetro solubile*, poichè il sale alcalino grasso acido che si forma quando il sapone si scioglie, avviluppa le fini particelle d'acido silicico libero le impedisce di aderire al tessuto, in maniera che possono esser tolte facilmente colla lavatura.

A. Hilger (d'Erlangen) raccomanda egualmente il silicato di soda. Dopo che si producono grandi quantità d'alluminato di calcio nel trattamento della criolite, si serve anche, agli Stati Uniti, d'una dissoluzione di questo composto per la preparazione di un sapone contenente allumina.

Il *sapone di fiele di bue* (sapone per smacchiare) si prepara mescolando per fusione due parti di sapone di Marsiglia, con una parte di fiele di bue; si aggiunge pure del miele, dello zucchero e della trementina.

Saponi insolubili.

Tutti i saponi che non hanno per base la potassa o la soda sono insolubili nell'acqua. Il *sapone di calcio* ha un impiego importante nella fabbricazione dell'acido stearico. Si ottiene sia saponificando il grasso con idrato di calcio, sia decomponendo un sapone solubile nell'acqua con un sale di calcio solubile; si forma per conseguenza tutte le volte che si scioglie un sapone in un'acqua cruda.

Il *sapone di magnesio* si forma difficilmente per via diretta; si forma indirettamente dissolvendo, per es., del sapone ordinario nell'acqua del mare.

Il *sapone d'alluminio* è fra i più importanti saponi insolubili; l'allumina non si saponifica coi grassi; ma quando s'impiega un alluminato di sodio o di potassio, si produce un sapone d'alluminio, che è stato proposto più volte per rendere impermeabili i tessuti, il legno, ecc. (vedi questa *Enciclopedia* all'articolo TESSUTI IMPERMEABILI).

Così Jarry propose di preservare il legno (impalcatura delle vie ferrate) contro l'umidità imbibendolo di oleato o di stearato d'alluminio.

La pratica frequentemente usata in questi ultimi anni, che consiste nel rendere i tessuti impermeabili, trattandoli coll'acetato di alluminio ed in seguito con una soluzione di sapone, si fonda egualmente sopra la formazione di un sapone d'alluminio.

Nel *ravvivaggio* col sapone dei tessuti tinti o stampati primieramente mordenzati coi sali d'allumina, si forma anche dell'oleato d'allumina che nella fabbricazione della carta è egualmente, qualche volta, impiegato per l'incollatura. Lieber raccomanda il palmitato di alluminio.

Il *sapone di manganese* si prepara decomponendo il solfato manganoso col sapone ordinario, oppure dissolvendo caldo il carbonato di manganese nell'acido oleico; è impiegato come siccativo.

Il *sapone di zinco* ottenuto per doppia decomposizione per mezzo del solfato di zinco e del sapone, o meglio per saponificazione a caldo del bianco di zinco (ossido di zinco) con olio d'olivo o del grasso, costituisce una massa bianco-giallastra, che quando è preparata col primo metodo, si dissecca rapidamente dando una sostanza friabile; ma che si presenta sotto forma di un empiastro (empiastro di zinco), quando è ottenuta per saponificazione del bianco di zinco. Il sapone di zinco ha inoltre nascimento quando si adopera il bianco di zinco come colore ad olio.

Il *sapone di piombo* (impiastro di piombo) s'ottiene per saponificazione del litargirio o del bianco di piombo, con olio d'olivo o per decomposizione dell'acetato di piombo con un sapone solubile; è una massa plastica bianco-giallastra che è pure contenuta nella vernice di litargirio.

Il *sapone di stagno* prodotto per doppia decomposizione del protocloruro o del bicloruro di stagno col sapone si forma nel ravvivaggio dei tessuti mordenzati con sali di stagno e tinti con robbia.

Il *sapone di rame* prende nascimento quando si precipita una soluzione di solfato di rame con sapone; è una massa verde che diventa secca e friabile, poco solubile nell'alcole, più facilmente solubile nell'etere e negli olii, e che si può pure ottenere facendo bollire

dell'acido oleico con carbonato di rame. È uno degli elementi della cera per dorare. Si impiega per ricoprire gli oggetti in gesso d'uno strato verde simile al bronzo, molto durevole. Un miscuglio di un sapone di rame e di ferro, si prepara precipitando col sapone un miscuglio di solfato di rame e di solfato di ferro, che si fonde con vernice di litargirio e cera.

Saponi di toeletta.

Di questa fabbricazione si fece già parola all'articolo PROFUMERIA rimandando per notizie particolareggiate allo scritto presente.

La preparazione delle specie più ordinarie di questi saponi si fa oggi non con materie prime speciali, ma raffinando e depurando i saponi greggi facendoli bollire con acqua o con liscive debolissime.

Presto si ottiene nelle caldaje superficialmente una schiuma, al fondo l'acqua di lavatura ed in mezzo il sapone che viene poi profumato coi metodi noti. Si rende più dolce la grana dei saponi ordinari, incorporando in essi potassa raffinata o carbonato di soda; bisogna badare però di non eccedere in alcalinità.

I saponi fatti negli apparecchi a pressione in genere costituiscono la materia prima per preparare i saponi profumati. Oggigiorno l'olio d'oliva è abbandonato affatto per questo genere di saponi. Si adoperano invece quasi esclusivamente, il sevo (depurato mediante acido solforico e bicromato potassico), il cocco ed il ricino. L'olio di cocco è usato anche da solo per farne un sapone all'uso inglese che si colorisce per lo più in giallo o in rosso, duro, poco profumato, di uso molto comune e di poco prezzo.

L'olio di ricino è preferito per i saponi fini, ed ha uso estesissimo in questo ramo d'industria.

Quando si è ottenuta la pasta del sapone e si è tagliata in sbarre, è necessario il concorso di molte macchine per dare a questa pasta il profumo, il colore e la morbidezza che la caratterizzano.

La manipolazione dei saponi da toeletta ha da qualche anno fatto dei progressi considerevoli, ciò in grazia al l'idea che hanno avuto certi profumieri di seccare la pasta prima di profumarla, invece di mettere i saponi in istufa dopo questa operazione.

Per raggiungere questo scopo il principale ostacolo si trovava nell'operazione detta *pelotage*. Anticamente la pasta del sapone umida era compressa colle mani dalle operaje; per ottenere l'agglomerazione conveniente era necessario che la pasta contenesse ancora una grande quantità d'acqua; per cui prima di poterla vendere era necessario di lasciarla seccare in istufa durante un tempo che variava dalle sei settimane ai tre mesi secondo le stagioni. Sostituendo il *pelotage* meccanico a quello a mano, si può operare su paste completamente disseccate o che non contengono che il 10 o il 12 % d'acqua e si ottiene un'economia di tempo e di profumo.

Un'altra precauzione nel fabbricare i saponi da toeletta è quella di togliere al sapone grossolano l'alcalinità, che se è troppo forte può nuocere alla pelle. Non tutte le sostanze proposte possono servire nel caso speciale. Così l'acido borico che forma colla soda eccedente del borace non può servire e così neppure l'incorporamento nel sapone già preparato di acido oleico o d'olio di palma.

Alder Wright trova ottima cosa aggiungere ai saponi di cui si vuol diminuire l'alcalinità, cloruro o solfato ammonico, in proporzione di alcali libero che si vuole eliminare. Così si forma, per l'azione dell'alcali libero, ammoniaca e carbonato ammonico che nella lavorazione successiva del sapone vengono eliminati. L'ammoniaca in piccola quantità nel sapone non nuocerebbe minimamente alla pelle.

Lo stesso Alder Wright (*Monit. Scient.*, 1886, luglio e agosto) classifica le sostanze più comunemente aggiunte ai saponi profumati in tre gruppi:

Sostanze miglioranti: giaggiolo (iris), vaselina, spermaceti, cera, ozocherite, glicerina, ecc.

Sostanze inerti o solo aggiunte per aumentare il peso: farine, glutine, destrina, steatite, creta, petrolio depurato, ecc.

Sostanze dannose od irritanti: segatura, pomice, sabbia, naftalina, olii di catrame, cristalli di soda, silicato di soda, sali alcalini, ecc.

Le operazioni meccaniche che si fanno subire alla pasta dei saponi per trasformarla in saponi da toeletta sono le seguenti: 1° riduzione in pezzi; 2° mescolanza dei profumi e dei colori; 3° impastatura; 4° *pelotage;* 5° forma.

1° *Riduzione in pezzi.* — Si suppone che i pezzi di pasta siano già tagliati in mattonelle di 4 a 5 centimetri di spessore in condizioni di essere sottoposte alla piallatura.

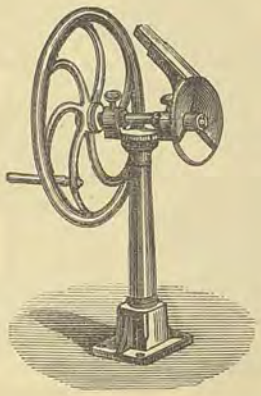


Fig. 2338.

La macchina usata per questa operazione (fig. 2338) è costituita da un disco munito di parecchie lame, che si può far girare mediante una manovella fissata ad un volante, il quale è sostenuto da un asse orizzontale in comunicazione col disco mobile. Una scanalatura inclinata è fissa di contro al disco girante; in essa si mette il pezzo di sapone il quale scivola per proprio peso e viene ad appoggiarsi contro la pialla, fino a che viene ridotto in minutissimi pezzetti. Quando un pezzo è quasi tutto finito, se ne mette un altro e così di seguito. Si può accelerare l'operazione spingendo colla mano libera (l'altra è impiegata a far girare la manovella) i pezzi di sapone contro il disco mobile. Le briciole di pasta in forma di sottilissime foglioline, cadono in una cassa posta sotto il disco. Si costruiscono oggigiorno di queste macchine mosse da forza meccanica, fondate sullo stesso principio della precedente.

2° *Mescolanza dei profumi e dei colori.* — Prima di profumare il sapone di toeletta mediante le essenze o gli olii, e di colorarlo colle materie coloranti di diversa natura, si secca la pasta che ha subìto l'operazione precedente in istufa sino a che non contenga che il 10 o il 12 % d'acqua. L'operazione della mescolanza dei profumi e dei colori si fa in grandi casse munite di agitatori meccanici.

3° *Impastatura.* — Questa operazione si faceva anticamente in mortai, ora questo lavoro si eseguisce mediante macchine, le quali spinte ad un alto grado di perfezione, producono una mescolanza così perfetta del sapone, della materia colorante e del profumo, che ogni particella del miscuglio contiene le medesime proporzioni di ciascuna di queste tre sostanze, e la pasta ottenuta è untuosa, dolce e molto liscia. Ci limiteremo a descrivere la macchina dei fratelli Beyer. Essa si compone (fig. 2339) di due cilindri orizzontali in granito e di due cilindri egualmente in granito sovrapposti obliquamente sopra il secondo e muniti inoltre di un congegno speciale che permette di far funzionare l'apparecchio senza timore di accidenti. Una disposizione permette di ottenere alla discesa una velocità doppia che alla salita.

La terza parte dell'apparecchio è posta nella parte superiore della macchina e forma il cappello del cilindro. Nella figura il cappello è scoperto e permette di vedere

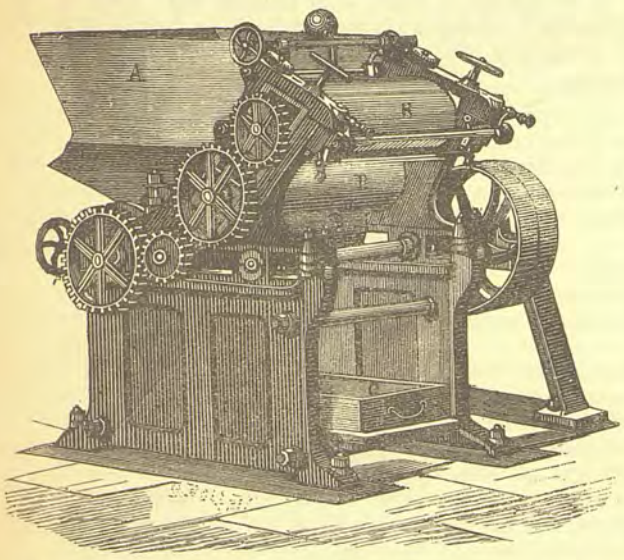


Fig. 2339. — Macchina a cilindri per incorporare il profumo dei saponi.

l'apertura per la quale passa il sapone prima di uscire dall'otturatore. In questa apertura si trova un cono cavo in bronzo che ha per iscopo di dividere e di rendere omogenea la pasta del sapone prima dell'uscita.

Vi sono altre macchine che portano un numero variabile di cilindri in granito, e che sono mosse esclusivamente mediante il vapore.

A. ed E. des Cresonnières, per ottenere una lavorazione continua, fanno passare il sapone il quale esce dalle caldaje fra dei cilindri che funzionano da laminatoi; e così il sapone in corrente d'aria calda ed in forma di foglie sottili facilmente si asciuga.

L'apparecchio che serve a questo scopo (fig. 2340) è formato da una serie di cilindri, alcuni sovrapposti, altri disposti orizzontalmente l'uno all'altro. I cilindri H dell'intelajatura E verticale non sono sull'asse della verticale ma sono disposti uno più verso destra, l'altro più verso sinistra.

I cilindri possono essere spostati lateralmente mediante un sopporto che scorre fra le guide per opera di ingranaggi e di pignoni che si vedono nella figura a sinistra, all'esterno dei quattro cilindri che si possono muovere a piacere. Ogni cilindro ha una ruota dentata propria mediante la quale si ottiene la velocità richiesta che aumenta progressivamente dal cilindro più alto al basso.

Le ruote che si vedono in basso fanno muovere il rullo sul quale scorre la tela senza fine T: e fanno agire nel senso dovuto i rulli inferiori.

La foglia di sapone viene tagliata da due coltelli che stanno di fronte all'ultimo cilindro orizzontale, prima di arrivare alla tela metallica.

In conclusione l'apparecchio funziona nel modo seguente. Il sapone profumato e colorito entra per la tramoggia V e passando tra i due piccoli cilindri *c*, *c*, si stende in foglia sottile sul primo cilindro verticale, di dove il 2° dotato di maggiore velocità lo asporta e così fa il 3° e via dicendo, finchè si arriva all'ultimo cilindro orizzontale dove i coltelli tagliano la lastra del sapone in istriscie e queste passano sulla tela senza fine.

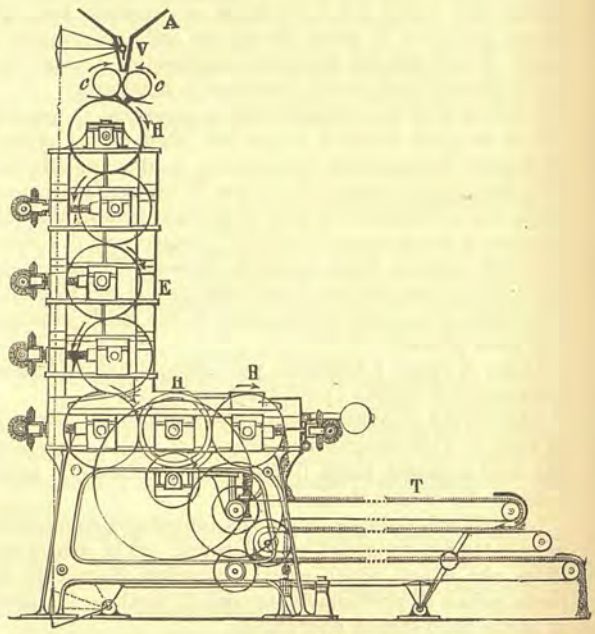


Fig. 2340

I cilindri ricevono una corrente d'aria calda ed al fondo della tela senza fine un ventilatore spinge aria fredda che accelera l'indurimento. La pasta del sapone esce da questo apparecchio asciutta al grado di passare alle *boudineuses* o foggiatrici che forniscono le sbarre delle forme richieste (*Industria*, 1892, p. 93).

4° *Pelotage.* — Dopo l'impastatura a fine di rendere al sapone la malleabilità che il disseccamento gli ha fatto perdere si trasporta in una caldaja scaldata a bagno-maria; in seguito è messo nella pigiatrice o *peloteuse.* È un cilindro cavo a doppio involucro, scaldato a bagno-maria e chiuso con un otturatore speciale. Un pistone messo nell'interno del cilindro, mosso dal basso all'alto da una pressa idraulica, accumula il sapone verso l'otturatore, espelle l'aria e fa uscire per una filiera il sapone in lunghi cilindri che si dividono secondo la tagliatrice.

Da qualche tempo a questa parte diversi profumieri e costruttori cercano di sostituire a queste pigiatrici, che presentano l'inconveniente di non poter servire che per una certa quantità di sapone (100 Kg. al massimo per volta) una pigiatrice continua. Per raggiungere questo scopo, tutti i costruttori adoperano una vite

continua, e la figura qui unita dà un'idea molto completa dell'apparecchio (fig. 2341). Il sapone è messo in una tramoggia posta alla parte superiore della macchina. Esso cade in una vite continua che lo trascina

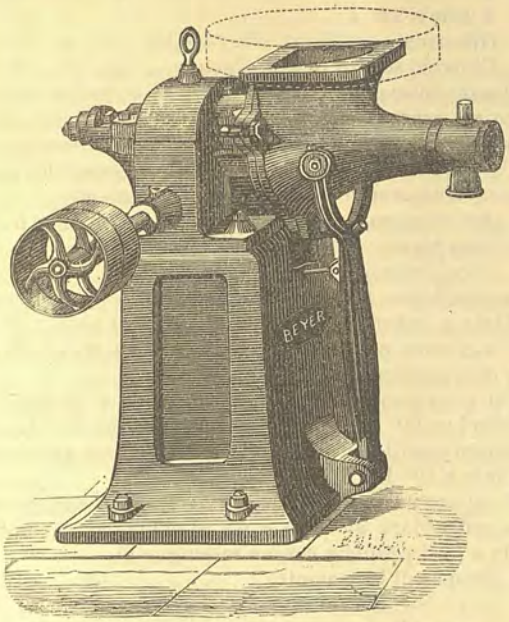


Fig. 2341. — Macchina per comprimere e ammassare i saponi profumati.

comprimendolo verso la filiera di dove esce. Sinora i risultati ottenuti non permettono di credere alla superiorità di questa macchina sulle precedenti come compressione, ma essa è d'un prezzo meno elevato e permette di lavorare molto più prontamente.

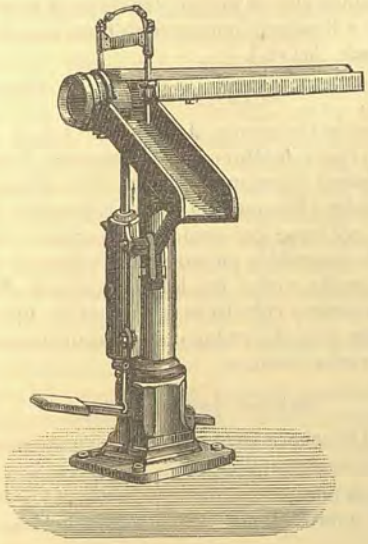


Fig. 2342.

Taglio in pezzi dei cilindri. — Ottenuto il sapone sotto forma di sbarre cilindriche, è tagliato in pezzi ai quali si dà la lunghezza voluta. Si può a tale scopo impiegare l'apparecchio seguente costrutto da Beyer (fig. 2342): è disposto in tal modo che la sbarra, messa sopra una tavola orizzontale, se si fa muovere il pedale, si dà un movimento verticale ad una ghigliottina che nel cadere taglia la sbarra. Per mezzo di un piano inclinato cade in un paniere destinato a riceverlo.

5° *Forma.* — Quando le sbarre sono state divise in pezzi, si mettono nella pressa che si usa anche pei saponi comuni.

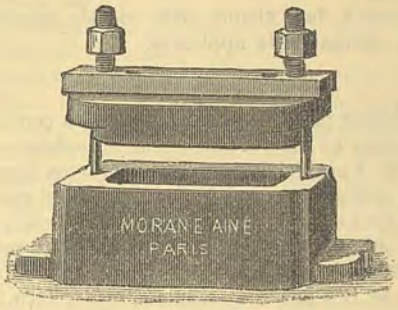


Fig. 2343.

Chardin-Hadancourt ha fatto brevettare un suo sistema in cui si ottiene la forma e unitamente si avviluppa il pezzo di sapone. Per mezzo di una forma e di una pressa speciale egli avviluppa il sapone di una stoffa o di un cuojo che rendono il sapone inalterabile. Sopprime così l'involucro di carta che è lungo e costoso. La forma impiegata per i saponi di toeletta si compone di un cerchio in ferro levigato e interiormente scavato. A ciascuna delle estremità inferiori si trova una scanalatura che viene a immettersi sopra due guide fissate sul piano della forma. Questa forma è inoltre tenuta ferma da due anelli e la sua parte superiore mobile porta alla superficie due colonnette che entrano nella parte fissa, e due teste destinate a sottoporla al pistone della pressa (fig. 2343).

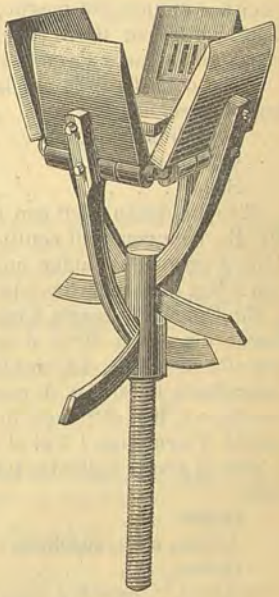


Fig. 2344.

In generale le presse sono a mano. La fig. 2344 rappresenta una forma a lamine con pistone; questa disposizione è molto ingegnosa. La forma è costituita da quattro pannelli montati su di un fondo, una specie di quadro articolato. Ciascun pannello è munito di una lamina funzionante col pistone. Questo è mosso dal movimento ascensionale della pressa che salendo apre i quattro pannelli e discendendo li richiude.

In Inghilterra, per dare al sapone la forma di tavolette, lo si taglia in cubi e lo si mette in una forma, e poi sotto una pressa analoga a quelle delle monete.

È pure colla pressa e con forme speciali che si dà al sapone la forma di frutti o di figure più o meno grottesche. Quando i saponi a forma di frutto sono usciti dalla forma si immergono nella cera fusa e si coloriscono come i frutti artificiali.

Nelle installazioni di qualche importanza si sostituiscono alle presse a mano quelle a vapore, che

risparmiano all'operajo un dispendio di forza e non deteriorano le forme.

Alcuni saponi da toeletta.

Nell'articolo PROFUMERIA si sono date molte formole per la fabbricazione di questi saponi: rimando quindi a quella voce.

Mi limito a dare alcune altre ricette speciali, quali vengono ultimamente applicate.

Saponi trasparenti.

La maggior parte di questi saponi non contiene oggi nè glicerina, nè alcole, che erano le sostanze ritenute necessarie. I cosidetti saponi alla glicerina sono all'olio di ricino misto con sego ed olio di cocco, ai quali s'aggiunge zucchero bianco e da alcuni glucosio, avendo cura di schiumare bene il sapone in caldaja prima che si aggrumi, e di farlo depositare bene e di raffreddarlo lentamente. Bisogna aver cura che non si formino e che non vi rimangano fiocchi sospesi che ne turbino la trasparenza.

Wildmeyer ritiene (V. Biedermann, *Techn. Chem. Jahrb.*, 1883-84) che questi fiocchi dipendano dall'olio di ricino che si impiega, talvolta irrancidito. P. Huth invece li crede prodotti dalla calce contenuta nelle liscive o nei grassi male depurati.

L'aggiunta di resina è dimostrata non essere nulla a carico della trasparenza, mentre il sapone acquista tenacità e spumeggia meglio, e non si fende nel seccare. Con 15 o 30 per 100 di zucchero si può avere la trasparenza anche incorporando sego ed olio di cocco.

Una buona formola per la preparazione di questi saponi è la seguente:

Olio di cocco	Kg.	10
Olio di ricino	»	10
Sego	»	8

Si saponificano a 50° con 14 Kg. di lisciva di soda a 30° B., rimovendo di continuo fino a che si ha pasta. Poco a poco si aggiunge un sciroppo di zucchero fatto con 8 Kg. di zucchero sciolto in 8 $^1/_2$ litri di acqua calda a 85°. Quando la massa è per solidificare si scalda in un bagno d'acqua a 80° e si aggiungono da 20 a 30 parti per 100 di carica. La cosidetta carica consiste in una mescolanza di 30 Kg. di petrolio reso inodoro previamente, e 2 Kg. di ritagli di sapone secco; successivamente si aggiunge 1 Kg. di soda cristallizzata sciolta in 1 litro di acqua bollente. Il sapone così preparato contiene:

Grassi	p.	28 %
Acqua, soda, zucchero	»	32 »
Carica	»	30 »

Soltanto $^1/_3$ quindi è vero sapone; è però sempre superiore ad altri saponi che sono in commercio e che sono quasi privi di materia grassa (*Journ. of Soc. chem. Industry*, 1883).

Altra formola di preparazione anche migliore è la seguente:

Sego	p.	20
Olio di palma	»	12
Olio di ricino	»	8

Si aggiunge poco a poco 20 parti di lisciva a 38° B., e poi successivamente si aggiungono:

Alcole	p.	20
Glicerina	»	20
Sciroppo di zucchero	»	10

Il colore ed il profumo può esser dato a piacere dal fabbricante.

Un'altra buona ricetta è la seguente:

Parti 20 di sego bianco, si mescolano con 10 parti di olio di cocco a 60 gradi. D'altra parte si mescolano insieme:

Lisciva di soda a 40° B.	p.	15
Alcole a 96°	»	12
Glicerina	»	15
Glucosio sciolto in 2 p. d'acqua	»	6

Questo miscuglio fatto a 60° si fa cadere a poco a poco nel grasso freddo. Avvenuta la saponificazione, il sapone si colorisce e si profuma nel modo ordinario.

Un metodo un poco differente per ottenere un buon sapone trasparente alla glicerina è il seguente:

Olio di cocco	Kg.	20
Sego bianco	»	15
Olio di ricino	»	5

Si saponificano in bagno-maria a 70° o in recipiente scaldato a vapore con 22 Kg. di lisciva di soda a 38° B.

Si aggiunge poi 28 Kg. d'alcole a 96° e si fa bollire; così la saponificazione si completa.

Poi si aggiungono Kg. 10 di glicerina a 24 gradi e scaldando a 60° B. si mescola una soluzione di 6 Kg. di zucchero candito in 8 Kg. d'acqua distillata parimenti scaldata a 60° R.

Si ottiene così un sapone chiaro, trasparente. Questo si fa raffreddare un poco e poi si colorisce in qualche modo e lo si profuma con un miscuglio di

Essenza di bergamotto	Gr.	80
» di geranio	»	40
» di rose	»	1 a 2

Quando il sapone ha cessato di fare la schiuma, si fa raffreddare a 45° R. e si getta in forme basse per agevolare il raffreddamento.

Saponi galleggianti.

Per ottenere facilmente un sapone galleggiante, Osterberg e Gräter in Stuttgart consigliano dopo la saponificazione di aggiungere bicarbonato di soda. L'anidride carbonica che si svolge traversa la massa, lascia spazi vuoti e il sapone conseguentemente galleggia sull'acqua (*Tech. Jahrb.*).

Fogli di sapone.

Reithoffer in Germania, John Charyton in America, Bertelli in Italia mettono in commercio il sapone in fogli sottilissimi trasparenti, rilegati in libretti di uso molto comodo. Ottengono i fogli riducendo il sapone seccato in polvere; poi scaldandolo quasi a fusione, e semi-liquido facendolo passare attraverso ad una serie di cilindri molto vicini fra loro, riscaldati, fra i quali viene compresso e ridotto in lastre sottili, che si asciugano mentre che si producono ed asciutte acquistano anche una certa durezza.

Sapone per toeletta.

Secondo Osterberg-Gräter si prepara un buon sapone per toeletta mescolando:

Burro di cocco	p.	420
Olio di palma bianco	»	30
Resina	»	50
Olio d'olivo	»	100
Sego	»	120

e si tratta con lisciva di potassa caustica corrispondente a:

Soda a 40° Baumé	p.	360

la quale s'introduce nella miscela, prima diluita con acqua, poi man mano più concentrata; al sapone for-

mato si aggiungono 400 p. di acido palmitico e si cuoce sino a che il sapone si stacca facilmente dal vaso.

Il prodotto si profuma a volontà e poco prima di colarlo vi si incorpora del bicarbonato sodico finamente polverizzato.

Sapone di vaselina.

La fabbricazione del sapone di vaselina si fa ora su larga scala. Veramente il nome di sapone di vaselina è improprio, o meglio erroneo, perchè la vaselina non si saponifica. Il sapone di vaselina non è altro che sapone vero ordinario mescolato con vaselina. Si prepara nel modo seguente:

In una caldaja sferica di rame si mettano 50 litri di acqua e 13 Kg. di soda caustica, e quando questa è totalmente sciolta s'introducano 100 Kg. di coco Cochin depurato e si chiuda la caldaja. Si scalda col vapore gradatamente sino a che la pressione sia di 5 atmosfere e si mantiene a questo punto per quattro ore.

Poi si aggiungono 50 litri d'acqua bollente e 20 Kg. di vaselina. Si chiude la caldaja e si scalda ancora per 2 ore a 4 atmosfere; si aggiungono ancora 50 litri di acqua bollente poi il profumo secondo una delle formole seguenti:

Essenza di lavanda	Gr.	300
» » cedro	»	75
» » neroli	»	75
» » vervena	»	25
» » menta	»	20
» » anice	»	20
» » carvi	»	20
» » timo	»	20

Si chiude ermeticamente la caldaja e si lascia in questo stato un'ora o due affinchè il profumo possa incorporarsi bene nella massa. Se il sapone deve essere colorato si aggiunge il colore prima del profumo. La fabbricazione dei pani di saponi di vaselina differisce affatto dal metodo usato pei saponi di toeletta; è più rapido ed economico; si fa colando il sapone in stampi, forme, e così si evitano molte operazioni.

Il sapone di vaselina è fusibile ad una temperatura relativamente bassa in un liquido limpidissimo. Le forme che si adoperano sono in rame od in latta e sono riunite per gruppi di 20 disposte in modo che si possono aprire simultaneamente. L'apparecchio con tubi e robinetti è disposto in maniera che il sapone fuso proveniente dalla caldaja riempie contemporaneamente molte forme che si tengono calde con una corrente d'aria.

Quando le forme sono piene si sostituisce l'aria calda con una corrente d'acqua fredda che solidifica istantaneamente il sapone. I pani sono poi stesi su tele e lasciati all'aria per 24 ore. Un solo operajo può preparare 3000 pani al giorno.

Il sapone di vaselina così ottenuto somiglia per la consistenza, durezza ed aspetto all'acido stearico. Ritiene una grande quantità d'acqua che può arrivare al 50 p. 100. È detersivo e spumeggia molto. Lascia sulla pelle dopo la lavatura una untuosità gradevole. Il suo prezzo è assai limitato.

Saponi medicinali.

L'uso dei saponi medicinali ha acquistato oggigiorno una grande importanza, però gran parte della fabbricazione forma oggetto di privativa ed è mantenuta segreta. Questi saponi possono essere preparati con materia grassa speciale di data azione medicamentosa; oppure possono contenere sostanze estranee, oltre alla materia grassa, incorporate a scopo terapeutico.

Saponi semplici che non contengono sostanze estranee.

Descriveremo i più noti ed i più in uso.

Sapone amigdalino.

Si prepara con

Olio di mandorle	2100
Lisciva dei saponai	1000

Si mescolano l'olio e la lisciva in orciuolo di majolica, agitando ben bene, avvertendo di aggiungere la lisciva a poco a poco all'olio; si tiene l'orciuolo per qualche giorno tra 18°-20°, riagitando di tempo in tempo, finchè la mescolanza abbia consistenza di pasta molle; si cola dentro forma di majolica donde si toglie quando sia divenuto solido compiutamente. Fa d'uopo tenerlo un pajo di mesi prima di usarlo, poichè la parte di lisciva non ancora saponificata si va estinguendo in detto tempo, ed il sapone si dolcifica e non annerisce più il calomelano. Si amministra in dose di 3 a 5 decigrammi come fondente antiacido, antilitico e diuretico all'interno, come fondente maturativo applicato all'esterno.

Il *sapone in polvere* si ottiene raschiando fino fino quello che fu già preparato come si disse ben indurito, indi si pesta in un mortajo di marmo e si passa per setaccio di tela rada.

Sapone di cacao.

Burro di cacao fuso	p.	2
Lisciva caustica	»	1

Sapone di midollo di bue.

Midollo di bue purificato	p.	500
Lisciva dei saponai	»	250
Acqua	»	1000
Sal marino	»	100

Si mette a scaldare l'acqua col midollo di bue sino a fusione di questo, si aggiunge a poco a poco la lisciva agitando di continuo e seguitando il fuoco sino a termine della saponificazione: si scioglie il sal marino che fa separare dalla lisciva la massa saponacea formatasi.

Sapone aromatico.

Burro di noci moscate	p.	1
Midollo di bue	»	5
Lisciva dei saponai	»	7

Si fanno fondere insieme le due materie grasse e poi loro s'incorpora a poco a poco la lisciva, ecc.

Sapone di crotontiglio.

Olio di crotontiglio	p.	2
Soda caustica liquida	»	1

Si procede come pel sapone di olio di mandorle, si conserva in vaso ben tappato e si amministra in pillole.

Saponi composti contenenti sostanze medicamentose estranee alla materia grassa.

Sapone arsenicale.

Acido arsenioso	p.	320
Carbonato di potassa	»	120
Sapone di Marsiglia	»	320
Calce viva	»	40
Canfora	»	10
Acqua distillata	»	320

Si fanno bollire il carbonato di soda e l'acido arsenioso coll'acqua; si aggiunge il sapone sminuzzatissimo e poi la calce in polvere e l'acqua.

Usato dai naturalisti per conservare le pelli degli animali.

Sapone canforato.

Mandorle amare mondate	p.	60
Tintura di benzoino.	»	40
Canfora	»	8
Sapone bianco.	»	500

Si pestano le mandorle riducendole in pasta, si aggiungono la canfora e poi la tintura ed il sapone; si fa fondere in bagno-maria; si passa per setaccio e si versa nella forma.

Utile per le persone nervose, gottose, afflitte da reumatismi e da vapori, in cambio dei saponi comuni da toeletta.

Sapone mercuriale.

Unguento mercuriale	p.	7
Soda caustica liquida	»	6

Si macina l'unguento versandovi sopra la soda a poco a poco. Lodato per le malattie erpetiche, psoriche e veneree; da 4 a 8 grammi in frizioni.

Sapone contro i geloni.

Canfora	p.	4
Tintura di benzoino	»	21

Si scioglie la canfora nella tintura e poi si aggiungono macinando:

Joduro di potassio	p.	8
Estratto di saturno	»	15

Compiuta la mescolanza vi si sopraversa agitando:

Olio di mandorle	p.	130
Lisciva dei saponai	»	60
Essenza di lavanda	»	2

Si lascia a sè la mescolanza in luogo tiepido e recipiente chiuso finchè la saponificazione sia a termine.

Sapone solforoso.

Sapone bianco o verde.	p.	125
Solfo	»	125
Essenza di bergamotto	»	2

Con un poco di acqua e scaldando si forma massa omogenea. Si usa in frizioni per la scabbia in dose da 18 a 50 grammi.

Sapone trementinato.

Sapone di midollo di bue, polverizzato	p.	375
Trementina.	»	125

Se ne fa pasta omogenea.

Analisi dei saponi.

In un'analisi di sapone ordinario devesi determinare: 1° l'acqua; 2° gli alcali; 3° le materie grasse; 4° le impurità e le falsificazioni; 5° la resina, se trattisi di un sapone che ne contenga.

Determinazione dell'acqua. — La quantità d'acqua contenuta in un sapone può variare da 14 sino a 75 %; ma al di là di un certo limite, l'acqua costituisce una vera falsificazione.

Si riduce il sapone in piccoli pezzetti, se ne pesano 10 gr., si mettono in una capsula tarata, che si mette in una stufa la quale si scalda dapprima moderatamente; si eleva in seguito la temperatura sino a 130°. Si pesa allora di tempo in tempo la capsula sino a che il peso rimane costante.

La perdita in peso indica la proporzione di acqua contenuta nel sapone.

Secondo Gadding bisogna prendere 102 gr. di sapone tagliato in fette sottili e discioglierli nella minore quantità possibile di alcool forte; si aggiunge in seguito a questa soluzione un peso conosciuto di sabbia fina e secca, in maniera da assorbire intieramente il liquido, e si scalda a 110°. Si pesa più volte sino a peso costante e togliendo il peso della sabbia si ha quello del sapone secco.

La determinazione dell'acqua nei saponi che contengono alcali liberi, alcool, grandi quantità di glicerina, ecc., si suol fare per differenza; perchè il sapone tende a riassorbire l'acqua perduta col riscaldamento. Si determina cioè il quantitativo di materia grassa, dell'alcali e delle altre sostanze che vi si riscontrano, indi fatta la somma dei pesi, si confronta col peso complessivo del sapone analizzato e ciò che manca a completarlo lo si riferisce all'acqua; ma così operando fa duopo di procedere all'analisi completa, mentre che pei negozianti la sola determinazione d'acqua è necessaria.

Dosaggio degli alcali. – Si pesa in una capsula 10 gr. di sapone e lo si incenerisce sia mediante una lampada sia mettendo la capsula nella muffola di un fornello a coppellazione; le materie grasse bruciano, e la potassa e la soda vengono trasformate in carbonato. Si riprende il residuo con acqua e si dosa nel liquido la quantità di alcali per mezzo di un saggio volumetrico.

Nei saponi molli c'è abitualmente della potassa e della soda; quando si vogliono dosare separatamente queste due basi, bisogna trasformare i carbonati di potassa e di soda nei rispettivi cloruri. Per ciò ottenere si discioglie nell'acqua il residuo della calcinazione del sapone, vi si aggiunge un po' di acido cloridrico e si evapora sino a siccità. Si calcina il residuo in una capsula di platino tarata, lo si pesa e lo si discioglie in una piccola quantità d'acqua, vi si aggiunge del cloruro di platino in eccesso, poi si evapora ad un dolce calore sino a secco.

Si versa sul residuo, dopo raffreddamento, un miscuglio di alcool a 90°, col quinto del suo volume di etere e si lascia riposare sino all'indomani; agitando di tempo in tempo per disciogliere il cloro platinato di soda che si forma.

Si raccoglie il precipitato di cloro platinato di potassio sopra un filtro tarato: lo si lava col miscuglio di alcool e d'etere, e si secca a 100° sino a peso costante e lo si pesa. È necessario che la soluzione alcoolica contenga un eccesso di cloruro di platino, perciò deve essere francamente gialla, se fosse incolora bisogna versare di nuovo del cloruro di platino.

Si dosa la soda per differenza, oppure si evapora il liquido filtrato ad un dolce calore, senza far bollire, e si termina l'operazione in una capsula di platino. Si scalda in seguito al rosso scuro e durante la calcinazione si aggiunge a parecchie riprese dell'acido ossalico in cristalli a fine di decomporre il cloruro di platino ed il cloro platinato di soda; dopo raffreddamento, si discioglie il residuo nell'acqua, si filtra e si lava. S'evapora il liquido filtrato e si termina l'operazione in una capsula tarata, si calcina leggermente e si pesa il cloruro di sodio.

Dosaggio degli alcali liberi. — Certi saponi racchiudono un eccesso di alcali libero, ciò che si può constatare mediante il protocloruro di mercurio (calomelano) che applicato sul sapone, annerisce immediatamente; un sapone ben preparato deve resistere a tale prova.

Per dosare l'alcali libero, si discioglie a dolce calore 10 gr. di sapone nell'acqua distillata, poi si aggiunge al liquido del sal marino in polvere che precipita completamente il sapone; si agita mediante un agitatore,

aggiungendo di tempo in tempo del sale sino a che le ultime porzioni non si disciolgono più. L'eccesso d'alcali resta in soluzione nel liquido. Si filtra e si lava con acqua satura di sal marino, fino a che il liquido filtrato è alcalino; poi si dosa l'alcali contenuto nel liquido mediante un saggio alcalimetrico.

Dosaggio degli acidi grassi. — Si pesano 10 gr. di sapone; in generale si devono scegliere dei pezzi presi alla superficie ed all'interno del campione da analizzare, a fine di avere una media esatta. Si mette il sapone pesato in una capsula tarata con acqua distillata, si scalda e si aggiunge un po' di acido solforico diluito, sino a che il liquido diviene acido. Il sapone è decomposto e gli acidi grassi vengono a galleggiare alla superficie. Si mette nella capsula 10 gr. di acido stearico secco, si fa bollire durante qualche minuto, si toglie il fuoco e si lascia raffreddare. Lo strato oleoso si prende in massa; si fora la crosta che si trova alla superficie, per mezzo di un agitatore e si decanta il liquido. Si aggiunge dell'acqua distillata, si fa bollire qualche minuto e si ricomincia questa operazione sino a che l'acqua di lavaggio non sia più acida. Si lascia allora scolare e si espone la capsula alla temperatura di 110° circa sino a che la materia grassa sia ben secca, ciò che succede quando la fusione è ben tranquilla e che non si vedono più bolle al fondo della capsula.

Si pesa la capsula, l'aumento di peso indica la quantità di acidi grassi più i 10 gr. di acido stearico che furono aggiunti; basta dunque togliere 10 dal peso trovato per avere il peso degli acidi grassi.

L'aggiunta della cera od acido stearico quando s'analizzano i saponi a base di olio, fa impedimento a che si possano esaminare con precisione le proprietà fisiche degli acidi grassi, perchè determinando il punto di fusione di questi si arriva ad ottenere qualche dato da cui poterne riconoscere la natura e l'origine. È una determinazione di qualche importanza allorquando abbisogni di sapere se due saponi siano somiglianti o diversi.

Per stabilire il punto di fusione degli acidi grassi, si decompone con un acido una piccola quantità del sapone, scaldando dentro a campanella; la materia grassa galleggia, se ne empiono per aspirazione due o tre cannellini affilati; si dà tempo a che si raffreddino; si legano al bulbo di un termometro che si tuffa in bagno ad acqua, la quale deve essere scaldata gradatamente agitandola di continuo sino a che la materia grassa si liquefaccia.

Si tien conto del grado termometrico in cui essa diviene limpida, e questo è il punto di fusione; e poscia del grado in cui comincia a solidificare e questo è il punto di solidificazione. Questi due punti sono differenti ed abbastanza importanti nell'identificazione degli acidi grassi.

Buchner determina la proporzione delle materie grasse dal volume non dal peso; il metodo è solo approssimativo ma nei casi ordinari può bastare.

Si piglia un palloncino a lungo collo, alquanto stretto ma sufficientemente largo per eseguire l'operazione e graduato con scala annessavi e vi si fanno entrare 10 gr. del sapone; indi si versa dell'acido cloridrico diluito, ma in modo da non empirlo fino al collo. Si scalda; il sapone è decomposto; si aggiunge acqua tiepida, con che il grasso liquefatto sale all'alto, e si continua a versarne in modo che la linea di separazione fra i due liquidi coincida allo zero della scala o l'oltrepassi di poco. Si lascia raffreddare da sè poi si osserva a qual punto si innalzi lo strato del grasso e con ciò si ha il volume di esso, donde si può, in confronto con altri saponi, conoscere le rispettive proporzioni della sostanza saponificata che vi è contenuta.

Dal volume si può anche desumerne il peso, considerando che gli acidi grassi variano per la densità specifica tra 0,92 e 0,95; pigliando 0,93 come media s'ottengono cifre che si accostano al vero.

Cailletet operò come segue con un metodo pur esso approssimativo; si prendono:

Sapone da assaggiare	gr. 10
Acido solforico titolato	cc. 10
Essenza di trementina	» 10

Si fa cadere il sapone in campanella della capacità di circa 50 cc. divisa in quinti di centimetro cubo; vi si versa l'acido, si scalda dolcemente finchè il sapone sia decomposto; gli acidi grassi che si vanno separando si sciolgono nella essenza di trementina che si aggiunge. L'aumento di volume dell'essenza corrisponde alla quantità degli acidi grassi che vi sono disciolti.

Questo processo ha un vantaggio su quello di Buchner, perchè se il sapone contenesse resina, questa non si scioglie che poco nella essenza e si raccoglie in uno strato a sè al disotto di detta essenza.

B. Schulze propone di decomporre i saponi con acido solforico diluito e poi con l'etere portare via il grasso che si separa. La soluzione acquosa acida si toglie con una pipetta. L'acido grasso si lava ripetutamente con acqua; si precipitano nella soluzione eterea le traccie d'acido solforico rimaste mediante qualche goccia di cloruro di bario, e la soluzione eterea filtrata si evapora e si pesa l'acido grasso.

B. Bauer adopera per raccogliere l'acido grasso due vetri da orologio; l'uno più grande che contiene palline di vetro, l'altro più piccolo che riposa in quello maggiore; il tutto pesato.

Gr. 5 di sapone allo stato naturale si riscaldano in un matraccio a lungo collo insieme con glicerina concentrata; poi si aggiungono 100 cc. d'alcole e la soluzione chiara si titola con acido cloridrico.

Determinata così l'alcalinità si versa un eccesso di acido e dopo un certo tempo si ottiene separato nel collo del matraccio il grasso. Questo si porta nel vetro da orologio; vi si aggiunge quel poco di grasso che rimane aderente alle pareti del matraccio e che si scioglie poi con etere del petrolio o benzina, si asciuga a bagno di sabbia e si pesa.

Samelson decompone 8 o 10 gr. di sapone coll'acido solforico nel solito modo; raccoglie gli acidi grassi su di un filtro, lava, asciuga e pesa il filtro. La soluzione filtrata viene trattata dapprima con alcole assoluto, poi, evaporato l'alcole, il residuo si tratta con etere. Evaporato anche questo si espone il residuo in un disseccatore per qualche ora per scacciare tutta l'acqua.

Ricerca dei grassi liberi nei saponi. — Quando il sapone racchiude del grasso non saponificato, se ne ha indizio dall'essere untuoso al tatto e dalla poca trasparenza delle sue soluzioni, ma per determinarne la proporzione si scioglie il sapone e si precipita con cloruro di calcio. Si raccoglie il coagulo, si lava con acqua sopra un filtro e si esaurisce in palloncino con etere, il quale si impadronisce del solo grasso neutro, con un poco di oleato di calce. Evaporando l'etere la materia grassa neutra rimane come residuo.

Perutz di Toepliz sostituì all'etere per disciogliere il grasso neutro, o la benzina o gli eteri del petrolio. A tale effetto consiglia:

1° Di seccare accuratamente il sapone da esaminare a temperatura di 100°;

2° Di adoperare gli idrocarburi liquidi, che servono per tale determinazione quelli che bollono sotto 88°.

Ciò eseguito si fa bollire il sapone raschiato finamente o polverizzato, con benzina, protraendo a lungo la bollitura; il grasso neutro si scioglie e con esso una traccia appena di un oleato alcalino, corrispondente a 1,3 millesimi della massa saponacea. Cogli eteri del petrolio si scioglie solo il grasso neutro.

Altri metodi per l'analisi dei saponi. — Meister per l'analisi dei saponi prende 100 gr. del sapone da analizzare, li scioglie in un litro d'acqua e misura 100 cc. della soluzione, che poi evapora a secco in un palloncino pesato, portando la temperatura tra 130° e 140°, e facendovi scorrere per entro una corrente d'aria secca e calda. Dal peso del residuo sa quanto di acqua era contenuta nella massa saponacea.

Decompone altri 100 cc. della soluzione con acido cloridrico a fine di aver separati gli acidi grassi, e poi vi sopraversa del solfuro di carbonio, il quale se ne impadronisce compiutamente. Decanta la soluzione solfocarbonica in pallone pesato, e distilla il liquido mantenendovi una corrente d'idrogeno. Il peso del residuo fa conoscere il quantitativo della materia grassa.

J. Pinette adopera il seguente metodo.

Si sciolgono 2 gr. di sapone in alcole; l'alcali libero si determina con una soluzione semi-normale di acido solforico, usando come indicatore la fenolftaleina.

Il liquido neutro si diluisce con acqua sino a 80 cc. e si scompone con 10 cc. di acido solforico normale entro una buretta di Rose divisa in mezzi centimetri, provvista di chiavetta e tappo, aggiungendo poi alla parte superiore una mescolanza di etere del petrolio e d'etere. La buretta si chiude, si agita ancora; mediante una pipetta si tolgono 25 cc. del liquido etereo e si fa evaporare, e l'acido grasso ottenuto si pesa e si porta al volume totale.

L'acido grasso può servire a determinare il numero di saponificazione. La quantità d'alcali si può conoscere determinando l'acido in eccesso nel liquido.

Pons ha indicato un metodo volumetrico per determinare il tenore in sapone reale contenuto nei saponi; basato sul fatto che 1 gr. di sapone di Marsiglia è neutralizzato da gr. 0,1074 di cloruro di calcio. Con gr. 1,074 di cloruro di calcio si fa un litro di liquido titolato capace di precipitare 10 gr. di sapone. Si prendono 10 gr. di sapone da saggiare, si sciolgono in 100 cc. di alcole a 85 % poi si dilisce con acqua sino ad un litro. In 10 cc. della soluzione di cloruro di calcio si versa poco a poco la soluzione del sapone, poi si agita sino a schiuma persistente operando come nel saggio idrotimetrico. Se, ad esempio, occorrono 12,7 di liquido saponaceo, vuol dire che il sapone analizzato contiene 78 % di sapone reale invece del 100 per 100 come il sapone tipo. Questo processo, che può valere per saggi tecnici, non serve quando il sapone contiene alcali liberi.

Deiss propone per i saponi di olio di oliva i seguenti metodi d'analisi: Gr. 10 di sapone si sciolgono in alcole concentrato a caldo. Mediante gas carbonico si satura l'alcali libero. Il carbonato sodico che si forma essendo insolubile nell'alcole si depone e si separa per filtrazione. Nella soluzione alcoolica si fa un saggio mediante la soluzione normale di acido cloridrico, e moltiplicando i centimetri di acido adoperati per 0,031, si trova l'alcali combinato (Na_2O): moltiplicando per 0,280 si ottiene la quantità di acidi grassi contenuti in 10 gr. di sapone, ritenendo 0,280 quale numero di saponificazione degli acidi grassi per l'olio d'oliva.

Se gli acidi grassi del sapone sono di altra origine bisognerà farne una estrazione a parte e stabilire il numero di saponificazione. Il numero trovato viene poi sostituito a 0,280 nelle analisi, che conviene di far sopra saponi di simile provenienza o preparati colle medesime sostanze.

La determinazione dell'alcali libero si eseguisce sul carbonato di soda raccolto sul filtro nella operazione precedente. Si scioglie il carbonato alcalino nell'acqna e si fa un saggio volumetrico con acido cloridrico normale.

Se nel sapone esistevano talco, spato pesante ed altre sostanze insolubili nell'acqua, queste si possono raccogliere su di un filtro, asciugare e pesare.

Per ultimo riportiamo qui due metodi per l'analisi generale dei saponi.

Il primo è di Alberto Leeds: gr. 5 di sapone si seccano a 110° e si determina così l'acqua. Si trattano poi con etere di petrolio; la soluzione si evapora e lascia per residuo la *materia grassa non combinata* che si secca a 110° e si pesa. Ciò che non si è sciolto nell'etere di petrolio si tratta con alcole. Si ha una soluzione (A) ed un residuo (B).

La soluzione alcoolica (A) contiene i saponi grassi e resinosi e la soda eccedente. Si titola l'alcali mediante acido solforico normale e goccie di fenolftaleina come indicatrice.

Si calcola la soda corrispondente come *soda libera.* Poi si elimina l'alcole per evaporazione; si scompone il sapone con acido solforico normale a ebollizione. Si lascia raffreddare, si filtra e si lava il filtro (C). Il liquido filtrato contiene gli alcali e la glicerina; in esso si titola l'acido ancora libero con soda normale e si calcola così per differenza l'acido che ha servito a saturare la *soda combinata* che si calcola come (Na_2O). Dopo titolazione si diluisce il liquido con acqua: si evapora a bagno-maria fino a secchezza. Poi si ripiglia con alcole assoluto che discioglie la *glicerina* soltanto, la quale si determina direttamente a peso.

Il residuo (C) consta d'acidi grassi e di resina (se c'è). Questo si secca a 110° e si pesa. Poi se ne scioglie una parte pesata in 20 cc. di alcole forte e si saponifica con soda in eccesso. Si fa bollire, si lascia raffreddare e nel liquido freddo si aggiunge 100 cc. d'etere e poi alquanto nitrato di argento in polvere e si agita per dieci minuti. Il precipitato è oleato, stearato, ecc., d'argento.

La soluzione contiene un resinato d'argento. Si scompone con acido cloridrico (20 cc.); si lascia deporre il cloruro d'argento, e si fa evaporare una porzione della soluzione eterea. Questa lascia per residuo l'*acido resinoso.* Per differenza dal peso totale di C si ottiene il peso degli *acidi grassi.*

Riprendiamo ora il residuo B che contiene i sali alcalini diversi, il silicato, l'amido ed altre sostanze eterogenee.

Si tratta il residuo con 60 cc. di acqua. Si ottiene una soluzione D ed un residuo insolubile E. La soluzione contiene i sali alcalini. Con acido solforico normale si titola l'alcalinità. Con nitrato d'argento si determina il cloro, col nitrato di bario l'acido solforico. Scomponendo con acido cloridrico si determina il silice, e così si hanno le quantità di *carbonato, solfato, cloruro* e *silicato di sodio.* Il residuo E si secca e si pesa, esso contiene l'amido e *materie minerali insolubili.* L'*amido* s'inverte e si determina col reattivo di Fehling. Le materie minerali si hanno per incinerazione.

Ecco il secondo metodo. L'*acqua* si determina seccando a 100° gr. 5 di sapone. Col solfuro di carbonio si esportano le materie grasse e per differenza di peso si

conosce la totalità *delle sostanze grasse non saponificate*. Il residuo, ridisciolto si tratta con 80 cc. di alcole del speso specifico di 0,825; la soluzione alcoolica si diluisce con acqua sino a 500 cc. e si aggiunge soluzione titolata di nitrato baritico sino a che non spumeggia in modo permanente. Si conosce così la quantità di *acidi grassi* e *resinosi*. Il residuo insolubile nell'alcole si raccoglie, si pesa e si viene così a conoscere le *sostanze estranee* al sapone. Lisciviando questo residuo con acqua calda si può conoscere le sostanze *solubili* e le *insolubili*.

Un secondo saggio di sapone allo stato naturale (gr. 10) si scioglie in 100 cc. d'acqua. Si prendono 20 cc. di questa soluzione, si diluiscono con acqua calda e con una soluzione normale si determina volumetricamente l'*alcalinità totale*.

Altri 20 cc. della soluzione diluiti con acqua distillata e bollita si trattano con nitrato di barite in eccesso; si porta il tutto a 200 cc., e in 100 cc. si determina con una soluzione di acido solforico decinormale gli *alcali liberi*. Altri 20 cc. si trattano con soluzione satura di cloruro di sodio. Il sapone che si separa in tal modo si tratta con acqua salata, si comprime, si scioglie in acqua calda con 40 cc. di alcole; si porta la soluzione a 200 cc. e si determinano gli acidi grassi come si è detto di sopra, mediante la soluzione titolata di nitrato baritico. La differenza fra le due determinazieni indica la quantità di *resina*. Altri 10 cc. di soluzione si decompongono con acido solforico a caldo; gli acidi grassi e resinosi si separano per raffreddamento. Nel liquido filtrato si determina la glicerina mediante una soluzione di permanganato potassico; l'eccesso di permanganato di potassa si determina con una soluzione titolata d'acido ossalico.

Il complesso delle *materie minerali* si determina facendo la cenere di 5 gr. di sapone. La cenere si polverizza, si neutralizza con una soluzione d'acido tartarico al 10 %; poi si aggiunge tanto altro acido tartarico da formare bitartrato. La poltiglia che si forma si lava con una soluzione satura di bitartrato sodico; il bitartrato potassico che resta indietro si scioglie a caldo e si titola con soda normale. Si conosce così la totalità della potassa.

Questo metodo, che va accolto con qualche riserva, è tolto dal *Seifensieder Zeitung*, 1888, pag. 226.

Dosaggio della glicerina. — I saponi molli e i saponi misti contengono una certa quantità di glicerina; per dosarla si disciolgono 5 gr. di sapone nell'acqua distillata, e si aggiunge al liquido un leggero eccesso d'acido solforico diluito al decimo; si scalda e si filtra a fine di separare gli acidi grassi. Il liquido è neutralizzato con carbonato di soda, poi evaporato a siccità a un dolce calore: il residuo è trattato con alcool che discioglie la glicerina, senza sciogliere i sali. Si evapora l'alcool e la glicerina resta. Si riprende una seconda volta con alcool forte, si evapora dinuovo in una capsula tarata e si ottiene la glicerina allo stato di purezza; si pesa.

Dosaggio delle impurezze. — Si opera ordinariamente col metodo che segue: Si discioglie il sapone nell'alcool assoluto, si raccoglie la parte insolubile, si lava all'alcool e si riprende con acqua bollente, si fa cadere il residuo insolubile su di un filtro e si lava. Si divide il liquido filtrato, reso omogeneo per agitazione, in tre parti uguali. In una si titola il carbonato alcalino, nella seconda si determina l'acido cloridrico, nella terza l'acido solforico.

Questo processo non è esatto poichè: 1° una quantità non trascurabile di sali alcalini da dosarsi è solubile nel preteso alcool assoluto del commercio; 2° questa solubilità dipende dal grado dell'alcool impiegato e dal grado di essiccazione del sapone. L'acqua del sapone diluisce l'alcool e lo rende più atto a disciogliere i sali alcalini.

Horn, professore all'Università di Vienna, raccomanda il seguente metodo:

Si discioglie il sapone nell'acqua, si spostano gli acidi grassi o le resine con acido nitrico puro; nel liquido filtrato, si titola l'acido cloridrico col nitrato d'argento.

Si dissecca con cura il sapone da analizzare mantenendolo durante più giorni alla temperatura di 30° 40°, poi in seguito durante qualche ora alla temperatura da 110° a 120°, l'acqua è intieramente eliminata. Si tratta allora il sapone con alcool almeno a 98° Gay-Lussac; si raccoglie la parte in esso insolubile; la si lava con alcool e la si discioglie nell'acqua bollente. Il liquido è titolato con un saggio alcalimetrico e si ottiene così la quantità di soda o di potassa cercata.

Si può anche nel residuo insolubile nell'alcool dosare l'acido carbonico per spostamento, mediante uno qualunque degli apparecchi proposti per il dosaggio di questo gaz; questo secondo metodo è sopratutto raccomandato da Horn.

Si trattano le ceneri del sapone con acido cloridrico e si dosa l'acido solforico nel liquido.

La tavola seguente presenta i dosaggi ottenuti col metodo ordinario e quelli col metodo di Horn.

Sapone di glicerina (Sapone di resina).

	Metodo ordinario	Metodo di Horn
Acqua	35,70	35,70
Clorurio di sodio . . .	3,86	5,06
Carbonato di sodio . . .	2,01	3,96
Solfato di sodio	0,73	1,25

Sapone d'olio di cocco detto Sapone d'amandorle.

	Metodo ordinario	Metodo di Horn
Acqua	55,40	55,40
Cloruro di sodio	4,58	9,50
Carbonato di sodio . . .	1,66	3,35
Solfato di sodio	0,73	1,28

Falsificazioni dei saponi.

I saponi, sopratutto i saponi molli, sono spesso falsificati con resine, con farine, fecola, silice, allumina, silicato di soda, talco, argilla, ocra, calce, gesso, solfato di barite, gelatina, ecc.

Per riconoscere queste adulterazioni, bisogna trattare 25 gr. del sapone con alcool a 90°; si fa bollire durante qualche minuto e si lascia riposare. Il sapone si discioglie intieramente, mentre che le materie estranee restano allo stato insolubile. Se il sapone è puro il liquido è chiaro ed il deposito insolubile è insignificante; quando il sapone è falsificato il liquido resta torbido ed il deposito è abbondante.

Si filtra sopra un filtro tarato e si esaurisce il deposito con alcool; si secca il filtro fino a peso costante e si pesa; il peso trovato indica la proporzione delle materie estranee aggiuntevi.

Si tratta la materia rimasta sul filtro con acqua fredda; il solfato di soda, il sal marino e il silicato di soda si sciolgono, si cerca la presenza di questi corpi nel liquido coi reattivi adatti. Il cloruro di bario dà nel liquido, acidificato con acido cloridrico, un precipitato di solfato di barite, se esso contiene acido solforico; il nitrato di argento dà un precipitato bianco caseoso di cloruro

d'argento, solubile nell'ammoniaca, se il liquido contiene cloruri; l'acido cloridrico aggiunto alla soluzione, goccia a goccia per non eccedere, dà un precipitato gelatinoso, se essa contiene silicato di soda.

Si tratta in seguito la materia rimasta sul filtro con acqua bollente; la fecola è trascinata, ed il liquido che contiene la salda si colorirà in azzurro, dopo raffreddamento, se vi si aggiunge jodio.

Se il liquido contiene gelatina esso s'intorbida quando vi si versa della noce di galla in soluzione e dà anche per evaporazione un residuo che brucia con odore empireumatico.

La materia insolubile nell'acqua calda e nell'acqua fredda è trattata a caldo con acido cloridrico; la creta, la silice, l'allumina allo stato gelatinoso, l'ocra, la calce, il solfato di calcio sono disciolti. Si cercano questi corpi nel liquido.

Se il residuo contiene creta, si noterà una effervescenza col trattamento con acido cloridrico.

Se si aggiunge al liquido dell'ammoniaca l'ossido di ferro, l'allumina, la silice sono precipitati; si filtra e si lava.

Nel liquido filtrato si aggiunge dell'ossalato di ammonio e si fa bollire; la calce si precipita allo stato di ossalato; si filtra e si lava.

Si acidifica il liquido con acido cloridrico, vi si versa del cloruro di bario; l'acido solforico si precipita allo stato di solfato di barite.

Il prodotto insolubile in acido cloridrico non contiene che il solfato di bario e l'argilla, che si possono ricercare coi mezzi soliti, disaggregando la sostanza.

Dosaggio della resina. — Per dosare la resina, F. Jean ha indicato il metodo seguente:

Si prendono 10 gr. di sapone e si disciolgono in 100 cc. di acqua distillata; si aggiunge in seguito al liquido un eccesso di lisciva dei saponai, che precipita i saponi degli acidi grassi e una parte dei saponi di resina; si raccoglie il sapone su di un filtro, si lava alla soda e si lascia a parte (A).

Si riuniscono le acque madri a queste acque di lavaggio, si porta all'ebollizione e si soprasatura con acido solforico diluito, in maniera da precipitare la resina; si raccoglie questa sopra un filtro tarato (B). Le acque madri sono saturate con carbonato di soda ed evaporate a secco. Il residuo è ripreso con alcool forte che discioglie le resine e la glicerina; senza sciogliere i solfati. Si filtra, si scaccia l'alcool per evaporazione ed il nuovo residuo è trattato con un po' d'acqua, che discioglie la glicerina sola.

Il precipitato A è disciolto nell'acqua bollente, vi si aggiunge al liquido del cloruro di bario, che trasforma i saponi di soda in saponi di bario insolubili. Si raccolgono questi su di un filtro, si lavano e si seccano a 100°. Si trattano allora con etere che discioglie il resinato di barite, senza sciogliere i saponi di barite ad acido grasso. Il liquido etereo è evaporato ed il residuo, così ottenuto, è trattato con acido solforico diluito, in modo da isolare il principio resinoso; si aggiunge questo al filtro tarato B, contenente già una parte della resina; si lava con acqua tiepida, si secca e si pesa, si ottiene così la quantità di resina aggiunta al sapone.

Sutherland, per conoscere quanto di materia resinosa concorra cogli acidi grassi a formare un sapone, trasse partito della reazione dell'acido nitrico sulla resina, per cui questa si converte in acido terebico, mentre gli acidi grassi rimangono quasi inalterati, ad eccezione dell'acido oleico che si trasforma in elaidinico senza che ciò rechi nocumento alla determinazione.

Si pesano con esattezza 20 gr. all'incirca del sapone tagliuzzato in pezzettini, si bagnano con acido cloridrico concentrato e si scalda sino a decomposizione compiuta; allora si aggiungono da 90 a 120 gr. d'acqua e si lascia raffreddare. Si raccoglie la focaccia di materia grassa, si liquefa nell'acqua distillata, le si dà tempo che si solidifichi dinuovo, si secca con carta bibula e poi si scalda ad ebollizione per due o tre minuti allo scopo di espellervi tutta l'umidità rimastavi. Si lascia raffreddare dinuovo e si pesa. Se ne prendono da 6 a 7 grammi, si gettano in capsula di porcellana della capacità di circa 200 a 250 cc.; si bagna con acido nitrico, e si scalda cautamente sino a svolgimento di vapori nitrosi. Terminata la reazione, quando cioè non si manifestano più vapori rossi, si aggiunge un altro po' di acido nitrico e si scalda dinuovo, seguitando tanto che la resina sia tutta ossidata, nè si abbiano i vapori nitrosi, anzi alcuni minuti più innanzi, cioè al punto in cui la massa si mantenga in bollitura tranquilla, agitando però di tempo in tempo.

Così operando l'acido terebico ingeneratosi rimane sciolto nel liquido e gli acidi grassi si solidificano nel raffreddare. Si raccolgono, si fanno rifondere con acido nitrico e si lasciano solidificare. Si seccano, si scaldano blandamente, cessando col cessare dei vapori acidi. Le materie grasse rimangono pure; raffreddatane che sia la massa, si raccoglie, si pesa, e dalla diminuzione di peso, in confronto del precedente, si trova per differenza quanto di resina fu portata via od ossidata dall'acido nitrico.

Barford per l'analisi dei saponi resinosi adopera il metodo seguente:

Si decompone con acido cloridrico il sapone, si raccolgono gli acidi grassi misti colle resine, si lavano, si sciolgono nella soda caustica diluita, contenente un volume di lisciva della densità di 1,10 e sei volumi d'acqua; la soda deve essere in lieve eccedenza.

Si evapora la soluzione a bagno-maria, si polverizza finamente il residuo secco e si secca dinuovo a 100° fino a che non diminuisca più di peso. Si ottiene per tal modo un sapone sodico puro, nel quale gli acidi grassi e resinosi sussistono nella proporzione in cui erano nel sapone decomposto. Se ne prende una data quantità, pesata, e vi si determinano gli acidi grassi e resinosi ad una volta, decomponendo con un acido, seguendo i metodi conosciuti. Se ne pesa una seconda porzione, s'introduce in un matraccio, si bagna con alcool assoluto nella dose di 5 a 10 cc. per ogni grammo di sapone; si scalda a 50° dopo aver tappato ermeticamente il matraccio che deve essere a pareti robuste, con che si scioglie il sapone resinoso e una parte del sapone ad acidi grassi. Si dà tempo acciò la mescolanza si raffreddi, si aggiunge dell'etere assoluto nella proporzione di 5 per 1 dell'alcool impiegato, si dibatte e si lascia in quiete per 24 a 48 ore.

Il sapone resinoso rimane sciolto per intero, mentre il sapone di acidi grassi precipita quasi compiutamente.

Ad ottenere con sicurezza l'effetto fa d'uopo che l'alcool sia assoluto e l'etere assoluto, dacchè modificandosi la dose di 5 vol. di questo e 1 vol. dell'altro, la separazione dei due saponi non riesce quale deve essere.

Dopo 24 a 48 ore si decanta la soluzione etereo-alcoolica, si evapora il solvente, si raccoglie il residuo, si decompone con acido cloridrico e si hanno libere le resine.

La solubilità dei saponi sodici ad acidi grassi nella mentovata mescolanza di alcool e di etere può dirsi non apprezzabile, dacchè l'oleato di sodio, il più solubile fra

tutti, non rimane sciolto che per un centesimo. Il resinato si scioglie una parte per 7 a 9 parti del misto etereo alcoolico.

Heiner, osservando che i saponi stearici, isolati mediante precipitazione con cloruro di sodio, non contengono mai della resina, si persuase che coll'acqua salata si può separare il vero sapone dalla resina.

Un sapone preparato col 20 % di resina fu decomposto con acido solforico e si sono pesati gli acidi grassi resiniferi posti in libertà. Un secondo campione dello stesso sapone fu sciolto nell'acqua, ed il liquido precipitato col sale; il sapone precipitato si raccoglie alla superficie, mentre che la resina resta in emulsione nell'acqua madre colla glicerina e le impurezze. Separati i due strati mediante imbuto a robinetto, si lava il sapone con acqua salata, poi dopo averlo sciolto nell'acqua distillata, lo si decompone con acido solforico e si pesano gli acidi grassi posti in libertà.

La differenza di questo peso da quello degli acidi grassi contenenti resina, dà la quantità di resina. L'autore ottenne 18,19-18,5 e 18,5 invece di 20 % di resina, cioè in media solamente 1,5 % di meno di resina contenuta nel sapone.

Grüttner e Szilasi dànno il seguente procedimento per la determinazione della resina nei saponi. La soluzione di sapone resinoso si scomponga con una soluzione alcoolica di nitrato di calcio. Si separano così completamente gli acidi palmitico e stearico, l'acido oleico soltantó in parte. La resina resta tutta quanta in soluzione. Il liquido resinoso filtrato si decompone con nitrato d'argento. Si separano allora i sali d'argento dei quali il solo resinato d'argento è solubile nell'etere. La soluzione eterea si agita con acido cloridrico, e la soluzione eterea della resina evaporata a secco fornisce la resina che può essere direttamente pesata.

Analisi di diversi saponi.

Diamo qui come controllo l'analisi di vari saponi:

Sapone bianco di Marsiglia (Thénard).

Soda	0,046
Materie grasse	0,502
Acqua	0,452
	1,000

Sapone marmorizzato di Marsiglia.

	Thénard	D'Arcet
Soda	0,06	0,06
Materie grasse	0,64	0,60
Acqua	0,30	0,34
	1,00	1,00

Sapone di olio di cocco (Ure).

Soda	0,045
Materie grasse	0,220
Acqua	0,735
	1,000

Sapone bianco ordinario di Glascow (Ure).

Soda	0,064
Materie grasse	0,600
Acqua	0,336
	1,000

Sapone di Castiglia, della D. di 1,0705 (Ure).

Soda	0,090
Materie grasse oleose	0,765
Acqua e materie coloranti	0,145
	1,000

Sapone di Castiglia, della D. di 0,9669, fabbricato in Inghilterra (Ure).

Soda	0,105
Materie grasse, di consistenza pastosa	0,752
Acqua e materia colorante	0,143
	1,000

Sapone bianco da toeletta sopraffino (Ure).

Soda	0,09
Materie grasse	0,75
Acqua	0,16
	1,00

Sapone marmorizzato vecchio di Germania (Heeren).

Soda	0,0855
Potassa	0,0177
Materie grasse	0,8125
Acqua	0,0843
	1,0000

Sapone di resina giallo di Glascow (Ure).

Soda	0,065
Materie grasse e resinose	0,700
Acqua	0,235
	1,000

Sapone semiduro di Vivier per filare lane (Ure).

Potassa	0,115
Materie grasse solide	0,620
Acqua	0,265
	1,000

Sapone molle di Marsiglia (Thénard).

Potassa	0,095
Materie grasse oleose	0,440
Acqua	0,445
	1,000

Sapone molle di Londra (Ure).

Potassa	0,085
Materie grasse	0,450
Acqua	0,465
	1,000

Sapone molle del Belgio (Ure).

Potassa	0,07
Materie grasse oleose	0,36
Acqua	0,57
	1,00

Sapone molle di Scozia (Ure).

Potassa	0,08	0,09
Materie grasse	0,47	0,34
Acqua	0,45	0,57
	1,00	1,00

Tavola dei saponi analizzati da E. Valenta.

NOME DEI SAPONI ANALIZZATI	Acqua	Acidi grassi anidri	Alcali N_2O	Ceneri	Glicerina	Silicato di sodio	Sostanze organiche	Punto di fusione e di solidificazione degli acidi grassi	OSSERVAZIONI
Sapone di glicerina	25,30	56,10	6,74	11,57	9,70	—	—	27°,4 / 23°,5	Contiene alcole, olio di cocco, con poco sevo.
Id. id.	24,30	57,13	5,04	12,70	10,30	—	—	28°,1 / 23°,3	Come il sapone precedente, profumato con essenza di cedro.
Savon des Deux-Mondes	62,78	19,61	5,70	15,89	1,85	1,34	2,90	23°,8 / 20°,3	Contiene amido, olio di cocco.
Il più fino (?) sapone di mandorle	53,45	30,14	6,77	18,78	2,39	—	1,30	25°,5 / 23°,3	Sapone assai discreto, olio di cocco.
Sapone di mandorle di Vienna	54,75	19,19	5,49	28,16	—	5,13	4,30	24°,6 / 21°,3	Contiene amido, colorato con fucsina.
Comune Wiener Wasch-Seife	44,27	30,88	—	—	3,46	3,28	10,84 amido	—	Profumato con nitrobenzina, contiene alcali liberi.
Mandelmilch-Seife	28,69	58,41	6,70	—	—	—	0,30	24°,0 / 20°,4	Olio di cocco.
Cocosnussöl-Soda Seife von Caldrern und Bankmann	15,17	67,24	8,21	17,61	6,63	—	—	24°,3 / 20°,1	—
Savon Universel	48,41	25,04	3,17	27,34	—	—	—	21°,5 / 19°,1	Contiene amido.
Wiener-Hand-Seife	46,98	23,23	—	29,59	—	23,41	—	24°,5 / 21°,0	Sapone ordinario di olio di cocco.
Kern-Seife	11,93	78,90	8,53	—	—	—	—	44°,5 / 38°,9	Puro sapone di sevo.
Apollo-Seife (assai secco)	5,91	80,80	9,35	—	—	—	—	18°,5 / 17°,5	Sapone d'oleina.
Sinclair-Seife	17,84	70,99	7,35	—	—	—	—	—	—
Aromatico, Kräuter-Seife	22,51	62,54	8,06	—	—	—	—	—	Colorato con 0,96 % di oltremare; contiene 5,71 % di sali stranieri.
Sapone di glicerina inglese	24,30	51,10	5,04	12,70	10,30	—	—	22°,5 / 20°,9	Deve contenere 20 % di glicerina.
Prince Wiener Vaschseife	40,58	39,61	—	18,01	—	—	—	26°,0 / 23°,1	Sembra stata impiegata una miscela di grasso, delle ossa e di olio di cocco.

Sapone molle di olio d'oliva di Scozia (*Ure*).

Potassa	0,10
Materie grasse oleose	0,48
Acqua	0,42
	1,00

Sapone molle di olio di navoni di Scozia (*Ure*).

Potassa	0,1000
Materie grasse oleose	0,5167
Acqua	0,3833
	1,0000

Recentemente E. Valenta ha analizzato moltissimi saponi da toeletta commerciali di Vienna e molti di questi furono trovati falsificati.

Per determinare l'acqua si pesano da 4 a 5 gr. di sapone, poi si scaldano prima a 50°-60° poi a 100° e in seguito a 120°. Si determina la glicerina decomponendo da 5 a 10 gr. di sapone con acido solforico, filtrando e lavando con acqua, appena tiepida; evaporato il filtrato e trattato con una miscela di 1 parte di etere e 5 parti di alcole, si evapora la soluzione alcoolico-eterea alla più bassa temperatura e si essicca il residuo su acido solforico, poi si pesa (vedi Tavola a pagina precedente).

BIBLIOGRAFIA.

Muspratt, *Technischen Chemie.* — Bolley, *Handbuch der chemischen Technologie*, vol. VI. — Deite dott. E., *Die industrie der fette.* — S. Piesse, *Chimie des parfums.* — Wagner-Fischer, *Chemische Technologie.* — E. Moride, *Traité pratique de savonnerie.* — F. Böckmann, *Chemische Technische Untersuchungsmethoden*, 3ª ed. — I. Post, *Chemische Technische Analyse.* — Bolley, *Handbuch der Chemische Technische Untersuchungen.* — Selmi, *Enciclopedia di chimica.* — I. Guareschi, *Supplemento annuale alla Enciclopedia di chimica.* — A. Wurtz, *Dictionnaire de chimie pure et appliquée.*

Dott. CESARE SERONO.

SCALE. — Franc. *Escaliers;* inglese *Stairs;* tedesco *Treppen;* spagn. *Escaleras.*

Scala dicesi in costruzione quella parte dell'edificio che serve per salire o scendere per distinti gradi da un piano all'altro. Si hanno a distinguere le scale in muratura, le scale in legno, le scale metalliche in ferro e ghisa e le scale di corda.

Scala portatile dicesi quella che può a mano d'uomo portarsi da un sito all'altro.

Scala a piuoli in legno è una scala portatile i cui scalini detti piuoli sono fatti di bastoni o di regoli in legno incastrati in due aste pure di legno che si chiamano staggi (fig. 2513).

Si costruiscono anche delle scale a piuoli in ferro ordinariamente per accedere ai campanili, alle cupole delle chiese, alle guglie; i piuoli sono formati da barre di ferro con diametro di circa 15 mm. oppure da ferri con sezione a L; gli staggi sono costituiti da ferri di filiera con sezione a ⊏ a I.

Scala da annestare o *scala da aggiuntare* è una scala a piuoli fatta in modo da potersi fermare ad altra simile per accrescerne la lunghezza.

Si trovano disegni di queste scale nelle fig. 487-489 dell'articolo INCENDIO di questa *Enciclopedia.*

La *scala Porta*, così chiamata dal nome dell'inventore, è una specie di scala da annestare.

Scala da scorrere è una specie di scala portatile i cui piuoli sono fissati a snodo agli staggi per modo che potendosi avvicinare gli staggi fino a combaciare fra loro la scala riesce più comodamente trasportabile ed allogabile in qualsivoglia ristretto sito disponibile.

Scale doppie portabili sono quelle formate di due scale unite a snodo all'estremità superiore in modo da potersene allontanare le estremità inferiori e reggersi da sè per mutuo contrasto; una barra di ferro od un'asta di legno serve a fissare ad una conveniente inclinazione le due scale per impedirne l'allargamento o il scivolamento dei piedi.

Scale di corda diconsi quelle formate di piuoli di legno (fig. 2345) tenuti a conveniente distanza fra loro mediante due funi alle quali sono fissati con nodi o con legature. Uno di questi nodi è rappresentato più grande alla sinistra della figura stessa mediante elevazione e fianco ed in alto pure alla sinistra si ha lo stesso nodo ancora da stringere. Servono queste scale per eseguire piccole riparazioni alle facciate, ed ai pompieri pei lavori di salvataggio.

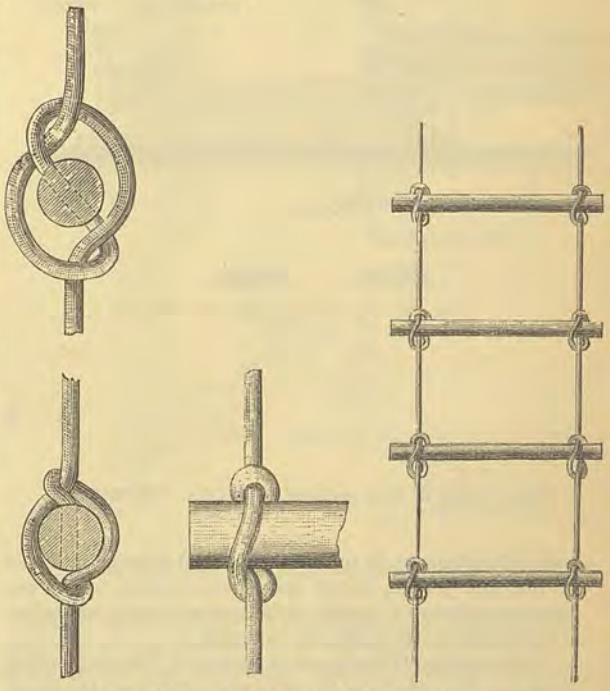


Fig. 2345. — Scala di corda con piuoli.

Nell'articolo INCENDIO si trovano nelle fig. 492 e 493 i disegni di una scala di corda senza nodi con piuoli introdotti fra i trefoli e stretti con legature di spago.

I piuoli sono comunemente di legno frassino lunghi 50 cm. e con diametro da 27 a 30 mm.

Scala stabile dicesi quella che è talmente connessa colle rimanenti parti dell'edifizio da non potersi a piacimento trasportare da un sito all'altro.

Scalino, scaglione, gradino, grado dicesi ciascuna delle parti su cui si pongono alternativamente i piedi nel salire o scendere la scala.

Scalino si usa per le scale delle case di abitazione; *gradino* per le scale d'ingresso alle chiese od altri nobili edifici come musei, biblioteche, palazzi di giustizia, università, ecc.

Grado si usa specialmente per indicare quei ripiani che si costruiscono nelle chiese dietro gli altari per sostegno dei candelieri.

Scaglione venne qualche volta usato per scalino ma più comunemente per indicare gli scalini di quelle scale costrutte con massi più o meno regolarizzati, con cui si

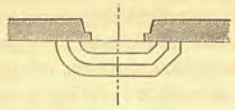


Fig. 2346.

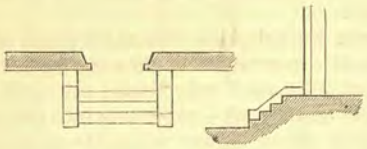


Fig 2347.

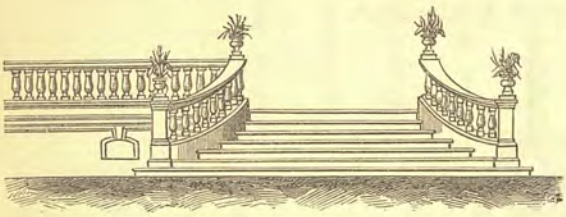


Fig. 2348.

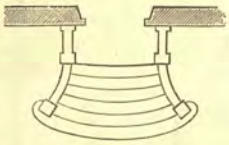


Fig. 2349.

Forme diverse di brevi scalinate esterne (fig. 2346-2349).

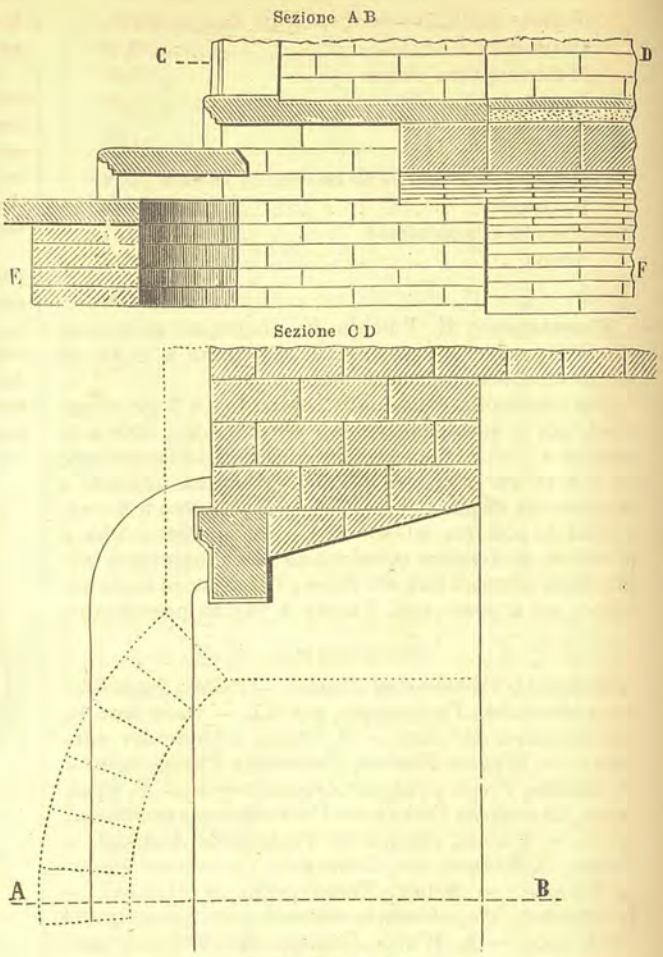


Fig. 2350. — Scala 1 : 20.

sale allo scoperto da un dato piano del terreno ad altro di maggior livello, come ad esempio quelle che si riscontrano lungo il pendìo di talune montagne per salire ai santuari eretti sulla loro sommità.

Nello scalino si distingue la pedata e l'alzata: pedata o pianta dello scalino è la parte piana orizzontale o quasi orizzontale sulla quale si pone il piede; alzata dello scalino è la sua altezza cioè la distanza verticale fra gli orli di due successive pedate.

Pianerottoli o ripiani sono piani che si stabiliscono a debite altezze per ottenere un risvolto nella scala e talvolta, in una scala molto lunga ancorchè dritta, semplicemente per ottenere un riposo.

Branca o *rampante* dicesi l'insieme degli scalini compresi fra due successivi pianerottoli.

Le scale per rapporto alla loro ubicazione si distinguono in scale esterne e scale interne.

Scale esterne.

Le scale esterne sono generalmente allo scoperto, non mancano tuttavia esempi di scale esterne coperte da vôlte a crociera impostate da un lato al muro di facciata e dall'altro a pilastri od a colonne erette ad opportune distanze sui margini delle branche e collegate fra loro da arconi, in modo insomma da costituire una specie di loggiato a difesa della scala (vedi Viollet le Duc nella *Bibliografia*). Talvolta le scale esterne sono semplicemente difese da pensiline a vetri od in lamiera metallica sostenute da mensole in ferro debitamente incastrate nei muri di facciata.

Gli scalini delle scale esterne sono generalmente di pietra e bisogna assolutamente evitare per gli scalini e pei parapetti l'impiego di pietra geliva od altrimenti soggetta a deteriorare all'azione delle intemperie.

Presentiamo nelle fig. 2346-2364 le principali disposizioni adottate per le scale esterne a cominciare dalle più semplici fino a quelle più complesse ed imponenti che si riscontrano solo in alcuni edifizi monumentali.

Innumerevoli esempi di scale esterne si hanno nelle moderne villette circondate da giardino e servono a superare il dislivello generalmente non molto considerevole che si stabilisce fra il piano del giardino e quello del pian terreno.

Nella fig. 2346 abbiamo due dei più semplici tipi di queste scale. Si hanno in entrambi 3 scalini a testa libera ed un quarto che forma soglia della portina d'ingresso; nel tipo di destra gli scalini sono risvoltati a quarto di circolo, in quello di sinistra si hanno due risvolti di 135°.

Nella fig. 2347 si ha il tipo di scala con sponde laterali; si osserva inoltre alla sommità dei quattro scalini un piccolo pianerottolo a livello col piano terreno.

Le sponde hanno talvolta come nella fig. 2347 piccola altezza e sono limitate da un semplice piano orizzontale o da un piano inclinato che asseconda la rampa con due tratti orizzontali alle estremità che servono per collo-

carvi vasi ornamentali in pietra o vasi di fiori per abbellimento dell'ingresso; ma se il numero degli scalini è un po' grande, sicurezza vuole che si dispongano ai lati dei parapetti in muratura di mattoni, in cemento, in pietra o di struttura metallica.

Vuoi per comodità vuoi per eleganza torna in alcuni casi opportuno tenere il parapetto con pianta curvilinea (vedi fig. 2348) e talvolta si assegna in pianta anche andamento curvilineo agli scalini (vedi fig. 2349).

Con questa ultima disposizione il costo degli scalini riesce alquanto elevato.

Per dar luce al locale dei sotterranei sito in corrispondenza alla scalinata d'ingresso si adotta, se gli scalini non sono a tutta alzata, la disposizione indicata nella fig. 2350, si lasciano cioè nei frontalini delle aperture che permettono alla luce di penetrare nel sottostante locale. Se la lunghezza degli scalini supera di poco il metro si potrà addirittura sopprimere il frontalino o tenere una apertura centrale su tutti o su alcuni dei frontalini lunga da 50 a 60 cm. Se la lunghezza degli scalini supera m. 1,20 torna meglio praticare due aperture per guisa che ciascun scalino risulti sostenuto anche nel suo punto di mezzo.

Le punteggiate che si osservano in pianta rappresentano la sezione orizzontale al livello EF.

Quando gli scalini fossero a tutt'alzata si adotterebbe una disposizione affatto analoga bastando esportare porzioni delle alzate per ottenere sufficienti fili di luce.

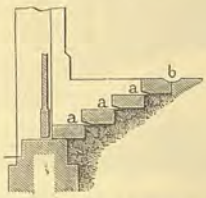


Fig. 2351. — Modo di impedire che l'acqua discenda nelle cantine da una scala esterna.

Nei fabbricati rustici e nelle case di campagna occorre spesso di dover costruire delle scale esterne per accedere alle cantine. Presentano queste scale l'inconveniente di portare in cantina l'acqua che su esse cade in tempo di pioggia. Per ovviare a tale inconveniente il miglior modo quando è possibile è di difendere le scale mediante piccola tettoja o pensilina.

In molti casi, se la scala non è completamente esposta agli acquazzoni, può riescire sufficiente la disposizione indicata nella fig. 2351, che consiste nell'assegnare alle pedate una leggera pendenza in senso opposto a quello della branca, cioè per guisa che l'orlo esterno risulti da 1 a 2 cm. più alto di quello interno e inoltre praticare delle fenditure nelle alzate degli scalini.

Con ciò l'acqua può aver sfogo sotto la rampa dove deve collocarsi ciottoli e ghiaja. Se il terreno sottostante alla branca fosse impermeabile, per cui l'acqua di infiltrazione potesse danneggiare o recare umidità ai sotterranei, si potrà costruire sotto la branca una cunetta rivestita in cemento seguìta in basso da opportuno canaletto sotterraneo che esporti l'acqua lungi dal fabbricato.

Questo canaletto potrà anche formarsi semplicemente con piccoli tubi di terra cotta o di cemento di diametro interno da 5 a 10 cm. imboccati l'un nell'altro, coll'avvertenza di collocare ciottoli e ghiaja nel passaggio fra la cunetta ed il tubo affinchè le materie che trasporta l'acqua non vengano ad otturare i tubi.

Le disposizioni delle fig. 2352-2357 s'adottano quando non vuolsi colla scala raggiungere direttamente la porta d'ingresso ma bensì un terrazzino, porticale o spianata (fig. 2357) che stia di fronte all'ingresso stesso.

I tipi indicati nelle fig. 2358 e 2359 si prestano assai bene quando si hanno da raggiungere o superare i tre metri d'altezza.

Col tipo delle fig. 2355 e 2358 per illuminare gli ambienti dei sotterranei che si trovano in corrispondenza della scala bisogna stabilire dei pozzi di luce col praticare delle convenienti aperture nei muri di sostegno del parapetto.

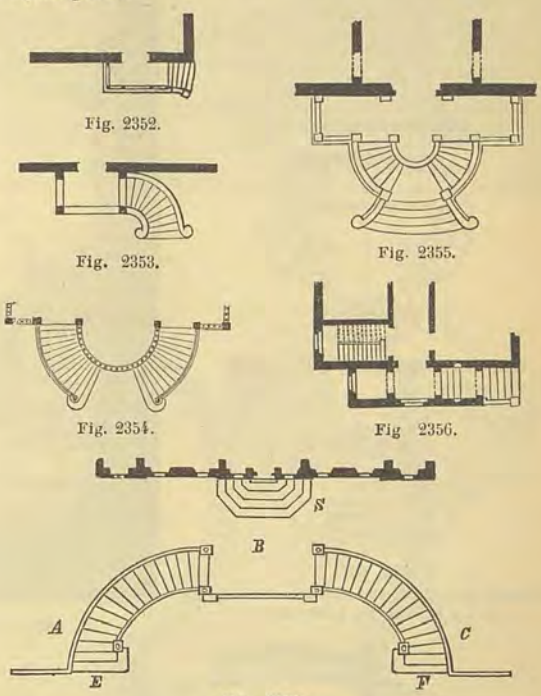


Fig. 2357.

Disposizioni diverse di scalinate esterne (fig. 2352-2357).

Il tipo della fig. 2359 oltre al riescire di bell'aspetto presenta sul tipo precedente il vantaggio di potere stabilire nel muro di facciata le finestre dei sotterranei le quali ricevono aria e luce dall'intercapedine che si è lasciata fra il muro di facciata ed il parapetto. A questa intercapedine si assegnerà maggiore o minor larghezza a seconda dei casi; non dovrebbe però mai essere minore di 60 cm. affinchè possa facilmente mantenersi una inappuntabile pulizia.

Coi tipi delle fig. 2360 e 2361 si possono superare altezze ancora maggiori, e riesce possibile l'illuminazione diretta dei locali sotterranei corrispondenti alla scala. Il tipo della figura 2360 permette di stabilire, sul primo pianerottolo, l'ingresso ai sotterranei o la formazione di grotta con tavolo al centro e sedili all'ingiro. Il tipo della fig. 2361 si presta ancora meglio per una grandiosa decorazione potendosi costruire una vasca ellittica ed erigere nella sua parte posteriore una fontana con gruppi statuari di grande effetto. Per esempi di questi tipi vedi *Allgemeine Bauzeitung* nella *Bibliografia*.

La larghezza delle branche di una scala esterna deve essere in armonia coll'importanza e destinazione dell'edifizio. Per le gradinate di accesso delle chiese o altri edifizi sontuosi si assegna larghezze di 3, 4 e più metri adottandosi talvolta delle scalinate che si estendano a tutta o ad una buona parte della facciata dell'edificio,

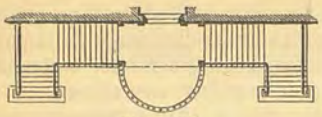


Fig. 2358.

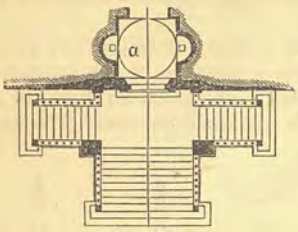


Fig. 2359.
Scalinate esterne per superare altezze di 3 e più metri (fig. 2358 e 2359).

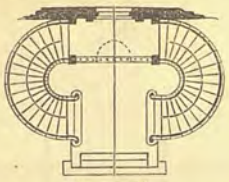


Fig. 2360.

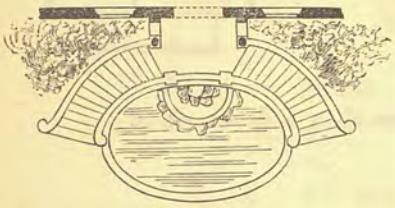


Fig. 2361.
Scalinate esterne per superare altezze maggiori di 3 o 4 metri (fig. 2360 e 2361).

Fig. 2363. — Piazza del Campidoglio a Roma con veduta dello scalone esterno del palazzo dei Senatori.

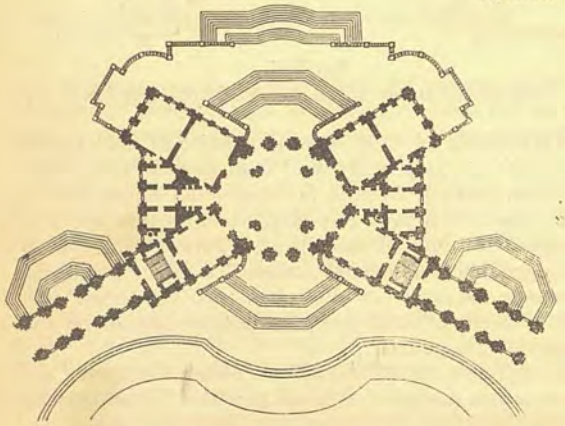


Fig. 2362. — Pianta di porzione del Reale Palazzo di Stupinigi.

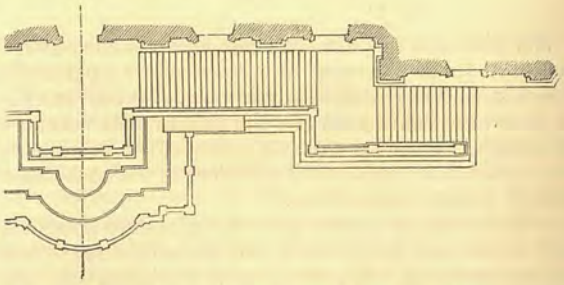


Fig. 2363 *bis*. — Pianta dello scalone del palazzo dei Senatori.

Sono rimarchevoli esempi di scale esterne: A Roma la splendida gradinata che da piazza di Spagna mette al piazzale della Trinità dei Monti; quella della Basilica di Santa Maria Maggiore; e quella che dà accesso al Campidoglio.

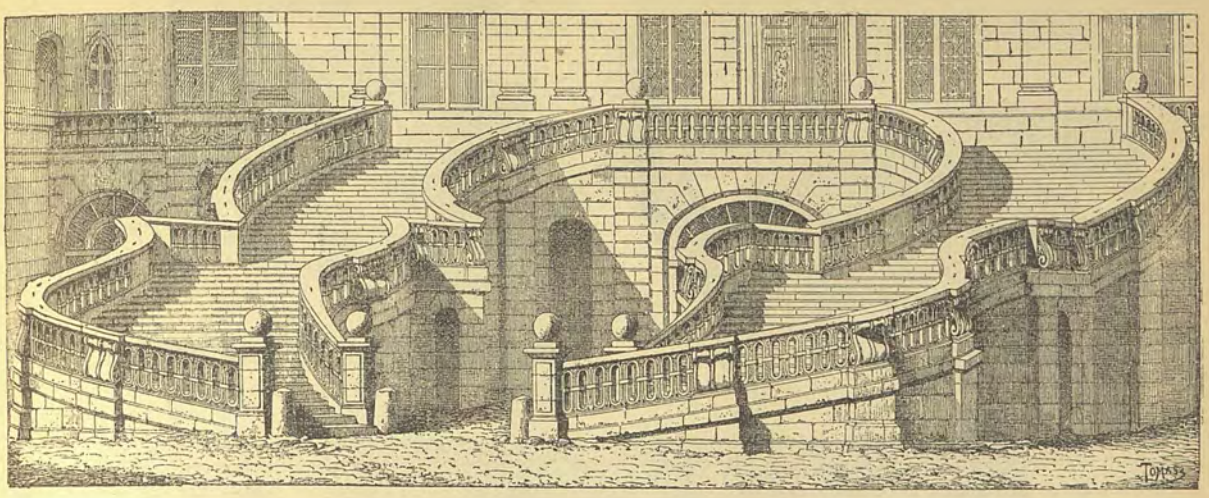
Nelle fig. 2363 e 2363 *bis* è rappresentato in pianta e prospettiva il grandioso scalone esterno a doppia rampa, pure in piazza del Campidoglio, per l'accesso al palazzo dei Senatori.

A Torino la gradinata del Duomo in piazza San Giovanni e la scala d'accesso alla Gran Madre di Dio. A Stupinigi le scale d'accesso al palazzo Reale (fig. 2362). A Venezia la scala dei Giganti nel cortile del palazzo ducale. A Parigi la scalinata che circonda il Trocadero.

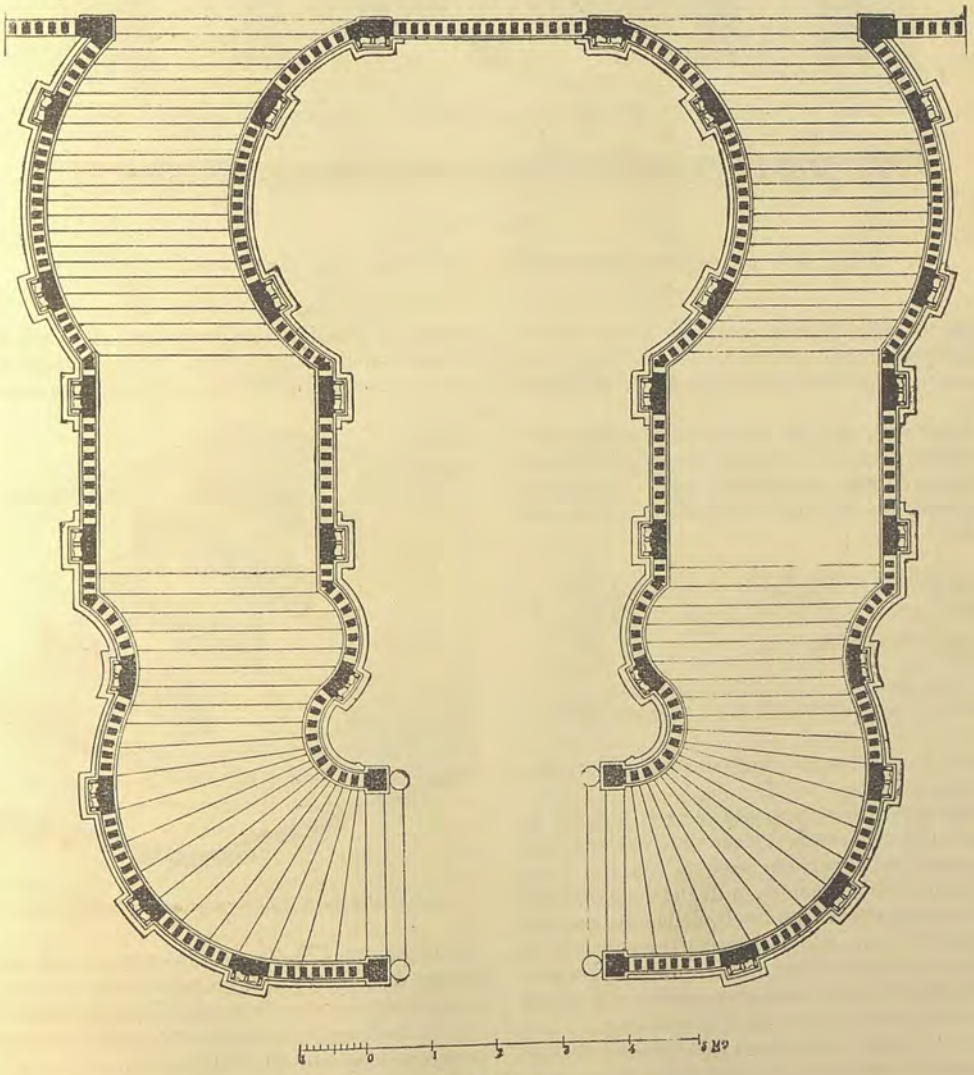
Nella fig. 2364 trovasi rappresentata in pianta ed in prospettiva la vaghissima scala che si ammira nel cortile del Caval Bianco a Fontainebleau, che fu costrutta nel 1634 durante il regno di Luigi XIII.

Nel cortile del castello di S. Giorgio Monferrato si riscontra una scala di questo genere.

Disposizioni speciali di scale sono quelle rappresentate nelle figure 2365-2367 che furono adottate all'ingresso di qualche villa (vedi *Edilizia moderna* nella *Bibliografia*) per mettere in comunicazione due vie a diverso livello, come per esempio quelle che si riscontrano nei murazzi lungo il Po a Torino.



Elevazione.



Pianta.

Fig. 2364. — Scala nel cortile del Caval Bianco a Fontainebleau.

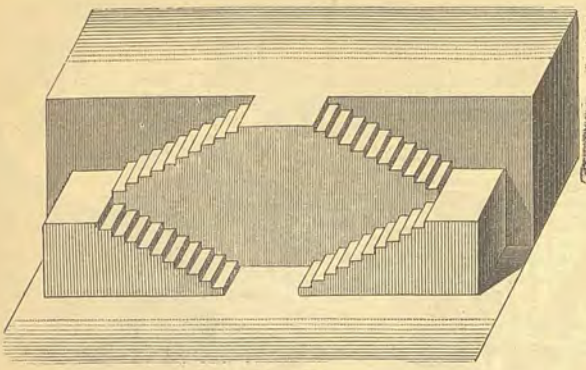


Fig. 2365.

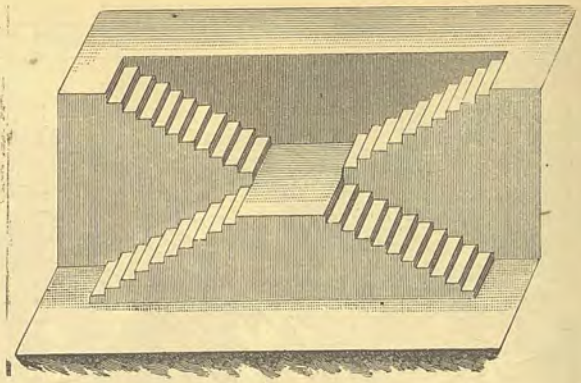


Fig. 2366.

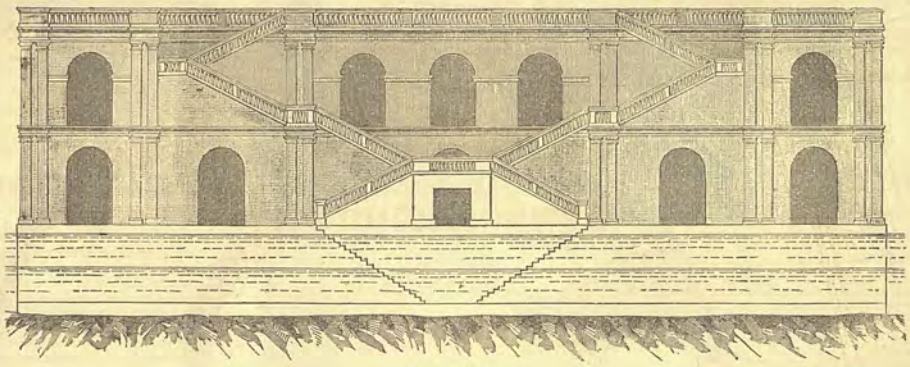


Fig. 2367.

Scale per mettere in comunicazione due vie a diverso livello (fig. 2365-2367).

Tanto per le scale esterne come per quelle interne l'alzata degli scalini può variare dai 12 ai 18 cm. e per scale secondarie si possono raggiungere i 22 centimetri e fino i 25.

In casi eccezionali che per mancanza di area disponibile si dovessero tenere le alzate dai 25 ai 32 centimetri si può ricorrere alla costruzione delle specialissime scale rappresentate schematicamente in pianta nelle fig. 2368-2370.

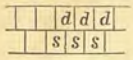


Fig. 2368.

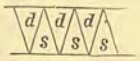


Fig. 2369.

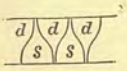


Fig. 2370.

Scale speciali (*s* e *d* indicano le posizioni che prendono il piede sinistro e il destro successivamente).

Della scala fig. 2368 se ne porge una veduta prospettiva nella fig. 2371.

Con queste disposizioni le pedate restano ciascuna divisa in due parti. Nel salire, il piede sinistro s'appoggia successivamente sulle porzioni segnate con *s*, il piede destro su quelle indicate con *d;* il livello delle pedate *d* trovandosi a metà altezza dei livelli delle adiacenti pedate *s* la persona che sale fa successivamente solo lo sforzo muscolare necessario per sollevare il proprio peso di metà l'altezza fra due successive pedate *s* e questa altezza si potrà perciò tenere fra i 25 e 32 cm.

Rampe per pedoni. — In alcuni casi invece delle scalinate, per salire con maggior comodità da un dato piano ad altro di maggior livello, si costruiscono le rampe, che sono specie di scale in cui alle pedate si assegna larghezza considerevole da 0,60 ad 1,80 e più e con pendenza sensibile verso il loro orlo. Le alzate si tengono come nelle scale ordinarie da 12 a 18 centimetri.

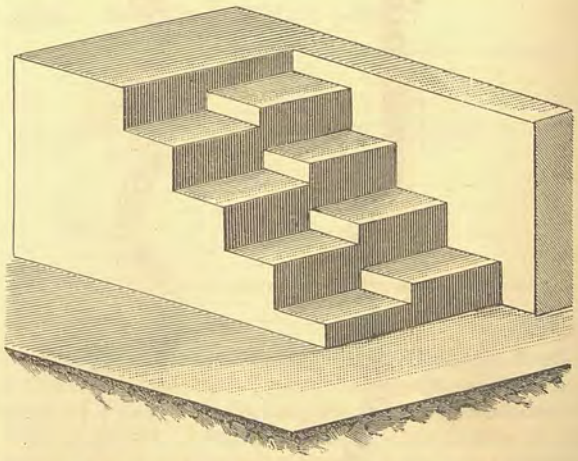


Fig. 2371. — Veduta prospettiva della scala fig. 2368.

Una porzione della pedata verso il suo orlo si costruisce con mattoni di coltello o con lastre di pietra; la parte rimanente o la si lascia semplicemente in terra oppure vi si costruisce un ciottolato semplice od a mosaico con ciottolini di vario colore.

Nel giardino Farnese si ha una bella rampa colla quale si supera un dislivello di circa 6 metri. Vi sono 20 alzate di 15 centim. d'altezza, le pedate sono larghe

m. 1,80 ed hanno tale pendenza da riescire l'orlo posteriore 15 cm. più alto di quello anteriore. L'orlo della pedata è in pietra, il rimanente a mosaico. La rampa ha larghezza di m. 5,50. Una grandiosa rampa per pedoni si ha pure in Roma per salire dalla piazza *Aracœli* a quella del Campidoglio alla cui sinistra si trova una rampa per carrozze pure per salire alla piazza del Campidoglio ed alla destra la lunga scalinata che mette alla chiesa di S. Maria d'Aracœli. Si ha una nitida veduta prospettica di queste tre salite nel vol. 3° del Letaroully, tav. 352. Un'altra bella rampa per pedoni si ha nella villa Torlonia a Frascati. Grandiose rampe e scalinate si ammirano a Firenze sul pendìo della collina per salire al gran piazzale ove sorge la statua di Davide.

Rampe per carrozze. — Se le rampe devono essere accessibili alle carrozze non devono presentare che una sola superficie inclinata la cui pendenza, se si ha molto spazio disponibile, si terrà dal 4 al 5 per cento. Qualora difetti lo spazio si potrà anche spingere la pendenza all'8 od al massimo al 9 per cento.

Alla sommità od in corrispondenza degli ingressi converrà tenere un tratto orizzontale da formare come un piazzale lungo possibilmente più di 6 m., ma in caso eccezionale anche solo di 3 m. La larghezza delle rampe non dovrà mai essere inferiore a m. 2,80. Se sono limitate da muro o da scarpa in terra molto ripida, si provvederà il ciglio di parapetto in muratura o di palizzata.

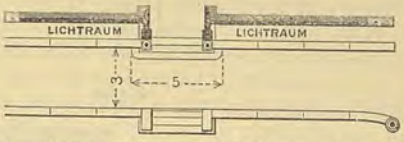


Fig. 2372. — Rampa per carrozze (*Lichtraum* = intercapedine).

Nella fig. 2372 si ha una piccola rampa sostenuta da entrambi i lati da muro; quello verso il fabbricato serve a formare un'intercapedine per dar luce ai sotterranei. Sul lato opposto in corrispondenza dell'ingresso si ha una breve scalea per le persone che trovandosi di fronte all'ingresso, a valle della rampa, volessero con maggior sollecitudine superarla.

Fig. 2373. — Atrio dell'Università di Genova.

Scale interne.

La posizione delle scale interne dipende dalla destinazione dell'edifizio (vedi *Zeitschrift des Architekten* nella *Bibliografia*).

In una casa di abitazione per una sola famiglia di condizione agiata ma di costumi non fastosi non è necessario che la scala sia molto in vista, la si preferisce anzi alquanto appartata e per ragione di sicurezza e perchè precipuo suo scopo è quello di fornire comodo mezzo di comunicazione ai diversi piani per le persone della famiglia che sono use a passare le ore del giorno promiscuamente nelle camere del pian terreno ed in quelle del primo piano.

Nei sontuosi palazzi privati e pubblici dove la scala debba costituire coll'atrio d'ingresso parte decorativa dell'edificio (fig. 2373, 2417, 2486, 2490 e 2491) dovrà naturalmente la scala essere attigua all'atrio e solo separata da grandiosa invetriata, stabilendosi altre scale secondarie e di servizio per comodità della famiglia e per le persone di servizio. Negli edifizi pubblici, negli stabilimenti industriali, nelle case da pigione è pure molto conveniente che la scala principale sia in vicinanza dell'atrio o dell'androne d'ingresso, come si rileva ad es. nelle fig. 2374, 2375, 2380 *ter*, 2482, ma ciò non potendosi sempre conseguire perchè la sua posizione resta talvolta vincolata ad altre condizioni che diremo in seguito, bisogna almeno procurare di adottare disposizioni tali che chi entra nella casa scorga facilmente dove è situata la prima branca.

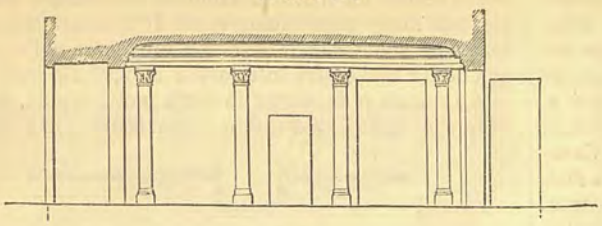
Queste disposizioni consistono o nel lasciare nei muri della gabbia delle ampie aperture per cui si veda facilmente la prima branca o disponendo in prossimità della gabbia alcuni scalini che richiamino l'attenzione di chi percorre l'atrio o l'androne.

Il locale che contiene la scala chiamasi *gabbia della scala.*

Si è più sopra, pag. 1612, detto che intendasi per pianerottoli e per branche. Le branche poi pigliano diversi nomi a seconda della loro posizione relativamente ai muri della gabbia e così:

Branca a collo dicesi quella che è fiancheggiata per una parte da muro, tale per es. quella rappresentata nelle fig. 2419 e 2482 in *m n.*

Sezione A B



Pianta

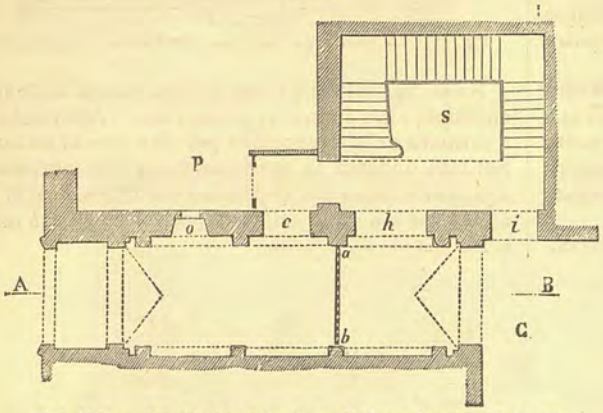
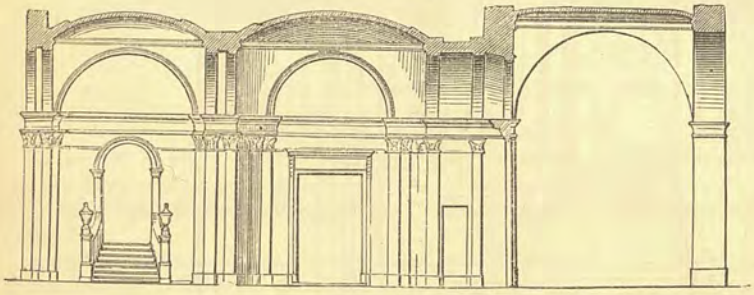


Fig. 2374. — Androne e scala piazza Madama Cristina, 1, Torino. Scala di 1:200.

Sezione M N



Pianta

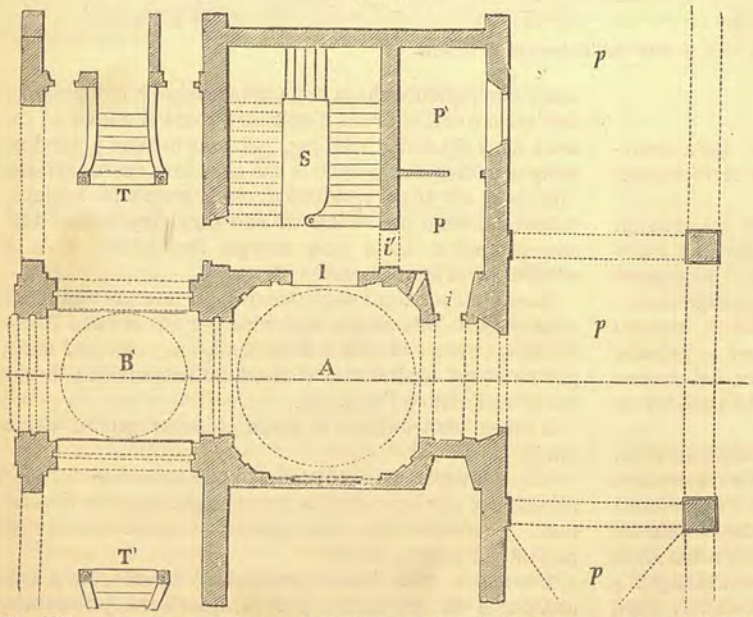


Fig. 2375. — Androne e scala casa Vercellone, via Cernaja, 40, Torino. — Scala di 1:200.

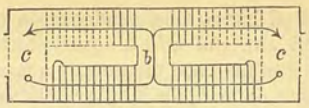


Fig. 2376.

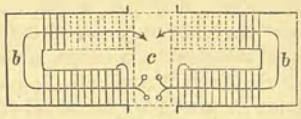


Fig. 2377.

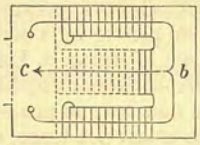


Fig. 2378.

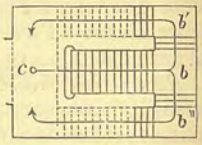


Fig. 2379.

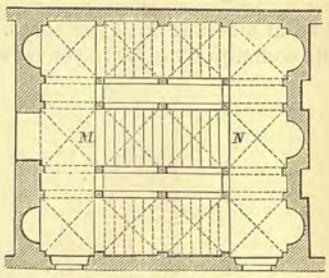


Fig. 2380.

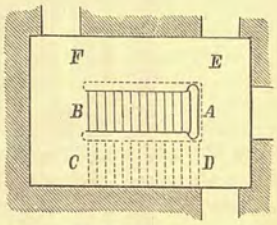


Fig. 2380 *bis*.

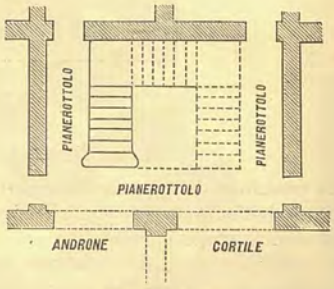


Fig. 2380 *ter*.

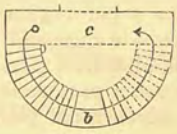


Fig. 2381.

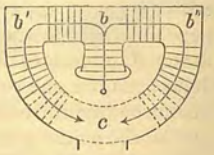


Fig. 2382.

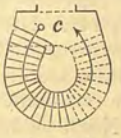


Fig. 2383.

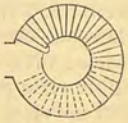


Fig. 2384.

Fig. 2385.

Branca a volo dicesi quella che non è fiancheggiata da muro; di tale genere sono quelle che si projettano in AB nelle fig. 2380*bis* e 2487, e in MN nella fig. 2485.

Scala a sbalzo (fig. 2423) chiamasi quella in cui gli scalini di ciascuna branca sono solidamente incastrati per una loro estremità in uno dei muri che limitano la gabbia, per cui non richieggono vôlto di sostegno. La voluta stabilità però non è solamente affidata all'incastramento ma altresì all'appoggio di ciascuno scalino su quello che lo precede. Quest'appoggio è diretto quando gli scalini sono a tutta alzata (fig. 2424-2426). Quando gli scalini non sono a tutt'alzata si ottiene appoggio indiretto mediante un frontalino in mattoni (fig. 2427 e 2429).

Scala chiusa chiamasi quella che presenta nell'interno della gabbia un muro il quale in un coi muri perimetrali o serve a sostenere direttamente gli scalini quando sieno in essi muri sufficientemente incastrati per le loro estremità o serve a fornire imposte a delle vôlte sulle quali poi si collocano gli scalini. Di tal genere sono le scale rappresentate in pianta nelle fig. 2414 e 2415.

Scala a pozzo dicesi quella in cui le branche ed i pianerottoli sono disposti intorno alla periferia della gabbia lasciando nel mezzo di questa uno spazio libero a guisa di pozzo (fig. 2412, 2417, 2419, 2422 e 2423).

La scala a pozzo può essere con scalini a sbalzo (fig. 2423), oppure può presentare, sulla periferia del pozzo, dei muri, dei pilastri o delle colonne collegate fra loro da archi che servono ad impostare le vôlte di sostegno degli scalini (fig. 2416, 2417-2419).

Anche nelle scale interne si adottarono in alcuni teatri ed in edifizi cospicui le scale doppie con branche parallele di ritorno rappresentate in pianta nelle fig. 2376 e 2377, cioè con disposizioni analoghe a quelle rappresentate nelle fig. 2365-2367, parlando delle scale esterne.

Un esempio classico l'abbiamo nello scalone del palazzo Brera di Milano che si trova illustrato nell'opera *L'Italia monumentale* (vedi *Bibliografia*).

Le branche sono larghe m. 4,50 e con due rampe si salgono m. 10,60.

Un altro esempio è quello dello scalone del Palazzo Madama in Torino che illustriamo con pianta e due prospettive nelle fig. 2491-2493.

Qui il pianerottolo centrale al pian terreno costituisce l'atrio d'ingresso dell'edifizio.

Nel Reale Castello del Valentino a Torino si ha pure una disposizione analoga.

Scala a tanaglia (fig. 2378, 2379, 2485, 2486). — Dicesi quella che incomincia al piano terreno con due branche a collo (fig. 2378) disposte simmetricamente contro due muri opposti della gabbia e per esse si può salire sulle due opposte estremità di un pianerottolo dal cui mezzo si diparte una branca unica a volo che mette al pianerottolo successivo; da questo con due branche a collo si potrà salire ad altro pianerottolo. Invece di incominciare la salita colle due branche a collo si può presentare per la prima salita la branca a volo centrale (fig. 2379), seguita dalle due a collo laterali.

La scala a tanaglia può anche essere a due pozzi (fig. 2380) compresi fra la branca centrale e le due laterali; ciò fa acquistare maggior eleganza alla scala.

Nella disposizione della fig. 2380 *bis* la gabbia della scala resta divisa in tre campi; in quello centrale ed in uno degli altri due, nella nostra figura quello inferiore, si sviluppano le branche della scala; nel campo rimanente si ha un pianerottolo. Questa disposizione si adotta qualche volta nelle case da pigione per poter stabilire in ciascun piano diversi ingressi da più punti della gabbia onde suddividere in un maggior numero di alloggi i locali del fabbricato.

Tale disposizione si riscontra ad es. in Torino nella casa in via Baretti, n. 12, e in piazza Statuto, n. 12.

Talvolta si adotta una disposizione analoga per le scale a tre successive rampe con pozzo centrale, e in qualche caso si adottò addirittura un pianerottolo su entrambi i lati della scala, come per es. si riscontra nelle scale della casa da pigione in via Valperga Caluso, n. 15 e 19, in Torino (fig. 2380 *ter*).

Queste disposizioni, e particolarmente l'ultima, non sono da consigliarsi che in casi specialissimi, perchè se si assegna piccola larghezza alle branche ed ai pianerottoli la scala riesce di poco gradevole aspetto; se si abbonda in larghezza si occupa tanto spazio per la gabbia della scala da non esservi compenso nel maggior profitto che si può ricavare da una più minuta suddivisione o maggiore disimpegno degli alloggi.

Scala semicircolare (fig. 2381) dicesi quella che presenta un pianerottolo rettangolare ed una branca curva che asseconda una mezza circonferenza.

Questa disposizione è molto usata in Francia; ne abbiamo un bell'esempio a Torino nella villa dell'ingegnere Gilodi, di sua architettura.

Scala a tanaglia con pianta semicircolare (fig. 2382). — Dal centro della gabbia con una prima branca si sale sul pianerottolo *b*, quivi la scala si biforca; percorrendo la branca di sinistra si arriva al pianerottolo *b'* e da questo percorrendo la branca in curva si arriva al pianerottolo superiore *c* al quale si arriva pure percorrendo le due branche *b b''* e *b'' c* di destra.

Scala a ferro di cavallo dicesi quella in cui la pianta ha la forma indicata nella fig. 2383; si riscontra in qualche palazzina.

Scala a chiocciola, *scala a lumaca* o *scala elicoidale* dicesi quella che si rigira su se stessa a modo di elica con certa rassomiglianza alle spire della maggior parte delle chiocciole univalve. La gabbia può essere un circolo (fig. 2384), una ellisse (fig. 2511), un quadrato (fig. 2503), un quadrato cogli angoli smussati, ecc.

La scala a chiocciola può essere a pozzo (fig. 2384), oppure chiusa (fig. 2385). In questo caso presenta nel centro della gabbia un pilastro a sezione quadrata o circolare in cui sono incastrati gli scalini.

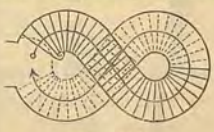


Fig. 2386.

Una disposizione bizzarra di scala è quella elicoidale con pianta a figura di ∞ (fig. 2386) che può convenire in specialissimi casi in cui si abbia disponibile poca area e si voglia superare altezza considerevole.

Le scale per rapporto al loro ufficio si distinguono in principali, secondarie e di servizio.

Nei palazzi od edifizi sontuosi la scala principale presenta comunemente branche di larghezza superiore a m. 1,50 e talvolta raggiungono o superano anche i 3 m. Siffatte scale assumono più specialmente il nome di *scaloni*. Spesso negli scaloni la ringhiera è sostituita da un parapetto in muratura o da una balaustrata in marmo (fig. 2488-2493).

Lo scalone si limita talvolta a dar accesso alle camere del 1° piano, e per accedere agli altri piani si stabilisce una scala secondaria con gabbia attigua ma affatto distinta da quella della scala principale.

Così ad es. nella fig. 2375, che rappresenta una porzione della pianta di casa Vercellone in via Cernaja a Torino, si ha in S lo scalone, d'uso esclusivo del proprietario, che si arresta al 1° piano; in TT' si hanno le gabbie delle scale che salgono ai diversi alloggi stabiliti nei piani superiori.

Nella fig. 2490 si ha in A B lo scalone d'onore, in MN le scale secondarie.

Nella fig. 2487 si ha in ABMN lo scalone che si arresta al 1° ordine di palchi; in *r s r s'* le scale secondarie che salgono ai diversi ordini di palchi.

Pianta del piano terreno. — Scala di mm. 4,2 per 1 metro.

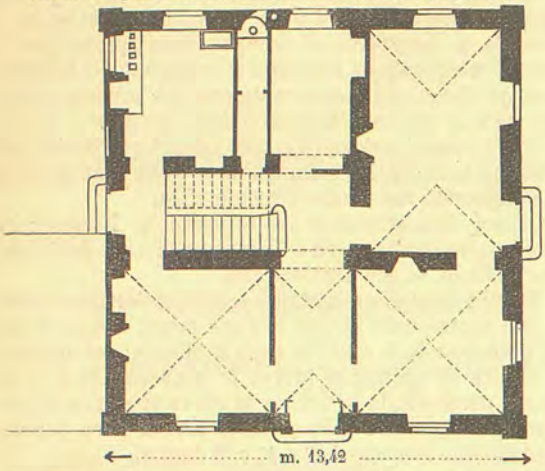


Fig. 2387. — Palazzina Bressi a Giaveno (architetto Reycend).

Qualche volta per accedere dal pianterreno ai sotterranei si dispongono le branche nella stessa gabbia dello scalone; bisogna però procurare che si possa avere l'ingresso a queste branche da un cortiletto o da un andito attiguo alla gabbia dello scalone senza dover passare sul pianerottolo di questo (fig. 2417).

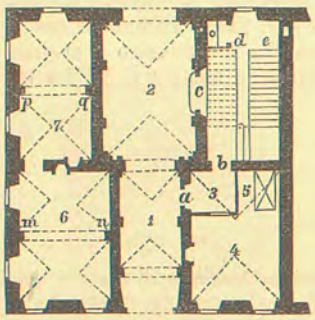


Fig. 2388.

Anche che lo scalone non si limiti al 1° piano, cioè ancorchè abbia nella stessa gabbia le branche per l'ascesa ai diversi piani è tuttavia conveniente in una casa di lusso di avere a seconda della minore o maggiore estensione del fabbricato una o più altre scale secondarie o di servizio affinchè la servitù o gli operai che si recano per riparazioni od addobbi non siano costretti a passare sempre per lo scalone.

La scala principale deve generalmente limitarsi al pavimento dell'ultimo piano; riescendo per l'estetica ed anche per l'economia opportuno ottenere l'accesso ai sottotetti dalle scale secondarie o da una scaletta attigua alla principale ma fuori della sua gabbia.

Le scale però, ad eccezione di edifizi speciali come teatri, scuole, non hanno poi ad essere troppo numerose essendo costruzioni assai costose e tutto il locale da esse occupato non riuscendo utilizzato che come mezzo di comunicazione fra i locali dei successivi piani.

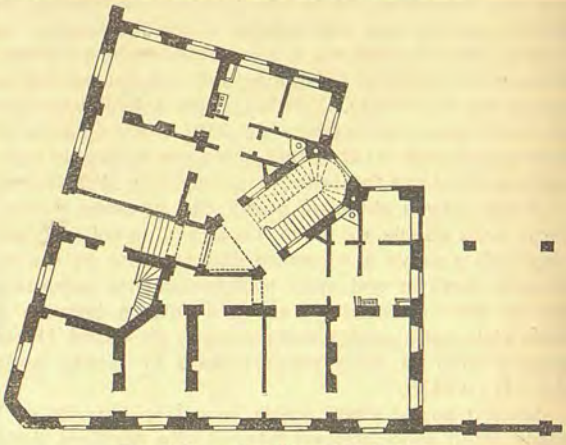


Fig. 2389. — Casa Pastore in Torino, angolo corso Dante e via Marenco (architetto Riccio). Scala di mm. 2,6 per 1 metro.

Ne emerge la convenienza di disporre le scale in tale posizione da ottenere dai loro pianerottoli comunicazione col maggior numero possibile di locali.

Quindi è che in un corpo di fabbrica di pianta rettangolare conviene generalmente disporre la scala verso il mezzo della pianta (figura 2387) od almeno far sì che ai successivi piani si arrivi da un pianerottolo sito verso il centro del fabbricato (figura 2388), perchè così si potrà

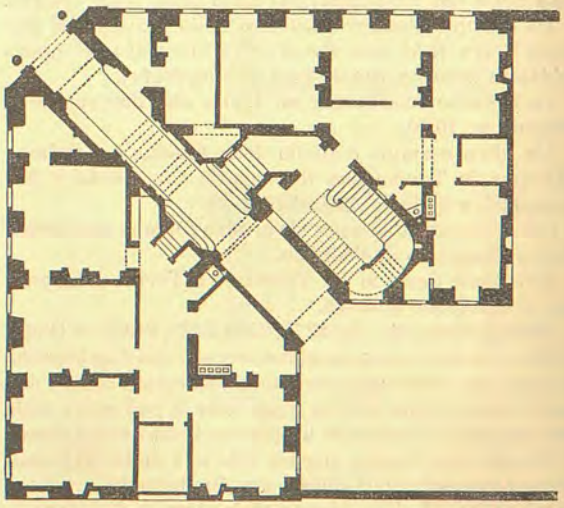


Fig. 2390. — Casa Pozzi in Torino, angolo corso Oporto e via Vittorio Amedeo II (arch. Demichelis). Scala di mm. 2,6 per 1 metro.

avere comunicazione diretta con un locale centrale dal quale si potrà accedere a quelli che lo circondano col maggior disimpegno attendibile.

In un fabbricato costituito di due corpi incontrantisi ad angolo (fig. 2389 e 2390) si colloca generalmente la scala nell'angolo rientrante procurando che i pianerottoli siti a livello dei diversi piani si spingano nel cuore del fabbricato.

Con questa disposizione, oltre al poter ottenere comunicazione coi locali dei due corpi, si riesce anche ad

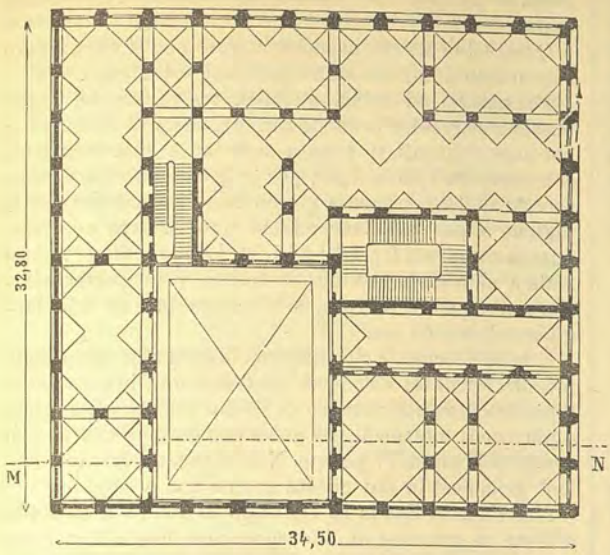


Fig. 2391. — Casa sull'angolo corso Re Umberto e corso Oporto in Torino (architetto Antonelli).

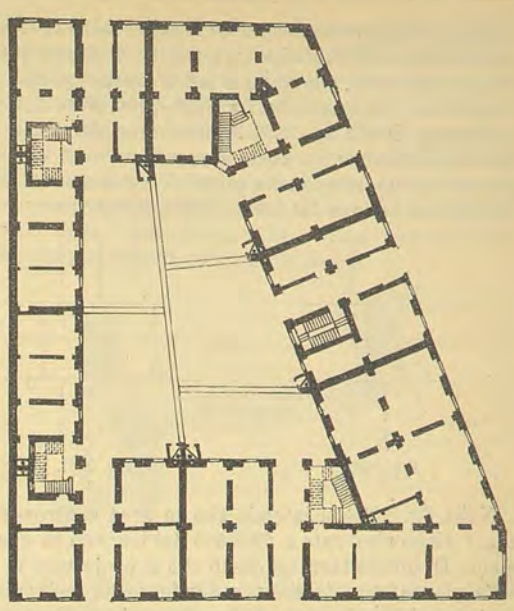


Fig. 2392.

evitare ambienti completamente oscuri, potendosi alla gabbia dar luce o da aperture nei muri in vicinanza dell'angolo rientrante (fig. 2373, 2389 e 2390) o da lucernari dall'alto della gabbia.

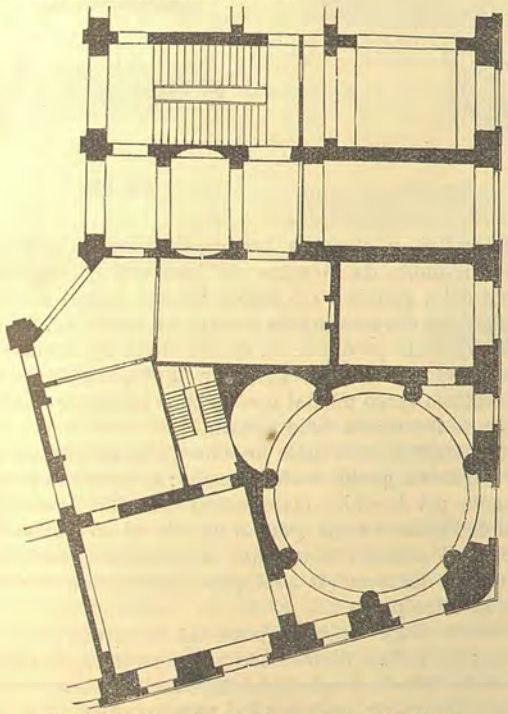


Fig. 2392 *bis*. — Casa sull'angolo via della Rocca e piazza Maria Teresa a Torino (architetto Antonelli). Scala di mm. 4 per 1 metro.

Altre disposizioni per le scale da collocarsi negli angoli rientranti di corpi incontrantisi ad angolo si rilevano nelle fig. 2391 e 2392 che ci rappresentano un intero isolato comprendente cinque case distinte appartenenti a proprietari diversi.

Possono tuttavia presentarsi dei casi speciali in cui l'area fabbricabile abbia tale configurazione o posizione da non riescire conveniente il seguire le suddette norme. Così per es. nella fig. 2392 *bis* si ha una porzione della pianta del piano terreno della casa da pigione sull'angolo di via della Rocca e piazza Maria Teresa, architettura dell'Antonelli, la scala principale non si trova nell'angolo rientrante, quivi vi è solo una piccola scala di servizio ed il provetto architetto ha risolto per questo caso la questione di non avere troppi locali oscuri col disporre nell'angolo esterno una gran sala a pianta circolare e nell'angolo interno convenientemente smuzzato una grande invetriata. Nel piano nobile si ripete questa disposizione; negli ammezzati e negli altri piani si sono con tramezze ottenute distribuzioni diverse.

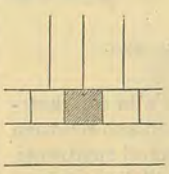


Fig. 2393.

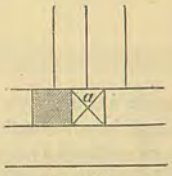


Fig. 2394.

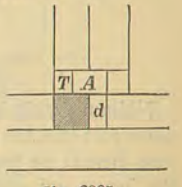


Fig. 2395.

Se tre o più corpi di fabbrica s'incontrassero coi loro assi in un punto è a forziori evidente la convenienza di disporre la scala nell'angolo comune ai diversi corpi.

Così nell'ipotesi di due corpi di fabbrica incontrantisi in modo da determinare due angoli rientranti la gabbia della scala si potrà collocare in uno dei modi indicati con fitto tratteggio nelle fig. 2393-2395.

Nella disposizione della fig. 2393 la scala si intende illuminata dall'alto mediante lucernario colle norme che diremo parlando dei lucernari (pag. 1645).

Nella disposizione della fig. 2394 la scala riceve luce diretta da finestre.

In *a* può supporsi una chiostrina per ventilazione ed illuminazione delle latrine, cucine od altri locali che siano siti nell'incontro dei due corpi di fabbrica.

Nella disposizione della fig. 2395 s'intende che l'area T sia ad ogni piano destinata a terrazzo per modo che la scala possa dal medesimo avere luce, come pure il locale A. Il locale *d* riceve solo luce dalla gabbia della scala.

Nell'ipotesi, meno frequente, dell'incontro in croce di quattro corpi di fabbrica in guisa da formare quattro angoli rientranti, alla scala si potrà assegnare una delle disposizioni indicate nelle fig. 2396-2400, pure con fitto tratteggio. Nella fig. 2396 la luce viene dal tetto mediante lucernario; *c c* possono essere corridoi di comunicazione, oppure anche pozzi di ventilazione. Nella fig. 2397 si ha luce dal tetto e dalla chiostrina *c*.

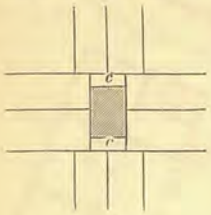


Fig. 2396.

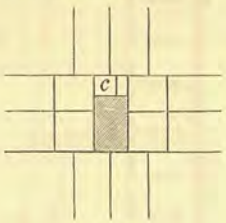


Fig. 2397.

Nella fig. 2398 si intende che le aree controsegnate con T siano riservate a formare dei terrazzi in ciascun piano. Di questi terrazzi quelli che si projettano in alto della pianta sono destinati a dar luce alla scala; quelli projettantisi nella parte bassa della pianta sono destinati ad illuminare gli altri locali determinati dallo incontro dei corpi di fabbrica.

Una tale disposizione si riscontra nel Museo Civico di Storia naturale di Milano, architettura del G. Ceruti, e in quello di Berlino (vedi *Edilizia moderna* nella *Bibliografia*).

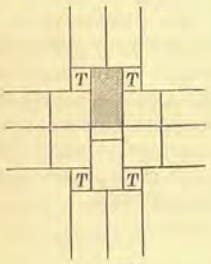


Fig. 2398.

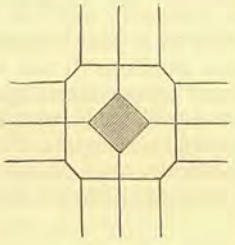


Fig. 2399.

Nella fig. 2399 la scala è illuminata dall'alto con lucernario ed i quattro grandi locali che l'attorniano ricevono luce diretta da finestre collocate negli angoli rientranti. Se l'uso a cui sono destinati questi locali lo consente, si può dai medesimi trasmettere luce alla scala, adottando dei finestroni o delle porte a vetri nei muri che limitano la gabbia.

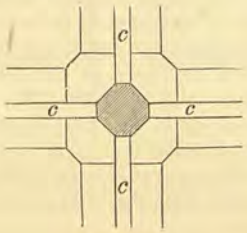


Fig. 2400

Nella fig. 2400 la scala è pure illuminata dall'alto, i corridoi *c* ricevono luce dalla gabbia della scala e possibilmente da finestre nei muri di testa dei quattro corpi di fabbrica. Qui pure i quattro locali adiacenti alla gabbia risultano di pianta esagona e ricevono luce diretta da finestre site negli angoli rientranti; da questi locali si può nel modo anzidetto trasmettere luce alla scala.

Queste due ultime disposizioni però non si riscontrano che in alcuni antichi edifizi pubblici, ospizi, ecc.

Pei palazzi ed edifizi pubblici, teatri, scuole, musei possono convenire branche con larghezza di 1,80 a 3 m.; per case signorili si reputa sufficiente una larghezza compresa fra 1,40 ed 1,80; per le grandi case da pigione da 1,20 ad 1,40; per case più modeste sia private che da pigione e per scale secondarie può bastare una larghezza compresa fra 1,10 ed 1,20. Le scale di servizio e scale a chiocciola si tengono spesso di larghezza inferiore al metro e talvolta si discende fino ad una larghezza di soli 60 cm.

È bene procurare che ciascuna branca non comprenda più di 17 pedate; volendosi costruire una branca rettilinea con maggior numero di scalini conviene porre uno o più riposi intermedi per guisa che ciascun tratto non comprenda più di 17 pedate. Non mancano tuttavia scaloni grandiosi in cui questa norma non è seguìta.

Nel Palazzo Spada in via Capo di Ferro a Roma lo scalone si compone di due successive branche in linea retta con riposo intermedio. Ciascuna branca larga m. 3,10 comprende 19 pedate e si sale complessivamente 6 metri.

Esempi di scale con riposi intermedi abbiamo a Torino nel maestoso scalone del Palazzo Madama (fig. 2491) e nello scalone prospiciente il Po nel castello del Valentino.

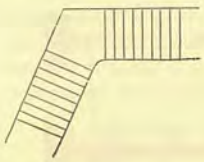


Fig. 2401.

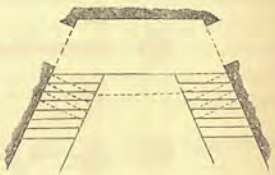


Fig. 2402.

Gli scalini di ciascuna branca si collocano generalmente in modo da riescire coi loro orli normali alla parete della gabbia e ciò ancorchè due pareti successive facciano fra loro angolo diverso dal retto (fig. 2401); in casi speciali però, per es. quello della fig. 2402, con questa disposizione punteggiata in figura, si avrebbe un pianerottolo largo più del necessario e potrebbe riescire deficiente il numero delle pedate.

I pianerottoli delle scale devono avere larghezza almeno eguale a quella delle branche; si terranno possibilmente più larghi i pianerottoli situati a livello dei piani dell'edificio e pei quali si accede ai diversi locali, perchè ivi possano facilmente scambiarsi le comitive che escono dai locali di quel piano con quelle che salgono ad altro piano.

L'alzata degli scalini è bene sia compresa fra 13 e 18 cm.; la prima dimensione può convenire in edifizi per asili; l'ultima è solo da ammettersi in iscale secondarie o di servizio nelle quali si raggiunge talvolta fino i 20 cm. L'alzata più conveniente per le scale principali è reputata quella compresa fra 14 e 15 cm. A quest'alzata si adatta una pedata con larghezza compresa fra 32 e 30 cm.; notando che per larghezza della pedata intendiamo la distanza fra le projezioni orizzontali degli orli di due successivi scalini. La pedata effettiva misurata sugli scalini risulta da 3 a 5 cm. maggiore poichè comunemente il frontalino si trova indietro dell'orlo dello scalino a causa del profilo curvo che si assegna all'orlo stesso.

Questo profilo è formato nelle scale usuali di un semplice tondino (fig. 2403) o di un becco di civetta; nelle scale di qualche riguardo si fa seguire alla detta curva un listello (fig. 2404). Talvolta e specialmente nelle scale con scalini a tutta alzata si aggiunge ancora un guscio, ottenendosi con ciò la disposizione rappresentata nelle fig. 2405 e 2406.

Nelle scale di marmo talvolta il listello ed il guscio anzichè essere compresi nello spessore del gradino sono ricavati nel frontalino colle disposizioni indicate nelle fig. 2407-2409.

La maggior parte dei costruttori tengono per le scale di lusso fra l'alzata e la pedata la relazione

$$2a + p = 0^m,62$$

dove a che rappresenta l'alzata e p che rappresenta la pedata siano espressi in metri. Altri autori consigliano pel valore del secondo membro un numero maggiore di $0^m,62$ ponendo alcuni fino $0^m,66$.

Per le scale secondarie e di servizio tengono la relazione $a + p = 0^m,45$ dove a e p hanno gli stessi significati.

Fig. 2403.

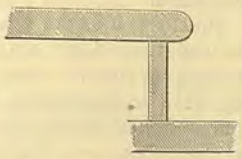


Fig. 2404.

Fig. 2407.

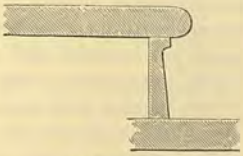
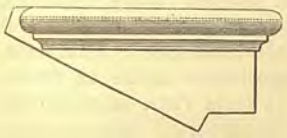


Fig. 2405.

Fig. 2408.



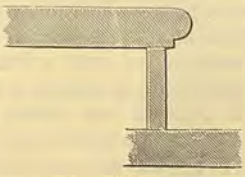


Fig. 2406.

Fig. 2409.

Al piano della pedata, nelle scale esterne si usa assegnare una leggiera pendenza col tenere l'orlo anteriore da 5 mm. sino a 2 cm. più basso dell'orlo posteriore per facilitare il deflusso dell'acqua.

Questo piano nelle scale interne, si tiene comunemente orizzontale; il Sacchi coll'architetto francese Savot consigliano invece una contropendenza allegando il minor pericolo di scivolare ed anche una maggiore naturalezza nella posa del piede; questo consiglio però non è seguito in pratica, anzi molti costruttori vantaggiosamente utilizzano la disposizione indicata per le scale esterne anche per quelle interne sia perchè resta favorito il deflusso dell'acqua che casualmente venisse a riversarsi sugli scalini, sia, specialmente nelle scale con alzata un po' rimarchevole, perchè si ha da alzare meno il piede. Il Letaroully nel suo libro *Edifices de Rome moderne*, a pag. 281, cita e dà espressamente il disegno del profilo della scala del palazzo Farnese, architettura di Antonio Sangallo, perchè è reputata come la più comoda per la salita d'una persona di media statura. In questo profilo che riproduciamo nella fig. 2410 il dislivello fra l'orlo anteriore ed il posteriore è di 18 mm.

Nelle scale secondarie o di servizio può darsi che per salire da un piano al successivo convenga stabilire tre branche delle quali la terza si trova sovrapposta alla prima; bisogna però badare che lo spazio libero fra uno scalino qualunque e la sottostruttura del rampante soprastante non sia d'altezza inferiore ai 2 m.; quindi la distanza verticale fra due pedate corrispondenti di due branche sovrapposte deve essere almeno di 2 m., più lo spessore della costruttura della branca che comunemente non può essere inferiore ai 20 cm.

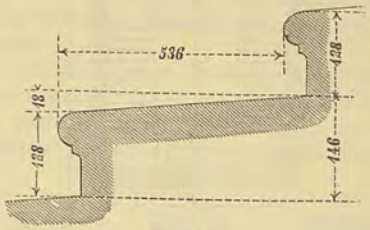


Fig. 2410.

Volendo tracciare la pianta d'una scala per un edifizio a parecchi piani conviene generalmente prendere in considerazione il dislivello che esiste fra il primo ed il secondo piano, intendo dire l'altezza del piano nobile; al maggior dislivello che potesse esservi fra il piano terreno ed il primo piano in confronto di quello fra il primo ed il secondo si può provvedere con alcuni scalini che sempre si troverà mezzo di collocare al piano terreno.

Dividendo quel dislivello per 0,15 o per quell'altra alzata che si reputasse conveniente si ottiene il numero delle alzate occorrenti. Trovato il numero delle alzate, sapendosi che, per ogni branca, il numero delle pedate è uguale a quello delle alzate diminuito di uno e conoscendo: il numero delle branche, la loro larghezza, la larghezza che si vuole assegnare ai pianerottoli ed alle pedate, sarà facile trovare le dimensioni della gabbia della scala.

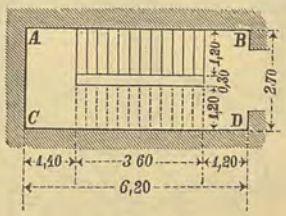


Fig. 2411.

Così ad es. abbiasi da stabilire una scala (fig. 2411) a due rampanti per superare un'altezza di 4 m. Volendo la larghezza delle branche di $1^m,20$ ed un pozzo largo 30 cm. terremo i due muri longitudinali AB e CD della gabbia spaziati fra loro di $1^m,20 + 1^m,20 + 0^m,30$ ossia $2^m,70$. Dividendo $4^m,00$ per $0^m,15$ si ottiene per numero intiero 26 epperciò potremo stabilire 26 alzate, alte ciascuna $\frac{4^m,00}{26}$, ossia cm. 15,4. Potremo disporre 13 alzate per ciascuna branca e quindi 12 pedate. Stabilito che la larghezza del pianerottolo contro la parete AC debba essere di $1^m,40$ e quello contro la parete BD di $1^m,20$ e la pedata che giusta la formola $a + b = 0^m,45$ risulterebbe di $0^m,296$ la ritengo di $0^m,30$, la dimensione incognita x del lato CD si avrà dall'espressione

$$x = 1^m,40 + 12 \times 0^m,30 + 1^m,20 = 6^m,20.$$

Per secondo esempio supponiamo di dovere stabilire una scala a tre rampanti (fig. 2412) pure per superare la stessa altezza di 4 m.; si voglia di $1^m,50$ la larghezza del pianerottolo A B e di $1^m,35$ la larghezza delle branche. Il numero delle alzate sarà ancora di 26, ma quello delle pedate, essendo tre i rampanti, sarà $26 - 3 = 23$. Dato che la distanza fra i muri A B e C D sia di $5^m,45$, dedotto da $5^m,45$ la somma $1^m,50 + 1^m,35 = 2^m,85$ (larghezza del

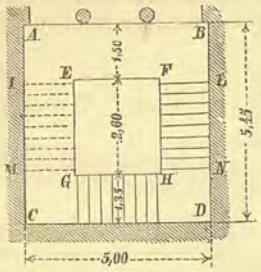


Fig. 2412.

pianerottolo contro A B + larghezza della branca contro C D) rimangono $2^m,60$ che divisi per $0^m,30$, larghezza stabilita per le pedate, si ricava potersi collocare secondo A C otto pedate con avanzo di 20 cm. Questi 20 cm. di soprappiù tornano utilissimi, perchè così gli orli secondo I L ed M N dei gradini estremi non passano pel vertice del rettangolo che limita il pozzo. Che se anzi casualmente dividendo la larghezza H I per $0^m,30$ avessi ottenuto un certo numero di pedate senz'alcun avanzo, avrei piuttosto diminuito di qualche centimetro tutte le pedate pur di avere una certa distanza fra gli spigoli ed il vertice. Dunque sui due lati A C e B D potrò disporre 8×2 ossia 16 pedate e dovrò quindi tenere i muri A C e B D talmente tra loro spaziati da poter collocare secondo C D pedate $23 - 16$, cioè numero 7 pedate; la lunghezza dal lato C D risulta perciò eguale a

$$1^m,35 \times 2 + 7 \times 0^m,30 + 0^m,20 \text{ ossia } 5^m,00.$$

L'ultimo termine cm. 0,20 l'ho aggiunto per lo scopo poco anzi accennato, cioè per far sì che i due spigoli estremi di questa branca riescano a distanza di 10 cm. dai vertici G e H.

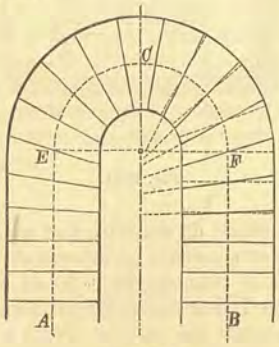


Fig. 2413.

Nella fig. 2413 abbiamo rappresentato una scala la cui gabbia ha la forma di un rettangolo sormontato da un semicerchio, disposizione che è molto usata in Germania ed in Francia.

Si incomincia dal pianerottolo A B del pian terreno a salire per una branca rettilinea, a cui fa seguito una branca curva che asseconda la periferia semicircolare della gabbia e con altra branca rettilinea si raggiunge il pianerottolo del primo piano soprastante ad A B.

Nella branca curva gli scalini hanno pianta trapezia epperciò la pedata va diminuendo dalla periferia al centro. Siffatti scalini si dicono a ventaglio. Si deve procurare che la pedata media, quella cioè misurata sulla semicirconferenza punteggiata E C F sia eguale a quella degli scalini delle due branche rettilinee. Questa semicirconferenza si può tenere con raggio eguale alla semisomma dei raggi della semicirconferenza periferica della gabbia e di quella che limita il pozzo; essa segue cioè l'asse della corona circolare pianta, della branca curva.

Qualche costruttore vorrebbe che questa semicirconferenza avesse invece raggio eguale a quello della semicirconferenza che limita il pozzo aumentato di cm. 60; cioè misurate le pedate a cm. 60 dal parapetto interno. Ciò può tornare vantaggioso quando le branche sono munite di bracciolo verso il pozzo e che la loro larghezza non supera m. 1,20 per cui non possono salire contemporaneamente due persone; quando le branche fossero più larghe parmi più conveniente il primo metodo cioè di misurare la pedata media sull'asse della corona circolare.

Piuttosto è buona pratica in questa scala il far sì che le projezioni degli orli delle successive pedate della branca in curva sieno disposte come è indicato in fig. 2413 in linee piene. Il farle, come potrebbe parere più semplice, concorrere al centro come in punteggiato si è rappresentato nella stessa figura, ha l'inconveniente che la larghezza delle pedate in corrispondenza della circonferenza interna subisce dopo l'ultima pedata della branca rettilinea una diminuzione repentina per mantenersi poi costante per tutti gli scalini della branca in curva e cambiare poscia di bel nuovo bruscamente alla prima pedata della seconda branca rettilinea. Colla disposizione rappresenta in linee piene la diminuzione nella larghezza delle pedate succede per gradi dalla terz'ultima pedata della prima branca rettilinea fino alla pedata centrale *c*, poscia pure per gradi aumenta fino alla terza pedata della seconda rampa rettilinea, cosicchè chi sale o discende resta come avvisato di por mente a seguire col piede l'andamento della scala. Si rimedia con questa disposizione anche al brutto aspetto che presenterebbe la scala vista dal pozzo per l'irregolare andamento che avrebbero, il mancorrente, le fascie e le cornici, in causa dei loro cambiamenti bruschi di inclinazione, nei passaggi dalla branca curva alle branche rettilinee.

Il concetto per ottenere nelle pedate della branca in curva i successivi aumenti di larghezza è quello di diminuire nel tronco rettilineo gradatamente le larghezze verso il pozzo delle tre o quattro pedate che precedono la prima del tronco in curva e la somma di queste diminuzioni usarla per ottenere un conveniente aumento graduale nelle larghezze, verso il pozzo, delle pedate del tronco in curva a partire da quella centrale.

Detto x l'aumento costante, da assegnare alle larghezze verso il pozzo, delle successive pedate a partire da quelle adiacenti alla centrale; indicando con n il numero delle pedate in curva alla destra di quella centrale; p la larghezza in cm. della pedata misurata sul limite del pozzo; n^1 il numero delle pedate del tronco rettilineo a cui s'intende far subire una conveniente graduale diminuzione di larghezza; p' la larghezza in cm. della pedata comune ai gradini di tutto il tronco rettilineo, si ha la formola:

$$x = \frac{n^1(p^1 - p)}{1 + 2 + 3 + \ldots + (n + n^1)}.$$

Il numero n^1 praticamente non conviene assumerlo maggiore di quattro perchè altrimenti le pedate delle branche rettilinee, attigue a quelle estreme della branca in curva, finirebbero per assumere una posizione eccessivamente obliqua per rispetto alle pareti della gabbia.

Nel caso della nostra fig. 2413 in cui:

$$n = 4 \quad p = 12^{cm.}$$
$$n^1 = 3 \quad p' = 30^{cm.}$$

si ha:

$$x = \frac{3(30 - 12)}{1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7} = \text{cm. } 1{,}93$$

noi assumeremo in cifre tonde x = cm. 2, epperciò assegneremo per larghezze verso il pozzo delle successive pedate a partire da quelle attigue alla centrale: alla 1ª cm. 14; alla 2ª cm. 16; alla 3ª cm. 18; alla 4ª cm. 20; alla 5ª cm. 22; alla 6ª cm. 24; alla 7ª cm. 26, la cui somma cm. 140 è appunto per approssimazione la somma degli sviluppi di 4 pedate di cm. 12 e di 3 pedate di cm. 30 che avevo a disposizione per fare il riparto.

La differenza dei 2 cm. è causata dall'avere assunto per x in cifre tonde 2 cm. anzichè cm. 1,93.

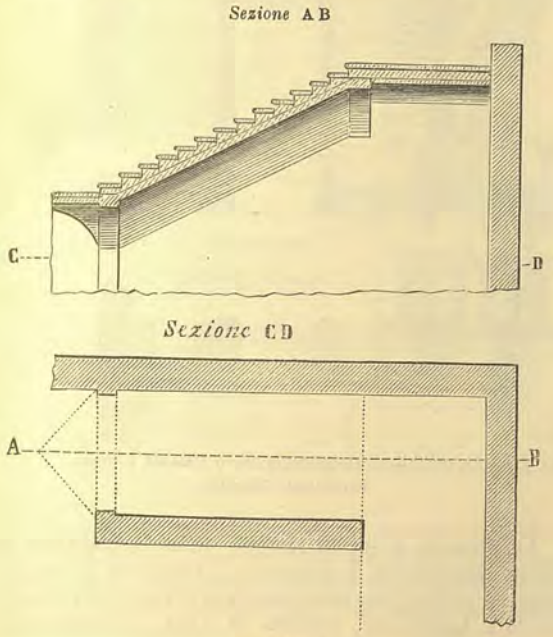


Fig. 2414.

Come si scorge, si ha poi un aumento maggiore fra l'ultima pedata modificata di larghezza centim. 26 e la successiva di larghezza normale 30 cm.; ma ciò in generale non si può evitare e d'altronde non è più una differenza tale che possa portare dei serii inconvenienti e si può rendere ancora meno sensibile ripartendola con un po' di criterio fra le due o tre ultime pedate. Nel nostro caso particolare se avessimo scelto $n^1 = 4$ si sarebbe ottenuto per x precisamente 2 cm. e pei valori delle pedate una progressione continua da 14 a 30 cm.; ma quando n fosse molto maggiore di 4 non convenendo praticamente scegliere n^1 superiore a 4, quest'assoluta continuità nella serie non si potrebbe ottenere. Segnati che sieno sul contorno del pozzo i punti che limitano le pedate, se queste si uniscono coi punti corrispondenti già prima segnati sull'asse delle branche, si ottengono le projezioni degli orli di tutte le pedate della scala.

Struttura delle scale in muratura e miste.

In Italia le scale di struttura murale hanno la prevalenza; è una struttura solida, duratura, economica che si adatta alle più modeste case d'abitazione come ai più sontuosi palazzi. Basta visitare una delle recenti case operaje per vedere di che semplicità, comodità e proprietà sieno le moderne scale a sbalzo; chiunque poi abbia visitato il Palazzo Reale di Caserta dovrà ammettere che l'imponente grandiosità dello scalone d'onore non trova confronto negli scaloni di qualsivoglia altro edificio, anche più sontuoso, delle metropoli europee.

Quando ciascuna rampa è sostenuta sui due lati da muro come accade in quelle scale a due sole rampe che hanno un muro longitudinale interno (fig. 2414 e 2415), ed in quelle a pozzo con muri o pilastri disposti sulla

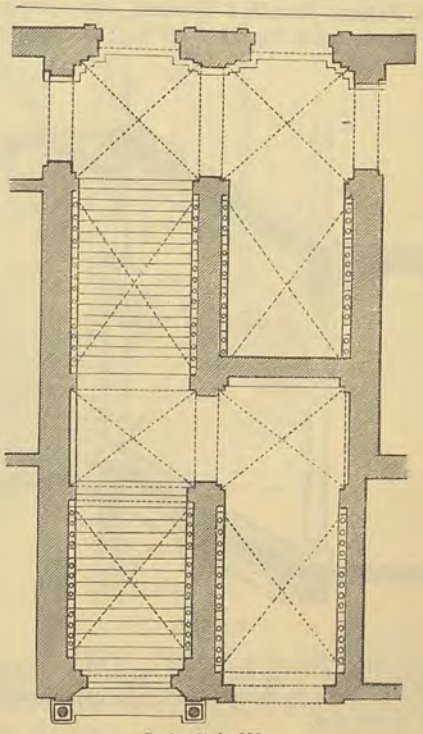


Fig. 2415. — Pianta dello scalone del palazzo ducale di Venezia.

periferia del pozzo (fig. 2416, 2417); se la larghezza delle rampe non è considerevole si può costruire la scala semplicemente coll'appoggiare od incastrare gli scalini sui due muri a cui fanno capo; ma se le branche hanno notevole larghezza, converrà sostenere i gradini mediante vôlte impostate ai suddetti muri (fig. 2414-2418), oppure (fig. 2420-2422) ai pianerottoli od ai muri di testa a seconda dei casi. Usansi a tal fine le vôlte a botte in ascesa con generatrici inclinate, la crociera in ascesa, la vôlta a vela, la botte zoppa, cioè colle imposte a differente livello, la vôlta a canale, ecc.

Un sistema che spesso si riscontra nelle vecchie costruzioni è quello delle scale a due branche sostenute da botte in ascesa, rappresentato con una pianta ed una sezione verticale nella fig. 2414. Si ha sul mezzo della gabbia nel senso longitudinale un muro; gli scalini di ciascuna branca restano sostenuti da vôlta a botte in ascesa con generatrici avente l'inclinazione delle branche

e i pianerottoli sono sostenuti da vôlta a botte con generatrici normali ai muri di testa della scala, come sarebbe quella rappresentata in sezione in alto, alla destra nella fig. 2414, oppure da vôlta a botte, con lunette come quella che si rileva nella stessa sezione in basso alla sinistra per sostegno di quel pianerottolo.

Questa disposizione non presenta inconvenienti quando la scala si compone di sole due branche e finisce col pavimento del primo piano, per cui il muro longitudinale interno finisce sotto il parapetto dell'ultima branca; ma se dà accesso a parecchi piani e se le branche hanno piccola larghezza riescono di bruttissimo aspetto. Nel salire una branca non scorgendosi la successiva si ha talvolta la sorpresa di trovarsi nel risvolto subitaneamente di fronte ad altra persona che discende. In alcuni palazzi pure applicando questa disposizione, si tennero le branche così larghe da riescire la scala di aspetto grandioso. Un classico esempio l'abbiamo nella scala d'oro del Palazzo Ducale di Venezia, che è rappresentata in pianta nella fig. 2415 all'$^1/_{200}$; le branche sono

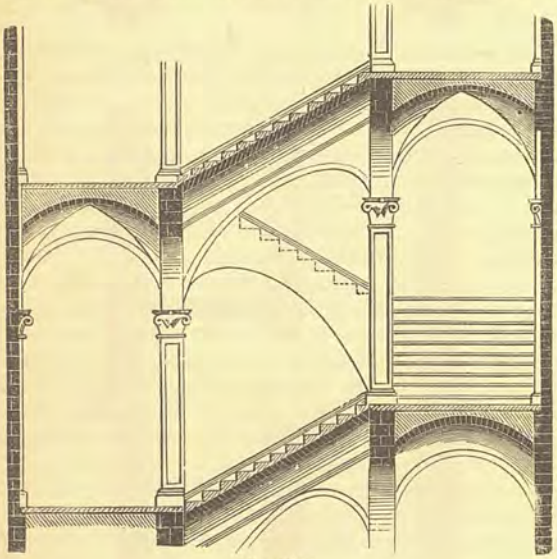


Fig. 2416.

larghe da vivo a vivo dei muri m. 3,60 e sono coperte con vôlte a botte in ascesa decorate con cassettoni di grande ricchezza.

Una disposizione migliore è quella rappresentata in sezione longitudinale nella fig. 2416.

La gabbia è rettangolare, la scala presenta tre successive branche per ogni piano, un pianerottolo rettangolare sul quarto lato e due pianerottoli quadrati alle estremità della branca intermedia.

Sui margini del pozzo in corrispondenza dei quattro vertici si hanno 4 pilastri collegati due a due con archi zoppi che servono ad elevarvi sopra la muratura per l'imposta delle botti in ascesa a sostegno degli scalini.

Attualmente si possono ottenere delle disposizioni analoghe, però assai più leggiere, coll'impiego di colonne di ghisa a luogo dei pilastri, e dei ferri di filiera con sezione a [od a doppio T per collegare le colonne fra loro e formare nel tempo stesso le imposte delle vôlte a botte in ascesa.

Sugli arconi che collegano i pilastri eretti sul contorno del pozzo invece delle botti in ascesa si possono disporre delle vôlte a crociera, come ad es. si riscontra in Torino nella scala del palazzo De Sonnaz in via Bogino, in via Po, 39, scala di destra, e come rilevasi nelle fig. 2417 e 2418, che ci rappresentano in pianta e prospettiva lo stupendo e celebre scalone del palazzo Braschi a Roma edificato nel 1790 sui disegni del Morelli.

La gabbia è rettangolare e misura m. 15,80 di lunghezza per m. 10 di larghezza; le branche sono tre per ogni piano e si sviluppano su tre lati della gabbia; sul quarto lato si ha il pianerottolo. Le branche sono larghe, compresi i parapetti, m. 3, 50 per cui risulta un pozzo centrale di m. 6,20 per 3. Sul contorno di questo si ergono per ciascun piano 6 colonne di granito rosso fra le quali sono lanciati gli arconi di sostegno delle vôlte a crociera che portano i gradini ed il pavimento dei pianerottoli.

Le pareti ed i pilastri sono decorati con rivestimenti di marmi a svariati colori, il parapetto ed i gradini sono di marmo bianco.

Pianta 1 : 250

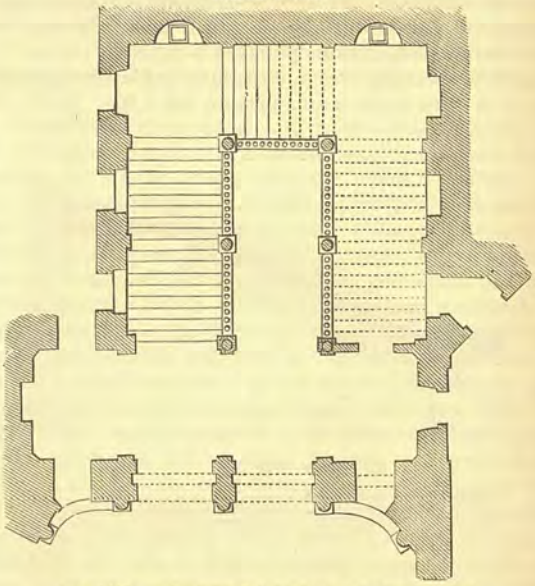


Fig. 2417. — Scalone del palazzo Braschi a Roma (Architetto Morelli).

Ammirevole è questo scalone come disposizione di pianta, grandiosità di proporzioni, ricchezza di decorazione ed anche come accuratezza di lavoro; ha però, secondo il Lateroully, durezza di linee e mancanza di buon gusto nei particolari.

Nelle scale a due rampanti: un sistema oggidì molto in uso è quello di sostenere i pianerottoli, con vôlte a botte impostate ai due muri opposti della gabbia (fig. 2419), e le branche mediante vôlte a botte zoppe.

Le vôlte di sostegno dei pianerottoli bisogna costruirle in modo che la linea in chiave della superficie d'intradosso projettantesi nel punto *m* nella sezione CD risulti più bassa della retta orizzontale *rs* del pianerottolo di tanto da potersi avere sulle fronti del vôlto dei convenienti rettangoli per l'imposta della branca ascendente e di quella discendente; ora questi rettangoli hanno lunghezza eguale a quella delle branche, la loro altezza (tenendo calcolo dei 25 cm. di spessore per l'impostatura dell'arco di sostegno dei rampanti, e osservando che la superficie d'estradosso di questi archi alla impostatura superiore deve passare sotto il primo scalino, cioè circa 20 cm. sotto il livello *rs*) risulta di 45 cm. all'incirca. Gli archi d'intradosso delle vôlte a collo devono avere tale curvatura da presentare una saetta di

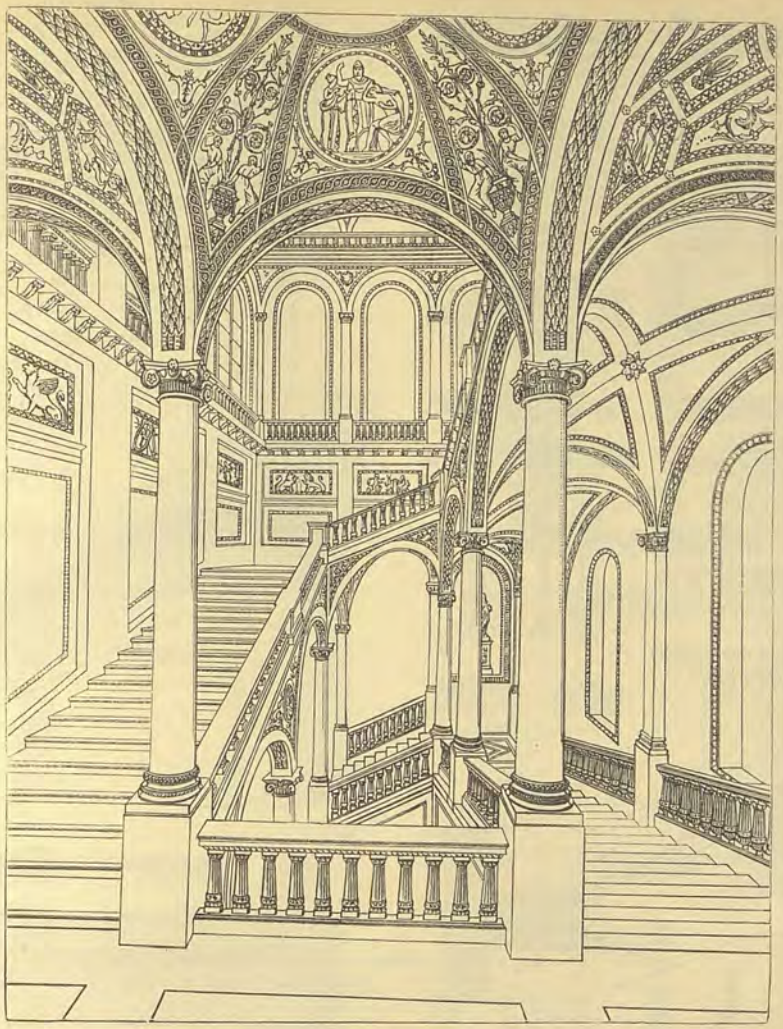


Fig. 2418. — Veduta prospettica dello scalone del palazzo Braschi a Roma.

circa $^1/_{18}$ della corda ed essendo lo spessore dell'arco sulla sua metà di 12 cm. ne viene che l'arco d'intradosso deve trovarsi, tenuto anche calcolo dello spessore degli scalini, a distanza di circa 18 cm. dall'angolo rientrante dello scalino mediano.

Nelle scale con pozzo interno presentanti tre rampanti su tre lati successivi della gabbia e pianerottolo sul quarto lato: il pianerottolo lungo si sostiene con vôlte a botte impostate ai due muri opposti della gabbia; le branche ed i pianerottoli quadrati si sostengono con vôlte zoppe (fig. 2420) o con vôlte a collo d'oca (fig. 2421).

Un altro modo di sostenere le branche ed i pianerottoli delle scale è quello che si rileva dalla fig. 2422.

Questo sistema è d'uso comune nell'Italia meridionale e specialmente a Roma ed è perciò conosciuto col nome di scala alla romana. Nel palazzo Vaticano ne esiste una bellissima con branche larghe più di due metri. A Torino si adottò recentemente questa struttura per la maggior parte delle scale dei nuovi edifizi universitari eretti sui disegni dell'architetto Mansueti.

La gabbia della scala è un rettangolo; per accedere da un piano al successivo si hanno tre branche su tre successivi lati A B, B C, C D ed un pianerottolo sul quarto A D. Si presenta quindi un ampio pozzo centrale E F G H.

I due pianerottoli quadrati sono ciascuno sostenuti da un quarto di vôlta a padiglione e così pure le porzioni quadrate estreme A *e* E *m*, D K H *h* del lungo pianerottolo A D *h e*.

La porzione centrale E H *k m* di questo pianerottolo è sostenuta da una volta la cui superficie d'intradosso ha tale forma da riescire tangente al piano di parete A D della gabbia e da formare sulla parete del pozzo un arco (quello projettato orizzontalmente in E H). Questo arco ed i due *e* N ed H h con cui terminano le vôlte di sostegno delle porzioni A e E *m* ed D *k* H *m* si fanno contrasto fra loro e costituiscono come un solo arco che si estenda da *e* ad *h*.

Uno qualunque dei rampanti, per es. quello projettato orizzontalmente in H G *g h* è sostenuto da una vôlta la cui superficie d'intradosso è tangente secondo una retta *h' g'* alla parete di gabbia e viene a formare sulla H G del pozzo un arco H' *r* G'. Quest'arco ed i due H *k* e G *l* secondo cui sono limitate le superficie dei vôlti che coprono i quadrati d'angolo costituiscono come un solo arco rampante, molto resistente, estendentesi da *k* ad *l*. Ciò che riguarda la generazione geometrica della superficie d'intradosso di queste vôlte e la distribuzione dei materiali venne da me svolto nell'articolo Archi e Vôlte a pag. 562. Aggiungerò solo come con una tale

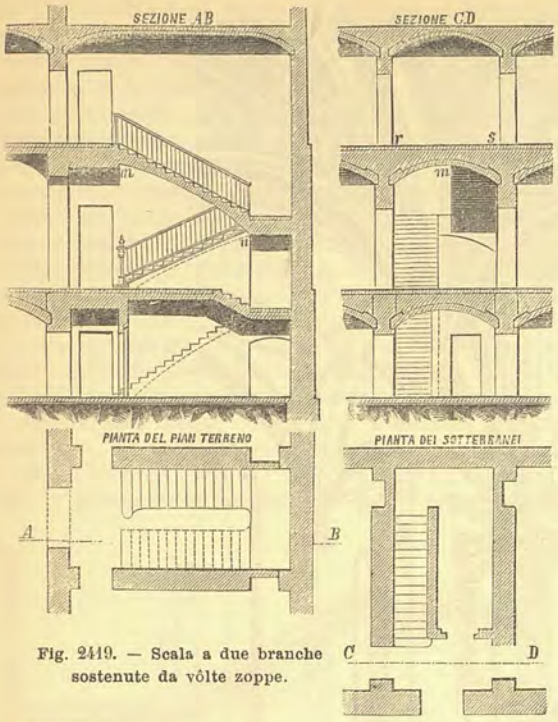


Fig. 2419. — Scala a due branche sostenute da vôlte zoppe.

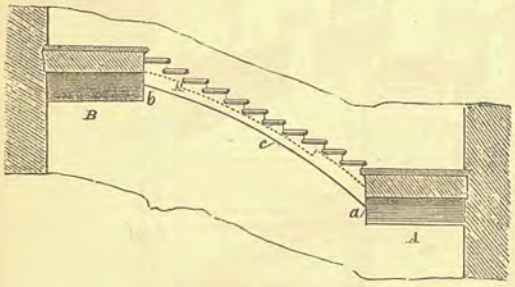


Fig. 2420.

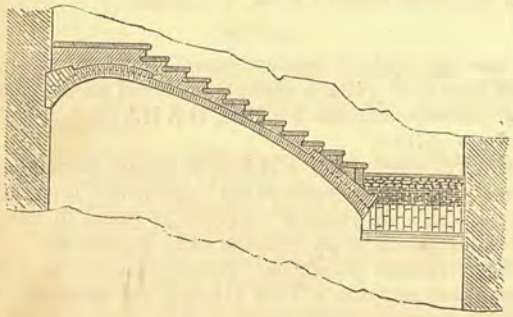
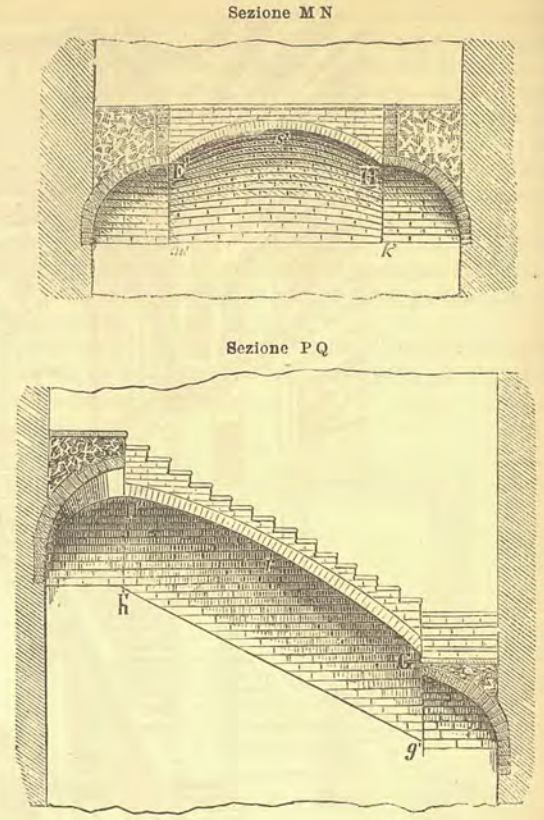


Fig. 2421.



Pianta (vista dal basso all'alto)

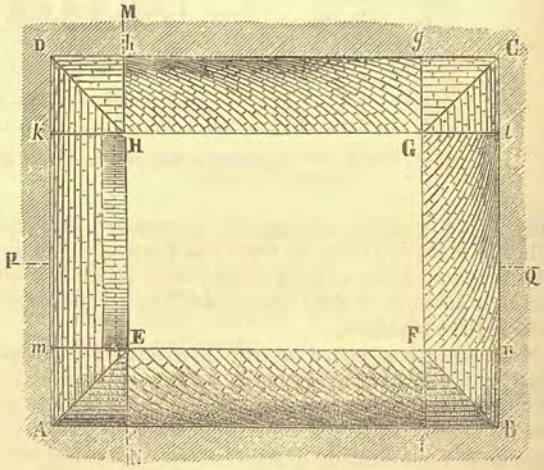


Fig. 2422. — Scala alla romana.

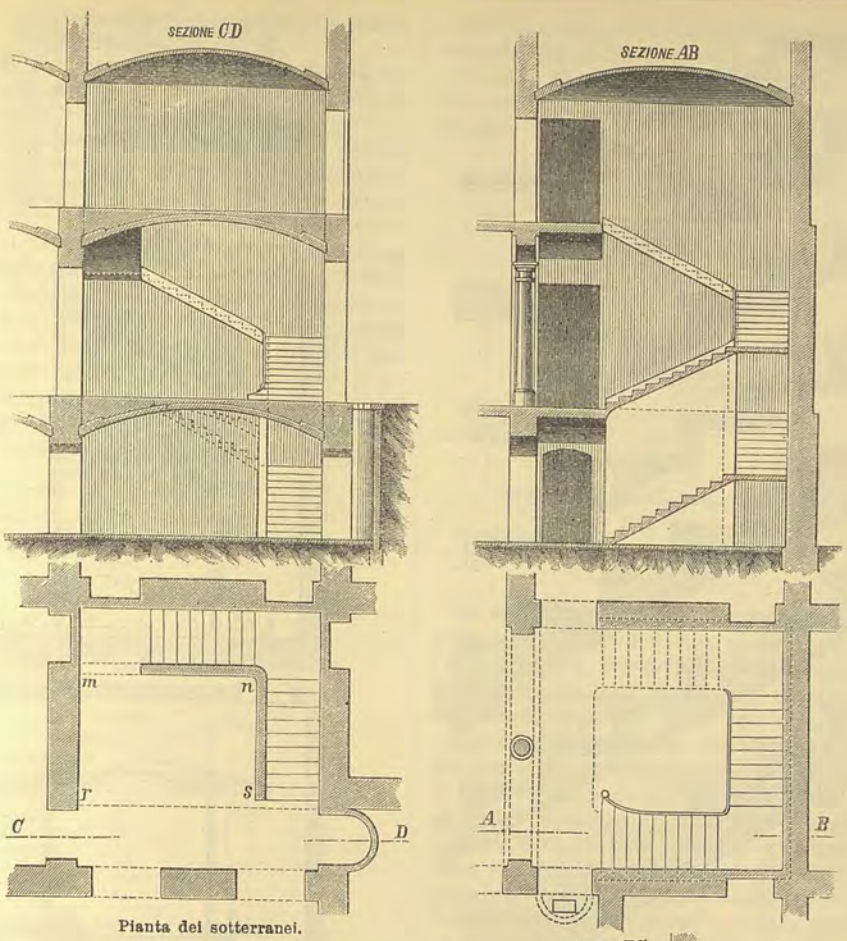
disposizione di giunti gli sforzi da cui il vôlto viene sollecitato si trasmettano in gran parte ai muri della gabbia verso i punti più bassi delle rispettive linee d'imposta.

L'armatura di questa vôlta si fa come quella indicata nella fig. 2432 per le scale a sbalzo, colla sola aggiunta di opportune centine che si collocano di mano in mano che si eseguiscono i vôlti la cui costruzione si fa procedere dal basso all'alto. Le impostature si tengono comunemente di 26 centimetri di spessore, la porzione intermedia di 12 centimetri.

Un altro modo di costruzione delle scale e che può oggidì dirsi il più comune è quello delle cosidette scale a sbalzo (fig. 2423).

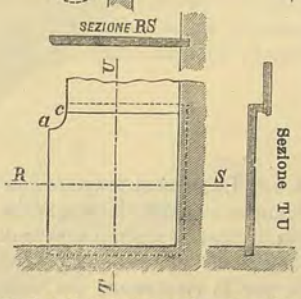
Gli scalini si collocano a sito a misura che si eleva il fabbricato incastrandone le loro estremità da 25 a 30 centimetri nei muri, a seconda della minore o maggiore larghezza delle branche; per piccole scale le cui branche non superino i 75 centimetri di larghezza è anche sufficiente un incastro di 12 centimetri.

Gli scalini si dicono a tutta alzata quando (fig. 2424, 2425 e 2426) il loro spessore è tale da occupare tutta



Pianta dei sotterranei.

Fig. 2423. — Scala a sbalzo a tre rampanti.
Scala di mm. 5,3 per 1 metro.



Particolari di un lastrone d'angolo all' 1 : 100.

l'alzata e si assegna loro una larghezza superiore a quella della pedata non solo della rientranza del frontalino come potrebbe bastare per gli scalini sostenuti da vôlto ma di 3 a 4 centimetri in più per ottenere appoggio diretto di uno scalino sul precedente, per una striscia rettangolare larga da 3 a 4 centimetri e lunga quanto l'intera lunghezza dello scalino.

Nella disposizione della fig. 2426 le faccie disotto degli scalini non sono che grossolanamente spianate per cui rimane la superficie del sottoscala scabrosa ed irregolare e deve essere regolarizzata e spianata mediante l'arricciatura, a meno che il sottoscala non riesca in locale secondario, per cui non faccia difetto tale rusticità, come sono per es. i sottoscala dei sotterranei.

La disposizione della fig. 2424 torna assai più dispendiosa perchè tutte le faccie sono ben piane e lavorate a martellina fina. Si adottano in questo caso i piccoli giunti normali alla superficie di soffitto delle branche e ciò per evitare l'angolo acuto, che presenterebbe posteriormente ciascun scalino, facile a guastarsi nel trasporto e nella posa in opera. L'altezza di questi giunti può essere anche solo di due a tre centimetri. Al piano di posa di uno scalino sull'altro può darsi da 3 a 4 centimetri di larghezza.

In Toscana sono assai in uso gli scalini a tutta alzata impiegandosi la pietra serena che è un'arenaria di colore azzurrognolo sufficientemente resistente e di facile lavoratura; è prudenza però con scalini di tale pietra non superare m. 1,50 nella larghezza delle branche. Il costo degli scalini è di circa L. 15 al metro lineare.

Col granito si possono costruire con detto sistema delle branche che raggiungono anche i due metri di larghezza, come sono precisamente quelli delle scale principali interne nella Mole Antonelliana a Torino.

A Napoli ed a Roma se ne costruiscono col travertino della Sgorgora sul confine del Napoletano; il travertino romano non darebbe sufficiente garanzia di sicurezza. Col marmo di Carrara si possono anche costruire siffatte scale; il costo degli scalini è di L. 30 al metro lineare.

Un esempio di una scala a sbalzo con scalini a tutta alzata in marmo levigati anche sulle superficie inferiori l'abbiamo nella casa Miino in via Sacchi, n. 18, in Torino, costrutta sui disegni dell'ing. Bonelli.

La disposizione indicata nella fig. 2427 si adotta specialmente per l'impiego di scalini ricavati da lastre di Beola o di Luserna.

Fig. 2424.

Fig. 2425.

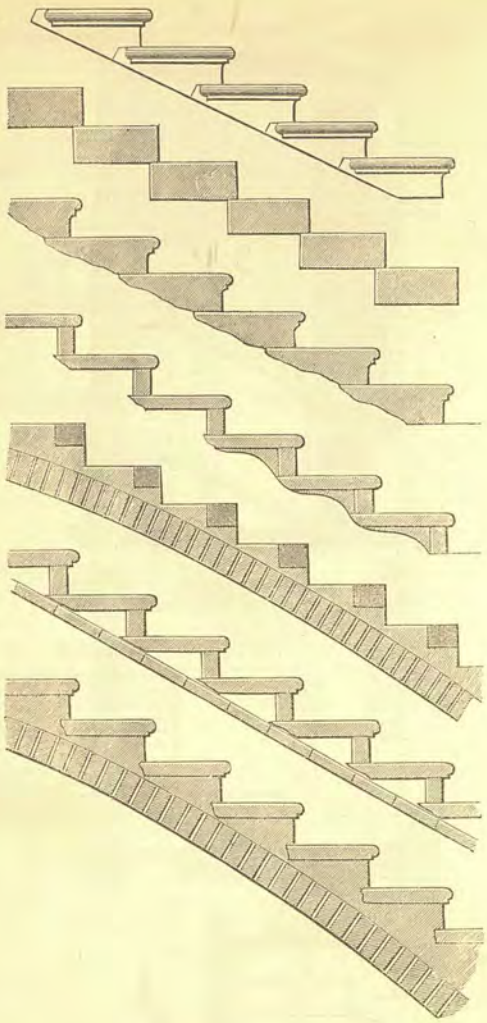
Fig. 2426.

Fig. 2427.

Fig. 2428.

Fig. 2429.

Fig. 2430.



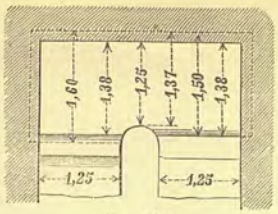


Fig. 2431.

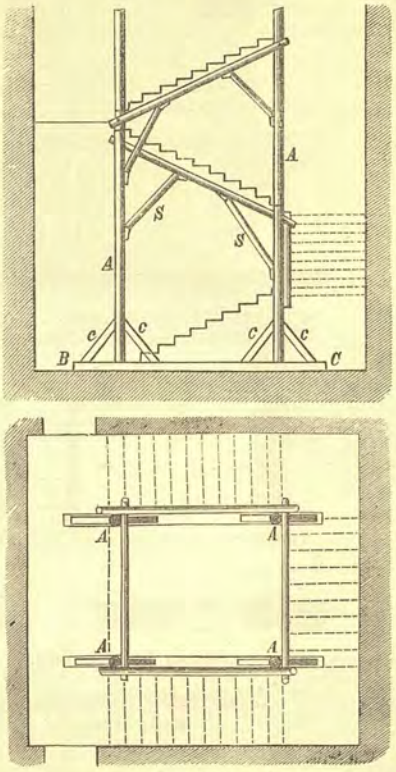


Fig. 2432.

Gli scalini di Beola e di Luserna si tengono con spessore da 4 a 7 centimetri secondo la larghezza delle branche. La larghezza di ciascun scalino supera di circa 8 a 9 centimetri la projezione della pedata, perchè oltre alla parte necessaria per la rientranza del frontalino che è da 3 a 4 centimetri si devono avere altri 6 centimetri circa per poter appoggiare il frontalino formato con mattoni messi di costa e su cui trova appoggio lo scalino successivo.

Il soffitto delle branche che mettono ai sotterranei si lascia comunemente rustico (fig. 2427, parte superiore) o tutto al più si riempiono gli angoli per guisa da ottenere una superficie ondulata come rilevasi nella porzione di destra della stessa fig. 2427.

Le branche delle scale a sbalzo il cui soffitto sia visibile dalle persone che dal pianterreno si recano ai piani superiori si completano comunemente con soffittatura piana. S'incomincia col riempire le rientranze triangolari che risultano al disotto di ciascuna pedata con malta di calce, gesso e sabbia in un con materiali leggieri (carbone, pietra pomice, calcinacci, ecc.); si fa cioè la cosidetta imbottitura e si regolarizza e si ottiene un piano ben regolare mediante l'arricciatura.

Nelle branche che discendono ai sotterranei, delle case rurali, degli stabilimenti vinicoli, ecc., per cui debbano transitare fusti pieni od altri carichi pesanti, gli scalini di pietra andrebbero facilmente soggetti ad essere spezzati o deteriorati negli spigoli; in tali casi è raccomandabile la disposizione della fig. 2428 invece di quella rappresentata nella fig. 2430. In essa le branche sono sostenute da vôlto e gli scalini sono formati con travicelli di legno forte, disposti sull'orlo di ciascuna pedata, presentanti sezione retta di cm. 10 per cm. 12; il rimanente della pedata può formarsi con mattoni o con lastre di pietra.

Parecchi costruttori costruiscono addirittura sotto il rampante (fig. 2429) un soffitto con tavelle collegate fra loro con gesso senza riempire completamente le rientranze dei successivi scalini; ma solo mettendo dei nuclei di gesso contro le pareti degli angoli salienti per ottenere una sufficiente aderenza delle tavelle agli scalini delle branche.

Nei pianerottoli d'angolo delle scale a tre rampe bisogna tener conto, oltre alla parte necessaria per l'incastro, di quella porzione che serve di sostegno del primo scalino della branca in ascesa, perciò quel pianerottolo deve presentare la forma rappresentata in maggior scala con una pianta e due sezioni secondo RS e TU nella parte inferiore della fig. 2423.

Lo spessore della lastra se di Beola o di Luserna o di marmo di Carrara può essere di 6 ad 8 centimetri, di 10 a 15 centimetri se di granito, anche più di 15 cm.

se si trattasse di arenarie od altra pietra non molto resistente.

Pei pianerottoli delle scale a due branche il lastrone deve presentare, se le branche sono larghe m. 1,25, la forma e le dimensioni registrate nella fig. 2431.

Nella costruzione delle scale a sbalzo bisogna badare che sopra la parte incastrata di ogni scalino e su quella dei pianerottoli quadrati vi sia una sufficiente altezza di muratura per modo che non sia temibile il rovesciamento degli scalini o del pianerottolo. Generalmente se la branca ha larghezza minore di un metro può ritenersi sufficiente una sopraelevazione di un metro di muratura; se la larghezza della branca è di m. 1,30 sono necessari circa due metri. In ogni caso speciale sapendosi la sporgenza dello scalino e la porzione incastrata si potrà sempre calcolare l'altezza di muratura necessaria ad impedire il rovesciamento nell'ipotesi che sullo scalino si trovi una persona con grosso carico sulle spalle.

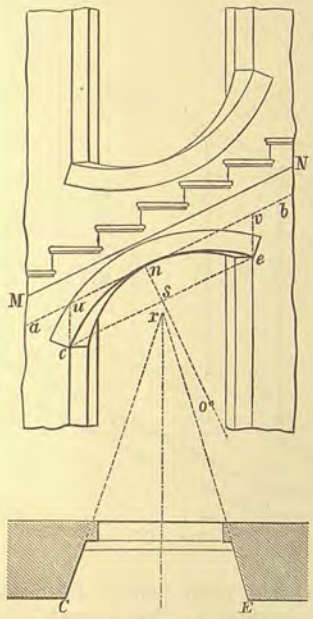


Fig. 2433.

Nella costruzione delle scale a sbalzo bisogna disporre delle opportune armature per sostenere provvisoriamente gli scalini fino a tanto che si sieno elevati i muri, sopra le loro estremità incastrate, all'altezza che si è or ora indicato.

Nella fig. 2432 si è rappresentato l'armatura che può convenire per una scala a sbalzo a tre rampe con pozzo interno. Sui quattro angoli del pozzo si ergono 4 antenne A incastrate colle estremità inferiori a due travi B C e rinforzate da due saette *cc*. Altre travi disposte sotto le branche e sotto il pianerottolo del primo piano pure rinforzate da saettoni come SS tenuti a sito da gatelli, caviglie e fasciature di fune o di nastri di ferro servono contemporaneamente a collegare fra loro le antenne ed a fornire appoggio alle estremità libere degli scalini durante la loro collocazione in opera.

Le travi BC non si collocano soltanto per collegare al piede fra loro le antenne ma essenzialmente per ripartire su ampia base il peso trasmesso dalle antenne stesse. Quando questa pressione non sia causa d'inconvenienti si può anche far a meno delle travi BC fissando in qualche altro modo i piedi delle antenne.

Per una scala a sbalzo a due sole rampe con pozzo centrale non molto largo basteranno due antenne.

Quando alcuni scalini di una branca a sbalzo cadessero nel vano di una finestra si ricorre alle disposizioni indicate nelle fig. 2433 e 2435.

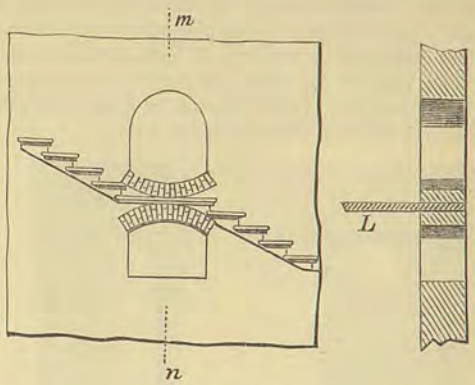


Fig. 2434.

La disposizione della fig. 2433 consiste nel serrare le code degli scalini fra due archi zoppi, l'uno diritto l'altro rovescio. Per tracciare questi archi si segua la retta *ab* parallela al soffitto MN della rampa e distante da esso dello spessore che si vuol assegnare all'arco (se l'apertura non supera m. 1,50 si può ritenere quest'altezza della dimensione massima del mattone cioè m. 0,25). Si conduce una parallela ad *ab* distante da essa di $^1/_5$ ad $^1/_7$ del segmento *uv* intercetto tra gli spigoli dello squarcio della finestra. I punti *c* ed *e* d'incontro di questa retta coi detti spigoli sono le estremità della linea di intradosso dell'arco il quale essendo circolare resta perfettamente determinato perchè deve passare per *c* ed *e* ed essere tangente alla *ab*. Il suo centro *o* si troverà sulla perpendicolare *ns* alla *ce* condotta pel suo punto di mezzo *s*.

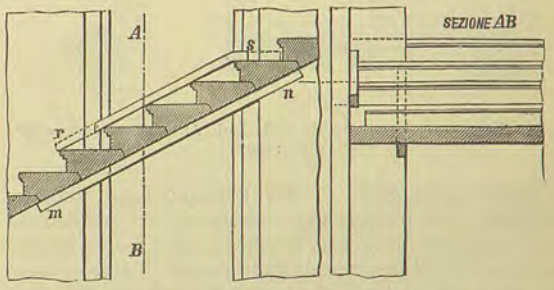


Fig. 2435. — Scale secondarie nella Mole Antonelliana a Torino.

La superficie d'intradosso è generata da una retta la quale partendo dalla posizione orizzontale iniziale C*r* si mantiene orizzontale toccando costantemente l'arco *cne* e la verticale eretta in *r* punto d'incontro degli squarci.

Il contro-arco superiore si costruisce in modo perfettamente analogo.

La fig. 2434 rappresenta un lastrone di una scala a sbalzo sostenuta da arco e contro-arco.

Quando l'arco e contro-arco ingombrassero soverchiamente l'apertura o fossero per riuscire nocivi alla estetica, si può, se l'apertura non è molto larga, ricorrere alla disposizione indicata nella fig. 2435; si collocano cioè gli scalini a tutt'alzata fra due barre prismatiche di ferro con sezione retta di cm. 5 × cm. 8,

diposta quella inferiore *mn* verso la parete interna della gabbia; quella superiore in corrispondenza della battuta. È bene che quella verso la parete presenti alle estremità un ripiegamento o patta perchè possa rimanere saldamente fissata alla muratura.

Una tale disposizione, ad esempio, fu adottata dallo Antonelli per sostegno di alcuni scalini delle scale nell'edifizio destinato a ricordo di Vittorio Emanuele II in Torino, site nei due corpi, sporgenti posteriormente, dai lati dell'edifizio. La lunghezza delle parti incastrate può tenersi di circa 25 a 30 centimetri.

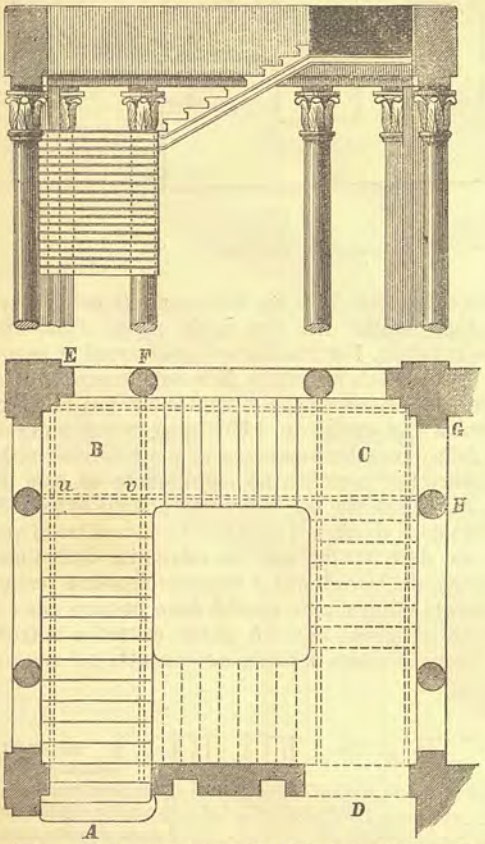


Fig. 2436. — Scale secondarie nella Mole Antonelliana a Torino all'1:100.

Nelle figure 2436 e 2437 abbiamo rappresentato, mediante una pianta, una sezione ed un particolare un'altra porzione di una di dette scale a sbalzo. Queste scale secondarie salgono dai sotterranei fin sotto il tetto di quei corpi, cioè fino al piano delle gallerie con archi parabolici. La gabbia è un quadrato con m. 4,84 di lato; le branche sono larghe circa m. 1,45, cosicchè rimane un pozzo centrale quadrato con circa m. 1,94 di lato.

La porzione da noi rappresentata in sezione è quella che comprende la terz'ultima e penultima branca, come più interessante perchè a causa di grandi aperture esistenti su tre lati della gabbia, non potendosi incastrare gli scalini nei muri, si è fatto ricorso ad un sistema di ferri a [ed a L collegati fra loro in tal modo da rendere le branche ben salde ed impedire ogni possibile movimento negli scalini.

Le travi in ferro di sostegno della branca AB sono due coppie di ferri a [disposti in prossimità dei margini e presentano ripiegatura in *u* e *v* corrispondentemente al margine del pianerottolo, ma per altro sono in un solo pezzo. Sono incastrate le loro estremità inferiori nel muro AD, quelle superiori rispettivamente nella parasta E e nella colonna F.

Le travi sotto la branca BC sono pure due coppie di ferri a [però interrotte nei punti d'incontro coi ferri della branca precedente e ad essi fissate mediante cantonali in ferro. Le estremità superiori sono incastrate nella muratura sopra la parasta G e la colonna H; le estremità inferiori si arrestano alla trave in ferro di destra che sostiene la branca AB.

La sezione retta di ogni ferro a [è di $\frac{100 \times 40}{10}$.

La ringhiera (fig. 2437) di questa scala è formata da bastoncini cilindrici in ferro con diametro di 20 mm. spaziati fra loro da asse ad asse di cm. 14.

Questi bastoncini sono fissati superiormente mediante piccole chiavarde al gambo di un ferro a T che funziona da man corrente. Le estremità inferiori sono fissate pure con chiavarde al corrente inferiore che ha

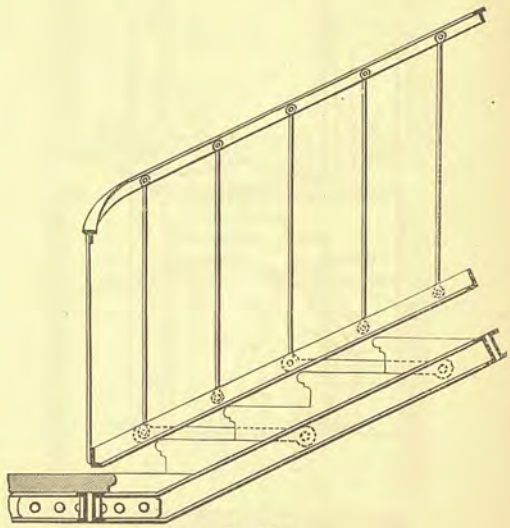


Fig. 2437.

sezione ad L. Questo a sua volta è fermato agli scalini ed ai ferri a [per mezzo di ferri piatti disposti di coltello sopra le pedate. Questi ferri vanno per una estremità a fissarsi al ferro d'angolo precisamente nel punto d'attacco di un bastoncino, cosicchè una stessa chiavarda serve al loro collegamento. L'altra estremità attraversando il frontalino penetra fra le costole dei ferri a [ed ivi è fissata mediante chiavarda.

In alcune costruzioni medioevali si trovano delle scale a sbalzo a tutt'alzata i cui scalini hanno sezione retta rettangolare per cui la superficie inferiore delle branche risulta a riseghe. Talora sotto ciascun scalino si presenta una mensola di pietra scorniciata in modo da assumere l'aspetto di una cornice decorativa a tratti alternativamente orizzontali e verticali (fig. 2438).

Di analoghe disposizioni di scale a sbalzo medioevali si trovano i disegni nel Viollet le Duc.

Nelle scale a sbalzo a due rampanti, quando il pianerottolo è costituito da un solo lastrone incastrato su tre lati nei muri di gabbia riesce di brutto aspetto l'incontro della superficie del soffitto della branca che mette a quel pianerottolo col lastrone stesso. Se la scala deve presentare un po' d'eleganza è necessario procurare un raccordo migliore di quelle superficie. Un mezzo consiste nel far correre una cornice sotto il lastrone contro i muri in cui lo stesso è incastrato. Questa si fa

ricorrere anche sull'orlo libero del lastrone in modo da formare una specie d'architrave contro cui vengono a terminare le superficie inferiori delle branche che fan capo a quel lastrone-pianerottolo. Questa disposizione permette anche di decorare con fascia i fianchi delle branche verso il pozzo. Queste fascie si risvoltano in corrispondenza di detto architrave e formano la sua parete verso il pozzo. Si provvede alla difficoltà che si ha di un buon collegamento delle due fascie nel risvolto mediante una targhetta od altro ornato che mascheri il raccordamento delle fascie.

Invece della disposizione ora indicata si usa comunemente di costruire con tavelle un finto vôlto a botte a monta schiacciatissima estendentesi a tutto il pianerottolo ed avente la linea di chiave della sua superficie di intradosso a tale livello da presentare, compreso lo spessore del lastrone, un'altezza conveniente pel raccordamento delle fascie nel risvolto. Contro la fronte di questo finto vôlto vengono a terminare le superficie di soffitto delle branche che fan capo a quel pianerottolo.

Nelle scale a sbalzo i pianerottoli rettangolari si formano attualmente con una delle tre disposizioni indicate nelle fig. 2423, 2431 e 2439.

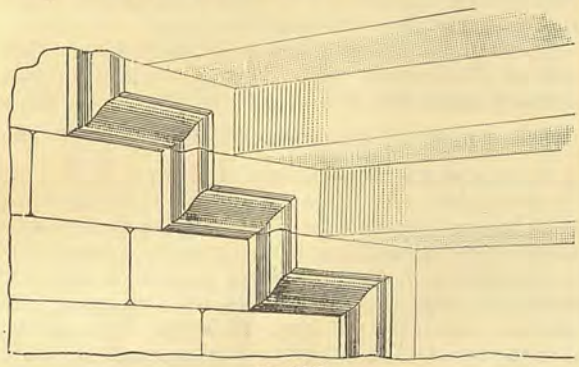


Fig. 2438.

La disposizione della fig. 2423 è analoga a quella indicata nella fig. 2419 per le scale con branche a collo, però non è qui più necessario di assegnare fra il livello del pianerottolo e la linea di chiave dell'intradosso della vôlta a botte l'altezza considerevole che colà si richiedeva per la voluta impostatura delle vôlte a collo delle branche; è tuttavia conveniente badare che quell'altezza riesca sufficiente per ottenere un buon raccordamento del soffitto delle branche colla fronte del pianerottolo e quando si vogliano verso il pozzo limitate le branche da fascia bisogna anche provvedere a che queste fascie trovino modo di ben raccordarsi nel risvolto fra loro e colla fronte del pianerottolo.

La monta della superficie di intradosso può tenersi relativamente minore di quella delle vôlte sostenenti branche a collo; talvolta si assegna anche solo $^1/_{10}$ della corda, più comunemente da $^1/_7$ ad $^1/_8$. È bene pei successivi pianerottoli di una stessa scala seguire la regola da molti costruttori applicata per la monta delle vôlte delle successive sovrapposte camere, cioè d'aumentare ad ogni piano la monta di $^1/_{10}$ della corda.

Nella disposizione della fig. 2431 in cui il pianerottolo è costituito da un semplice lastrone di pietra, questo può presentare spessore variabile fra 6 e 10 cm. fino a 15 cm. a seconda della portata e della qualità della pietra. L'incastramento nei muri si pratica ordinariamente su tre lati della gabbia ed è sufficiente una profondità d'incastro da 6 a 12 cm. Quando nel muro di fronte della gabbia vi fosse un'ampia apertura per cui il lastrone potesse solo ritenersi come incastrato sui due lati estremi, la profondità dell'incastro si può portare a 25 cm.

Nelle due scale principali interne della Mole Antonelliana si riscontrano dei pianerottoli rettangolari lunghi m. 4,62, larghi m. 2,25, costituiti da un solo lastrone di granito dello spessore di cm. 13,5 incastrato su tre lati. Si hanno nei pianerottoli longitudinali dei lastroni che hanno la bella lunghezza di 6 m. incastrati su un lato al muro e appoggiati per le due teste a due dei lastroni sopraccennati.

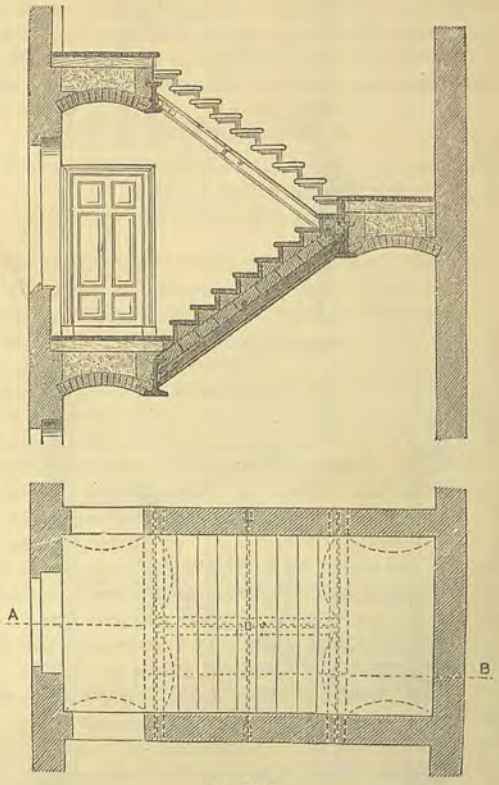
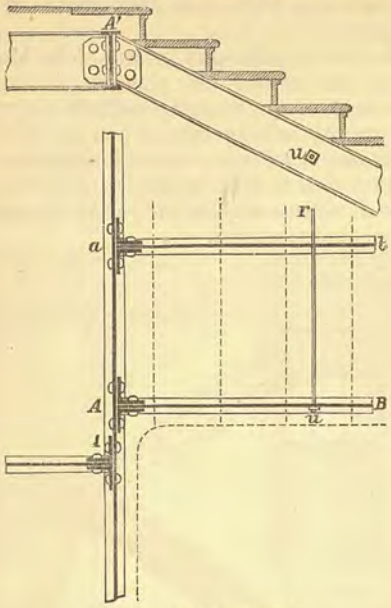


Fig. 2439.

La disposizione della fig. 2439 di sostenere il pianerottolo con una o due vôltine impostate su ferri a doppio T è oggidì assai frequentemente adottata perchè più economica dei lastroni in un sol pezzo; si può applicare alle massime portate che si presentano nella pratica; occupa relativamente al sistema della fig. 2419, specialmente in corrispondenza delle due pareti opposte, una minor altezza, ciò che può riescire un notevole vantaggio potendosi ottenere dei passaggi che riescirebbero altrimenti assai angusti o addirittura impraticabili.

Se la larghezza del pianerottolo non supera m. 1,20, un sol ferro a doppio T collocato sul suo margine libero può riescire sufficiente; se la larghezza supera m. 1,20 meglio è disporne due, uno sul margine e l'altro intermedio, oppure disponendo oltre alla trave sul margine altre travi nel senso trasversale ed adottando tre o più vôltine a padiglione od a botte con teste di padiglione invece di una sola, come si rileva nella figura 2439 *bis*. Questi ferri trasversali fanno l'ufficio di mensole; devono perciò essere incastrati nel muro almeno per 30 cm; in alcuni casi sarà possibile ottenere delle robuste mensole di sostegno semplicemente col prolun-

gare i ferri a doppio T che costituiscono l'armatura dei solai dei locali adiacenti alla gabbia della scala.



Particolari dell'armatura

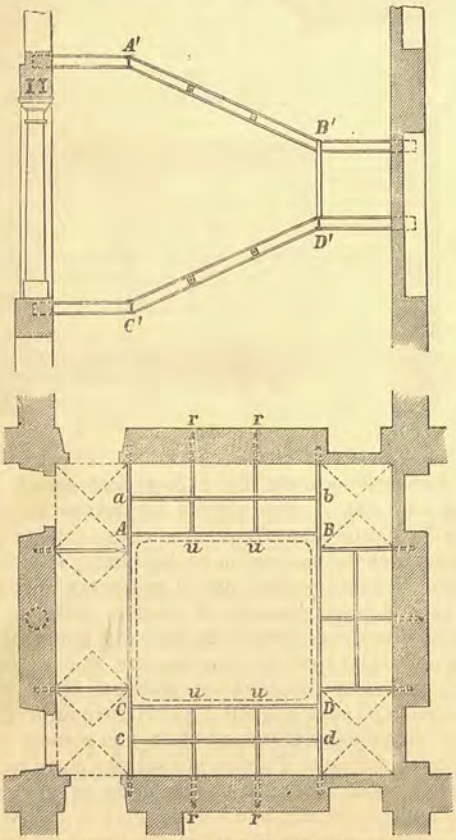


Fig. 2439 *bis*. — Armatura in ferro della scala di casa Martini e Rossi sul corso Vittorio Emanuele a Torino (architettura del Riccio). Scala di mm. 6,2 per 1 m.

Talvolta anche le branche, nelle scale formate con scalini che non siano a tutt'alzata, anzichè con vôlte a collo od a volo si sostengono con vôltine impostate su ferri I disposti sotto le branche secondo il pendìo e fissati a questi ferri disposti sotto i pianerottoli con cantonali, come si vede nella fig. 2439 *bis* in A ed *a*.

La fig. 2439 *bis* rappresenta l'armatura in ferro di una delle bellissime scale a tre branche che si ammirano nella grandiosa casa da pigione di proprietà Martini e Rossi sul Corso Vittorio Emanuele a Torino di architettura del Riccio. La gabbia della scala misura in pianta m. 7,20 di lunghezza per m. 6,10 di larghezza; le branche ed i pianerottoli sono di circa m. 1,50, per cui risulta un ampio pozzo centrale di m. 4,20 per 3,10.

Sul lato di sinistra si presenta un pianerottolo in corrispondenza di ciascun piano; in corrispondenza degli ammezzati del 2° piano e del 3° si ha pure un pianerottolo sul lato inferiore *c d*.

Il pianerottolo di sinistra è sostenuto da tre vôltine a padiglione impostate: al muro di sinistra della gabbia; ad un ferro a doppio T con sezione retta di mm. $\frac{260 \times 120}{10 \times 14}$ disposto quasi sull'orlo del pianerottolo secondo la *a c;* ad altri due ferri pure a doppio T colle stesse dimensioni di sezione retta disposti in senso trasversale coll'estremità di sinistra incastrate per 32 cm. nel muro della gabbia e colle estremità di destra fissate, mediante cantonali, al ferro predetto, cioè come risulta in I nel particolare dell'armatura.

Le vôltine di sostegno della branca e dei pianerottoli siti sul lato opposto della gabbia si impostano: alla destra al muro della gabbia, alla sinistra ad un ferro a doppio T pure con sezion retta di mm. $\frac{260 \times 120}{10 \times 14}$ che presenta una piegatura in D ed un'altra in B in modo da assecondare colla parte intermedia BD l'inclinazione della branca e da riescire colle due porzioni estreme orizzontali per l'impostatura delle vôltine dei pianerottoli.

In vicinanza di dette piegature vengono a fissarsi le estremità delle travi trasversali che sono per l'altro estremo incastrate nel muro di destra della gabbia. Queste travi trasversali servono contemporaneamente a consolidare la trave disposta secondo *b d* ed a formare due delle impostature delle vôltine a padiglione che sorreggono i pianerottoli.

A completare l'armatura per l'imposta delle vôltine che sorreggono la branca intermedia ai suddetti pianerottoli, è disposta ancora una trave a doppio T con sezione retta di $\frac{180 \times 90}{10 \times 12}$ secondo la maggiore mediana del rettangolo di quella branca che resta così sostenuta da due vôltine a botte con corda di soli 70 centimetri e con piccola saetta, cosicchè poco materiale di imbottitura si richiede per ottenere il soffitto piano della branca stessa.

A sostegno delle due altre branche, la superiore e l'inferiore, sono disposti 4 ferri a doppio T con sezione retta $\frac{180 \times 90}{10 \times 12}$ che si rilevano in pianta in *a b*, A B, C D e *c d* e che assecondano il pendìo di quelle branche e sono fissate colle loro estemità ai predetti ferri disposti secondo *a c* e *b d*. Due coppie di vôltine si impostano sui quattro ferri in modo analogo a quello indicato per la branca di destra. *r u*, *r u* sono piccole barre cilindriche che attraversano i ferri suddetti; una loro estremità termina ad occhio per essere incastrata nel muro con bolzone; l'altra estremità, quella verso il pozzo, è filettata a vite; si può con ciò collegare i ferri a doppio T fra loro e col muro ed impedire le flessioni in senso laterale provocate nei ferri stessi dalle spinte delle vôltine.

I ferri sul limite del pozzo sono mascherati dall'arricciatura previo rivestimento di stuoje per evitare le

macchie che col tempo immancabilmente si formerebbero nelle tinteggiature, dovute alla superficiale ossidazione dei ferri.

Gli scalini sono di marmo di Carrara del tipo della figura 2408; la pedata ha spessore di mm. 45 e larghezza di cm. 31, l'alzata è di cm. 14,5.

Il parapetto è costituito da una ringhiera in aggetto con balaustrini del genere di quello rappresentato nella fig. 2466 ma di più elegante profilo.

Il caposaldo è in ghisa, analogo a quello indicato nella fig. 2454, termina superiormente in un artistico pomo di bronzo cesellato e nichelato.

I pianerottoli sono pavimentati a mosaico di elegante disegno e di bellissimo effetto.

La scala riceve luce dall'alto da un ampio lucernario a lanterna e da grandi invetriate disposte nei successivi piani nell'angolo rientrante del fabbricato.

Bellissime scale a tre successivi rampanti con ampio pozzo centrale sono a Torino: quella di casa Ganna sul corso Vittorio Emanuele II, n. 94, architettura del Reycend, vi si osserva una leggiadra ringhiera ed un complesso di decorazione così squisito ed armonico veramente ammirevole.

Sullo stesso corso sono notevoli le scale ai n. 80 e 84.

Sul corso Oporto è rimarchevole la scala di casa Giaccone, al n. 40, architettura del Brayda, dove si riscontra come caposaldo della ringhiera all'invito della scala un'artistica voluta in ferro, stile medioevale, che termina superiormente a testa di griffone.

Un'altra bella scala su questo corso è quella di casa Chiesa al n. 26, che presenta un'elegante ringhiera in ferro battuto.

Tipo singolare di scala è la cosidetta scala doppia, che costituisce cioè come due scale distinte, pure avendo pianta comune. Può essere con due o tre rampanti su pianta rettangolare, oppure anche a chiocciola su pianta circolare od ellitica. Partendo dal pianterreno da parti opposte della gabbia si arriva ai successivi piani su pianerottoli situati pure da parti opposte: chi sale l'una non si incontra con chi discende l'altra. Questa disposizione è applicabile sia pel caso che i piani dei due corpi siti sui lati opposti della gabbia si trovino ad egual livello, sia a livello differente, potendosi ottenere comunicazioni da pianerottoli situati a livello dei piani e da altri intermedi. Una scala di questo tipo si riscontra in Torino al n. 4 di via Bellezia. Un disegno in elevazione e pianta di una scala analoga si trova nell'antico libro del Vittone (vedi *Bibliografia*).

Una scala non bella, ma curiosa assai per la sua conformazione, si ha nell'angolo di via S. Massimo e piazza Cavour in Torino. Si presenta nell'interno un pozzo di pianta esagona, cinto da muri che a guisa di torre si elevano fin sotto il tetto. Su uno dei lati dell'esagono, quello che costituisce la smozzatura dell'angolo rientrante, è praticata al pianterreno la porta di ingresso e negli altri piani delle ampie aperture arcuate per l'illuminazione della gabbia. Sul lato opposto dell'esagono si hanno alcuni scalini d'invito delle scale che si sviluppano poscia sui lati attigui nel cuore del fabbricato all'esterno della torre. Le rampe sono sostenute da vôlte a botte zoppe, e per salire da un piano al successivo vi sono due rampe sovrapposte messe in comunicazione mediante pianerottoli siti sul fianco delle branche.

Sia nelle scale a sbalzo che in quelle con vôlte a collo d'oca od archi rampanti gli scalini possono essere in vista verso la gabbia come nelle fig. 2443-2451, oppure essere mascherati da una fascia, come nelle fig. 2452-2456.

Nella disposizione con scalini risvoltati, se non occorre alcuna eleganza, gli scalini possono essere limitati sul fianco in vista da un piano a rasamento col fianco della branca (fig. 2444). Se vuolsi un po' d'eleganza debbonsi gli scalini lavorare sul fianco in vista colla stessa sagomatura che hanno in elevazione (fig. 2445-2451).

Questo sistema è lodevole dal lato economico, perchè la maggior spesa per la sagomatura dei fianchi è abbondantemente compensata dal non doversi costruire la fascia ed è raccomandabile nelle scale con scalini a tutta alzata in pietra od in marmo. Per le scale invece sostenute da vôlte, come nella fig. 2419, per cui verso la gabbia risultano delle striscie arricciate e tinteggiate si ha l'inconveniente che per l'acqua con cui si innaffiano le scale per spazzarle o per quella che venisse dalle finestre durante gli acquazzoni in breve quelle tinteggiature vengono deturpate, epperciò per queste scale è a preferirsi la disposizione con fascia.

Prezzo degli scalini e lastroni per pianerottoli desunti dai capitolati delle città di Torino, Alessandria, Firenze.

Scalini a semplice cordone, non eccedenti la larghezza di m. 0,33 e lo spessore di 0,05 a 0,065 lavorati a grana fina se di pietra di S. Giorgio al metro lineare . . . . . L.	3,00
Se di pietra del Malanaggio . . . . . »	4,00
Scalini id. ma con spessore fra 0,065 a 0,09 se di pietra di S. Giorgio . . . . . »	4,00
Se di pietra del Malanaggio. . . . . »	5,00
Scalini a cordone e listello con larghezza da 0,33 a 0,40, spessore 0,06 lavorati a martellina se di spessore 0,06 e pietra di S. Giorgio al metro lineare . . . . . »	4,80
Se di spessore 0,07 a 0,08 id. al metro lin. »	5,80
Se di spessore 0,06 e pietra del Malanaggio al metro lineare . . . . . »	6,30
Se di spessore da 7 ad 8 cm. e pietra del Malanaggio al metro lineare. . . . . »	7,10
Se di spessore di circa 9 cm. in granito rosso di Baveno o bigio della Balma . . . . »	10,00
Id. bianco di Montorfano . . . . . »	8,50
(Se i gradini a cordone e listello saranno risvoltati si misurerà la metà del risvolto).	
Scalini quadri a tutta alzata, lastroni per pianerottoli lavorati sulla faccia superiore alla martellina e non su quella inferiore e se di pietra di S. Giorgio al metro cubo . . »	135,00
Se di pietra del Malanaggio al metro cubo »	150,00
Se di granito rosso di Baveno o bigio della Balma al metro cubo . . . . . »	240,00
Se di granito bianco di Montorfano e simili al metro cubo . . . . . »	210,00
Lastroni per pianerottoli lavorati alla martellina colle teste quadre di spessore fra 0,07 e 0,08 se di pietra di S. Giorgio al metro quadr. »	13,00
Di spessore fra 0,08 e 0,10 se di pietra di San Giorgio al metro quadrato . . . »	14,00
Di spessore fra 0,07 e 0,08 se di pietra del Malanaggio al metro quadrato . . . . . »	15,00
Di spessore fra 0,08 e 0,10 se di pietra del Malanaggio al metro quadrato . . . . . »	17,00
Di spessore superiore ai 10 cm. e di pietra di S. Giorgio al metro cubo . . . . . »	140,00
Id. di pietra del Malanaggio al metro cubo »	170,00
Id. di granito di Montorfano al metro cubo »	240,00
Id. di granito rosso di Baveno al metro cubo »	270,00

Scalini con cordone e listello a tutt'alzata se di Montorfano al metro cubo . . . . . L. 220,00
Se di rosso di Baveno o bigio della Balma al metro cubo . . . . . » 250,00
Se di marmo Carrara di seconda qualità al metro cubo . . . . . » 350,00
Scalini in marmo Carrara seconda qualità a semplice cordone dello spessore di 3 cm. con larghezza di circa m. 0,33 al metro lineare » 4,50
Id. con frontalino di marmo dello spessore di 2 cm. al metro lineare . . . . . » 6,00
Id. con frontalino di marmo come alla fig. 2408 al metro lineare . . . . . » 7,50
Scalini di marmo Carrara seconda qualità con cordone e listello con spessore da cm. 4 a 4,5 al metro lineare . . . . . » 7,00
Id. con frontalino spesso 2 cm. (fig. 2409) al m. lin. » 9,00

A sostegno del pavimento del pian terreno in corrispondenza del pozzo della scala se l'edifizio presenta sotterranei si costruisce una vôlta impostandola sui muri della gabbia. Nel caso che nella stessa gabbia vi sia la scala di discesa ai sotterranei non potendosi la detta vôlta impostare su entrambi i muri opposti della gabbia la si imposta dalla parte della branca discendente ad un muro spesso comunemente 24 cm. eretto sul limite di quella branca (fig. 2419, pianta sotterranei).

Questo muro serve altresì a porgere sostegno agli scalini del sotterraneo ed elevato sopra il pavimento del pian terreno, fino sotto la prima branca che sale al primo piano, con spessore di soli 12 cm. impedisce ogni mezzo abusivo di comunicazione fra il pian terreno ed il sotterraneo, rimanendo solo il passaggio appositamente stabilito munito di uscio o cancello.

Qualche volta l'apertura fra il pavimento e le prime branche, anzichè chiuderla con muriccio di 12 cent., si chiude con cancellata in ferro allo scopo di dar luce alla scala del sotterraneo, luce che non si possa aver a sufficienza in altro modo. Queste cancellate però di forma irregolare riescono di poco aggradevole aspetto; quando nulla osta in contrario torna meglio adottare delle aperture circolari, ovali o di altra forma regolare, praticate nei muricci sopra accennati.

Quand'anche la scala non si protenda al sotterraneo si chiude tuttavia con muriccio disposto sul limite della prima o delle due prime branche gli spazi tra il soffitto di quei rampanti ed il pavimento perchè riescirebbero di brutto aspetto e solo ricettacolo d'immondizie.

Nel caso di una scala a tre rampanti le branche per la discesa ai sotterranei si dispongono comunemente in numero di due in corrispondenza delle due prime branche che salgono al primo piano; sui margini, verso il pozzo di queste branche, si elevano i muri spessi da 24 a 36 cm. che servono ad impostare la vôlta che sostiene il pavimento *m n r s* (fig. 2423) e convenientemente prolungati fin sotto le soprastanti branche impediscono abusive comunicazioni fra il pian terreno ed i sotterranei.

I parapetti delle scale si costruiscono in muratura, in marmo od in metallo: più comunemente si adotta una ringhiera in ferro od in ghisa.

L'altezza del parapetto misurata verticalmente in corrispondenza dell'orlo di una qualunque pedata può variare da 85 a 95 cm.

I parapetti in marmo si usano solo nelle scale grandiose le cui branche siano di notevole larghezza. Occupano uno spazio considerevole avendo spessore da 30 a 40 cm., sono molto pesanti per cui se la scala fosse a collo od a volo è necessario collocare delle chiavi e dei radiciamenti molto robusti per elidere le spinte delle vôlte di sostegno dei pianerottoli a cui le branche fanno capo.

Bellissimo è il parapetto in marmo bianco nel celebre scalone del palazzo Braschi a Roma (fig. 2418).

In alcuni palazzi antichi si riscontrano nei parapetti dei balaustrini in pietra con sezione quadrata e con le loro sagome ricorrenti parallelamente al pendìo delle branche (fig. 2440 e 2441).

Nella fig. 2440 è disegnato il parapetto dello scalone del palazzo Madama in Torino, di cui a pag. 1651 e fig. 2491-2493 si trovano le prospettive e la descrizione.

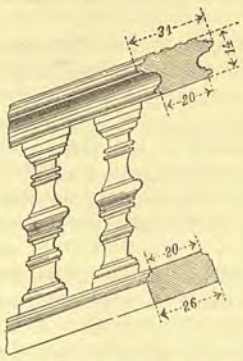


Fig. 2440. — Parapetto scalone palazzo Madama a Torino.

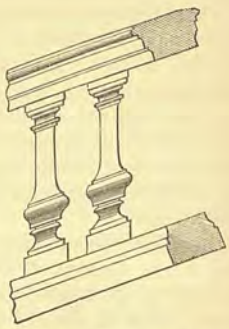


Fig. 2441. — Parapetto scalone palazzo Accademia Filarmonica a Torino.

Nella figura 2441 si ha il parapetto dello scalone d'onore dell'antico sontuoso palazzo del Borgo in piazza S. Carlo a Torino, ora proprietà e sede della Società Filarmonica.

Nel palazzo Barolo a Torino si ha pure un parapetto analogo.

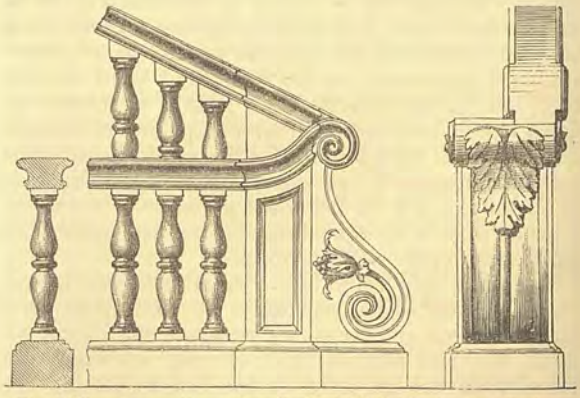


Fig. 2442. — Parapetto scala sotto la Galleria Nazionale a Torino (architetto Riccio).

Un bel parapetto di scala di recente costruzione con pilastrini a sagomature ricorrenti secondo il pendìo si ha nelle fig. 2482-2484; comunemente però nei palazzi moderni si assegna ai balaustrini sezione circolare con sagomature orizzontali potendosi essi ricavare, mediante lavorazione al tornio, con maggior finitezza di lavoro e minor costo.

Una certa difficoltà si presenta per ottenere un buon raccordamento dei parapetti nelle risvolte. Graziosissima è la disposizione che si osserva praticata sui pianerottoli dello scalone del palazzo Madama a Torino (fig. 2493). Il parapetto che discende dal primo piano

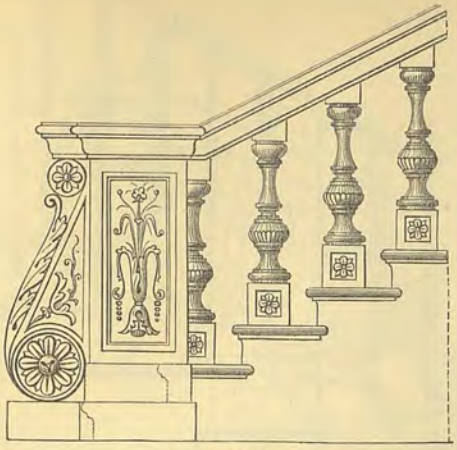


Fig 2443.

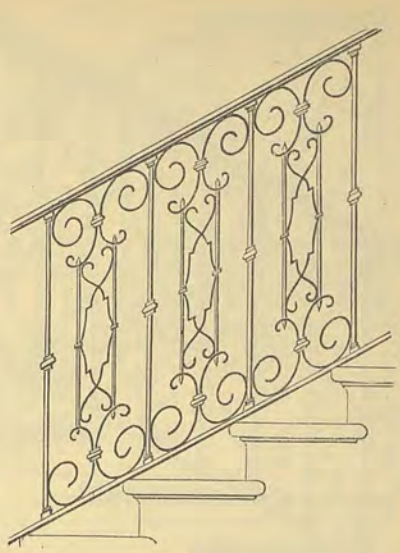


Fig. 2445.

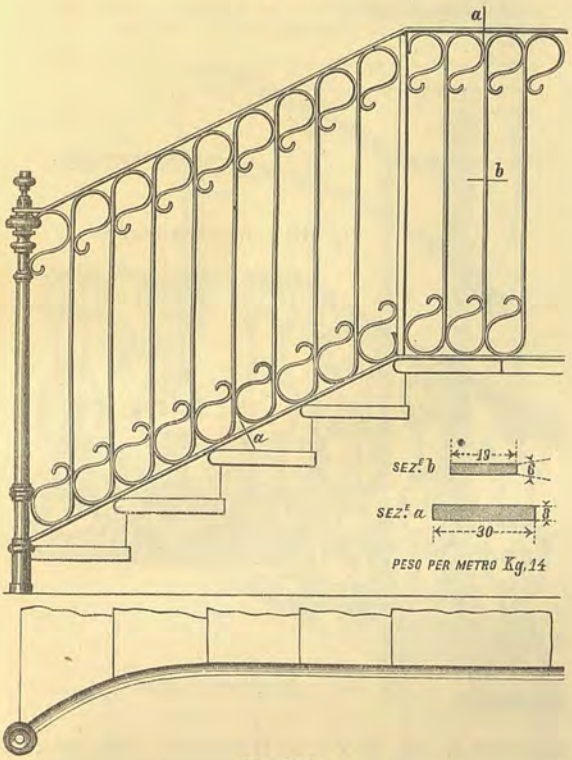


Fig. 2444.

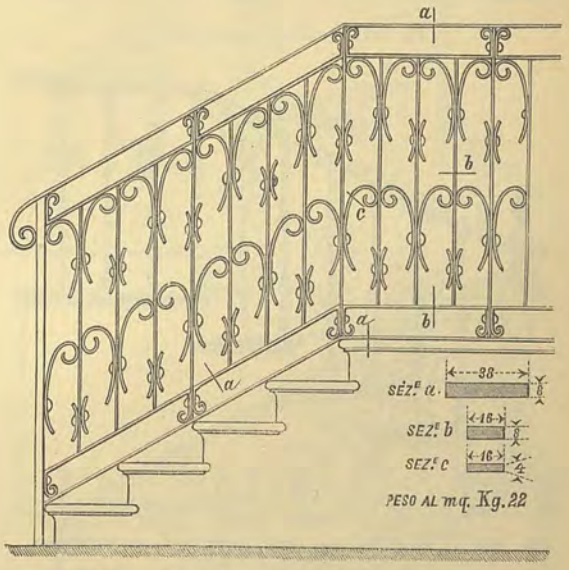


Fig. 2446. — Parapetto scala dell'Ospizio di S. Vincenzo in Camagna (architetto Caselli C.).

termina e si raccorda con quello che viene dal piano terreno mediante una elegantissima voluta decorata superiormente da un'aggraziata figura di donna.

Porgiamo nella fig. 2442 il raccordamento fra il parapetto, in marmo bianco, del pianerottolo a pian terreno e quello della prima branca che sale al primo piano della scala sotto la Galleria Nazionale di Torino, architettura del Riccio. Nella fig. 2443 abbiamo un altro esempio di raccordamento di parapetto in marmo.

Si riscontrano in alcune scale dei parapetti semplicemente in muratura eretti sugli interni muri di sostegno delle branche, ma sono di brutto aspetto.

I parapetti di struttura metallica si chiamano più particolarmente ringhiere. Se ne costruiscono in ferro, in struttura mista di ferro e ghisa e talvolta con decorazioni in ottone o bronzo.

Nelle ringhiere i due ferri che corrono parallelamente al pendìo delle branche si dicono *correnti; regoli* o *balaustrini* i pezzi disposti verticalmente e fissati ai correnti.

Mancorrente, corrimano, bracciuolo, l'appoggiatojo posto sopra la ringhiera; talvolta serve da corrimano lo stesso corrente superiore, più di frequente è costituito da un listellone di legno convenientemente sagomato e perfettamente levigato perchè più comodamente possa scorrervi la mano (fig. 2474-2478).

Porgiamo nelle fig. 2444-2457 diversi tipi di composizione di ringhiere dai più semplici ai più eleganti.

Col ferro si possono ottenere delle ringhiere di grande ricchezza foggiandone alcune parti ad imitazione di foglie, di fiori, di grifoni, di riccioli, ecc. come si rileva dalle fig. 2451, 2455, 2456.

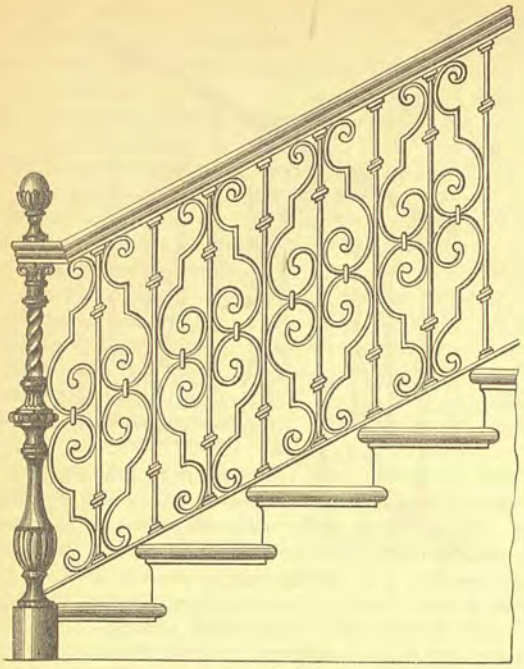


Fig. 2447. — Ringhiera in ferro.

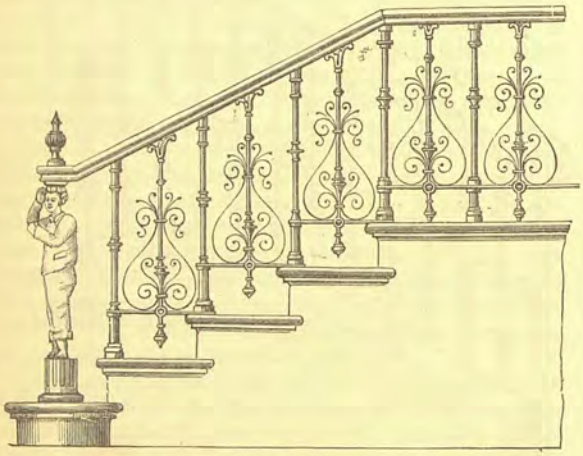


Fig. 2448. — Ringhiera casa Grisi, corso Venezia, 82, Milano.

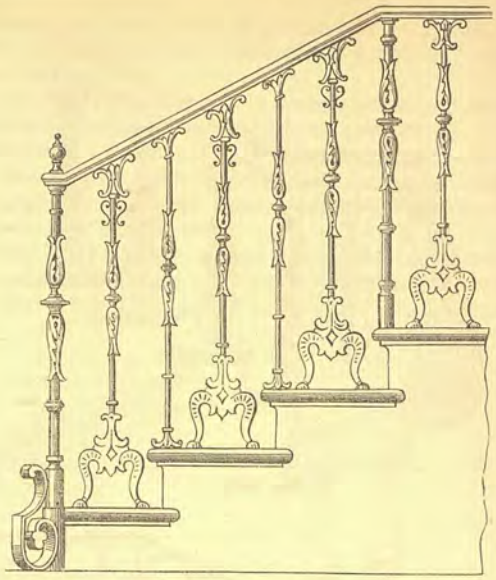


Fig. 2449. — Ringhiera in ghisa.

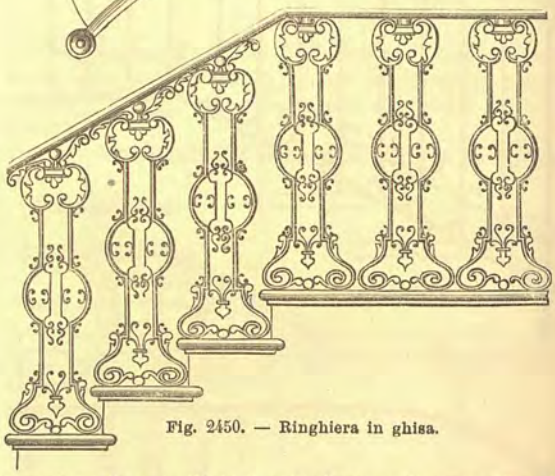


Fig. 2450. — Ringhiera in ghisa.

Con coloritura color verde bronzo e doratura di alcune parti si ottennero dei parapetti d'aspetto elegantissimo.

Leggiadra assai è la ringhiera in ferro battuto nella scala della villa Cora sul corso Vittorio Emanuele in Torino, eseguita nell'officina Ropolo in Torino.

La fig. 2453 ci rappresenta la ringhiera eseguita sui disegni dell'ing. Caselli per la sua casa sul corso Vittorio Emanuele oltre il Po. I correnti hanno sezion retta *ab* di mm. 20×6. I regoli verticali sono spaziati fra loro di cm. 27 ed hanno sezion retta di mm. 20 × 8. I regoletti incurvati a voluta per chiusura e decorazione dei vani hanno sezion retta di mm. 20 × 5. Peso circa 20 Kg. al m. lin. misurato in projezione orizzontale. L. 0,70 al Kg.

Le fig. 2446 e 2457, altre due ringhiere dello stesso autore, la prima per l'ospizio di S. Vincenzo a Camagna, l'altra per le scale dell'Ospizio di carità a Torino.

La fig. 2455 rappresenta la ringhiera eseguita su mio disegno della ditta Pietro Savio di Alessandria per la casa del cav. dott. Emilio Bobba di San Salvatore Monferrato. Il corrente superiore ha sezion retta rettangolare di mm. 30 × 8 e l'inferiore di mm. 22 × 14. Pilastrini e voluta d'invito sezione quadrata con mm. 22 di lato. I regoletti incurvati a volute e secondo il contorno di foglie per decorazione e suddivisione dei vani fra un pilastrino e l'altro hanno sezione retta di mm. 15 per mm. 10. Il suo peso è di Kg. 28 al metro lineare di projezione orizzontale, il prezzo è L. 1,40 al Kg.

È bene in queste ringhiere evitare le parti ornamentali e gli arzigogoli troppo minuti, specialmente se la scala non sia per uso affatto privato, perchè quei pezzi verrebbero ben presto contorti, deformati e finirebbero per riescire uno sconcio anzichè decorazione.

Il primo pilastrino della scala si chiama anche *caposaldo.* Gli si assegna talvolta forma di balaustrino, di colonnina adorna di foglie, di puttino, ecc., ed è comunemente di ferro o di ghisa con anima di ferro. Termina superiormente con un pomo o pigna di vetro, di porcellana, di ottone o di bronzo.

Altri esempi di grandiose ringhiere si hanno nei palazzi di Demidof e Randon illustrati nel *Daly Revue*

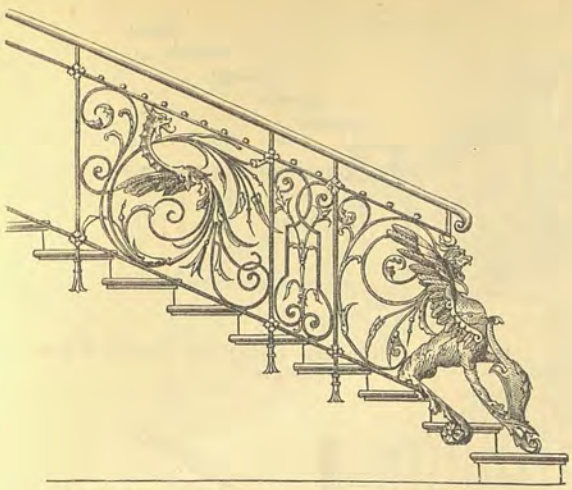


Fig. 2451. — Ringhiera in ferro battuto di villa Cora sul corso Vittorio Emanuele, 101, Torino.

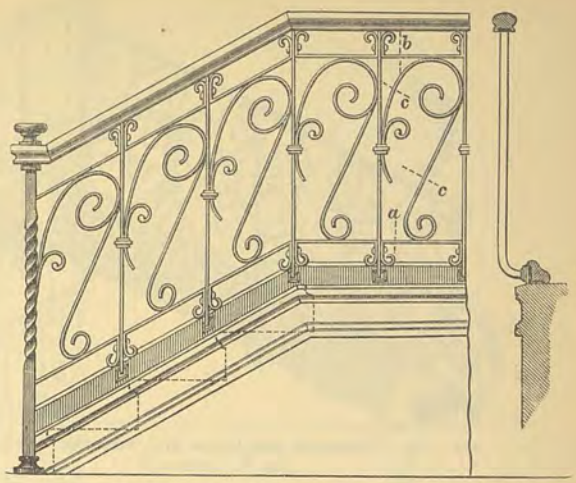


Fig. 2453. — Ringhiera casa Caselli-Camusso, corso Vitt. Emanuele, oltre Po, Torino.

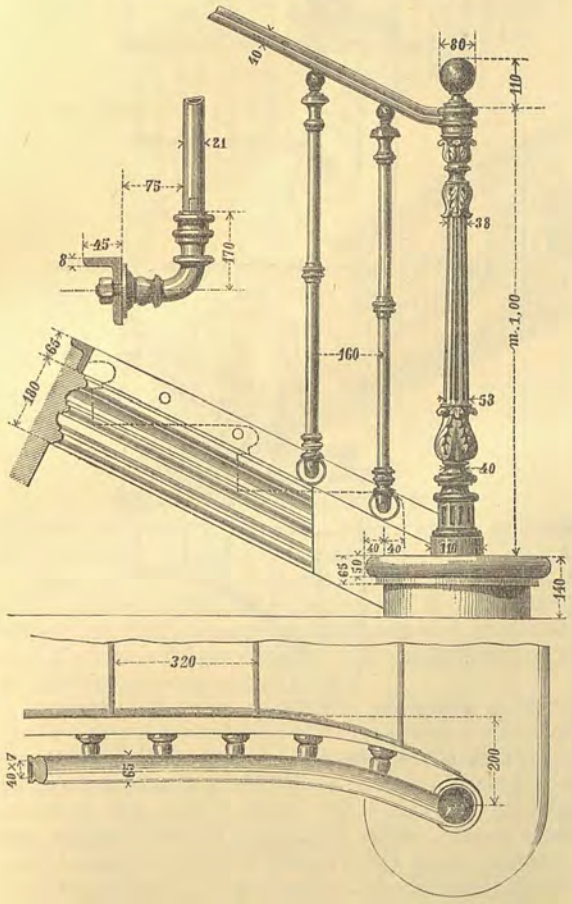


Fig. 2452. — Ringhiera scale della casa in via Maria Vittoria, 21-27, Torino (architetto Carrera).

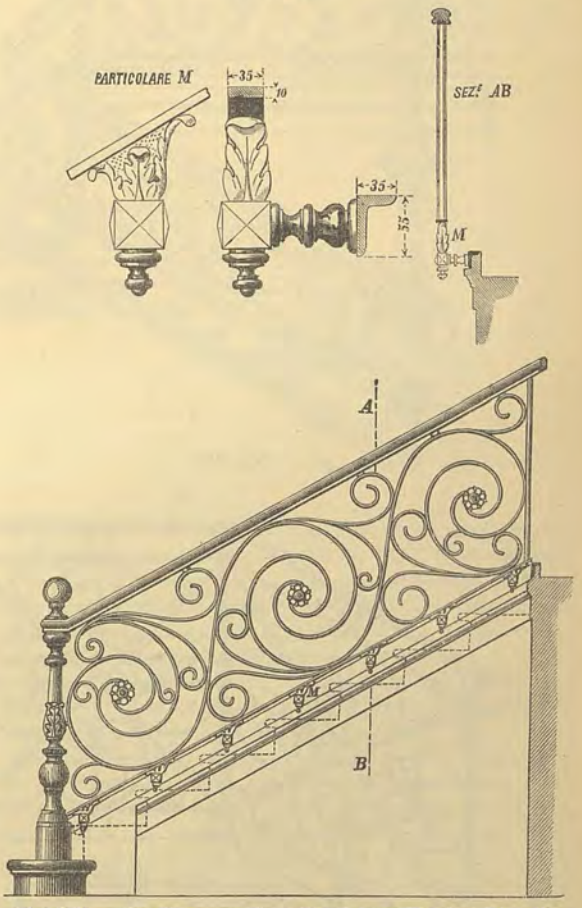


Fig 2454. — Ringhiera casa Banaudi sul corso Massimo d'Azeglio e corso Valentino, Torino (architetto Debernardi).

d'architecture. Bellissimi parapetti si eseguirono in questi ultimi anni nelle officine del Pinchetto, del Castello, del Ropolo in Torino, del Morisetti d'Intra, di cui un saggio si ammira nel nostro Museo industriale.

I primi gradini della prima branca del pian terreno si tengono comunemente più lunghi per modo da presentarsi in pianta con una delle disposizioni indicate nelle fig. 2458-2460.

Il primo gradino si risvolta frequentemente, come è indicato nella fig. 2458, in curva a semicerchio nel cui centro si fissa il pilastrino da cui si diparte la ringhiera.

Si trovano anche degli inviti analoghi a quello rappresentato nelle fig. 2459 e 2460 in cui due oppure tre scalini sono risvoltati in curva ed il pilastrino impiantato sulla seconda o sulla terza pedata; questa disposizione, se dà alla prima branca della scala una certa

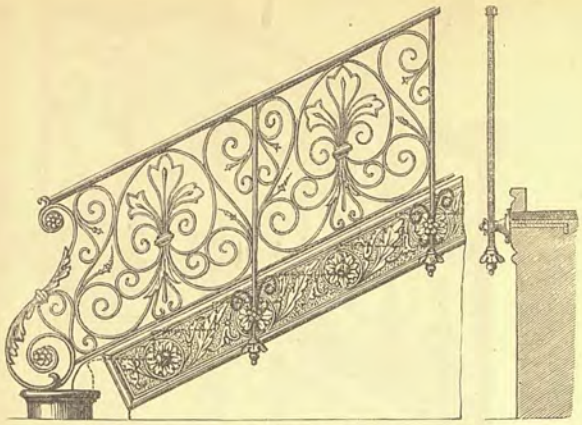


Fig 2455. — Ringhiera casa Bobba in S. Salvatore Monferrato (ing. S. Cerriana).

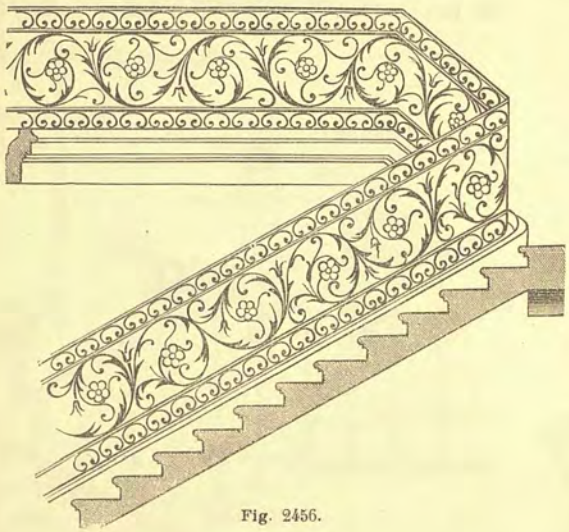


Fig. 2456.

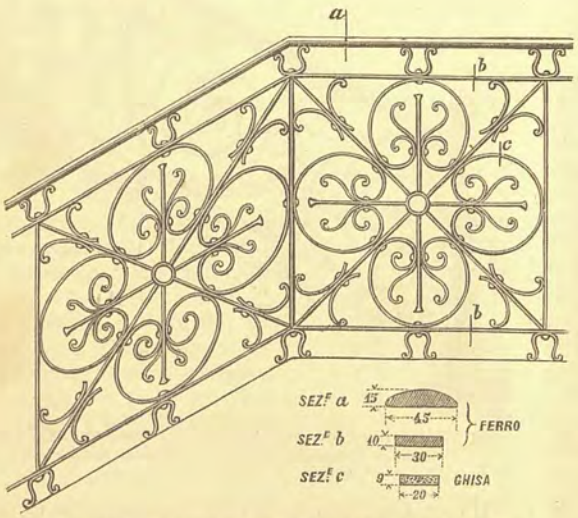


Fig. 2457. — Ringhiera scala Ospizio di Carità a Torino (architetto C. Caselli).

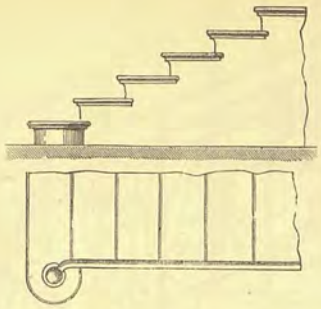


Fig. 2458. — Invito scale, corso Vittorio Eman., 78 e 80, Torino.

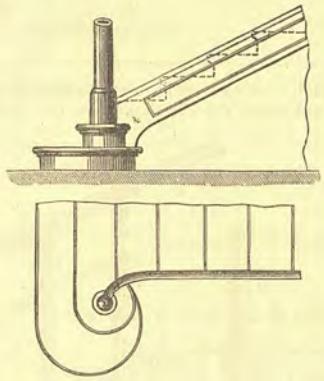


Fig. 2459. — Invito scale, corso Vitt. Em., 71, Torino.

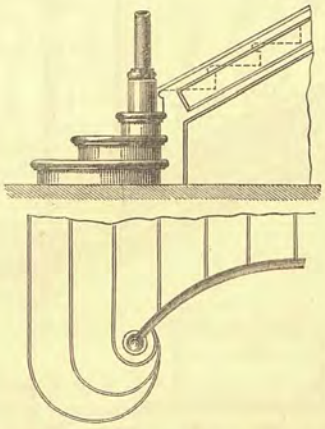


Fig. 2460 — Invito scale, casa Chiesa, corso Oporto, 26, Torino.

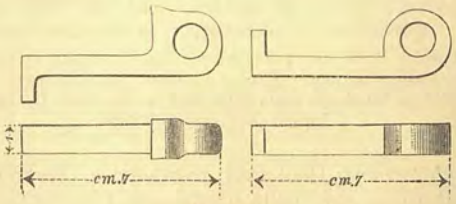


Fig. 2461.

grandiosità, ha però il difetto di mancare per quelle tre pedate di mancorrente tanto utile alle persone vecchie o malaticcie che dovessero percorrere la scala. Invece dell'usuale pilastrino in ghisa si colloca talvolta all'invito della scala una voluta in ferro battuto, un griffone, ecc., come si rileva dalle fig. 2451 e 2455.

La voluta deve inferiormente essere fissata rigidamente alla prima pedata. A questo scopo porta

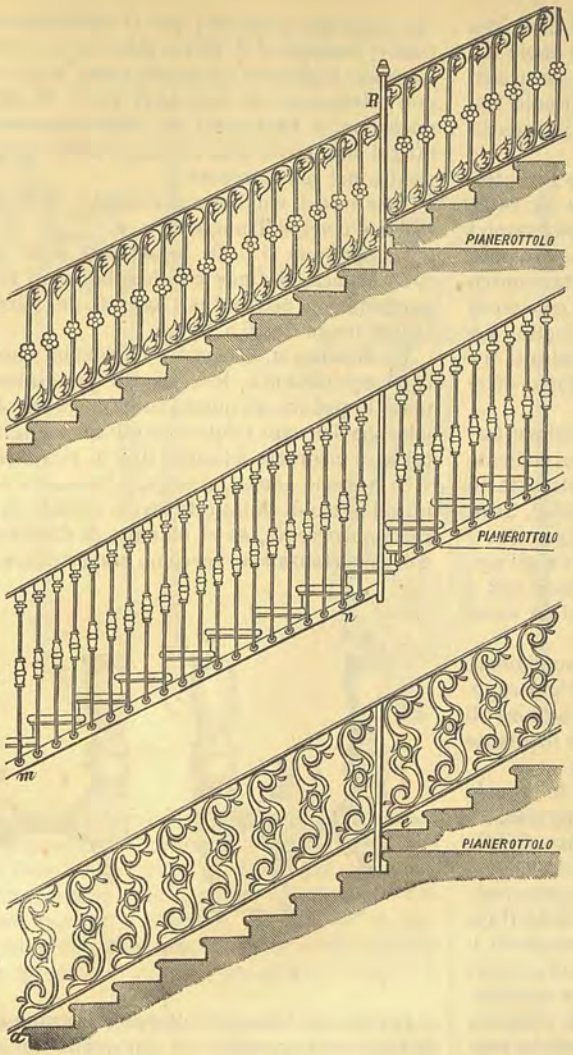


Fig 2462

Fig. 2463.

Fig. 2464.

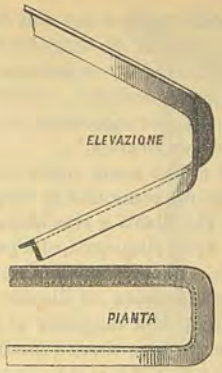


Fig. 2465.

Fig. 2466.

talvolta due appendici foggiate pure a voluta in modo da presentare tre punti d'appoggio.

Nelle scale di lusso si fissano negli angoli rientranti contro ciascun frontalino degli occhielli in ferro od in ottone (fig. 2461) che servono unitamente ad un bastoncino d'ottone a fissare il tappeto o le corsie che talvolta si dispongono lungo queste scale.

In molti casi torna opportuno assegnare ai tre o quattro primi gradini lunghezza maggiore e variabile per guisa che la projezione orizzontale del mancorrente della prima branca presenti una curva più o meno pronunciata (fig. 2444 e 2449). Ciò è utile sia dal lato estetico rendendo più elegante la prima branca come quella maggiormente in vista e torna anche comodissimo in certi casi, come ad esempio per le doppie rampe d'accesso al pian terreno delle villette circondate da giardini nelle quali le persone che entrano ed escono possono, seguendo la via più comoda, portarsi o venire da diverse direzioni senza dover svoltare bruscamente nel giungere al piede della scala. A questo scopo si assegna qualchevolta tale forma alle tre o quattro prime pedate da riescire in pianta curvilinei i loro orli anteriori, come nelle fig. 2349 e 2355.

Circa l'applicazione delle ringhiere dirò:

Nelle scale a tre successive rampe nelle quali si ha sempre un ampio pozzo interno (fig. 2423) ed anche nelle scale a due rampe se la larghezza del pozzo supera i 30 cm., come ad esempio nella fig. 2419, è conveniente adottare il sistema delle ringhiere aggettate come si sono rappresentate nelle fig. 2451-2456, perchè si può ottenere una maggiore larghezza libera al passaggio senza dover tenere tanto larghe le branche.

Quando il pozzo, nelle scale a due branche, ha larghezza inferiore ai 30 cm. è giuocoforza ricorrere alle disposizioni indicate nelle fig. 2444-2450.

Nelle scale a tre rampanti in cui si ha il passaggio da una branca all'altra mediante un pianerottolo quadrato se le branche sono limitate verso il pozzo da una fascia, sia che la ringhiera insista direttamente sulla fascia sia che sia dalla medesima in aggetto per evitare il risalto nel mancorrente (fig. 2462), si usa l'artifizio (fig. 2464) di assegnare alla fascia una pendenza diversa da quella determinata dalla retta tangente al profilo dei successivi scalini per modo che il profilo superiore della fascia risulta al piede della branca tangente o distante pochi centimetri dal profilo del primo scalino, alla sommità della branca risulta tangente non all'ultimo scalino di essa ma bensì al primo della branca successiva.

Sul pianerottolo lungo si fa ricorrere la fascia tenendo il suo livello superiore all'altezza del primo scalino della rampa successiva.

In una scala però a due soli rampanti se il pozzo ha solo da 30 a 50 cm. di larghezza si possono le fascie tenere col loro spigolo superiore tangente o quasi agli scalini, tenendo inclinati i due correnti nel piccolo risvolto in modo da raccordarsi coi correnti del parapetto della successiva branca.

È oggidì molto usata nelle scale secondarie per ottenere la massima economia la disposizione della fig. 2463, con scalini risvoltati e ringhiera in aggetto. Si fissano i bastoncini della ringhiera, che presentano inferiormente un risvolto, ad una lama di ferro *mn* disposta, contro il fianco della branca, al disotto delle pedate con direzione parallela alla tangente al profilo degli scalini. La lama di ferro viene fissata mediante patte distanti fra loro da 80 cm. ad 1 metro incastrate al disotto delle pedate nella struttura della branca.

I ferri d'angolo che usualmente si impiegano per formare il corrente inferiore hanno le dimensioni indicate nelle fig. 2452-2456; talvolta una delle ali è disposta in alto, cioè colla disposizione indicata nelle fig. 2452, 2454, tal'altra essa è disposta in basso come nella fig. 2453.

I vani triangolari che rimangono fra i ferri e gli scalini si chiudono con tavelle per formare la fascia più o meno riccamente sagomata che devesi presentare verso la gabbia.

Nella disposizione della fig. 2453 si usa comunemente di collocare fra i lati del ferro un listellone in legno sagomato come si rileva nella figura stessa nella sezione di destra. Detti correnti si fissano alle branche mediante ferri a patta distanti fra loro da 60 ad 80 cm.

Gli stessi correnti presentano nelle risvolte della scala una doppia piegatura come è indicato nella fig. 2465.

Se non si è adottata per la pianta la disposizione delle fig. 2423 e 2431, cioè senza tener conto dell'osservazione che si farà nelle ultime linee della seguente colonna, tuttavia vogliasi evitare nel mancorrente il risalto nel passaggio da una branca all'altra, siccome il mancorrente non risulta parallelo al ferro *mn* (fig. 2464) è giuocoforza tenere i bastoncini con lunghezza successivamente crescente dal piede alla sommità di ciascuna branca. Ciò non porta grande difficoltà quando la ringhiera si costruisca con barre di ferro, ma non si potrebbe comporre coi balaustrini di ghisa di lunghezza costante come si compongono le ringhiere per scale a branche limitate da fascie (fig. 2464). Si possono per altro adottare ringhiere di ghisa e ferro (fig. 2466) nelle quali ciascun bastoncino è costituito di più parti cioè: un pezzo C inferiore foggiato a collo, con coda filettata all'estremità orizzontale *v* da poterlo fissare mediante chiocciola alla lama di ferro che costituisce il corrente inferiore e con tenone cilindrico alla estremità verticale per calettarlo al fusto; il fusto formato di una semplice barra o tubo di ferro; la testa A di ghisa presentante l'estremità inferiore a tenone cilindrico per calettarla al fusto e con appendice *n* in ferro all'altra estremità per poterla fissare al corrente superiore; talvolta si ha ancora un passante o manicotto B in ghisa per decorazione del fusto verso la metà della sua lunghezza.

Essendo i fusti di ferro disgiunti dal resto si possono con tutta facilità tagliare di lunghezza gradatamente crescente giusta la posizione che debbono avere in opera.

Un altro modo di costruzione delle ringhiere aggettate pel caso delle scale con scalini risvoltati consiste nel fissare direttamente negli scalini sotto ciascuna pedata dei pezzi di ghisa (fig. 2467) che si biforcano in modo da presentare due braccia BB con incavature cilindriche (punteggiate in figura) per il calettamento di due successivi bastoncini di ferro, ciascuno dei quali si fissa al corrente superiore nel modo stesso sopra indicato, cioè coll'intermezzo di due altri pezzi di ghisa; tenendo anche qui i bastoncini in ferro successivamente più lunghi dal piede alla sommità della rampa si evita il risalto nel mancorrente.

Tale tipo di ringhiera si riscontra in Torino nella casa in via Principe Tommaso, n. 4.

La porzione D C da incastrarsi nella sottostruttura della branca, si tiene con lunghezza di 10 a 12 cm.; la porzione A D determina l'aggetto del parapetto e si usa tenere lunga da 10 a 14 cm.

La distanza *a*, affinchè i bastoncini riescano fra loro tutti equidistanti, deve essere precisamente eguale a metà la pedata; se questa fosse maggiore di 30 cm. porgerebbe dei vani troppo ampli ed è miglior partito in tal caso ricorrere ad altro tipo di ringhiera.

Si possono anche impiegare balaustri biforcati ed in un sol pezzo di ghisa e tuttavia evitare la discontinuità nel mancorrente, se si ha cura di distribuire le pedate coll'avvertenza che verremo a specificare più sotto.

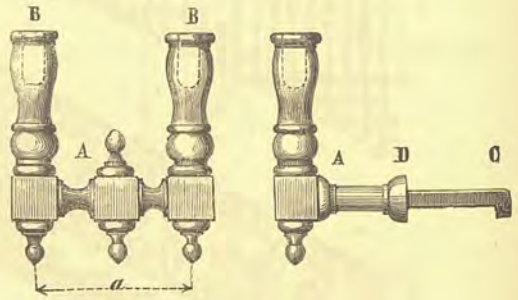


Fig. 2467.

Invece dei balaustri biforcati si usano anche, sia per le ringhiere aggettate sia per quelle non aggettate, dei balaustrini piatti e molto larghi da 16 a 18 cm., disponendone una per ciascuna pedata. Questi balaustrini hanno generalmente ornati troppo triti e trafori molto piccoli per cui in complesso la ringhiera assume un aspetto pesante (fig. 2450 e 2464).

In Toscana, dove sono assai usate le scale con scalini in pietra areneria a tutt'alzata, si incontrano spesso le due ultime disposizioni indicate; si tengono però le code C meno lunghe perchè esse venendo impiombate nello spessore stesso dello scalino riescono, ancorchè più corte, abbastanza ferme.

Presentiamo nelle fig. 2468 e 2469 il disegno di due di questi balaustrini in ghisa fusi nella fonderia del Pignone di Firenze e che fanno parte della collezione dei finimenti di fabbricati del gabinetto di costruzioni dell'Istituto tecnico Germano Sommeillier a Torino.

Invece della disposizione dianzi accennata per le fascie delle scale a tre successivi rampanti si potrà ricorrere alla migliore disposizione indicata nella figura 2423, quando si abbia avuto l'avvertenza nel tracciare le pedate di distribuirle in guisa che gli orli di quelle formanti i due lati dei pianerottoli quadrati non passino precisamente pel vertice del rettangolo limite del pozzo ma bensì a distanza di 10 a 20 cm. dal medesimo, per modo che raccordando le fascie dei due successivi rampanti con una superficie cilindrica lo sviluppo dell'arco *ac* (particolare fig. 2423) projezione di detta superficie abbia

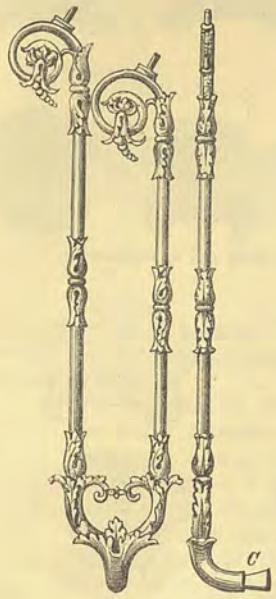


Fig. 2468.

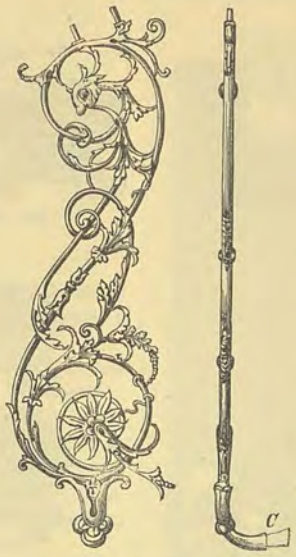


Fig 2469.

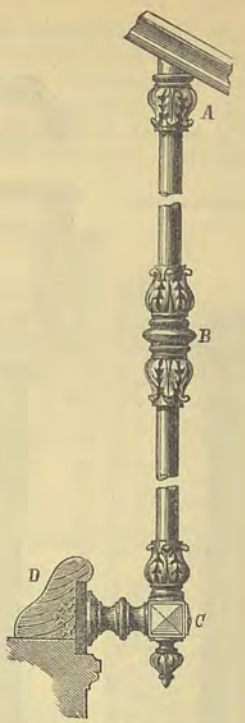


Fig. 2470.

lunghezza eguale alla larghezza di una pedata. I mancorrenti si potranno in tal caso raccordare fra loro con un tratto di forma elicoidale; si evita poi (specialmente se le ringhiere sono in aggetto) nel discendere di fare col piede inavvertentemente due alzate in una volta, come potrebbe succedere se gli orli delle pedate concorressero proprio al vertice, con grave rischio di cadere.

Nella fig. 2470 si ha un'altra forma di balaustrino; la estremità inferiore risvoltata ad angolo retto si collega al corrente inferiore che qui è un semplice ferro piatto con sezione retta di cm. 6 × 1,2 mediante un tenone a vite come nella fig. 2466.

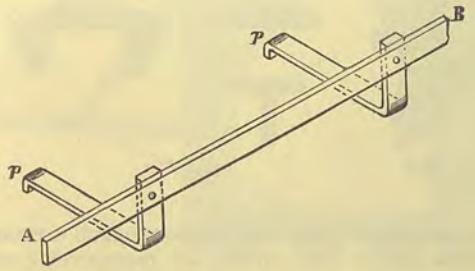


Fig. 2471.

A questo ferro piatto devono inchiodarsi, a distanza fra loro di circa 60 cm. dei pezzi di ferro *p p* piegati ad angolo retto alle loro estremità (fig. 2471) i quali incastrati nella sottostruttura della branca rendono salda la ringhiera.

Per mascherare le teste dei tenoni e le risvolte dei ferri serve un listellone sagomato che si vede sezionato in D nella fig. 2470.

Da questa figura e dalle fig. 2452, 2454, 2455, 2456 e 2566 risultano le diverse disposizioni che si adottano per fissare i balaustrini ai correnti inferiori sia pel caso delle ringhiere disposte sul margine delle branche, sia per quello delle ringhiere in aggetto.

Nelle fig. 2472 e 2473 si hanno due particolari di pilastrino; molti altri si riscontrano nelle figure precedenti.

Nelle fig. 2474-2476 ho disegnato le diverse forme di mancorrenti in legno che si applicano al corrente superiore delle ringhiere; la larghezza varia da 5 ad 8 cm.; la larghezza e profondità della scanalatura inferiore devono essere tali da poter ricevere esattamente il corrente superiore della ringhiera. In questo vengono praticati dei fori a distanza fra loro di circa 80 cm. che permettono di fissare il mancorrente mediante piccole viti introdotte per disotto.

Per i tratti di mancorrente nelle risvolte ad elica occorrono dei ceppi di legno assai voluminosi in confronto dei solidi che se ne ricavano, e una loro aggraziata e perfetta costruzione è considerata come uno dei più difficili lavori da falegname.

Talvolta si colloca il mancorrente anche contro la parete della gabbia rendendolo solidale al muro mediante ferri lunghi circa 16 cm. presentanti ad un estremo una piccola porzione piegata ad angolo retto, affinchè l'incastro suo nel muro risulti ben saldo e l'altro estremo pure con piegatura ad angolo retto ma in senso opposto e terminante in punta od in altro modo adatto a fissarvi il mancorrente; la forma in tal caso di sezione retta può essere l'ultima di quelle rappresentate nella fig. 2474.

Quando le branche hanno piccola larghezza conviene praticare nel muro una scanalatura, come si rileva in sezione nella fig. 2477, per guisa che il mancorrente viene a sporgere pochissimo dal filo del muro.

Nelle scale ad anima piena che quasi esclusivamente si praticarono nelle case di comune abitazione che sor-

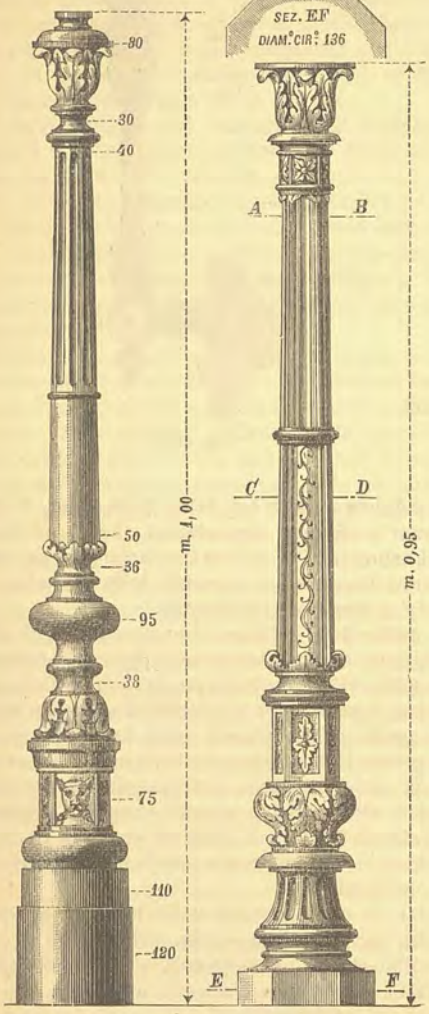


Fig. 2472. Fig. 2473.

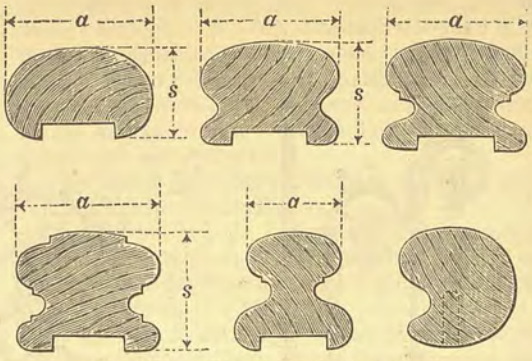


Fig. 2474 — Diversi tipi di mancorrenti

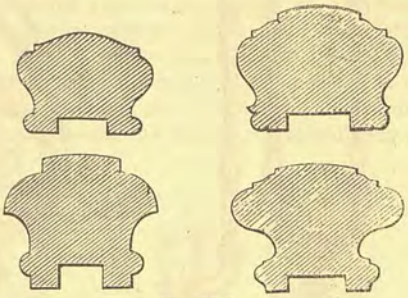


Fig. 2475.

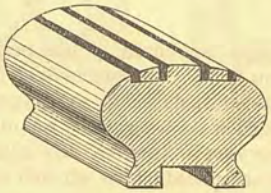


Fig. 2476.

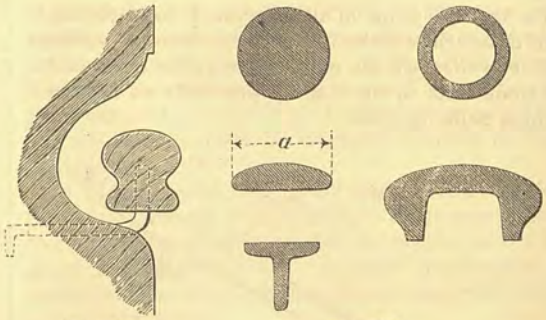


Fig. 2477. Fig. 2478.

sero fra il XIII ed il XVI secolo, si adottava una disposizione del tutto analoga alla descritta; d'ordinario però si faceva a meno del mancorrente in legno coll'assegnare all'incassatura nella parete tale profilo da risultarne come un cordone in muratura che serviva d'appiglio alla mano.

Il legno che si adopera d'ordinario per la costruzione dei mancorrenti è il larice rosso, però volendosi un po' d'eleganza è molto più appropriato il noce.

Nelle scale di lusso si adotta anche il palissandro, l'ebano, l'acaju, intarsiandosi talvolta per maggior ricchezza la superficie convessa superiore con filettature di rame, di ottone o di legno di colore diverso da quello del mancorrente (fig. 2476).

Già anticamente fu usato, ed ancora oggidì si riscontra in alcune scale di lusso, invece del mancorrente contro il muro un cordone annodato ad occhielli di ottone più o meno riccamente ornati e infissi nel muro; questo cordone talvolta è costituito da fili di cotone, di lana, di seta, tal'altra da una fune di canepa ricoperta di velluto.

Nelle scale secondarie e negli edifizi industriali si fa spesso a meno del mancorrente in legno: può in tal caso tornare vantaggioso adottare per corrente superiore un ferro avente per sezione retta una delle forme rappresentate nelle fig. 2478.

Le scale a pozzo quando non è possibile illuminarle sufficientemente con aperture disposte nei muri di gabbia

si illuminano dall'alto con lucernai; bisogna in tal caso procurare che il pozzo abbia un'ampiezza considerevole, almeno $1^m,50$ di lato, e possibilmente assegnargli maggiore ampiezza a misura che si sale, ciò che si può ottenere con un'opportuna successiva diminuzione nella larghezza delle branche.

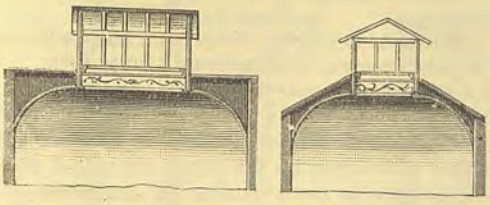


Fig. 2479.

Converrà assegnare al lucernario tale ampiezza da presentare in pianta le stesse dimensioni del pozzo e possibilmente anche maggiori.

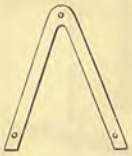


Fig. 2480.

I lucernari si formano usualmente con lastre di vetro larghe 50 centim., spesse 4 a 6 mm., lunghe da m. 1,00 a 1,50 e fino a 2 metri. Si collocano queste lastre su appositi ferretti diretti secondo il pendìo del tetto, i quali sono alla lor volta fissati a convenienti armature di legno o di ferro.

È bene che le falde del lucernario siano sopraelevate su quelle del tetto circostante da 25 a 30 centimetri; in molti casi si assegna una sopraelevazione assai maggiore costruendosi i cosidetti lucernari a lanterna (figura 2479) nei quali la luce, oltre che dalle falde superiori, viene da

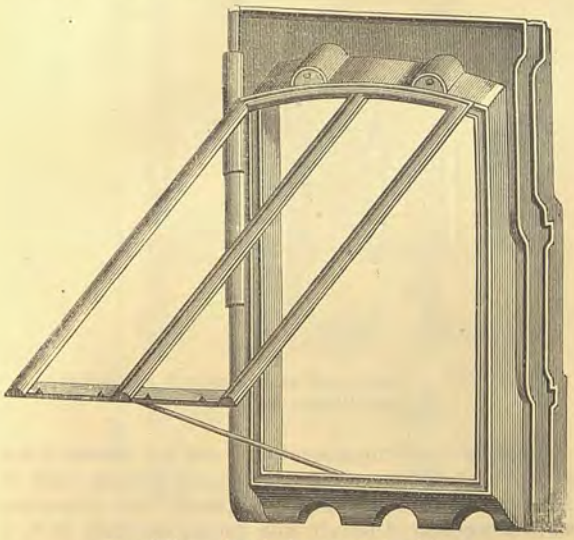


Fig. 2481. — Piccolo lucernario in ghisa.

invetriate collocate nelle pareti verticali che limitano il lucernario e che costituiscono il così detto tamburo della lanterna. Con questa disposizione anche in tempo di grandi nevicate in cui si avrebbe scarsa luce dalle falde superiori a causa dell'alto strato di neve che le ricopre, ne viene a sufficienza dalle invetriate verticali.

Per evitare che la grandine rompa i vetri è prudenza disporre sui lucernari delle reti in fil di ferro zincato. Queste reti si tengono scostate dai vetri da 8 a 10 cm. mediante ferretti piegati ad angolo acuto (fig. 2480) che si fissano nel vertice all'intelajatura della rete e per le estremità dei lati alle costole dei ferri a vetro.

Bisogna procurare che l'intercapedine fra il vôlto della gabbia e le falde del tetto sia della minore possibile altezza affinchè non riesca tanto alta la fascia del tamburo sotto le pareti invetriate. Talvolta a causa

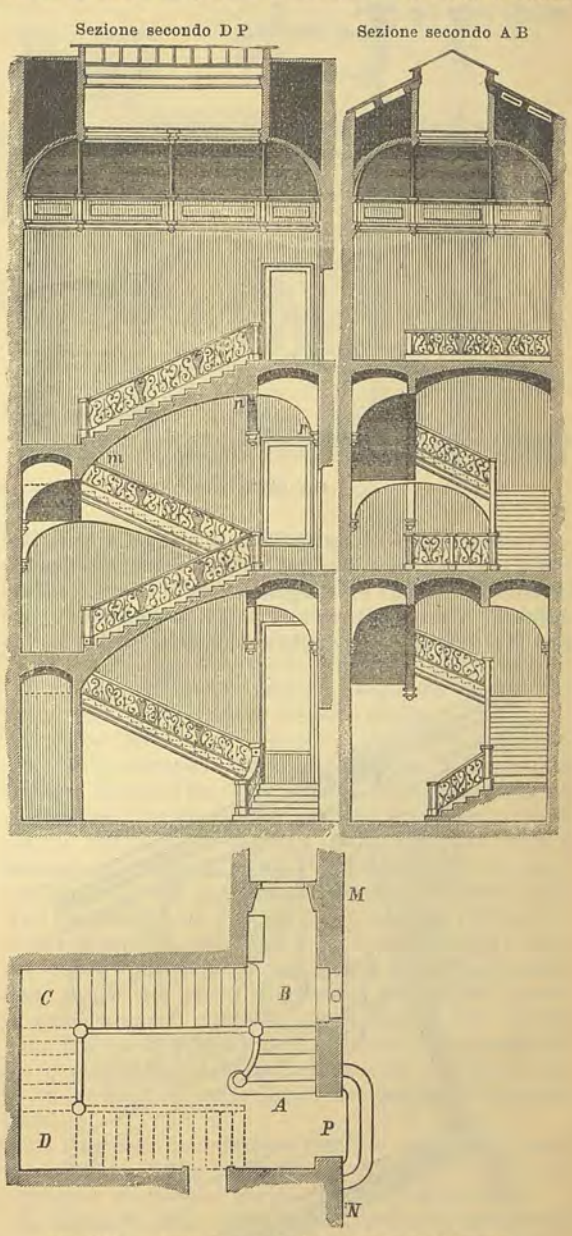


Fig. 2482. — Scala di casa Ceriana, angolo via Arsenale e corso Oporto, Torino (architetto conte Ceppi).

della configurazione del tetto ciò non si può conseguire ed in allora per evitare che il brutto aspetto della lanterna guasti l'estetica della gabbia si usa disporre un secondo lucernario od invetriata collocata in piano orizzontale sulla base del tamburo.

Questi lucernarii riescono però sempre assai costosi e di difficile manutenzione e dànno generalmente, se il fabbricato consta di più di tre piani, luce assai scarsa nei piani inferiori, epperciò sono da praticarsi solo quando sia assolutamente impossibile distribuire i muri

del fabbricato in modo che il locale destinato alla scala possa ricevere luce diretta a sufficienza da aperture praticate nei muri della gabbia a diverse altezze.

Spesso per dar luce alla scaletta che dall'ultimo piano sale al sottotetto può riescire sufficiente l'applicazione di un lucernario in ghisa del genere di quello rappresentato colla fig. 2481.

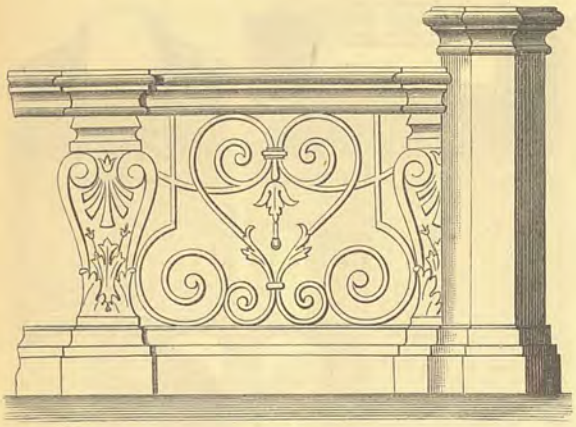


Fig. 2483.

Presentiamo nella fig. 2482 la scala della casa Ceriana, sull'angolo di via dell'Arsenale e corso Oporto in Torino, eseguita sui disegni del conte Ceppi. Dall'androne M N salendo i tre scalini che precedono la portina P a vetri si arriva alla gabbia della scala che è a

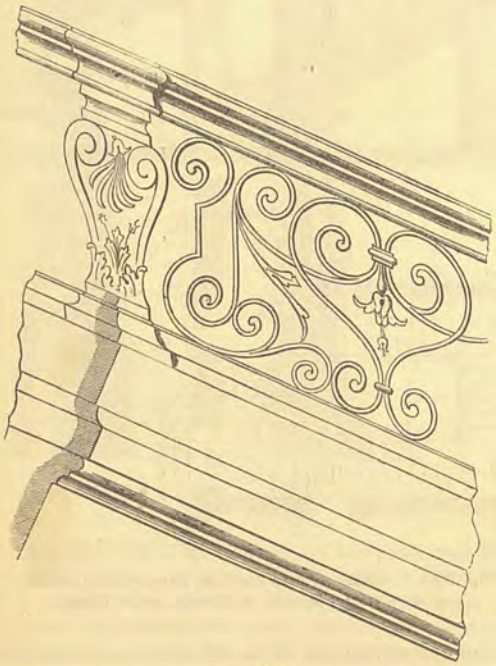


Fig. 2484.

pianta rettangolare. Per salire al primo piano si percorrono quattro branche A B, B C, C D e D A. Le prime tre branche sono sostenute dai muri perimetrali e da altri elevati in corrispondenza dei loro margini interni. La quarta branca è sostenuta da una vôlta a botte zoppa impostata in basso al muro di sinistra, in alto al pianerottolo del primo piano. Questo pianerottolo è sostenuto da tre vôlte a vela impostate per un lato sul muro di destra della gabbia e su due altri lati ai muricci elevati su mensole disposte come si rileva dalla sezione A B. Faccio notare che la mensola projettantesi in *rn* viene a formare con porzione della vôlta *nm* un arco a collo d'oca.

Disposizioni analoghe si hanno per sostenere le altre branche.

Le branche sono larghe, compreso il parapetto, metri 1,80; il pozzo centrale risulta di m. 1,80 × 4,60.

Gli scalini sono di marmo verde della Roja.

Il parapetto (fig. 2483 e 2484) si compone di zoccolo, cimasa e pilastrini in marmo giallo di Verona. I pilastrini sono molto spaziati fra loro e nei vani è disposta una decorazione in ferro battuto. In complesso questa scala ha un aspetto molto signorile ed elegante. Riceve luce oltrechè dalle finestre site sui tre pianerottoli da un lucernajo sul colmo della vôlta a schifo con gavetta che copre la gabbia della scala.

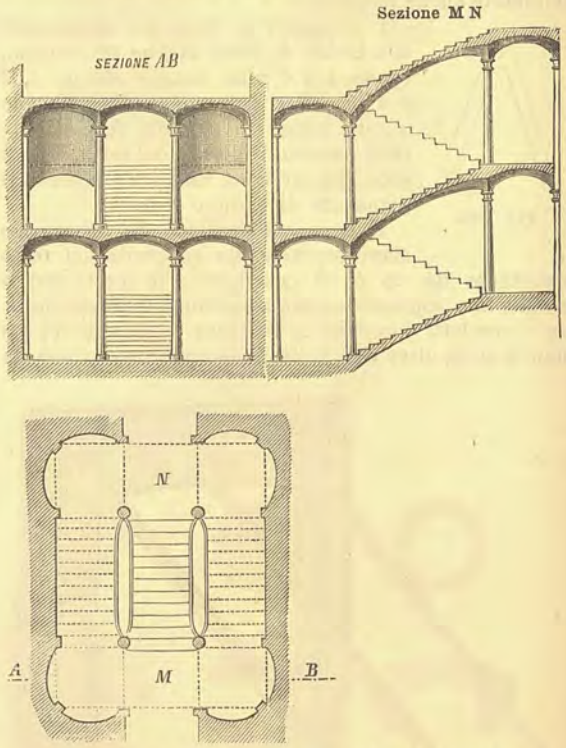


Fig. 2485. — Scalone nel palazzo reale di Alessandria (architettura dell'Alfieri).

Nella fig. 2485 rappresentiamo con una pianta a due sezioni verticali la scala a tanaglia del palazzo reale di Alessandria, architettura dell'Alfieri. Dal grandioso atrio d'ingresso si accede alla rampa centrale M N, e raggiunto il pianerottolo N proseguendo per una delle due branche laterali si arriva al pianerottolo soprastante ad M dal quale si accede agli ammezzati, e con una nuova branca centrale si raggiunge il piano nobile. Con analoga distribuzione di branche si passa ai piani superiori. Le branche sono larghe m. 1,70.

Ciascuna branca laterale è sostenuta da una vôlta a vela che s'imposta sulle pareti della gabbia e su quattro colonne interne che si ripetono, sovrapposte, ad ogni pianerottolo.

Le branche centrali sono un po' discoste da quelle laterali per guisa da presentarsi due ristretti pozzi

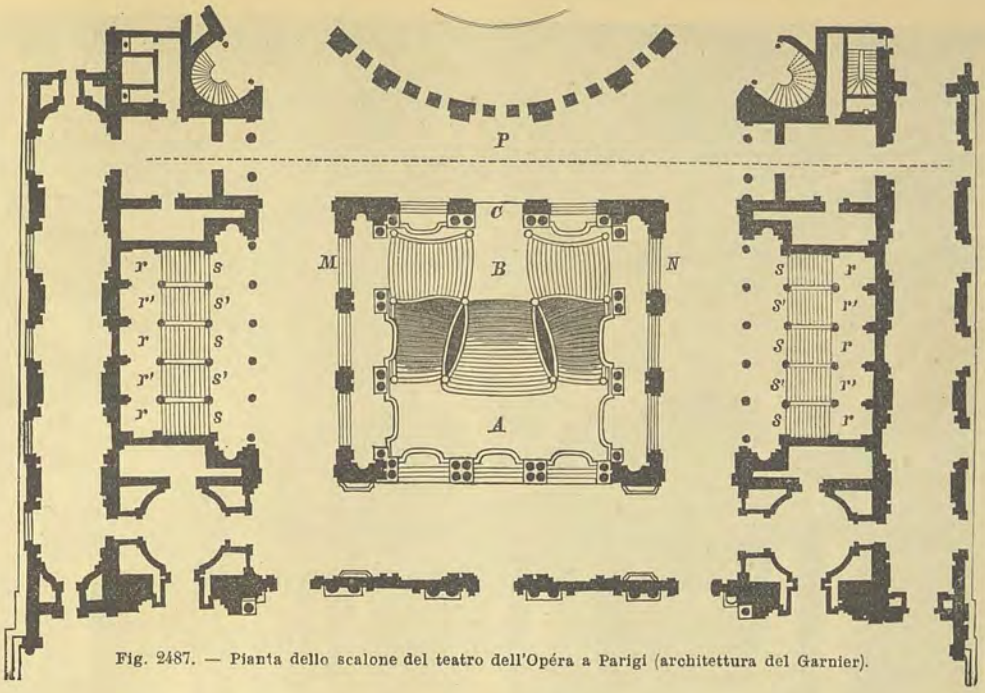


Fig. 2487. — Pianta dello scalone del teatro dell'Opéra a Parigi (architettura del Garnier).

(larghi in pianta solo 35 cm.), ma che tuttavia servono a rendere elegante la costruzione.

Le quattro colonne interne hanno la particolarità di presentare i loro capitelli a 45° da chi li osserva dai

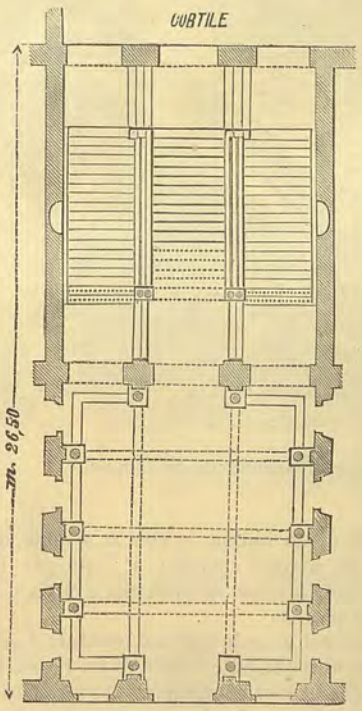


Fig. 2486. — Atrio e scalone del palazzo Barolo in Torino.

pianerottoli e nella direzione delle diagonali delle tavole di questi capitelli si hanno gli spigoli d'incontro delle tre vôltine a vela che sostengono ciascun pianerottolo.

Le pareti della gabbia in corrispondenza dei pianerottoli s'incurvano formando negli angoli delle superficie cilindriche semicircolari come si rileva dalla pianta.

Con queste ingegnose disposizioni il valente architetto ha saputo ottenere con delle dimensioni assai limitate, in confronto di quelle dell'atrio d'ingresso, un assieme abbastanza armonico e di lodevole effetto.

Scalone del palazzo Barolo a Torino. — Una maestosa scala a tanaglia (fig. 2486) abbiamo in Torino nel palazzo Barolo (via delle Orfane, N. 7) costrutto sui disegni del Baroncelli nel 1692. Da un vasto atrio di pianta rettangolare, coperto con una grande vôlta a fascioni impostata a colonne disposte contro le pareti dell'atrio, si passa alla gabbia dello scalone la cui pianta è un rettangolo di m. 12 per 10,20; salendo i 18 gradini di una delle due branche a collo laterali si arriva ad uno dei pianerottoli laterali, siti contro la fronte opposta della gabbia. Da questi pianerottoli con quattro scalini si passa a quello mediano, da cui con 18 altri scalini della branca a volo centrale si raggiunge il pianerottolo del 1° piano e con esso termina la scala. Dal medesimo si ha accesso ai varii locali del piano nobile dell'edificio.

La larghezza della branca centrale compresi i parapetti è di m. 3,75; quella libera risulta di m. 3,07. La larghezza libera delle branche laterali è di m. 2,53.

Il muro di testa della gabbia presenta tre grandi arcate semicircolari, chiuse da invetriate ed al disopra di queste altri tre ampii finestroni, per cui lo scalone riceve luce in abbondanza e ne trasmette anche all'atrio il quale poca ne riceve dal portone d'ingresso stante la piccola ampiezza della via su cui si apre.

Il pianerottolo del primo piano è sostenuto da 3 vôlte a vela impostate sulle pareti della gabbia e su arconi ellittici lanciati da quelle a due coppie di colonne intermedie; l'arco di mezzo serve altresì a formare l'imposta superiore del vôlto a vela rampante che sostiene la branca a volo centrale. Al disotto di questa branca risulta un passaggio abbastanza ampio per cui possono le vetture dalla strada attraversando

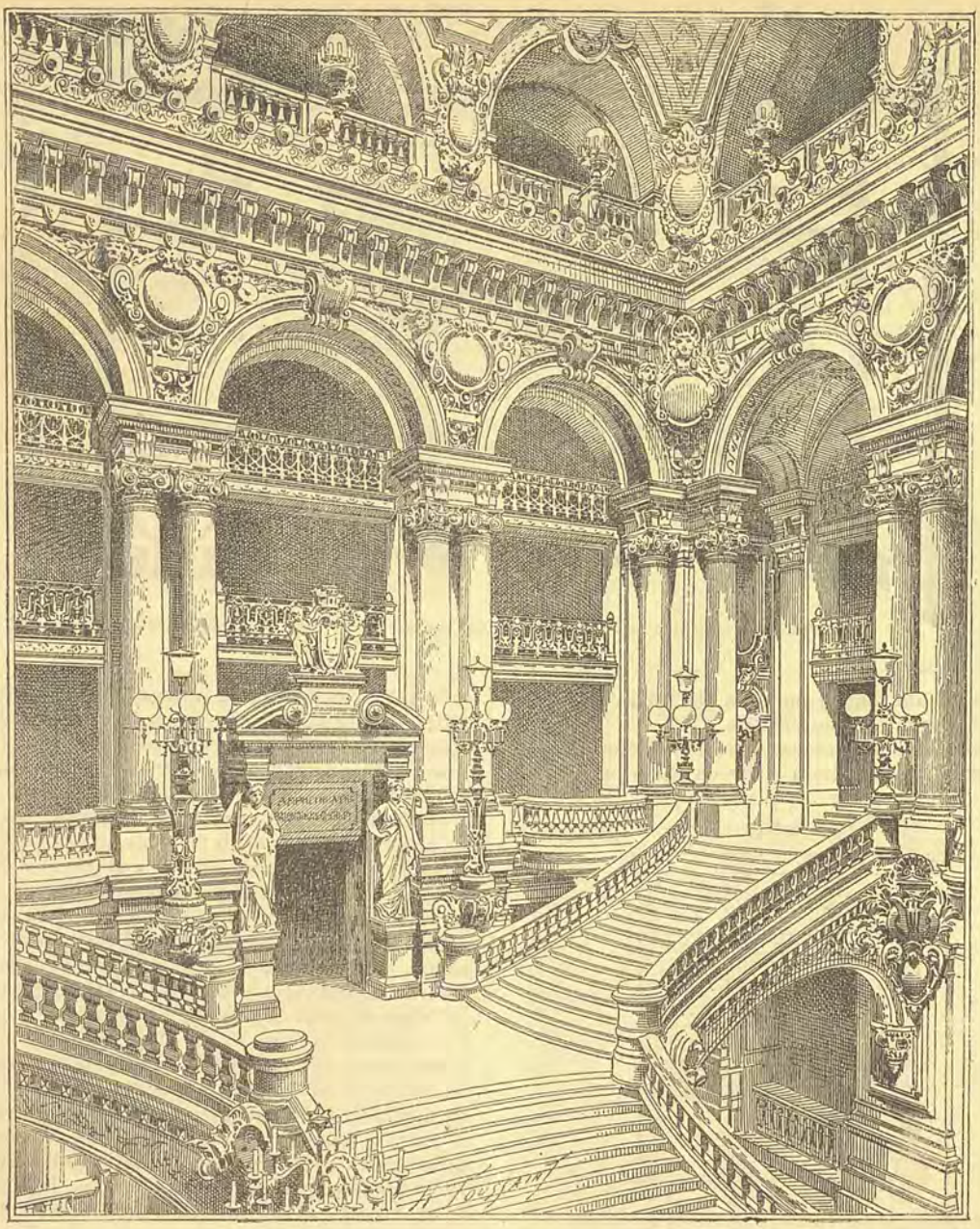


Fig. 2488. — Prospettiva dello scalone del teatro dell'Opéra a Parigi (architettura del Garnier).

l'atrio accedere al cortile, che però è munito di altro ingresso.

La gabbia della scala è coperta da una grande vôlta a botte con teste di padiglione.

Nelle pareti vi sono due ampie nicchie con statue.

I parapetti sono in marmo con balaustrini a sezione quadrata e colle loro sagome ricorrenti parallelamente al pendìo delle branche.

Sui pilastrini delle risvolte fra le branche laterali e la centrale sonvi due bellissime sfingi in marmo.

Scala del Teatro dell' Opéra di Parigi. — Illustriamo mediante una pianta ed una prospettiva (fig. 2487 e 2488) questo grandioso scalone. Per dar un'idea della sua importanza basterà notare che il costo totale dell'edificio fu di 45 milioni e che la gabbia della scala, compresi gli attigui corridoi e scale per l'accesso ai diversi ordini, occupa un'area che è circa il triplo dell'area della platea.

La gabbia del grande scalone centrale è rettangolare con un lato di m. 21,50 e l'altro di m. 17,50. Lo scalone presenta una branca centrale a volo larga in corrispondenza dell'invito m. 7, alla sommità m. 4,50. Sul pianerottolo B che segue la prima branca si ha in fronte la grande porta d'ingresso alla platea, decorata da cariatidi che sostengono una trabeazione alla cui sommità spicca lo stemma della città.

Dallo stesso pianerottolo B si partono simmetricamente in direzione normale all'asse della prima branca

Fig. 2489. — Scalone del reale palazzo di Caserta (veduta del primo pianerottolo).

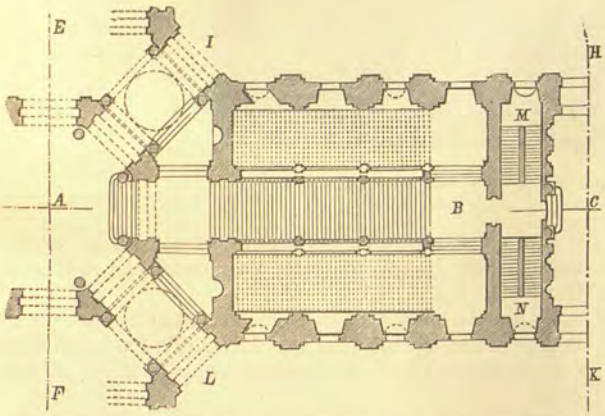


Fig. 2490. — Pianta dello scalone del reale palazzo di Caserta (architettura del Vanvitelli). Scala di mm. 1,4 per 1 metro.

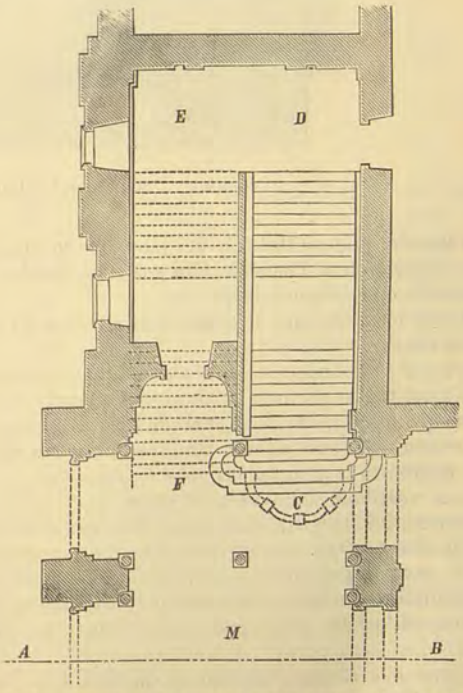


Fig. 2491. — Pianta dello scalone del palazzo Madama a Torino (architettura del Juvara). Scala di 1 : 300.

due altre mettenti a due opposte gallerie del vestibolo che circonda la gabbia della scala, a livello della prima galleria.

Questo vestibolo presenta dei balconi sporgenti in curva di grazioso effetto.

Una grandiosa ordinanza di colonne in marmo accoppiate e collegate da arconi con soprastante cornicione servono a sostenere la cupola che ha forma d'una vôlta a padiglione lunettata.

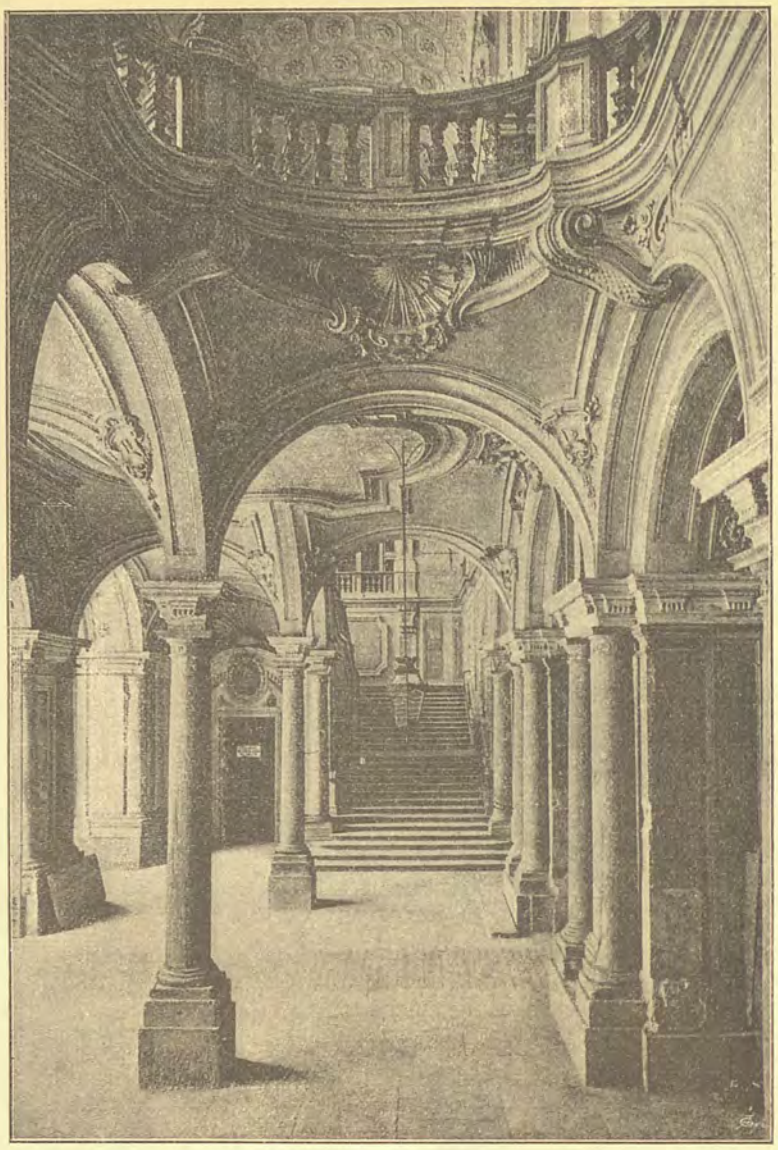


Fig. 2492. — Scalone del palazzo Madama a Torino (veduta del piano terreno)

Dai lati del pianerottolo A del pian terreno con due branche parallele si discende alla galleria situata sotto il vestibolo che circonda la platea.

Tutte le branche sono limitate lateralmente da parapetti in curva.

In *sr* e *s'r'* si hanno le scale che salgono alle diverse gallerie del teatro; le loro branche sono larghe m. 2,25.

Dalla prima galleria si dipartono i tre rampanti *sr*, *sr*, *sr* che mettono ad un comune pianerottolo dal quale mediante le attigue branche intermedie *r's' r's'* si sale al vestibolo della seconda galleria.

I marmi, gli stucchi, i bronzi, le dorature e le pitture sono profusi con tale ricchezza da assumere questo scalone un aspetto grandioso e sorprendente e l'opera appare addirittura meravigliosa nel colpo d'occhio che si presenta all'uscita dalle gallerie circolari del primo piano.

Scalone del Reale Palazzo di Caserta (fig. 2489 e 2490). — A niuno secondo per grandiosità di concetto, questo maestoso scalone desta somma meraviglia a chi si reca a visitare quell'imponente vasto palazzo eretto nel 1752 sui disegni di Luigi Vanvitelli per ordine di Carlo III.

La gabbia misura circa 24 m. di lunghezza per 19 di larghezza; le tre branche che la suddividono risultano con larghezza libera, cioè esclusi i parapetti, di m. 4,30 circa.

Dall'atrio A del pian terreno mediante la branca centrale AB si arriva al pianerottolo B. Quivi la scala si sdoppia, e percorrendo a piacimento i quattro gradini di destra o di sinistra e poscia la successiva corrispondente branca laterale si raggiunge l'atrio del primo piano soprastante all'atrio A. Da questo si ha, dai quattro androni diretti come AI ed AL a 45° rispetto ai quattro corpi di fabbrica che s'incontrano in A, vista di altrettanti cortili determinati da quei corpi.

Gli scalini ed il parapetto della scala sono in marmo bianco di Carrara. Sui pilastrini che scompartiscono la balaustrata in tre parti si ergono dei grandiosi candelabri in bronzo. I parapetti delle due branche laterali

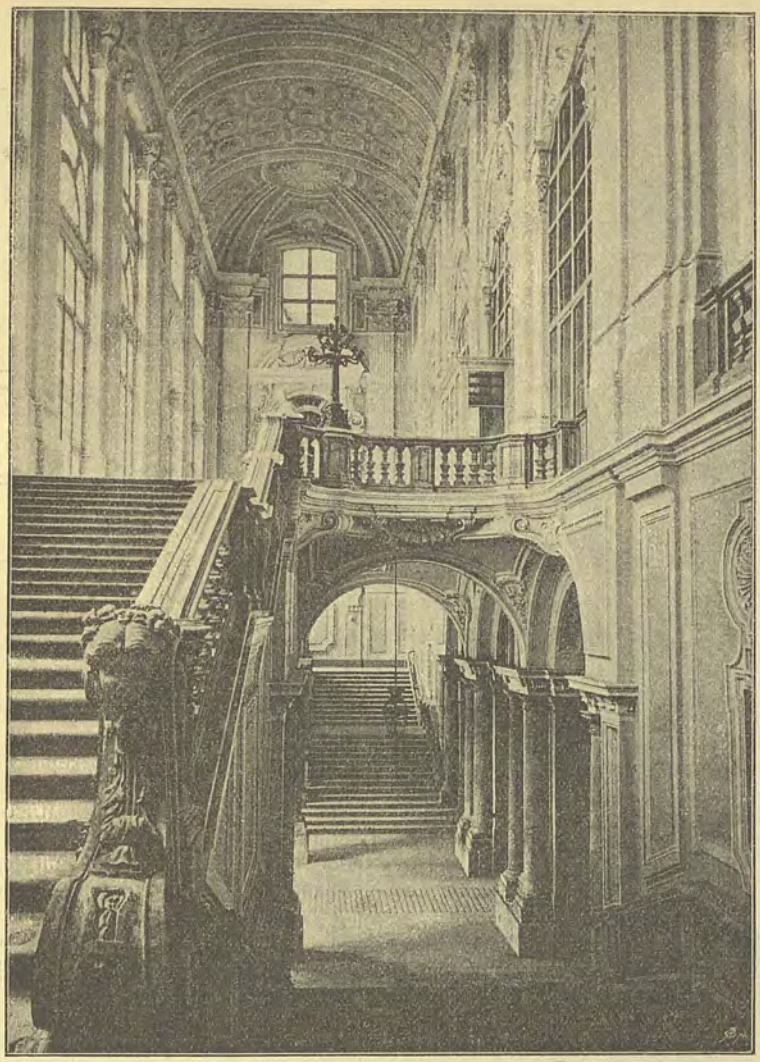


Fig. 2493. — Scalone del palazzo Madama a Torino (veduto dal primo pianerottolo).

sono decorati sulla fronte con grandiose volute. Due leoni in marmo si ammirano ai lati alla sommità della prima branca, la centrale; sono rivolti verso l'invito della scala. Colonnati, trofei, statue completano la decorazione.

Il rimanente di quel vastissimo fabbricato ha un aspetto molto severo e tranquillo, ispira, direi quasi, malinconia, e quantunque imponente per mole non corrisponde alla magnificenza dello scalone d'onore.

Scalone del Palazzo Madama a Torino. — Di questo magnifico scalone eseguito, in un colla superba facciata del palazzo, sui disegni del Juvara, presentiamo solo metà della pianta, essendo esso perfettamente simmetrico rispetto all'asse A B (fig. 2491). Porgiamo inoltre due prospettive prese l'una dall'atrio del pian terreno e l'altra dal pianerottolo che segue la prima branca di destra per chi entra dalla facciata principale (fig. 2492 e 2493).

Dopo lo scalone di Caserta è per l'Italia questo del Palazzo Madama, per quello ch'io mi sappia, il più rimarchevole per grandiosità di vaso e concetto decorativo, non però per ricchezza di materiali essendo le pareti semplicemente arricciate e le decorazioni in solo stucco bianco. Il parapetto è di marmo bianco con balaustrini a sezione quadrata colle sagome ricorrenti parallelamente al pendìo delle branche. I parapetti delle branche che discendono dal pianerottolo centrale del primo piano terminano sui pianerottoli laterali con una maestosa voluta decorata superiormente da aggraziata testa di donna. Assenza assoluta di dorature e pitture; di marmo non vi ha altro che la statua di Carlo Alberto sul centro del pianerottolo al primo piano.

Dall'atrio M, mediante le due branche C D ed E F si arriva, salendo complessivamente 8 metri con 46 gradini, allo spazioso pianerottolo centrale, da cui si ha accesso alle principali sale dell'edificio.

La gabbia è lunga complessivamente m. 47, è larga circa 9 m.; la larghezza libera di ciascuna branca, dedotti cioè i parapetti, risulta di circa m. 4. È al primo piano abbondantemente illuminata, anzi direi quasi a giorno, ricevendo luce da 5 grandi arcate chiuse da invetriate. È decorata con grandiosa ordinanza di paraste scanalate ed è coperta da vôlta a botte con teste di padiglione la cui imposta si trova a m. 14 sul livello del primo piano, e la chiave a m. 17 dallo stesso livello.

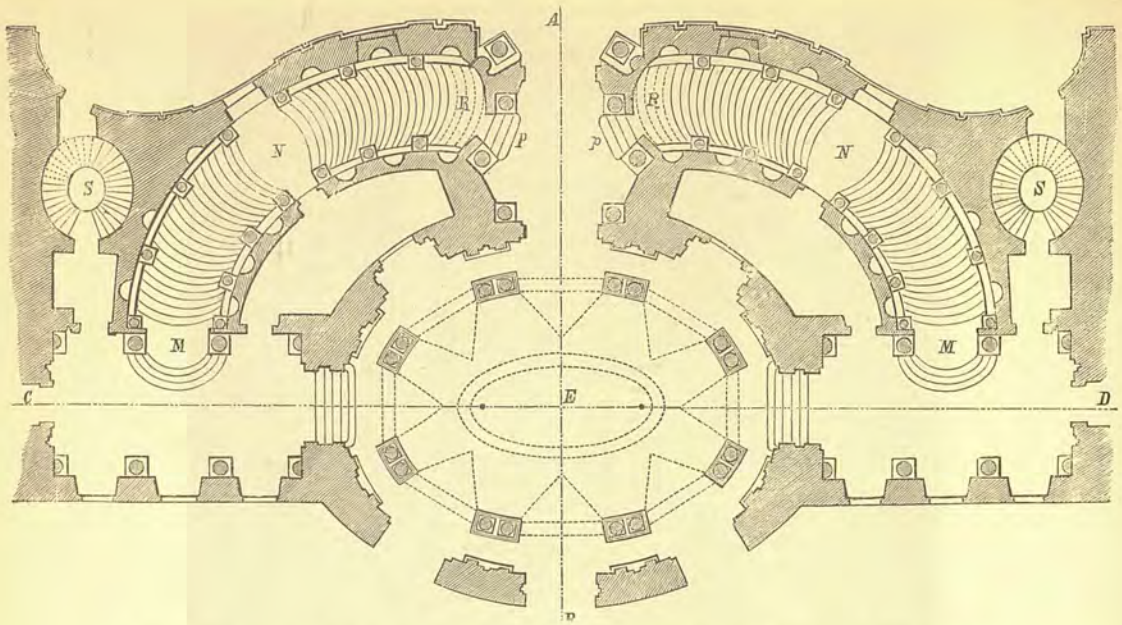


Fig. 2494. — Scaloni della parte antica del palazzo Carignano a Torino (architettura del Guarini)
Scala di mm. 3 per 1 metro.

Non vi ha altro in questo palazzo che rispecchi la grandiosità dello scalone e la magnificenza della facciata; al pian terreno, all'atrio compreso nella gabbia della scala, fa seguito un altro atrio a cui la luce arriva assai scarsamente e da questo con brutto androne si raggiunge la fronte opposta dell'edificio.

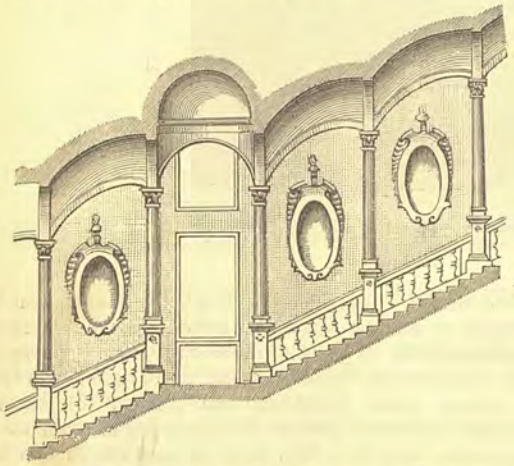


Fig. 2495. — Scalone palazzo Carignano a Torino.
Porzione di sezione longitudinale secondo l'asse della branca M N, in corrispondenza del pianerottolo N (sviluppata in piano).
Scala 1 : 200.

Scaloni del corpo antico del Palazzo Carignano. — Presentiamo nella fig. 2494 e 2495 la pianta di porzione dell'antico palazzo Carignano eretto nell'anno 1680 sui disegni del padre Guarini per ordine di Emanuele Filiberto.

In essa si osservano due scaloni che, quantunque non siano certamente tipi da imitarsi, meritano tuttavia di essere conosciuti per la loro spiccata originalità.

Il Bertolotti, a proposito di questi scaloni, dice: l'architetto spinse il suo singolare odio contro la linea retta sino a fare curvi, ora saglienti ora rientranti gli scaglioni della grande scala in modo da indurre la vertigine a chi gli ascende o discende.

Ad onta di questo severo giudizio non manca questo scalone di una certa grandiosità ed è di effetto scenico ammirevole. È d'altronde pienamente in armonia col rimanente dell'edificio. La sua pianta in curva segue l'andamento del profilo di facciata e si adatta alla forma del grandioso atrio centrale. Gli scalini ora saglienti ora rientranti, parmi un abile artificio per ottenere in N un comodo riposo ed evitare contemporaneamente le difficoltà che sarebbero sorte nell'applicazione dei colonnati di decorazione delle pareti.

La larghezza libera delle branche è di m. 3 e di 4,20 la distanza fra le due pareti laterali. Queste sono decorate da una bella ordinanza di colonne con piedestallo. Fra le successive colonne sono lanciati degli archi rampanti a monta assai depressa. Le colonne corrispondenti delle due opposte pareti sono collegate con arconi a tutta monta. Gli scomparti trapezi determinati dai suddetti archi sono coperti con vôlte a vela ad eccezione di quello corrispondente al riposo N che presenta piedi di vela con soprastante vôlta a cupola.

Nelle pareti fra le successive colonne sono praticate delle nicchie ovali contornate da appropriata decorazione in stucco.

Nelle fig. 2496 e 2497 si è rappresentata la bellissima scala costruita per salire al primo piano del Tribunale di commercio a Parigi. Ha 12 m. di diametro.

I parapetti sono in pietra con aggraziati balaustrini; le pareti della gabbia sono decorate da nicchie con statue ed il cielo costituisce una vôlta a cupola la cui calotta interna è sorretta da otto cariatidi ed è decorata con cassettoni e scolture.

Scale a chiocciola in muratura.

Nelle costruzioni religiose del medio evo s'incontrano spesso, per salire alle guglie, delle piccole scale a chiocciola i cui scalini sono a tutta alzata; hanno in pianta forma trapezia (fig. 2498), e dalla parte della base

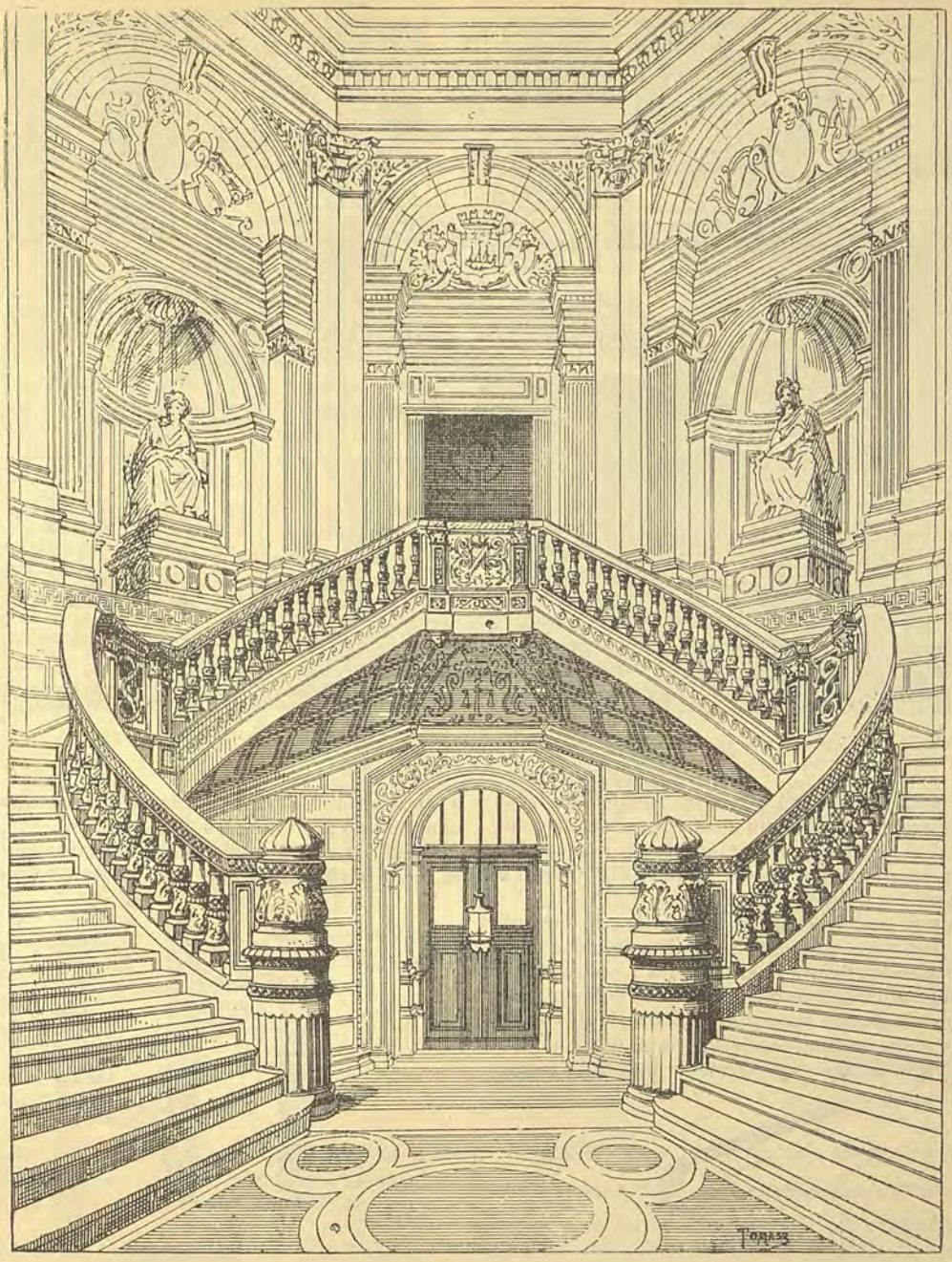


Fig. 2496. — Scalone del Tribunale di Commercio a Parigi.

minore presentano un' appendice circolare per modo che collocati i successivi scalini a posto secondo la girata, quelle appendici vengono a formare colonna nel centro della gabbia. Ciascun scalino presenta in pianta uno spigolo, quello posteriore tangente al circolo centrale; quello anteriore diretto secondo un raggio del circolo gabbia della scala. Con questa disposizione la parte cilindrica dello scalino che serve per formare l'anima resta ben solidale col rimanente dello scalino ed inoltre ogni scalino appoggia sul precedente non soltanto per la porzione centrale circolare ma altresì per una striscia trapezia come si rileva nella fig. 2499.

Queste scale riescono perciò molto solide e si può occorrendo tenere il muro di periferia assai sottile da 12 a 25 centimetri o con costruzione a trafori. Alla porzione cilindrica centrale si può assegnare diametro da 10 a 15 cm.

Nella Mole Antonelliana a Torino destinata a ricordo del gran re Vittorio Emanuele II sonvi scale a chiocciola in muratura di sì ingegnosa struttura da risultare di una leggerezza ammirabile presentando pur tuttavia la voluta stabilità (fig. 2500-2502).

Quella che dal piano delle gallerie ad archi parabolici sale al piano d'imposta della grande cupola si compone di un' anima centrale cava con diametro esterno di centim. 60, formata da cinque pilastrini di mattoni avente la forma e le dimensioni indicate nella fig. 2500. Essi sono a convenienti altezze collegati fra loro da

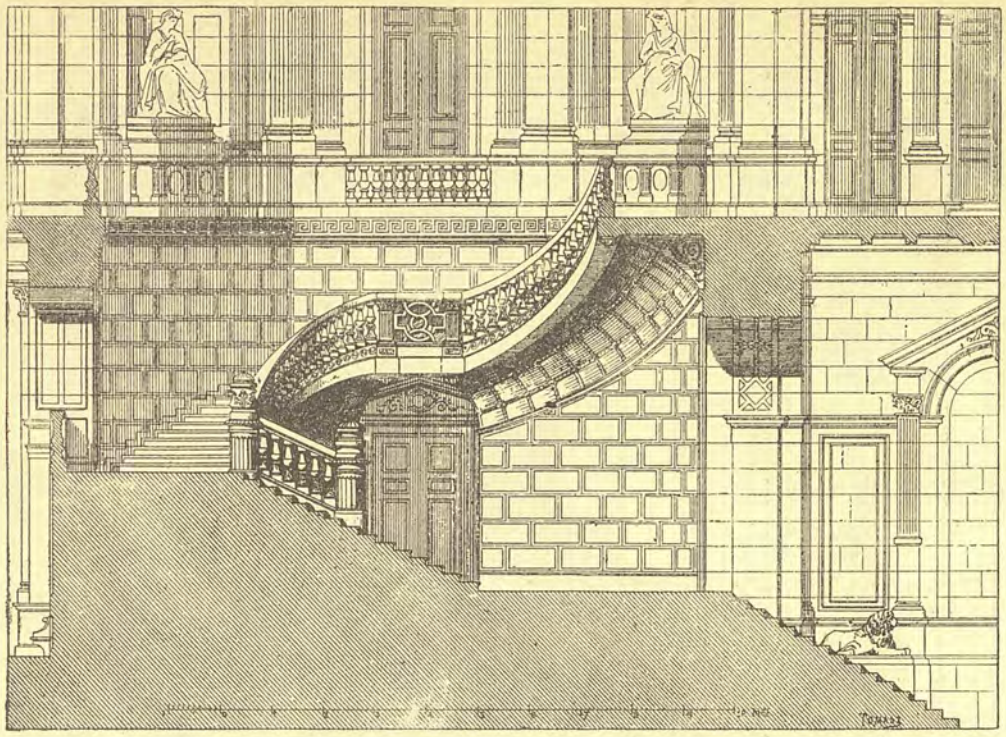


Fig. 2497. — Sezione dello scalone del Tribunale di Commercio a Parigi.

ligati in pietra. In questi pilastrini vengono ad incastrarsi gli scalini a ventaglio aventi spessore di 6 cm. Questi scalini sporgono dall'anima di cm. 64, cosicchè dedotta la larghezza del mancorrente risulta 60 cm. la larghezza libera della branca.

I successivi scalini sono fra loro collegati verso la periferia della scala mediante un apparecchio che serve nel tempo stesso a fissare inferiormente i bastoncini in ferro della ringhiera come meglio si rileva dalla fig. 2501 che ci rappresenta una porzione di questa ringhiera sviluppata in piano coi suoi particolari in A e B. I bastoncini vanno a collegarsi superiormente mediante piccole

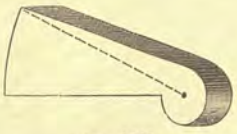


Fig. 2498.

chiavarde al gambo di un ferro a T che costituisce il mancorrente della ringhiera. Un altro ferro con sezione rettangolare di mm. 25×4 è disposto parallelamente al mancorrente a metà altezza del parapetto; altri pezzi di ferro piatto $25^{mm} \times 4$ disposti diagonalmente servono a rendere ben rigida la ringhiera.

Tutte le unioni sono ottenute mediante piccole chiavarde. I bastoncini corrispondenti agli spigoli di ciascun scalino hanno diametro di mm. 18; quelli intermedi diametro di mm. 14.

La sezione retta del mancorrente è di $\frac{30 \times 30}{4}$. Il peso di questa ringhiera al metro lineare misurato secondo l'elica è di Kg. 12. Unico ornamento di questa semplicissima ringhiera sono le piccole foglie in lamiera di ferro ed un passantino con rosetta in ghisa che servono a mascherare la piccola scanalatura fatta sull'orlo di ogni scalino per l'incastro dei bastoncini.

Nella fig. 2502 è disegnata in elevazione e pianta la scala a chiocciola che pure si ammira nella Mole

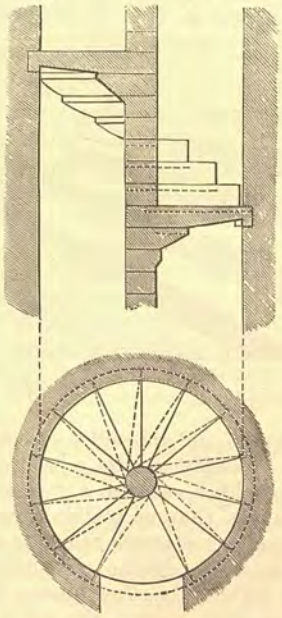
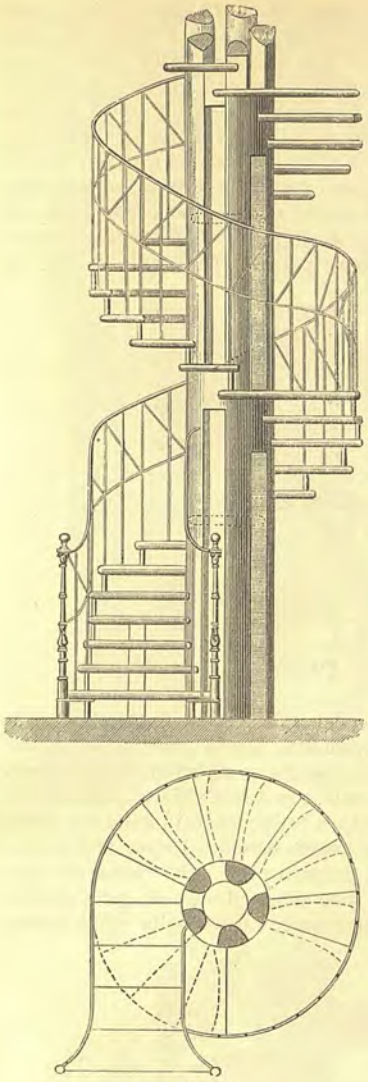


Fig. 2499.

Antonelliana per salire dalla sommità del gran vôlto al vertice della guglia. Si salgono con essa ben 227 scalini superando complessivamente l'altezza di circa 37 metri.



Scala di 1 : 50

Fig. 2500. — Scala a chiocciola nella Mole Antonelliana

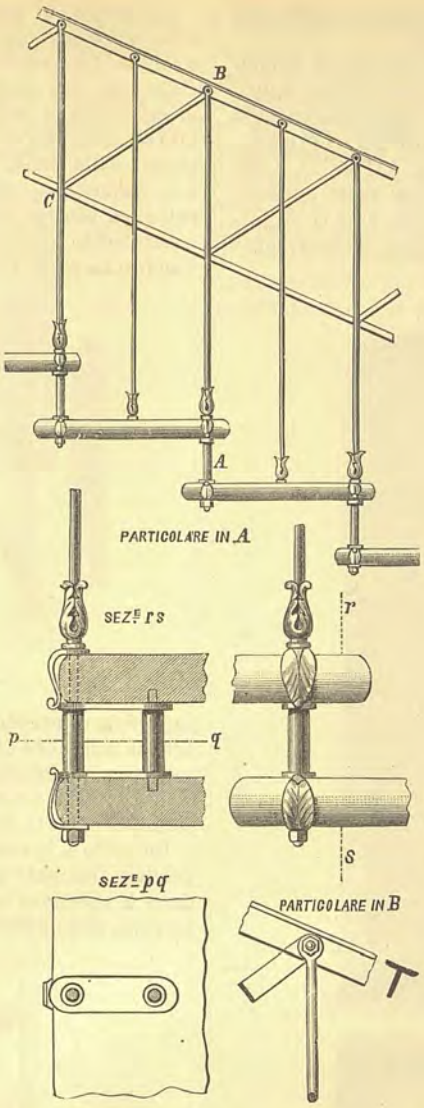
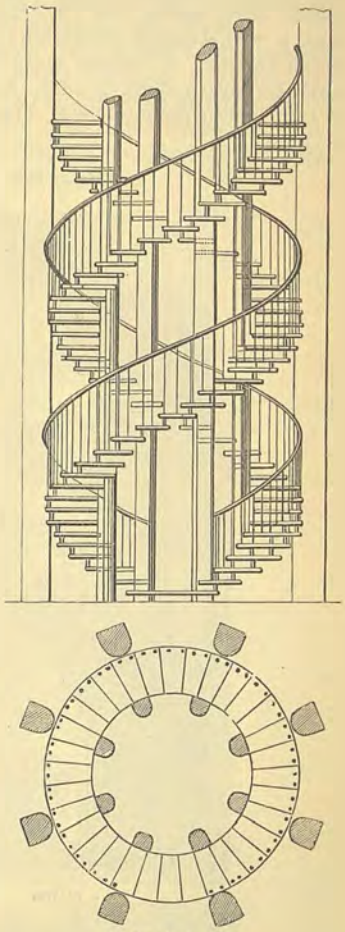


Fig. 2501. — Particolari del parapetto della figura 2500.



Scala di 1 : 100

Fig. 2502. — Scala doppia a chiocciola per salire al cupolino della Mole Antonelliana

Questa scala è doppia, cioè costituisce come due scale distinte avendo pur tuttavia comune la pianta, per guisa che chi sale l'una non s'incontra con chi discende l'altra.

Si ha un pozzo centrale circolare con diametro di m. 1,75; sulla periferia di questo pozzo si ergono otto pilastri la cui sezione ad opportuni livelli varia di dimensioni e di forma presentandosi i ritti ora a forma di colonne ora come pilastri a sezione mistilinea come nella nostra pianta. La branca elicoidale è larga m. 0,65. Otto pilastri si elevano pure sulla periferia esterna della branca elicoidale. Anche questi a debite altezze variano di forma e dimensioni.

Gli scalini a ventaglio sono di beola, hanno spessore di 3 centimetri, sono incastrati nei pilastri interni, ed uno ogni tre, sono sostenuti da ferri di collegamento come diremo più sotto.

L'altezza fra la pedata di un girone e quella del corrispondente scalino dell'altro girone varia da 2,52 a 2,70.

I pianerottoli di un girone sono diametralmente opposti con quelli dell'altro.

I pilastri centrali sono fra loro collegati con ferri a T con sezione retta $\frac{30 \times 30}{6}$ che fungono altresì da parapetto; sono disposti secondo lati dell'ottagono determinati dai vari centri dei pilastri interni. Ciascun ferro si estende su due lati successivi, cosicchè collega fra loro tre successivi pilastri. La distanza verticale di due successivi ferri è di circa 55 centim., sono disposti come si è sopra detto sotto le pedate ogni 4 scalini.

Altri ferri collegano fra loro i pilastri del colonnato esterno.

Altri ancora disposti secondo raggi sotto le pedate intermedie a quelle sostenute dai ferri poligonali servono a collegare i pilastri interni cogli esterni.

La ringhiera è formata da bastoncini cilindrici tutti con diametro di 13 mm., ma nel resto di struttura perfettamente identica a quella descritta nell'altra scala a chiocciola.

Se la gabbia della scala a chiocciola è un quadrato e talmente ampio che si debba ricorrere alla costruzione di vôlte per sostenere gli scalini, la superficie d'intra-

dosso di queste vôlte può essere generata nel modo che indicheremo ragionando sulla fig. 2503.

Secondo i due piani verticali diagonali che si projettano in AC, BD immaginiamo due mezze ellissi eguali coi diametri maggiori orizzontali e ad egual altezza dalla pedata degli scalini che verticalmente gli corrispondono e projettantisi precisamente in AC e CD. I semiassi verticali di queste mezze ellissi sieno eguali a metà larghezza della branca, cosicchè esse si projetteranno verticalmente nelle due mezze circonferenze A'C' e D'B'.

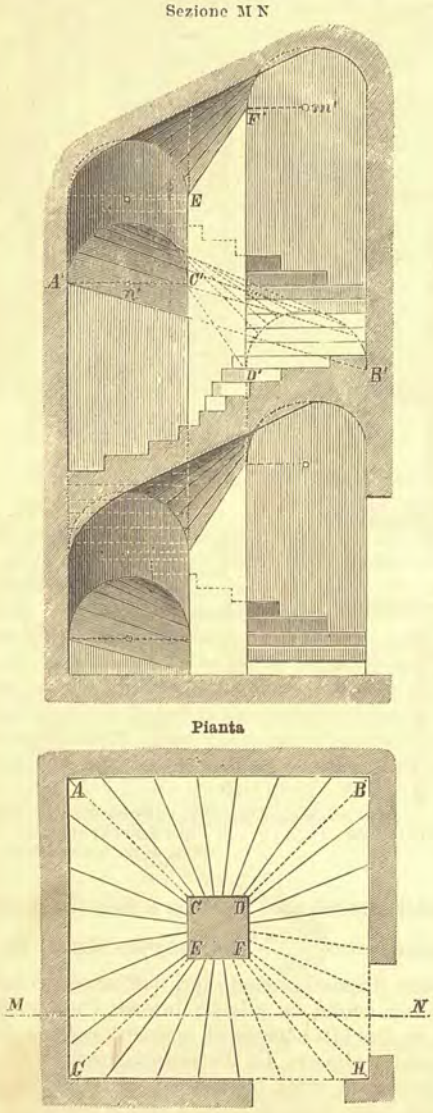


Fig. 2503.

Una retta AB, A'B' passante per le estremità di queste due ellissi che si muova appoggiandosi costantemente alle medesime e mantenendosi parallela alla parete che limita quella branca genera una superficie rigata che si può assumere per intradosso della vôlta in ascesa. I materiali di costruzione del vôlto si possono disporre in modo da assecondare coi loro giunti le dette generatrici.

Invece di due mezze ellissi si potrebbero scegliere due archi di circolo.

Gli scalini di una branca in curva (fig. 2504) si possono sostenere con una vôlta a canale avente per asse un'elica. Immaginiamo due eliche di egual passo tracciate sulle due pareti cilindriche che limitano la gabbia in modo che le rette d'unione di due lor punti situati allo stesso livello incontrino l'asse verticale del cilindro gabbia della scala. Una mezza ellisse od un arco di circolo disposto in un piano verticale avente un estremo sull'elica interna, l'altro sull'elica esterna che si muova mantenendo le estremità su queste due curve e conservandosi in piani verticali passanti per l'asse genera la

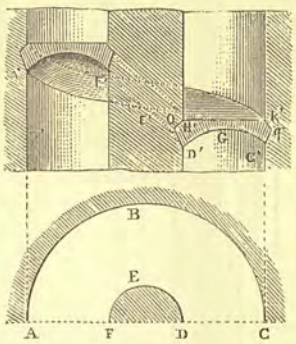


Fig. 2504.

superficie d'intradosso del vôlto. Se la larghezza della branca è minore di un metro, l'arco generatore si può tenere con piccolissima saetta o addirittura sostituirlo con una retta orizzontale, e in quest'ultima ipotesi ne risulta pel vôlto la struttura rappresentata nella fig. 2505.

Le vôlte a botte in ascesa essendo impostate su superficie inclinate pel proprio peso e sovraccarico tendono a scivolare sul loro piano d'imposta producendo talvolta delle pericolose screpolature nelle vôlte stesse.

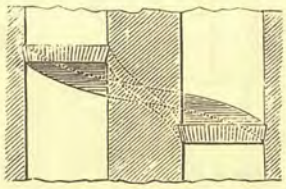


Fig. 2505.

Per evitare questo inconveniente si usarono nelle costruzioni del medio evo delle branche elicoidali sostenute da una serie di archi disposti a risalti colle loro impostature in piani orizzontali che con qualche scorniciatura negli spigoli riescivano anche di aggradevole aspetto. Nel Viollet le Duc e nel Sacchi A. si trovano disegni di queste costruzioni.

Si costrussero delle scale a chiocciola assai spaziose appoggiando delle grandi lastre di pietra (fig. 2506 e 2507) su muri eretti sopra degli arconi in marmo traforati estradossati superiormente in piano. Su queste lastre che formavano come il soffitto della scala si costruivano poscia le scalinate anche di materiali minuti.

Rimarchevoli esempi di scale a chiocciola su base circolare sono: a Roma quella del Vaticano del Bramante; quella nel palazzo Caprarola del Vignola su pianta pure circolare (fig. 2508), quella nel palazzo Barberini su pianta ovale (fig. 2509-2511) la cui erezione nel 1626 fu diretta dall'architetto Borromino, mentre contemporaneamente al Bernini era affidata l'esecuzione dell'altro scalone in un colla decorazione delle facciate esterne.

L'asse maggiore dell'ovale pianta della gabbia misura m. 9,40; l'asse minore m. 7,85; la larghezza delle branche compresi i parapetti è di m. 2,40.

La branca curva di ciascun girone è sostenuta da 12 colonne accoppiate di ordine dorico disposte su piedestallo ricavato nell'altezza del parapetto.

Fig. 2506. — Elevazione.

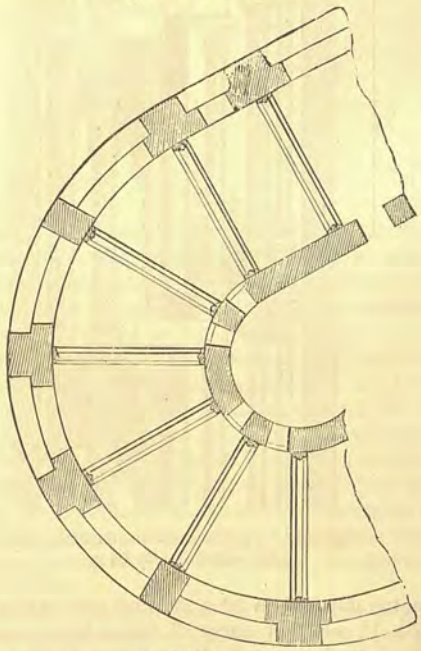


Fig. 2507. — Pianta.

Non poche difficoltà dovettero superarsi dall'architetto per ben distribuire i pianerottoli che vi sono lungo il percorso di questa scala e conciliarli coll'andamento del parapetto, il quale verso l'interno della gabbia si mantiene di spessore costante come pure naturalmente la cornice elicoidale che forma trabeazione al colonnato; dalla parte delle branche il parapetto presenta altezza variabile; l'irregolarità è tutta riportata allo zoccolo cosicchè ad una variazione in più od in meno nell'altezza di questo, relativamente alla sua altezza costante verso il pozzo, si ha una egual variazione in meno od in più nel corrispondente spessore del materiale di riempimento sul vôlto di sostegno della branca.

Il profilo dei balaustrini dei capitelli e delle sagome della fascia sono assai corretti tantochè il Letarovilly che pure giustamente biasima il Borromino per bizzarrie di dettagli e stravaganze nelle altre opere ne fa per questa grandi elogi concludendo col dire: questa scala meglio la si studia più la si apprezza.

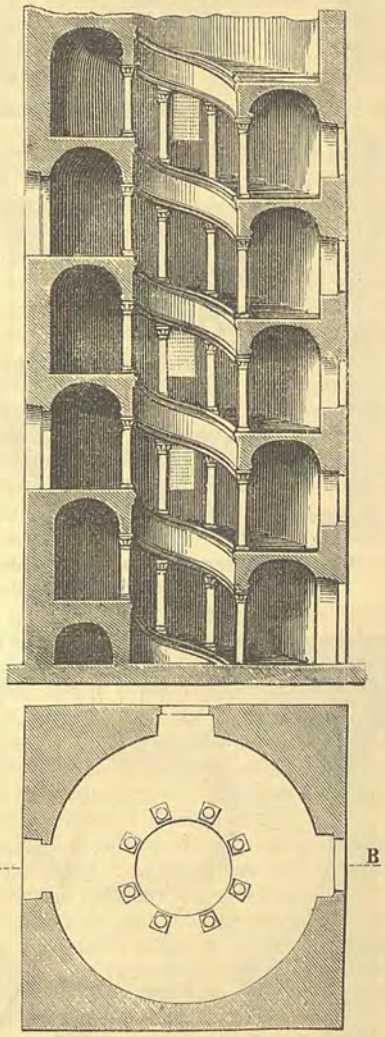


Fig. 2508. — Scala nel palazzo Caprarola (architettura del Vignola).

Riporto dal De Caumont M. A., *Abécédaire d'archéologie*, la fig. 2512 che rappresenta la graziosissima scala a chiocciola con cui si sale alla torre della Cattedrale di Laon (Francia). Ogni scalino è sostenuto da svelta colonnina e l'assieme si presenta come una gabbia cilindrica a giorno, di una eleganza e leggerezza veramente rimarchevoli.

Un'altra scala di questo tipo si riscontra nella Cattedrale di Mayence eretta verso la metà del secolo XIII. Un'altra ancora a Reims, la quale presenta la particolarità che gli scalini sono tre a tre, successivi, ricavati da un sol blocco di pietra. Si trovano disegni di queste scale nel Viollet le Duc.

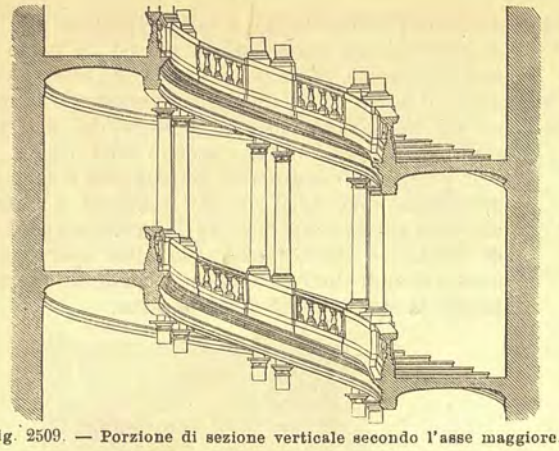


Fig. 2509. — Porzione di sezione verticale secondo l'asse maggiore.

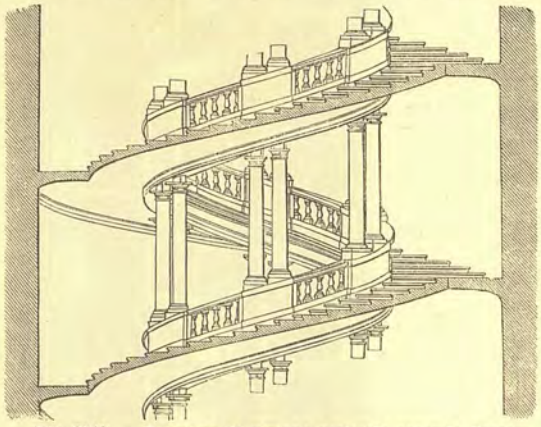


Fig. 2510. — Porzione di sezione verticale secondo l'asse della branca elicoidale.

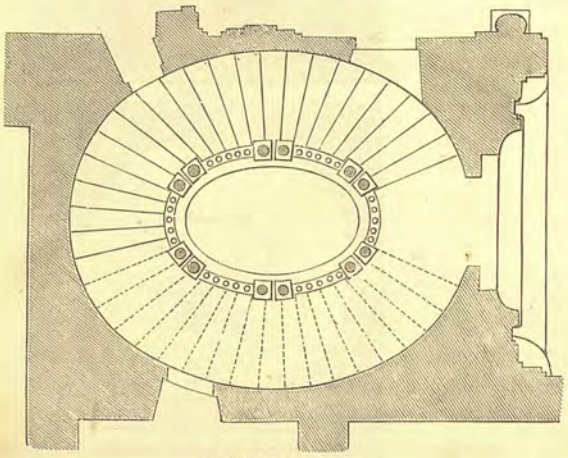


Fig. 2511. — Pianta.
Scala ogivale nel palazzo Barberini a Roma (fig. 2509-2511).

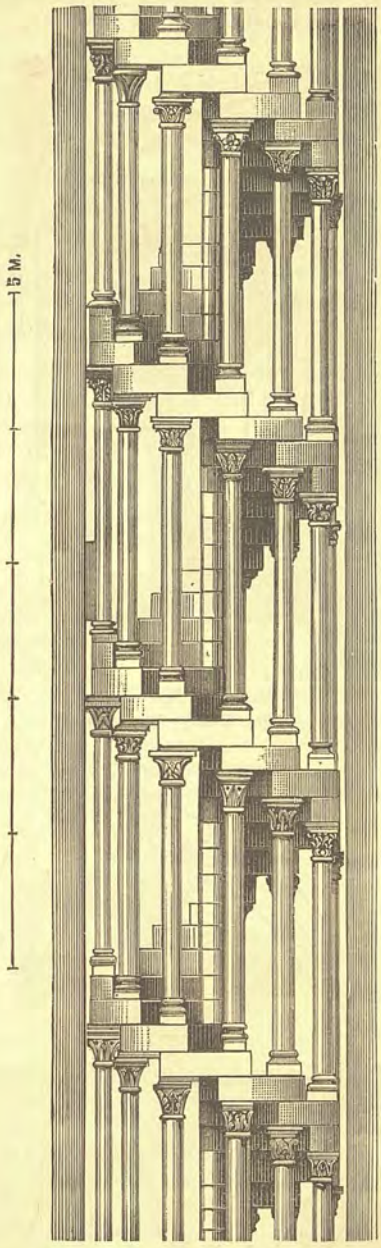


Fig. 2512. — Scala a chiocciola della torre nella cattedrale di Laon.

Struttura delle scale di legno.

Scala a cavicchie. — È formata di un solo staggio di legno forte presentante dei fori cilindrici in cui entrano delle cavicchie pure di legno forte o delle corte barre cilindriche in ferro. Si usano queste scale nell'industria vinicola per discendere nell'interno delle grandi botti, per le operazioni che ivi occorrono, quando è chiuso il mezzule sul loro fondo anteriore.

La distanza da asse ad asse delle cavicchie si può tenere da 25 a 30 cm.

Il diametro dei fori da 20 a 22 mm. per cavicchie di legno; 12 a 15 mm. per barre di ferro; lunghezza delle cavicchie e delle barre, tale da sporgere da 10 a 12 cm. da entrambi i lati dello staggio. Staggio con sezione retta circolare di 10 centimetri circa di diametro o con sezione quadrata con angoli smussati e con lato di 8 cm. circa.

Di una analoga disposizione di scala, comunemente collo staggio rinforzato da lamine di ferro, si valgono i pompieri nelle opere di salvataggio. È munita superiormente di robusti uncini per aggrapparla ai balconi e

ballatoi e così salire da un piano all'altro di un edificio; Vedi disegni all'articolo INCENDIO, fig. 490 e 491.

Nella figura 2513 abbiamo due tipi di scale portatili; quello di sinistra è meno adottato perchè coll'uso si sconnette più facilmente.

Nelle scale portatili in legno non molto lunghe gli staggi si costruiscono con sezione retta rettangolare o semicircolare; in quelle di grande lunghezza essi si tengono d'ordinario con sezione semicircolare o semiellittica il cui diametro alla sommità si può ritenere di circa 8 cm., aumentandolo successivamente e gradatamente in modo da risultare all'estremità inferiore un aumento di diametro di circa $^1/_{100}$ della lunghezza.

La distanza degli staggi alla sommità può tenersi da 45 a 50 cm.; la loro distanza al piede sia quella superiore aumentata di circa $^1/_{75}$ della lunghezza.

Il diametro dei fori per l'incastro dei piuoli può tenersi da 25 a 30 mm. La distanza dei successivi piuoli da asse ad asse sia da 25 a 30 cm.

Ciascun piuolo presenta alle estremità diametro pari a quello dei rispettivi fori degli staggi e viene ingrossandosi gradatamente in modo da presentare nella sezione trasversale mediana un aumento di diametro eguale a circa $^1/_{50}$ della lunghezza del piuolo.

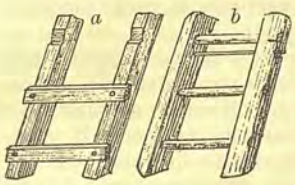


Fig. 2513.

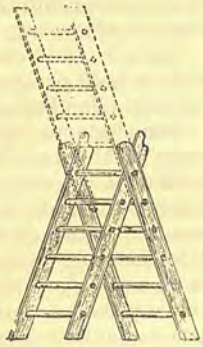


Fig. 2514.

Affinchè gli staggi non abbiano a scostarsi tra loro provocando lo sfasciamento della scala si usa disporre ogni otto o dieci piuoli una piccola chiavarda di ferro, diametro 10 a 15 mm., disposta sotto e contro i piuoli stessi come si rileva in *b* nella fig. 2513.

Le dimensioni sopra indicate per le sezioni rette degli staggi e piuoli si sogliono aumentare un tantino per quelle scale che si usano nelle cantine ad uso dei brentatori che debbono salire sulle botti colle brente cariche ed il legno usato per queste scale è generalmente di essenza forte, quercia o larice rosso, mentre per quelle lunghe da muratore si usano comunemente staggi di abete o di pioppo affinchè siano abbastanza leggiere da potersi a mano, da uno o due operai, trasportare da un sito all'altro.

Nelle scale portatili non molto lunghe si usano talvolta staggi prismatici con sezione retta rettangolare; il lato maggiore è di circa 8 cm., il minore di 35 mm. Invece dei piuoli si usano dei regoli a sezione rettangolare di mm. 45 per mm. 30 e l'unione si fa con tenone prismatico di mm. 18 per 35.

Le scale doppie usate specialmente dagli imbianchini e decoratori d'appartamenti sono costituite da due scale unite a snodo alla sommità mediante robuste cerniere in ferro. Gli staggi sono fra loro assai più divergenti che nelle scale a piuoli semplici.

Scostate convenientemente le estremità inferiori delle due scale si rendono solidali mediante due o più barre di ferro ad uncino di cui sono munite e si può così con sufficiente sicurezza salire ad altezza conveniente per eseguire tinteggiature di vôlte e soffitti, per collocare diramazioni del gaz, ecc.

Nella fig. 2514 si ha una scala doppia in cui le due scale che la costituiscono sono alla sommità imperniate in modo da potere con una semplice rotazione attorno al perno ottenere una scala unica di lunghezza doppia.

Gli sgabelli o scale che si usano specialmente dai decoratori, hanno staggi più larghi, formati con tavole larghe da 9 a 12 cm., spesse circa 3 cm., ed invece dei piuoli presentano delle pedate formate con tavole larghe da 13 a 15 cm. e spesse da 20 a 25 mm.; la pedata superiore è d'ordinario più larga, da 22 a 26 cm. Presentano posteriormente un'intelajatura trapezia collegata a snodo alla sommità della scala. Un regolo di legno unito a snodo con una delle pedate serve a fissare l'intelajatura quando, allargando le estremità inferiori, si è portata a fare angolo conveniente colla branca della scala. Si può così salire fin sulla pedata o piano superiore. La lunghezza di questa pedata è usualmente da 32 a 40 cm.; la lunghezza della pedata inferiore può tenersi maggiore dell'altra di circa $^1/_{10}$ della lunghezza degli staggi. Le pedate sono fissate agli staggi mediante due tenoni prismatici.

Scale aeree. — Queste scale si compongono di due correnti longitudinali di legno forte oppure di metallo scomponibili in varie parti, collegati fra loro da tiranti e contrafissi in acciajo in modo da formare come una trave reticolare sufficientemente resistente ma assai leggiera da potersi prontamente comporre, e portare alla voluta inclinazione mediante appropriato apparecchio annesso al carro che serve a trasportarla e che fa parte integrale della scala stessa.

Le due estremità inferiori dei correnti portano una appendice ad angolo ottuso alle cui estremità son fissate le estremità di due funi o catene che vanno ad avvolgersi su d'un tornio. Questo è munito di ruote dentate, rocchetti e nottolini per cui un sol operajo girando la manovella in modo conveniente può portar la scala alla inclinazione che si desidera. Di queste scale se ne costruiscono di varie forme e lunghezze e fino a poter raggiungere i 35 m. di altezza.

Alla sommità si adatta talvolta un piccolo ponticello o ballatojo affinchè l'operajo possa con maggior comodità e prontezza eseguire il suo lavoro.

Queste scale sono molto usate nelle città per l'infissione delle mensole di sostegno dei fili telegrafici e telefonici: per le riparazioni ai tubi da pluviali e per l'addobbo ed illuminazione delle vie in occasione di pubbliche feste.

Sono poi di somma utilità ai pompieri nelle opere di salvataggio negli incendi, e per l'appunto all'articolo INCENDIO in questa *Enciclopedia* si trovano disegni e descrizioni delle principali scale aeree, il cui tipo originario è quello del cav. Paolo Porta. Mi limito perciò a citare quelle che con qualche novità di struttura furono ultimamente costrutte e che figuravano all'Esposizione delle Arti riunite di Milano, cioè:

Quella d'invenzione del Colombo Giuseppe di Milano i cui correnti son formati con tubi di ferro; serve come scala ed all'occorrenza come ponte per varcare torrenti.

Quella del Vincenzo Manfredi di Reggio Emilia.

Quella d'invenzione del Canciano Canciani, costrutta dai fratelli Braidotti di Udine.

La scala aerea del Manfredi (fig. 2515) ottenne alla Esposizione delle arti riunite di Milano 1893 il diploma e la medaglia d'argento. Essa differisce dall'originaria del Porta essenzialmente in ciò che l'inclinazione della scala non si ottiene con trazione di funi o catene, ma mediante lo spostamento di un telajo come si specificherà in seguito; le varie sezioni poi che compongono la scala non sono staccate l'una dall'altra quando la scala è in riposo, coi suoi staggi sovrapposti e in direzione orizzontale, ma sempre fra loro collegati con unioni a corsojo e una volta portata col movimento al telajo la

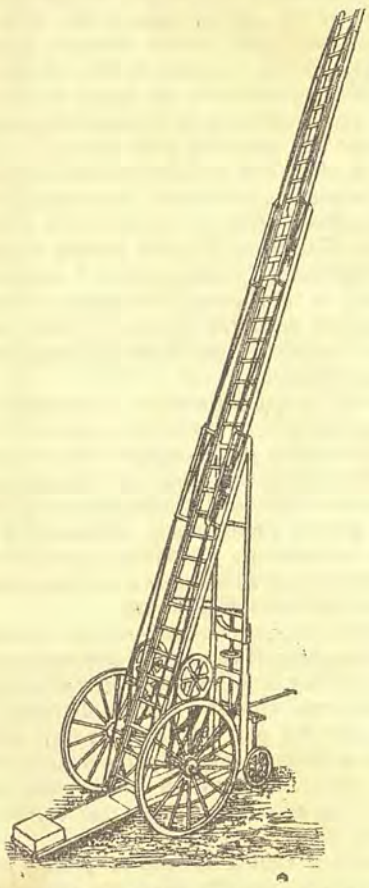


Fig. 2515. — Scala aerea Vincenzo Manfredi di Reggio Emilia.

scala alla desiderata inclinazione si produce il voluto allungamento semplicemente col girare le manovelle calettate alle estremità della sala che porta le grandi ruote destinate a trainare la scala.

La prima sezione della scala, quella inferiore, ha i suoi correnti collegati rigidamente mediante traverse con una posteriore intelajatura in modo da risultare come due triangoli paralleli di forma invariabile e che costituiscono l'armatura principale della scala.

Quest'armatura può farsi rotare attorno ad un perno girevole in cuscinetti fissati posteriormente agli staggi dalla prima sezione ad un quarto circa della sua lunghezza, ma siccome su questo asse sono pure calettate a snodo le estremità superiori di una capra, le cui estremità inferiori sono collegate a snodo colla sala delle grandi ruote di trazione si può rendendo solidale la capra colli staggi della prima sezione della scala far anche subire una certa rotazione di tutta la scala attorno a questa sala.

Il telajo mobile che serve per produrre l'inclinazione della scala scorre fra le guide dell'intelajatura fissa posteriore. I montanti di questo telajo mobile portano inferiormente coll'intermezzo di una sterza le ruote piccole che servono in un colle grandi per l'appoggio e trazione della scala.

Il moto di scorrimento del telajo mobile rispetto alla intelajatura fissa si produce col far rotare mediante due manovelle un albero su cui è calettata una vite elicoidale che provoca un movimento di rotazione in un'altra vite diretta secondo la mediana dell'intelajatura posteriore della scala. Questa vite essendo collegata per la estremità superiore ad una traversa solidale all'intelajatura fissa e per l'altro estremo entrando in una madrevite scolpita nella traversa superiore dell'intelajatura mobile produce col suo moto di rotazione uno scorrimento dell'intelajatura mobile.

Collo scorrimento del telajo si provoca un avvicinamento od un allontanamento delle ruote piccole alle grandi, l'ossatura e quindi tutta la scala si inclina più o meno in un senso o nell'altro.

Lo scartamento delle ruote piccole è minore di quello delle ruote grandi, cosicchè è possibile ottenere collo scorrimento del telajo che le ruote piccole nel loro movimento di traslazione rispetto alle ruote grandi si portino a piacimento dalla destra alla sinistra delle ruote stesse o viceversa.

Nella fig. 2515 che ci rappresenta la scala in una posizione assai prossima alla verticale le ruote piccole si trovano alla destra delle grandi.

Per produrre l'allungamento o l'accorciamento della scala si fan girare le manovelle imperniate sulle estremità della sala che porta le grandi ruote; su questa sala essendo calettate due rocchetti si trasmette il movimento di rotazione mediante catena alle due ruote dentate, quelle poste in figura appena sopra le grandi ruote di trazione; l'asse di queste ruote porta altresì due rocchetti per cui il movimento si trasmette a due altre catene le quali fisse per un loro capo alle estremità inferiori degli staggi della seconda sezione della scala si portano ad avvolgersi sopra carrucole fissate alle estremità degli staggi della prima sezione della scala, discendono ad abbracciare i rocchetti ultimi accennati e salgono ad attaccarsi alle estremità inferiori degli staggi della seconda sezione. Una coppia di catene disposte in modo analogo si trova in ciascuna delle diverse sezioni che compongono la scala e così col movimento di rotazione dei rocchetti si muovono le catene le quali trascinano le diverse sezioni a scorrere l'una sull'altra producendosi l'allungamento o l'accorciamento della scala.

Le sezioni che scorrono successivamente l'una sull'altra quando si allunga la scala sono rese solidali fra loro oltre che dalle unioni a corsojo dei loro staggi, da armature composte di ferri speciali che si presentano nella scala sotto l'aspetto di parapetti e che scorrono pur esse l'una nell'altra. Quando la scala ha raggiunto il massimo sviluppo in lunghezza l'incastro a corsojo di una sezione in quella che la precede resta ancora di circa $^1/_4$ della lunghezza comune alle diverse sezioni.

Opportuni catenacci applicati alle estremità superiori degli staggi di ciascuna sezione sono obbligati da uno speciale apparecchio ad infiggersi automaticamente nelle estremità inferiori degli staggi della sezione successiva, s'evita con ciò qualsiasi pericolo di sconnessione della scala compreso quello dovuto alla rottura d'una qualche catena.

Quando la scala trovasi nella posizione indicata nella vignetta e la si vuol portare nella sua posizione orizzon-

tale di riposo o di trazione si opera nel seguente modo: prima colle manovelle che si applicano alle estremità della sala delle grandi ruote di trazione si accorcia la scala, poscia colle due altre manovelle o con un volantino nelle scale di piccole dimensioni, si produce uno scorrimento del telajo mobile nel senso di avvicinare la sua traversa inferiore che porta la madrevite alla traversa superiore dell'intelajatura fissa.

Mentre il telajo scorre l'armatura subisce una rotazione portandosi man mano verso la sua posizione orizzontale di riposo, le ruote piccole si muovono da destra a sinistra, passano fra le ruote grandi e si portano alla sinistra delle medesime e si scostano in questa direzione fino a che gli staggi della scala si siano disposti in direzione orizzontale che è quella di riposo e la più comoda per essere trasportata.

Per mettere invece la scala in azione si compie l'operazione inversa, cioè prima si porta la scala dalla posizione orizzontale alla inclinazione più prossima alla verticale collo spostare il telajo mobile; con ciò le ruote piccole passano alla destra delle grandi, la capra tende a mantenersi in posizione verticale, la porzione inferiore degli staggi della prima sezione gli s'avvicina man mano e giunti gli staggi in aderenza alla capra si fissano a questa automaticamente.

Si sviluppa poscia la scala alla voluta lunghezza e si porta finalmente alla inclinazione richiesta col far scorrere il telajo.

Quando questa inclinazione raggiunge un certo limite una leva libera automaticamente un altro telajo a contrappeso che discende dalla parte opposta della scala e la rende maggiormente stabile.

È inutile che io proceda ad ulteriore descrizione dei singoli congegni secondari che d'altra parte non si potrebbero comprendere senza molti disegni di particolari.

Le scale aeree costrutte dai fratelli Braidotti d'Udine col sistema Canciano Canciani ottennero pure medaglie a parecchie Esposizioni, fra cui la medaglia d'oro alla Esposizione mondiale di attrezzi pompieristici a Londra nel 1893.

Quelle di minor lunghezza, 11 a 13 metri, sono montate su carri a due ruote. Quelle di lunghezza compresa fra 15 e 26 metri sono su carri a quattro ruote. Anche in questo tipo le varie sezioni restano sempre collegate fra loro e la scala si sviluppa e si chiude col semplice girare di manovelle.

Qui pure per servirsi della scala si porta prima al minimo di inclinazione, cioè nella posizione più prossima alla verticale, poscia la si sviluppa alla lunghezza conveniente e finalmente si porta all'inclinazione voluta. Potrebbesi tuttavia sviluppare o chiudere con una pendenza qualunque.

La scala può inclinarsi fino a raggiungere la direzione orizzontale, ma se in tale posizione dev'essere percorsa da un operajo è d'uopo collocare un conveniente contrappeso sulle maniglie che servono per trainarla.

Presentiamo nella figura 2515 *bis* la scala aerea di Giuseppe Colombo di Milano premiata con diploma d'onore e medaglia alle Esposizioni riunite internazionali di Milano nel 1893. Differisce dalle precedenti essenzialmente per la struttura degli staggi che sono formati di tronchi cilindrici tubulari di ferro e per essere munita d'un ponte scorrevole che può a piacimento fissarsi con facile manovra a qualunque altezza occorrente.

Questa scala può servire sia per salvataggio in caso d'incendio, per lavori edilizi, sia anche per varcare torrenti in caso d'inondazione, ecc. È montata su carro a quattro ruote che presenta nella parte posteriore una cassa per i contrappesi e gli attrezzi.

Due soli operai girando le manovelle imperniate sull'asse che porta i rocchetti trasmettono il moto a due grandi ruote dentate il cui asse è solidale coll'estremità inferiore della scala, cosicchè, facendo compiere un quarto di giro a queste grandi ruote, la scala passa dalla posizione orizzontale a quella verticale.

Fig. 2515 *bis*. — Scala aerea di Giuseppe Colombo di Milano.

Con otto tronchi degli staggi si superano i 20 metri d'altezza.

Ogni tronco si infila nel tronco precedente ed il collegamento è reso ben solidale mediante apposite spine in ferro.

Il peso della scala è di circa 25 quintali, il suo prezzo L. 6800.

Le scale stabili di legno, frequentemente impiegate in Germania ed in Francia, sono ora da noi, per buona fortuna, poco in uso, riscontrandosi solo in qualche fabbricato per accedere a sottotetti, a qualche soppalco od in circostanze affatto speciali di edifizi in cui si richiegga l'imitazione di costruzioni straniere od antiche.

Esse sono di poca solidità, di durata assai limitata, specialmente se esposte all'intemperie; ma l'inconveniente più grave si è la loro combustibilità, per cui in casi d'incendio furono e possono essere cagione di luttuosi

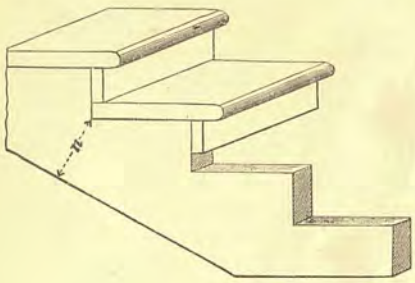


Fig. 2516.

avvenimenti. Vantaggio, che per altra parte può talvolta farle preferire alle scale di costruzione murale, è la loro leggerezza e in qualche circostanza, se lavorate colla dovuta cura, il loro aspetto leggiadro, come ne fanno fede talune scale in legno praticate nelle botteghe di lusso per accedere ai magazzini e laboratorii stabiliti nei soprastanti ammezzati.

Le scale di legno fisse si compongono ordinariamente di due tavoloni detti staggi, disposti colla voluta inclinazione, nei quali sono incastrate od altrimenti fissate le tavole orizzontali che formano le pedate degli scalini; talvolta si dispongono altrettante tavole in piani verticali per formare i frontalini degli stessi scalini, per chiudere cioè i vani che rimangono fra le successive pedate. Lo spessore degli staggi è compreso fra 4 e 7 cm.;

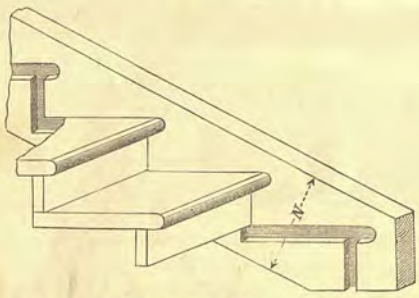


Fig. 2517.

la larghezza fra 25 e 35 cm. Lo spessore delle pedate si tiene da 4 a 5 cm.; lo spessore dei frontalini da 2 a 3 cm.

Nelle fig. 2516, 2517 si sono rappresentati i tipi usualmente adottati per la costruzione di siffatte scale. La disposizione della fig. 2517, detta a cassetta, presenta maggiore solidità poichè le fibre marginali, che sono quelle più cimentate allo sforzo longitudinale, non sono interrotte; è però meno economica richiedendo molta mano d'opera per la formazione degli incastri. Questi incastri hanno larghezza pari allo spessore delle tavole e profondità di circa 3 cm.

Per evitare il pericolo che le pedate ed alzate escano dai loro incastri, basta impedire l'allontanamento fra loro dei correnti e ciò s'ottiene, per es., col disporre di tratto in tratto ogni quattro pedate, al disotto delle medesime, una piccola chiavarda di ferro, come si rileva in elevazione in *a* ed in sezione in prossimità di *b* nella fig. 2518, comunemente con diametro da 10 a 12 mm. che attraversi i due correnti; avvitando convenientemente il dado si avvicinano fra loro gli staggi e si collegano saldamente colle pedate ed alzate.

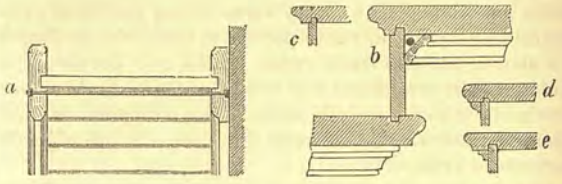


Fig. 2518.

Talvolta le alzate si uniscono alle pedate a semplice filo piano come nelle fig. 2516 e 2517 e si rendono solidali fra loro mediante punte infisse dalla parte inferiore; tal'altra si pratica un'unione a scanalatura e linguetta com'è indicato in *b* nella fig. 2518; tal'altra

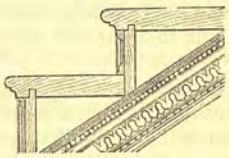


Fig. 2519

ancora si fa solo a scanalatura e linguetta la unione di ogni alzata colla pedata soprastante e si assegna tale altezza alle alzate da raggiungere col filo loro inferiore il disotto delle sottostanti pedate, cioè come è indicato nella fig. 2519.

I fili anteriori delle unioni fra le alzate e le pedate soprastanti si ricoprono talvolta con listelli sagomati come si rileva in *d* ed *e* nella figura 2518.

Talvolta si ornano anche i fili posteriori negli angoli rientranti come si riscontra in *b* nella stessa figura.

Fig. 2520.

Quando il disotto della branca vuolsi soffittare, si può formare questo soffitto con tavole, disposte in direzione trasversale, unite fra loro a semplice filo piano o meglio con scanalatura e linguetta, in uno dei modi indicati nelle fig. 2520, 2521. Esse si possono fissare sulle faccie

Fig. 2521.

di paramento inferiori degli staggi con chiodi o con viti: in questo caso si possono risparmiare le chiavarde di collegamento degli staggi.

Contro le faccie verticali esterne dei correnti, se sono in vista, si possono applicare delle cornici sugli orli per coprire il giunto fra il soffitto ed i correnti e renderli di più elegante aspetto.

Si può anche formare il soffitto con una delle disposizioni della fig. 2522.

Si usa talvolta sagomare gli stessi orli dei correnti; nella fig. 2523 porgiamo tre esempi di queste sagomature; bisogna in ogni caso procurare che i profili siano di tal fatta da non riescire troppo facile ricettacolo della polvere.

Nella disposizione della fig. 2516, detta all'*inglese* od alla *cappuccina*, i margini superiori dei due correnti sono tagliati a denti, cioè assecondano l'andamento delle successive pedate ed alzate; contro questi

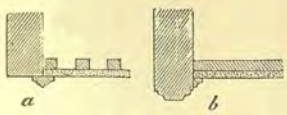


Fig. 2522.

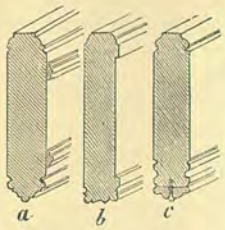


Fig 2523.

denti si fissano con chiodi le tavole che costituiscono le pedate e le alzate. Questa disposizione è di fattura assai più spedita, ma richiede pei correnti tavoloni molto larghi, poichè per ottenere la stessa solidità che si ha nel tipo precedente, a parità di spessore nei correnti, è necessario che la dimensione minima *n* sia di poco inferiore della larghezza N degli staggi nell'altro tipo.

Nelle scale a due rampanti un pianerottolo si può costruire colla disposizione indicata in sezione nella fig. 2524, collocando una trave contro il muro di testa della gabbia e un'altra parallela alla prima sul margine libero del pianerottolo; su quelle travi si appoggiano le tavole d'impalcatura del pianerottolo. Il tavolone che

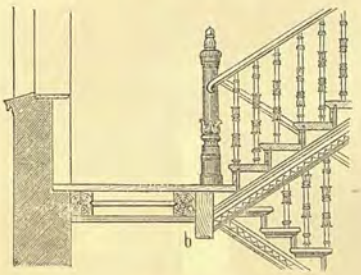


Fig. 2524.

si vede sezionato in *b* si adotta nelle scale alla cappuccina per dare un appoggio ai correnti; nelle scale a cassetta i correnti si appoggiano direttamente alla trave dianzi indicata.

Quando il pianerottolo sia molto ampio conviene adottare per sostegno dell'impalcatura due ordini di travi sovrapposte, cioè collocare una trave robusta parallelamente ed in vicinanza dell'orlo libero del pianerottolo incastrandone per bene le estremità nei due muri opposti della gabbia. Su questa trave verranno ad appoggiarsi in direzione normale le estremità di piccole travi incastrate per le altre estremità nel muro di testa della gabbia per 12 cm. circa. Questi travetti si possono tenere fra loro spaziati da asse ad asse da 40 a 50 cm. e la loro sezione retta può tenersi con lato di circa $^1/_{20}$ della loro portata, seguendo cioè le norme indicate pei solai in legno (vedi art. SOLAI E SOFFITTI, pag. 323).

Sui travetti si fisseranno con chiodi o con viti le tavole che costituiscono il pavimento del pianerottolo.

Se la scala è a tre rampanti, per modo che vi sia da formare un pianerottolo di pianta quadrata, occorrerà disporre due travi robuste secondo i margini liberi incastrandone una loro estremità almeno per 25 a 30 cm. nei muri. Parallelamente ad una di queste si disporranno i travicelli appoggiati per una loro estremità all'altra trave e incastrati per l'altra un 12 cm. nel muro. Su questi travicelli si fisserà il tavolato. In qualche caso converrà ricorrere alla disposizione indicata in B nella fig. 2525. Consiste nel fornire un punto d'appoggio nell'incontro *f* delle estremità libere delle due mensole *g f* ed *e f* mediante una trave disposta a 45° incastrata nell'angolo rientrante *c* ed alla sua volta sostenuta in un punto intermedio da altra trave *a b* ad essa normale e con entrambe le estremità incastrate nei muri. Se queste travi sono molto robuste si possono commettere fra loro a metà legno affinchè non occupino troppa altezza.

Quando i muri della gabbia non fossero abbastanza spessi da fornire un solido incastro alle travi, può convenire la disposizione indicata mediante una pianta ed una sezione in A nella stessa fig. 2525, che consiste nel prolungare l'estremità incastrata di una delle travi di sostegno del pianerottolo per collegarla in *a* ad una

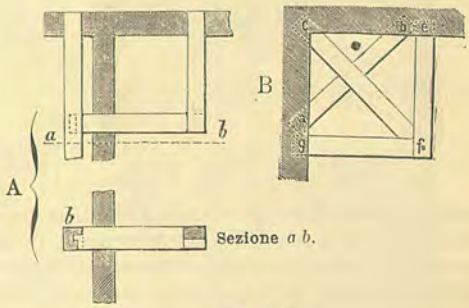


Fig 2525.

trave del solajo del locale attiguo alla gabbia. Se il solajo di questo locale fosse composto con travi a doppio T di ferro, si potrebbe usare anche un ferro a doppio T per formare la mensola *a b* mascherandola poi con cassetta in legno.

Talvolta si potrà, semplicemente col prolungare una qualche trave in ferro dei solai dei locali attigui alla gabbia della scala, ottenere una o più robuste mensole a sostegno del pianerottolo, come si è indicato discorrendo dei pianerottoli formati con ferri a doppio T e vôltine di mattoni, a pag. 1633.

Quando il lato del quadrato fosse molto ampio è prudenza rinforzare le due travi mediante saettoni in legname, in ferro od in ghisa, come si rileva dalla fig. 2530.

Se le gabbie poi sono molto ampie si possono disporre dei ritti, in corrispondenza degli angoli del pozzo, a sostegno delle estremità delle travi dei pianerottoli quadrati ed altri, all'occorrenza, in punti intermedi dei lati di periferia del pozzo, per sostenere in questi punti i correnti delle branche e le travi di sostegno dei lunghi pianerottoli.

Il primo scalino della prima rampa si tiene generalmente a tutt'alzata, cioè massiccio, perchè fissandolo per bene con patte al pavimento potrà fornire un solido ritegno ai correnti della prima branca e su esso si potrà anche ottenere un robusto incastro per il caposaldo del parapetto.

L'ultimo scalino d'ogni rampa, quello cioè che forma l'orlo di un pianerottolo, si appoggia comunemente sulla trave di sostegno delle branche e siccome questa deve anche fornire appoggio alle tavole d'impalcatura di quello stesso pianerottolo è indispensabile adottare per scalino una tavola meno larga di quelle che costituiscono le altre pedate della branca; ciò si rileva nella parte superiore della fig. 2526.

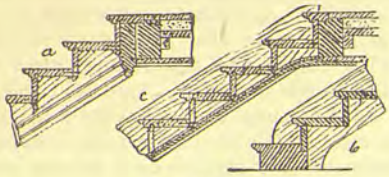


Fig. 2526.

Convenienti smussature negli spigoli dei legnami e l'impiego di mensolette scolpite o traforate, disposte negli angoli all'incontro dei ritti colle travi orizzontali ed inclinate, servono talvolta a collegare meglio le travi e far acquistare maggior eleganza alla costruzione.

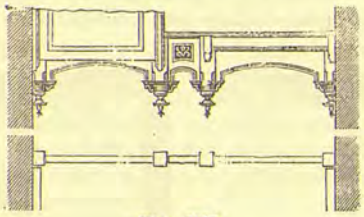


Fig. 2527.

Così nella fig. 2527 si ha in elevazione e pianta la disposizione che può talvolta convenire per decorare la fronte della trave *b* (fig. 2524) d'appoggio dei correnti. Vi sono in corrispondenza delle unioni dei ritti terminati inferiormente a pigna ed i loro prolungamenti in alto servono a formare i pilastrini estremi del parapetto; fra detti ritti contro o sotto la trave *b* si collocano delle tavole con profilo arcuato che servono di decorazione e di rinforzo.

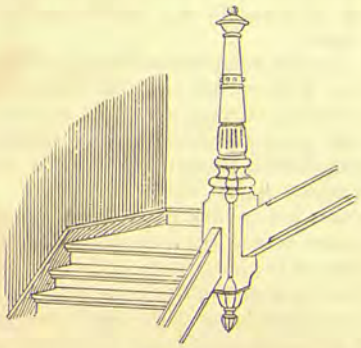


Fig. 2528.

Sia nelle scale alla cappuccina che in quelle a cassette per ottenere nelle risvolte un buon raccordamento dei correnti della scala e dei parapetti il miglior partito è l'adottare un raccordo ad elica con disposizione analoga a quella spiegata ragionando sulla fig. 2423 a pag. 1642 per le scale di pietra, od almeno mascherare il risalto dei correnti commettendoli coll'interposizione di un pezzo parallelepipedo (fig. 2528) cogli angoli smussati decorato inferiormente da un pomo e ridotta al tornio od in altro modo lavorata la parte superiore in guisa da formare un aggraziato pilastrino d'angolo contro cui

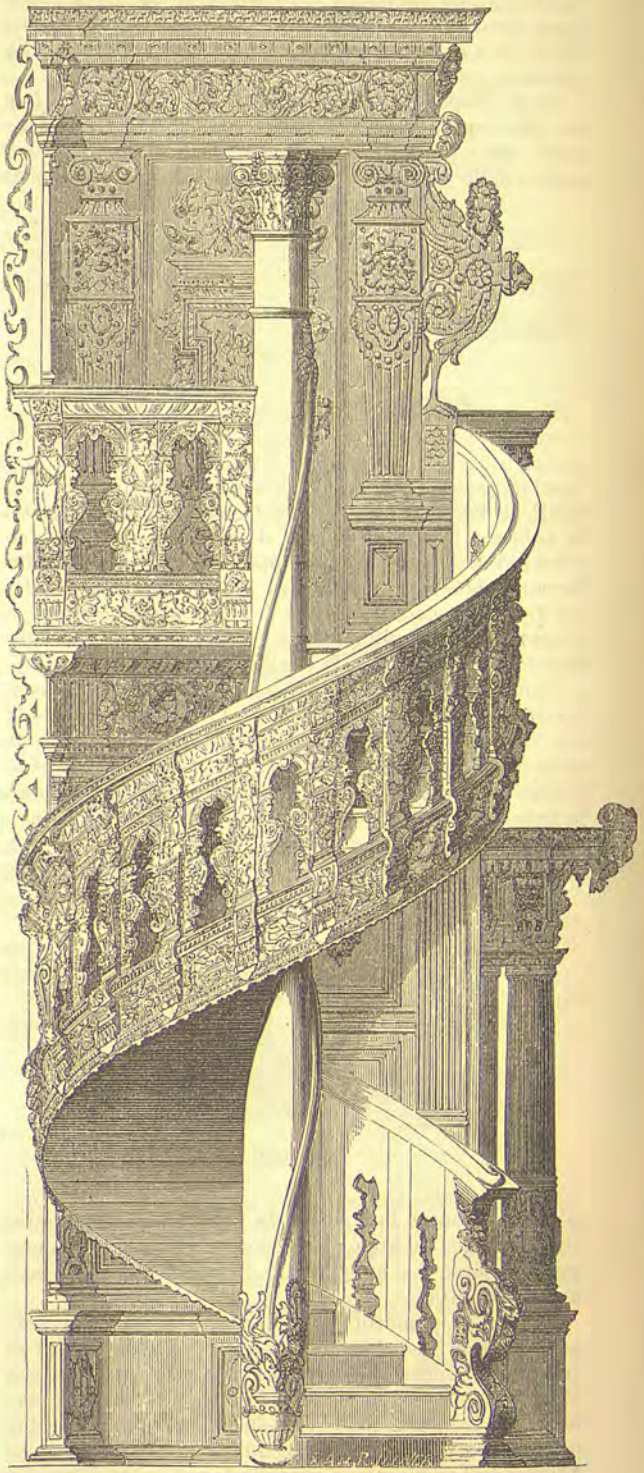


Fig. 2529. — Scala del palazzo comunale di Brema.

vengono a diversa altezza a fissarsi i correnti del parapetto.

Il parapetto può anche essere motivo di decorazione; può a seconda dei casi formarsi con regoli disposti parallelamente al pendìo delle branche, con bastoncini

Fig. 2530. — Scala in legno nel palazzo del Trocadero a Parigi.

lavorati al tornio, con assicelle traforate e sagomate fissate inferiormente ai correnti e superiormente al mancorrente, come si rileva nelle fig. 2524 e 2528, od ancora con intelajature in legname combinate con decorazioni in ferro, pilastrini e panelli scolpiti, ecc. (fig. 2529 e 2530).

Nella fig. 2529 si trova rappresentata la scala a chiocciola in legno nella camera d'oro del palazzo comunale di Brema (Germania), opera assai pregevole di stile del rinascimento.

Il parapetto è costituito da pilastrini scolpiti, a forma di cariatidi, collegati coi correnti, inferiore e superiore, le cui sagome sono minutamente intagliate, e in corrispondenza dei ritti si presentano delle mensolette di cui quelle del corrente superiore sono foggiate a forma di mascheroni; formelle di legno traforate e scolpite servono a ridurre i vani fra i successivi pilastrini. L'anima si presenta sotto forma di svelta colonnina con capitello corinzio; un'asticciuola cilindrica sorgente da un vaso, scolpito in un ceppo di legno che orna il piede della colonna, si avviticchia alla medesima come fusticello di pianta rampicante e forma il mancorrente.

Una scala in legno di recente costruzione, di aspetto leggiero ed ardito è quella che si ammira nel palazzo del Trocadero a Parigi (fig. 2530) per accedere alla sala dei Congressi. Ad un invito di 5 scalini fan seguito tre rampe rettilinee coll'intermezzo di pianerottoli la cui pianta è un quadrato sormontato da un quarto di circolo. I correnti di queste branche sono sostenuti da travi

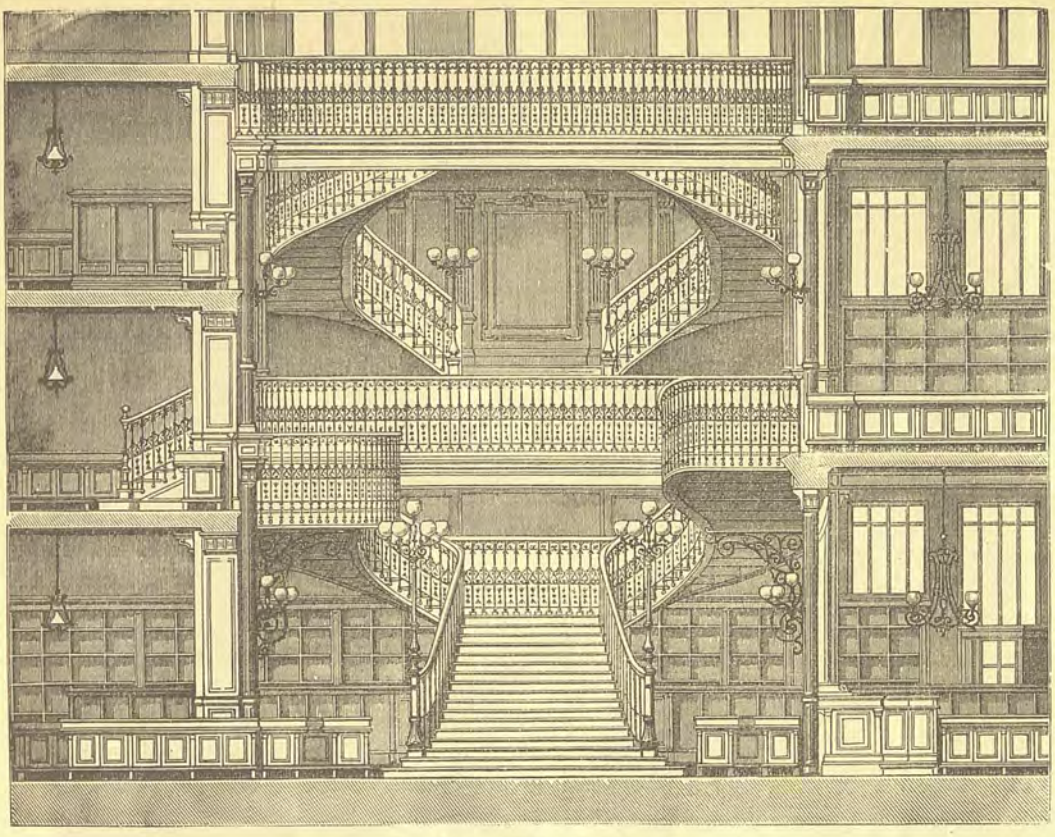


Fig. 2531. — Sezione secondo A B.

formanti mensole disposte sotto i pianerottoli, incastrate per un estremo nei muri e sostenute in un punto intermedio. Il sostegno intermedio delle mensole, disposte sotto il pianerottolo situato fra la prima e la seconda branca, è un pilastro di legno a sezione quadrata; il sostegno intermedio delle mensole situate sotto il pianerottolo fra la seconda e terza branca è una svelta colonnina pure di legno.

Il parapetto è formato d'una intelajatura di legno a scomparti alternativamente grandi e piccoli riempiti con eleganti decorazioni in ferro battuto.

Nell'*Enciclopedia* del Planat, da cui si ebbe la nostra fig. 2530, trovansi i disegni della grandiosa scala della *Maison rue du Petit-Salut* a Rouen, della *Maison de la Reine Berthe* a Chartres, della sala dei manoscritti alla Biblioteca Nazionale; è citata la scala in legno *Henri II de l'ancien Hôtel Cluny;* un'altra assai curiosa in via *des Lombards*, 24, e come capolavoro del XIII secolo la scala che dà accesso alla tribuna della *Sainte-Chapelle.*

Nelle figure 2531 e 2532 abbiamo rappresentato con una sezione secondo A B ed una porzione di pianta la grandiosa scala in legno della *Maison du Bon Marché, rue de Sèvres*, n. 20, a Parigi.

Il corpo di fabbrica che contiene questa scala è un ampliamento eseguito dall'architetto M. Laplanche negli anni 1869-1872. Esso ha in corrispondenza della porta d'ingresso circa m. 30 di profondità; la sua lunghezza è di circa 45 m.

Presenta tre piani oltre ai sotterranei ed il piano della mansarda. All'altezza complessiva di questi tre piani corrispondono quattro piani nella parte antica. La prima branca rettilinea CP misura, fra i pilastrini all'in-

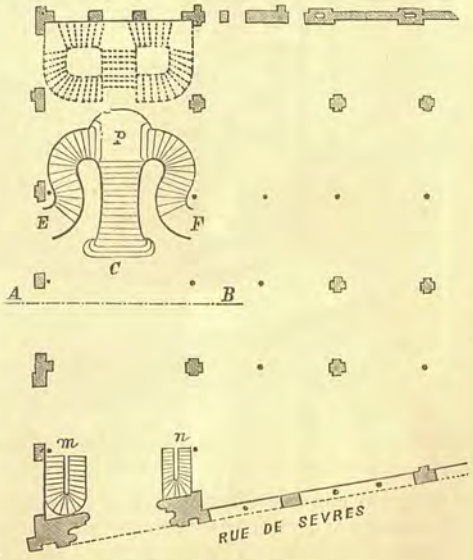


Fig. 2532. — Pianta.

Scala in legno nell'edificio della « Maison du Bon Marché » a Parigi (fig. 2531 e 2532).

vito, larghezza di circa 3 m. e dal pianerottolo P si accede, mediante le due scale laterali con pianta P E e P F a doppia curvatura, ai magazzini del primo piano del corpo di sinistra che trovasi a circa m. 3,90 sul livello del pian terreno e a quelli del primo piano del corpo di destra alto circa 4,70 sul pian terreno. Con altre branche disposte in modo analogo ma più addietro,

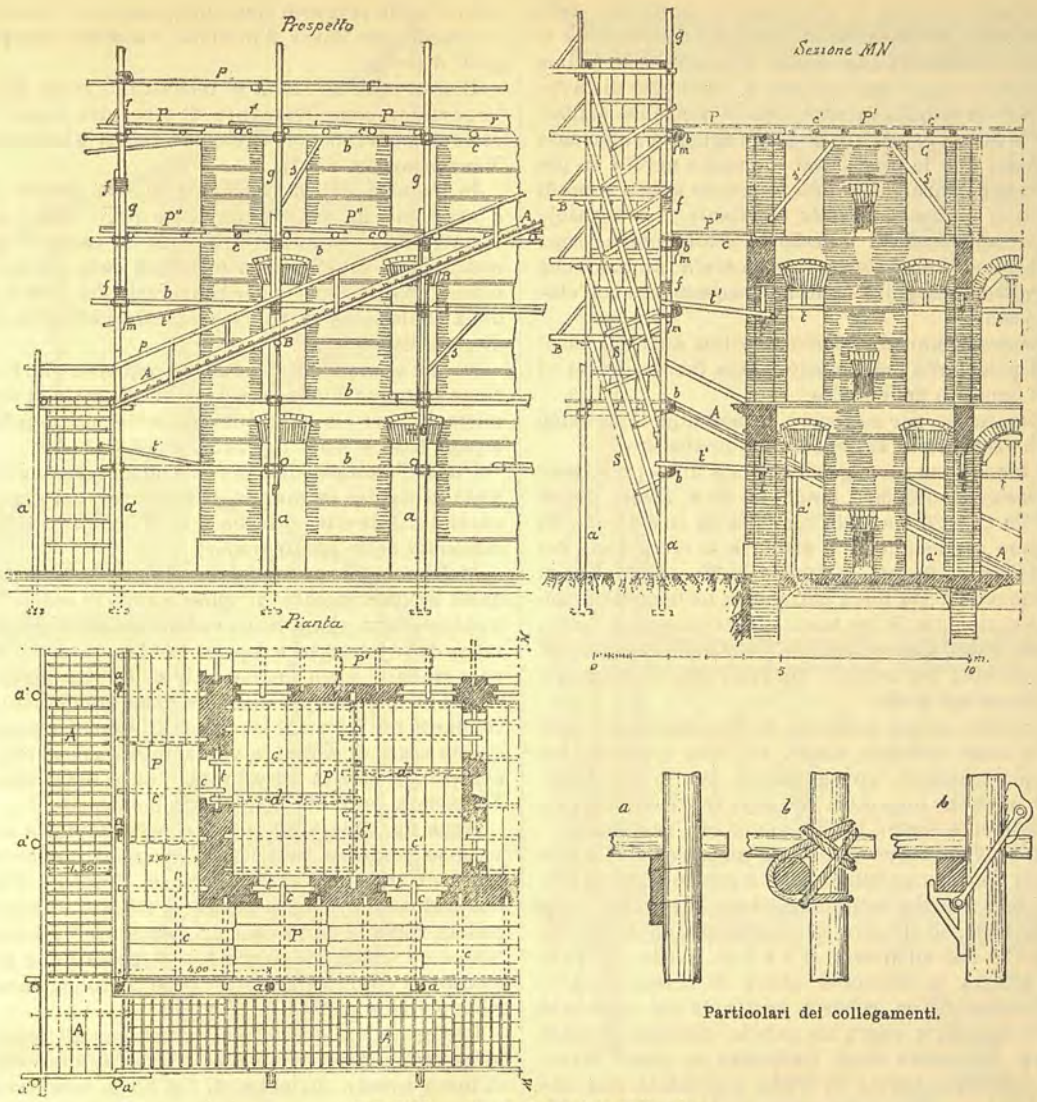


Fig. 2533. — Ponte di servizio ordinario.

come si rileva in punteggiato dalla pianta, si raggiungono i diversi piani.

Il pian terreno, il primo e parte del secondo piano sono destinati all'esposizione e deposito delle mercanzie, il rimanente del secondo piano agli uffici d'amministrazione. Nel terzo piano sonvi le cucine ed i refettori del personale dello stabilimento, che si compone di più di 900 individui. Nel piano delle mansarde vi sono alloggi per parte dei commessi di negozio.

Il Daly trova assai ingegnosa e ben ideata questa disposizione di scala che serve di comunicazione fra i diversi piani dei due corpi benchè siti a differente livello.

Molte altre scale secondarie sono disposte in questo grandioso edificio di cui le due che si vedono anche nella nostra porzione di pianta ai lati dell'ingresso servono a scendere nei sotterranei, i quali sono destinati per il ricevimento delle merci, la formazione di campionari e spedizione dei pacchi.

Come nelle scale in muratura, si usarono anche per le scale in legno quelle speciali disposizioni per ottenere in una stessa gabbia una doppia scala per guisa che le persone che percorrono l'una per recarsi a dati locali dell'edificio non s'incontrino con quelle che percorrono l'altra per accedere ad altri locali dello stesso edificio; funzionano cioè come due scale distinte pure avendo pianta comune.

La pianta può essere una corona circolare con disposizione analoga a quella indicata nella fig. 2502 per le scale a chiocciola in pietra, oppure anche un rettangolo.

Viollet-le-Duc ci descrive una scala a chiocciola in legno assai curiosa; essa era appoggiata inferiormente solo mediante un perno in ferro su di una ralla metallica per guisa che potevasi fare subire con tutta facilità, all'intera scala, un mezzo giro attorno al proprio asse verticale e così permettere od impedire, a piacimento, le comunicazioni fra la scala e le camere del fabbricato. Ciò poteva riescire di somma utililità in alcuni antichi manieri dove erano a temersi inopportune sorprese.

Per salire dal pian terreno di un edifizio in costruzione alle diverse impalcature che successivamente si stabiliscono a misura che progredisce l'elevazione dei muri, si usufruiscono talvolta le scale stesse del fabbri-

cato; tal'altra invece si preferisce di costruire delle apposite scale provvisorie in legno, all'esterno, che si chiamano le andatoje (fig. 2533). Ciò perchè le prime riescirebbero troppo anguste per il passaggio di lavoranti o perchè essendo interne non si potrebbe dall'assistente ai lavori esercitare una sorveglianza sufficiente sui manuali che le percorrono o ancora perchè si potrebbero apportare guasti agli scalini se questi sono di marmo o di pietra non molto resistente. Le andatoje sono poi indispensabili quando le scale interne sono progettate con branche sostenute da archi rampanti che non si possono eseguire contemporaneamente coll'elevarsi dei muri.

Si procura comunemente che la prima andatoja incominci in prossimità od almeno abbia facile accesso al luogo di deposito delle malte.

Si usufruiscono per sostenere le andatoje le antenne stesse che servono di sostegno alle impalcature.

Le antenne sono fusti generalmente di larice con sezione pressochè circolare, lunghi da 10 a 12 m., grossi al piede da 25 a 30 cm., alla sommità da 10 a 15 cm. Si dispongono verticalmente a distanza di circa 4 m., coi loro piedi entro fossette profonde da 30 a 40 cm. che si riempiono poscia con terra battendola fortemente a misura che si riempie. Si ha inoltre l'avvertenza di collocare nelle fossette, sotto ciascun piede delle antenne, un pezzo di tavola per evitare nocevoli approfondamenti delle antenne nel suolo.

Per formare queste andatoje si dispongono, secondo il pendìo delle andatoje stesse, sui loro margini, dei (remmoni) travicelli, appoggiandoli per le loro estremità ed in punti intermedi ad altri travicelli disposti orizzontalmente contro le antenne or ora accennate.

Questi travicelli sono fissati per un estremo alle antenne con funi, con gatelli e chiodi o con apparecchi speciali, cioè in uno dei modi indicati nei particolari della stessa fig. 2533, ed all'altro estremo a piantoni infissi nel terreno. Ciò fino all'altezza di 4 a 5 m. dal suolo. Oltre questa altezza la estremità libera di ciascun travicello è sostenuta da robusta saetta la cui estremità inferiore appoggia sopra un gatello inchiodato contro l'antenna. Le saette sono rinforzate in punti intermedi da staffe o tavole di legno inchiodate alle antenne. L'inclinazione delle saette si tiene di circa 25° colla verticale.

Sopra i remmoni si dispongono le tavole che formano l'impalcatura inclinata dell'andatoja e sopra le tavole si fissano con chiodi dei listellini, con sezione retta di cm. 5 × 4, distanti fra loro da asse ad asse circa 30 centimetri.

L'andatoja si munisce ai margini di tavole poste di coltello, a ritegno dei materiali minuti che casualmente sfuggissero dalle mani dei manuali che li trasportano. Si munisce ai lati l'andatoja ad altezza di circa 90 cm. di barriere; quella interna è inchiodata alle antenne; quella esterna a ritti fissati inferiormente ai remmoni ed ai travicelli orizzontali e consolidati con saette che vengono coll'estremità inferiore a fissarsi sui prolungamenti dei travicelli stessi.

Scale metalliche.

Le scale in ferro ed in ghisa sono di maggior durata delle scale di legno, specialmente se si ebbe cura nella loro costruzione di ben verniciare tutte le singole parti con doppia mano di buon minio; sono anche incombustibili. Hanno per altro l'inconveniente in caso di incendio di arroventarsi e riescire inaccessibili. Quelle di ghisa vanno facilmente soggette a spezzarsi quando nella fredda stagione siano urtate un po' violentemente o quando per causa d'incendio venissero spruzzate da getti d'acqua.

Ben di rado in Italia si incontrano scale di qualche importanza completamente di struttura metallica; un esempio rimarchevole l'abbiamo tuttavia nel cotonificio Veneziano (fig. 2540).

In Francia ed in Germania questo genere di scale è assai più in uso specialmente negli edifizi pubblici e stabilimenti industriali. Merita ad esempio speciale menzione la grande scala metallica della galleria delle macchine nell'Esposizione universale del 1889 a Parigi, della quale se ne trova un prospetto nella *Riv. tecnica* di quell'Esposizione.

Da noi si usano oggidì ben di frequente i ferri con sezione a doppio T per la costruzione di scale di struttura mista in ferro e muratura colle disposizioni indicate a pag. 1633 e nelle fig. 2436, 2439, 2439 *bis*.

Un bell'esempio di scala con armatura metallica in vista e scalini in marmo si riscontra nei grandi magazzini « Alle città d'Italia » in Milano (vedi *Edilizia moderna* nella *Bibliografia*).

Molto comuni sono poi da noi le piccole scale costrutte quasi esclusivamente di ghisa e sono le cosidette scale a chiocciola in ghisa. Se ne vedono spesso nei negozi per salire dalle botteghe a soprastanti laboratorii o magazzeni stabiliti negli ammezzati; se ne riscontrano negli edifizi industriali per ottenere delle comunicazioni secondarie fra i diversi laboratorii, ecc. Si compongono queste scale di scalini a ventaglio di ghisa (fig. 2534) con pedata striata o traforata; con o senza frontalino. La pedata presenta una coda a manicotto.

Nella fig. 2534-2536 si trova rappresentata con elevazione pianta e particolari una scala a chiocciola in ghisa di struttura assai elegante. Presenta frontalini traforati e decorati con ornati in rilievo, sotto ciascuna pedata verso la periferia e precisamente fra i successivi bastoncini della ringhiera son disposte delle graziose mensoline (fig. 2535) che servono di collegamento e di rinforzo delle pedate.

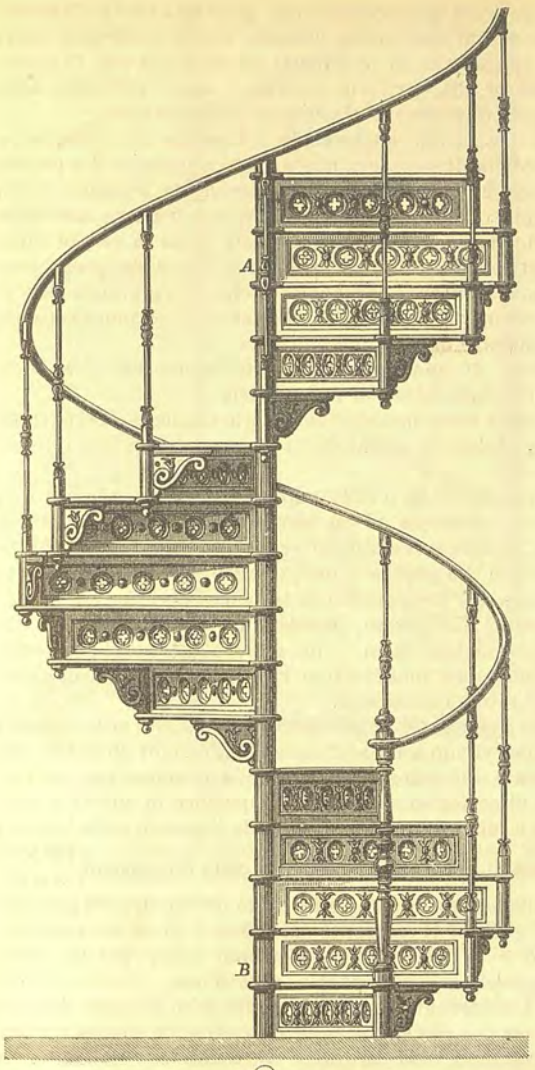
Per comporre questa scala si infilano gli scalini colle loro code e i rispettivi manicotti in un'anima o barra A B di ferro avente diametro di 5 a 6 cm. incastrata colla estremità inferiore nel pavimento. Si fanno poscia girare gli scalini in modo conveniente finchè ciascuno venga ad occupare in projezione orizzontale il posto che gli compete. Servono a mantenerli a sito, i bastoncini in ferro che formano la ringhiera, ognuno dei quali entra coll'estremità inferiore, in apposito foro praticato alla periferia degli scalini, attraversa contemporaneamente due successive pedate e l'interposto manicotto che forma corpo colla mensola.

Le estremità inferiori dei bastoncini sono filettate a vite e vengono fissate mediante chiocciole di ghisa presentanti forma di pomi decorativi.

Le estremità superiori dei bastoncini sono collegate col mancorrente. Nel caso nostro il mancorrente è un ferro tondo cavo incurvato ad elica; volendosi un mancorrente più economico, invece di una barra cava si può adottare un semplice ferro piatto.

I frontalini sono adagiati mediante i loro orli verticali a risalti di cui sono muniti i manicotti centrali ed i manicotti periferici e son tenuti fermi mendiante viti; una di queste viti si trova nella pianta projettata in *v*.

Le scale a chiocciola in ghisa non sono sempre della forma di quella da noi illustrata. Se ne costruiscono di quelle più modeste, con semplici manicotti a luogo delle



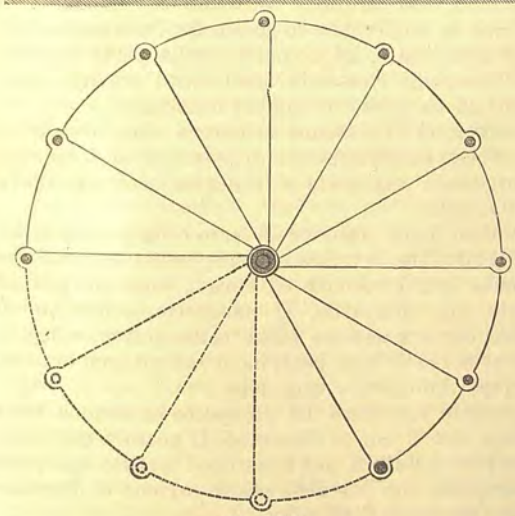


Fig. 2534.

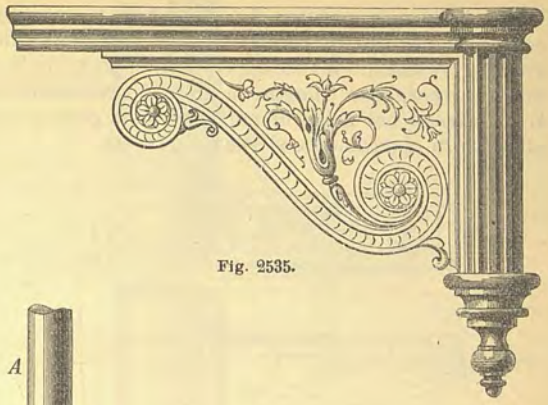
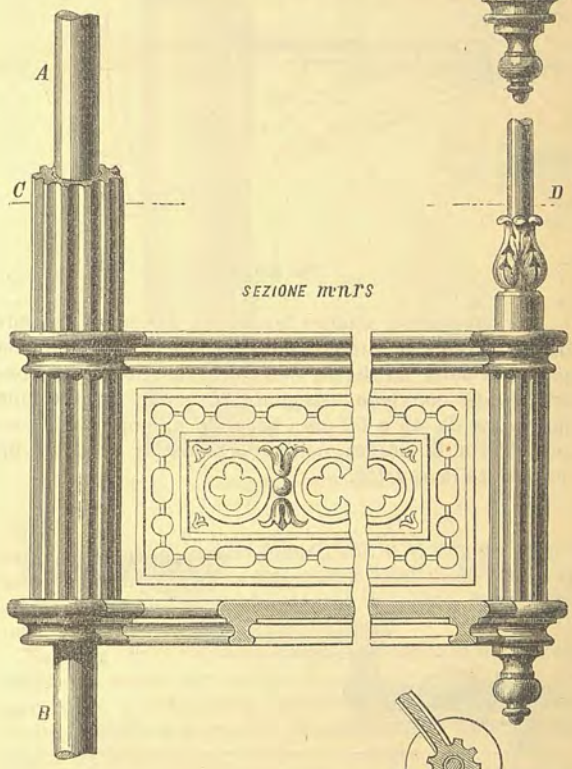


Fig. 2535.



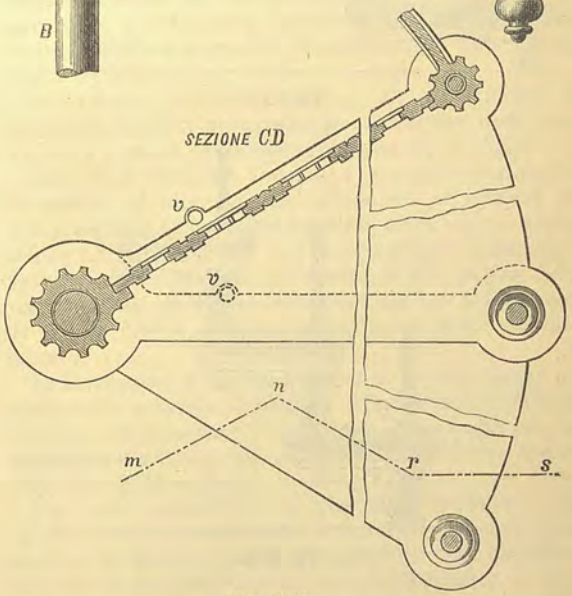


Fig. 2536.

mensole, oppure senza frontalino e il cui costo, se il diametro è di circa m. 1,20, non supera le 100 lire per metro d'altezza mentre quella da noi rappresentata costerebbe circa 150 lire per metro d'altezza.

Quando la gabbia di pianta circolare od ellitica sia limitata da muro di sufficiente spessore, si può costruire la scala a chiocciola senz'anima lasciando nel centro un pozzo di conveniente diametro.

Le alzate e le pedate (fig. 2537) non hanno più le code a manicotto in corrispondenza del centro della gabbia, presentano invece dalla parte opposta delle opportune sporgenze (lunghe da 15 a 25 centimetri) che si incastrano nel muro di periferia della gabbia, come abbastanza chiaramente si rileva in figura.

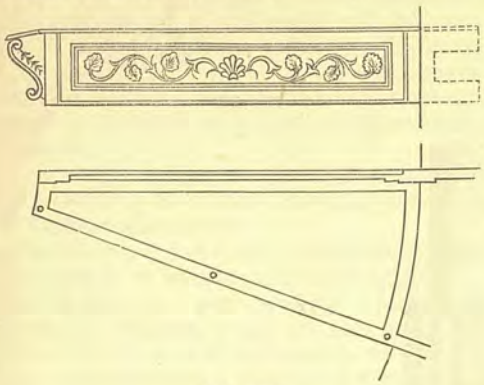


Fig. 2537.

La maggiore o minore larghezza del pozzo dipende dal maggiore o minor diametro che si assegna alla gabbia e dalla larghezza della branca elicoidale. Possibilmente conviene assegnare al pozzo almeno una larghezza da 40 a 50 cm., tenendo all'uopo anche un po' stretta la branca, coll'avvertenza di collocare un parapetto in aggetto.

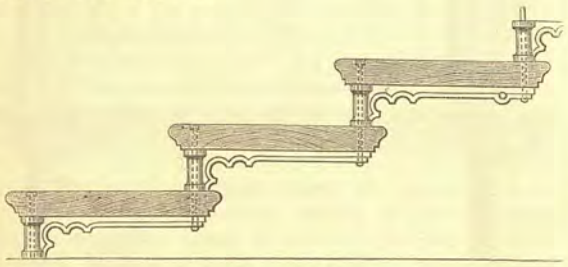


Fig. 2538.

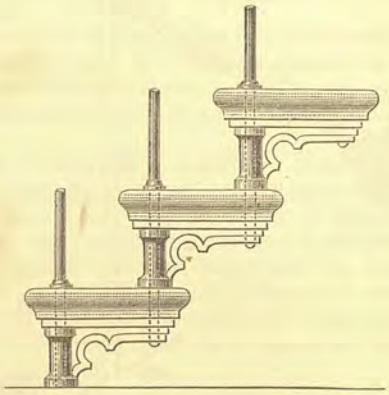


Fig. 2539.

Con ciò si potrà provvedere bene alla illuminazione serale della scala con lumi sospesi nel mezzo della gabbia.

Il pozzo, se ha conveniente diametro, potrà utilizzarsi per stabilire un ascensore per sollevamento di persone o di mercanzie.

Per scale a chiocciola con gabbia avente diametro inferiore ai due metri possono essere sufficienti muri con spessore di 26 centimetri od anche di soli 12 centimetri se alla periferia esterna il muro presenta delle paraste o colonne di rinforzo e di decorazione.

Si adottarono anche scale a branche rettilinee ed a chiocciola di struttura mista legno e metallo. Le pedate (figure 2538 e 2539) si costruiscono in legname forte, quercia o larice; queste si collegano fra loro mediante specie di mensole di ghisa disposte sotto le pedate verso le estremità delle medesime e in guisa da presentare verso il frontolino il manicotto che serve unitamente ai bastoncini della ringhiera, filettati inferiormente a vite, a collegare uno scalino coll'altro.

Scale di questo tipo si costruiscono nel grandioso stabilimento Savio di Alessandria.

Queste scale hanno il vantaggio su quelle di struttura completamente metallica di essere più leggiere e meno sonore.

Nelle fig. 2540 e 2541 rappresentiamo mediante una sezione verticale ed un particolare la scala metallica del Cotonificio Veneziano progettata dall'ing. V. Mazzucchelli. La gabbia è un quadrato con m. 5,70 di lato, la scala è a tre branche su tre successivi lati ed un pianerottolo sul quarto, presenta un pozzo centrale quadrato con lato di m. 2,70, cosicchè la larghezza delle branche e del pianerottolo risulta di m. 1,50. Nel pozzo è stabilito un ascensore.

Sui vertici del pozzo si ergono quattro ritti tubolari ai quali vanno a fissarsi delle armature di ferro arcuate disposte sui margini interni delle branche per servire loro di sostegno. Il corrente superiore di questa armatura è rettilineo e diretto secondo il pendìo della branca; consta di un semplice ferro a T colle dimensioni $\frac{120 \times 60}{6 \times 10}$ e colla sua testa in alto in modo da servire d'appoggio agli scalini. Il corrente inferiore è pure un semplice ferro a T delle stesse dimensioni incurvato in modo da presentare un profilo a collo d'oca.

I due correnti sono collegati fra loro da barre di ferro con sezione rettangolare di mm. 60 × 12, disposte alternativamente con direzione verticale ed inclinata, in modo cioè da suddividere lo spazio fra i due correnti in maglie triangolari, ad eccezione della parte centrale in cui i correnti riescendo assai vicini fra loro sono collegati da un pezzo di lamiera continua.

Le estremità di ciascuna armatura sono fissate ai ritti tubolari coll'intermezzo di piastrine di ferro convenientemente sagomate e ripiegate, come si rileva dalla fig. 2541.

Le unioni delle piastrine di ferro colla parete tubolare di ghisa, che in figura sono rappresentate schematicamente con circoletti ed ellissi, sono in pratica ottenute con chiavarde. Il parapetto è formato di semplici barre a sezione retta rettangolare collegate coll'intermezzo di corti pezzi incurvati ad arco ellittico ai correnti inferiore e superiore.

Il corrente superiore del parapetto ha sezione retta circolare con 3 cm. di diametro. Il pozzo è poi difeso da una rete metallica per impedire l'incauto sporgersi dal parapetto, che potrebbe essere cagione di disgrazie quando l'ascensore è in moto.

Gli scalini sono di ghisa; la pedata è formata di una lastra striata sulla sua superficie superiore e presenta su quella inferiore delle costole di rinforzo, una scanalatura sul margine anteriore per l'incastro del frontalino ed un dente sull'orlo posteriore secondo cui si appoggia sul risalto del frontalino successivo.

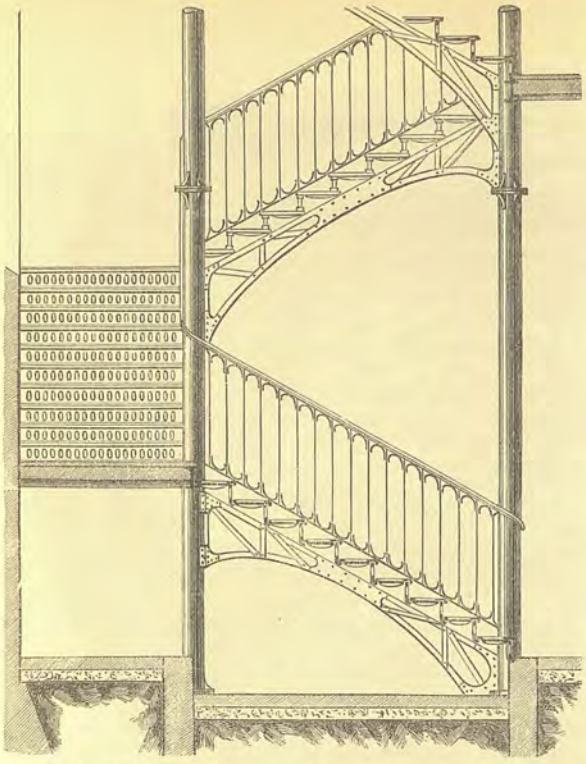


Fig. 2540. — Scala metallica del Cotonificio Veneziano.

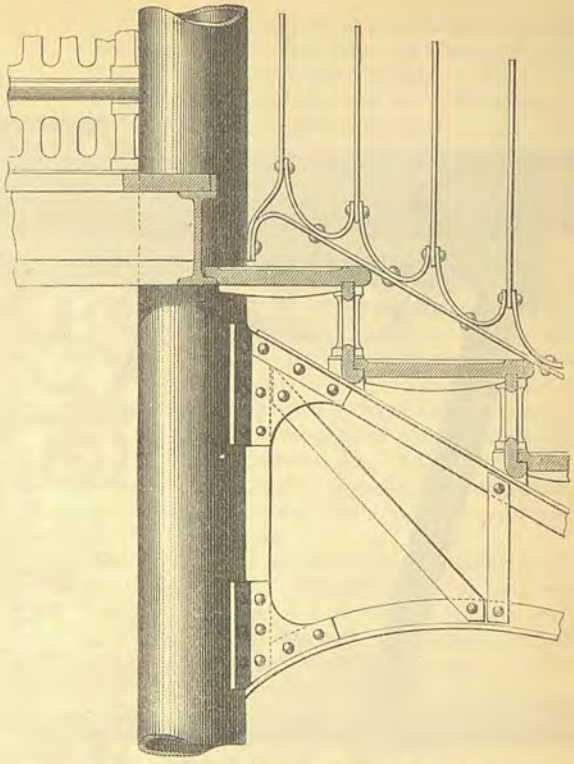


Fig. 2541. — Particolari della scala figura 2540.

I frontalini sono costituiti da piastre di ghisa traforate e presentano sull'orlo inferiore un risalto per l'appoggio delle pedate.

Due successive pedate sono poi collegate fra loro da manicotti cilindrici cavi disposti verso le estremità delle pedate stesse.

I pianerottoli sono sostenuti da ferri a doppio T convenientemente fissati alle colonne di ghisa.

I ritti sono costituiti da tubi di ghisa lunghi m. 4,25; il diametro esterno al pian terreno è di 20 cm. e lo spessore della corona di sezion retta di 20 millimetri; il diametro esterno ad altezza di m. 14,50 dal suolo è di 15 cm. e lo spessore della corona di 15 mm.

Ciascun tubo termina alle estremità con un disco di maggior diametro rinforzato da quattro costole. Dischi e costole fanno corpo col tubo stesso.

Ogni disco presenta verso la periferia quattro fori disposti secondo due diametri fra loro perpendicolari. Sovrapposto un tubo all'altro con piccole chiavarde, attraversanti i fori sopra accennati e relative chiocciole, si collegano solidamente i tubi fra loro.

Ascensori, Piani mobili o lift. — Così chiamansi quegli apparecchi che servono al trasporto da un piano all'altro sia di persone, sia di mercanzie, vivande od altri oggetti più o meno voluminosi e pesanti.

Pel passato si aveva una certa riluttanza ad adottarli per il trasporto delle persone, perchè i primi sistemi che si misero in opera erano molto difettosi specialmente dal lato della sicurezza per cui furono cagione di luttuosi avvenimenti; ora però coi successivi perfezionamenti introdotti nei meccanismi, coll'applicazione di buoni freni automatici, coll'invenzione degli ascensori idraulici, si raggiunse l'assoluta sicurezza e grande facilità di manovra; quindi la loro applicazione va via via sempre più generalizzandosi e negli alberghi, negli ospedali, in molti edifizi industriali, si ritengono oggidì quasi indispensabili. La sola casa Stigler di Milano, per citare un esempio, ne ha di già installato ben più di mille.

Sarebbe poi veramente grave mancanza in un grande edifizio di nuova costruzione il non prevedere, nella ripartizione e costruzione dei muri, alla possibilità di un facile posteriore impianto di ascensore in appropriato sito dell'edificio.

Pei piccoli ascensori, destinati all'innalzamento di pacchi od oggetti poco voluminosi, bastano delle scanalature o canne praticate nello spessore dei muri.

Pei grandi ascensori destinati al trasporto di persone, di mobilio od altri oggetti voluminosi si richiede un pozzo con pianta quadrata o rettangolare coi lati variabili da m. 1,50 a 2 e fino a 4 metri. Questo pozzo converrà in molti casi stabilirlo attiguo alla gabbia della scala in modo da aversi comunicazione coi pianerottoli di questa che si trovano a livello coi piani del fabbricato.

In alcuni casi si potrà, facendo la scala a pozzo ed assegnando a questo dimensioni appropriate, usufruire il pozzo per installarvi l'ascensore. Tale è appunto la disposizione adottata nell'edificio del Cotonificio Veneziano (fig. 2540 e 2541).

Una tale disposizione si riscontra appunto nella fig. 2544, che ci rappresenta la sezione verticale in una scala a due branche con ampio pozzo centrale nel quale si trova un ascensore idraulico sistema Stigler. Il motore, che è una macchina idraulica orizzontale, è installato nel sotterraneo e si manovra da un operajo dall'atrio del piano terreno.

Riuscendo talvolta impossibile di collocare l'ascensore nell'interno del fabbricato, lo si potrà anche collocare all'esterno.

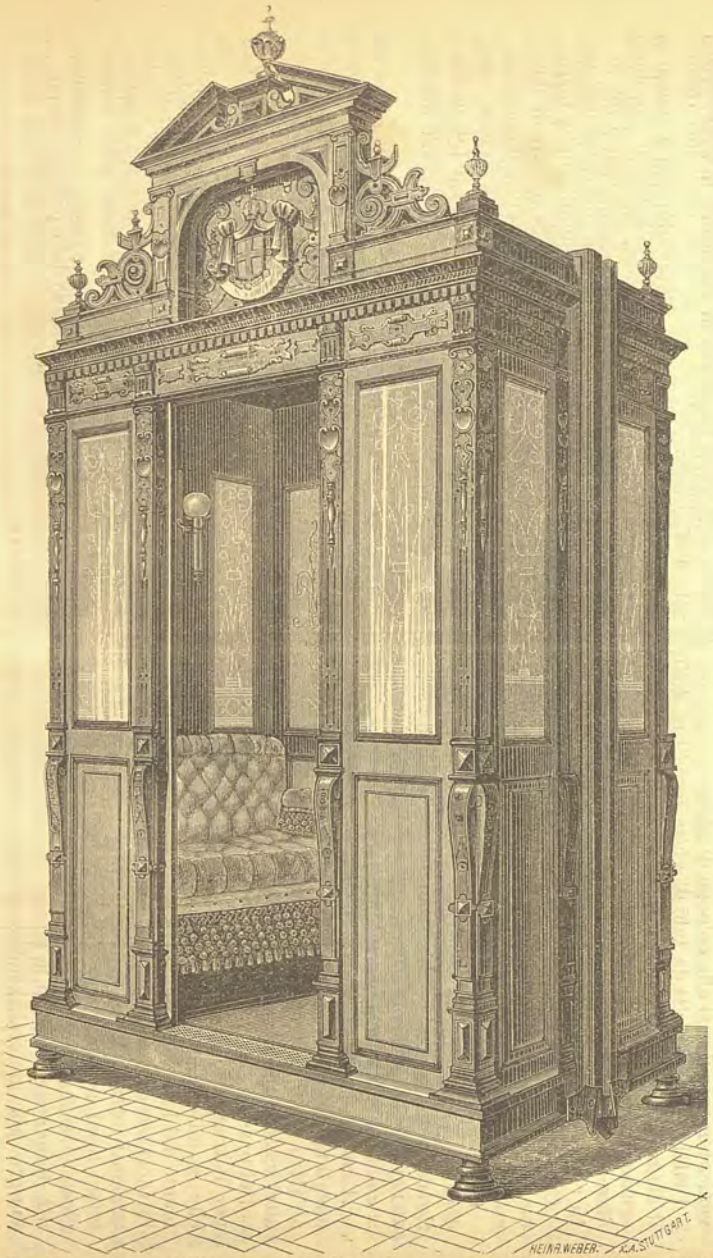


Fig. 2542. — Cabina dell'ascensore idraulico nel palazzo reale di Venezia (sistema Stigler).

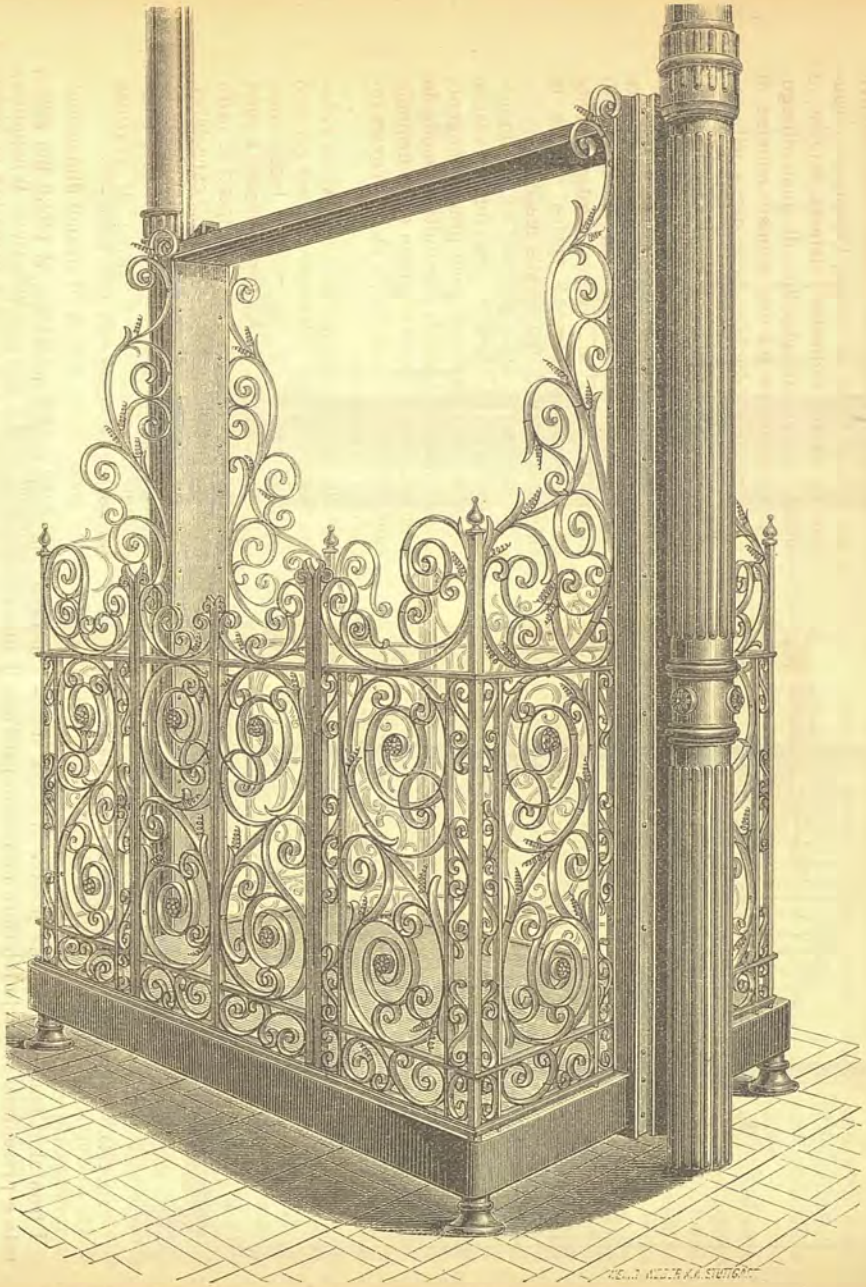


Fig. 2543. — Cabina dell'ascensore idraulico nel palazzo Bocconi a Roma (sistema Stigler).

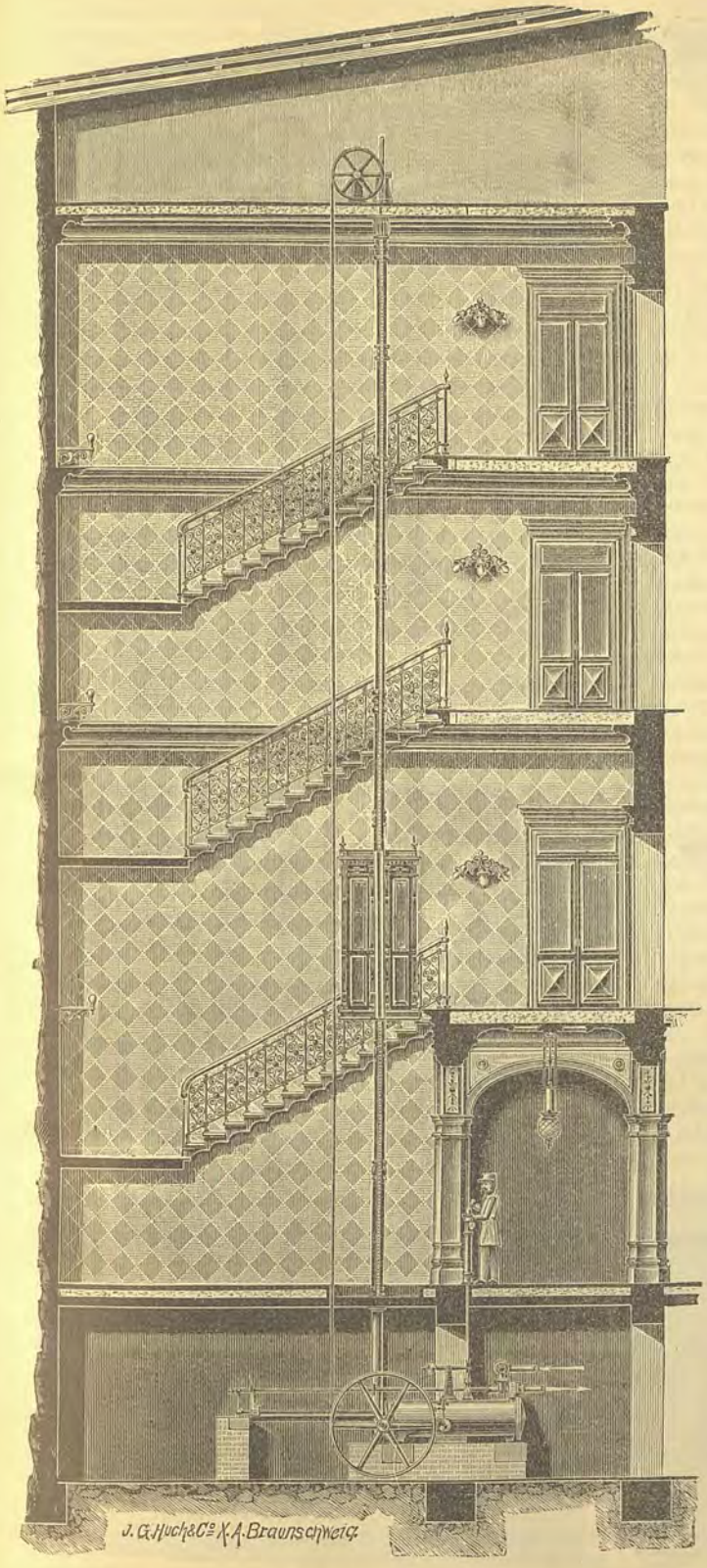


Fig. 2544. — Disposizione generale di un ascensore idraulico in uno scalone (sistema Stigler).

Una tale disposizione si riscontra a Genova nel *Grand Hôtel de Gênes;* l'ascensore idraulico ad azione indiretta, sistema Stigler, è situato nel cortile-giardino di quell'albergo. La cabina scorre fra due robuste colonne di ghisa piallate e dentate dalla parte della cabina, su tutta l'altezza; queste colonne sono fissate a debite distanze con mensole in ferro al muro di facciata del cortile. Le porte d'ingresso dai pianerottoli alla cabina, per evitare il pericolo di cadute nel vuoto, sono munite di meccanismi che le tengono costantemente chiuse e solo si possono aprire quando la cabina si trova di fronte alle medesime.

Le cabine da due a sei posti sono comunemente con intelajatura di legno forte, rivestite talvolta con legnami di gran pregio, mogano, acero, ebano, intarsiati o scolpiti in modo da presentare un aspetto elegante ed in armonia colla decorazione del locale in cui trovasi installato l'ascensore.

Nella fig. 2542 si ha in prospettiva l'elegantissima cabina dell'ascensore nel palazzo reale di Venezia. È decorata in legno noce, mogano e frassino di Ungheria; presenta vetri riccamente decorati; i sedili ricoperti in *satin* bianco e *peluche* azzurro; eleganti candelabri.

Nel Palazzo Bocconi a Milano si riscontra un ascensore con una cabina di struttura completamente metallica a forma di graziosa *corbeille* (fig. 2543).

Si costruirono cabine di grandi dimensioni contenenti da 20 a 40 e fino a 60 e più persone, ed in tali casi le intelajature di legname si rinforzarono con interne armature in ferro per meglio collegare le varie parti fra loro, oppure si adottarono cabine completamente di struttura metallica.

Nell'ascensore, sistema Edoux, della Torre Eiffel a Parigi ciascuna cabina era capace di contenere oltre 60 persone ed il loro peso, escluse le persone, raggiungeva le 4 tonnellate. Con due successive ascensioni, in due differenti cabine, si salivano in 5 minuti 160 m. di altezza, tale essendo il dislivello fra la seconda piattaforma e la sommità della torre.

Negli ascensori della Torre principale dell'Esposizione di Palermo, installati dalla ditta Augusto Stigler, ciascuna cabina poteva contenere venti persone ed in poco più di mezzo minuto si raggiungeva la piattaforma superiore alta 35 metri sul pian terreno.

Circa l'apparecchio motore il miglior sistema dal lato della sicurezza è quello dell'ascensore idraulico ad azione diretta; viene quindi il sistema degli ascensori idraulici ad azione indiretta con macchine verticali od orizzontali. Gli ascensori con macchine a vapore, macchine a gas, macchine ad aria sono assai pericolosi e furono più spesso cagione di catastrofi, per cui dovrebbero queste macchine assolutamente proscriversi nell'impianto di ascensori per persone mentre possono riescire vantaggiosi come monta-carichi negli stabilimenti industriali. Nei grandi stabilimenti industriali dove esistano delle potenti trasmissioni si potrà in alcuni casi usufruire della trasmissione per dar moto all'ascensore.

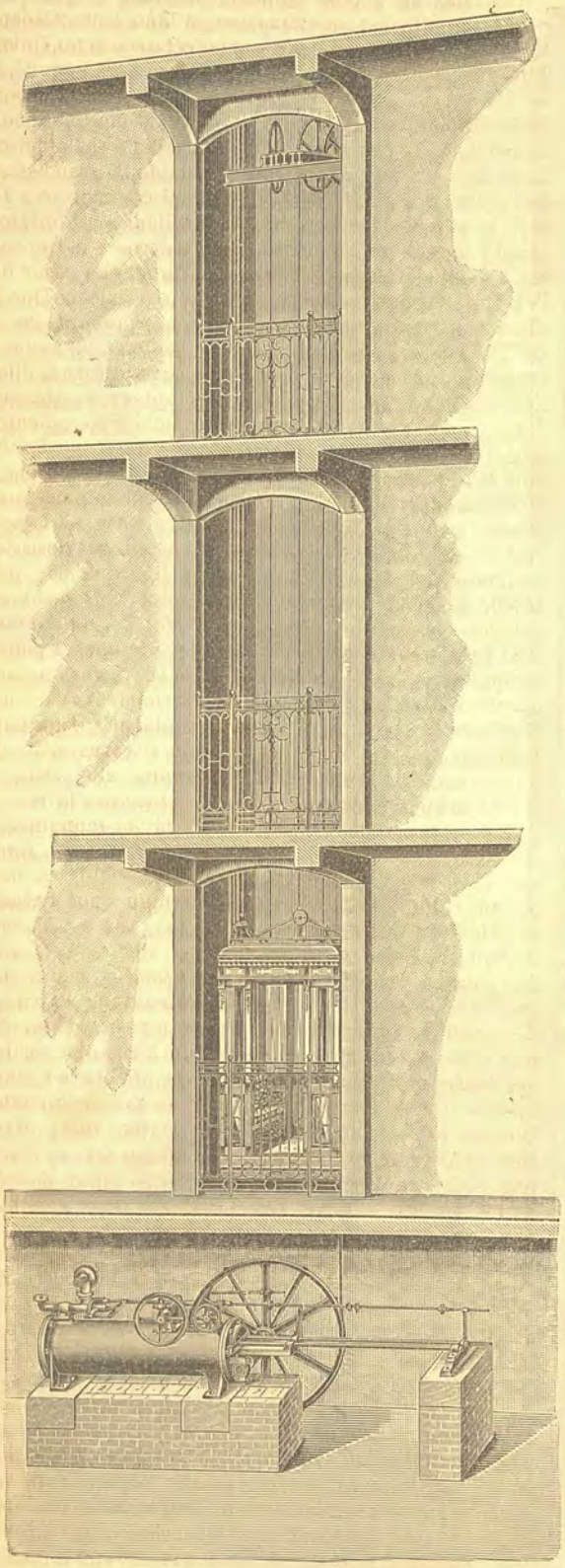


Fig. 2545. — Disposizione di un ascensore sistema Stigler con macchina idraulica orizzontale.

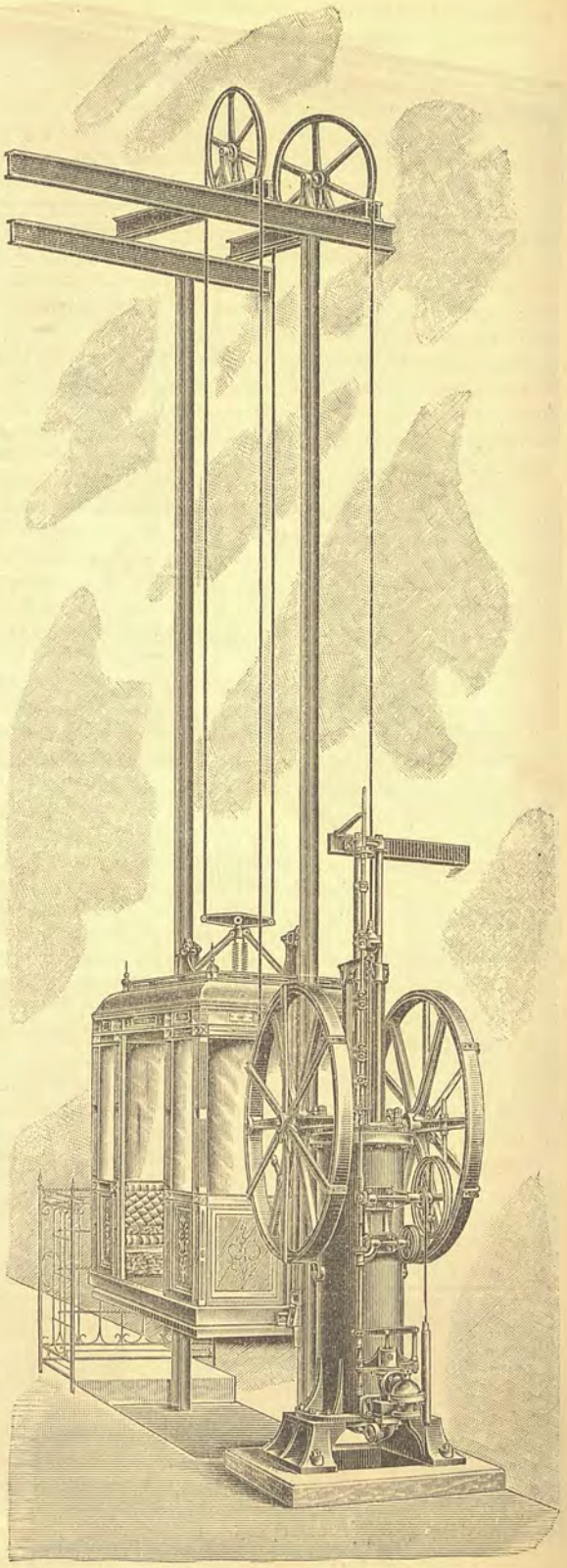


Fig. 2546. — Disposizione di un ascensore sistema Stigler con macchina idraulica verticale.

Nell'art.° MACCHINE DA SOLLEVARE E TRASPORTARE PESI di questa *Enciclopedia* si trovano diffusamente e minutamente descritti i diversi tipi di ascensori ora accennati, non che gli apparecchi di sicurezza Otis, Lohman, Stigler, ecc.

Comunemente negli ascensori della ditta Stigler il motore è una macchina idraulica orizzontale disposta nei sotterranei (fig. 2545), oppure verticale (fig. 2546) e collocata al pian terreno. Questa ditta ha recentemente fatto altresì impianti di ascensori elettrici. La cabina è guidata da robuste colonne munite di dentiere; la manovra si può eseguire dai diversi piani dell'edificio. Vi sono due apparecchi di sicurezza indipendenti, di funzione automatica ed istantanea, l'uno alla rottura della fune d'acciajo di trazione, e l'altro quando la velocità di discesa oltrepassa il limite fissato.

Recentemente nella Regia Università di Torino venne installato un piccolo ascensore eseguito nella officina meccanica G. Martina e figli di Torino. Esso differisce dal sistema Stigler pel modo di frenarlo; le guide della cabina sono due barre cilindriche in ferro e non portano dentiere. La cabina è attaccata alla fune metallica di sospensione coll'intermezzo di un semplicissimo sistema di leve a contrappeso. Questa fune va ad accavallarsi ad una puleggia posta sulla sommità della gabbia e discende in basso ad avvolgersi su sei carrucole di un robusto paranco e quindi a fissarsi al gambo dello stantuffo di una macchina a colonna d'acqua che serve a mettere in azione l'elevatore.

La manovra si può compiere da una delle stesse persone che entrano nella cabina e con somma facilità semplicemente col tirare un cordone il quale attraversando costantemente in direzione verticale la cabina va a comandare la valvola d'ingresso dell'acqua in pressione nel cilindro motore oppure quella di scarico. L'acqua che produce la pressione non è altro che una diramazione di acqua potabile dalla pubblica condotta.

Oltre alla fune principale vi sono due altre funi pure in fili d'acciajo disposte sui fianchi della cabina; queste sono per una loro estremità attaccate alla parte superiore della cabina, si portano in alto ad accavallarsi su apposite puleggie, e sostengono per l'altra estremità un contrappeso, costituito da una grande lastra di ghisa, che scorre fra la parete posteriore della cabina e la parete del muro. Quando accidentalmente si strappasse la fune principale, entra subito in azione il sistema di leve sopra indicato ed obbliga due cunei d'acciajo a serrarsi contro ad apposite mascelle annesse alla cabina, la quale, dolcemente, senza scosse, si arresta, risultando sostenuta in parte dall'attrito ed in parte dalle funi laterali.

La cabina è capace di sole due persone; il suo peso, se vuota, è di Kg. 300. Il contrappeso e di Kg. 232.

La fune principale di sospensione è composta di sei trefoli di 36 fili d'acciajo zincati ed ha diametro di circa 12 mm. I fili hanno diametro di mm. 0,48.

Le funi del contrappeso, pure in fili d'acciajo zincati, hanno diametro di 9 mm. La puleggia su cui si accavalca la fune principale di sospensione ha diametro di 75 cm. Le altre puleggie hanno diametro di circa 40 cm.

La stessa Ditta costruì collo stesso sistema un altro ascensore di maggiori dimensioni per lo stabilimento idroterapico di Varallo Sesia e funziona esso pure inappuntabilmente.

Il costo d'impianto di un ascensore idraulico ad azione indiretta con cabina a sei posti per un'ascesa di venti metri può variare fra sei e sette mila lire a seconda della minore o maggiore eleganza della cabina e della conformazione del locale in cui devesi installare.

BIBLIOGRAFIA.

Trattano della costruzione delle scale in generale: Sacchi Archimede, *Le abitazioni*, Milano, Ulrico Hoepli, 1878. — Donghi Daniele, *Manuale dell'architetto*, Unione Tip.-Edit. Torinese, vol. 1°, pag. 115, vol. 2°, pag. 27-45. — Planat P., *Encyclopédie de l'architecture*, Paris, Dujardin et C. éditeurs; nel vol. IV, secondo fascicolo, si trovano da pag. 355 a 383 vedute delle scale del palazzo dell'« Audiencia » a Barcellona, della grande scala dell'Opéra di Parigi, del Tribunale di commercio a Parigi; la scala della « Cour du Cheval-Blanc » a Fontainebleau; la scala dell'« Église des jacobites » a Lübeck; scala della « Maison Dalmases » a Barcellona; scala dell'« Hôpital de Santa-Cruz » a Toledo. — Viollet le Duc E., *Dictionn. raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*, Paris, Morel, 1877; nell'art. *Escalier* si trovano: i disegni della bellissima scala esterna, difesa da loggiato, della « Chambre des comptes », eretta sotto Luigi XII; i disegni di scale esterne del tipo indicato a pag. 1633, fig. 2438. — *Allgemeine Bauzeitung Verlag von Waldheim;* in questa bellissima pubblicazione si trovano parecchi esempi di scale di cui le più rimarchevoli sono: nelle tavole 1 e 2 dell'annata 1891, scala esterna della biblioteca di Atene; è una graziosissima scalinata del tipo indicato nella figura 2360; nelle tavole 31-36 la bellissima scala della *Nationalbankgebäude* in Belgrado. — *Zeitschrift des Architekten und Ingegneur-Verein zu Annover;* in questa pubblicazione nelle tav. 19-25 del vol. 35 si trova gran numero di piantine all'$^1/_{500}$ di case d'abitazione di München, Karlsruche, Hannover, Kassel, Magdeburg, Hamburg, Bremen, dal cui esame si possono ritrarre utili cognizioni sulla posizione da assegnarsi alle scale. — Burkhardt, *Geschichte der Renaissance in Italie.*

Si trovano esempi di scaloni di edifizi monumentali nelle seguenti opere: Letaroully, *Édifices de Rome*, vol. III, tav. 354, veduta prospettiva dello scalone a doppia rampa in piazza del Campidoglio per l'accesso al palazzo dei Senatori; vol. II, tav. 184 e 185, scale ogivali del palazzo Barberini; tav. 196 e 197, scala del palazzo Braschi, piante, elevazioni e vedute prospettive. — Vanvitelli Luigi, *Dichiarazione dei disegni del reale palazzo di Caserta*, Stamperia regia, Napoli 1756. — Wienner, *Monumental Bauten*, scalone del teatro dell'Opera di Vienna in pianta ed elevazione. — Daly César, *Revue générale de l'architecture*, Ducher et Cie, libraires éditeurs, Paris; vol. I, *Escalier et rampe du monument de juillet à Paris*, pag. 686; vol. II, *Les escaliers décrits par Rabelais dans son Gargantua*, pag. 201; *Escalier primitif*, pag. 402; *Origine de l'escalier à vis*, pag. 403; *Comment doivent être construits les escaliers*, 531; *Les escaliers des châteaux de Caillon et de Blois*, 549; vol. V, *Discussion sur les escaliers d'opéras*, p. 469 et suiv.; vol. VI, *Substitution d'ascenseurs aux escaliers*, 256; vol. IX, *Les escaliers du Musée de Cluny*, 103; vol. XIV, *Escalière de l'aile dite de François I, au château de Blois*, 213; vol. XVIII, *Escalier à Œnea; sa disposition particulière*, 44; vol. XIX, *Escaliers des Théâtres*, 93 a 109; vol. XXI, *Escaliers de* 150,000 et de 300,000 *francs*, 139; vol. XXIII, *Escaliers du nouveau tribunal de commerce de Paris*, 250; vol. XXV, *Escaliers dans les casermes*, 14, 61, 69, 74; vol. XXVIII, *Une fenêtre d'escalier à Toulouse*, 150; vol. XXIX, *Escalier de la mairie du IV arrondissement de Paris*, 249. Nel vol. 30, tav. 52-53 si trova la pianta e due elevazioni della grandiosa scala in legno della « Maison

du bon marché», rue de Sèvres, n. 20, Paris. — Quatremère de Luincy, *Dizionario storico di architettura.* — Opperman, *Nouvelles annales de la construction.* Nel vol. 17, annata 1871, si trova nella tavola 3 la pianta dello scalone della «Nouvelle Opéra de Paris». — *Italia monumentale*, Milano, Pietro Moretti editore. Nella parte seconda nell'illustrazione del palazzo di scienze, lettere ed arti di Brera si trovano le piante e le sezioni del grandioso scalone a doppie rampe; nell'illustrazione del palazzo Archinto a Milano si trova la pianta e la sezione longitudinale; nell'illustrazione della casa Passalacqua la pianta e sezione d'un grandioso scalone a pianta semicircolare. — Bernardo Anton Vittone, *Istruzioni diverse dell'architetto civile*, Lugano 1766: tav. 18, scala del palazzo Ranuzzi di Bologna; tav. 19, scala del Collegio della Compagnia di Gesù a Torino; tav. 20, scala del castello di Caprarola del Vignola; scala del palazzo Vaticano a Roma, del Bernino; tav. 21, scalone del palazzo Madama a Torino, e molte altre scale d'invenzione dell'autore. — *Edilizia moderna*, periodico mensile di architettura: vol. II, 1893, tav. 29, veduta della scala d'onore del palazzo Marino in Milano, ricostituito dall'architetto Luca Beltrami (vedi anche il testo a pag. 51); vol. III, 1894, tav. 60, scala esterna (del tipo della fig. 2365) per l'ingresso alla villa Colonna al Quirinale in Roma.

Trattano particolarmente delle scale metalliche e decorazioni metalliche per ringhiere: *L'architettura del ferro*, raccolta di motivi per costruzioni civili, ferroviarie, artistiche, Milano, B. Saldini editore; scala metallica del Cotonificio Veneziano con elevatore; scale a chiocciola in ghisa costrutte dallo stabilimento meccanico l'*Aurora* di Milano; parapetto in metallo; scala del palazzo del cav. Raggio a Genova; diversi parapetti in ferro e ghisa dei secoli XVII e XVIII; parapetto di scala della casa Grisi, corso Venezia, n. 82, Milano, costrutto dalla ditta Bizzarini. — *Memorie d'un architetto*, anno IV, 1890-91, tav. 30, parapetto in ferro battuto della scala nella villa Cora. — *Propagateur de travaux en fer.* — *Revue technique de l'Exposition universelle de 1889*, 1e partie, tav. 11 e 12, grand escalier du palais des machines. — Brandt E., *Lehrbuch der eisen-constructionen*, Berlin, Verlag von Ernst et Korn, 1876. Da p. 633 a 663 si trovano diffusamente trattate le scale metalliche. — *Edilizia moderna*, periodico mensile di architettura: vol. II, 1892, scala metallica con ascensore nel fabbricato Pirovano; gli scalini sono di marmo su armatura in ferro; vol. III, 1894, tav. 57, scala con armatura metallica e scalini di marmo dei grandi magazzeni « Alle città d'Italia » in Milano.

Si trovano bellissimi esempi di scale in legno nelle seguenti opere: Planat P., *Encyclopédie de l'architecture;* veduta d'una scala in legno nella «Maison», rue du Petit-Salut, a Rouen; scala nella « Maison de la reine Berthe», a Chartres; scala dei manoscritti della « Bibliothèque nationale »; scala nella « Salle des Congrès » al Trocadero.

Trattano specialmente delle scale in legno: Bouteron, *Scale in legno.* — *Architettura del legno*, B. Saldini editore, da pag. 233 a 237.

Trattano degli ascensori: Articolo *Macchine da sollevare e trasportare pesi* di questa Enciclopedia. — Nell'Opperman, *Nouvelles annales de la construction*, année 1871, si trovano i disegni e la descrizione di un ascensore idraulico stabilito in una casa di Parigi in via Saint-Lazare, n. 77. — *Courrier scientifique du journal « Le Petit Niçois »*, 11 mai 1891, art. *Les ascenseurs.*

Ing. STEFANO CERRIANA.

SCRIVERE (MACCHINE PER). — Franc. *Machine à écrire;* ingl. *Typewriting machine, Typewriter;* ted. *Schreibmaschine, Typenschreiber.*

CENNI STORICI.

La macchina da scrivere è un'invenzione relativamente recente che soddisfece ad un bisogno sentito da secoli. Fin dalla più remota antichità l'uomo sentì la necessità di creare segni convenzionali coi quali egli potesse conservare e tramandare un pensiero, ricordare un avvenimento. Ed ecco la scrittura. Ma per lungo volgere di secoli quest'arte, più importante del linguaggio stesso, rimase allo stato d'infanzia basandosi esclusivamente sul lavoro manuale, lungo, nojoso ed incerto. Collo svilupparsi delle relazioni fra popoli e popoli, col crescere dei commerci e col bisogno ognor più sentito di istruzione, divenne desiderabile di poter alleviare ed accelerare il lavoro manuale. I primi tentativi fatti in questo senso sono rappresentati dagli antichi *blocks*, sui quali era incisa un'intera pagina di libro. Era questo un notevole perfezionamento, ma ben presto divenne insufficiente.

Allora il genio di Gutenberg inventò i caratteri mobili, creando così *l'arte conservatrice di tutte le arti.*

Ora il bisogno primamente e da lungo sentito si limitava, senza dubbio, a quello cui ora soddisfano le macchine da scrivere, d'invenzione tanto posteriore a quella della stampa; ma fortunatamente, come dice l'Huling (1), questo bisogno non fu risolto in modo sì limitato, e la razza umana gode, da tempo, i benefizi inestimabili dell'invenzione di Gutenberg.

Intanto per lungo tempo non si pensò alla macchina per scrivere, la quale, del resto, non avrebbe potuto nascere prima dell'invenzione dell'arte tipografica con cui ha comuni i principii fondamentali.

Lo scrivere a macchina è, si può dire, un nuovo metodo per stampare; ma l'inventare una macchina per scrivere, quale oggidì l'abbiamo, non offriva incentivi uguali a quelli offerti dalla soluzione dell'importante problema: perfezionare l'arte della stampa.

L'invenzione del primo apparecchio che si possa chiamare una vera *macchina da scrivere* rimonta all'anno 1714. Gli archivi del *British Patent Office* conservano un giornale, in data 7 gennajo di quell'anno, ove si legge: *Il nostro fedele ed amato suddito* Henry Mill *ha, dopo grandi studi, inventata e perfezionata una macchina o metodo per scrivere o copiare lettere progressivamente l'una dopo l'altra, come nella scrittura ordinaria; per mezzo della quale qualunque scrittura può venir consegnata sulla carta o pergamena, così pulita ed esatta da non distinguersi dalla stampa.*

Il Mill, nato a Londra verso il 1680, era ingegnere in capo della *New River Company*, una delle più vecchie e più importanti società destinate a fornir l'acqua a Londra. Non sappiamo quale fosse la forma particolare della sua macchina perchè non ne rimase alcun disegno; ma abbiamo ragione di credere che essa non fosse affatto pratica, e che perciò abbia subìto la sorte della maggior parte di tali invenzioni. Pare però che la macchina del Mill fosse destinata specialmente ad ajutare i ciechi a leggere.

Il primo apparecchio che seguì quello del Mill, dovuto ad un francese (1784), serviva pure ad imprimere caratteri in rilievo per i ciechi, dimodochè si può dire che le macchine da scrivere ordinarie non sono che una derivazione di quelle destinate ai ciechi. Assai più tardi,

(1) *Scientific American Supplement*, vol. XXIII.

cioè nel 1849, Pietro Foucault, cieco, dell'Istituto dei ciechi di Parigi, prese una privativa per una macchina che stampava le lettere in rilievo, la quale ebbe un grandissimo successo per tutta Europa, e figurava alla Esposizione di Londra del 1851.

In Inghilterra il genio inventivo non si rivolse a queste macchine prima del 1841, e, strano a dirsi, non una delle parecchie centinaja di privative originali inglesi che si presero fino a pochi anni or sono, ebbe per oggetto una macchina pratica e di valore tale da poter sostenere sui mercati d'Europa la concorrenza americana. È stata l'America quella che, per gran tempo ha fornito, si può dire esclusivamente, il mondo di macchine per scrivere, delle quali, a buon diritto, si può chiamare la patria. Oggidì, però, essa deve sostenere la concorrenza di alcune buone fabbriche europee (specialmente tedesche).

La prima macchina da scrivere americana è quella di Charles Thurber di Worcester nel Massachussets, che ne domandò due privative successivamente nel 1843 e 1845. Ma essa non aveva meriti tali da raccomandarsi all'uso comune, e bentosto fu messa in disparte. Susseguirono altri brevetti che ebbero la stessa sorte.

Il primo *typewriter* che segni un vero perfezionamento si deve ad A. Ely Beach, uno dei proprietari editori dello *Scientific American* di Nuova York, dal quale abbiamo ricavate in gran parte queste notizie. Il Beach prese, nel 1856, una privativa per una sua macchina per stampare lettere in rilievo per i ciechi. Questa macchina è degna di speciale menzione perchè si fonda sopra un principio che fu seguìto con successo nelle vere macchine da scrivere ora universalmente adottate e che contribuì, senza dubbio, più che ogni altra caratteristica, alla loro rapida praticabilità e diffusione. Questo principio consiste nel far avvenire l'impressione di tutte le lettere in un punto unico, centro di un sistema di sbarre convergenti nel punto stesso. Per ottenere le lettere in rilievo la macchina era provvista di due ordini di sbarre delle quali le inferiori si alzavano e le superiori cadevano afferrando fra di loro, nel centro comune, e fra due stampi maschio e femmina, la striscia di carta su cui rimanevano impresse le lettere.

Ciò nondimeno la macchina del Beach era ancor lungi dall'essere perfetta, che anzi si poteva dire incompleta. Il primo che completò realmente una macchina da scrivere fu S. W. Francis; il suo *typewriter* presentava tutte le particolarità di costruzione che si riscontrano in quelle che prime divennero generalmente accettate e trovarono esito sui mercati americani. Il Francis, primo, ispirandosi dalla costruzione dei pianoforti, dotò la sua macchina di una tastiera con enorme vantaggio della facilità e rapidità di lavoro. Di più introdusse notevoli perfezionamenti, come il nastro mobile destinato a fornire, ad ogni colpo, l'inchiostro occorrente per la stampa del carattere, il meccanismo di spaziamento fra lettere e lettere, e fra linee e linee, il campanello d'avviso, ecc. Eppure una sola macchina venne fabbricata secondo la privativa di Francis; essa scriveva pulito e più rapidamente che non la mano, ma parve ai critici *voluminosa, complicata e delicata in alcune parti e di uso poco pratico.* Osserviamo di passaggio che il Francis era un distinto e ricco medico di Nuova York, che costruì la sua macchina per diletto, e probabilmente si curò poco di renderla commerciabile.

Contemporaneamente al Beach ed al Francis, e, pare, senza sapere nulla dei tentativi di questi, un altro inventore di Nuova York, Tommaso Hall, si era dedicato a prove e studi sulle macchine da scrivere. Dopo varii insuccessi egli riuscì a fondare una società per lanciare sul mercato una sua macchina che brevettò nel giugno 1867 e che comparve all'Esposizione di Parigi dello stesso anno. Molte di queste macchine vennero costrutte e vendute; esse erano invero soddisfacenti, e le più utili di quante fossero state costrutte fino allora. Ciò nondimeno esse appartengono ancora alla storia.

Finalmente nel 1867 C. Latham Sholes, Samuel W. Soulè e Carlos Glidden, di Milwaukee (Stati Uniti) ripresero a coltivare caldamente l'idea di una macchina per scrivere; e gli è alla loro collaborazione che si deve l'origine di una delle macchine migliori che esistano oggidì, la *Remington*, di cui daremo la descrizione più sotto.

Sholes e Soulè erano entrambi stampatori che andavano cercando miglioramenti alla loro industria e si erano dedicati specialmente a perfezionare una macchinetta numeratrice continua per stampare i numeri sulle banco-note e sui registri. Casualmente vennero in contatto con Carlos Glidden, inventore, il quale pose loro questa questione: *Perchè non si potrebbe fare una macchina che scrivesse lettere e parole, invece di cifre e di numeri?* Ora nè Sholes, nè Soulè avevano mai inteso parlare dell'invenzione delle macchine a scrivere, e diedero poca importanza all'osservazione di Glidden. Poco tempo dopo, però, videro stampato sopra un giornale americano un articolo il quale riproduceva da un giornale inglese la descrizione di una macchina, chiamata *Pterotipo*, inventata da Pratt. La descrizione di questa macchina era seguìta da alcuni commenti ove si diceva che c'era da farsi una fortuna inventando una macchina di tal sorta, realmente pratica e durevole. Essi allora si posero a studiare la possibilità d'adattare la loro invenzione a tale scopo, e, colla collaborazione di Glidden, costruirono un modello, a dir vero poco soddisfacente. Nel 1868 Soulè e Glidden lasciarono l'impresa e rimase solo il Sholes il quale ricevette incoraggiamenti ed ajuti pecuniari da James Densmore di Meadville (Pennsylvania), stampatore-editore. Un primo attestato di privativa fu preso nel giugno di quell'anno, ed un secondo circa un mese dopo.

Di tempo in tempo si costruivano macchine-campioni che venivano mandate qua e là per essere provate. Passarono alcuni anni, e si ricevettero vari importanti suggerimenti critici di cui si tenne calcolo e si profittò. La macchina fu giudicata abbastanza completa nel 1873 per tentarne la manifattura in grande e la vendita. Era conosciuta sotto il nome di *Sholes and Glidden typewriter.*

La Typewriter Company, che si era debitamente organizzata, fece un contratto con E. Remington e Sons, di Ilion, Nuova York, notissimi fabbricanti di armi da fuoco, macchine a cucire, attrezzi agricoli, ecc. per fabbricare un certo numero di macchine. Esse furono pronte verso la metà del 1874, e si ebbe allora veramente in vendita il primo *typewriter* che meritasse questo nome. Circa 400 di queste macchine vennero esitate nell'anno stesso. Successe bensì un po' di apatia nel pubblico, ma la Compagnia non si scoraggiò, anzi persistette, progettando ed attuando nuovi perfezionamenti. Intanto la macchina andava diventando rapidamente popolare. Nel 1876 essa comparve alla Esposizione Centennale; e colla primavera del 1877 circa 3 mila erano state costrutte e vendute. Nondimeno essa non aveva ancora quel grado di perfezione che ha raggiunto oggidì.

È da notare una spiccata somiglianza, tanto nell'insieme quanto nei particolari di costruzione, fra questa macchina e quella di Francis; essa però la superava di

gran lunga in solidità, durevolezza, finezza di costruzione e facilità di manovra, di tanto di quanto il modello Remington di oggi supera il suo modello di diciotto anni fa.

La *Western Union Telegraph Company* venne ben presto interessata nell'affare, e la vendita della macchina fu affidata a vari agenti generali, fino a tanto che gli stessi Remington and Sons si incaricarono della vendita, associandosi fin dall'agosto 1882 i signori Wyckoff, Seamans e Benedict che sono attualmente i depositari generali, per tutto il mondo, della macchina Remington e seppero dare un impulso straordinario alla vendita perfezionando grandemente la macchina stessa e rendendola più elegante, più utile, di maggior solidità e di maneggio facilissimo. La modificazione più importante fu apportata alla macchina nel 1877, e consistette nel provvedere la macchina di un doppio alfabeto, cioè di lettere majuscole e minuscole, senza accrescere per nulla le dimensioni della macchina e senza aumentarne gran che la complicazione. L'innovazione ottenne un grande favore. Un altro perfezionamento notevole fu il nuovo meccanismo destinato ad operare il ritorno del carretto porta-carta alla fine d'ogni linea; meccanismo che descriveremo minutamente parlando della Remington.

La macchina Remington, per la sua incontestabile bontà, e pel fatto stesso di essere stata la prima macchina da scrivere veramente pratica che sia stata lanciata sul mercato da uomini pratici, è, si può dire, la più universalmente diffusa oggidì. Le due agenzie commerciali più importanti degli Stati Uniti, cioè la ditta Dun and C°, e la Broadstreet Company, avevano ciascuna, già nel 1890, circa 500 di queste macchine nei loro uffizi. Anche i governi di Washington e di parecchi altri fra gli Stati Uniti hanno introdotto, nei loro uffici, le macchine da scrivere. E se la loro vendita all'estero è stata, fino a pochissimi anni fa, molto limitata, ciò si deve sopratutto al fatto che la produzione di queste macchine in America riusciva appena a soddisfare alle domande locali.

La macchina da scrivere che fa, specialmente in America, la maggior concorrenza alla Remington è la cosidetta *Caligraph* inventata dal sig. George W. N. Yost che era stato successivamente interessato con Sholes e Glidden, con i Remington, e che più tardi fece parte della ditta Locke, Yost e Bates. Questo signore prese una parte attivissima nel mercato dei *typewriters*, e trovandosi a contatto con molti di quelli che sperimentavano la Remington, fece tesoro delle loro critiche, e di tempo in tempo suggerì vari perfezionamenti di cui alcuni vennero eseguiti. Trovando però che i fabbricanti andavano troppo a rilento nell'eseguire questi perfezionamenti, egli si pose a studiare qualche cosa di nuovo, e nel 1879 brevettò la *Caligraph*, la cui somiglianza colla Remington è sì grande che ad un semplice sguardo riesce difficile ravvisare differenze, benchè molte ve ne siano. Passarono diversi anni prima che se ne cominciasse la vendita; ma quando questa cominciò la macchina fu bene accetta, specialmente in ragione del suo buon mercato. Essa divenne ben presto la competitrice della Remington a cui fu stimolo di perfezionamenti nuovi.

Intanto il 3 marzo 1881 Tommaso Hall, sopra citato, prende un brevetto per una nuova macchina da scrivere che egli già aveva, in embrione, concepita fino da quando aveva messo in disparte il suo *typewriter* del 1867. La nuova macchina di Hall era una innovazione radicale a tutte le concezioni prima conosciute; in essa era grandemente diminuito il numero delle parti, il peso e le proporzioni; essa realizzava l'applicazione di un principio affatto nuovo per portare tutti i caratteri a stampare sopra un centro comune; in essa era l'apparecchio imprimente che si muoveva, invece del carretto porta-carta; i caratteri erano in gomma e si potevano ricambiare con grande facilità e speditezza; era soppresso il nastro imbevuto d'inchiostro; e la caratteristica più rimarchevole era che una sola mano era necessaria per eseguire le manovre principali. Formatasi una Compagnia s'intraprese, con calma, la fabbricazione di questa macchina; ed al termine del 1883, quando 300 macchine erano già state costrutte si diede mano alla vendita che salì con una rapidità senza precedenti, talchè al finire dell'anno successivo più di 3000 di queste macchine erano state vendute. Durante il 1885 vi fu però un po' di calma, che diede agio a studiarvi perfezionamenti assai apprezzabili i quali ne accrebbero la popolarità; all'aprirsi del 1886 le macchine fabbricate e vendute toccavano le 5000.

Verso l'epoca dell'introduzione della *Caligraph*, quando le difficoltà incontrate nella fabbricazione di questa macchina stavano per essere felicemente superate, comparve sui giornali americani la descrizione di una nuova macchina da scrivere, inventata da L. S. Crandall di Nuova York, il quale aveva già presa antecedentemente una privativa (1875) per una macchina di tal genere, che poi perfezionò, modificandola radicalmente, e prendendo un nuovo brevetto (1881). Pieno di speranze, e spinto dagli incoraggiamenti ricevuti, il Crandall ne intraprese la fabbricazione nella officina « Boldgett's Mills », presso Nuova York; ma alcune poche macchine erano state fabbricate, quando il fuoco distrusse completamente l'officina, tanto che bisognò ricominciare da capo. Questa disgrazia, certamente deplorevole, parve accrescere l'interesse del pubblico per la nuova macchina, ed animare viemaggiormente l'inventore il quale, godendo dei beneficii dell'esperienza dei suoi predecessori, andò costantemente perfezionando la sua macchina, la cui fabbricazione fu definitivamente impiantata a Siracusa, nello Stato di Nuova York, sotto la ragione sociale « Crandall Type Writer C° ». Nel 1886 la *Crandall* occupava già un bel posto sul mercato delle macchine da scrivere; nè il favore da essa incontrato andò diminuendo.

Una macchina da scrivere affatto originale è quella inventata da Jas. B. Hammond residente a Nuova York, il quale dice che ne concepì l'idea molti anni prima di conoscere quanto, in questo ordine di idee, era stato fatto dai suoi predecessori. Il primo brevetto preso da Hammond data dal febbrajo del 1880, ma fu solo alcuni anni dopo che la *Hammond* venne lanciata sul mercato, a competere vittoriosamente colle migliori macchine da scrivere. All'Esposizione Centennale di Nuova Orleans (1885) questa macchina ricevette la più alta ricompensa.

Tale è, a grandi tratti, la storia delle prime macchine da scrivere americane. Abbiamo dovuto restringere questi cenni alle più conosciute, nè possiamo estenderli alla falange di nuove macchine che in questi ultimi dieci anni inondò l'America e l'Europa. Oggidì le macchine da scrivere usate si contano a centinaja; i brevetti a diecine di migliaja. I tipi però si riducono a pochi; e noi ci limiteremo a dare la descrizione dei tipi più diffusi, di cui la maggior parte delle altre macchine da scrivere non sono che modificazioni più o meno radicali, o derivazioni.

Classificazioni delle macchine per scrivere. — La classificazione che si presenta più spontanea, ed è nello

MACCHINA PER SCRIVERE AMERICANA « THE CALIGRAPH » DI G. W. N. YOST

Fig. 1

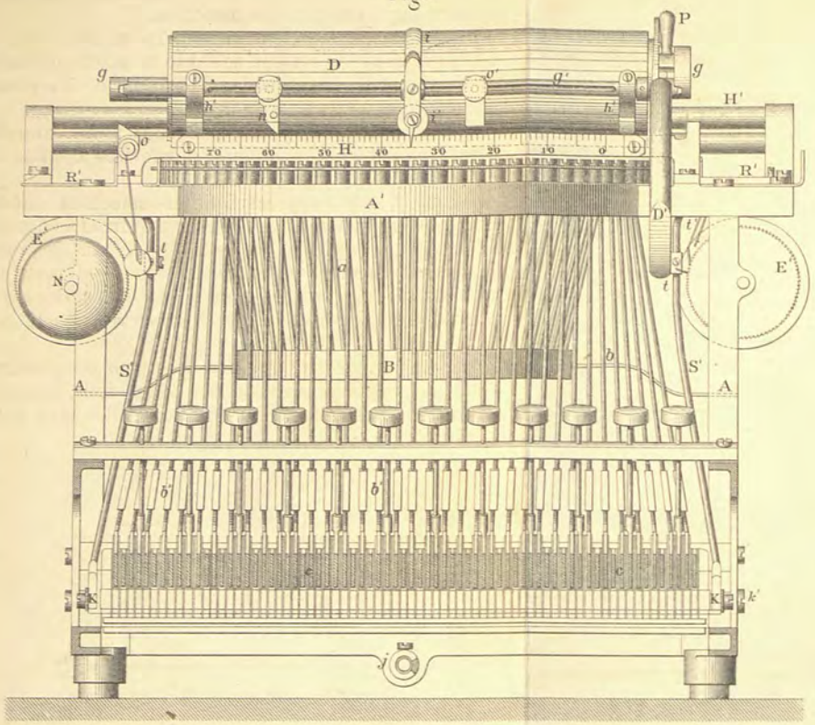


Fig. 3

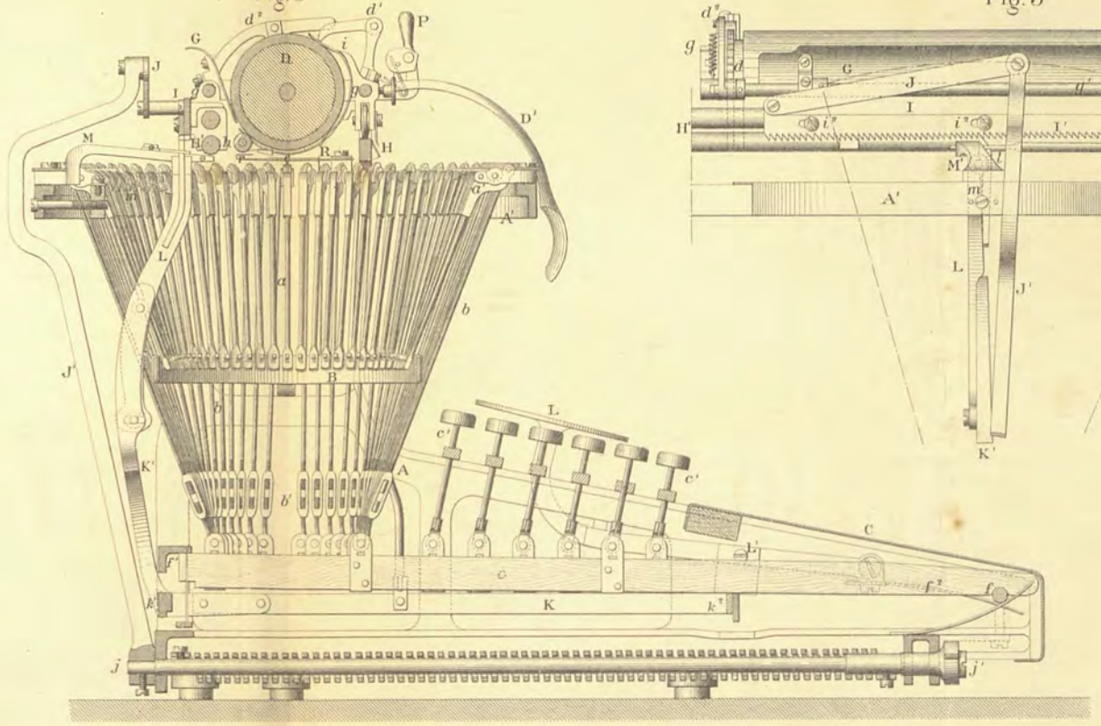


Fig. 5

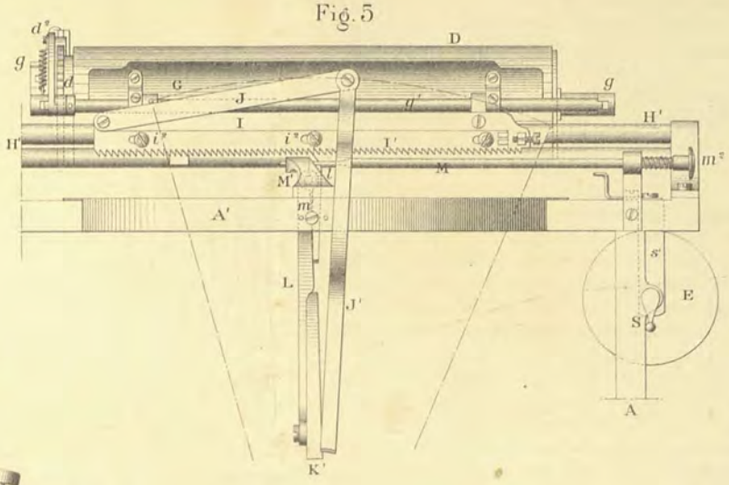


Fig. 9

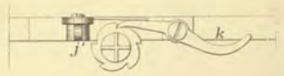


Fig. 2

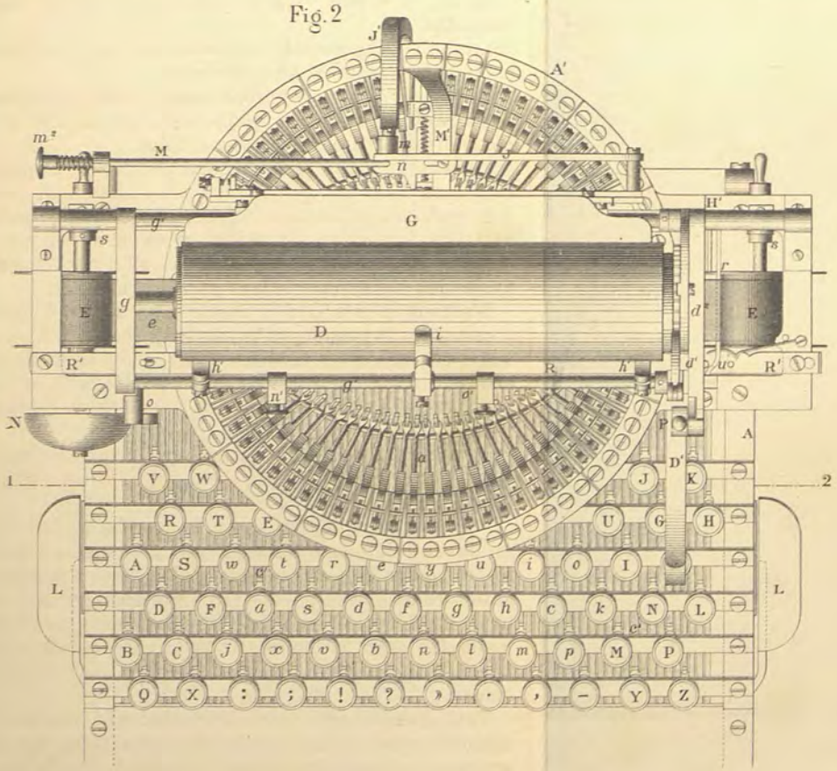


Fig. 8

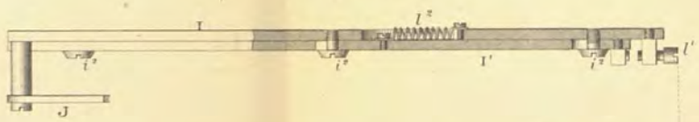


Fig. 6

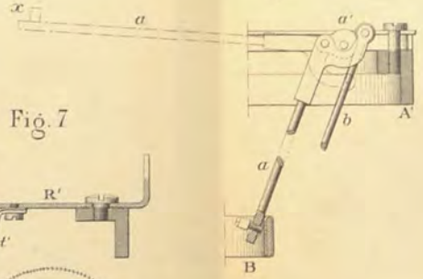


Fig. 7

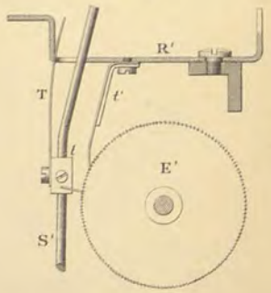
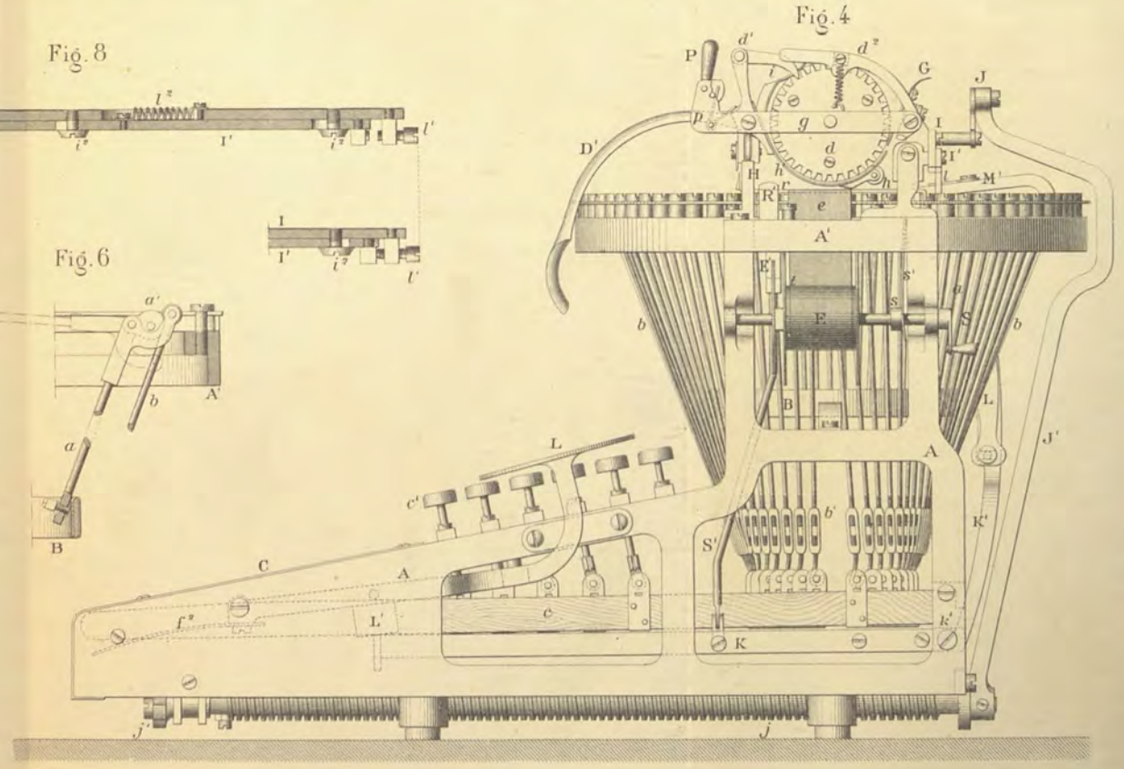


Fig. 4



stesso tempo la più semplice, consiste nel distinguere tutte le macchine in

Macchine a tastiera (franc. *machines à clavier;* ingl. *Keyed-machines*), nelle quali l'impressione delle lettere si ottiene premendo sopra una serie di tasti come sulla tastiera di un pianoforte, con una o con entrambe le mani; ed in

Macchine senza tastiera, comprese dai tecnici americani sotto il nome generico di *Stylus-machines*, nelle quali si conduce, con una mano, il segno voluto al posto che esso deve occupare sulla carta, e quindi, colla mano stessa, lo si imprime. Alla prima categoria di macchine appartengono: la *Remington*, la *Caligraph*, la *Hammond*, la *Crandall*, la *Bar-Lock*, la *Fitch*, ecc.; alla seconda la *Hall*, la *Columbia*, la *Boston*, la *Sun*, ecc.

Un'altra classificazione, assai adottata dagli americani e dagli inglesi, si fonda sulla forma dell'organo imprimente; secondo tale classificazione le macchine si dividono in:

Type-bars, nelle quali ogni carattere è fissato alla estremità d'una leva comandata da un tasto (*Remington*, *Caligraph*, *Bar-Lock*, *Fitch*, ecc.);

Cylinder-machines, nelle quali i segni sono collocati sulla superficie di un cilindro, in modo che occorre un movimento combinato di rotazione e di traslazione lungo l'asse di questo cilindro per portare la lettera al posto richiesto (*Crandall* e *Hammond*);

Wheel-machines, nelle quali i caratteri si trovano disposti sulla circonferenza di una ruota, analoga alla ruota dei tipi di un telegrafo imprimente (*Columbia*);

Type-plates, nelle quali l'organo imprimente è costituito da una placca portante tutti i caratteri, come nella *Hall*.

Ma evidentemente una classificazione di questa natura si presta a troppe suddivisioni, ed introdurrebbe una nuova denominazione ogni qualvolta un inventore desse una nuova forma all'organo imprimente.

Passiamo ora a descrivere alcune fra le più diffuse macchine da scrivere, incominciando dalle macchine a tastiera che sono, senza dubbio, le più importanti.

I. Macchina da scrivere americana " The Caligraph „ di W. H. Yost (Tav. I e fig. 2547 e 2548). — La fig. 2547 rappresenta schematicamente il meccanismo scrivente di questa macchina che è certamente una delle migliori che si trovino sul mercato, ed è quella che offre le maggiori analogie colla Remington tanto diffusa fra noi. Come in quest'ultima, ogni carattere (T) è fissato alla estremità di un *martello* M costituente uno dei bracci di una leva ad angolo Taa_1 girevole attorno al vertice fisso a ed articolata, all'estremità a_1, ad un tirante verticale $a_1 a_2$ il quale, all'estremità inferiore, si articola alla leva L portante il tasto D. — A differenza però della Remington (vedi pag. 1683), nella « Caligraph » le leve dei tasti sono di terza specie, avendo il fulcro nella estremità a_3 oltre il tasto, sulla parte anteriore della macchina. — La molla r ha per ufficio di risollevare il tasto al cessare della pressione delle dita. La carta P P si avvolge sopra un cilindro faccettato o, più esattamente, sopra un rullo prismatico, di guisa che la estremità del martello, portante il carattere, viene a percuotere contro una superficie piana (in T'). Le dimensioni del cilindro C sono state esagerate a bella posta nella figura, per maggiore chiarezza.

Un'altra differenza essenziale tra la Remington e la Caligraph sta in ciò che, mentre nella prima ogni tasto può produrre l'impressione di due lettere distinte, in quest'ultima ogni tasto può stampare un carattere solo, per guisa che il numero dei tasti che porta la macchina è uguale al numero dei caratteri che essa può stampare, il che, se semplifica alquanto la manovra dello scrivere, aumenta però considerevolmente il numero degli organi della macchina.

Questa macchina si costruisce in due modelli: il primo « Caligraph n. 1 » stampa soltanto le lettere minuscole ed ha 48 tasti; il secondo « Caligraph n. 2 » stampa anche le majuscole e porta 72 tasti.

Gli altri particolari della « Caligraph » risultano dalla descrizione che segue, la quale si riferisce alle fig. 1 a 9 della Tav. I.

Le fig. 1 e 2 rappresentano la macchina (modello n. 2) nel suo assieme, in elevazione di fronte (figura 1) ed in pianta (fig. 2). — Nella fig. 1 per far vedere il sistema d'attacco delle leve azionate dai tasti colle leve porta-caratteri, la tastiera è stata sezionata secondo la retta 12 della fig. 2, asportandone la parte anteriore.

La figura 3 è una sezione verticale longitudinale fatta da un piano passante per l'asse della macchina, ossia per l'asse del cono formato dalle leve porta-caratteri.

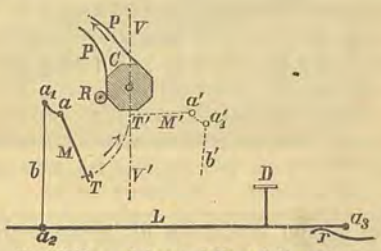


Fig 2547. — Schema della « Caligraph ».

La fig. 4 è una vista di fianco (lato destro) della macchina.

La fig. 5 rappresenta, in elevazione, la parte superiore della macchina, vista di dietro.

Le figure 6 a 9 rappresentano diversi particolari che faranno meglio comprendere la costruzione ed il modo di funzionamento della macchina.

Disposizioni generali. — Tutti gli organi di questa macchina sono portati dai due telai laterali di ghisa, AA, verticali, in forma di squadra, i quali sono collegati alla loro estremità superiore da un anello circolare A', dentro cui sono collocate all'ingiro, l'una a fianco dell'altra, tutte le leve porta-caratteri, a.

L'estremità inferiore di queste leve, su cui è fissato il carattere, riposa sopra un secondo anello B, il quale non è più circolare, ma bensì ovale, per presentare uno sviluppo maggiore ed offrir posto a tutte le 72 leve le quali, come appare dalle figure, convergono verso il basso.

Ogni leva come a è articolata superiormente a un tirante b, e questo si articola a sua volta in basso ad una leva c portante un tasto c'.

I 72 tasti sono disposti sopra sei file (fig. 2, Tav. I), e sul davanti di questa tastiera vi ha una specie di scrittojo formato da una lamiera C che copre l'estremità anteriore delle leve porta-tasti. Ogni tasto porta inciso, in modo chiaro, il carattere corrispondente; le lettere majuscole sono in bianco su fondo nero, le minuscole, i segni di punteggiatura ed i numeri, in nero su fondo bianco.

Tutti questi segni sono distribuiti sulla tastiera in modo che quelli di impiego più frequente si trovino raggruppati, a fine di facilitarne la ricerca e di evitare la

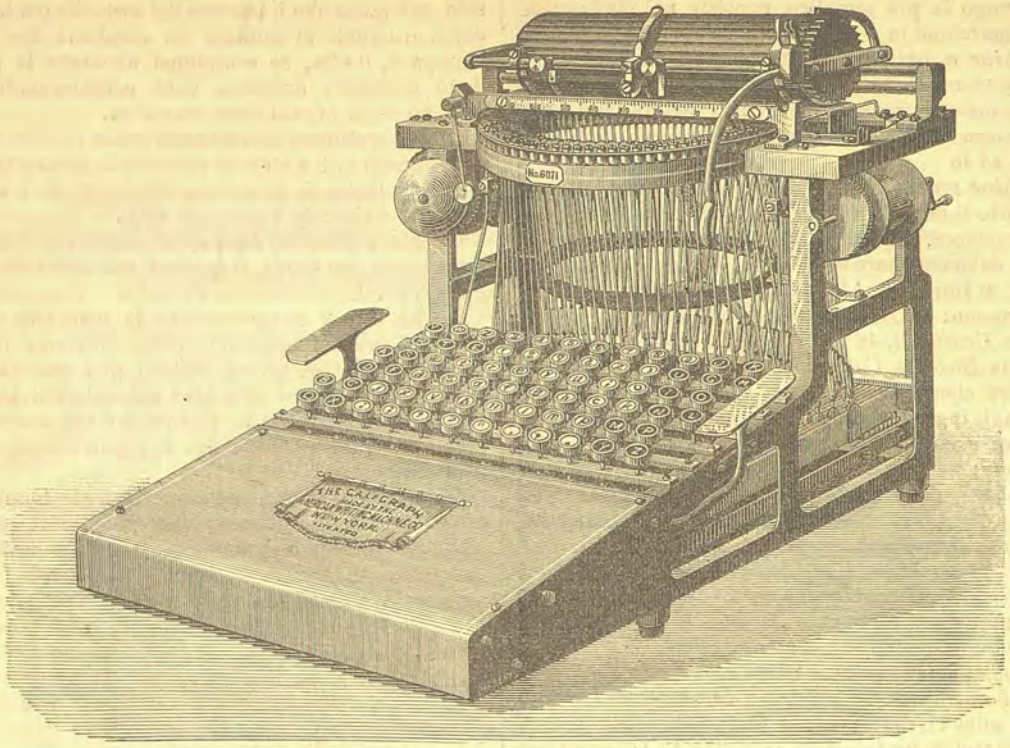


Fig. 2548. — Macchina da scrivere « The Caligraph ».

perdita di tempo derivante da spostamenti troppo grandi delle dita. — Le lettere majuscole, occorrendo meno frequentemente, sono disposte sui due lati della tastiera, di cui le minuscole occupano il centro; le cifre si trovano nella fila superiore; nella fig. 2 della Tav. I, esse sono nascoste dalla parte superiore della macchina. Affine di ridurre il numero dei tasti di due, la cifra 1 è prodotta dalla lettera I majuscola, e lo zero dall'O majuscolo; queste due lettere si trovano l'una di fianco all'altra. — I segni di punteggiatura occupano la parte centrale del primo rango di tasti.

Poichè tutte le leve porta-caratteri *a* sono articolate sul cerchio A' ed hanno una lunghezza precisamente uguale al raggio di questo cerchio, ne segue che, battendo successivamente sui vari tasti, le leve *a*, venendo in posizione orizzontale per l'azione dei tiranti *b*, porteranno tutti i caratteri sul centro di detto cerchio percuotendo la parte inferiore del rullo D che porta la carta. Vedremo fra poco come sia costituito il meccanismo destinato a far avanzare questo rullo longitudinalmente, dopo ogni impressione, della distanza che deve esistere fra le lettere, o fra le parole di una stessa linea.

Quando una linea è terminata, vale a dire quando il rullo è giunto alla fine della sua corsa a sinistra, si riconduce vivamente il rullo D al suo punto di partenza, a destra, per mezzo del manubrio D'; poi, senza lasciare questo manubrio, sollevandolo ed abbassandolo una o due volte, si fa rotare più o meno il rullo per mezzo di un nottolino *d'* (fig. 2, 3 e 4, Tav. I) di cui la leva portante il manubrio è provvista, e che s'impegna nei denti di una ruota *d* (fig. 2 e 4) fissata all'estremità del rullo. Per tal modo si produce lo spazio fra le linee.

Tra il rullo porta-carta D ed il carattere, quando questo viene a percuotere il primo inferiormente, è frapposto un nastro *e* imbibito d'inchiostro e che, dopo ogni impressione, si sposta di una quantità presso a poco uguale alla larghezza della lettera. A tale effetto questo nastro è avvolto su due bobine E (fig. 2 e 4), poste una sul fianco destro della macchina, l'altra sul sinistro, fra cui si trova teso; sull'asse di ciascuna bobina è calettato un rocchetto E' a denti minutissimi (vedi fig. 7) il quale gira, dopo ogni impressione, della quantità corrispondente ad un dente, in virtù di una disposizione che descriveremo più sotto. Quando il nastro si è completamente avvolto sopra una delle bobine, se ne produce l'avvolgimento sull'altra.

Meccanismo imprimente. — I 72 tasti *c'* di cui si compone la tastiera sono articolati inferiormente, nel modo rappresentato dalla figura 3 ad uno stesso numero di leve in legno sottili *c*, che riposano tutte, alla loro estremità anteriore, sopra un asse cilindrico trasversale *f* contro cui sono mantenute da un filo metallico ripiegato. Le estremità posteriori di dette leve s'addentrano nei vani di una specie di rastrelliera *f'*, formata da due traverse orizzontali rilegate fra di loro da tanti fili di ferro verticali che servono di guida alle leve nel loro moto di rotazione attorno al fulcro *f*.

Ogni leva è munita, in due punti diversi della sua lunghezza, di due coppie di orecchie a staffa, di cui l'anteriore serve ad articolarvi il tasto, la posteriore il relativo tirante *b*, il quale all'estremità superiore si articola alla leva ad angolo che costituisce la testa del gambo *a* del porta-carattere (v. fig. 3, 4 e 6, Tav. I).

I perni di rotazione di queste leve sono portati da tante piccole forchette equidistanti *a'* fissate alla periferia interna della corona A' del telajo, e distribuite uniformemente sull'intera detta periferia. Ciò posto, quando si batte col dito sopra un tasto qualunque, la relativa leva *c* si abbassa, e, tirando all'ingiù il corrispondente tirante *b*, produce la rotazione del gambo *a* attorno al pernio della forchetta *a'*, in virtù del quale movimento

questo gambo viene in posizione orizzontale (figura 6, Tav. I) ed il carattere fissato alla sua estremità va a colpire il nastro *e* frapposto fra se stesso ed il foglio di carta avvolto sul rullo D.

Ricadendo nella posizione di riposo il gambo *a* viene ad appoggiarsi, colla sua estremità inferiore sopra l'anello ovale B il quale è rivestito di panno, per ammortire l'urto. Questo anello è sostenuto da due sottili bracci ripiegati, fissati per mezzo di viti ai due montanti laterali dell'intelajatura della macchina.

Le 72 forcelle *a'*, portanti i perni d'oscillazione delle leve dei caratteri *a*, sono fissate, l'una di fianco all'altra, sull'anello circolare A' per mezzo di settori che coprono ognuno cinque forcelle, e che permettono di regolare esattamente la loro posizione rispetto al centro dell'anello; a tale effetto le viti che fissano questi settori sull'orlo interno della corona A', hanno un diametro leggermente inferiore di quello del foro praticato nei medesimi.

Come si vede dalla fig. 6 della Tav. I, ogni forcella è attraversata da due piccoli assi; quello più interno costituisce l'asse di rotazione delle leve *a;* l'altro è una semplice traversa di rinforzo.

I tiranti *b*, avendo inclinazioni diverse, sono anche di lunghezze diverse; e, per poterne regolare esattamente la lunghezza, essi sono fatti in due pezzi, collegati per mezzo di una piccola staffa *b'* che si avvita sulle loro estremità, filettate in senso inverso (fig. 3 e 4, Tav. I).

La serie dei caratteri che sono nel mezzo cerchio anteriore corrisponde ai tasti delle tre prime file; i caratteri dell'altro mezzo cerchio sono comandati dai tasti delle tre file superiori.

Meccanismo del rullo porta-carta. — Il rullo D è in legno, e ricoperto di una lamina di caoutchouc la cui superficie esterna, invece di essere cilindrica, è prismatica, ossia presenta trentadue faccette, di guisa che la sezione trasversale del rullo non è un cerchio, ma sì un poligono regolare di trentadue lati. Ogni faccetta corrisponde ad una linea di scrittura.

Il rullo è infilato *folle* sopra un asse in ferro il quale prende appoggio alle due estremità sulle traverse *g* di un telajo rettangolare che ha i lati maggiori (paralleli all'asse del rullo) formati da due sbarre cilindriche *g'* (v. le fig. 1, 2, 3 e 4, Tav. I).

Dietro il rullo si trova il *tablier* G, fissato ad una di dette sbarre, il quale serve ad introdurre il foglio di carta destinato a ricevere la scrittura. Questo *tablier* è formato da una sottile lamiera, incurvata superiormente all'indietro ed inclinata, verso il basso, tangenzialmente al rullo, in guisa da dirigere il foglio di carta fra questo ed un secondo piccolo rullo *h*, egualmente in caoutchouc (fig. 3 e 4, Tav. I). Al di là di questo rullo, il foglio di carta si trova afferrato, verso le sue estremità, fra due lame facienti molla *h'*, montate sulla sbarra anteriore *g'* del telajo sopra nominato (fig. 1, 2, e 4, Tav. I); e finalmente, verso il mezzo, da una terza lama a molla *i* che è portata da uno zoccolo fissato esso pure alla traversa *g'*, terminante inferiormente in una forcella munita di una piccola rotellina *i'* (fig. 1 e 2) destinata a facilitare lo scorrimento del rullo porta-carta.

A tale effetto questa rotella riposa sopra un regolo di ghisa H perfettamente diritto e spianato il quale termina con due piedi avvitati sulle appendici laterali della corona A', formando così una rotaja o guida d'appoggio della rotella *i'*.

Questa rotella costituisce dunque l'appoggio anteriore del telajo del rullo porta-carta.

Posteriormente questo telajo è sostenuto da due sbarrette cilindriche trasversali H', per mezzo di due scorritoi che le abbracciano appoggiandovisi. Per tal guisa tutto l'insieme del telajo, col rullo porta-carta, può muoversi liberamente in direzione del suo asse, spostandosi da destra a sinistra, e viceversa.

Questo spostamento è ottenuto automaticamente dopo l'impressione di ciascun segno, e della ampiezza corrispondente allo spazio che vi deve essere fra lettera e lettera, in virtù di due azioni combinate: l'una consistente nella tensione continua di una molla che tende a spostare il rullo da destra a sinistra; l'altra effettuante lo scatto di questa molla, e limitandolo alla ampiezza voluta.

Al telajo del rullo è avvitata, posteriormente, una *cremagliera* a denti di sega I, munita ad una delle sue estremità di un perno a cui viene ad articolarsi l'estremità di una bielletta piatta J che all'altra estremità si articola ad una grande leva ripiegata a gomito J' (fig. 3, 4 e 5, Tav. I) che può descrivere attorno al suo centro di rotazione un arco di circolo la cui corda è uguale alla corsa massima del rullo porta-carta.

L'estremità inferiore della leva J' è calettata sulla estremità di un asse orizzontale *j* nascosto sotto la tastiera, nel basamento della macchina, di cui occupa tutta la lunghezza; una molla ad elica cilindrica, fatta di un filo d'acciajo a sezione quadrata, sta avvolta attorno all'asse *j*, ed una delle sue estremità vi è fissata, mentre l'altra è attaccata, nella parte anteriore della macchina, ad un manicotto terminante con un rocchetto *j'* (fig. 3 e 9, Tav. I) cui un nottolino *k* impedisce di girare, e che permette di regolare la tensione della molla.

L'insieme del carretto del rullo porta-carta non può pertanto spostarsi, sotto l'azione di questa molla, se non quando si colpisce uno dei tasti, vale a dire in seguito all'impressione di una lettera. Questo risultato è ottenuto in grazia della seguente disposizione:

Direttamente al disotto della tastiera, è montato un telajo rettangolare K (fig. 1 e 4, Tav. I) i cui lati sono fatti di ferro piatto sottile. Questo telajo, il quale occupa tutta la larghezza della macchina e circa i $^2/_3$ posteriori della sua lunghezza, porta applicate contro la traversa anteriore k_2 un regolo di legno; la sua traversa posteriore *k'*, montata lateralmente su due punte di vite, porta una leva arcuata K' prolungantesi superiormente in un braccio ricurvo L, il quale si può registrare per mezzo di una vite attraversante una feritoja praticata nella sua testa inferiore, ed all'estremità superiore è munito di un nottolino articolato *l* (fig. 5) destinato ad imboccare nella dentatura di una cremagliera I' ed in quella dell'altra cremagliera I sopra nominata, che è sovrapposta alla prima; queste due aste dentate sono collegate da tre viti i_2 (fig. 5 e 8, Tav. I), e per permettere il loro spostamento, l'una sull'altra, i fori delle aste sono allungati di una quantità uguale al passo della dentatura, il quale corrisponde all'intervallo che deve esistere fra ciascuna lettera e la successiva.

Ciò posto, quando si batte sopra un tasto qualunque, la sua leva *c* viene a poggiare sulla traversa k^2, ed il telajo K, oscillando attorno a *k'*, trascina in basso la leva arcuata K' e, per conseguenza, fa oscillare leggermente il braccio L; il nottolino di questo, *l*, che si trovava in presa con uno dei denti della cremagliera I', si trova respinto in uno dei vani della dentiera I, ciò che permette allora alla molla *j*, coll'intermezzo delle leve J e J', di far avanzare il carretto del rullo porta-carta.

L'avanzamento di quest'ultimo è limitato con tutta esattezza, in modo da corrispondere alla distanza che

deve esistere fra due lettere successive, da una vite di registrazione l' (fig. 8, Tav. I), che attraversa un piccolo tassello avvitato sulla piastra della cremagliera.

Questa sporgenza serve dunque successivamente come punto d'arresto alle due cremagliere; l'una ad ogni movimento rende la libertà all'altra, e quindi il rullo portacarta avanza d'una quantità uguale al passo della dentatura.

Inoltre la cremagliera I è provvista di una finestra nella quale è allogata una piccola molla di trazione l^2 che, ad un'estremità, è fissata alla piastra di detta cremagliera ed all'altra alla cremagliera I', in guisa da provocare il riavvicinamento dei due tasselli, ossia l'avanzamento di un dente, ogni qualvolta un tasto viene colpito.

Dopo ogni avanzamento, così effettuato, il nottolino è ricondotto in presa coi denti della cremagliera I' da una piccola molla ad elica m (figure 2 e 3, Tav. I) fissata da una parte a un piccolo gancio avvitato sull'estremità superiore del braccio L, e dall'altra ad un dado mobile sopra una vite m' la cui testa penetra nella corona A., in guisa da poter allontanare od avvicinare il detto dado e, conseguentemente, regolare la tensione della molla di richiamo.

L'intervallo fra le lettere che costituiscono una parola è una quantità costante; ma per separare una parola successiva si richiede un intervallo più grande; per ottenere questo risultato si fa ancora agire il telajo K, ma invece di battere sopra un tasto qualunque della tastiera propriamente detta, il quale produrrebbe l'impressione di una lettera, si deve percuotere, vuoi colla destra, vuoi colla sinistra mano, uno dei due grossi tasti speciali L che si trovano sui due fianchi della macchina, lateralmente alla tastiera (fig. 2 e 4, Tav. I).

Le leve di questi tasti oscillano attorno a due pernii avvitati sulla faccia interna dell'intelajatura A, sulla parte anteriore della medesima, e sono munite di due tamponi di caoutchouc L' che si trovano verticalmente al disopra dei due lati maggiori del telajo K; di guisa che quando si preme su uno dei tasti L, questo ultimo telajo oscilla, producendo l'avanzamento del rullo portacarta nel modo più sopra descritto, ma senza stampare alcun segno.

La molla f^2 (fig. 3 e 4, Tav. I) risolleva il tasto L non appena cessa la pressione esercitata sul medesimo.

Si può dunque, battendo una, due, o più volte di seguito su uno dei tasti L, produrre l'intervallo che si desidera fra due parole successive di una stessa linea.

Si può pure interrompere una linea, e ricominciare a scrivere in un punto fissato, la cui esatta posizione può determinarsi coll'ajuto del regolo graduato H (fig. 1, Tav. I).

Per cominciare una linea ad una distanza qualunque dal margine del foglio, un secondo regolo graduato, sopportato dalle due molle h', si trova sotto il rullo D, affine di permettere di collocare la carta nel punto voluto. In questo caso si lascia spostare il rullo sotto l'azione della molla j disimboccando il nottolino l dalle due cremagliere I ed I'.

Per ottenere questo risultato basta esercitare, colla mano sinistra, una leggiera pressione sopra un bottone m^2 collocato all'estremità di un gambo M (fig. 2 e 5, Tav. I) il quale porta, all'estremità opposta, un paletto n (imperniato sul sopporto M' fissato alla corona A') il quale produce il disinnesto del nottolino dai denti delle cremagliere.

In questo frattempo, afferrando colla destra il manubrio D', si guida il rullo porta-carta, lasciandolo scorrere della quantità voluta (indicata dall'indice i' sul regolo graduato H, figura 1); allora si cessa la pressione sul bottone m^2, il nottolino ritorna in presa colle cremagliere, ed il rullo si arresta.

L'impressione degli accenti non necessitando lo spostamento del carretto, i tasti che loro corrispondono portano inferiormente degli intagli in corrispondenza della traversa del telajo K, affinchè, quando si tratta di imprimere uno di tali segni sopra una lettera il rullo porta-carta non si avanzi. Naturalmente, bisogna cominciare ad imprimere l'accento, poi la lettera.

Per indicare allo scrivente che una linea è terminata, la traversa anteriore g' del telajo che circonda il rullo porta-carta è munita di un dente n', che si fissa mediante una vite di pressione nel punto voluto, e che viene ad incontrare un arresto oscillante o (fig. 1 e 2, Tav. I) munito di una molla armata di un piccolo martello destinato a colpire il campanello N. Generalmente si fissa il dente n' in modo che il campanello d'avviso suoni quando si hanno ancora a stampare, per compire la linea, due o tre lettere.

Terminata una linea, l'operatore riconduce il rullo al suo punto di partenza per mezzo del manubrio D'; il qual punto è esattamente determinato dal dente o' (fig. 2) che viene ad urtare contro un tacco situato all'estremità di destra del regolo graduato H.

Questo secondo dente o' può fissarsi come il precedente, in un punto qualunque della traversa g': e per tal modo si può regolare a volontà la lunghezza delle linee. Lo spazio fra le linee si ottiene agendo sul manubrio D' nel modo già indicato.

Il rocchetto d fissato al rullo porta-carta viene mantenuto fermo, dopo ogni interlineazione, per mezzo di un contro-nottolino d^2 premuto da una molla (fig. 3 e 4, Tav. I).

L'ampiezza del movimento della leva-manubrio dipende dalla larghezza che si desidera di dare all'interlineatura, la quale può esser d'una, due, o più faccette del rullo D; essa pertanto dovrà esser corrispondentemente tale da far rotare, mediante il nottolino d', il rocchetto d di uno, due, o più denti. Per regolare l'oscillazione della leva-manubrio in guisa che, in ogni caso, non si superi l'ampiezza voluta, una leva a bocciuolo eccentrico P è fissata mediante una vite contro un tallone sporgente dalla traversa g (fig. 2 e 4, Tav. I). Questo bocciuolo, secondo che gli si fa presentare la sua piccola o la sua grande sporgenza, limita il sollevamento del manubrio. Una molla a pinzetta p, allogata in una cavità della traversa, assicura la stabilità del bocciuolo nelle sue due posizioni.

Per verificare la composizione di una linea, quando si teme di aver fatto un errore di scrittura, si può sollevare il telajo, mediante il manubrio D', mettendo così in vista la parte inferiore del rullo D, dove si effettua la scrittura.

Nastro porta-inchiostro. — Ci rimane a descrivere il meccanismo che produce lo spostamento del nastro imbibito d'inchiostro, frapposto tra la carta ed i caratteri, il quale spostamento è necessario per assicurare la freschezza dell'impressione.

Il nastro e è avvolto, come già si disse, sopra due bobine E, le quali cambiano alternativamente di destinazione; dapprima il nastro si avvolge su una di esse, svolgendosi dall'altra; poi è quest'altra che produce invece l'avvolgimento su se stessa.

In tal guisa si può utilizzare diverse volte tutta la lunghezza della superficie del nastro imbibita d'inchiostro; e, quando si vede che su questa striscia l'inchiostro

è deficiente, e quindi la scrittura risulta sbiadita, si sposta il nastro nel senso della sua larghezza, di una quantità eguale all'altezza dei caratteri, per utilizzare una nuova striscia fresca.

Il nastro è adunque teso orizzontalmente, vicinissimo alla superficie della carta, su due fili di ferro *r* (fig. 2 e 4, Tav. I) collocati trasversalmente alle estremità, che lo dirigono verticalmente sulle bobine; inoltre esso è sostenuto nel mezzo da due sbarrette *r'* (figura 3) distanti l'una dall'altra di 30 mm. e fissate sopra un regolo longitudinale R, munito alle sue estremità di due *piastrine di disinnesto* R'.

Ciascuna bobina E è montata sopra un piccolo asse girevole entro due orecchie venute di fondita in un solo pezzo coi montanti A del telajo della macchina (fig. 1, 2 e 4, Tav. I), e munito di un anello *s*, su cui preme una molla a lamina *s'* che ha per effetto di spingere l'asse stesso verso sinistra (fig. 4); il mozzo della manovella S, formante battuta, limita detto spostamento dell'asse. Questa manovella è destinata a produrre l'avvolgimento a mano del nastro.

Le ruote finamente dentate E', dipendenti dalle bobine, vengono azionate dal telajo oscillante K che i tasti fanno muovere, per mezzo dei tiranti S' articolati sui suoi lati longitudinali (fig. 1 e 4, Tav. I), e provvisti ciascuno alla loro estremità superiore di un pezzo *t* (fig. 7) portante una lama sottilissima d'acciajo formante il nottolino della ruota E' coi denti della quale si trova in presa. Un'altra piccola lama *t'*, montata sotto la sbarra di disinnesto R', fa l'ufficio di contro-nottolino; ed una molla T, la quale prende appoggio su questa stessa sbarra, mantiene il nottolino in presa.

Per regolare l'ampiezza del movimento così trasmesso al nastro, il porta nottolino *t* può essere spostato sul proprio gambo S', e fermato nella posizione voluta per mezzo di una vite.

I due nottolini *t* sono disposti simmetricamente; ma, per poter agire inversamente, l'uno a destra, l'altro a sinistra delle ruote dentate E', in guisa da far girare le due bobine per versi opposti, bisogna naturalmente che uno dei due non agisca sulla propria ruota, il che si ottiene disinnestando il rocchetto corrispondente per mezzo della sbarra R' di destra, che porta, a tale effetto (v. fig. 2) due tacche, in una delle quali penetra una molla *u* destinata ad assicurare l'arresto.

Finalmente, per spostare il nastro trasversalmente, dopo una o più corse in senso alternato, basta spingere le due bobine parallelamente, facendole scorrere sui rispettivi assi.

Dalla descrizione che precede risulta che con un solo colpo, dato sopra uno qualunque dei tasti della tastiera, si produce contemporaneamente l'impressione del carattere corrispondente, l'avanzamento della carta per ricevere la lettera seguente, e lo spostamento del nastro destinato a fornire l'inchiostro.

Il Yost ha costrutto recentemente un nuovo tipo di macchina da scrivere che porta il suo nome e differisce notevolmente dalla « Caligraph ».

II. Macchina Remington. — La fig. 2549 rappresenta lo schema di questa macchina, da cui si comprende facilmente il suo modo di funzionamento. Ogni carattere, come *m*, M, è fissato alla estremità di una leva ad angolo *cde*, la quale è imperniata in *d* in un punto fisso della macchina, ed all'estremità superiore *e* è collegata, a snodo, con un tirante *f*, articolato inferiormente in *b* ad una leva L, girevole attorno al punto fisso *a*, la quale porta il tasto T. Premendo su questo tasto la leva *cde* roterà attorno al punto *d* fino a tanto che il suo braccio *dc*, detto il martello, sarà venuto in posizione orizzontale; nella qual posizione, rappresentata in punteggiato nella figura, il carattere *m* viene a premere, inferiormente, contro il cilindro C su cui è avvolta la carta.

Se ora fra la carta ed il carattere *m* si immagina frapposto un nastro imbibito d'inchiostro, è evidente che il carattere rimane impresso sulla carta. Ecco il principio fondamentale di questa e di molte altre macchine a tastiera, che da questa differiscono unicamente per la disposizione degli organi e per la forma costruttiva. Come appare dalla figura, il martello *dc* porta due caratteri, *m* e M, dei quali si può a volontà imprimere l'uno o l'altro spostando convenientemente il cilindro C, cioè portandolo dalla posizione normale C nella posizione punteggiata C', colla manovra che spiegheremo or ora descrivendo il funzionamento della macchina. Per completare la descrizione schematica e sommaria della macchina, diremo che tutti i tiranti come *f* sono disposti, come appare dalle fig. 2550, 2551 e 2552, secondo le generatrici di un tronco di cono colla base maggiore in alto, in modo che tutte le estremità dei martelli cadano, quando vengono alzate, sopra un medesimo punto centrale della macchina, dove deve avvenire l'impressione.

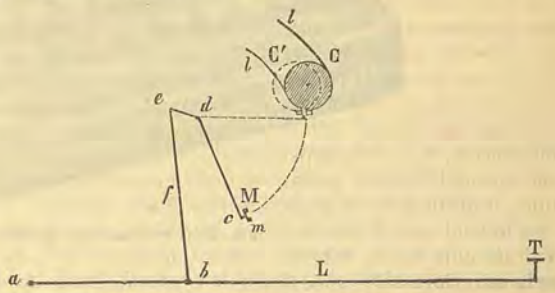


Fig. 2549. — Schema della « Remington ».

Per la grande somiglianza che questa macchina ha colla precedente, non riputiamo necessaria una completa descrizione tecnica della medesima, la quale porterebbe ad inutili ripetizioni; ci limiteremo pertanto a darne un'idea sommaria, indicando il modo di adoperarla, cosa che praticamente può forse tornare più utile di una prolissa descrizione. Ciò che diremo si riferisce al modello n. 2, rappresentato dalle fig. 2550, 2551 e 2552.

a) *Tastiera.* — La tastiera propriamente detta si compone di 38 tasti disposti su quattro file rettilinee parallele nell'ordine rappresentato dalla fig. 2553. Ogni tasto porta una lettera dell'alfabeto, ovvero due segni di punteggiatura disposti l'uno sopra l'altro; ed ogni tasto può, a volontà, stampare due segni distinti, cioè: lettera majuscola e lettera minuscola, oppure l'uno o l'altro dei due segni di punteggiatura. Per tal modo la macchina può, con soli 38 tasti, stampare 76 segni diversi, con notevole vantaggio della rapidità di scrittura, della semplicità e della leggerezza della macchina. Oltre a questi 38 tasti propriamente detti, ve ne sono poi altri due: uno superiore a destra, portante scritta la parola « *minuscules* »; l'altro inferiore a sinistra, colla parola « *majuscules* ». Quando si abbassa quest'ultimo tasto, sono le lettere majuscole ed i segni di punteggiatura superiori che vengono impressi manovrando la tastiera; se, al contrario, è il tasto *minuscules* che è abbassato, vengono stampate sulla carta le lettere minuscole ed i segni inferiori dei tasti. Nella

Fig 2550. — Macchina da scrivere « Remington » (vista anteriore).

posizione normale della macchina quest'ultimo tasto rimane continuamente abbassato in forza della molla che comanda la leva 149 (fig. 2550 e 2552). Questa leva serve a mantenere il cilindro porta-carta nella posizione ottenuta mediante la pressione sul tasto *majuscules*, affine di potere, volendolo, scrivere in lettere majuscole avendo libere le due mani. A questo scopo bisogna rialzare, poi spingere la leva 149.

La tensione dei tasti può essere regolata per mezzo della molla 70, una estremità della quale è fissata alla rondella 43 che si trova nell'angolo a destra della parte posteriore della macchina. Facendo girare il bottone a vite 88 a destra od a sinistra, si aumenta o si diminuisce la tensione dei tasti. Questa tensione non deve essere eccessiva se si vuol avere una velocità soddisfacente.

b) *Spazio fra le lettere e fra le parole.* — Ogni tasto abbassandosi imprime sulla carta una lettera, ed immediatamente dopo fa avanzare lungo la *cremagliera* o dentiera 102 il carrello porta-carta di una quantità uguale al passo della dentiera stessa, passo che corrisponde alla distanza fra due lettere successive. Per produrre gli spazi fra le parole serve la lunga sbarra in legno (*barre d'espacement*) posta sul davanti della tastiera; premendo su questa sbarra, che rappresenta come un tasto speciale, il carrello si avanza senza che sulla carta venga impresso alcun segno; e quindi mediante uno o due colpi successivi si può ottenere la distanza di una o due lettere fra due parole.

c) *Spazi fra le linee.* — La distanza fra le righe è regolata col mezzo del meccanismo 95 montato sulla parte superiore del carrello, a destra della grande leva 170. Questo meccanismo, ed il suo modo di funzionare, sono in tutto analoghi a quello della *Caligraph*, già descritto, e d'altre macchine.

d) *Istruzioni sul modo di scrivere.* — Si mette il foglio di carta sul sopporto F in modo che la sua estremità inferiore cada esattamente fra il rullo in legno G ed il cilindro, avendo cura di evitare che l'orlo destro della carta oltrepassi il nastro di caoutchouch che circonda in parte il cilindro.

Si fa girare il cilindro, colla mano sinistra, in modo che la carta si avanzi alquanto fra i due cilindri; si seguita quindi a far avanzare la carta manovrando la grande leva 170, che, come dicemmo, serve a produrre la distanza fra le linee, fino a tanto che l'orlo inferiore della carta stessa sia un po' al di là della scala graduata che si trova sotto il cilindro (fig. 2552). Il lembo di questa scala graduata corrisponde alla base delle lettere; il che significa che quando si scrive su carta lineata bisogna portare la linea sulla quale si vuol cominciare lo scritto in corrispondenza dell'orlo di questa scala. In seguito si faccia girare il cilindro di due denti (colla leva 170), ed i caratteri rimarranno impressi esattamente sulla linea fissata.

Il posto che viene ad occupare sulla linea un carattere qualunque è indicato dall'indice 94 mobile col carrello sulla scala graduata 87. Il carattere si imprime nel punto che corrisponde, sulla scala graduata del cilindro, alla divisione di detta scala indicata dall'indice.

Per cominciare una nuova linea si tira verso di sè il manubrio 170 fino a che la sua estremità posteriore si arresti in uno dei denti della ruota montata sull'estremità del cilindro; poi, con una trazione a destra, si riconduce il carrello fino a che esso venga ad urtare

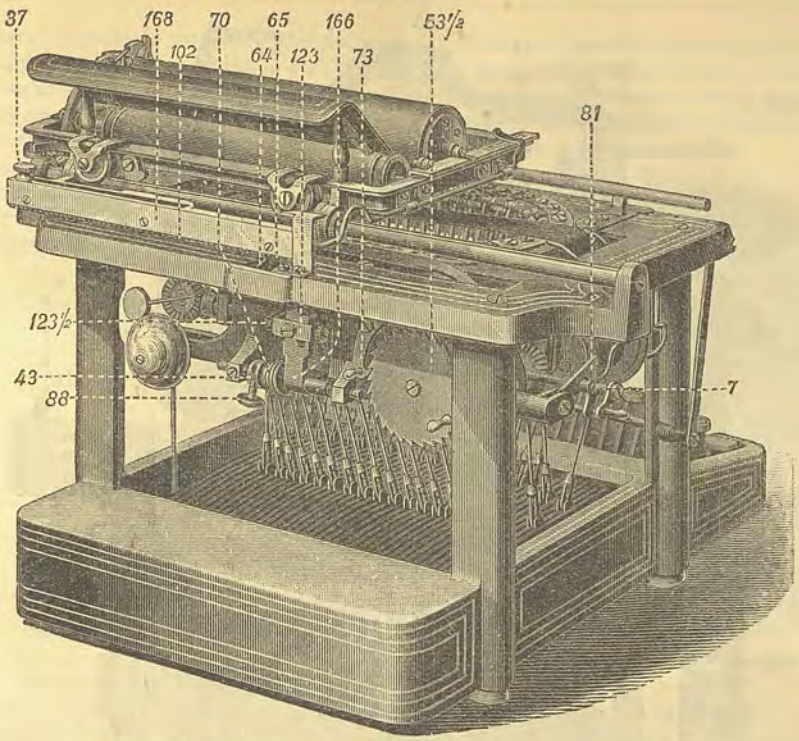


Fig. 2551. — Macchina da scrivere « Remington » (vista posteriore).

contro il pezzo N; il carro è allora nella posizione voluta affinchè si possa cominciare a scrivere una nuova linea. Si deve aver cura che il nottolino comandato dal manubrio 170 venga a puntare contro il fondo di ciascun vano della ruota dentata, mentre si riconduce il carrello, per ottenere uno spazio fra le linee assolutamente costante. Quando il meccanismo 95 producente l'interlineatura è in posizione verticale, il cilindro non gira che di un sol dente sotto l'azione del manubrio; quando esso si dispone orizzontalmente, lo spazio fra le linee riesce doppio.

Il carrello può, come si disse, venire spinto da sinistra a destra per mezzo del manubrio 170; ma si può pure ottenerne lo spostamento automatico nello stesso senso premendo il tasto 140 $^1/_2$ (fig. 2550) che fa scattare il carrello sotto l'azione della rispettiva molla.

Il carro può essere sollevato, a qualunque istante, per osservare la scrittura. Si deve aver cura di sollevarlo sempre afferrandolo pel lato sinistro, e non mai per mezzo del manubrio, perchè così si farebbe girare il cilindro, ed allora, continuando a scrivere, i caratteri si troverebbero spostati sopra un'altra linea.

e) *Correzioni.* — Volendo riportare la carta indietro per segnare più marcatamente una lettera, o per fare una correzione, bisogna premere sul nottolino 47 fissato al manubrio, afferrare il cilindro fra il pollice e le altre dita della mano sinistra, come quando si aggiusta il foglio di carta, e far girare il cilindro dall'indietro all'innanzi fino a che esso abbia assunta una posizione conveniente. La carta essendo stata riportata sufficientemente indietro, bisogna assicurarsi che la molla 71 agisca bene in uno dei denti della ruota 145, prima di ricominciare a scrivere. Qualsiasi lettera o parola sbagliata può essere cancellata mediante la gomma a inchiostro, senza che occorra perciò togliere il foglio di carta dalla macchina; ed allora può essere corretta. Tutto ciò, naturalmente, richiede un tempo ben più lungo di quello che occorrerebbe nella scrittura ordinaria; ed è questo, ancora, uno dei lati deboli delle macchine a scrivere. Quando però non v'ha errore che di una lettera, si arriva soventi a correggerla in modo soddisfacente imprimendovene un'altra al disopra.

Quando si è tolto un foglio di carta dalla macchina, e si desidera rimettervelo, bisogna collocarlo sul sopporto F, come si disse più sopra, farlo rientrare fino a che una parte della scrittura abbia oltrepassata la scala graduata del cilindro, poi tirarlo indietro fino a che la base delle linee stampate si trovi in corrispondenza del lembo della scala. Mentre si tira indietro il foglio, si può farlo muovere un po' più a destra od un po' più a sinistra, se ciò è necessario, a fine di condurre il centro delle lettere esattamente al disopra delle divisioni della scala graduata.

Una volta messa ben a posto la carta, si fa avanzare o retrocedere il cilindro per scrivere sulla linea voluta. Grazie alla scala graduata riesce facile riimprimere una lettera, una parola od una linea qualsiasi.

f) *Lunghezza delle linee.* — Desiderando che le linee comincino ad una distanza più o meno grande dal margine sinistro del foglio di carta, si porterà l'indice 94 (fig. 2550 e 2552) sul punto della scala graduata anteriore, da cui si vuole che abbiano principio le linee, ed allora si sposterà il *marginatojo* N verso sinistra, facendolo appoggiare contro il carrello; poi, mantenendo fermo al suo posto il marginatojo, si farà scorrere il carrello premendo il tasto 140 $^1/_2$ (fig. 2550), ed allora non rimane che a serrare fortemente la vite del marginatojo, per impedire che questo si sposti sotto l'azione degli urti del carrello, quando questo si riconduce in principio di corsa, producendo così una marginatura spezzata.

Analogamente per regolare la lunghezza delle linee, a destra, si fisserà in una posizione conveniente il corsojo 37 (fig. 2551), che viene ad agire sul campanello d'avviso. (Questo corsojo si muove in una fenditura longitudinale praticata nell'intelajatura della crema-

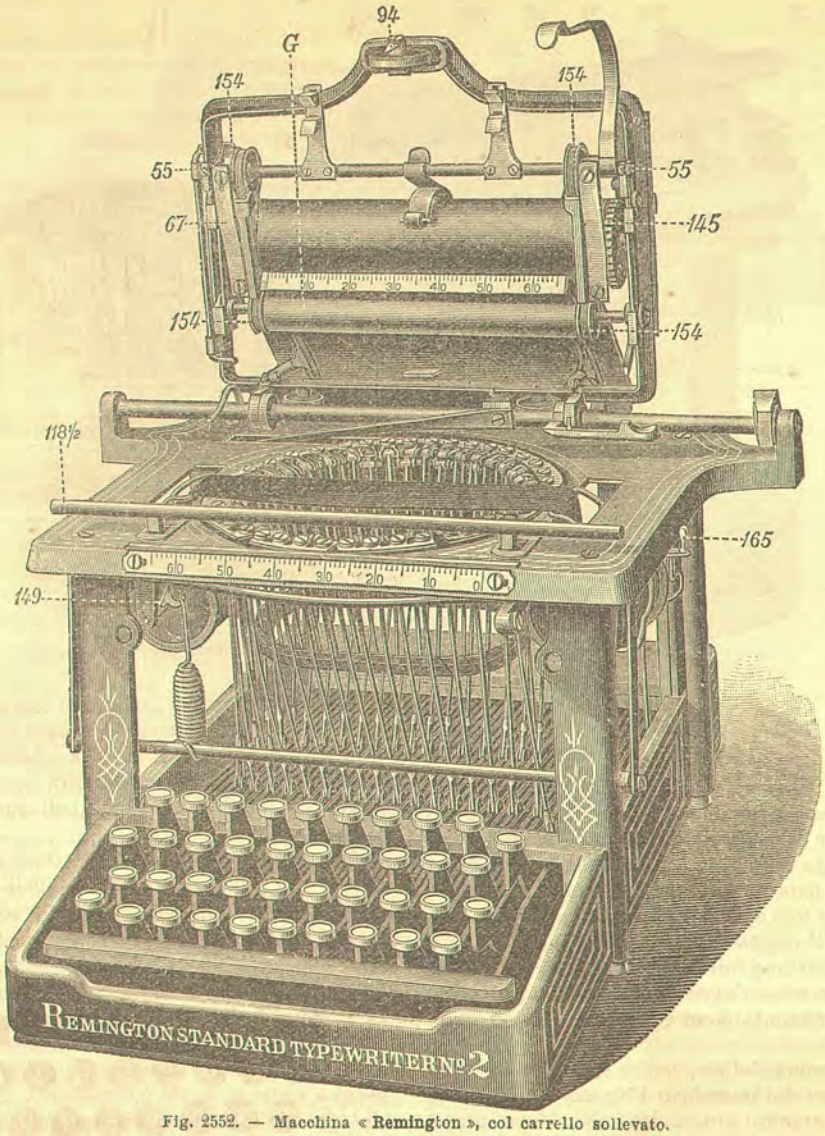


Fig. 2552. — Macchina « Remington », col carrello sollevato.

gliera, e si fissa per mezzo di un bottone a vite). Si porta il carrello nel punto in cui devono finire le linee, e si fa scorrere il corsojo fino a che esso venga in contatto coi *salterelli*, fissandolo quivi solidamente. Così il carrello verrà arrestato al punto voluto, e, siccome il campanello risuona cinque o sei spazi prima della fine delle linee, si può sempre o terminare una parola o dividerla con un tratto d'unione.

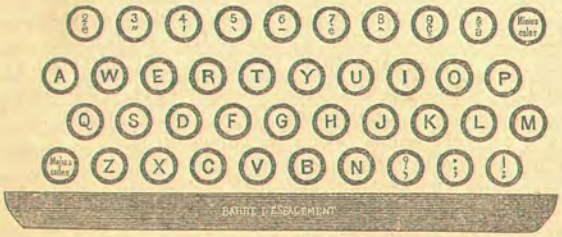


Fig. 2553. — Tastiera della macchina Remington, n. 2.

Per tutto ciò che riguarda la manutenzione della macchina, il cambiamento del nastro, la pulitura, la lubrificazione, ecc., rimandiamo il lettore alle *Istruzioni* contenute nell'opuscolo che la Casa fornisce ad ogni acquirente.

Una macchina a scrivere Remington, n. 2 (che è il modello più diffuso), si compone di 1193 pezzi di 230 forme diverse, di cui il più pesante pesa Kg. 3,80, mentre il più leggiero non pesa che $^5/_8$ di grano. Il peso complessivo della macchina è di 10 Kg. Le operazioni per cui deve passare la macchina prima di essere completa sono in numero di 7000 circa!

La Remington è una delle macchine da scrivere più conosciute in Italia; ne è concessionario esclusivo per l'Italia il signor Cesare Verona di Torino, il quale a tutt'oggi ne ha collocato circa un migliajo.

Macchina da scrivere " Bar-Lock ". — Una delle più recenti macchine a tastiera, che è nello stesso tempo una delle migliori, è la « Bar-Lock », inventata da Ch. Spiro nel 1888.

La fig. 2554 rappresenta lo schema di questa macchina e ne fa capire il funzionamento.

Ciascun martello porta-carattere M, girevole intorno all'asse a, è articolato in a_1 alla biella b, che inferiormente si articola alla leva L portante il tasto D. Premendo su questo tasto, il martello rota di 90 gradi,

venendo, in posizione orizzontale, a colpire in T' il foglio di carta P avvolto sul cilindro di caoutchouc C. L'impressione si produce, anche qui, coll'intermezzo di un nastro pregno d'inchiostro.

La molla H è destinata a far risollevare il tasto e conseguentemente a riportare il martello nella sua posizione primitiva verticale.

Gli assi *a* dei martelli sono disposti sopra due semicirconferenze concentriche, di cui il centro si trova in T'.

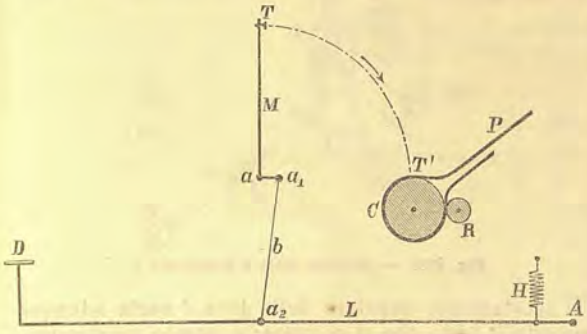


Fig 2554. — Schema della « Bar-Lock ».

Le fig. 2555 e 2556 rappresentano la vista anteriore e la posteriore di questa macchina.

In quest'ultima figura si vede come sono disposti i martelli M, i quali sono guidati, in prossimità dei caratteri, da una serie di punte che si vedono sotto la lettera M; A è il cilindro di caoutchouc che riceve il foglio di carta, B è il rullo guida-carta. Il movimento del carrello si produce, per l'azione di una molla, mediante una cremagliera a scappamento. Le leve F e G servono, la prima a produrre simultaneamente il ritorno del carrello e l'interlineazione; la seconda a disimboccare la cremagliera per produrre il movimento rapido del carrello solo.

Fig. 2555. — Macchina da scrivere « Bar-Lock » (vista anteriore).

Il nastro imbibito d'inchiostro si avvolge sulle bobine O; esso è assai stretto, per nascondere il meno possibile la scrittura, che in questa macchina, facendosi sulla parte superiore del cilindro porta-carta, è sempre in vista dell'operatore. È questo uno dei principali vantaggi di questa macchina, che è inoltre di costruzione solidissima.

La tastiera, come nella *Caligraph*, ha tanti tasti quanti sono i caratteri; vale a dire che ogni tasto imprime un solo segno. La fig. 2557 rappresenta la disposizione di questa tastiera. I costruttori della « Bar-Lock » hanno pubblicato un opuscolo, che contiene, oltre alla descrizione sommaria della macchina ed al modo di usarla, alcune istruzioni sulle norme da seguirsi per arrivare a scrivere colla massima rapidità. Ecco, in poche parole, le avvertenze essenziali.

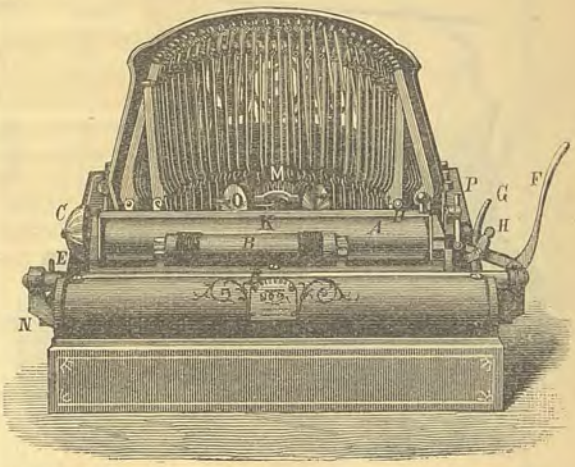


Fig. 2556. — Macchina da scrivere « Bar-Lock » (vista posteriore).

Si immagini divisa la tastiera in sei *regioni* per mezzo delle linee spezzate numerate in figura con 1, 2, 3, 4, 5. Tutti i tasti a sinistra della linea 1 dovranno essere colpiti coll'anulare della mano sinistra; quelli compresi fra le linee 1 e 2 col dito medio, e quelli compresi fra 2 e 3 coll'indice.

Analogamente i tasti compresi fra 3 e 4 vengono colpiti coll'indice della mano destra, quelli compresi fra 4 e 5 col medio, e quelli che sono a destra di 5 coll'anulare della stessa mano. Il principiante deve esercitarsi

Fig. 2557. — Tastiera della « Bar-Lock ».

anzitutto a scrivere delle frasi corte, osservando le suddette regole di *manicatura;* queste frasi sono scelte in modo che contengano tutte le lettere dell'alfabeto; e quando si è giunti a scriverle correttamente, si può dire che si possiede la manicatura. Dopo poco tempo si arriva a scrivere senza fatica 50 parole al minuto, ed a partire da questo momento si può usare con vantaggio la macchina. Col continuo esercizio si acquista ognor più in rapidità.

La macchina « Bar-Lock » pesa 11 Kg.; ecco le sue dimensioni: larghezza 33 cm.; lunghezza 35 cm.; altezza cm. 21,5.

Macchina da scrivere Hammond. — Questa macchina (fig. 2558), la cui introduzione sul mercato data solo dal 1884, appartiene alla categoria delle *macchine*

a cilindro (*cylinder-machines*); essa porta i tipi distribuiti sulla superficie di una porzione di cilindro ad asse verticale, i cui spostamenti sono ottenuti per mezzo di una tastiera semicircolare. I tasti di questa tastiera

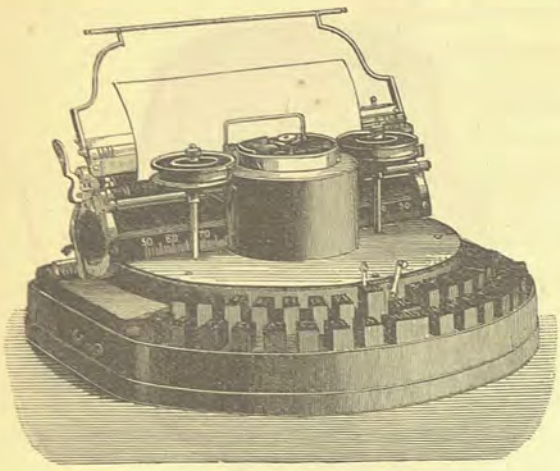


Fig. 2558. — Macchina da scrivere « Hammond ».

sono fissati alle estremità di una serie di leve, disposte secondo i raggi di un circolo orizzontale, le quali producono il sollevamento di due leve orizzontali che comandano direttamente il moto di rotazione del cilindro. Tale disposizione è rappresentata schematicamente nella fig. 2559.

L è una delle leve della tastiera portante il tasto T. Dessa incontra la seconda leva *l* in un punto più o meno lontano dall'asse di rotazione di quest'ultima, secondo la posizione occupata dal tasto sulla tastiera.

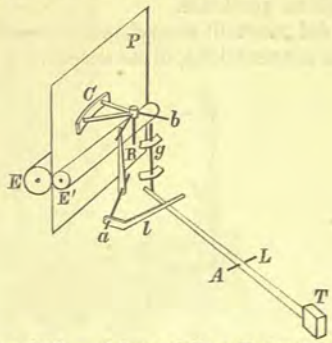


Fig. 2559. — Schema della « Hammond ».

Lo spostamento angolare della leva *l* varia adunque secondo il tasto che si colpisce; e questo movimento, trasmesso da un opportuno meccanismo al cilindro dei tipi C, porta la lettera corrispondente di fronte alla carta, dove deve avvenire l'impressione. Una tacca di cui è provvisto il cilindro lo ferma esattamente nella posizione voluta, venendo ad incontrare una copiglia *g*, spinta dalla leva L. Queste copiglie sono in numero eguale a quello delle leve dei tasti.

? z x q k j g b m p c f l d , . t a h e r i s o u n w y v :
! Z X Q K J G B M P C F L D ; - T A H E R I S O U N W Y V &
¾ % ⅞ ⅝ ½ ⅜ 1 ⅛ 2 3 4 5 6 « 7 » 8 ' 9 [0] ¼ * ⅓ † ⅔

Fig. 2560. — Disposizione dei tipi nella macchina « Hammond ».

Il cilindro, o meglio la porzione di cilindro, che porta i caratteri è diviso in due settori, di cui ciascuno corrisponde ad una metà della tastiera. I caratteri sono poi distribuiti su tre porzioni di circolo sovrapposte; le tre lettere situate sulla stessa generatrice si imprimono collo stesso tasto. La fila superiore contiène le minuscole, quella di mezzo le majuscole, l'inferiore i segni di punteggiatura, le cifre, ecc.

La fig. 2560 rappresenta, sviluppata sopra un piano, detta disposizione.

Una particolarità originale della Hammond è questa che la carta stessa è quella che viene a colpire il nastro imbibito d'inchiostro (frapposto tra il carattere e la carta) ad ogni impressione. A tale effetto un martello, disposto dietro la macchina, scatta ogni qualvolta si preme un tasto, e si arma nuovamente quando il tasto ritorna nella sua posizione iniziale. La pressione prodotta da ogni colpo di martello è dunque sempre la stessa, qualunque sia la forza con cui si batte sui tasti; ed è questo un notevole vantaggio, tanto dal punto di vista della regolarità dell'impressione che da quello della buona conservazione della macchina.

A queste generalità facciamo seguire una completa descrizione tecnica (1) di questa macchina interessante che è rappresentata, nell'insieme e nei particolari, dalle fig. 1 a 7 della Tav. II.

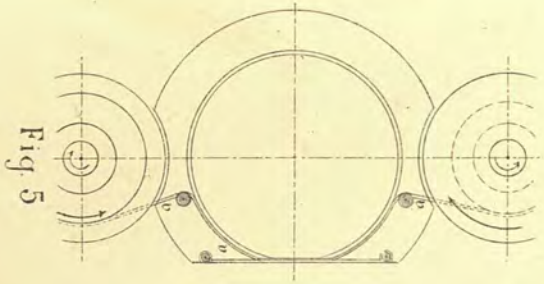
La macchina, come già dicemmo, è a tastiera; i tasti sono disposti su due file circolari concentriche a gradinata, come è chiaramente rappresentato dalla fig. 2558 del testo e dalla fig. 1 della Tav. II. Essi sono in numero di trenta; ciascuno corrisponde a tre caratteri che possono venire impressi a volontà coll'ajuto di due tasti sussidiari centrali. Premendo, di questi due, quello di sinistra che porta scritta l'indicazione *Cap* si ottiene la scrittura con lettere majuscole; premendo il tasto di destra *Fig* si ottiene l'impressione dei segni di punteggiatura, dei numeri, ecc. Un tasto centrale, portante la dicitura *Spatien* serve a spazieggiare le parole (fig. 1, Tav. II).

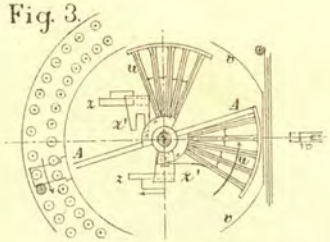
La *Hammond* consta sostanzialmente di due parti principali, cioè: il meccanismo scrivente ed il *carretto* o *slitta*, portante la carta. Questo carretto consta (fig. 2 e 4, Tav. II) di un cilindro cavo *a* di lamiera, provvisto alle sue estremità di due flangie a risvolto *b*, le quali portano in basso una dentiera C ed in alto, diametralmente opposta alla precedente, una sbarra cilindrica *d*, di guida, la quale scorre sopra le rotelle *f* (fig. 2, Tav. II). La dentiera C si appoggia inferiormente su tre rotelle *e*, e superiormente contro una piccola rotella di pressione *g* (fig. 4, Tav. II), destinata ad impedire il sollevamento del carretto.

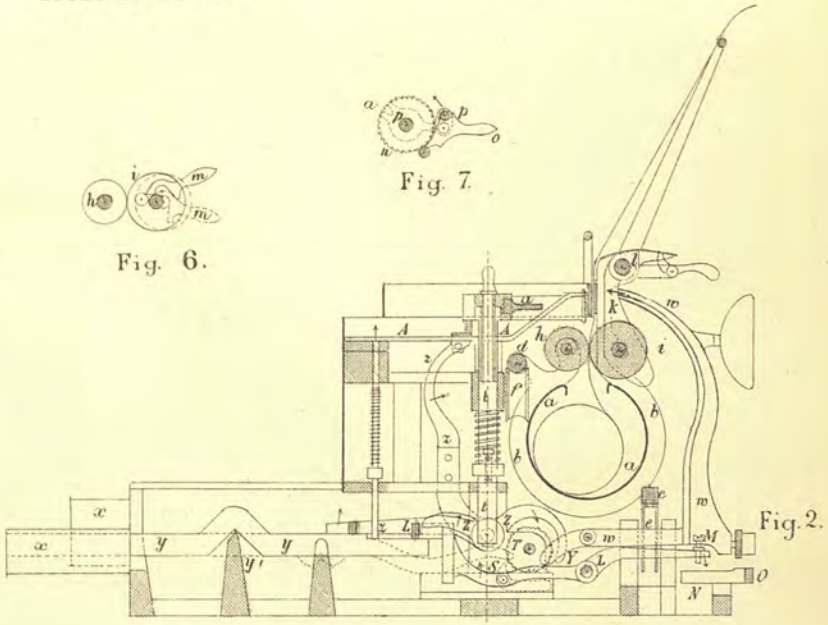
Il carretto porta due rulli di caoutchouc, *h* ed *i*, destinati ad afferrare e a trascinare il foglio di carta. Il rullo *h* si appoggia su due sopporti collocati sulla

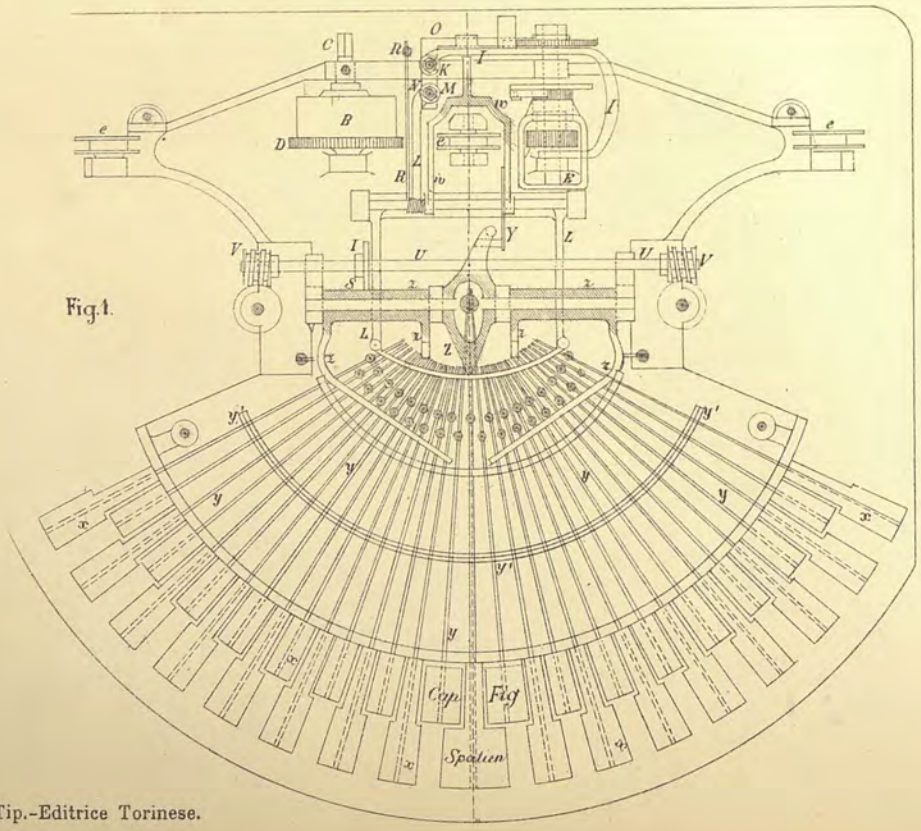
(1) V. *Dingler's Polytechnisches Journal*, vol. 267, pag. 132.

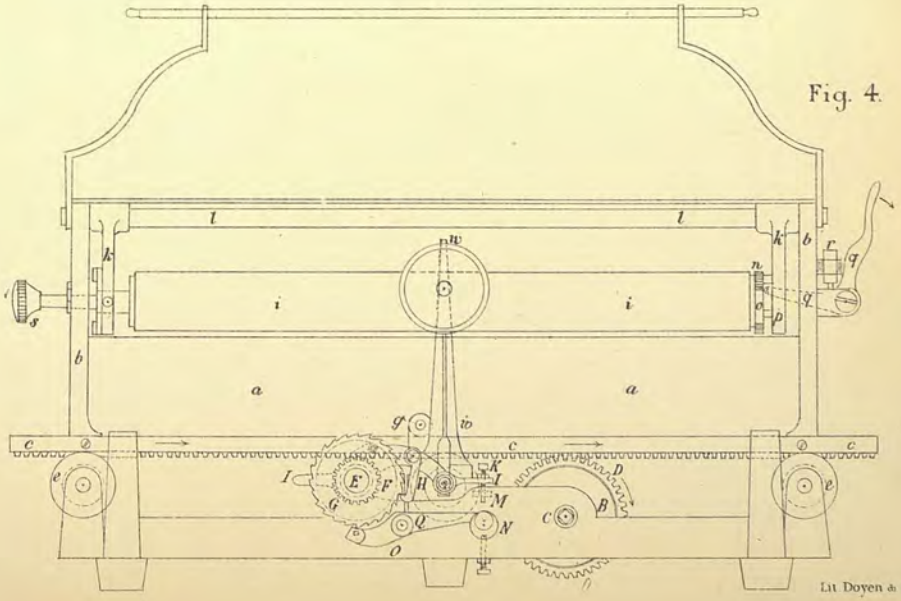
MACCHINA DA SCRIVERE « HAMMOND »











Unione Tip.-Editrice Torinese.

Lit. Doyen & Ling. Simondetti, T.

flangia stessa del carretto; il rullo alimentatore *i*, invece, è portato da due sopporti pendenti *k* girevoli sull'asse *l* e viene premuto, per mezzo di molle, contro il rullo *h*. Per introdurre il foglio di carta nella macchina si preme verso il basso la leva *m* (fig. 6, Tav. II) tagliata internamente secondo una curva eccentrica; allora il rullo *i* viene nella posizione rappresentata con linee punteggiate, cioè si allontana dal rullo *h*, e quindi si può introdurre la carta fra i due cilindri. Rilasciando quindi la leva *m*, il rullo *i* ritorna nella sua posizione primitiva e preme la carta contro il rullo *h*.

Il movimento di rotazione del cilindro motore portacarta, che ha per effetto di far scorrere il foglio all'insù o verso il basso, viene regolato da un piccolo sistema di leve a nottolino nel seguente modo. Il cilindro motore *i* porta sull'estremità destra del proprio asse una piccola ruota *n* a denti di sega (fig. 4 e 7, Tav. II) colla quale imbocca un nottolino o *leva a sperone o*. Questa ultima è portata da un sopporto *p* girevole attorno all'asse del cilindro *i*, e mercè la sua forma speciale impedisce il movimento di rotazione del cilindro motore in entrambi i versi. Sollevando tale leva, nella direzione indicata dalla freccia (fig. 7, Tav. II), si libera il cilindro motore, e per mezzo del bottone *s* collocato sulla estremità sinistra dell'asse del cilindro *i* (fig. 4, Tav. II), si può far girare quest'ultimo e far avanzare il foglio di carta fra i due cilindri.

Il sopporto girevole *p* presenta in *a* una rientranza o fenditura nella quale penetra uno dei bracci di una leva ad angolo *q*; quest'ultima viene spinta da una molla a spirale collocata sul suo asse a rotare nella direzione della freccia (fig. 4, Tav. II) e mantiene fissi il sopporto *p* e la leva a sperone *o* nella posizione rappresentata dalla figura 7. Facendo poi rotare il braccio verticale della leva *q* verso sinistra, cioè verso la macchina, il sopporto *p* e la leva *o* roteranno nel senso della freccia (fig. 7); la leva a sperone, in virtù del proprio peso, continua ad afferrare i denti della ruota a sperone *n*, in guisa che, nel lasciare libera la leva *q*, la ruota *n* e quindi il rullo motore *i* roteranno di un certo angolo producendo l'avanzamento della carta fra i cilindri *h* ed *i*. La rotazione della leva ad angolo viene esattamente regolata dal dado *r*, e può farsi più o meno ampia coll'avvitare o svitare il dado stesso sul proprio gambo filettato.

Quando si vuol cominciare una nuova linea non si ha che a far rotare la leva *q* verso la macchina finchè essa venga ad appoggiarsi contro il dado *r*, e rilasciare quindi la leva; e la carta scorrerà allora verso il basso sempre della stessa quantità, più o meno grande secondo il bisogno.

Descriveremo fra poco il meccanismo destinato a produrre il movimento trasversale del carretto colla carta; per ora importa osservare che al termine di ogni linea si può riportare il carretto nella sua posizione iniziale, dopo avere però, mediante la manovra ora descritta della leva *q*, prodotto il voluto avanzamento della carta per ricevere una nuova linea di scrittura.

Il meccanismo scrivente propriamente detto consiste sostanzialmente di due settori *u* (fig. 2 e 3, Tav. II), girevoli sopra un albero verticale *t* (fig. 2) disposto nel centro della macchina, i quali settori portano in rilievo, sulla loro superficie verticale cilindrica, i caratteri, i segni speciali, ecc., disposti come nella fig. 2560; di un nastro *v* destinato a dar l'inchiostro, e di un martello *w* il quale battendo contro un dato carattere del settore (ed essendo fra il martello ed il settore frapposta la carta ed il nastro pregno di inchiostro) produce l'impressione della lettera corrispondente. Tutti gli organi sunnominati vengono messi in azione col premere sopra uno qualunque dei tasti *x*.

I tasti *x* sono ordinariamente di legno d'ebano ed hanno una larghezza di 12 mm. per 23 di lunghezza, con notevoli intervalli fra l'uno e l'altro. La loro disposizione speciale ne permette il maneggio pronto e facile. Essi sono fissati all'estremità di leve in acciajo *y* che sono mantenute ferme nella loro posizione da sottili sbarrette verticali attorno alle quali sono disposte delle piccole molle ad elica, come è indicato nella fig. 2 della Tav. II.

Tutte le leve dei tasti si appoggiano, mediante una ripiegatura, sullo spigolo di una stessa sbarra y_1 piegata ad arco di cerchio (fig. 1 e 2, Tav. II). Premendo sopra un tasto qualunque, le sbarrette verticali sunnominate si alzano comprimendo le relative molle; ed inoltre una delle due leve ad angolo *z* (fig. 2 e 3 della Tav. II) di forma particolare, rota nella direzione della freccia, secondochè viene premuto uno dei tasti che si trovano a sinistra o a destra della macchina. Le leve ad angolo *z* portano superiormente di riporto un pezzetto di lamiera z_1, in cui è praticata una fenditura mediante la quale essi vengono ad afferrare due piccoli perni sporgenti dal mozzo dei settori porta-caratteri, in guisa che al movimento di una delle leve *z* va congiunta una corrispondente rotazione del settore relativo, come si vede dalla fig. 3 della Tav. II, nella quale uno dei settori è rappresentato nella sua posizione normale, l'altro nella posizione che assume dopo la rotazione, pronto per l'impressione.

Il settore viene, nella sua rotazione, ad urtare contro un indice A che fa rotare assieme a se stesso. Seguitando a muoversi, questo indice arriva contro la sbarretta innalzata contemporaneamente dalla leva *y* manovrata dal tasto, e si ferma quindi in tale posizione mantenendo quindi anche fermo il settore nella precisa posizione in cui deve avvenire l'impressione della lettera voluta, la quale viene prodotta, come già si disse, dal martello *w*.

Il colpo del martello imprimente ed il consecutivo movimento di traslazione del carretto porta-carta sono prodotti da un ingegnosissimo sistema di molle così costituito. Sull'albero C (fig. 1 e 4, Tav. II) si trova, ravvolta entro ad un tamburo B, una molla a spirale (avente la forma di una molla da orologio) la quale è destinata a produrre l'avanzamento del carretto. Questa molla tende a far rotare l'albero C e con esso la ruota dentata D nel senso indicato dalla freccia. Ora la ruota D imbocca nella dentiera C portata dal carretto, il quale verrà quindi spinto innanzi, nella direzione della freccia, ove non venga tenuto fermo da un apposito meccanismo d'arresto.

Questo meccanismo è rappresentato nelle figure 1, 2 e 4, Tav. II, e consiste sostanzialmente di una piccola ruota dentata F, la quale imbocca colla stessa dentiera del carretto, e di una ruota G a denti di sega, col relativo nottolino H, il quale agganciandone i denti tiene fermo l'albero E su cui tanto la F quanto la G sono calettate, impedendo così alla dentiera *cc* e quindi alla slitta di avanzarsi longitudinalmente sotto l'azione della molla motrice sopra indicata. Il nottolino H è portato da una leva I la quale può oscillare attorno all'albero E. L'azione della molla destinata a dar moto al carretto si esercita, per mezzo della dentiera *c* e del rocchetto dentato F, sulla ruota a denti di sega G in guisa tale che il nottolino H, e con esso la leva I che lo porta, vengono premuti verso il basso, e ciò fino a tanto che

la vite K (fig. 4, Tav. II) non viene ad appoggiare contro il telajo della macchina.

Ora, quando si preme un tasto qualunque, si produce anzitutto una rotazione della leva L (fig. 2) pel verso indicato dalla freccia. In seguito a questo movimento la vite M viene ad urtare contro l'appendice N (sporgente verso l'interno del telajo della macchina) di una leva a nottolino O (fig. 1 e 2, Tav. II), la quale deve seguire il movimento della leva L, e con una tacca opportunamente disposta viene ad imboccare nei denti a sega della ruota G, facendo retrocedere questa di un dente. Contemporaneamente anche l'appendice Q, munita di una fessura, della seconda leva O, vien fatta rotare, e siccome il nottolino H per mezzo di una piccola caviglia è collegato alla detta fessura, si produce il suo disimbocco dalla ruota G, e così la leva I si trova libera.

Il martello *w* ha la forma di una leva ad angolo, che ha il braccio orizzontale infilato sull'albero girevole del martello; su questo albero è fissata la *molla del martello* R (fig. 1), la quale tende continuamente a far rotare il martello nella direzione rappresentata dalla freccia (fig. 2) spingendolo a battere contro i settori dei tipi. Ma detto martello viene mantenuto indietro, nella posizione disegnata in figura, da un piccolo giunto sferico portato dalla leva I, con cui esso è connesso; e ciò fino a tanto che, battendo sopra un tasto qualunque, detta leva venga messa in libertà. Allora la molla del martello entra in azione, e spinge questo ad urtare contro il carattere presentatosi, mentre la leva a nottolino H viene ad impegnarsi nel successivo dente della ruota G.

Ma non appena si cessa di premere sul tasto viene liberata la seconda leva a nottolino O, e tutti gli organi dell'apparecchio scrivente ritornano alla loro posizione iniziale, pronti per una nuova impressione.

Non ci perderemo a descrivere come avviene il movimento del nastro imbibito d'inchiostro, risultando ciò abbastanza chiaramente dalle fig. 1, 2 e 5 della Tav. II.

Una particolarità notevole della Hammond è questa che, il cilindro *a* cavo essendo aperto alle due estremità, la larghezza del foglio di carta non è limitata. Inoltre tutta la parte scritta resta fuori della macchina, ed in vista dell'operatore.

La Hammond è una delle macchine con cui si può raggiungere la massima velocità di scrittura; secondo il *Times* (18 dicembre 1886) si è ottenuta con essa una rapidità di 70 a 100 parole al minuto.

Ecco quali sono, secondo i suoi costruttori, i principali vantaggi di questa macchina (notando che molti sono comuni ad altre macchine come la Remington, la Crandall, la Caligraph, la Yost, la Bar-Lock, ecc):

1. La macchina Hammond scrive con un allineamento altrettanto perfetto quanto quello della stampa;

2. La regolarità dell'allineamento non può, in alcun caso, venir alterato dall'uso continuo della macchina;

3. L'impressione è sempre perfettamente uniforme, sia che si percuotano i tasti rapidamente o lentamente, con forza o leggermente;

4. L'impressione prodotta da un colpo di martello automatico, la cui forza si può regolare a volontà, rende la macchina specialmente indicata per ottenere delle magnifiche copie multiple, mediante l'interposizione di fogli di carta annerita tra i fogli da scrivere;

5. Due tasti percossi per sbaglio, nella foga dello scrivere, producono un'unica impressione;

6. La manovra di due soli ranghi di tasti è più facile ad apprendersi, e si fa con più speditezza che quella delle tastiere delle altre macchine, più complicate;

7. I tasti sono disposti in guisa che le lettere di uso più frequente sono tutte radunate verso il centro;

8. La distribuzione dei tasti è fatta in guisa da far lavorare di preferenza la mano destra, che è la più agile;

9. La frequenza delle lettere nella formazione delle parole è stata accuratamente studiata per fissare la disposizione più conveniente dei tasti sulla tastiera;

10. Il movimento dei tasti è leggero, elastico, fermo;

11. I tasti sono in legno d'ebano, le leve in acciajo

12. La forma semicircolare data alla tastiera lascia le mani, i polsi e le dita in una posizione comoda e naturale;

13. I tasti possono venir semplicemente abbassati, non occorrendo percuoterli con una certa forza viva come nelle altre macchine; il lavoro riesce perciò molto meno faticoso;

14. Un tasto può essere abbassato prima ancora che il precedente venga abbandonato, il che è vantaggioso dal punto di vista della rapidità della scrittura;

15. Lo spazio fra i tasti essendo più grande che negli altri sistemi (?), ogni pericolo di toccare simultaneamente due tasti è completamente evitato;

16. Del resto due tasti colpiti simultaneamente non producono alcun inconveniente per la macchina;

17. L'introduzione della carta si fa con una straordinaria facilità;

18. La carta si dispone diritta automaticamente;

19. Si possono scrivere gli *indirizzi* sulle buste colla più grande facilità;

20. Si possono impiegare con egual facilità le carte di piccolo, al pari di quelle di grande formato;

21. Si può impiegare, volendolo, con questa macchina un rotolo di carta di più metri di lunghezza;

22. Il cilindro porta-carta, essendo aperto alle due estremità, vi si può collocare carta di qualsiasi larghezza;

23. Si può scrivere su carta di qualsiasi spessore;

24. Le linee contengono un numero di lettere eguale ad una volta e mezzo quello delle altre macchine;

25. I caratteri di lingue o di stili differenti possono essere impiegati sulla stessa macchina;

26. I caratteri trovandosi tutti sopra uno stesso cilindro, questo può essere tolto in qualunque momento per essere nettato colla massima facilità;

27. Si possono impiegare dei cilindri (*settori dei tipi*) portanti da 90 fino a 120 caratteri;

28. Il lavoro restando continuamente in vista dell'operatore, le correzioni si fanno colla massima facilità e l'allineamento delle cifre e simili si fa senza alcuna perdita di tempo, con tutta rapidità;

29. Le bobine portano una superficie di nastro più che doppia di quella delle altre macchine;

30. Le bobine di questo nastro, non essendo fissate alla macchina, possono togliersi istantaneamente, ed essere immediatamente sostituite da altre portanti nastri a inchiostro cromografico, litografico, copiativo o non, ecc.;

31. L'operatore, avendo continuamente il lavoro sott'occhio, scrive con maggior facilità, e le cause di errore sono così evitate;

32. Anche scrivendo con una rapidità di 10 impressioni al secondo, l'impressione risulta sempre perfettamente regolare, e così pure l'allineamento;

33. La macchina non ha, come negli altri sistemi, alcun rullo di caoutchouch per ricevere l'impressione; questi rulli si deteriorano rapidamente e devono essere rinnovati con non lieve spesa;

34. La macchina è leggerissima, e può trasportarsi con facilità. Essa non pesa che 9 chilogrammi e mezzo, compresa la cassa.

Fig. 2561. — Macchina « Fitch ».

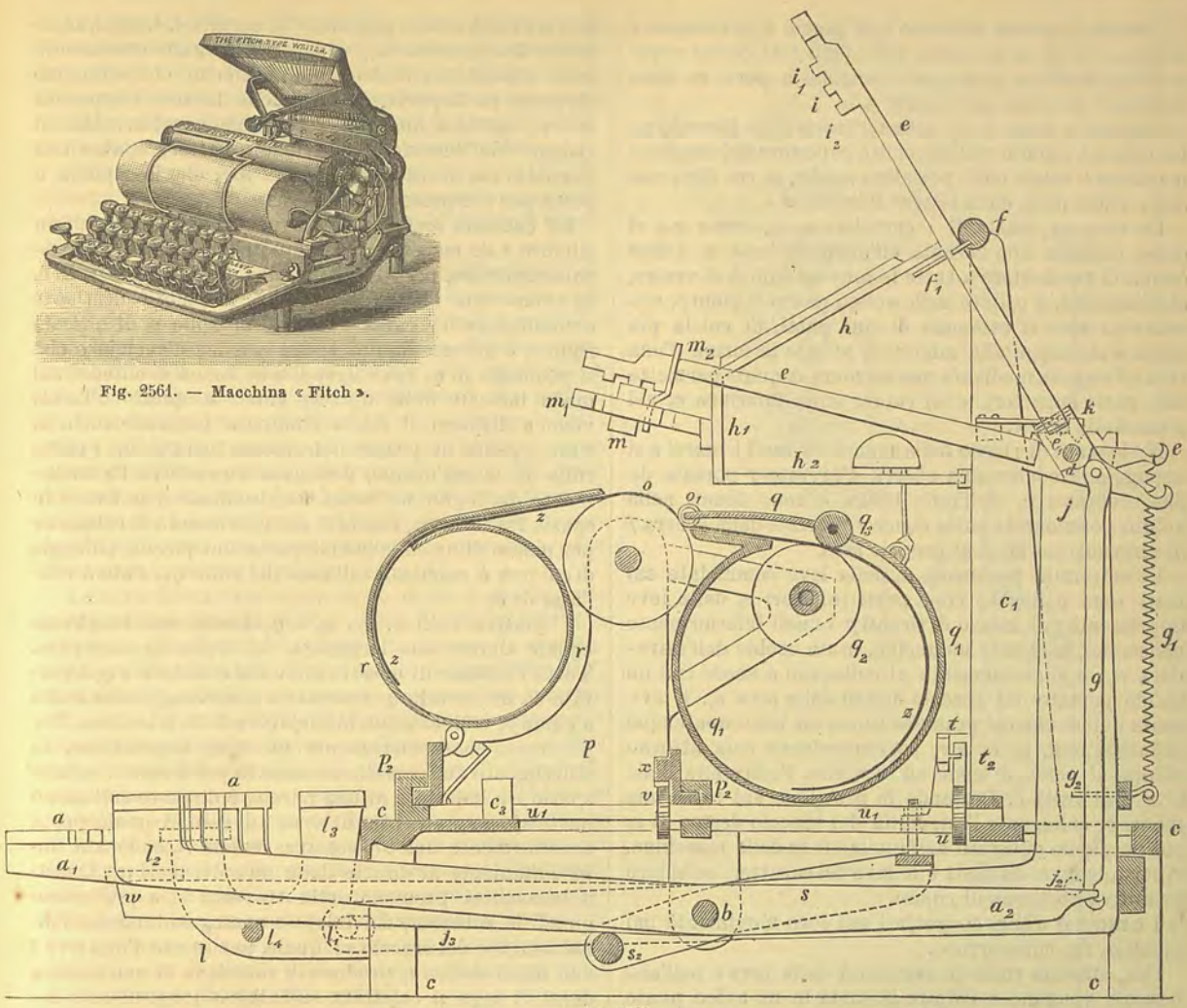


Fig. 2562.
Macchina da scrivere di Fitch (fig. 2561 e 2562).

Macchina da scrivere di Fitch (fig. 2561). — L'inventore di questa macchina, di costruzione relativamente semplice, è Eugenio Fitch di Des Moines (Jowa, America del Nord), il quale ne prese la privativa per gli Stati Uniti il 20 luglio 1886. La macchina è a tastiera ed ha sulle altre consimili il vantaggio di produrre una scrittura costantemente visibile. La fig. 2561 ne rappresenta la vista esterna; la fig. 2562 una sezione trasversale.

I tasti a della tastiera (fig. 2562), sui quali sono indicati i caratteri, sono disposti su due archi concentrici; la fila interna è alquanto più alta che l'esterna (nell'ultimo modello i tasti sono su tre file parallele, rettilinee; vedi fig. 2561). Essi comandano le leve a_1 a_2 girevoli attorno all'asse b su cui sono tutte infilate e che è fisso ai due fianchi laterali dell'intelajatura c della macchina. Tutti i bracci posteriori a_2 di queste leve giaciono in uno stesso piano; i bracci anteriori, a_1, sono guidati, nel loro movimento oscillatorio verticale, da fessure rettangolari praticate entro alla parete anteriore dell'intelajatura.

I caratteri sono portati all'estremità di una seconda serie di leve e e_1 disposte nella parte superiore della macchina e collocate esse pure in un medesimo piano, inclinato verso la tastiera; le sporgenze i_1 più esterne di tali leve portano le lettere majuscole; le sporgenze centrali i, le minuscole; e le sporgenze interne i_2 i numeri, i segni di punteggiatura, ecc.

Ora, per potere, a volontà, portare una qualunque di tali sporgenze al disopra del punto preciso in cui deve avvenire l'impressione, l'asse d su cui le leve imprimenti sono tutte infilate per la loro estremità inferiore e_1, ed attorno al quale possono liberamente rotare, non è fisso nei suoi sopporti, ma è portato da un telajo $j j_3$ ripiegato ad angolo retto, col lato j verticale ed il lato j_3 pressochè orizzontale, e girevole attorno all'asse j_2 che lo attraversa in corrispondenza del vertice dell'angolo retto. La traversa della parte orizzontale di questo telajo, che si trova contro il fianco sinistro dell'intelajatura della macchina, abbraccia, mediante una scanalatura e colla sua estremità anteriore un perno o piuolo l_1 appartenente ad una leva $l_2 l l_3$ ripiegata ad U e girevole attorno ad un asse l_4 portato da una sporgenza della parte anteriore dell'intelajatura $c c$ della macchina.

Premendo sull'estremità anteriore l_2, provvista di tasto, di questa leva, l'estremità del telajo j_3 si innalza, e per conseguenza la parte verticale j del telajo roterà attorno a j_2 da sinistra verso destra, e l'asse d si allontanerà quindi dal rullo o su cui deve avvenire l'impressione. In tale posizione verranno allora a colpire il rullo o i caratteri più esterni i_1.

Premendo invece sul tasto l_3 il piuolo l_1 si abbassa e produce quindi la rotazione del telajo j da destra verso sinistra, in virtù della quale vengono a porsi in stato d'azione i caratteri più interni i_2.

Quando la leva $l_2 l l_3$ venga rilasciata in libertà, un nottolino k agente sull'estremità superiore del braccio j mantiene il telajo nella posizione media, in cui l'impressione viene fatta dalle lettere minuscole i.

Le leve $e e_1$ portanti i caratteri sono, come già si disse, disposte una accanto all'altra sull'asse d. Affine quindi di permettere a tutte le loro estremità di venire, abbassandosi, a colpire nello stesso punto il rullo o, ciascuna di esse si compone di due parti, di cui la più lunga e si collega alla minore e_1 avente la forma d'una leva ad angolo, mediante una cerniera la quale permette alla parte superiore e di rotare sulla inferiore e_1 nel piano delle leve e.

Nello stato di riposo della macchina tutti i bracci e si appoggiano contro una sbarra d'arresto f portata da due montanti c_1 dell'intelajatura e sono tenuti nella voluta posizione da guide rigide f_1 portate dalla sbarra f in direzione normale al proprio asse.

Le estremità posteriori a_2 delle leve comandate dai tasti sono collegate colle parti inferiori e_1 delle leve imprimenti, per mezzo di tiranti g i quali inferiormente penetrano, mediante un uncino, in un occhio dell'estremità a_2, e superiormente si collegano a snodo con un piuolo portato dal braccio destro della leva e_1. È evidente quindi che col premere sopra un tasto qualunque della tastiera, la leva e_1 corrispondente rota attorno all'asse d verso il basso ed avvicina l'estremità della leva e al rullo o. Cessando la pressione sul tasto una molla g_1 collegante l'estremità del braccio destro di e_1 con un piuolo g_2 fissato nell'intelajatura della macchina, riporta le leve dei tasti e le leve dei caratteri nella loro primitiva posizione di riposo.

I tiranti g vengono guidati nel loro movimento dai piuoli g_2 fra cui scorrono.

Ora, affinchè tutte le estremità delle leve e nell'abbassarsi vengano a colpire la carta in un unico punto centrale, dove deve avvenire l'impressione, si dipartono dai montanti c_1 della macchina (fig. 2562) due sbarre h inclinate verso la tastiera e convergenti verso il centro della macchina, le quali, alle loro estremità anteriori si ripiegano verticalmente in h_1 per collegarsi inferiormente con due altre sbarre orizzontali h_2 fissate esse pure ai montanti c_1. Risulta in tal modo un'intelajatura fissa $h h_1 h_2$ che comprende dentro di sè tutte le leve dei caratteri. Queste nell'abbassarsi vengono a urtare sulle guide inclinate h che ne producono la rotazione attorno alla rispettiva cerniera, verso il centro della macchina; quindi scorrono nella feritoja formata dalle due sbarre $h_1 h_1$ e vengono quindi tutte a colpire il rullo o in corrispondenza dell'asse di questa feritoja. Evidentemente, acciocchè tutte le estremità delle leve e possano venire a colpire lo stesso punto, la lunghezza di tali leve deve andar crescendo a partire dalla centrale andando verso le più esterne.

Per attenuare il rumore nojoso cagionato dall'urto delle leve e contro le guide h, queste ultime sono rivestite di guttaperca; e così pure è bene disporre dei cuscinetti elastici fra h ed h_2 e fra i montanti c_1 ed il basamento della macchina, e rivestire inoltre la sbarra f contro cui le leve e vengono a battere, in forza delle molle g_1, nella loro corsa di ritorno.

L'inchiostro ai caratteri viene dato dal tampone m in forma di rullo, portato da un telaino girevole m_1 disposto sulle due guide h_1, in modo che esso si trovi sempre sulla strada percorsa dai caratteri. Questi, scorrendo fra le guide h_1, vengono a fregare dolcemente sulla superficie cilindrica del tampone che spingono alquanto in disparte, in modo che durante l'impronta esso si mantiene fuori della strada dei caratteri. Ma col rialzarsi del braccio e esso viene a battere contro una linguetta m_2 portata dal telaino m_1, che lo riporta a posto per l'impressione successiva.

La carta da scrivere, z, è ravvolta nell'interno di un cilindro r da cui esce, mediante un'apertura longitudinale superiore, per venire quindi a passare fra i rulli o, su cui avviene l'impressione, ed o_1 il quale è destinato a mantenere la carta aderente al rullo o. Il piccolo rullo o_1 è portato da una lastra elastica d'acciajo q che si prolunga in q_1 ravvolgendosi in forma di cilindro nel modo indicato dalla figura; entro a questo cilindro viene a disporsi il foglio stampato passando sotto al rullo q_3 che lo preme dolcemente contro un quarto rullo q_2. Quest'ultimo, destinato a produrre l'avanzamento del foglio nel senso longitudinale per avere lo spazio fra le linee, riceve il suo movimento di rotazione per mezzo di un cingolo collegante due piccole puleggie di cui una è calettata sull'asse del rullo q_2, l'altra sull'asse di o.

I quattro rulli o, o_1, q_3 e q_2 hanno una lunghezza eguale almeno alla larghezza del foglio da stampare. Tutto l'insieme di questi rulli e dei cilindri r e q_1 è portato da un carrello p scorrevole trasversalmente entro a guide p_2 collocate sull'intelajatura della macchina. Per produrre, consecutivamente ad ogni impressione, lo scorrimento del carrello necessario per avere il voluto spazio fra le lettere di una parola, è disposto sull'asse b un telajo $s s_2$ girevole attorno ad esso, il quale porta anteriormente una sbarra trasversale s_2 collocata immediatamente al disotto delle leve dei tasti a_1. Questi abbassandosi premono sulla traversa s_2 e producono quindi la rotazione del telajo e conseguentemente l'innalzamento del braccio s il quale, per mezzo d'una leva t e di un nottolino t_2 produce la rotazione di una ruota a denti di sega u calettata sull'albero longitudinale u_1. Su questo albero è calettato, verso il mezzo, un rocchetto v che imbocca con una dentiera x fissata al carretto p il quale viene quindi, dopo ogni impressione, spostato trasversalmente della quantità voluta. Un campanello annunzia, nel modo solito, la fine di ogni linea.

Fra i tasti a ve ne ha poi uno speciale w il quale permette di ottenere lo spazio fra le varie parole producendo l'avanzamento del carrello senza che venga eseguita alcuna impressione. Questo tasto w agisce, nello stesso modo che i tasti a, sul telajo $s s_2$ senza comandare nessuna leva imprimente.

Macchina da scrivere Slocum. — In tutte le macchine da scrivere conosciute l'avanzamento longitudinale del meccanismo scrivente o della carta, che succede immediatamente dopo l'impressione di ciascuna lettera, ha un'ampiezza costante; e da ciò, per la differente larghezza delle varie lettere dell'alfabeto, deriva che gli spazi o intervalli fra le lettere stesse variano continuamente, dando luogo ad una scrittura di aspetto assai irregolare e poco elegante. In alcune macchine, per rendere gli intervalli eguali, si è cercato di fare la larghezza delle varie lettere pressochè eguale, restringendo le più larghe, come la m, ed allargando alquanto le più strette; ma basta osservare lo scritto prodotto da tali macchine per vedere subito che esse, per evitare un difetto, sono cadute in un altro forse peggiore, snaturando la forma ordinaria dei caratteri dell'alfabeto.

La macchina che stiamo per descrivere ha per iscopo di evitare entrambi questi difetti producendo una scrittura in cui i caratteri ordinari da stampa distano fra di loro egualmente come in uno scritto stampato, e ciò collo spostare, ad ogni colpo, la carta di quantità differenti secondo la larghezza della lettera impressa.

Questa macchina, inventata e costrutta da W. H. Slocum di Buffalo (Nuova York), e rappresentata dalle fig. 2563, 2564, 2565 e 2566, presenta le seguenti particolarità di costruzione.

Sopra un asse *c*, fissato alle due pareti laterali A dell'intelajatura della macchina (fig. 2563), sono girevoli una serie di leve parallele portanti ad una estremità i caratteri d'impressione *x* e comandate all'altra estremità dai tasti T, disposti su quattro file trasversali a gradinata. Queste leve sono composte di due parti C e D collegate l'una all'altra da una cerniera verticale $e e_1$ la quale permette al braccio D di rotare in un piano orizzontale attorno al braccio C che a sua volta può rotare sull'asse *c*. In tal modo i caratteri *x* possono, mediante una conveniente rotazione del braccio D, portarsi tutti verso uno stesso punto della macchina, dove deve avvenire l'impressione.

Le leve C sono sostenute dalle molle *d* che le premono contro una sbarra trasversale C_1 che ne limita la alzata; le leve D poi si appoggiano ciascuna in una scanalatura facente parte di una specie di rastrelliera $E E_1$ fissata alle pareti A della macchina, come è rappresentato dalla fig. 2564. Tutte le scanalature convergono in alto e verso il centro della macchina in modo da guidare le rispettive leve D verso l'apertura f_3 attraverso a cui i caratteri vanno a colpire, dal basso all'alto, la carta. Acciocchè poi uno dei bracci D laterali rotando sulla sua cerniera non venga ad urtare contro uno dei due fra cui esso è compreso, le scanalature della rastrelliera $E E_1$ sono inferiormente, per un piccolo tratto, rettilinee in modo da guidare verticalmente il braccio D fino a che si sia innalzato di tanto da poter liberamente rotare verso il centro della macchina al disopra delle rimanenti leve D (fig. 2563 e 2564).

Al disotto delle leve C D è disposto un telajo G girevole attorno all'asse *g* e destinato a produrre gli spazi fra le lettere e fra le parole. La traversa anteriore G_1 di questo telajo si appoggia, in virtù della molla g_2 che tende ad abbassarne il braccio destro, contro ed inferiormente alle leve C comandate dai tasti, dimodochè quando un tasto venga abbassato il telajo rota, innalzando la sua parte posteriore la quale porta una molla ad uncino g_4 che scorre allora di una certa quantità sopra i denti della ruota H a denti di sega.

Cessando la pressione sul tasto la leva C viene riportata a posto dalla molla *d* e permette quindi alla parte posteriore del telajo di rotare verso il basso sotto l'azione della molla g_2. Per tale rotazione la molla uncinata g_4, la quale avrà afferrato uno dei denti della ruota H, obbligherà questa ultima a rotare d'una data quantità.

Ora la traversa G_1 del telajo non ha la sua superficie superiore continua, ma bensì composta di tanti tratti orizzontali a differente altezza, come indica la fig. 2565. Ed essendo invece le superficie inferiori delle leve C disposte sopra uno stesso piano, evidentemente i vari tasti abbassandosi, in corrispondenza della traversa, di eguali quantità, abbasseranno di quantità differenti la traversa e quindi faranno scorrere di quantità differenti la molla g_4 sulla ruota H_1 che ruoterà quindi, cessando la pressione sui tasti, di quantità differenti, secondo la leva che viene abbassata dal tasto.

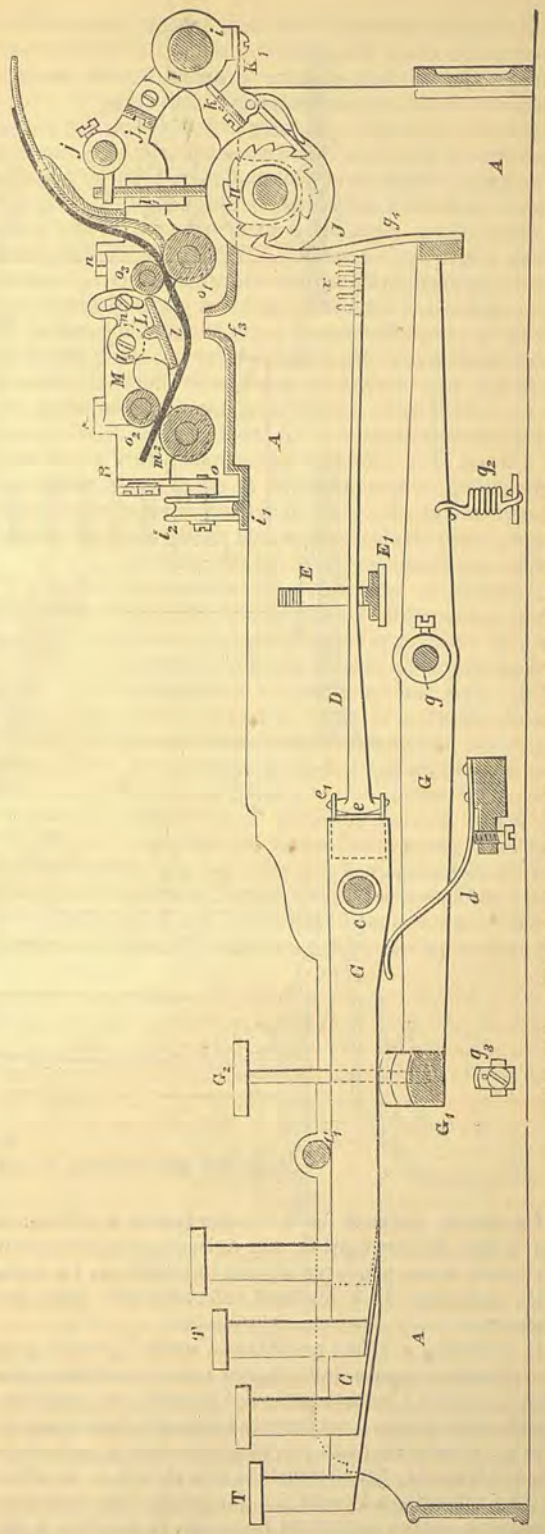


Fig. 2563. — Macchina da scrivere Slocum (sezione verticale longitudinale).

L'albero su cui è calettata la ruota H porta una vite perpetua J la quale imbocca coi denti d'una dentiera I_1 che fa parte del carretto porta-carta B. Si capisce quindi facilmente come dopo ogni impressione questo carretto si sposterà, in senso trasversale, di quantità differenti secondo la lettera stata impressa; ed in tal modo si riesce ad ottenere l'eguaglianza degli spazi fra le diverse lettere di una parola.

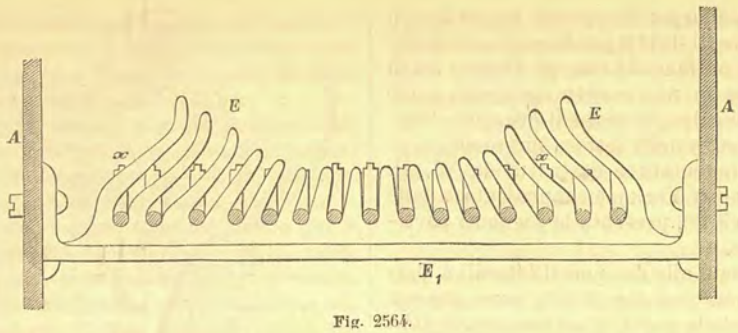


Fig. 2564.

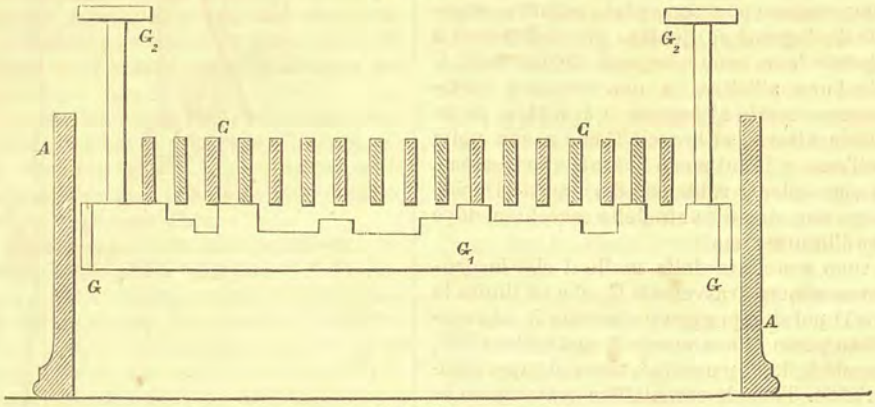


Fig. 2565.

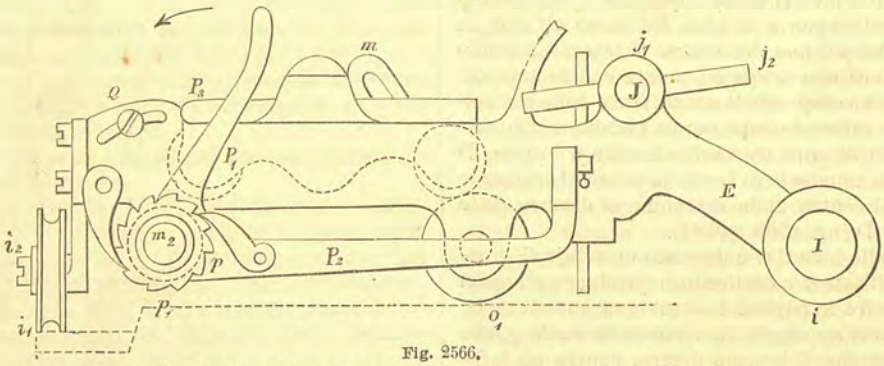


Fig. 2566.

Particolari della macchina da scrivere di Slocum (fig. 2564, 2565 e 2566).

Le volute distanze fra le diverse parole si ottengono per mezzo dei due tasti G_2 che agiscono semplicemente sul telajo, senza produrre alcuna impressione. La corsa della traversa G_1 è limitata inferiormente dallo arresto g_3.

Il carretto, o *slitta* portante la carta B, viene guidato posteriormente dalla sbarra I su cui scorrono due occhi o collari *i* facenti parte del carretto, ed anteriormente dalla rotella i_2 scorrevole sulla nervatura trasversale i_1. Questo carretto poi, rappresentato a parte dalla fig. 2566, porta, parallelamente alla sbarra I, un alberetto *j* afferrato ad occhi j_1 i quali colla loro rotazione innalzano, mercè opportuni bocciuoli, la dentiera I, che cessa allora di imboccare colla vite perpetua J. Si può quindi, in tale stato di cose, fare scorrere liberamente il carretto a destra od a sinistra. Dall'albero *j* partono pure, in direzione normale al suo asse, delle leve j_2 le quali servono a produrre appunto la rotazione dell'alberetto *j*. Questa rotazione si può produrre direttamente premendo il braccio posteriore delle leve j_2; oppure indirettamente, mediante la leva ad angolo $P_1 P_2$.

Facendo rotare il braccio P_1 di questa leva nel senso della freccia, cioè verso l'operatore, l'altro braccio P_2 si innalza e viene, colla sua estremità, a spingere in alto l'estremità anteriore della leva j_2 producendo lo stesso effetto, cioè il sollevamento della dentiera. Appena viene a cessare la pressione sulla j_2 la dentiera ricade al suo posto, sia pel proprio peso, sia ancora per l'azione di due piccole molle convenientemente disposte. La corsa della dentiera e quindi del carretto è limitata da sporgenze dell'intelajatura contro cui essa viene a battere al fine di ogni linea.

La leva $P_1 P_2$ è folle sull'albero m_2 sul quale sta fisso il carretto porta-carta, munito di quattro piccoli rulli *o*, o_1, o_2, o_3 fra cui passa il foglio di carta (fig. 2563). Sul braccio P_2 è fissato un nottolino *p* il quale (fig. 2566) ogniqualvolta per mezzo del manubrio P_3 la leva P_2 viene sollevata, spinge contro i denti della ruota *p* a denti di sega calettata sull'albero m_2 e la fa rotare di un certo angolo contemporaneamente al rullo *o*; il che ha per effetto di produrre un avanzamento in senso longitudinale del foglio di carta, e quindi gli spazi fra le linee,

automaticamente, ogni volta che si riporta indietro il carretto. Per mezzo di un arresto scorrevole in una scanalatura Q può convenientemente regolarsi l'ampiezza della rotazione del braccio P_3 e quindi la distanza fra le linee.

Immediatamente al disopra dell'apertura f_3 attraverso alla quale i caratteri vengono a battere sulla carta, trovasi la piastra LM (fig. 2563) che porta inferiormente il cuscinetto *l* ed è girevole attorno al perno l_3. Un segmento *m* portato dallo stesso perno permette uno spostamento del cuscinetto lungo il proprio asse longitudinale.

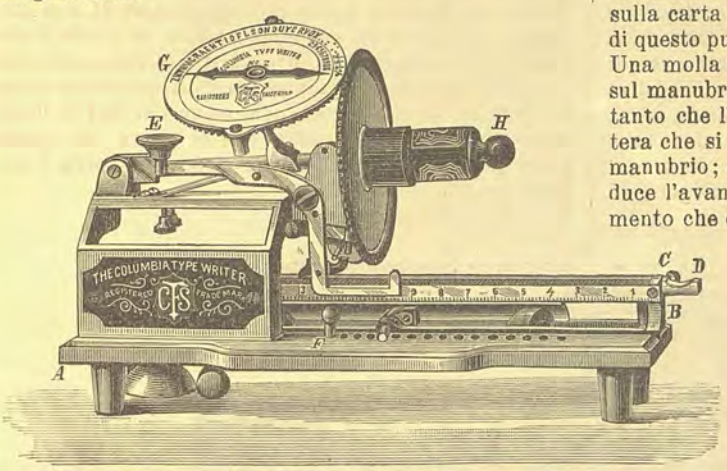


Fig. 2567. — Macchina da scrivere « Columbia ».

La piastra è fissata verso il lato sinistro della macchina, per mezzo delle cerniere *n*, al carretto B, in modo che l'operatore possa, per mezzo di un manubrio portato dall'altra estremità di destra, sollevare il carretto per ogni occorrenza.

Le guide del carretto B permettono il sollevamento del medesimo. Affinchè poi durante questo movimento venga impedito uno scorrimento laterale del carretto, gli occhi *i* portano un dente segmentiforme K_1 il quale quando il carretto è innalzato viene ad introdursi fra i denti di una dentiera K_2 fissata alla intelajatura della macchina.

Macchina « Columbia ». — Questa macchina, inventata nel 1884 da Charles Spiro di Nuova York, presenta, come la Slocum (da cui però differisce sostanzialmente) il vantaggio prezioso di produrre fra le lettere gli spazi convenienti, per modo che la scrittura riesce di aspetto elegante e simile in tutto a quello di una carta stampata.

La costruzione della macchina è nuovissima ed assai semplice. I caratteri sono incisi in rilievo sulla circonferenza di un disco disposto verticalmente (fig. 2567) e che si può far rotare attorno al proprio asse per mezzo di un manubrio orizzontale calettato su tale asse, che si afferra colla mano destra.

Facendo girare questo disco che si può chiamare la *ruota dei caratteri* (type-wheel), gira pure con esso un ingranaggio che fa muovere un indice sopra un quadrante orizzontale che si vede nella parte superiore dell'apparecchio. Su questo quadrante sono scritti i medesimi segni che stanno scolpiti sulla ruota dei caratteri, nel seguente ordine:

Z K P W M C R A E H T I J F L S O N D U Y G B V Q X
. , ; ' ? - à â é è ê ç 2 3 4 5 6 7 8 9.

L'ingranaggio che trasmette il movimento della ruota dei caratteri all'indice è calcolato in modo che le punte di quest'ultimo indichino sempre quel carattere che si trova al punto più basso della ruota. L'indice ha due punte (freccie); la più grossa corrisponde alle lettere majuscole ed ai segni superiori; l'altra, diametralmente opposta, alle lettere minuscole ed ai segni inferiori. Ora l'asse della *ruota* è articolato ad una estremità e forma leva, per modo che premendo, colla mano, sopra il detto manubrio, il disco, o *ruota dei caratteri*, si abbassa e produce l'impressione per l'applicazione diretta del carattere che si trova nel punto più basso della ruota sulla carta la quale si trova immediatamente al disotto di questo punto, avvolta sopra un cilindro di caoutchouc. Una molla risolleva la ruota al cessare della pressione sul manubrio; allora, fatto girare quest'ultimo fino a tanto che l'indice si trovi in corrispondenza della lettera che si vuol imprimere, si preme nuovamente sul manubrio; ed il moto di abbassamento di questo produce l'avanzamento del carrello porta-carta, avanzamento che deve essere proporzionale allo spazio che si richiede fra la lettera già stampata e quella successiva. Ecco come ciò si ottiene. Sul carrello porta-carta è disposta superiormente una dentiera C (fig. 2568) a denti finissimi, nei quali viene ad impegnarsi un nottolino R articolato ad una leva L il cui movimento è solidale al moto d'abbassamento della ruota dei caratteri. Dopo ogni impressione alzandosi questa ruota il nottolino si avanza verso destra sulla dentiera di un certo numero di denti, ed abbassandosi in seguito la ruota e con essa la leva L, la punta del nottolino, impegnandosi fra due denti della dentiera C, fa avanzare verso sinistra il carrello fino a tanto che l'estremità inferiore della vite V portata dal pezzo P viene ad urtare contro la coda del

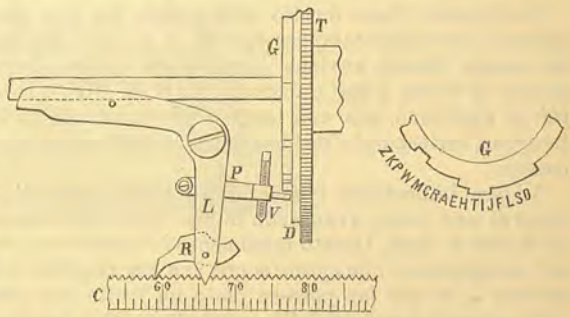


Fig. 2568. — Particolari della macchina « Columbia ».

nottolino liberandone la punta dai denti della dentiera che allora si arresta col carrello. Ora dietro la ruota dei caratteri è disposto un anello G, la cui superficie esterna non è già cilindrica ma bensì è costituita da una serie di piccoli tratti di anelli cilindrici di raggi differenti, per modo che l'anello G presenta un succedersi di rientranze e di sporgenze a mo' di denti. La profondità delle rientranze è proporzionale allo spazio che richiede la lettera corrispondente, di modo che esse vengono, a tempo opportuno, a premere sull'estremità del pezzo P, e quindi, mercè la vite V, a liberare il nottolino; per tal guisa il carrello si avanzerà, ogni volta, della quantità voluta.

L'inchiostro ai caratteri vien dato in un modo semplicissimo, per mezzo di un piccolo tampone che, nello

stato di riposo, è disposto fra la ruota e la carta; nel momento dell'impressione questo tampone si sposta di un certo angolo rimanendo in contatto colla ruota; questa disposizione permette di stampare lo stesso segno un numero qualunque di volte successive senza che perciò sia necessario di far girare la ruota.

La *Columbia* non è una macchina molto rapida; tuttavia dopo un po' di pratica si può arrivare a scrivere con essa tanto velocemente quanto con una penna, ed anche più. Ha poi il vantaggio di costare molto meno che le macchine ordinarie a tastiera, in causa della sua costruzione assai semplice.

Macchina Hall. — Questa macchina, di costruzione semplicissima, appartiene alla categoria delle macchine da scrivere che gli Inglesi hanno battezzato col nome di *type-plates*, di cui si può dire anzi il prototipo. Un'altra caratteristica della Hall, rappresentata nella fig. 2569, è questa: che per la sua manovra basta una mano sola. Essa non ha tastiera di sorta.

L'impressione si produce per mezzo di una specie di *bollo* di caoutchouc, o *piastra dei tipi*, che porta tutti i caratteri sopra una superficie piana, rettangolare. Tutta la manovra si riduce a condurre davanti alla carta, al sito voluto, il carattere che si vuole imprimere, ed a premere sul bollo per produrre l'impressione. Questi due movimenti si eseguiscono per mezzo di un'impugnatura H, collegata direttamente alla piastra dei tipi. Questa è pressochè orizzontale, e mobile in tutti i sensi; dessa è sospesa ad un parallelogramma articolato, orizzontale, munito di scorritoi. Questa costruzione facilita il movimento della piastra, rendendolo dolce e regolare. Affinchè la piastra si arresti esattamente nella posizione voluta, una punta è fissata all'impugnatura H, e si addentra, ad ogni impressione, in un foro di guida. Tutti questi fori sono praticati in una lastra G, che costituisce come il quadrante della macchina. Così, quando la punta si trova al disopra di uno qualunque dei fori di detta lastra, essa indica la lettera che si trova, in quella posizione, di fronte alla carta, dove avverrà l'impressione.

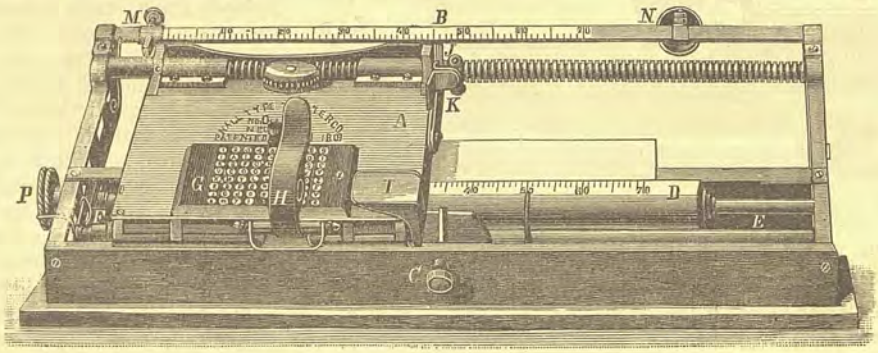


Fig. 2569. — Macchina da scrivere « Hall ».

L'inchiostro viene fornito alla piastra dei tipi per mezzo di un sottile *tampone* munito di un'apertura nel suo centro. Mentre avviene l'impressione del carattere situato di fronte a detta apertura, tutti gli altri caratteri si applicano, con una leggera pressione, contro il tampone, caricandosi d'inchiostro per le impressioni successive.

Ad ogni impressione la macchina si muove, sotto l'azione di una molla, avanzando di uno spazio al disopra del foglio di carta. Questo movimento è determinato da uno scappamento che agisce sopra una cremagliera cilindrica J. Si può far passare tanto un dente solo per volta, quanto due denti della cremagliera. Gli spazi fra le parole si producono per mezzo del *pedale* I. Premendo sulle molle K si può spostare rapidamente l'apparato scrivente nei due sensi.

La carta è avvolta sopra un cilindro D di caoutchouc; lo spazio fra le linee si produce per mezzo della leva F. Si può anche manovrare il cilindro per mezzo del bottone P fissato sul suo asse; la testa di questo bottone porta delle tacche nelle quali si inserisce una molla.

La parte mobile della macchina gira attorno alla cremagliera J, e può sollevarsi in posizione verticale, sia per ispezionare lo scritto, sia per introdurre il foglio di carta.

Una scala graduata, collocata lungo lo scritto, corrisponde ad un'altra scala B, visibile esternamente. L'arresto M funziona da marginatojo, ed un campanello N, di cui si può regolare a piacimento la posizione, suona alla fine di ciascuna linea.

La carta, come dicemmo, si avvolge sul cilindro D, il quale è circondato sopra una porzione della sua circonferenza da una piastra metallica, che serve a guidare la carta. Abbandonando il rullo, la carta passa sopra una sbarra piana di metallo, sulla quale si produce l'impressione. Per introdurre il foglio si allontana, per mezzo del bottone C, la lastra cilindrica a cui abbiamo or ora accennato; e, una volta collocato a posto il foglio, si spinge il bottone C, con che la lastra viene ad applicarsi sulla carta.

La macchina si può inclinare a guisa di uno scrittojo.

L'inventore costruisce anche un modello speciale di questa macchina per i ciechi.

La macchina Hall è di costruzione semplicissima, e di costo relativamente basso; essa non pesa che 3 Kg. complessivamente. Naturalmente non si deve credere che con essa si possa raggiungere la rapidità di scrittura che si ottiene colle macchine a tastiera.

Macchina da scrivere " Hammonia „ di Guhl e Harbeck. — Un'altra macchina appartenente alla categoria delle « *Stylus-machines* » è quella inventata e costrutta dai sigg. Guhl e Harbeck di Amburgo, di cui la fig. 2570 rappresenta la vista esterna.

Il pezzo principale di questa macchina è un *carro* o *ponte* A, che ha sui due lati, trasversalmente alla macchina, due dentiere, ed è guidato nel senso longitudinale da una terza dentiera o *cremagliera*. Fra le due prime dentiere, e su fondo bianco, havvi l'alfabeto, con i numeri, i segni di interpunzione, le abbreviazioni, ecc. In una fessura centrale del carro A si muove *l'asta dei*

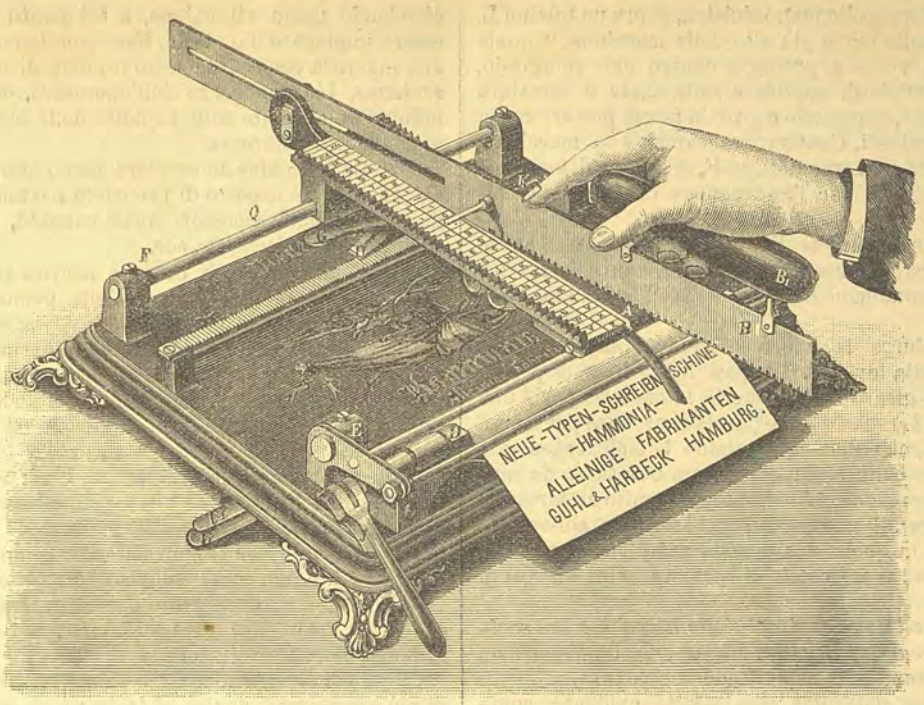


Fig. 2570. — Macchina da scrivere « Hammonia ».

tipi B, simile ad un coltello, che ha incisi i caratteri sullo spigolo inferiore, in corrispondenza a quelli del carro. La mano alza ed abbassa, spinge o tira l'asta dei tipi, che si muove in *coulisse*, per mezzo del manubrio B_1.

La macchina ha sul davanti due rulli, dei quali il superiore è portato da un sopporto mobile a leva. Davanti ai due rulli è posto il *blocco fisso stampatore* D, sul quale, e fra i rulli, si pone il foglio di carta da scrivere, che si fissa per mezzo della leva regolatrice C. Quando il foglio è fissato basta alzare il manubrio J per far sì che esso scorra quanto occorre per ottenere lo spazio fra le righe.

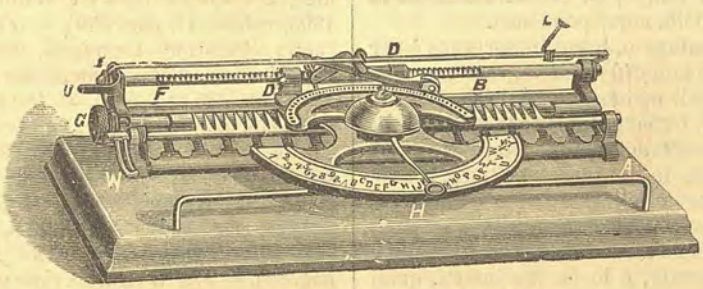


Fig. 2571. — Macchina da scrivere « World ».

Terminata una riga, si trasporta il carro a sinistra fino al sopporto F, tenendo l'asta dei tipi alzata, e riabbassandola solo quando l'ago K sia portato sulla scala in corrispondenza della lettera da imprimersi. Quando si alza l'asta dei tipi si alza pure il puntale d'arresto H, e quando l'asta si riabbassa, il puntale trova pure uno dei denti della cremagliera che lo obbliga a spingere il carro verso destra di una piccola quantità, in modo da ottenere la distanza necessaria fra una lettera e l'altra. Lo spazio fra le singole lettere, e quello fra le parole, si può fare più grande o più piccolo, a piacere dello scrivente, mediante una pressione più o meno prolungata del puntale d'arresto H.

L'inchiostro viene fornito da un nastro di carta che si trova in una scatola sotto il carro e si svolge automaticamente ad ogni lettera da imprimersi.

Il maneggio di questa macchina è semplicissimo e, come per la Hall, richiede una mano sola.

Macchina " World ". — Questa macchina, nota anche in commercio sotto il nome di *Boston*, è una delle più semplici ed a miglior mercato che si conoscano, ed eseguisce un lavoro abbastanza soddisfacente. I caratteri sono scolpiti sopra una sottile corona semicircolare in caoutchouc, fissata colla sua circonferenza interna all'orlo di un mezzo disco orizzontale girevole attorno al proprio centro. Questo mezzo disco porta, normalmente al suo diametro, un ago H (fig. 2571), munito di un bottoncino, il quale si muove sopra un quadrante fisso (che si vede nella parte anteriore della macchina), sul quale sono scritte le lettere dell'alfabeto, i numeri ed i segni convenzionali. Afferrando, colla mano destra, il bottoncino dell'ago H, e facendo girare quest'ultimo fino a tanto che esso si trovi esattamente sul quadrante al disopra della lettera, il *disco dei caratteri* gira e viene a presentare la stessa lettera sopra la carta, nel punto in cui deve avvenire l'impressione. Questa si produce

premendo allora, colla mano sinistra, sopra un telaino L, che si vede nella parte più alta della macchina, il quale abbassandosi viene a premere contro uno spingitojo, avente per ufficio di applicare sulla carta il carattere corrispondente, premendo contro la faccia posteriore del disco dei caratteri. Contemporaneamente la macchina, montata sopra una cremagliera F, si avanza di un dente e si trova pronta per l'impressione del carattere seguente.

Qui abbiamo dunque l'apparato scrivente che si sposta sulla carta, questa essendo mantenuta ferma fra un rullo di caoutchouc ed una piastra addentellata che fa da molla.

Per introdurre la carta si solleva questa piastra per mezzo della leva W. Gli spazi fra le linee si producono facendo girare un bottone G, la cui testa porta una graduazione. Lo spazio fra le parole si produce per mezzo del pedale U, che abbassa il telaino L sufficientemente per ingranare colla cremagliera, ma non tanto da produrre un'impressione. L'inchiostro è fornito ai caratteri da un *tampone*. Si può esaminare la scrittura sollevando la macchina, la quale si appoggia semplicemente sulla sbarretta A ed è articolata a cerniera nella sua parte posteriore.

Vantaggi ed inconvenienti delle macchine da scrivere. — I pregi principali di queste macchine sono due, cioè: la chiarezza e la rapidità della scrittura.

Quanto alla chiarezza essa risulta evidente, come evidente ne è l'importanza. La scrittura riesce sempre, indipendentemente dall'abilità dell'operatore, netta e regolare come quella di una stampa; qualsiasi ragazzo la cui mano non sia ancor formata, come qualunque pessimo scribaccino possono, coll'ajuto di queste macchine, produrre degli scritti tanto chiari quanto quelli che può eseguire il più esperto calligrafo. Ecco quindi eliminata la gran noja del decifrare caratteri illeggibili con fatica e perdita di tempo, ed eccovi sostituita la lettura facile e pronta della corrispondenza.

Quanto al secondo vantaggio, la cui importanza è per lo meno *altrettanto* (se non *più*) grande, esso non appare così evidente come il primo, ed i fatti solo possono convincere gli increduli. Orbene il fatto sta che la rapidità della scrittura prodotta, da un operatore di abilità media, con una macchina da scrivere a tastiera, è mediamente doppia di quella della scrittura manuale, e può diventar tripla. La velocità raggiunta da taluni esperti operatori è tale che alcune di queste macchine potrebbero venir adoperate, e lo furono infatti, quali vere macchine stenografiche; e benchè il loro impiego, come tali, non si sia finora esteso, pure questo fatto dimostra quali grandi vantaggi esse offrano sotto questo punto di vista, e spiega in che modo il prezzo d'una di tali macchine, quantunque in generale ancora assai elevato, possa rapidamente venir rimborsato quando la macchina deve lavorare in modo continuo.

Oltre a questi due vantaggi d'importanza capitale, le macchine a scrivere ne presentano altri non disprezzabili, quali:

1° La possibilità di produrre, contemporaneamente, un certo numero (variabile da 1 a 20) di copie del medesimo scritto, disponendo nella macchina il numero di fogli che si vogliono scritti, e fra l'uno e l'altro di questi fogli un altro foglio di carta *carbonata;* adoperando, d'altronde, nella macchina inchiostro copiativo si può ricavare copia dello scritto, come al solito, per mezzo di un copia-lettere.

2° Le macchine da scrivere a tastiera stancano molto meno che non la scrittura a penna ordinaria, richiedendo meno attenzione, a tal punto che possono essere impiegate dai ciechi. Esse non dànno mai origine alla malattia conosciuta sotto il nome di *crampi degli scrivani.* La stanchezza dell'operatore, del resto, può influire unicamente sulla rapidità della scrittura, e non già sulla sua chiarezza.

3° Le macchine da scrivere dànno allo scrittojo una eleganza ed un aspetto di proprietà particolari, sopprimendone alcuni accessori quali calamai, porta penne, asciuga-penne, *buvards*, ecc.

4° Finalmente esse possono servire in talune circostanze nelle quali l'impiego della penna riuscirebbe impossibile, come in vettura, in ferrovia, ecc.

Di fronte a questi vantaggi si schierano alcuni inconvenienti, fra i quali i più importanti sono:

1° Di nascondere, quasi sempre, alla vista una parte dello scritto, dimodochè non si possono verificare subito gli errori.

(Come abbiamo visto, la « Bar-Lock », la « Hammond », la « Fitch », ed altre vanno esenti da questo inconveniente).

2° Di non poter eseguire le correzioni colla medesima rapidità con cui si eseguiscono a penna.

3° Di non poter scrivere che sopra fogli volanti.

4° E finalmente di presentare, pel loro peso e volume, una certa difficoltà di trasporto.

Ciò nondimeno le macchine da scrivere vengono ogni dì più apprezzate, anche in Italia; e si può affermare che l'unico ostacolo che si oppone alla loro estesa ed universale diffusione consiste nel loro prezzo, ancora relativamente elevato.

BIBLIOGRAFIA.

Petit, *La machine à écrire moderne* « Bar Lock » (nel *Le Génie civil*, 1893, vol 24, pag. 14). — Tissandier, *Machine à écrire* « Williams » (nel *La Nature*, 1893, vol. 21, II, pag. 379). — *The national type-writer* (nello *Scientific American*, 1893, vol. 68, pag. 27). — Du Munson, *Schreibmaschine* (nel *Papier Zeitung*, 1893, vol. 18, pag. 869). — *Die neue* « Bar Lock », modell 4 (id. id., pag. 6). — *The Crandall type writer* (nell'*American Mail*, 1892, vol. 29, pag. 207). — *The Odell type writer* (id. id., pag. 5). — Soennecken, *Schreibmaschine* « National » (nel *Der Maschinenbauer*, 1892, vol. 27, pag. 385). — Kidder's, *Franklin type writer* (nel *The Manufacturer and Builder*, 1892, vol. 24, pag. 85). — *The Williams type writer* (id. id., pag. 126). — A. Hoffmann und E. Wentscher, *Schreibmaschinen Geschichte, Bau, Vorzüge und Nachtheile* (nel *Papier Zeitung*, 1892, vol. 17, pag. 2287 e seg.). — Gessmann, *Schreibmaschinen* (nelle *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie und Geniewesens*, Vienna 1892, pag. 113). — Frister und Rossmann, *Schnell-Schreibmaschinen* (nell'*Uhland's Wochenschrift für Industrie und Technik*, 1892, vol. 6, pag. 362). — English's *simplex type writer* (nello *Scientific American*, 1892, vol. 67, pag. 211). — *The Eggis type and cypher writer* (nell'*Iron*, 1892, vol. 39, pag. 72). — Ervè, *Applications des machines à écrire à la cryptographie et à la sténographie mécaniques* (nel *Génie civil*, 1892, vol. 21, pag. 146). — *The Yost type writer* (nell'*Iron*, 1891, vol. 38, pag. 271; e nell'*Engineering*, 1891, vol. 51, pag. 554). — *Die Schreibmaschine von Yost* (nel *Dingler's Polytechnisches Journal*, 1891, vol. 280, pag. 254). — *Neue Schreibmaschinen:* Brackelsberg's, *Elektrograph;* Hammond's *neue Schreibmaschine; neue* Fitch's *Schreibmaschine; National, Merrit, Maskelyne and*

Son, Victor, Eggis, Rymtowtt-Prince und C°, ecc. (nel *Dingler's*, 1891, vol. 281, pag. 228). — *Blinden-Schreibmaschine von Cockburn, Phillips und Montgomery* (nel *Dingler's*, 1891, vol. 282, pag. 180). — *The Hall type writer* (nel *Manufacturer and Builder*, 1891, vol. 23, pag. 258). — Foris, *Étude d'ensemble sur les machines à écrire* (nel *Génie civil*, 1891, vol. 19, p. 338). — Bonsfield's, *Type writer* (nell'*Engineering*, 1891, vol. 52, pag. 547). — Depuy, *Type writer* (nel *World's Progress*, 1891, pag. 68). — Harr's, *Type writer* (id. id., vol. 14, pag. 65). — Pierce, *Type writer* (id. id., pag. 145). — Robertson's, *Type writer* (id. id., p. 29). — Edlund's, *Type writing machine* (nello *Scientific American*, 1891, vol. 65, pag. 82). — Felt's, *Comptograph* (id. id., vol. 64, pag. 338; e nell'*Engineering*, 1891, vol. 52, pag. 750). — P. Heilmann, *Note sur les machines à écrire*, par F. Drouin (nel *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse*, 1891, tom. 61, p. 452). — The Fitch *Type writer* (nell'*Iron*, 1890, vol. 35, pag. 401). — The Hammond *Type writer* (nel *The Journal of the Franklin Institute*, 1890, vol. 130, pag. 337). — Abbot's, *Automatic type writer* (nell'*Engineering and mining Journal*, 1890, vol. 49, pag. 640). — Osborne's, *Type writer* (nel *World's Progress*, 1890, vol. 13, pag. 204). — Die Yost *Schreibmaschinen* (nel *Papier Zeitung*, 1890, vol. 15, pag. 2205). — *Calligraph typen Hebelschreibmaschine* (nel *Polytechnisches Centralblatt*, 1890, vol. 3, pag. 39). — Mac-Garrey, *Machine à écrire* (nel *Les inventions nouvelles*, 1890, vol. 3, pag. 481). — The Moskelyne *Type writer* (nell'*Engineering*, 1890, vol. 50, pag. 693). — « Kosmopolit » *Schreimaschine von* Guhl *und* Harbeck (nell'*Uhland's Wochenschrift für Industrie und Technik*, 1889, vol. 4, pag. 65). — The Hammond *Type writer* (nell'*Invention and industrial Record*, 1889, vol. 11, pag. 989). — A. Jacquier, *Machine à écrire américaine, système Hammond* (nel *Technologiste*, 1889, vol. 51, pag. 155). — *Typenschreibmaschine von* Hall (nel *Polytechnisches Centralblatt*, 1889, pag. 221). — The Merrit *Type writer* (nell'*American Mail*, 1889, vol. 24, pag. 84). — The Smith *Type writer* (nel *The Iron Age*, 1889, vol. 43, pag. 645). — Werner, *Uber Schreibmaschinen* (nell'*Industrie-Blätter*, 1889, vol. 26, pag. 50). — The Bar Lock *Type writer* (nel *The Engineer*, 1889, vol. 67, pag. 382). — The Crandall *Type writer* (nell'*Industries*, 1888, vol. 4, pag. 479). — Die Hammond *Schreibmaschine* (nel *Dingler's*, 1887, vol. 267, pag. 152). — Harrison's *Type writers* (nel *Journal of the Society of Arts*, 1888, vol. 36, pag. 345). — Higgins, *Machine électrique à écrire* (nella *Lumière Électrique*, 1888, vol. 27, pag. 191). — The Morris *Type writer* (nello *Scientific American*, 1888, vol. 58, pag. 54). — The Remington *Type writer* (id. id, vol. 59, pag. 367). — Harrington's *Type writer* (nell'*Iron*, 1887, vol. 29, pag. 354). — Huling, *Type writers* (nello *Scientific American Supplement*, 1887, vol. 23, pag. 9161). — Beach's, *Type writer* (id. id. id., pag. 9162). — Mauler, *Machine à écrire pour aveugles* (nel *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1887, vol. 86, pag. 397). — Columbia *Type writer* (nel *La Nature*, 1886, vol. 15, I, pag. 15). — *Machine à écrire américaine, dite « Le Caligraphe », par* M. G. W. N. Yost (nella *Publication Industrielle des Machines, ecc.* di Armengaud (père), 1885-86, vol. 30, pag. 433).

F. Drouin, *Les machines à écrire*, Paris, Ch. Mendel éd., 1890. — G. Gessmann, *Ueber Schreibmaschinen*, 2 Aufl. Selbstverlag von G. Gessmann, Wien. 1892.

Ing. F. MAZZOLA.

SCUOLE. — Franc. *Écoles;* inglese *Schools;* tedesco *Schulen.*

È indubitato che l'ambiente nel quale vive l'uomo esercita un'influenza grandissima, non soltanto sul fisico, ma anche sul morale. E nessuno può negare che le impressioni che si ricevono durante l'infanzia siano le più vive e durature. Ora l'ambiente in cui i figli del popolo devono, per così dire, succhiare i principii morali e civili della vita si va, nelle condizioni moderne della società, ognor più restringendo ed accentrando nella *Scuola.* Perciò noi osiamo asserire che non v'ha forse altro edifizio che meriti come questo tutta la cura, tutte le attenzioni dell'architetto-costruttore. È certo che le prime cure debbono essere rivolte all'igiene della scuola; e da circa mezzo secolo, presso tutte le nazioni civili si studia con lodevole zelo ciò che attiene alla costruzione degli edifizi scolastici e alla loro suppellettile. Ma noi crediamo che ciò non basti, e che si possa anche desiderare di creare nella scuola un soggiorno gradito, il quale eserciti una benefica influenza sullo spirito degli allievi, contribuendo in certa qual guisa a raffinarne il sentimento del bello, ed a formarne il carattere.

E di vero noi vediamo gli Svizzeri, fieri e tenaci difensori della propria indipendenza, ed amantissimi del patrio suolo, porre a gloria nazionale l'avere i più belli edifizi scolastici che vanti l'Europa. Uno scrittore di quella nazione ha detto:

« La scuola è il palazzo del popolo; è nella scuola che si forma con l'educazione il carattere morale dei fanciulli che, più tardi divenuti cittadini, saranno la forza materiale d'una nazione, la sua speranza e il suo presidio. Chi potrà asserire che un edifizio il cui scopo è così nobile e così grande meriti minore studio e attenzione, minore accuratezza e splendore che l'abitazione di un principe o un'accademia di ballo? ».

Ed il Laveleye, nel suo bel libro sull'istruzione del popolo, scrive:

« È necessario che la società faccia per le scuole, in tutti i suoi gradi, quello che il medio-evo ha sì mirabilmente attuato nelle sue chiese e l'Egitto nei suoi templi. Là tutte le arti concorrevano ad imprimere profondamente nello spirito e nel cuore dell'uomo, per mezzo dei loro simboli, le verità astratte del culto. La chiesa era veramente un libro, come lo era stato, in grado maggiore ancora, il tempio egiziano ».

Oggi, che lo scetticismo tenta di invadere tutto, e col suo freddo alito vorrebbe inaridire le più pure fonti del sentimento; oggi che la lotta per l'esistenza si fa sempre più urgente, la scuola apparisce a tutti un bisogno sociale. Qual meraviglia adunque che i paesi più colti e civili del mondo gareggino oggigiorno nello splendore e nel lusso dei loro stabilimenti scolastici? Piccole città della Svizzera, di soli 4 a 5 mila abitanti, spendono un milione di lire per la costruzione degli edifizi scolastici. A Bruxelles la facciata di una scuola ha ottenuto uno dei grandi premi che quella città aveva decretato per i prospetti migliori fra gli edifizi costruiti lungo i nuovi *boulevards.* E non soltanto l'architettura, ma si vuole che anche la pittura concorra in questo supremo intento dell'educazione nazionale.

Pochi anni or sono il Municipio di Parigi aveva bandito un concorso a premi dalle 10 mila alle 50 mila lire per affreschi da dipingersi nelle scuole primarie di quella città. Su tale concorso pubblicò una pregevolissima relazione il Viollet-Le-Duc (1).

(1) P. VITTANOVICH, *Le nuove scuole elementari alla Reggia Carrarese, costruite in Padova nel 1880 dall'architetto Camillo Boito* (nel *Politecnico*, anno XXXIII, 1885, pag. 81).

Da queste premesse non si arguisca che noi vogliamo entrare nel merito di quanto riguarda la parte architettonica delle scuole; i limiti ed il programma di quest'Opera non ce lo consentirebbero. Ci occuperemo invece della parte pratica, e che maggiormente interessa le arti e le industrie, vale a dire, in modo speciale, del *mobilio scolastico*, che ha tanta importanza per l'igiene del ragazzo, e, sussidiariamente, delle varie quistioni riflettenti l'*illuminazione*, l'*orientazione* e l'*ubicazione delle classi*, i sistemi di loro *riscaldamento* e *ventilazione*, la *forma* e le *dimensioni degli edifizi e delle sale*, ecc. Come integrazione delle norme esposte daremo infine la descrizione di alcuni edifizi scolastici.

Nel suo discorso d'inaugurazione delle scuole elementari alla Reggia Carrarese, in Padova, il comm. Antonio Tolomei così si esprimeva:

« L'area della scuola, la sua orientazione, l'aria e la luce e la misura loro e la loro direzione, tutto è oramai studiato, determinato, fissato scientificamente, per cui nulla rimane in balìa dell'arbitrio, nulla esposto al pericolo di una critica indotta e spensierata. In questi tempi di scientifiche esattezze, la scuola è divenuta pur essa uno strumento di precisione ».

Ed infatti, non pochi Stati d'Europa e d'America hanno prescritto, tassativamente, con pubblicazioni ufficiali, il minimo delle esigenze pedagogiche ed igieniche da osservarsi in qualunque tipo di edifizio scolastico elementare.

Sarà nostro còmpito esporre le discussioni che, a proposito delle varie quistioni inerenti alla costruzione ed all'arredamento degli edifizi scolastici, vennero sollevate dagli igienisti e dai costruttori dei diversi paesi, e le conclusioni a cui le medesime hanno portato, rimandando il lettore per maggiori particolari alle opere pregevolissime di cui è ricca la scienza dell'architettura scolastica, ed in special modo a quelle dei francesi Planat, Riant, Narjoux, dei tedeschi Wiese, Kubi e Hittenkofer, del belga Blandot, dell'inglese Robson, degli americani Barnard e Johonnot, ed a quelle altre che si trovano citate nel corso di questo articolo e nella bibliografia che lo chiude.

Illuminazione delle Classi.

Confronto dei tre sistemi: unilaterale, bilaterale e differenziale.

È ormai dimostrato in modo irrefutabile che il soggiorno nelle scuole esercita un'influenza dannosa sull'organo della vista, e che la miopia deriva, nella maggior parte dei casi, da un'applicazione prolungata della vista con un'illuminazione insufficiente. Anche una posizione difettosa, obbligando l'allievo ad avvicinare troppo agli occhi il libro od il quaderno, od a far servire differentemente i due occhi, può contribuire allo sviluppo di tale infermità, oggidì tanto diffusa. Ma noi lascieremo per ora in disparte questa seconda causa, la quale verrà trattata al paragrafo « *Mobilio scolastico* », per non occuparci che della questione, eminentemente importante, dell'illuminazione delle classi.

Da poi che le statistiche dimostrarono ad evidenza l'azione funesta di un'illuminazione insufficiente nelle scuole, tutti furono d'accordo per reclamare una trasformazione radicale nel sistema d'illuminazione, ma le divergenze d'opinione cominciarono a sorgere quando si trattò di attuare una tale trasformazione, sollevandosi da ogni parte discussioni senza fine sulla convenienza dell'uno piuttostochè dell'altro fra i varii sistemi di illuminazione che vennero proposti; i quali sistemi si possono ridurre ai tre seguenti: *unilaterale*, *bilaterale*, *differenziale*.

Finchè si trattava del sistema unilaterale, per gran tempo adottato nelle scuole ad esclusione di ogni altro, tutti convenivano nel ritenere preferibile ad ogni altra luce quella arrivante dalla sinistra; ma quando si cominciò a proporre l'illuminazione bilaterale sorsero vivaci discussioni sulla sua convenienza a fronte del vecchio sistema, trovando entrambi i sistemi accaniti e strenui difensori. Noi riferiremo, colla scorta del Planat (1), alcune fra le opinioni più autorevoli che vennero emesse su tale questione, o, per lo meno, quelle che ebbero il maggior numero di fautori; fra cui devonsi annoverare quelle del Liebreich, del Trélat, del Javal, e dello stesso Planat, che in Francia fu uno dei primi a richiamare l'attenzione dei costruttori su questo importante argomento.

Opinione del dottor Liebreich. — Il Liebreich è uno dei più ardenti fautori del *sistema unilaterale*, in difesa del quale egli combattè strenuamente in Inghilterra, per mezzo di opuscoli e di conferenze.

La luce che viene dalla destra, dice il Liebreich, è da posporsi a quella che arriva dalla sinistra perchè, nel primo caso, la mano porta ombra sulla carta dove si scrive; la luce che viene dal di dietro è anche peggiore, perchè allora è tutta la parte superiore del corpo che porta ombra. Ma il sistema peggiore di tutti è quello di far arrivare la luce dal davanti, perchè una tal luce offende la vista e stanca estremamente gli occhi. Alcuni costruttori inglesi, per difendere questa disposizione, pretendono che le faccie dei ragazzi debbano essere vivamente illuminate perchè il maestro le veda tutte distintamente; ma è un fatto che i fanciulli, i cui occhi vengan offesi da una luce troppo viva e che li colpisca troppo direttamente, volgono il capo ordinariamente verso la destra, portando quivi pure il loro libro che, altrimenti, si troverebbe contro luce, e nel medesimo tempo abbassano il capo per difendere gli occhi. Gli allievi acquistano per tal modo un'attitudine viziosa, e lo scopo cercato dai costruttori inglesi non viene in alcun modo raggiunto perchè la faccia degli allievi è poco visibile al maestro.

Il Liebreich conchiude, da queste osservazioni, che la luce deve cadere sul tavolo dal lato sinistro, e più che sia possibile dall'alto. Egli soggiunge poi che i sedili devono essere collocati in guisa tale che il ragazzo si trovi ben diritto sulla persona; il libro deve essere collocato ad una distanza di 25 cm. circa, inclinato a 40 gradi; il quaderno di scrittura deve essere inclinato a 30 gradi, il che permette di determinare la posizione del tavolo.

Il Liebreich adunque conchiude senz'altro in favore del sistema unilaterale. Ma la conclusione, come giustamente osserva il Planat, è un po' troppo affrettata, o, per lo meno, non abbastanza giustificata. La luce dalla destra, quella dal di dietro e quella dal davanti, *prese isolatamente*, presentano senza dubbio degli inconvenienti che le fanno posporre decisamente alla luce dalla sinistra; ma forse che per ciò esse si devono assolutamente rigettare per adottare, definitivamente ed esclusivamente, la luce dalla sinistra? o non è più ragionevole studiare e discutere prima, non soltanto le singole luci, ma tutta la serie di combinazioni possibili? La luce di destra, presa isolatamente, ha senza dubbio l'inconveniente di

(1) P. Planat, *Cours de construction civile*. Deuxième série: « Construction et aménagement des salles d'asile et des maisons d'école », Paris 1882.

portar l'ombra della mano sullo scritto; ma combinando la luce dalla destra con quella dalla sinistra, è giuocoforza riconoscere che questa obbiezione sparisce, o che, per lo meno, essa perde singolarmente di importanza. Le osservazioni del Liebreich non provano affatto che l'illuminazione bilaterale debba essere rigettata; la luce dalla destra, sola, porta un'ombra incomoda, ma combinandola con quella dalla sinistra non si ha più ombra da alcuna parte.

Lo stesso si dica della luce dal di dietro; essa ha dei gravi inconvenienti quando è sola, ma questi spariscono combinandola convenientemente con un'illuminazione bilaterale.

Ritorneremo sull'argomento, esponendo fra poco le conclusioni del Planat.

Opinioni del Trélat. — Anche il Trélat si è dichiarato, in Francia, il campione dell'illuminazione unilaterale, e l'avversario deciso di qualunque sistema bilaterale.

Il Trélat ed i suoi fautori, che sono abbastanza numerosi, sostengono che l'occhio, sollecitato da due luci che si incrociano, lottando per sfuggire a queste due ombre che si incontrano, dovendo, secondo le ore, fuggire da una parte una luce troppo viva, o ricercare dall'altra una luce che vien meno, risente, in conseguenza di questo continuo lavoro, una stanchezza e prova una tensione che deforma l'organo visivo, paralizzandone i muscoli e distruggendone la *facoltà di adattazione* di cui esso è dotato per la visione degli oggetti vicini. E questa sarebbe una causa frequente di miopia.

« L'illuminazione unilaterale dalla sinistra, dice il Trélat, fornisce una luce certa, efficace, omogenea, ed assai favorevole al lavoro, come pure allo sviluppo delle capacità più vive della vista ». Per completare il suo sistema, e renderlo completamente efficace, il Trélat richiedeva che la parete nella quale sono praticate le finestre fosse rivolta verso il nord, a somiglianza di quanto si pratica per gli *studii* degli artisti.

Discussione davanti la Società d'igiene. — Il signor Trélat portò la discussione davanti la Società di medicina pubblica e d'igiene, ove trovò numerosi avversari delle sue teorie.

Riferiremo succintamente le obbiezioni, le risposte e le repliche presentate dall'una e dall'altra parte.

1° Il sistema di illuminazione unilaterale, fornendo una luce meno abbondante che il bilaterale, risulterà spesso insufficiente.

A questa prima obbiezione il Trélat risponde che l'altezza di una sala che riceve la luce da una sola parte deve farsi più grande che quella di una sala illuminata dalle due parti, ed abbastanza grande per fornire la quantità di luce necessaria.

Ora in questa risposta, come giustamente osserva il Planat, vi ha un errore di ragionamento abbastanza evidente. Non è esatto il dire che col sistema d'illuminazione bilaterale basta dare alla classe un'altezza di m. 3,50 o di 4 m., mentre alle sale con illuminazione unilaterale si darà un'altezza di m. 4,50, di 5 m. e più, a volontà. Due ragioni vi si oppongono: la prima derivante dalle necessità igieniche, la seconda da considerazioni di economia. Ogni ragazzo deve disporre di un volume d'aria sufficiente, e quindi l'altezza della classe non può discendere al disotto di un *minimum*, generalmente fissato in 4 m. all'incirca. D'altra parte, se non si vuole esagerare la spesa di costruzione, non si può aumentare indefinitamente l'altezza della costruzione; diremo anzi che non conviene aumentarla che di ben poco, e che raramente si oltrepasserà, per l'altezza delle classi, la cifra di m. 4,50. Gli è adunque fra limiti assai ristretti che può variare l'altezza delle classi, tanto coll'uno quanto coll'altro dei due sistemi di illuminazione. Secondo il Planat, anzi, si può asserire che l'altezza è esattamente la stessa nei due casi; i fautori del sistema bilaterale, infatti, possono obbiettare: se si ammette un'altezza di m. 4,50 colla luce presa da una sola parte, quale ragione può impedire di tenere precisamente la stessa altezza quando si adotti il sistema bilaterale? La risposta del Trélat non è dunque convincente, e l'obbiezione fatta dai suoi avversari sussiste in tutto il suo rigore.

2° La luce unilaterale non può penetrare uniformemente in un locale; le parti più prossime alle finestre saranno sempre vivamente illuminate, mentre le parti più lontane si troveranno allo scuro.

A questa seconda obbiezione il Trélat risponde che basterà innalzare sufficientemente l'architrave delle finestre, in guisa che la luce del cielo penetri direttamente fin nelle parti più lontane della sala. Allora, dice il Trélat, siccome, nelle circostanze più sfavorevoli, vale a dire con tempo nuvoloso, la porzione del cielo che fornisce la luce è ancora situata a parecchi chilometri dall'ambiente a illuminarsi, gli otto o dieci metri che le onde luminose dovranno percorrere in più nell'interno del locale per raggiungere i punti estremi della sala saranno insufficienti a produrre la menoma differenza apprezzabile nell'illuminazione. È invece l'illuminazione bilaterale, soggiunge il Trélat, che, ricevendo alimento da due parti opposte del cielo e, per la maggior parte del tempo, di intensità luminose assai differenti, mantiene nelle sale una luce molto inegualmente distribuita.

Non v'ha chi non veda a prima vista l'errore contenuto nella prima parte della risposta del signor Trélat, errore che è stato subito rilevato dall'ing. Gariel, professore di fisica alla facoltà di medicina. L'intensità dell'illuminazione in un dato punto di una sala non dipende già, come suppose il Trélat, dalla maggiore o minore distanza di questo punto dalla nube illuminante, poichè infatti i sette od otto metri che rappresentano la larghezza massima delle sale sono trascurabili di fronte alla distanza della sala stessa dalla sorgente luminosa; bensì essa è misurata dall'apertura angolare di una piramide avente il vertice nel punto illuminato, e la cui base sarebbe il rettangolo comprendente la finestra, o la serie di finestre, per cui penetra il giorno.

Del resto la semplice osservazione quotidiana basta a dimostrare l'erroneità del ragionamento del sig. Trélat; tutti sanno, infatti, che in una sala ricevente la luce da una sola parte i punti più lontani dalle finestre sono molto meno illuminati che i punti prossimi ad esse.

Il Gariel, troppo indulgente, valutò che la diminuzione dell'intensità luminosa fosse della metà, o dei due quinti; ma il Planat, con un ragionamento rigoroso, dimostra che essa è, nella maggior parte dei casi, molto più forte (V. op. cit.).

3° Colla luce presa da una sola parte, a che si riduce l'illuminazione quando le adiacenze della scuola sono ingombrate da costruzioni, come è il caso più frequente nelle grandi città?

Il Trélat risponde che una tale obbiezione pesa egualmente su tutti i sistemi di illuminazione.

La risposta è giusta solo fino ad un certo punto. Se si prende la luce solo da una parte, e se da questa parte una costruzione vicina intercetta il giorno, la scuola si troverà al bujo. Se invece si prende la luce da due parti, anche quando da entrambe si abbiano costruzioni, è certo che l'illuminazione non riescirà abbondante, ma lo sarà

sempre più che nel caso precedente, avendosi due sorgenti di luce invece di una. Ma v'ha di più: non sempre la luce è intercettata da due parti contemporaneamente; da una parte, almeno, si può procurare un'illuminazione un po' migliore. Quando si potesse prendere la luce unilaterale da questa parte, le condizioni sarebbero press'a poco le stesse che se si adottasse il sistema bilaterale, perchè la seconda illuminazione si deve considerare come sacrificata. Ma forsechè ciò è sempre possibile? La necessità di stabilire le comunicazioni coi cortili di ricreazione, di collocare la cattedra in vista delle latrine, ecc., obbliga spesso a orientare la classe diversamente.

In tal caso si avrebbe senza dubbio un grave svantaggio conservando la luce unilaterale, e privandosi della bilaterale.

4° Si è rimproverato al sistema unilaterale di non permettere ai raggi solari di penetrare nelle classi, cosa che gli igienisti ritengono di assoluta necessità, se non si vuole convertire la scuola in una specie di cantina, umida e malsana. Questo difetto è specialmente sensibile quando non si vuol prendere la luce che dal nord, come suggerisce il Trélat.

Questi risponde che, per riparare a tale obbiezione, egli ha modificato le sue primitive disposizioni: sulla seconda faccia della classe egli apre delle finestre come nel sistema bilaterale, solo che queste finestre staranno chiuse mediante imposte opache durante le lezioni, e non si apriranno che in tempo di ricreazione. In sostanza, durante la lezione la classe non prende la luce che da una parte, cioè dal nord; e si otterrà così un'illuminazione invariabile, poichè l'intensità della luce non sarà modificata che dalla maggiore o minore *densità acquosa* dell'atmosfera. Dando una tale orientazione alla sala, ne risulta che le finestre chiuse dalle imposte si trovano esposte a mezzogiorno. Venuta l'ora della ricreazione, i ragazzi abbandonano la classe; allora si aprono dette finestre, e la classe viene lavata da abbondanti correnti di aria pura, ed inondata di sole. In tal guisa sono soddisfatte ampiamente tutte le prescrizioni dell'igiene.

Questa disposizione è certamente preferibile al sistema primitivo, e si può dire soddisfacente; tuttavia essa non ha ottenuta la piena approvazione degli igienisti francesi. La faccia rivolta verso il nord, obbiettano i medesimi, non riceverà mai i raggi solari, e quella rivolta al sud non li riceverà nè al mattino, prima delle lezioni, nè la sera, dopo l'uscita degli allievi; e sarà soltanto dalle undici alle tredici, nell'ora della refezione, che questi raggi potranno essere ammessi. Ora ciò non pare ancora sufficiente per rendere perfettamente sana una classe occupata durante l'intera giornata.

Oltre a ciò il sig. Trélat ha supposto che i raggi del sole, nell'ora del mezzodì, penetrassero nella classe con una inclinazione sufficiente per arrivare fino ai luoghi più lontani dalle finestre.

Ora ciò non avviene nelle nostre regioni; sotto la latitudine media di 46° i raggi fanno colla verticale un angolo di 23 gradi soltanto, verso il mezzodì, e quindi il sole non può colpire che le regioni più prossime alle finestre; la classe non sarà perciò sufficientemente soleggiata. Ma ciò non è tutto, poichè bisogna ancora tener conto della necessità, imposta dal regolamento, di stabilire, lateralmente alla classe, un corridojo di due metri di larghezza; questo corridojo essendo installato dalla parte opposta a quella per cui si prende la luce, si vede che la solarizzazione, attraverso al medesimo, riuscirà pressochè impossibile. Questi inconvenienti non esisterebbero col sistema di illuminazione bilaterale, sopratutto quando si avesse cura di orientare le faccie d'illuminazione verso l'est e l'ovest, o poco giù di lì; per tal modo si ha il sole mattino e sera; di più, nelle ore in cui si darà aria ai locali, vale a dire prima dell'ingresso o dopo l'uscita dei ragazzi, il sole è basso sull'orizzonte, ed i suoi raggi penetreranno realmente in tutta la classe. Quando occorra, si modererà la forza dei raggi diretti del sole, in talune ore, per mezzo di *stores* trasparenti.

Dalla discussione precedente risulta che l'illuminazione unilaterale non è accettabile se non alla condizione che essa sia accompagnata da disposizioni prese per l'aerazione e la solarizzazione delle classi; a tale effetto conviene aprire, nella seconda parete, delle finestre che si terranno chiuse durante le lezioni se si tiene a prendere la luce solo da una parte, ma che si dovranno spalancare nelle ore in cui le classi sono vuote.

Ciò posto, si domanda il Planat, in quali casi il sistema unilaterale è accettabile?

Si è visto or ora che la grande obbiezione che si fa a questo sistema è che una parte della classe risulta meno illuminata dell'altra. Certamente non è indispensabile che la luce sia da per tutto eguale, ma occorre, per lo meno, che la regione meno favorita sia ancora sufficientemente illuminata. Ora la quantità di luce ricevuta nella regione di destra decresce assai rapidamente coll'aumentare della larghezza della classe, e vi ha, in questa larghezza, un limite che non conviene oltrepassare. Si tratta di fissare questo limite. Gli igienisti dicono che l'illuminazione unilaterale non è accettabile se non quando la larghezza della classe non ecceda l'altezza del sommo delle finestre al disopra del pavimento; il regolamento francese attuale (1882), forse troppo tollerante, ammette che l'altezza degli architravi sia eguale ai due terzi soltanto della larghezza della sala, aumentata dello spessore del muro. È a lamentarsi che entrambe le regole non tengano conto di un elemento importante, cioè del clima; poichè è evidente che si può essere più tolleranti per le regioni meridionali, mentre si deve essere più rigorosi nel nord. In inverno specialmente le differenze di luce nelle due regioni sono assai considerevoli.

Secondo il Planat, adunque, la regola degli igienisti dovrebbe essere rigorosamente applicata nei dipartimenti del nord (Francia), mentre nei dipartimenti meridionali si può accettare la regola stabilita dal regolamento francese. Se le dimensioni della classe non permettono di osservare questa regola, bisogna ricorrere al sistema d'illuminazione bilaterale.

Conclusioni del dottore Javal. — In seguito alla discussione sopra accennata fra i sigg. Gariel e Trélat, intervenne il dottore Javal, direttore del Laboratorio di oftalmologia alla Sorbona. Le sue conclusioni, che vennero sottoposte alla Società d'igiene, sono formulate negli articoli seguenti:

1° È ormai dimostrato che la miopia origina generalmente da una applicazione prolungata della vista durante l'infanzia, con una illuminazione insufficiente;

2° Nei nostri climi l'illuminazione per mezzo della luce diffusa non raggiunge mai, nemmeno in piena aria, un'intensità dannosa alla vista;

3° L'opinione che considera l'illuminazione bilaterale come nociva alla conservazione della vista non riposa su alcuna base teorica;

4° Secondo le statistiche più recenti, esistono delle scuole, illuminate col sistema bilaterale, nelle quali la miopia è relativamente poco frequente, mentre ve n'ha di quelle nelle quali, il sistema di illuminazione unilate-

rale essendo stabilito nelle condizioni le più perfette, la miopia è altrettanto frequente quanto nelle scuole dotate della peggiore illuminazione. L'esperienza, adunque, non si pronuncia certamente in favore dell'illuminazione unilaterale;

5° Non si potrà ottenere un'illuminazione sufficiente, per mezzo di luci praticate sopra un sola parete, se non nel caso in cui la larghezza della sala non eccederà l'altezza degli architravi delle finestre al disopra del pavimento;

6° L'illuminazione dal didietro, se viene dall'alto, può essere combinata utilmente coll'illuminazione di fianco; l'illuminazione mediante un tetto a vetri è eccellente;

7° L'illuminazione bilaterale deve essere preferita sotto tutti i rapporti. Con questo sistema, la larghezza della classe essendo, a parità di altezza delle finestre, due volte più grande che nel caso dell'illuminazione unilaterale, l'intensità luminosa nel mezzo della sala, cioè nel punto meno illuminato, è doppia di quella che si ottiene, alla stessa distanza dalle finestre, mediante l'illuminazione unilaterale. La larghezza della classe non dovrebbe, tuttavia, superare il doppio dell'altezza delle finestre;

8° Si deve attribuire una grande importanza alla orientazione della scuola, il cui asse deve essere diretto da nord-nord-est a sud-sud-ovest; non si dovrebbe mai accordare una tolleranza di più che 40 gradi da una parte e dall'altra della direzione nord-sud, a meno di condizioni climateriche eccezionali;

9° Il maestro avrà la faccia rivolta verso il mezzodì;

10° Finalmente è assolutamente indispensabile di praticare, su ambi i lati dell'edificio, una striscia di terreno inalienabile, la cui larghezza sia doppia dell'altezza delle costruzioni le più elevate che si possano prevedere, tenendo conto dei progressi degli agi della vita, che fanno moltiplicare le costruzioni a più piani, altre volte sconosciute nelle campagne. *Quest'ultima condizione è la più importante di tutte.*

Conclusione dei membri aggiunti alla Commissione. — Finalmente, quando si riunì la Commissione incaricata di elaborare il nuovo regolamento per la costruzione delle scuole, essa chiamò presso di sè, per sentirne il parere, specialmente sulla questione dell'illuminazione, i signori:

Dott. Liebreich, ex-oculista allo spedale di San Tommaso a Londra;

Dott. Gavarret, professore di fisica alla Facoltà di medicina di Parigi, ispettore generale dell'istruzione pubblica;

Dott. Javal, direttore del Laboratorio di oftalmologia alla Sorbona di Parigi;

Dott. Panas, professore di clinica oftalmologica alla Facoltà di medicina di Parigi;

Dott. Gariel, ingegnere di ponti e strade, professore aggregato di fisica alla Facoltà di medicina di Parigi.

I suddetti membri aggiunti, riuniti in sotto-commissione, hanno formulato le loro conclusioni nel seguente documento, nel quale si ritrovano la maggior parte delle osservazioni precedenti:

1° È dimostrato che la miopia deve ordinariamente la sua origine all'applicazione prolungata della vista con un'illuminazione inssufficiente;

2° Nei nostri climi l'illuminazione colla luce diffusa non raggiunge mai, nemmeno in piena aria, un'intensità dannosa;

3° Le regole secondo le quali si proporzionerebbe l'area complessiva delle finestre di ogni classe vuoi al numero degli allievi, vuoi alla superficie della sala, si basano sopra idee teoriche inesatte;

4° Si potrà ottenere un'illuminazione sufficiente per mezzo di luci largamente praticate sopra un solo fianco, se la largezza della classe non eccede notevolmente l'altezza degli architravi delle finestre al disopra del pavimento. L'altezza di una classe non dovendo mai superare i 4 m., nel caso di illuminazione unilaterale la larghezza non dovrà mai eccedere i 5 metri;

5° Col sistema di illuminazione bilaterale, la larghezza della classe essendo, per una data altezza di finestre, due volte più grande che nel caso dell'illuminazione unilaterale, l'intensità luminosa nel mezzo della sala è doppia di quella che si ottiene alla stessa distanza dalle finestre coll'illuminazione unilaterale. La larghezza della classe non dovrebbe tuttavia mai superare il doppio dell'altezza delle finestre;

6° Nessuna ragione teorica è stata finora prodotta in appoggio dell'opinione che ritiene l'illuminazione bilaterale nociva alla conservazione della vista;

7° L'illuminazione dal didietro, se viene dall'alto, può essere utilmente associata coll' illuminazione laterale. L'illuminazione mediante un tetto a vetri è eccellente;

8° Secondo le statistiche più recenti vi sono delle scuole dotate di illuminazione bilaterale nelle quali la miopia è relativamente poco frequente, e ve ne sono di quelle, in cui l'illuminazione unilaterale è installata nelle condizioni le più perfette, nelle quali la miopia è altrettanto frequente quanto nelle scuole più male illuminate. Forse non si potrà invocare la statistica in favore dell'illuminazione bilaterale, ma è certo che essa non si è pronunciata in favore del sistema unilaterale;

9°, 10° e 11°. Questi articoli non sono che la riproduzione dei paragrafi 8°, 9° e 10° delle conclusioni del dottor Javal, sopra riferite.

Dopo aver riassunte le opinioni emesse dai principali specialisti che si occuparono successivamente dell'illuminazione delle scuole, e le discussioni pubbliche che vennero sollevate su tale argomento, il Planat procede ad un confronto ragionato dei principali sistemi di illuminazione fin qui proposti ed adottati, rilevandone le imperfezioni e facendone notare i vantaggi.

Egli passa in rassegna: il *sistema unilaterale*, lasciando da parte l'orientazione al nord, a cui pare che abbiano rinunciato i partigiani stessi di questo sistema; il *sistema bilaterale*, nell'ipotesi che le aperture collocate a destra ed a sinistra degli allievi abbiano la stessa superficie, essendo questa la disposizione finora più frequentemente adottata; e finalmente il *sistema differenziale*, più recente, preconizzato da numerosi aderenti, secondo il quale si praticano delle aperture sui due lati maggiori della classe, ma si dà alle aperture di destra una superficie notevolmente minore che alle aperture di sinistra, avendo con ciò di mira di stabilire una marcata predominanza della luce che viene dalla sinistra su quella che viene dalla destra.

In linea generale, si può stabilire che un buon sistema d'illuminazione deve anzitutto soddisfare alle tre condizioni seguenti:

1° Evitare di avere dei *posti* d'allievo insufficientemente illuminati;

2° Evitare, il più che sia possibile, le ombre portate in avanti o a sinistra del ragazzo;

3° Evitare che la luce diretta o riflessa venga a colpire gli occhi; fin tanto che ciò è possibile, questi non dovrebbero ricevere che la luce diffusa.

Vediamo in che grado ciascuno dei suddetti sistemi soddisfa alle condizioni ora enunciate.

Sistema unilaterale. — Si vede, senz'altro, che esso soddisfa alla seconda condizione: assenza assoluta di ombre a sinistra; tuttavia si deve notare che, rispetto alle prime file di banchi, tutte le finestre si trovano indietro e quindi, per questi banchi, l'ombra risultante si porta sul davanti degli allievi. — Affine di rimediare, per quanto è possibile, a questo inconveniente, bisognerà che le finestre si avanzino per lo meno fino a filo del primo ordine di banchi.

Un inconveniente analogo si verifica per l'ultima fila di banchi; se le finestre non si estendono abbastanza lungi verso il fondo della classe, i ragazzi dei ranghi anteriori porteranno ombra sull'ultimo rango. Bisognerà adunque che le finestre si avanzino almeno fino in corrispondenza dell'ultima fila di banchi.

La terza condizione è pure soddisfatta, tranne che per gli ultimi banchi, pei quali la serie delle finestre si trova tutta quanta sul davanti; è certo che quivi gli occhi verranno più faticati che nelle file anteriori.

Rimane la prima condizione. Ora è certo che, col sistema unilaterale, si avrà molto meno luce a destra ed in fondo alla sala, che non a sinistra, ed a questo proposito il Planat espone un metodo ingegnoso per determinare, con una semplice costruzione grafica, e con tutta l'esattezza, la legge secondo cui decresce l'intensità dell'illuminazione nei varii punti di una sala illuminata col sistema unilaterale (1). Supponendo il caso di una sala avente in pianta le dimensioni, prescritte dal regolamento francese, di m. 9,70×7,30, il Planat riesce a dimostrare che al fondo della medesima, a destra, l'intensità dell'illuminazione si riduce ad $^1/_5$ o ad $^1/_6$ di quella che si ha sulla sinistra, in vicinanza delle finestre.

Perciò il Planat si crede in diritto di conchiudere che il sistema unilaterale soddisfa male alla prima condizione; cioè che questo sistema d'illuminazione non permette, nella maggior parte dei casi, di fornire a tutti i punti della sala una luce sufficiente; e formula la seguente conclusione:

Non si può adottare l'illuminazione unilaterale se non in quelle classi la cui larghezza non superi guari l'altezza delle finestre. Ora, praticamente, l'altezza delle classi non può eccedere di molto i 4 m.; perciò: per le piccole classi la cui larghezza non supera i 4 m. e mezzo (o 5 m., come limite massimo) il sistema unilaterale è eccellente; oltre detto limite non bisogna neppure pensarvi, tranne che nei paesi meridionali.

Sistema bilaterale. — Applicando il suo procedimento grafico al sistema bilaterale, il Planat dimostra che, con questo sistema, l'intensità dell'illuminazione sull'asse della sala, *verso il mezzo*, è di pochissimo inferiore a quella che si ha in prossimità delle finestre, mentre ne differisce notevolmente alle due estremità della classe, che, in questo caso, sono le regioni meno favorite. Ad ogni modo, col sistema bilaterale, l'illuminazione riesce più intensa *in tutti i punti* della classe, e la ripartizione della luce si fa in modo pressochè uniforme. Da questo punto di vista, adunque, il sistema bilaterale è senza contrasto superiore al precedente.

Lo stesso non si può dire per ciò che riguarda le due condizioni seguenti.

L'inconveniente, per le ultime file di ragazzi, di avere una parte della luce quasi di faccia si accentua maggiormente; questo inconveniente tuttavia, secondo il Planat, non è ancora molto grave.

(1) V. op. cit.

Le prime file sono illuminate, in gran parte, da una luce che arriva troppo dal didietro, come nel sistema unilaterale. Per questo sistema di illuminazione si deve dunque ripetere quanto già si disse pel sistema unilaterale: le finestre dovranno estendersi sufficientemente, tanto in avanti quanto sul didietro, per rimediare agli inconvenienti di una luce dal didietro per i primi ranghi, e dell'ombra portata dai ranghi precedenti, per l'ultimo rango.

Ma l'inconveniente più grave del sistema bilaterale è questo: che per alcuni banchi si avrà un'ombra decisa, portata da destra a sinistra. Questo inconveniente non esiste per i banchi del fondo della sala, si manifesta verso il mezzo, e diventa pronunciatissimo per i primi banchi.

Ritorneremo sull'argomento parlando del sistema differenziale.

Tale è adunque, dice il Planat, il *bilancio* di questo sistema: superiorità incontestabile ed assai marcata sul primo sistema per ciò che concerne la quantità di luce e la sua ripartizione; risultati poco diversi quanto alla terza condizione; risultati inferiori relativamente alla seconda condizione. Se si tollerasse la luce arrivante dalla parte anteriore, l'inconveniente segnalato sparirebbe, perchè le ombre portate, incomode sopratutto per i primi banchi, verrebbero immediatamente illuminate da questa luce dal davanti. Non sarebbe possibile utilizzare questo modo di illuminazione, ponendo le aperture un po' più verso l'alto e riparandole con *stores* a cui si potrebbe dare una colorazione verde?

La luce dal didietro, accettata in alcuni paesi, sarebbe pure, sempre secondo il Planat, un miglioramento. Anche gli igienisti si sono dichiarati in favore di questo miglioramento.

Rimane la luce dall'alto, adottata con tanto successo in molte biblioteche pubbliche, e raccomandata dai più eminenti scienziati. Dessa costituirebbe certamente un eccellente sistema di illuminazione, specialmente se combinata con uno dei sistemi precedenti; ma disgraziatamente, essa è inattuabile nella maggior parte dei casi.

Sistema bilaterale differenziale. — La novità di questo sistema, che ha avuto dei fautori entusiasti, consiste nel dare alle finestre di destra una superficie complessiva notevolmente minore di quella delle finestre di sinistra (generalmente la metà circa).

Per ciò che riguarda la terza delle condizioni enunciate, diciamo subito che le osservazioni fatte per il caso precedente si applicano, quasi in modo identico, al caso attuale; del resto questa condizione è soddisfatta, press'a poco nella stessa misura, dai tre sistemi.

Passiamo alle altre due condizioni.

I partigiani del sistema differenziale hanno affermato che illuminando più fortemente a sinistra si evitano le luci eguali e le ombre eguali che, dicono essi, costituiscono il grande inconveniente del sistema bilaterale; con quest'ultimo sistema la vista è bersagliata ed affaticata dalla lotta fra due luci di intensità equivalente, e da quelle due ombre che, durante la scrittura, accompagnano la penna dello scrivente. Secondo i medesimi, il nuovo sistema sopprimerebbe definitivamente questo inconveniente.

Ora questa è un'illusione. Nel sistema bilaterale semplice la zona in cui le due ombre di destra e di sinistra hanno perfettamente la stessa intensità coincide coll'asse della sala; nel sistema differenziale, come il Planat dimostra facilmente, *questa zona sussiste sempre; solo essa si trova spostata verso destra.* Nella regione che si

trova a sinistra di questa zona mediana predominano la luce dalla sinistra e l'ombra a destra; nella regione di destra predominano invece la luce dalla destra e l'ombra sinistra. Le due ombre esistono sempre, con predominio ora dell'una ora dell'altra.

Si può dunque affermare che il sistema differenziale *sposta* l'inconveniente, *ma non lo sopprime affatto*. Il solo vantaggio che esso presenta è quello di allargare la zona di sinistra, e di restringere conseguentemente quella di destra; ma, come osserva finamente il Planat, questo vantaggio sul sistema bilaterale ordinario deriva semplicemente da ciò che, prendendo parzialmente ad imprestito detto sistema, se ne ha solo una parte degli inconvenienti, *ma se ne ha pure solo una parte dei vantaggi*. Non si corregge più, se non imperfettamente, il difetto del sistema unilaterale; si illumina meno vivamente l'insieme della classe, e specialmente la parte destra, che è poi quella che difetta precisamente di luce.

Riassumendo: il sistema unilaterale ha il difetto di non illuminare sufficientemente la parte destra della classe; il bilaterale dà una luce molto più uniforme e rischiara egualmente la parte destra e la sinistra della sala. È questo un grande vantaggio, ma esso è ottenuto collo stabilire due luci contrarie. Questo inconveniente è stato esagerato, senza dubbio, ma esiste.

Il sistema differenziale non corregge più se non imperfettamente il difetto dell'unilaterale, imperocchè esso non rischiara abbastanza vivamente la destra della classe; esso sposta il campo in cui lottano le due luci contrarie, ma non fa cessare una tale lotta; questo sistema è come un compromesso, nel quale si ritrovano allo stesso tempo, frammischiati ed alquanto attenuati, i vantaggi e gli inconvenienti di ciascuno dei due sistemi a cui esso ha attinto.

In altri termini ancora: il sistema unilaterale lascia la zona di destra in un'oscurità relativa, ma non dà nè luci nè ombre contrariantisi; il bilaterale rischiara bene tutta la sala, ma dà queste luci e queste ombre; il differenziale modifica la ripartizione delle ombre contrariantisi, senza però sopprimerle, ma illumina meno bene la destra della classe che il sistema bilaterale semplice.

Il Planat osserva infine giustamente che la distinzione che si vuole stabilire fra il sistema d'illuminazione bilaterale ordinario ed il sistema differenziale è per lo più illusoria; quando siano impiegati bene a proposito questi due sistemi si equivalgono, nè vi ha alcuna ragione di preferire assolutamente l'uno piuttostochè l'altro.

Per conchiudere, ci sia permesso di far seguire la nostra opinione a quella di tanti insigni scienziati e costruttori.

Noi crediamo che, *a priori*, non si possa ragionevolmente imporre un dato sistema di illuminazione per rigettare tutti gli altri, come hanno fatto alcuni dei più ardenti fautori dei sistemi esaminati. La convenienza dell'uno piuttosto che dell'altro sistema, astrazion fatta dalle ragioni di indole economica, dipende essenzialmente da due circostanze, vale a dire dalle condizioni climateriche della località in cui deve sorgere la scuola, e dalla sua ubicazione rispetto agli edifizi circostanti. Nei nostri climi, in generale, e specialmente nelle regioni meridionali, crediamo che il bel cielo d'Italia possa dispensare dal dover ricorrere al sistema d'illuminazione differenziale, il quale, a parte i difetti rimproveratigli, è certamente più costoso e porta a non leggere difficoltà di costruzione. Quando, con un solo ordine di finestre sufficientemente ampie e vicine le une alle altre si può avere luce sufficiente in tutti i punti delle classi, crediamo inutile parlare di sistema bilaterale. Il quale, invece, si impone nelle regioni nordiche, dove il sole è meno vivace e dove le nebbie ed i giorni coperti sono frequenti. E del pari diventa necessario il sistema bilaterale quando si tratti di erigere un edifizio scolastico che, per circostanze speciali, deve sorgere in prossimità di alti edifizi che lo circondino da tutte le parti, togliendogli la luce diretta del cielo. In allora, non potendosi contare che sulla luce diffusa, riflessa dai muri prospicienti, si deve almeno procurare di ottenere il massimo di questa luce, aprendo ampie finestre sui due lati della sala. In questo caso, essendo scemata l'intensità dell'illuminazione, è anche assai ridotto l'inconveniente delle ombre portate, che riescono meno vigorose, e perciò anche meno incomode.

Illuminazione serale. — I principii generali che regolano l'illuminazione diurna si applicano evidentemente anche all'illuminazione serale. Occorre luce in sufficienza e si devono evitare le ombre che riescono incomode nella lettura e nella scrittura. Perciò converrà moltiplicare le sorgenti luminose, essendo, a parità di luce, certamente preferibile un gran numero di sorgenti, di intensità limitata, a poche e intense.

Quanto al sistema di illuminazione, il più generalmente adottato è quello a gas. Si dovrebbero assolutamente proscrivere i becchi nudi, che dànno una luce vacillante, la quale stanca enormemente la vista. Importa poi assai che le sorgenti di luce si trovino, per quanto è possibile, collocate fuori del campo visuale, nell'attitudine abituale dell'allievo.

Le lampade devono trovarsi ad un'altezza sufficiente, in guisa da distare di almeno 1 metro e mezzo dalla testa degli allievi; questa disposizione ha il doppio vantaggio di sottrarre alla vista le sorgenti luminose, e di accorciare le ombre projettate.

I riflettori contribuiscono ad aumentare la quantità di luce e a migliorarne la qualità.

Quando ne sia il caso, si potranno anche applicare degli schermi translucidi, di vetro smerigliato.

Finalmente, è assai raccomandabile l'applicazione di tubi di scarico dei prodotti della combustione.

Orientazione delle classi.

Dalla discussione avvenuta davanti alla Società francese d'igiene e di medicina pubblica, a cui abbiamo già accennato, si deducono, secondo il Planat, le seguenti conclusioni, valevoli per il clima di Parigi, e quindi anche per il nostro (Italia Settentrionale), salve leggiere modificazioni.

1° Nel caso dell'*illuminazione unilaterale* si dovranno preferire, per la faccia che dà luce, le esposizioni variabili fra il nord-est ed il sud-est, a meno di avere la certezza che le imposte delle aperture di soleggiamento, che si trovano sulla faccia opposta, saranno manovrate scrupolosamente. In realtà, dice il Planat, si deve ritenere che esse rimarranno quasi sempre chiuse. Colla esposizione sud-ovest la classe presenterebbe l'inconveniente di essere esposta al sole nelle ore pomeridiane, precisamente quando la temperatura esterna è ancora assai elevata e la sala è riscaldata dalle emanazioni degli allievi che vi hanno dimorato per buona parte della giornata; inoltre, la pioggia essendo per lo più cacciata dai venti di sud-ovest, le esposizioni che si trovano sotto tali venti non permetteranno di tenere, in estate, le finestre aperte quanto si potrebbe desiderare. (Questa circostanza della direzione dominante dei venti che portano la pioggia ha la

sua importanza, e si deve tenerne conto, secondo le regioni). Si deve pensare che non si possono impiegare, per le classi, tutti i mezzi di difesa contro il calore che si usano nelle abitazioni particolari, poichè questi mezzi (persiane, stores, ecc.) sono causa di oscurità, mentre nelle scuole è la luce abbondante che devesi ricercare innanzi a tutto.

2° Nel caso dell'*illuminazione bilaterale*, l'asse della classe (perpendicolare ai banchi) non dovrà scostarsi molto dalla direzione nord-sud. Tuttavia tre ragioni concorrono a fargli prendere, di preferenza, la direzione dal nord-est al sud-ovest. Difatti, l'ardore del sole, che si deve evitare in estate, è più grande verso le due che a mezzogiorno; importa quindi opporgli uno dei muri pieni che formano le estremità della classe. D'altra parte, in inverno, è utile che la classe, la quale dovrebbe essere lavata tutti i giorni, venga soleggiata largamente il mattino; l'azione ossidante e disinfettante della luce solare è oramai dimostrata, ed è bene che essa agisca largamente, prima dell'entrata degli allievi. Finalmente, verso sera, la parete esposta al nord ovest sarà meno riscaldata che se essa fosse esposta in pieno all'ovest.

Nelle scuole rurali, e specialmente nel Nord, durante i giorni più corti le classi saranno sempre un poco più scure al principio ed alla fine della giornata, vale a dire verso le 8 e verso le 16; a 45 gradi di latitudine, per esempio, durante quasi un mese il sole si leva dopo le 8 e tramonta prima delle 17. Ora è preferibile che, nelle giornate corte, il sole che si leva od il sole che tramonta, sia piuttosto dietro gli allievi che davanti a loro, in guisa da rischiarare in pieno i loro libri ed i quaderni colla luce dell'alba e del crepuscolo; la cattedra del maestro dovrà dunque, quando ciò sarà possibile, essere rivolta al mezzodì.

Nelle scuole urbane, dove si adottano opportune disposizioni per l'illuminazione artificiale, questa considerazione perde la sua importanza.

Del resto, aggiungiamo noi, tutte le norme sopra indicate hanno valore, e si possono seguire, quando il terreno su cui deve sorgere la scuola ha almeno un'area doppia di quella dell'edificio, e questo è ad un corpo solo; in tal caso riesce sempre facile orientare la costruzione secondo le norme predette. Ma, quando il terreno sia limitato, e l'edifizio scolastico composto di varii corpi, come succede frequentemente nelle grandi scuole urbane, la questione dell'orientazione passa in seconda linea, anzitutto perchè se vi sarà un'ala dell'edificio orientata secondo le regole migliori, ve ne sarà, in generale, un'altra con orientazione affatto contraria; in secondo luogo perchè il più spesso è prescritto il perimetro dell'area fabbricabile, ed allora la orientazione non è più libera.

Distanza delle costruzioni circostanti. — Gli igienisti attribuiscono la massima importanza, a che le costruzioni che circondano la scuola si trovino a una distanza conveniente dalla medesima, in ragione della loro altezza. Ed infatti tutte le disposizioni prese per assicurare un'illuminazione sufficiente, e che si riferiscono specialmente all'altezza, alla larghezza ed al numero delle finestre, riuscirebbero vane quando la luce che viene dal cielo fosse intercettata da edifizi troppo alti o troppo vicini alla scuola.

Il Congresso d'igiene tenutosi a Parigi nel 1878 ha dimostrato che non bisogna contare, nelle scuole, su altra luce che su quella che viene direttamente dal cielo, e che per giudicare se una classe è sufficientemente illuminata, bisogna cercare se l'occhio, collocato contro il tavolo meno favorito, vede ancora una frazione sufficiente della vôlta celeste.

Si può discutere sull'entità della porzione di cielo che si deve vedere in tali condizioni; e l'esperienza sola permetterà di stabilire delle regole precise a questo riguardo.

Ad ogni modo, sulla sezione trasversale di ogni classe, nell'elevazione, si traccierà una retta la quale, partendo dal piede del muro opposto alle finestre (nel caso di illuminazione unilaterale), o meglio da un punto del muro stesso situato all'altezza del leggìo dei banchi, sfiori l'architrave delle finestre; se questa linea prolungata al di fuori incontra un ostacolo qualunque, il progetto deve essere modificato. (Nel caso di un'illuminazione bilaterale dal centro della classe si traccieranno due linee che passino per gli architravi di due finestre opposte; entrambe queste linee devono potersi prolungare al di fuori senza incontrare alcun ostacolo).

Tale sarebbe l'applicazione la meno rigorosa possibile di questa prescrizione di tutti i regolamenti vigenti secondo la quale « da qualunque punto del piano superiore dei banchi deve vedersi il cielo ».

Ma non basta limitarsi alla stretta osservanza di questa prescrizione; se si vuole che la scuola sia veramente bene illuminata, si deve procurare che la luce diretta del cielo penetri fino ai punti più lontani per un'altezza di finestra che, secondo il Planat, dovrebbe essere almeno di un metro.

Riscaldamento e Ventilazione.

La Commissione francese per il riscaldamento e la ventilazione delle scuole, la cui creazione rimonta all'anno 1874, aveva per missione di studiare il miglior sistema di riscaldamento e di ventilazione da applicarsi negli edifizi municipali in genere, e nelle scuole in special modo. Questa Commissione si componeva dei sigg.: De Fontanges, ingegnere-capo delle strade pubbliche, presidente; Ser, ingegnere civile; Davioud e Bourdais, architetti; R. Francisque Michel, ingegnere civile, segretario. Le conclusioni della Commissione sono state riassunte in un Rapporto che noi riproduciamo dall'opera del Planat più volte citata.

Si possono, dice il rapporto, impiegare diversi metodi per raggiungere questo risultato (riscaldare, cioè e ventilare un locale); senza entrare in una discussione di confronto dei varii sistemi, si può dire, dal punto di vista speciale delle scuole primarie, che converrà impiegare il sistema di riscaldamento detto *ad aria calda*, vale a dire per circolazione d'aria al contatto delle pareti del focolare e dei condotti del fumo, perchè questo sistema è nello stesso tempo più economico e d'installazione più semplice che il riscaldamento ad acqua calda od a vapore, e si presta meglio alle condizioni di un riscaldamento intermittente.

Ma il riscaldamento ad aria calda può ottenersi in differenti modi, sia mediante un calorifero generale riscaldante un gruppo di classi, sia mediante altrettanti apparecchi indipendenti quante sono le classi a riscaldarsi.

La Commissione non ha ancora potuto fare le esperienze e riunire gli elementi necessari per pronunciarsi definitivamente sul migliore dei due sistemi. Tuttavia, senza scartare in modo assoluto il primo modo di riscaldamento, che in alcuni casi può presentare dei vantaggi non disprezzabili, essa inclina ad opinare che il secondo sistema dovrà essere più generalmente impiegato, perchè, con l'apparecchio di combustione collocato nella classe stessa da riscaldarsi, si evitano le perdite

assai sensibili di calore che si producono nel percorso di lunghe canalizzazioni, ed anche perchè le spese di installazione sono assai meno elevate.

Qualunque sia, del resto, il sistema, le condizioni più importanti a cui gli apparecchi di riscaldamento devono soddisfare sono le seguenti:

1° *Regolarità di riscaldamento*, vale a dire uniformità di temperatura in tutte le parti abitate della classe e nelle diverse ore della loro occupazione;

2° *Regolarità di ventilazione*, cioè passaggio di aria in quantità eguale attorno a ciascun allievo.

Per soddisfare alla prima condizione, quando l'apparecchio di riscaldamento è collocato nella classe stessa, si comprende che l'irradiazione del calore deve essere molto moderata, affinchè la sua azione non si faccia sentire troppo vivamente sui posti più vicini, a scapito dei più lontani; per conseguenza l'apparecchio dovrà essere munito di un involucro poco conduttore.

Il tubo del fumo apparente, che in molte scuole attraversa le classi, presenta dei numerosi inconvenienti, e deve essere abbandonato. Ma, siccome questo tubo costituisce una parte notevole della superficie di riscaldamento, bisogna trovare un mezzo di svilupparne altrove l'equivalente.

Ora, se si osserva che l'aria calda proveniente dall'apparecchio di riscaldamento tende sempre a salire direttamente al soffitto, siavi o non vi sia guidata da un involucro chiuso, si comprenderà che non v'ha nulla di più facile che utilizzare per lo sviluppo delle superficie di riscaldamento tutto o parte dello spazio situato verticalmente al di sopra dell'area che questo apparecchio occupa sul suolo. L'apparecchio si comporrà pertanto di un focolare e di una superficie di riscaldamento disposta al disopra o di fianco, il tutto racchiuso in un involucro poco conduttore aperto superiormente per lasciare sfuggire l'aria calda che esso contiene. L'apparecchio sarà munito di una, o meglio di due prese d'aria esterna, aprentisi su due faccie opposte dell'edifizio. Per il primo piano, dove sono ordinariamente situate le classi, queste prese d'aria potranno, in generale, essere praticate direttamente nello spessore dei solaj ed attraverso ai muri esterni, quando le vie od i corsi vicini presenteranno delle buone condizioni di salubrità; ma per le classi che si trovano a pian terreno, le prese d'aria aprentisi a livello del suolo potrebbero dar luogo a introduzioni d'aria carica di odori incomodi e di miasmi insalubri; in tal caso, sarà utile portare le bocche ad una certa altezza sul suolo, nei punti che si troveranno nelle migliori condizioni di salubrità.

Queste sono, in sostanza, le disposizioni a prendersi per assicurare il riscaldamento e l'introduzione nelle classi dell'aria pura attinta dall'esterno.

Per estrarre regolarmente l'aria viziata da ciascun allievo, converrà stabilire delle bocche di scarico in numero assai grande, comunicanti con una canalizzazione speciale praticata nello spessore del solajo e facente capo ad un camino di richiamo. Per assicurare una buona ripartizione, bisogna che ogni gruppo di *quattro* allievi sia provveduto di una bocca d'estrazione.

La forma e la disposizione di tali bocche richiederanno uno studio attento, per non intralciare nè la spazzatura delle classi, nè la circolazione dell'aria sotto i banchi.

Le diverse diramazioni della canalizzazione nel solajo si raccorderanno coi condotti principali per mezzo di gomiti arrotondati, per far capo alla base del camino di richiamo di ciascuna classe. Affinchè questi camini funzionino regolarmente, bisogna riscaldare l'aria nei medesimi; il mezzo più semplice per ottenere questo risultato consiste nel far entrare il tubo del fumo di ogni apparecchio nel camino di richiamo che gli corrisponde, nel punto più basso, vale a dire in prossimità del pavimento della classe.

A fine di mettersi, il più che sia possibile, al riparo dell'azione dei venti, i diversi camini di richiamo di ciascuna classe, invece di sboccare direttamente sopra il tetto, saranno ramificati fra di loro nel tetto stesso, per far capo finalmente ad un camino centrale elevantesi di almeno 4 metri al disopra del tetto. Nell'asse di questo camino si faranno passare, riunendoli in uno solo, i tubi del fumo degli apparecchi di riscaldamento più prossimi.

Questo tubo unico dovrà elevarsi di 1 metro almeno al disopra del cappello del camino centrale d'evacuazione dell'aria, affine di evitare ogni *ritorno* di fumo nella ventilazione.

Le dimensioni da darsi alle diverse parti degli apparecchi dipenderanno dalla natura delle costruzioni. Esse potranno, in generale, essere comprese fra i limiti qui sotto indicati:

1° Sezione libera delle prese d'aria esterna: da 35 a 45 cm^2 per allievo;

2° Sezione libera del canale verticale d'aria calda e delle bocche d'arrivo al soffitto; da 35 a 45 cm^2 per allievo;

3° Sezione libera delle bocche di estrazione sotto il pavimento: da 60 a 80 cm^2 per allievo;

4° Sezione della canalizzazione nel solajo; da 40 a 60 cm^2 per allievo;

5° Sezione del camino di richiamo: da 30 a 40 cm^2 per allievo;

6° Superficie di riscaldamento per le classi aventi una cubatura di 4 metri cubi per allievo, secondo le condizioni di disperdimento più o meno grande del calore attraverso le pareti, e sopratutto attraverso ai vetri ed al soffitto: da 400 a 800 cm^2 per allievo.

Se negli apparecchi sono impiegate superficie di riscaldamento a nervature, queste non dovranno mai essere computate col loro sviluppo esterno reale, ma soltanto per una frazione di tale sviluppo, più o meno grande secondo i casi.

Dopo avere così esposte le conclusioni della Commissione sullodata, il Planat procede a verificare se le indicazioni in esse contenute si trovano d'accordo colle prescrizioni portate dal nuovo regolamento francese sugli edifizii scolastici; crediamo utile riportare tale verifica, perchè essa servirà di esempio per indicare come si debbano stabilire dal costruttore i calcoli pel riscaldamento d'una scuola.

Supponiamo che si tratti di una classe di 50 allievi (massima cifra ammessa dall'attuale regolamento francese, come pure dall'italiano); la superficie richiesta per ogni allievo è di m^2 1,25 almeno; dunque la classe dovrà avere una superficie alquanto superiore ai 60 m^2. La sua altezza sarà di 4 m. per lo meno. È facile dedurre da ciò le dimensioni della classe e la superficie delle pareti. Noi ammetteremo che due pareti siano esposte all'aria libera, e le altre due siano muri interni. La superficie delle pareti esposte a raffreddamento sarà di 80 m^2 circa, di cui 60 in muratura e 20 in vetriate (finestre).

Il volume d'aria da fornirsi per ragazzo e per ora, per avere una ventilazione sufficiente, è valutato in 10 a 20 m^3; adottando una media di 15 m^3 occorreranno per i nostri 50 allievi 750 m^3 all'ora, ossia m^3 0,208 al secondo.

Supponiamo che il riscaldamento sia ottenuto per mezzo di una stufa (essendo questo il caso più frequente e precisamente quello supposto dall'Istruzione), e che l'evacuazione dell'aria viziata si faccia mediante camini di richiamo riscaldati dai prodotti della combustione.

Si comincierà ad indicare sul progetto la posizione delle prese d'aria e della canalizzazione che si deve stabilire sotto il pavimento per condurre l'aria fresca dall'esterno fin sotto la stufa; come pure della canalizzazione destinata a condurre l'aria viziata, estratta in differenti punti della sala, fino al piede dei camini di richiamo, e la posizione di questi ultimi, che si prolungheranno verticalmente fin sopra il tetto. Questi camini sono percorsi, in tutta la loro lunghezza, dai tubi del fumo che ne devono riscaldare l'aria. Alcuni costruttori mandano semplicemente il fumo nei camini d'estrazione dell'aria viziata; tale disposizione è accettabile se il tiraggio è sufficiente per assicurare una velocità d'estrazione abbastanza grande (2 m., per esempio); si utilizza allora nel miglior modo il calore del fumo, e si evitano alcuni inconvenienti, come quello di dover dare al tubo del fumo un diametro eccessivo, quando l'altezza non è molto grande.

Si ha ancora il vantaggio, adottando la detta disposizione, che lo scambio di calore tra il fumo e l'aria viziata è quasi immediato, mentre esso non si fa che progressivamente quando si interpone un tubo del fumo. Nel primo caso la temperatura è pressochè costante su tutta la colonna; nel secondo la temperatura al basso del camino di evacuazione è quella dell'ambiente, ed il riscaldamento dell'aria viziata non è completo che molto più in alto. Il tiraggio riesce dunque molto più attivo nel primo caso, senza aumento di spesa.

La sezione di questi condotti verrà fissata, conformemente alle prescrizioni del regolamento, in ragione di 40 cm^2 circa per allievo; e si avrà cura di allargare alquanto le bocche munite di griglia, affinchè ivi la sezione libera resti eguale a quella delle altre parti della condotta. Si cercherà di abbreviare quanto è possibile il tragitto dell'aria, evitando i gomiti, per ridurre le perdite dovute alla resistenza d'attrito, alla resistenza nei gomiti, ecc. Nelle condizioni supposte, la riduzione di velocità dovuta a queste perdite inevitabili varia fra $^2/_3$ ed $^1/_2$, vale a dire che la velocità reale d'evacuazione varia fra $^1/_3$ ed $^1/_2$ della velocità che risulterebbe teoricamente dall'altezza del tiraggio e dalla quantità di calore spesa. Quanto più si ridurrà la lunghezza del percorso, il numero dei gomiti, dei cambiamenti bruschi di sezione, ecc., tanto meno si perderà in velocità, e tanto più attiva, a parità di consumo di combustibile, riescirà la ventilazione.

Ciò posto, passiamo a stabilire le condizioni di riscaldamento necessarie per ottenere la ventilazione supposta di 15 m^3 per allievo. Determineremo anzitutto la temperatura a cui si deve portare, nei condotti d'estrazione, l'aria evacuata; e faremo tale determinazione nei due casi estremi di un freddo discendente fino a — 10°, e di una temperatura media di + 5°.

Si vuole che, in tutti i casi, la velocità di uscita dell'aria viziata sia di 2 m., acciocchè l'evacuazione sia ben assicurata, e non vi sia pericolo di rigurgiti. Se tale deve essere la velocità effettiva, quale sarebbe la velocità teorica? Il coefficiente di riduzione variando, come abbiamo detto sopra, fra $^1/_3$ ed $^1/_2$, la velocità teorica varierà fra 6 e 4 m. Assumendo un coefficiente di riduzione intermedio, uguale, p. es., a 0,45, la velocità teorica dovrà allora essere uguale a m. 4,40 circa.

Quale dovrà essere la temperatura t dell'aria viziata per produrre una tale velocità? Ammettendo che l'altezza del tiraggio, ossia dei camini verticali di richiamo, sia di 10 m. (altezza media ordinaria) si trova (1):

1° Per $\Theta = -10°$:

Se $t = 30°$ $H(t-\Theta) = 10 \times 40 = 400$ e $V = 4{,}80$
$t = 20°$ $= 10 \times 30 = 300$ e $V = 4{,}35$
$t = 15°$ $= 10 \times 25 = 250$ e $V = 3{,}95$.

La temperatura che fornisce la velocità teorica di m. 4,40 è adunque di 20° a 25°; conviene tenersi un po' alti, perchè vi è sempre qualche perdita accessoria nel tiraggio, non essendo l'aria viziata immediatamente riscaldata dal fumo, sopratutto se questo circola in un tubo speciale.

2° Per $\Theta = +5°$:

Se $t = 35°$ $H(t-\Theta) = 10 \times 30 = 300$ e $V = 4{,}20$
$t = 40°$ $= 10 \times 35 = 350$ e $V = 4{,}40$.

Bisogna dunque portare l'aria evacuata a 40° almeno, e, per abbondanza, a 50°.

Passiamo ora a determinare la quantità di calore che dovrà fornire l'apparecchio di combustione, la quale comprende: il calore necessario per compensare il raffreddamento attraverso alle pareti; il riscaldamento dell'aria presa all'esterno, che si deve portare alla temperatura dell'ambiente; il soprariscaldamento dell'aria estratta dalla classe nel camino di evacuazione.

1° *Perdita attraverso alle pareti.* — Nel primo caso, la classe essendo mantenuta a + 15°, e l'aria esterna essendo a — 10°, la perdita attraverso alle pareti deve essere calcolata per una differenza di 25°; e si trova allora una perdita complessiva (2):

Pareti in muratura	(m^2)	$60 \times 25 = 1500$	(calorie)
Finestre	»	$20 \times 35 = 700$	»
Pavimento e soffitto	»	$120 \times \frac{25}{2} = 1500$	»
		Totale 3700	calorie.

Nel secondo caso, la temperatura esterna essendo di +5°, la differenza è di 10 gradi soltanto, e allora si trova:

Pareti in muratura	(m^2)	$60 \times 10 = 600$	(calorie)
Finestre	»	$20 \times 15 = 300$	»
Pavimento e soffitto	»	$120 \times \frac{10}{2} = 600$	»
		Totale 1500	calorie.

2° *Riscaldamento dell'aria introdotta nella classe.* — Il volume totale d'aria da introdurre per ora è di 750 m^3; l'elevazione di temperatura è di 25° (nel primo caso); in ragione di calorie 0,312 circa per m^3 e per grado, occorreranno adunque:

$$750 \times 0{,}312 \times 25 = 5850 \text{ calorie.}$$

Nel secondo caso, la differenza di temperatura non essendo che di 10°, occorreranno

$$750 \times 0{,}312 \times 10 = 2340 \text{ calorie.}$$

(1) V. Planat, *Chauffage et ventilation des lieux habités*, tableau grafique n. 49. — Vedi pure l'articolo: *Riscaldamento dei locali di abitazione* di questa Enciclopedia.

(2) V. Planat, *Chauffage et ventilation des lieux habités*, tableau grafique n. 5.

3° *Riscaldamento dell'aria viziata estratta.* — La temperatura, come abbiam detto, deve essere portata, nel 1° caso, a 23° almeno; la differenza è 23-15, ossia circa 8°.

La quantità di calore corrispondente è:

$$750 \times 0{,}312 \times 8 = 1870 \text{ calorìe.}$$

Nel secondo caso la differenza è $= 50 - 15$ ossia 35°; quindi occorrono

$$750 \times 0{,}312 \times 35 = 8190 \text{ calorìe.}$$

Calore totale. — Riassumendo si trova:

1° Caso. *Temperatura esterna* = — 10°:

Perdita attraverso alle pareti . .	3700	calorìe
Riscaldamento dell'aria introdotta	5850	»
» dell'aria estratta .	1870	»
Totale	11420	calorìe.

2° Caso. *Temperatura esterna* = + 5°:

Perdita attraverso alle pareti . .	1500	calorìe
Riscaldamento dell'aria introdotta	2340	»
» dell'aria estratta .	8190	»
Totale	12030	calorìe.

Come si vede, adunque, il calore totale (1) è press'a poco lo stesso nei due casi, ed ammonta, in cifre tonde, a 12000 calorìe. Nei grandi freddi occorre più calore per riscaldare l'aria introdotta, ma si ha da riscaldare meno l'aria viziata che si estrae, perchè la maggior differenza di temperatura fra l'esterno e l'interno favorisce la ventilazione.

Nei tempi miti occorre minor numero di calorìe per riscaldare l'aria che si introduce, ma d'altra parte si deve riscaldare di più l'aria che si estrae, se si vuol mantenere una buona ventilazione. Gli è per tale motivo che si ha una certa costanza nel riscaldamento totale.

Devesi però notare che le condizioni del riscaldamento sono affatto differenti nei due casi; poichè la stufa deve fornire, direttamente, mediante il contatto dell'aria introdotta colla camicia, il calore necessario per compensare la perdita attraverso alle pareti e conservare la temperatura interna supposta di 15°; vale a dire il calore rappresentato dai primi due numeri di ciascun totale; il fumo deve fornire il rimanente (terzo numero). Così, nel primo caso la stufa fornirà $3700 + 5850 = 9550$ calorìe, ed il fumo 1870; mentre nel secondo il fumo deve dare 8190 calorìe e la stufa sole 3840. Il regime del riscaldamento è dunque completamente alterato. I costruttori non si sono, in generale, preoccupati di queste condizioni così differenti dei due servizii; le stufe dovrebbero ricevere alcune modificazioni per prestarsi meglio ad un funzionamento così variabile. Secondo il Planat, bisognerebbe poter far variare la porzione della superficie di riscaldamento che si trova in contatto sia coll'aria introdotta, sia coll'aria evacuata; la superficie totale rimanendo la stessa, dovrebbe essere l'aria introdotta che, durante l'inverno, percorrerebbe la maggior parte del camino in contatto con questa superficie; durante la stagione meno fredda invece sarebbe l'aria estratta quella che utilizzerebbe la maggior parte della superficie di riscaldamento. Il che si potrebbe ottenere mediante un sistema ben combinato di valvole e di registri.

Quando l'apparecchio installato non si presta a tali modificazioni, si è obbligati a riscaldar meno la stufa nella stagione meno rigida, ed allora bisogna ricorrere ad un focolare ausiliario per promuovere efficacemente la ventilazione.

Una volta che si è calcolata la quantità di calore che occorre, si può subito determinare quale deve essere la potenza dell'apparecchio di riscaldamento, ossia fissare l'ampiezza della superficie di riscaldamento. E gli è qui appunto che troveremo la verificazione, che ci eravamo proposti, della giustezza delle indicazioni contenute nel rapporto della Commissione francese.

Le sezioni dei condotti d'introduzione e d'estrazione dell'aria sono, in realtà, arbitrarie; qualunque siano tali sezioni, si potrà sempre estrarre il volume d'aria richiesto e riscaldare convenientemente i locali, sotto condizione di fornire la quantità di calore necessaria.

Solo si consumerà una quantità tanto maggiore di combustibile quanto più le disposizioni adottate per condurre l'aria saranno meno buone e meno ampiamente installate; oppure, se non si vuol bruciare una massa di combustibile che parrebbe allora esorbitante, non si riuscirà ad ottenere che un mediocre riscaldamento ed una cattiva ventilazione.

Spettava dunque alla Commissione, che soddisfece esattamente al mandato, di fissare anzitutto le suddette sezioni le più ampie possibili compatibilmente colle condizioni ordinarie di siffatte costruzioni, collo spessore dei solaj, ecc., e di dedurre la superficie di riscaldamento corrispondente ai dati posti, per ottenere una ventilazione ed un riscaldamento sufficienti.

Ora noi abbiamo visto che la quantità di calore fornita dalla stufa deve essere di 9550 calorìe nel primo caso, e di 3840 nel secondo; ed è evidente che bisogna basarsi, per stabilire la superficie di riscaldamento diretta, sul primo numero.

Si ammette generalmente che ogni metro quadrato di superficie fornisce circa 3000 calorìe; per conseguenza la superficie necessaria per la nostra classe di 50 allievi sarà di $\frac{9550}{3000}$ ossia di 3,18 m²; il che viene a dare m² $\frac{3{,}18}{50}$ ossia 636 cm² per allievo.

Nelle condizioni medie da noi ammesse, la perdita attraverso alle pareti è già abbastanza elevata; se noi non ne avessimo tenuto conto, la quantità di calore da fornire non sarebbe stata che di 5850 calorìe, invece di 9550, e la superficie di riscaldamento sarebbe stata soltanto di $\frac{5850}{3000}$, ossia di 1,95 m², vale a dire 400 cm² circa per allievo.

Al contrario, la perdita attraverso ai muri può essere più elevata, se questi sono meno spessi di quanto noi abbiamo supposto, e se la superficie delle finestre è più grande; ancora: la riduzione della velocità dell'aria nei condotti può essere maggiore di quella da noi supposta; da 0,45, valore medio da noi ammesso, essa può discendere a $^1/_3$, come abbiamo detto, se i risvolti sono più numerosi, le sezioni più appiattite, ecc. Questa diminuzione si traduce in una maggiore spesa di calore per ottenere le stessa circolazione d'aria. La superficie di riscaldamento deve aumentare corrispondentemente, e

(1) Non si è tenuto conto del calore fornito dalla respirazione, perchè esso è compensato da perdite accessorie quali quelle che si devono all'apertura temporanea di porte o finestre, alle fughe d'aria dalle commessure, ecc.

da 636 cm² per allievo, cifra media trovata precedentemente, essa sale facilmente a 800 cm².

Ora i numeri che abbiamo in tal modo ottenuti si trovano perfettamente d'accordo con quelli suggeriti dalla Commissione, là ove essa dice:

« La superficie di riscaldamento, per le classi aventi una cubatura di 4 metri cubi per allievo, varia fra 400 e 800 centimetri quadrati per allievo, secondo le condizioni di disperdimento più o meno grande del calore attraverso alle pareti, e sopratutto attraverso ai vetri ed al soffitto ».

Non v'ha dunque, — conchiude il Planat, — che a conformarsi alle istruzioni della Commissione, esagerando anzi piuttostochè diminuire le cifre indicate, poichè tanto la superficie quanto l'altezza delle classi sono state accresciute dai nuovi regolamenti.

In tutti i calcoli precedenti si è supposto che l'altezza del camino di richiamo sia di 10 m.; è questa un'altezza media, generalmente adottata, e che basta per ottenere un buon tiraggio senza troppo spreco di combustibile. Bisogna notare però che non sempre si può disporre di una tale altezza, mentre talvolta si può invece ancora accrescerla vantaggiosamente.

È utile rendersi conto dell'importanza che può avere un tale vantaggio, e saper parimenti apprezzare gli inconvenienti dell'insufficienza d'altezza, per potervi rimediare nei limiti del possibile.

Perciò il Planat riprende i calcoli stabiliti, supponendo dapprima di non aver disponibile che un'altezza di 6 metri, poi che si possa invece arrivare fino ai 16 metri.

Da questi calcoli, che la ristrettezza dello spazio ci impedisce di riportare, si deducono delle conseguenze assai importanti, che noi riassumeremo brevemente.

Nel primo caso, cioè quando l'altezza del camino di richiamo è di soli 6 metri, la quantità totale di calore da fornire è di 20 000 calorie circa, invece delle 12 000 che si erano trovate per un'altezza di 10 metri. Si vede adunque quanto sia importante assicurarsi i mezzi di dare un'altezza conveniente ai camini di richiamo.

Evidentemente, se si fosse assolutamente costretti a non oltrepassare l'altezza di 6 metri, non ci si rassegnerebbe ad una spesa di combustibile tanto considerevole, e non si brucierebbe guari più carbone che nel caso di un camino alto 10 metri. Quale ne sarebbe la conseguenza?

Semplicemente questa che la velocità dell'aria nel camino non sarà più così grande, e perciò la stabilità della ventilazione sarà minacciata; il menomo colpo di vento dall'alto, una depressione sensibile all'interno possono produrre una inversione del tiraggio, come s'è constatato più d'una volta nelle installazioni di riscaldamento e ventilazione.

La velocità dell'aria essendo diminuita, il volume estratto è necessariamente minore, e la ventilazione si trova per ciò rallentata? No, se si ha cura di compensare la perdita di velocità con un accrescimento di sezione.

Tuttavia si deve notare che una tale modificazione contribuisce ancora a minacciare la stabilità della evacuazione, poichè si sa che, quanto più sono ampie le sezioni dei condotti dell'aria o del fumo, tanto più è facile che si stabiliscano in questi condotti delle correnti discendenti a lato delle correnti ascendenti.

Facendo i calcoli si trova che per non avere una maggiore spesa di combustibile che nel caso d'un camino alto 10 metri, si deve, nel caso attuale, ridurre la velocità dell'aria estratta nel camino a m. 1,70 (invece di 2) e quindi aumentare la sezione del camino stesso nel rapporto $\frac{2,00}{1,70}$.

A questo patto si può ottenere una ventilazione sufficiente senza dover aumentare la spesa di combustibile; ma si va incontro agli inconvenienti sopra accennati.

Nel secondo caso, in cui l'altezza del camino di richiamo sia di 16 metri, si trova che il numero di calorie occorrenti per aver sempre le stesse condizioni di riscaldamento e di ventilazione è di 8000 soltanto, in cifre tonde, invece di 12 000.

Si vede adunque quanto vantaggio si abbia ad elevare, il più che è possibile, l'altezza dei camini di richiamo; con ciò la ventilazione rimane assicurata, e si ha una notevole economia di combustibile.

Non è qui il caso di descrivere gli apparecchi di riscaldamento, ai quali è dedicato un articolo speciale di questa Enciclopedia (V. RISCALDAMENTO DEI LOCALI DI ABITAZIONE); diremo soltanto che gli apparecchi più comunemente impiegati sono le *stufe* ed i *caloriferi ad aria calda*. Descriveremo invece alcune disposizioni generali che possono venir adottate per la ventilazione delle classi, nel caso, più frequente, in cui queste siano riscaldate a mezzo di stufe.

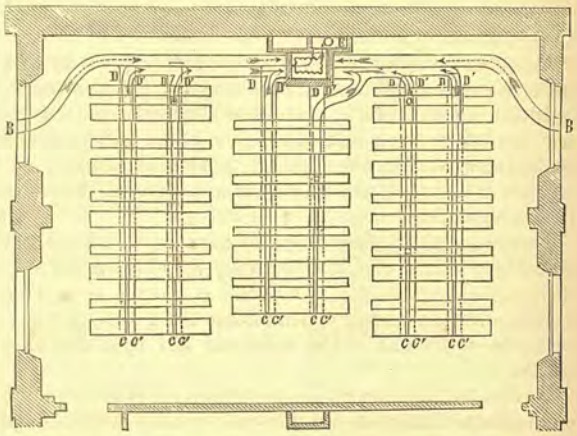


Fig. 2572. — Pianta di una classe con evacuazione dell'aria viziata.

La fig. 2572 rappresenta la pianta di una classe, riscaldata da una stufa del sistema *Giraudeau-Jalibert*, colla disposizione dei canali per la presa dell'aria fresca e per l'estrazione dell'aria viziata.

In B, B, su due lati opposti della classe, si hanno due prese d'aria di 10 decimetri quadrati ciascuna (il che corrisponde ad una velocità di 1 metro circa al secondo, e ad un volume di 700 metri cubi all'ora), le quali conducono l'aria fresca al disotto dell'apparecchio di riscaldamento. Queste prese d'aria sono utili tutte e due, poichè ve ne sarà sempre una che funzionerà più efficacemente, qualunque sia la direzione del vento.

L'aria fresca, dopo essersi riscaldata nella stufa, ne sfugge dalla parte superiore e sale al soffitto. Non è necessario fare uscire l'aria calda dal calorifero attraverso a molte bocche, poichè la sua rarefazione la obbliga, ad ogni modo, a salire in alto. Ma lo stesso non si può dire per l'evacuazione dell'aria viziata. Di fatti, l'aria della classe deve avere un movimento uniforme, e deve discendere lentamente per strati isotermici, senza spostamenti in senso orizzontale. Quest'aria non comincia a viziarsi se non allora quando essa raggiunge le teste della scolaresca; qui giunta, essa va viziandosi

ognor più, a misura che discende. È evidente, adunque, che le bocche d'estrazione devono essere situate nel punto più basso della classe, cioè presso il pavimento.

Ecco il modo più semplice per estrarre l'aria viziata, indicato dal Planat, e raccomandato da molti costruttori. Al piede dei tavoli della scuola si dispongono tre tavole *ab*, *bc*, *ad* (v. fig. 2573) formanti come un lungo cassone estendentesi per tutta la lunghezza del banco; nella tavola verticale anteriore *bc* si pratica una fessura longitudinale inclinata *e*, di 15 mm. di lunghezza; gli è attraverso a questa fessura che si evacua l'aria viziata, quando è giunta presso il pavimento, passando nel cassone *abcd*, e da questo nel condotto d'evacuazione CD (v. fig. 2572).

L'evacuazione dell'aria riesce in tal guisa pressochè uniforme; la sezione di passaggio è di $^3/_4$ di decimetro quadrato per allievo, ciò che corrisponde ad una velocità d'estrazione di m. 0,40 al secondo, insensibile coll'aria a 15°.

Per impedire l'ostruzione delle fessure *e* sarà bene ricoprirle con una tela metallica.

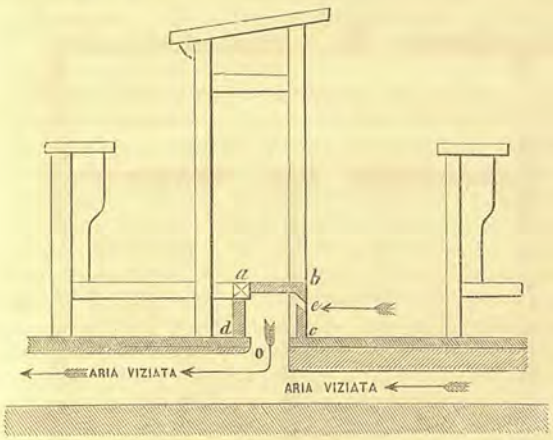


Fig. 2573. — Banco da scuola, con estrazione dell'aria viziata.

Questa evacuazione dell'aria viziata in diversi punti, e nel mezzo della classe, è ritenuta dai costruttori preferibile a quella che potrebbe effettuarsi attraverso ai plinti, poichè è evidente che l'aria, raffreddandosi più rapidamente a contatto dei muri, ivi discende pure più velocemente che nel mezzo della classe, e viene quindi in parte evacuata senza produrre alcun effetto utile. Si può conchiudere adunque che le aperture d'estrazione dell'aria viziata non devono estendersi oltre lo spazio occupato dalla scolaresca.

Nella pianta della classe (fig. 2572) si vedono sei condotti di evacuazione dell'aria viziata, CD, CD; due per ogni gruppo di banchi. La sezione di questi condotti va gradatamente crescendo da 1 a 5 decimetri quadrati. I tre condotti a sinistra dell'asse della classe, al pari degli altri tre, posti a destra, fanno capo ad un collettore la cui sezione è, in ogni punto, eguale alla somma delle sezioni dei condotti che esso riceve, e terminante nel camino d'evacuazione E, riscaldato dal tubo del fumo del calorifero.

Ogni condotto CD presenta, al disotto di ciascun tavolo, un'apertura di 1 decimetro quadrato; e, poichè i banchi sono a 5 posti, e sotto ogni banco passano due condotti, si avranno 2 decimetri quadrati ogni 5 allievi, con una velocità di evacuazione di m. 0,70 al secondo.

È evidente che, anche colla disposizione ora descritta, gli strati d'aria non discenderanno mai nella classe con una orizzontalità rigorosa, poichè, come già dicemmo, l'aria si raffredda e discende più rapidamente a contatto delle pareti. Converrà adunque cercare di rendere le pareti stesse più coibenti che sia possibile; facendo, per esempio, uso di doppie invetriate per attenuare la perdita di calore attraverso ai vetri, e dando alla classe un'altezza conveniente, ma non mai superiore ai 5 m., affinchè la superficie di raffreddamento non abbia una estensione troppo grande. Quest'ultima precauzione avrà per effetto di diminuire la differenza fra la velocità dell'aria in prossimità delle pareti, e quella dell'aria che discende nel mezzo della classe.

Prendendo tutte le precauzioni indicate, si realizza, secondo il Planat, una economia notevole di combustibile, perchè la diminuzione delle perdite dovute al raffreddamento permetterà di far arrivare l'aria calda alla temperatura di 35° soltanto, invece di 55° a 60°, il che è più vantaggioso sotto tutti i rapporti.

Per rendere facile la pulitura dei condotti di evacuazione, questi sono ricoperti, sulle striscie di palchetto C′ D′, da tavole che si possono sollevare quando si vuol procedere alla pulitura.

Nella sezione trasversale del banco (fig. 2573) si vede in O l'apertura di evacuazione di 1 decimetro quadrato, disposta sotto il tavolo e praticata nelle tavole amovibili C′ D′. In E, sulla pianta (fig. 2572) si trova il camino di evacuazione, che si innalza fin sopra il tetto, e nel quale è disposto il tubo del fumo del calorifero. Questo condotto ha una sezione trasversale di m. 0,65 × 0,27, vale a dire m. q. 0,1755. Deducendone m. q. 0,0254 per la sezione del tubo del fumo, il quale ha 18 cm. di diametro, rimane una sezione libera di 15 decimetri quadrati, ciò che corrisponde ad una velocità dell'aria di m. 1,30 per un'evacuazione di 700 m. c. all'ora.

Riporteremo ancora, dal Planat, due esempi d'installazioni di riscaldamento e ventilazione, per uso di scuole, eseguite dai sigg. Gaillard e Haillot, che hanno fatto un gran numero di installazioni di questo genere in Francia e nel Belgio.

La fig. 2574 rappresenta la pianta dell'Asilo della « Rue du Renard », a Rouen, colla disposizione dei condotti d'estrazione dell'aria viziata. L'Asilo comprende una sala per gli esercizi ed un cortile coperto, attiguo alla precedente. Due stufe in terra refrattaria, C, C, collocate in corrispondenza del muro di separazione, servono nello stesso tempo al riscaldamento ed alla ventilazione. Le prese d'aria A, A sono collocate nei punti più prossimi agli apparecchi di riscaldamento, su due muri opposti dell'edifizio.

Nella classe (sala per gli esercizi) l'aria viene estratta per mezzo di 5 condotti, B, B, di cui due si aprono sotto i banchi, dove sono agglomerati i bambini, e gli altri tre sull'asse della sala. Le sezioni di questi condotti sono tanto più grandi quanto più lungo ne è il percorso. Altri tre condotti B, a grande sezione, e diretti secondo l'asse dell'edificio, estraggono l'aria dal cortile coperto. L'aria fredda presa dall'esterno circola nelle stufe, si riscalda a contatto delle loro pareti di terra refrattaria, e viene versata nella sala; l'aria viziata, portata dai condotti di estrazione, sbocca, alla parte inferiore delle stufe C, nel camino, ove essa si mescola col fumo. Il tutto viene versato nell'atmosfera dall'orificio superiore del camino.

Il secondo esempio di installazione è quello della scuola di La Neuville, presso Amiens, di cui le fig. 2575 e 2576 rappresentano, in sezione verticale ed in pianta (del piano terreno) la disposizione. La scuola comprende due classi, riscaldate ciascuna da una stufa in ghisa; il

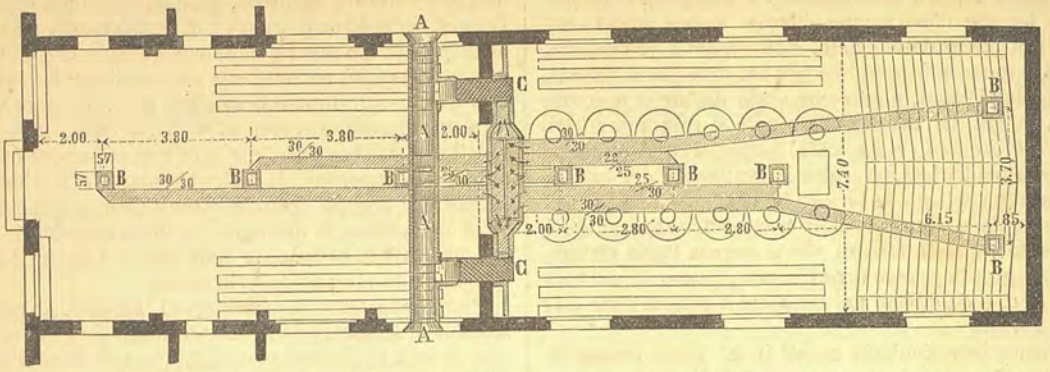


Fig 2574 — Pianta dell'Asilo della « Rue du Renard » a Rouen, colla disposizione dei condotti d'estrazione dell'aria viziata.

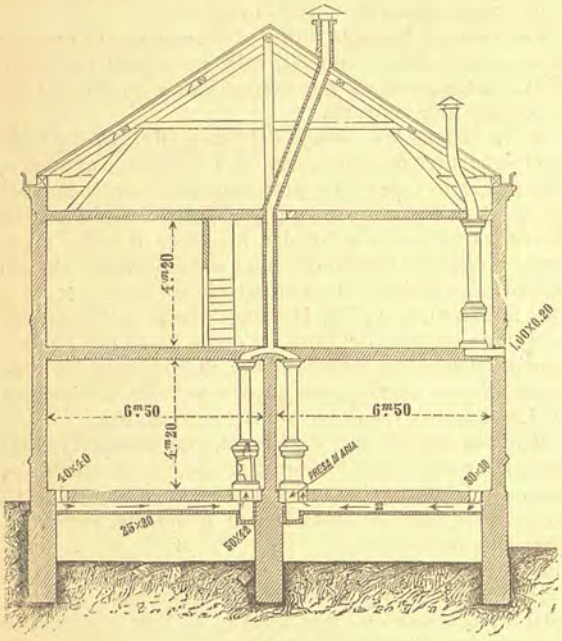


Fig. 2575.

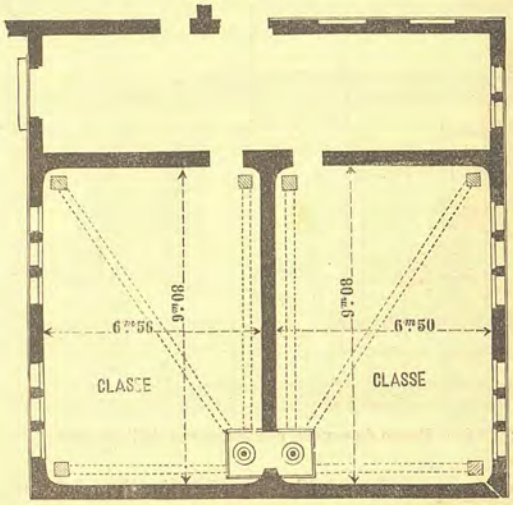


Fig. 2576.

Installazione del riscaldamento e della ventilazione nella scuola di La Neuville, presso Amiens.

richiamo dell'aria esterna si fa direttamente attraverso alla parete vicina alla stufa; il tragitto è così brevissimo. L'estrazione dell'aria viziata si fa per mezzo di tre condotti che prendono l'aria agli angoli della classe e la guidano allo zoccolo della stufa; di là essa risale, in un involucro speciale, fino alla parte superiore, dove si mescola col fumo; il tutto viene smaltito dal camino di estrazione.

Un sistema analogo al precedente è applicato, su più vasta scala, nella scuola di Sotteville-les-Rouen; per la descrizione di questa installazione veggasi l'opera del Planat più volte citata.

Riscaldamento con caloriferi. — Quando le scuole comprendono un gran numero di classi, può tornar più conveniente riscaldare tutto l'edifizio per mezzo di un solo calorifero centrale, disposto nei sotterranei, la cui condotta riuscirà certamente più comoda ed economica che quella di tante stufe collocate in ciascuna classe.

La ristrettezza dello spazio ci vieta di addentrarci in questo argomento; del resto il tema del riscaldamento con caloriferi è stato svolto da altri, e con maggior autorità, in questa stessa *Enciclopedia* (v. la voce RISCALDAMENTO DEI LOCALI DI ABITAZIONE); per l'applicazione speciale agli edifizi scolastici si terrà conto delle speciali condizioni in cui i medesimi devono trovarsi dal punto di vista tanto del riscaldamento, quanto della ventilazione. Chi desiderasse conoscere alcuni esempi di installazioni di questo genere può consultare l'eccellente opera del Planat, da noi ripetutamente citata, o alcuna di quelle altre, pure pregevolissime, che indichiamo nella *Bibliografia* che chiude il presente articolo.

Assai interessanti sono pure le installazioni di riscaldamento a mezzo dell'acqua calda e del vapore, che si riscontrano in molte scuole americane; ed il Planat ne descrive varie buone disposizioni. Presso di noi, finora, questo sistema di riscaldamento ha ricevuto limitatissime applicazioni.

Ventilazione naturale. — Ci rimane a dire qualche parola sulla ventilazione naturale che si può ottenere senza dover ricorrere al riscaldamento dell'aria viziata, e sulle precauzioni che si devono prendere per ottenere una aerazione sufficiente, specialmente durante l'estate.

Il mezzo più semplice di dar aria ad una classe è evidentemente quello di spalancare le finestre, quando la stagione lo permetta; ma in ciò fare si devono evitare le correnti d'aria, se le classi sono occupate, aprendo le finestre da un solo lato, salvo ad aprirle alternativamente sui due lati, quando esistono, per rinnovare completamente l'aria in tutte le parti della classe. Durante la ricreazione, invece, si devono spalancare tutte le aperture per stabilire delle correnti che spazzino l'aria viziata. È dunque assai importante, qualunque sia il sistema di illuminazione adottato, che ogni classe sia munita di aperture su due faccie opposte.

Quando, durante le lezioni, non si possano spalancare in pieno le finestre, bisogna almeno poterne aprire la parte superiore, adottando a tal uopo qualcuna delle migliori disposizioni sanzionate dalla pratica.

In Inghilterra si usano i *Ventilatori di Mackinell*, i quali altro non sono che piccoli camini di richiamo installati a partire dal soffitto, e che agiscono con una efficacia tanto maggiore quanto più grande ne è l'altezza. Si può collocare, sull'orifizio superiore di questi camini di richiamo, degli aspiratori, dei frangi-venti, o altri apparecchi che utilizzino, nel senso del tiraggio, l'azione del vento impedendo, in ogni caso, al medesimo di nuocere al tiraggio stesso.

Il Robson suggerisce di impiegare una cornice metallica cava, la quale fa il giro della sala, ed è composta di due condotti orizzontali sovrapposti, separati da un diaframma. Il condotto inferiore, messo in comunicazione coll'aria esterna, porta su tutta la sua lunghezza dei fori che riversano l'aria fresca nalla sala; il condotto superiore, egualmente bucherellato ove affluisce l'aria viziata, è messo in comunicazione con un camino di richiamo; il tiraggio si produce naturalmente per l'eccesso della temperatura interna su quella esterna. Questa disposizione è ben lungi dall'essere perfetta; il suo minore inconveniente è quello della vicinanza delle luci d'introduzione dell'aria fresca con quelle di estrazione dell'aria viziata, in causa della quale l'aria pura si mescola, non appena introdotta nella classe, coll'aria viziata che cerca un'uscita.

Il *Sistema Varley*, pure abbastanza diffuso nelle scuole inglesi, è una variante del precedente; i due condotti sono separati: quello che introduce l'aria fresca si estende lungo la cornice della sala su tre lati; il quarto lato è riservato al condotto d'estrazione. Questa disposizione è già preferibile alla precedente.

Ma il mezzo più semplice, ed efficace nello stesso tempo, è quello che consiste nell'utilizzazione dei condotti di richiamo che servono per la ventilazione durante la stagione invernale, e che dovrebbero esistere in tutte le classi di una scuola. Anche quando il riscaldamento venga sospeso, questi condotti non cessano di funzionare, bastando per ciò che la temperatura interna sia alquanto superiore a quella esterna.

Il Planat consiglia di disporre sempre le cose in modo da poter evacuare l'aria viziata ora dall'alto, presso il soffitto della classe, ora dal basso, presso il pavimento.

Volume d'aria necessario. — Abbiamo già detto che il rinnovamento dell'aria deve essere calcolato in base ad un volume d'aria minimo di 10 metri cubi all'ora per ogni allievo. Si ammette, infatti, che la proporzione d'acido carbonico nell'aria non deve oltrepassare 1 millesimo affinchè quest'aria conservi le qualità indispensabili di salubrità. L'aria normale contiene da 2 a 4 decimillesimi, in volume, di questo gas; l'aria espirata dai polmoni ne contiene invece da 4 a 5 centesimi; si comprende perciò come la respirazione di parecchie persone riunite in una sala non debba tardare molto a modificarne l'atmosfera, tanto più se si considera che nell'aria così espirata l'acido carbonico ha sostituito l'ossigeno, il quale è stato assorbito dall'organismo.

Secondo Parkes, ecco quali sarebbero le quantità di acido carbonico contenute nell'aria *dopo un'ora* secondo il volume d'aria messo a disposizione di ciascun individuo:

Cubatura dell'aria. Volume dell'aria respirabile attribuito a ciascun individuo.	Proporzione dell'acido carbonico proveniente dalla respirazione, se l'aria non viene rinnovata.
m. c. 3	0,0070
» 6	0,0030
» 9	0,0020
» 12	0,0015
» 15	0,0012
» 18	0,0010
» 21	0,00085
» 24	0,00075
» 27	0,00066
» 30	0,00060

Da queste cifre risulta che, se non si vuole oltrepassare il limite di 0,001 di acido carbonico, bisognerebbe fornire 18 m. c. d'aria per persona e per ora, nel caso in cui l'aria si rinnovasse solo ogni ora. E, siccome è impossibile dare alle sale una cubatura così grande, così si è obbligati a rinnovare l'aria più volte nello spazio di 1 ora.

Queste cifre teoriche, osserva giustamente il Planat, non devono ritenersi per assolute; poichè nel caso pratico, in qualsiasi locale, per quanto ben chiuso, avviene sempre un certo rinnovamento dell'aria attraverso alle fessure delle porte e delle finestre; rinnovamento che è tanto più attivo, quanto più la temperatura interna è alta. Le esperienze fatte su sale di scuole dal dottore Carl Breiting, e riferite dal Buisson nel suo « Rapport sur l'instruction primaire », hanno dimostrato che, per effetto delle accennate introduzioni d'aria, le cifre teoriche sopra riportate risultano alquanto superiori a quelle che si verificano in pratica, e che, nell'ipotesi che la classe offra una cubatura di 5 m. c. per allievo, basta rinnovare l'aria due volte all'ora, il che equivale a fornire 10 m. c. all'ora per ogni allievo, come si prescrive appunto dai vigenti regolamenti scolastici.

Mobilio scolastico — Banchi.

Nelle antiche scuole si dava assai poca importanza alla forma ed alle dimensioni dei banchi, non badandosi, in generale, a proporzionarli alla statura dei ragazzi, nè a dar loro le forme più convenienti acciocchè gli allievi prendessero delle buone attitudini durante il lavoro. Bene spesso un tipo unico di banco serviva per tutti; e così i più piccini si trovavano come sospesi, colle gambe penzoloni, mentre i più grandi erano costretti a ripiegarsi su se stessi, con grave danno dell'igiene corporale.

Da alcuni anni però, sull'esempio delle altre nazioni, si sono introdotte anche in Italia delle importanti migliorie nella costruzione dei banchi scolastici, specialmente col proporzionarne le dimensioni secondo la statura media degli allievi delle varie classi, e col renderne comodi tanto il soggiorno, quanto l'accesso e l'uscita dai medesimi.

Gli è dagli Stati Uniti (1) che partì, fin dal 1854, il segnale delle riforme. In Sassonia, verso il 1858, poi in Svizzera, molti medici presero l'iniziativa di una trasformazione che essi reclamarono come assolutamente indispensabile, sotto pena di gravi conseguenze per la salute e lo sviluppo dei fanciulli. Appoggiati dai più sperimentati e competenti specialisti, e fra gli altri dal celebre Wirchow, questi medici stabilirono delle statistiche come la seguente, le cui cifre hanno una terribile eloquenza:

Sopra 300 casi di deviazione della colonna vertebrale il dottor Eulenburg ne trovò 267 in cui lo sviluppo del male ebbe luogo durante l'età scolare; il dottor Frey, su 400 casi osservati nello spazio di sette anni, ne attribuisce 300 all'influenza della scuola, ecc.

Vi ha forse, come giustamente osserva il Planat, dell'esagerazione in queste cifre, dovuta ad uno zelo eccessivo, per quanto lodevole; ma non è men vero che la cattiva posizione del corpo durante le lunghe ore di scuola può produrre, in quella tenera età, le più disastrose conseguenze, dando luogo specialmente ai così detti *fenomeni morbidi* (gozzo scolare, deviazione della colonna vertebrale, miopia, ecc.).

Determinate così le cause del male, gli igienisti furono unanimi nello stabilire come *posizione normale* quella che soddisfa alle due condizioni seguenti:

1° Essendo il ragazzo completamente seduto, coi piedi posanti in pieno sul pavimento, le gambe devono formare colle coscie un angolo retto; e così pure le coscie devono fare un angolo retto col tronco;

2° Bisogna inoltre che il ragazzo, conservando questa posizione dei membri inferiori, possa scrivere senza far prendere alla parte superiore del corpo una posizione forzata, vale a dire, senza aver bisogno di incurvarsi sulla carta nè di alzare la spalla per arrivarvi.

Questa regola richiede, per essere soddisfatta, che il mobilio scolastico comprenda dei *modelli* di banchi di diverse grandezze, nei quali i ragazzi saranno collocati secondo la loro statura; le dimensioni di ciascun modello saranno stabilite come segue (Planat):

1° *Per il sedile*, altezza uguale alla lunghezza della gamba fino al ginocchio; larghezza eguale ai $^3/_5$ circa della lunghezza del femore; lunghezza, per ogni posto, eguale alla larghezza del corpo misurata da un gomito all'altro, con alcuni centimetri di giuoco da ambe le parti.

Volendo disporre una traversa d'appoggio per i piedi dei ragazzi, essa dovrà essere collocata a distanza tale che questi vi arrivino coi piedi senza aver bisogno di spingersi avanti sull'orlo del sedile.

Si deve sempre provvedere ogni banco di uno schienale disposto in modo da sostenere la regione lombare. Alcuni vogliono di più che questo schienale serva anche a riposare la schiena.

Si ammette sovente la regola fissata dal sig. De Bagnaux: l'altezza dei reni al disopra del sedile, aumentata di alcuni centimetri, dà l'altezza dello spigolo superiore dello schienale.

2° *Per il tavolo*, o *scrittojo*, si richiede generalmente che esso arrivi press'a poco all'altezza della cavità dello stomaco, e che la sua inclinazione sia compresa fra 13° e 20°.

3° Rimane a determinare un terzo elemento, ossia la distanza orizzontale fra lo spigolo posteriore del tavolo e lo spigolo anteriore del sedile. Generalmente si ammette che *lo spigolo posteriore del tavolo si debba trovare verticalmente al disopra dello spigolo anteriore del sedile* (distanza = zero).

Per i ragazzi più piccoli molti specialisti ammettono che il tavolo sopravanzi di alcuni centimetri al disopra del sedile (distanza negativa); per i più grandi invece si preferisce un certo giuoco (distanza positiva).

A questa regola si aggiunge, per fissare le posizioni relative del banco e dello scrittojo, che la distanza orizzontale fra lo spigolo di quest'ultimo e lo schienale del banco deve eccedere di alcuni centimetri lo spessore del corpo.

Conformandosi, nella costruzione dei modelli di diverse grandezze, alle regole suesposte, l'allievo si troverà seduto in posizione conveniente. Ma, d'altra parte, è necessario che l'allievo possa accedere comodamente al banco, circolarvi ed, al bisogno, tenervisi diritto, essendo ciò richiesto per alcuni esercizi; ora le disposizioni sopra indicate, lasciando poco o niente d'intervallo fra il tavolo ed il banco, vi si oppongono. Bisogna dunque procurare di conciliare queste due esigenze contradditorie, e « *gli è secondo il modo di soluzione adottato a questo riguardo che si devono apprezzare e classificare i diversi sistemi di banchi scolastici* » (Planat).

Diciamo subito che non vi sono che due soluzioni generali possibili: *il banco a distanza variabile*, che permette, collo stesso materiale, di realizzare la posizione a sedere senza che vi sia intervallo fra il banco ed il tavolo, e la posizione in piedi, con intervallo; ed il *banco a distanza fissa*, che è, nella maggior parte dei casi, come un compromesso accettante un certo intervallo fra il tavolo ed il sedile, per permettere al ragazzo di alzarsi, senza che questo intervallo sia tanto grande da compromettere seriamente la posizione a sedere. In alcuni tipi, tuttavia, questa distanza rimane nulla; ma allora i banchi non possono essere che a due posti, acciocchè i ragazzi non abbiano bisogno di circolarvi, cosa che sarebbe loro impossibile, o per lo meno assai disagevole; talvolta anche si fanno i sedili isolati.

Statistica. — Lo scopo a raggiungersi essendo adunque nettamente definito, soggiunge il Planat, rimane a sapersi con quali disposizioni si realizzeranno le condizioni sopra esposte, e perciò la prima cosa a farsi era di stabilire una statistica sulle stature e sulle proporzioni del corpo corrispondenti alle varie stature. In Francia, il Cardot ha rilevato con cura questi dati su circa 4000 allievi delle scuole di Parigi, ed ecco il risultato delle sue osservazioni.

Sopra 3940 ragazzi egli ha trovato: il 21 per cento di allievi la cui statura non raggiunge la misura di m. 1,10; il 22 per cento di allievi la cui statura era compresa fra m. 1,10 e m. 1,20; il 44 per cento fra m. 1,20 e m. 1,35; l'11 per cento fra m. 1,35 e m. 1,50; il 2 per cento soltanto di allievi la cui statura oltrepassava i m. 1,50.

(Non v'ha alcun dubbio che le medie così stabilite siano esatte ed applicabili in tutta confidenza alle scuole di Parigi; ma lo stesso non si può affermare quando si tratti di altri paesi. Per la Svizzera, per es., dalle statistiche compilate dalle Commissioni scolastiche della città di Zurigo risulterebbe che: *nelle ragazze*, il 3,2 per cento non raggiungono la statura di m. 1,10; il 18,5 per cento hanno una statura compresa fra m. 1,10 e m. 1,20; il 43,0 per cento fra m. 1,20 e m. 1,35; il 28,0 per cento fra m. 1,35 e m. 1,50; il 7,3 per cento hanno una statura superiore a m. 1,50; *nei ragazzi*, il 2,1 per cento hanno una statura inferiore a m. 1,10; il 13,5 per cento hanno una statura compresa fra m. 1,10 e m. 1,20,

(1) V. Planat, op. cit.

il 40,2 per cento fra m. 1,20 e m. 1,35; il 35,0 per cento fra m. 1,35 e m. 1,50; il 9,2 per cento hanno una statura superiore a m. 1,50).

Il Cardot procedette in seguito alla misura delle dimensioni delle parti principali del corpo; e la tabella seguente riassume le medie delle sue osservazioni:

	STATURA DEI RAGAZZI				
	sotto i m. 1,10	fra m 1,10 e m. 1,20	fra m 1,20 e m. 1,35	fra m. 1,35 e m. 1,50	Oltre i m. 1,50
	cm	cm	cm.	cm.	cm
Altezza della cavità dello stomaco al disopra del pavimento	46	51	58	66	75
Altezza della gamba, misurata al disotto dell'articolazione del ginocchio	28	31	35	40	46
Altezza dei reni al disopra del sedile	16	17,5	20	22	24
Lunghezza del femore	35	38	41,5	45,5	50,5
Spessore del corpo, sopra la cavità dello stomaco	15	15	15,3	16,2	17,5
Spessore della coscia, a metà lunghezza	8	9	10,5	11,8	12,25
Larghezza del corpo all'altezza dei gomiti, questi compresi	30	30	32	33,5	35

Si è osservato or ora che la ripartizione delle varie stature dei ragazzi può variare notevolmente da una regione all'altra; ma ciò non vuol già dire che i tipi di banchi debbano necessariamente essere diversi l'uno dall'altro; con tutta probabilità le proporzioni corporali si mantengono costanti per le varie stature, e quindi il tipo dei banchi non dovrà subire alcuna modificazione; solo in talune regioni occorrerà un numero maggiore di banchi dei modelli superiori, in altre si richiederanno più banchi dei modelli inferiori.

Abbiamo detto che le proporzioni si mantengono sensibilmente le stesse. Se infatti si esaminano le statistiche della Svizzera già citate, si trova, tanto pei ragazzi quanto per le fanciulle:

	STATURA DEI RAGAZZI									
	sotto i m. 1,10		fra m. 1,10 e m 1,20		fra m. 1,20 e m. 1,35		fra m 1,35 e m 1,50		Oltre i m. 1,50	
	fanciulle	ragazzi	fanciulle	ragazzi	fanciulle	ragazzi	fanciulle	ragazzi	fanciulle	ragazzi
	cm.	cm.	cm.	cm	cm	cm.	cm	cm.	cm.	cm.
Distanza verticale fra il sedile ed il gomito	16,4	15,5	18	17	19,1	18,5	20,1	19,5	22,5	21,5
Media . .	**16**		**17,5**		**18,8**		**19,8**		**22**	
Distanza verticale dello scannello al disotto della coscia	24,6	24	30	30	34,5	35	38	38	44	44,5
Media . .	**24,3**		**30**		**34,8**		**38**		**44,3**	
Lunghezza del braccio	40	41	46	44	50,5	49,5	53,5	53,5	59	62
Media . .	**40,5**		**45**		**50**		**53,5**		**60,5**	
Schienale; *minimum:* distanza verticale dal sedile alla vertebra cruciale	16	15	18	16	20,5	17	23,5	17	28	21,5
Media . .	**15,5**		**17**		**18,8**		**20,3**		**24,8**	
Schienale; *maximum:* distanza verticale dal sedile all'omoplata	25	24	27	25	30	26,5	32	28,5	36	37
Media . .	**24,5**		**26**		**28,2**		**30,3**		**36,5**	

Come risulta da questa tabella, le misure non vennero prese, in generale, come a Parigi; si può tuttavia paragonare fra di loro, per esempio, la lunghezza della gamba e l'altezza delle reni; nella statistica francese la prima varia fra 28 e 46 cm.; in quella svizzera fra cm. 25,3 e cm. 44,3; la seconda varia fra 16 e 24 cm. in un caso, e fra cm. 15,5 e 24,8 nell'altro.

Si vede dunque che le differenze non sono considerevoli, e che si può adottare con sicurezza una media approssimativa generale, alla condizione di non volerne dedurre conseguenze troppo rigorose, nè delle regole matematiche, affatto fuori di luogo in simile materia.

Dimensioni dei banchi. — Indicheremo ora, ricavandole dall'opera del Planat più volte citata, quali sono le dimensioni che si dànno ai banchi nelle scuole delle varie nazioni.

In Svizzera, per la città di Zurigo, le proporzioni adottate in base ai dati statistici sopra riportati sono le seguenti:

Età degli allievi . . . . . anni	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11	11 a 12	12 a 13	13 a 14
Statura . . . . . m.	1,01-1,10	1,11-1,20	1,21-1,30	1,31-1,40	1,41-1,50	1,51-1,60	1,61-1,70	1,71-1,80
Numero del modello	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
Inclinazione del legglo (14°)	8	8,7	9	9,5	10	10	10	10
Distanza verticale fra il legglo ed il sedile	19	20	21	22	23	24	26	28
» » fra il sedile e lo scannello . . .	26	30	34	37	42	43	46	49
» » fra lo scannello ed il pavimento .	22	16,3	11	6,5	—	—	—	—
Altezza totale del tavolo	75	75	75	75	75	77	82	87
Banco.								
Altezza del sedile sul pavimento	48	46,3	45	43,5	40	43	46	49
Larghezza del sedile	23	24	25	26	28	29,5	32	34
Altezza del sedile	39,7	37	36,4	34,9	31,4	32,4	36,4	39,4
Schienali.								
Inferiore: altezza dello spigolo inferiore sopra il sedile	12	14	15	16	17	18	19	21
Superiore: id. id. id. id.	19	20	22	23	24	25	26	28
Larghezza dello schienale superiore, per ragazzi . .	8	8	8	8	10	10	10	10
Id. id. id. per fanciulle. .	10	10	10	10	12	12	12	12
Tavolo.								
Larghezza del legglo	34	36	38	40	42	42	43	43
Parte fissa del legglo	16	18	20	22	24	24	25	25
Parte ribaltabile del legglo	18	18	18	18	18	18	18	18
Larghezza del fregio del legglo	11	11	11	12	12	12	12	12
Larghezza della tavoletta per i libri	20	20	20	24	24	24	27	27
Intervallo fra la tavoletta ed il legglo	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14
Lunghezza del legglo (per 2 allievi)	120	120	120	120	120	120	140	140

A Colonia vennero adottate le seguenti proporzioni:

Numero di classificazione	I	II	III	IV	V	VI	VII
Età degli allievi . . . . . anni	5 a 6	7 a 8	9 a 10	11 a 12	13 a 14	15 a 16	17 a 18
Statura . . . . . m.	1,04-1,12	1,15-1,23	1,24-1,33	1,35-1,43	1,46-1,55	1,57-1,65	1,67-1,75
Media . . . . . m.	1,08	1,19	1,28	1,39	1,50	1,61	1,71
	cm.	cm	cm.	cm	cm.	cm.	cm.
Altezza del sedile	31,7	34,5	38	40	42,7	45,5	48,2
Larghezza del sedile	21	22,3	23,5	24,7	25,8	26,9	28
Distanza verticale dal sedile allo spigolo anteriore del legglo	21	21,7	23,5	26	28	30,5	32,4
Distanza verticale dal suolo allo spigolo anteriore del legglo	52,1	55,5	58,8	66	70,7	76	80
Distanza verticale dal suolo allo spigolo posteriore del legglo	57,8	58,8	59,7	70,7	72,3	73,8	85,3
Distanza orizzontale dal sedile al legglo	77	82	87	92	98	10,4	11
Larghezza del bordo orizzontale del legglo	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
Larghezza della parte inclinata	29,1	30	30,9	31,7	33	34,2	35,5
Profondità del cassetto pei libri	26	26	26	26	26	26	26
Altezza massima del cassetto pei libri	13	13	13	13	13	13	13
Inclinazione dello schienale rispetto alla verticale . . .	1	1	1	1	1	1	1
Profondità del banco-tavolo	70,8	72,3	76,8	78,7	81	84,5	87,5
Larghezza per ogni posto	44,4	47	49,5	52	54,5	57	59,5
Lunghezza del legglo a 4 posti	1,55	1,73	2,92	2,10	2,20	2,30	2,40
Lunghezza del legglo a 5 posti	2,22	2,35	2,48	2,61	—	—	—

La tabella seguente contiene i dati principali relativi ai banchi adottati nelle scuole del Gran Ducato di Lussemburgo:

	STATURA DEGLI ALLIEVI					
	sotto i m. 1,10	fra m. 1,10 e m. 1,20	fra m. 1,20 e m. 1,30	fra m. 1,30 e m. 1,40	fra m. 1,40 e m. 1,50	fra m. 1,50 e m. 1,60
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N. 5	N° 6
	m.	m.	m.	m.	m.	m.
Altezza del soppedaneo sul suolo	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Sporgenza	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Lunghezza	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78
Larghezza inferiore dei fianchi del tavolo	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Larghezza inferiore dei fianchi del banco	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27
Altezza del tavolo sopra il soppedaneo (anteriormente)	0,45	0,50	0,55	0,60	0,64	0,68
Altezza del tavolo sopra il soppedaneo (posteriormente)	0,50	0,55	0,60	0,65	0,69	0,73
Larghezza del tavolo	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Lunghezza del tavolo	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Larghezza del canaletto	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Profondità del canaletto	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Altezza del sedile	0,27	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43
Larghezza del sedile	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
Altezza dello schienale	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Intervallo	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
Larghezza del soppedaneo	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Altezza del cassetto pei libri (posteriormente)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Altezza del cassetto pei libri (anteriormente)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Larghezza del cassetto	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Differenza (altezza del tavolo sul banco)	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25
Distanza nulla	0	0	0	0	0	0

Le misure normali adottate dall'autorità scolastica del Wurtenberg, prendendo per unità la lunghezza del corpo del ragazzo, sono le seguenti:

Larghezza del posto (da un gomito all'altro) . . = $^5/_{12}$ della lunghezza del corpo
Altezza del sedile sul pavimento . . . . . = $^3/_{10}$ » »
Larghezza del sedile . . . . . = $^1/_5$ » »
Altezza dello schienale sul sedile . . . . . = $^1/_4$ » »
Distanza teorica . . . . . zero
Differenza (altezza del tavolo sul banco) . . . . = $^1/_6$ » »
Intervallo orizzontale fra il banco e il soppedaneo = $^2/_5$ » »

Per ciò che riguarda la Francia, importa segnalare le proporzioni che il Cardot aveva fissato in base alle statistiche da lui rilevate; questo documento, dice il Planat, è tanto più interessante a conoscere in quanto che al medesimo si è evidentemente ispirato l'attuale regolamento francese.

Tipo del banco	I	II	III	IV	V
Statura dei ragazzi	sotto i m. 1,10	da m. 1,10 a m. 1,20	da m. 1,20 a m. 1,35	da m. 1,35 a m. 1,50	sopra i m. 1,50
	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
Altezza dello spigolo posteriore del tavolo sul pavimento	44	49	55	62	70
Altezza del sedile sul pavimento	27	30	34	39	45
Altezza dello spigolo posteriore del tavolo sul sedile	17	19	21	23	25
Altezza dello spigolo superiore dello schienale sul sedile	19	21	24	26	28
Larghezza del sedile	21	23	25	27	30
Distanza orizzontale fra lo spigolo posteriore del tavolo e lo schienale	18	18	19	22	26
Distanza orizzontale *negativa* fra lo spigolo posteriore del tavolo e lo spigolo anteriore del banco	3	5	6	5	4
Distanza orizzontale fra lo spigolo anteriore del banco e lo spigolo posteriore del tavolo quando il legglo è respinto indietro per permettere al fanciullo di stare in piedi	9	10	11	12	13
Spostamento (corsa) totale del legglo	12	15	17	17	17
Larghezza del legglo	35	37	39	42	45
Inclinazione del legglo			15° a 18°		
Larghezza di un posto sul tavolo	50	50	55	55	55
Spazio pel giuoco fra i gomiti	20	20	23	21,5	20
Larghezza totale del banco (sedile e tavolo)	69	74	79	85	92

Si noterà che non esiste un accordo completo fra le cifre contenute in tutti i documenti sopra riportati, le quali tuttavia furono dedotte da statistiche coscienziose. Ma è evidente che in una questione come questa non si può pretendere un rigore matematico; del resto le divergenze sono abbastanza leggiere e facilmente spiegabili. Intanto le cifre indicate hanno efficacemente contribuito alla formazione di un mobilio scolastico razionale, presentante i migliori requisiti igienici.

Ma, oltre alla questione capitale delle proporzioni che conviene dare ai banchi affinchè l'allievo prenda e conservi una buona attitudine, ve ne ha un'altra, pure importantissima, che riguarda la facilità dell'accesso ai banchi, e la possibilità di rizzarsi in piedi. Abbiamo visto che, perchè l'allievo seduto si trovi, quando deve scrivere, nella posizione più confacente, lo spigolo posteriore del legglo deve trovarsi sulla verticale che passa per lo spigolo anteriore del sedile; alcuni anzi fanno penetrare leggermente il sedile sotto il banco. In tali condizioni è evidente che il ragazzo non ha il posto per tenersi in piedi nel banco, e che, se questo è molto lungo (come erano i vecchi banchi scolastici a sei, otto e più posti), l'accesso ai posti centrali riesce estremamente incomodo.

La questione è stata risolta in due modi differenti, cioè: 1° Facendo il banco a due soli posti: allora i due allievi di ciascun banco possono accedervi con tutta facilità, uno a destra, e l'altro a sinistra, passando nelle corsìe lasciate fra le varie file di banchi. L'allievo che deve porsi in piedi esce allora dal banco e si colloca nella corsìa. Alcuni anzi hanno spinto la cosa più in là, facendo i banchi ad un posto solo; ma è evidente che questo sistema riesce più costoso, e porta a dimensioni di classi assai maggiori, a motivo del gran numero di passaggi liberi fra le diverse file di banchi; del resto non vediamo che gran vantaggio possano avere i banchi ad un sol posto su quelli a due. 2° Facendo mobili alcune parti del banco (generalmente il legglo, qualche volta il sedile, più raramente tutti due) in guisa da avere la *distanza* nulla quando l'allievo è seduto, e da poter dare a questa distanza il valore che si richiede per il comodo accesso al banco, o per l'uscita dal medesimo, o per potervi stare comodamente in piedi.

I banchi a parti mobili, così detti *a distanza variabile*, sono più costosi, e di minor durata; e, mentre al loro apparire essi erano stati accolti con entusiasmo, da qualche tempo si tende a ritornare ai banchi *a distanza fissa*, facendo una piccola concessione per ciò che riguarda tale distanza, portandola cioè a 8, 10 e fino a 12 cm. per rendere possibile lo starvi in piedi.

La tabella a pag. 1719 contiene la classificazione dei principali tipi di banchi; e la tabella a pag. 1720 a 1723 contiene i dati più importanti, relativi ai banchi dei diversi sistemi adottati nelle scuole primarie di Europa e degli Stati Uniti.

A queste tabelle facciamo seguire la descrizione dei principali tipi di banchi, cominciando dai banchi a distanza variabile, che incontrarono tante simpatie, per passare poi ai banchi a distanza fissa, fra cui ve ne ha di veramente eccellenti.

Tabella dei principali sistemi di banchi per scuole.

I. Banchi a distanza variabile	Per la mobilità del tavolo-leggio.	A *coulisse* (banco continuo e schienali isolati)		Sistemi Kunze (Chemnitz); modello Bahse ed Haendel (Sassonia); Kunze modificato da Liber (Ungheria); Kunze modificato da Schober (Moravia).
		A cerniera (banco e schienali continui)		Sistema del dott. Liebreich (Londra).
		A *coulisse* ed a cerniera (banchi ad un posto solo)		Sistema del dott. Sandberg (Svezia).
		A tiretto (banchi a due posti, schienale continuo)		Sistema Hatt (Alsazia).
		A doppio braccio di leva mobile in ferro		Sistema Cardot (Parigi).
	Per la mobilità del sedile	Su piede mobile dall'avanti all'indietro, schienale continuo		Sistema J. Kaiser (Munich).
		Su piede mobile in tutti i sensi, schienale isolato		Sistema Schleisinger (Breslavia).
		Su piede indipendente (seggiuolo), schienale isolato		Sistema Ross (Boston). Sistema Shattuck (Boston).
		Su piede indipendente, sedile a bilico (*bascule*)		Sistema Steinmetz (Svezia).
		Banco continuo a due posti		Sistema Andrews (Chicago).
	Per la mobilità del tavolo e del sedile.	Per ribaltamento completo (in ghisa)		Sistema della « Società nazionale del mobilio scolastico » (Nuova York).
		Per ribaltamento parziale (in legno)		Sistema Gatter (Vienna).
II. Banchi a distanza fissa	A largo intervallo (10 cm. e più).	Senza schienale, banco continuo a 8, 10 e più posti		Sistemi antichi.
	A intervallo ridotto (3 a 10 cm.).	Con schienale formato dai tavoli della fila posteriore di banchi		Sistemi delle scuole primarie prussiane (Berlino, Colonia, ecc.); del Wurtemberg (ordinanza del 1868); delle scuole di Landshut, di Ratisbona, ecc.; di Sheffield (Inghilterra); del sig. Grüllemeyer (Austria); della Scuola portoghese all'Esposizione di Vienna; del sig. Meyerberg (Svizzera); modello dell'Esposizione del 1867.
		A schienale indipendente ed isolato, banco continuo.	Ad altezza variabile	Sistema del dott. Frey (Zurigo).
			Ad altezza fissa	Sistema Train (Parigi).
	Senza intervallo	Ad altezza variabile	A sedile isolato (banco e schienale isolati). A due posti (banco e schienale continui).	Sistemi Bapterosses (Parigi e Briare); David e Dussoix (Ginevra); dell'Illinois: antico modello della Esposizione del 1867.
		Ad altezza fissa	A due posti (banco e schienale continui).	Sistemi del dott. Fahrner (scuole di Bâle, di Berna, d'Argovia); del dott. Guillaume (scuole di Neuchâtel); del dott. Buchner (Crevelt); di Buhl e Linsmayer (Munich).
			A tre e più posti (banco e schienale isolati).	Sistema del nuovo mobilio scolastico della città di Parigi.

Dati relativi al mobilio scolastico (banchi) per le scuole primarie, dei diversi sistemi.

COSTRUTTORE O SISTEMA, E PAESE	PRIMA CATEGORIA — BANCHI A STANZA VARIABILE — TRE SISTEMI									
	Mobilità del tavolo-leggio						Mobilità del sedile			Mobilità del tavolo e del sedile	
	Kunze (Sassonia)	Kunze, modificato da G. Liber (Ungheria)	Kunze, modificato da Schober (Modello detto *Tavola d'Olmütz*)	Sandberg (Svezia)	Callaghan secondo il dott. Liebreich (Inghilterra)	Cardot (Parigi)	J. Kaiser (Baviera)	Sclesinger (Breslavia)	Andrews ed altri tipi analoghi (Stati-Uniti)	National school-furniture C° di Nuova-York (Stati-Uniti)	E. Gatter (Austria)
Numero dei tipi graduati	8	4	9	4	?	3	6	1	?	4	1
Numero dei posti per ogni banco	2, 3 o 4	4	2	1	2	2 (occorrendo 3)	2 o 3	4	1 o 2 al più	1 o 2 al più	2 o 3
Dimensioni del tavolo-leggio.											
1° Profondità o larghezza (in senso trasversale)	33-39	32-35	28-37	37-45	41	35-40	30-36	50	40	35	40
Con allungamento possibile (a *coulisse*) di	11-13	10-12	10-13	10-13	—	11-15	0	0	0	0	0
Con ribaltamento (a cerniera) di	—	—	—	19-23	13	0	0	0	0	Totale	13
2° Lunghezza (da sinistra a destra) per ogni posto	57-63	54-64	60	50-60	50	45-55	—	50	60	55	60
3° Altezza dello spigolo toccante il petto dell'allievo:											
a) Sopra il pavimento (altezza totale)	47-80	80	44-76	—	69-73	50-72	—	75	60-70	58-71	72
b) Sopra il banco (differenza)	18-31 (1,5 cm. di più per ragazze)	18-21	16-30	18-21	—	18-26	—	—	—	—	30
4° Inclinazione	15° o 20°	15°	15°	15°	20° per la scritt. 40° per la lettura	13°	15°	13°	13°	13°	12°
Dimensioni del sedile.											
Banco continuo, o sedile isolato	Continuo	Continuo	Continuo	Isolato	Continuo	Continuo	Isolato	Isolato	Isolato	Isolato	Continuo
Fissato al tavolo davanti o a quello di dietro	Davanti	Davanti	Davanti	Davanti	Davanti	Davanti	Davanti	Davanti	Di dietro	Di dietro	Di dietro
Larghezza	23-24	25-29	21-29	—	—	23-30	33	40 (diametro)	—	32	—
Altezza sopra il pavimento	29-49 (1,5 cm. di meno per ragazze)	49	28-46	35-44	—	30-46	—	A volontà	—	—	—
Mobilità	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna (tranne nel modello per famiglia)	Nessuna (tranne in un modello speciale a cremagliera su piano inclinato).	—	Sedile girevole e su *coulisse*	Ribaltamento totale contro lo schienale	Ribaltamento totale contro lo schienale	Ribaltamento totale contro lo schienale
Dimensioni dello schienale.											
Schienale verticale per ogni posto, o traversa continua	Verticale (largo 23-28)	Verticale	Verticale (largo 16-24)	Verticale (largo 50-60)	Traversa	Traversa	Traversa	Semi-circolare, adattato al sedile	Continuazione della curva del banco	Continuazione della curva del banco	Il tavolo posteriore serve di schienale pressochè verticale
Altezza sopra il banco	25-36	25-28	18-33	35-40	—	18-27	—	—	—	40	—
Larghezza d'appoggio (dall'alto in basso)	25-36	25-28	18-33	35-40	—	10	—	—	—	40	—
Distanza orizzontale dallo schienale all'orlo del tavolo	22-23	25-33	20-30	31-33	—	23-30	—	—	—	33	—
Massimo spazio libero per la circolazione nel banco	13	12	13	13	13	15	—	A volontà	30	60	42
Appoggio per i piedi	Tavolato continuo fissato al banco	Tavolato, più una traversa	Tavolato e traversa	Tavolato a cerniera	Traversa	Nessuno	Traversa ad altezza graduabile	2 traverse sovrapposte	Traverse basse	Nessuno	Nessuno
Prezzo per ogni posto	L. 16 pel grande mod. a 2 posti; L. 10 a 11 per i banchi a 4 posti.	?	?	L. 16-18 (?)	L. 12-13 (?)	L. 25-30 (?)	—	—	—	—	—

NB. Tutte le misure sono espresse in centimetri. In ogni colonna il primo numero indica le dimensioni del modello più piccolo, il secondo quelle del più grande.

Segue: **Dati relativi al mobiglio scolastico (banchi) per le scuole primarie, dei diversi sistemi.**

COSTRUTTORE O SISTEMA, E PAESE	SECONDA CATEGORIA — BANCHI — DISTANZA FISSA — DUE SISTEMI									
	Senza intervallo				A intervallo ridotto					
	Bahse ed Haendel (Sassonia)	Buhl e Linsmayer (Baviera)	Scuole di Bâle secondo il dott Fahrner (Svizzera)	Scuole primarie del Portogallo	Bapterosses (Francia)	Nuovo mobiglio della città di Parigi	Grullemeyer (Austria)	Scuole primarie del Wurtemberg	Scuole di Landshut (Baviera)	Dott. Frey (Zurigo)
Numero dei tipi graduati	—	6	6	2	1	3	?	6	3	1
Numero dei posti per ogni banco	1 o 2 al più	2	2	2 al più	A volontà	3	2-4	4	—	1
Dimensioni del tavolo-leggìo.										
1° Profondità (larghezza) in senso trasversale	34-38	—	42	30	36	34-43	32	38-50	30-35	48
Con allungamento possibile (a *coulisse*) di	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con ribaltamento (a cerniera) di	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2° Lunghezza per ogni posto	—	60	60	57	54	50-55	55	46-68	50-60	60
3° Altezza dello spigolo toccante il petto dell'allievo:										
a) Sopra il pavimento (altezza totale)	68	61-74	72	66	—	66-80	70	66-77	60-70	Mobile a cremagliera
b) Sopra il banco (differenza)	18-24	20-25	18-25 (1,5 cm. di più per ragazze)	—	A volontà	34-36	—	20-28	23-27	
4° Inclinazione	15°	12°	15°	0°	15°	13°-15°	—	15°	—	15°
Distanza (scrivendo)	0	— 8	Da — 2 a + 2 per lo più 0	0	0	0	—	da + 3 a + 7	+ 8	8
Dimensioni del sedile.										
Banco continuo, o sedile isolato	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Isolato	Isolato	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo
Fissato al tavolo davanti, o a quello di dietro	Davanti	Davanti	Davanti	Di dietro	Indipendente	Davanti	Di dietro	—	Di dietro	—
Larghezza	—	33	23-31	28	28 (diametro)	31-37	—	23-33	21-24	25
Altezza sopra il pavimento	—	34-35	29-46 (1,5 cm. di meno per ragazze)	—	A volontà	32-45	—	32-48	34-42	46
Mobilità	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Disco piatto su piede ad altezza variabile	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna
Dimensioni dello schienale.										
Schienale verticale per ogni posto, o traversa continua	Verticale	Traversa	Traversa	Schienale formato dal tavolo della fila posteriore	Corta lista di legno adattata al sedile	Lista di legno convessa adattata a ciascun sedile.	Schienale formato da due liste di legno parallele	Schienale formato dai tavoli della fila posteriore	Schienale formato dai tavoli della fila posteriore	Verticale (largo 19 cm.)
Altezza sopra il banco	44	—	17-25	30	—	20-27	—	34-45	30	35
Larghezza d'appoggio (dall'alto in basso)	44		9	—	—	10	—	33-45	30	35
Distanza orizzontale dallo schienale all'orlo del tavolo	38	26-28	21-29	—	39	30-38	—	—	30-34	—
Massimo spazio libero per la circolazione nel banco	0	0	0	0	Passaggio fra i sedili	Passaggio fra i sedili	—	7	8	8
Appoggio per i piedi	Con o senza traversa	Piccola traversa	Zoccolo a altezza graduabile	Nessuno	Pedali in ghisa ad altezza variabile	Tavolato inclinato	Nessuno	Traversa	Nessuno	Traversa a cremagliera
Prezzo per ogni posto	—	?	?	?	L. 18 (senza schienale L. 12)	L. 15 a 25 (?)	—	—	L. 5 a 6	L. 6 a 8

NB. Tutte le misure sono espresse in centimetri. — In ogni colonna il primo numero indica le dimensioni del modello piccolo; il secondo quelle del più grande.

Banchi a distanza variabile.

A) *Sistemi con leggìo mobile.*

Nei sistemi seguenti la variabilità della *distanza* si ottiene mediante lo spostamento del leggìo.

Sistema Kunze. — Diamo la precedenza a questo sistema perchè esso è forse il più diffuso, tanto nella sua forma originale, di cui segue la descrizione, quanto con modificazioni più o meno radicali.

Nel sistema Kunze la mobilità del leggìo è ottenuta facendo il medesimo scorrevole a *coulisse* nel proprio piano. Le fig. 2577 e 2578 rappresentano, la prima in prospettiva, la seconda in sezione trasversale, un banco di questo sistema. Ogni leggìo come *a* è composto di

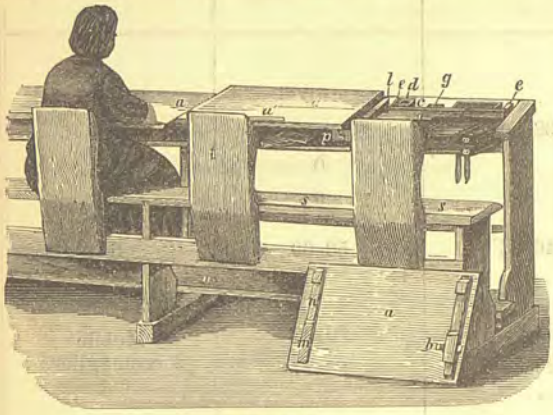


Fig. 2577.

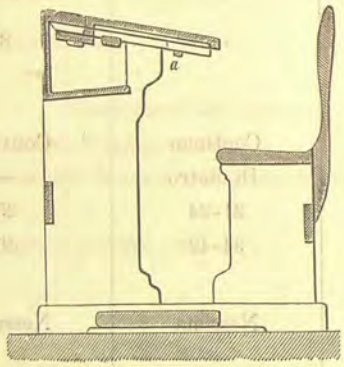


Fig. 2578.
Banco sistema Kunze.

diverse assicelle, accuratamente connesse a incastro, in modo da formare una tavoletta unica perfettamente piana ed indeformabile; il piano di questa tavoletta fa coll'orizzontale un angolo di 20°.

Ogni tavoletta può scorrere fra due scanalature laterali, nelle quali è guidata da due listelli *m* applicati sulla superficie inferiore della tavoletta stessa. Nella fig. 2577 è stato tolto uno dei leggìi, per farne vedere la parte inferiore e per mettere allo scoperto l'interno del tavolo. In ognuno di questi listelli è praticato un incastro *n* il quale colle sue due *battute* forma arresto contro la traversa *o*, per limitare la corsa del leggìo, che è mediamente di 12 cm.; il paletto *b* serve a fissare il leggìo nelle due posizioni estreme. Quando la tavoletta *a* è nella sua posizione inferiore, per la posizione *a sedere*, essa scopre il calamajo *d* situato nella parte superiore del banco, a sinistra; in tale posizione essa ricopre il sedile (cioè si ha una distanza negativa) di 2 cm. Ogni tavoletta *a* è provvista al basso di un listello *a'* in risalto, per impedire ai libri ed ai quaderni di scivolare al basso.

Il sedile *s* è continuo, ma è provvisto di tanti schienali isolati *t;* la larghezza del sedile è di 30 cm., la lunghezza di 60 cm. per allievo; gli schienali hanno una larghezza variabile fra 23 e 28 cm. secondo la grandezza del banco, ed un'altezza di 25 a 30 cm., in guisa da arrivare un po' al disotto degli omoplata. La superficie superiore del sedile forma collo schienale una curva continua.

Nei modelli più piccoli il banco è provveduto di un soppedaneo, inclinato, della larghezza di 30 cm.; l'altezza di questo appoggio sopra il pavimento è di 20 cm. per i fanciulli più piccoli, e decresce di modello in modello fino a 5 cm. per l'età di mezzo; i tre modelli più grandi ne sono sprovvisti. Si costruiscono 8 modelli, corrispondenti ad altrettante stature, che variano fra 1 m. e m. 1,75; ogni banco è a due, tre, od, al più, quattro posti.

Fig. 2579. — Banco sistema Liebreich.

Il banco Kunze, che teoricamente si può dire perfetto, presenta invece in pratica diversi inconvenienti abbastanza gravi. In primo luogo esso va rapidamente fuori d'uso, come succede di tutti i sistemi che portano parti mobili, i quali risultano evidentemente per ciò stesso più delicati; poi, se le guide della tavoletta non sono di legno ben secco, dopo un po' di tempo esse si sbiecano, e l'allievo non riesce più a far scorrere il leggìo nelle relative scanalature. Per ovviare a questo ultimo inconveniente si pensò di fare guide e scanalature in ferro; ma allora il rumore dei leggìi scorrenti sulle proprie guide riesce insopportabile. Talchè molte scuole, fra cui diverse di Torino, che avevano adottato il sistema Kunze, più o meno modificato in vista di migliorarlo, lo hanno ora abbandonato per ritornare ai migliori sistemi a distanza invariabile.

Sistema Liebreich. — In questo sistema si ottiene ancora la *distanza* variabile mediante la mobilità del leggìo, ma questa mobilità si estende solo ad una parte del medesimo; si fa cioè snodata a cerniera la parte anteriore del tavolo, che si può in tal guisa tenere abbassata, come nella fig. 2579, oppure sollevare e ribaltare sul corpo posteriore del leggìo. Le altre particolarità di costruzione del tavolo risultano chiaramente dalla figura. Quando la parte anteriore *c* è ribaltata sul corpo *b* del tavolo, essa presenta allora un piccolo

legglo, inclinato a 40° e provvisto in basso di un orlo, su cui l'allievo colloca il suo libro per le lezioni orali. Il Liebreich dà una certa importanza a questa disposizione, perchè, se si vuole evitare di rendere faticosa una lettura prolungata, il libro deve presentare precisamente un'inclinazione di 40°. In Austria si ottiene lo stesso scopo per mezzo di un semplice sopporto che l'allievo dispone sotto il libro.

Il Liebreich aveva dapprima immaginato di fare l'altezza del tavolo regolabile per mezzo di forti viti; ma in seguito trovò più pratico e conveniente fare diversi modelli per le diverse stature, come negli altri sistemi.

Nel sistema Liebreich il banco è indipendente dal tavolo; è generalmente a due posti, continuo, e, come il tavolo, è costrutto parte in ghisa, parte in legno (sedile e schienale).

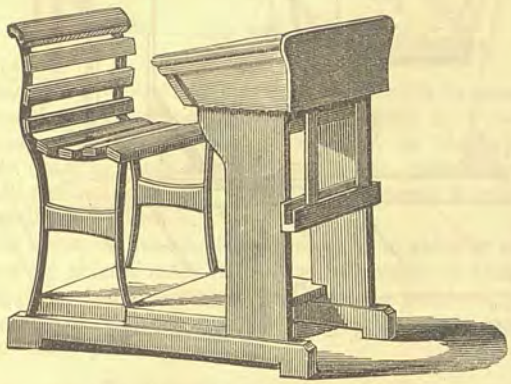


Fig. 2580.

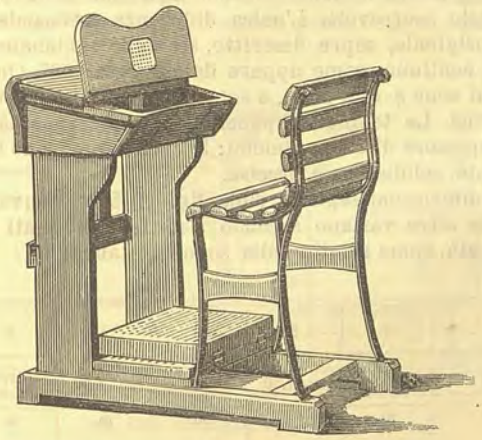


Fig. 2581.

Banco sistema Sandberg (fig. 2580 e 2581).

Sistema Sandberg (fig. 2580, 2581). — Questo sistema, adottato in molte scuole svedesi, è, per così dire, una combinazione dei due sistemi precedenti; difatti la parte superiore del tavolo è scorrevole dall'avanti all'indietro, come nel sistema Kunze, e di più la parte anteriore del legglo è snodata a cerniera (fig. 2581). Come appare dalla figura, questa parte ha lo spigolo anteriore non rettilineo, come nella pluralità dei banchi, ma bensì concavo, per permettere a tutto l'avambraccio di appoggiare sul tavolo senza che il petto ne venga compresso.

I banchi sono ad un posto solo. Il sedile e lo schienale sono fatti di diverse assicelle disposte secondo una curva bene studiata perchè il fanciullo seduto non possa scivolare verso il tavolo ed abbia le reni sostenute. Il soppedaneo è composto di due tavolette riunite a cerniera, per modo che si può sviluppare in un piano, come è indicato nella fig. 2580, oppure ribaltarle l'una sull'altra, come nella fig. 2581; in tal guisa il piano d'appoggio dei piedi può disporsi a due differenti altezze, secondo il bisogno. Gli allievi più grandi possono, ribaltando la parte mobile del soppedaneo come nella fig. 2580, stendere le loro gambe al di là del medesimo e poggiare i piedi sul pavimento.

Sistema Cardot. — In questo sistema, adottato dalla città di Parigi, il legglo è scorrevole dall'avanti all'indietro, come nel sistema Kunze, ed ha una corsa di 15 cm.; ma il movimento è ottenuto, non più con guide a *coulisse*, bensì per mezzo di due leve in ghisa, disposte alle due estremità del tavolo (V. fig. 2582 e 2583).

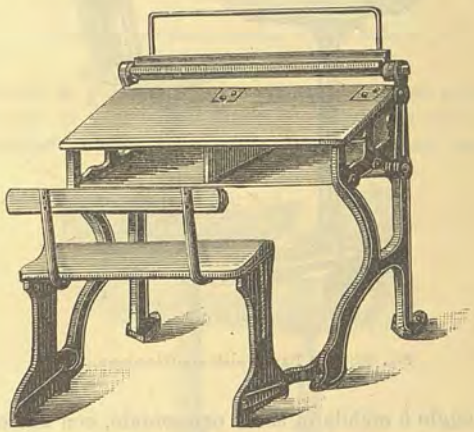


Fig. 2582.

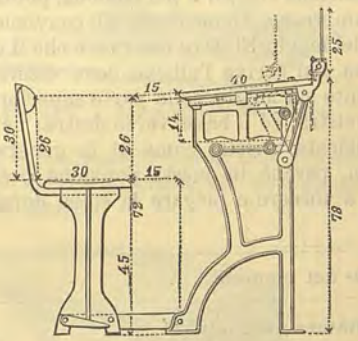


Fig. 2583.

Banco sistema Cardot (fig. 2582 e 2583).

Il legglo, invece della parte orizzontale per il calamajo e le penne, è munito, sul davanti, di un *portanodelli*; rialzato, questo riceve i modelli del disegno; inclinandolo, vi si possono collocare i libri a 40 gradi circa; ribaltato, copre i calamai; ed, in ognuna di queste posizioni, offre una parte cava per deporvi le matite e le penne. Tanto il tavolo quanto il banco sono portati da gambe di ghisa; lo schienale è una traversa di legno continua nei banchi a due posti (V. fig. 2582), mentre forma appoggio isolato quando il banco è ad un solo posto.

Sistema Glendenning. — Anche in questo tipo di banco, rappresentato nella fig. 2584, il legglo è scorrevole come nel sistema Kunze. Ecco come il dott. Roth descrive il banco inglese ad un sol posto, del sistema Glendenning, dopo aver detto che egli ritiene che questo

sistema, a cui ha collaborato, soddisfa a tutti i requisiti igienici che si possono desiderare in un banco da scuola.

L'altezza e la profondità del sedile, in relazione coi soppedanei, sono proporzionate all'altezza delle gambe (fino al ginocchio) ed alla lunghezza delle coscie. Lo schienale della sedia è fatto in guisa da presentare, verso il basso, una parte convessa corrispondente alla concavità della regione lombare, mentre sopporta l'estremità inferiore della spina dorsale; per contro, all'altezza delle spalle, la parte superiore dello schienale è concava, come si vede dalla figura.

Fig. 2584. — Banco sistema Glendenning.

Il legglo è mobile in senso orizzontale, con una corsa di 4 cm. circa; l'allievo può quindi prendere, per scrivere, la posizione che gli è più comoda, potendo appoggiare l'avambraccio, come meglio gli conviene, sul piano inclinato del legglo. Si deve osservare che il quaderno o la carta su cui scrive l'allievo deve essere collocata obliquamente sul legglo, colla parte superiore inclinata verso la sinistra, ed il basso verso destra; nè deve mai essere collocata diritta, come si fa generalmente in Inghilterra, perchè in questa posizione lo scrivente è obbligato a torcere e piegare la spina dorsale, il che predispone alle deviazioni della colonna vertebrale, alle spalle piene, alla schiena arcuata, ecc.

La parte superiore del legglo è munita di cerniere, e si può ribaltare, per la lettura, alla distanza più adattata alla vista. Le due tavolette d'appoggio pei piedi sono inclinate, essendosi riconosciuto che questa è, praticamente, la disposizione migliore.

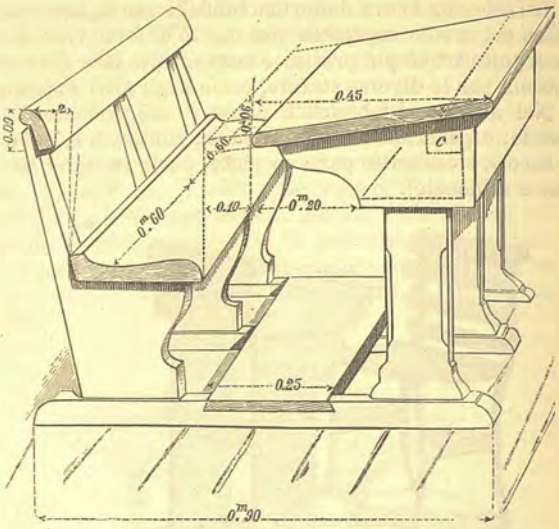


Fig. 2585. — Banco di sistema svedese.

Sistema Svedese. — I banchi delle scuole di Svezia e Norvegia sono costrutti secondo il sistema Kunze, cioè a legglo scorrevole. L'unica differenza essenziale dal tipo originale, sopra descritto, sta nello schienale che qui è continuo, come appare dalla figura 2585. Questi banchi sono a due posti, e sono costrutti interamente di larice. Le tavole componenti tutto il banco hanno uno spessore di 3 cm. almeno; le connessioni sono bene studiate, solidissime e precise.

Le dimensioni segnate sulla fig. 2585 sono invariabili; le altre variano secondo i modelli destinati alle varie età, come risulta dalla seguente tabella:

N° del modello	1	2	3	4	5
Statura degli alunni	fino a m. 1,10	m. 1,20	m. 1,35	m 1,50	oltre i m. 1,50
	m.	m.	m.	m.	m.
Altezza del sedile sul soppedaneo	0,30	0,33	0,37	0,41	0,45
Larghezza del sedile	0,21	0,24	0,26	0,29	0,32
Altezza del vano fra il sedile e lo schienale	0,21	0,24	0,26	0,29	0,32
Altezza del filo interno del legglo, tutto tirato giù, sul soppedaneo	0,485	0,540	0,605	0,670	0,740

Sistema Wackenroder (fig. 2586) *e sistema Wolf e Weiss* (fig. 2587). — Entrambi questi sistemi hanno la parte anteriore del legglo snodata a cerniera, come nel sistema Liebreich.

Il primo è completamente in legno; il secondo parte in legno e parte in ghisa. Entrambi i banchi sono a due posti, e non sono fissati al pavimento, essendo il sedile reso solidale col tavolo nel modo indicato dalle figure.

Il sistema Wackenroder figurava all'Esposizione di Parigi del 1878, ed è adottato in molte scuole austriache; il sistema Wolf e Weiss è in uso in un buon numero di scuole svizzere. In quest'ultimo sistema, i banchi per le femmine hanno, in luogo delle cerniere ordinarie, delle cerniere a copiglie, per mezzo delle quali si può disporre la parte anteriore del tavolo in posizione orizzontale, a fine di servire come tavolo di lavoro nelle lezioni di lavori femminili.

Tali sono i principali sistemi di banchi scolastici a legglo mobile; omettiamo la descrizione di molti altri, appartenenti alla stessa categoria, come quello di

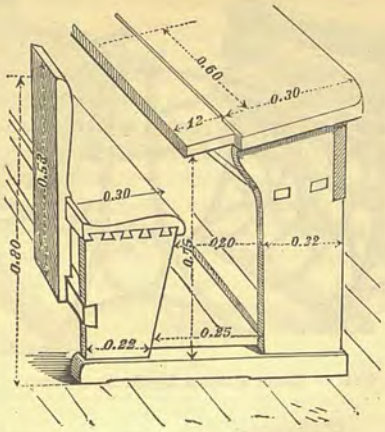


Fig. 2586. — Banco sistema Wackenroder.

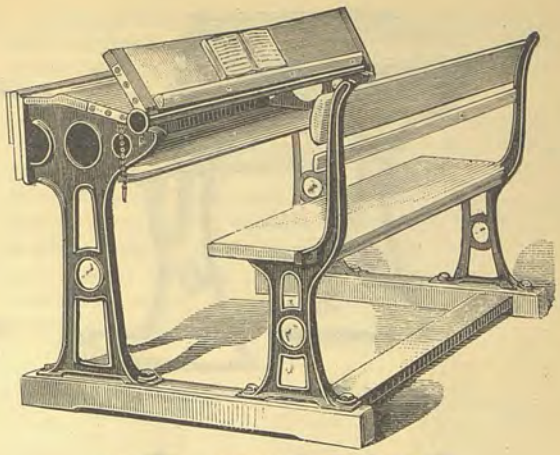


Fig. 2587. — Banco sistema Wolf e Weiss

Nawratil e Schober (che ebbe in Austria lo stesso successo che il sistema Kunze in Germania, ed è usato specialmente nelle scuole di Olmütz, in Moravia), quelli usati in Ungheria, in Alsazia, ecc., perchè tutti questi tipi non sono che varianti del sistema Kunze o del sistema Liebreich.

Del resto, da qualche tempo pare che si abbia la tendenza ad abbandonare nelle scuole i sistemi di banchi a legglo mobile, e specialmente quelli a cerniera, per ritornare ai banchi a distanza invariabile, con o senza intervallo.

B) *Sistemi con sedile mobile.*

Nei sistemi che seguono, la variabilità della *distanza* si ottiene facendo mobile, non più il legglo, bensì il sedile.

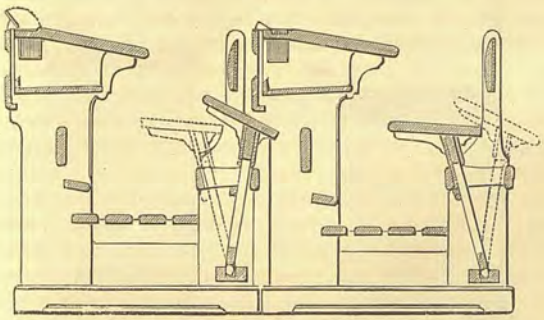


Fig. 2588. — Banchi sistema Kaiser.

Sistema Kaiser (figura 2588). — In questo sistema, adottato nelle scuole di Monaco, in Baviera, il tavolo e lo schienale sono fissi; i sedili sono isolati, e formati da una larga tavola, quadrata, fissata obliquamente sul proprio sopporto, il quale si muove oscillando dall'innanzi all'indietro, ed è mantenuto in ciascuna delle sue posizioni estreme da un paletto d'arresto. Il banco è costrutto completamente in legno.

Sistema Bapterosses (fig. 2589). — Questo sistema, che il Planat classifica fra i banchi a distanza variabile, ha il sedile mobile, ma solo in senso verticale; quindi ciò che si regola non è già la così detta *distanza* del banco, ma bensì l'altezza del tavolo sopra il sedile, in modo da adattarla esattamente alla statura dell'allievo. I banchi sono ad un solo posto. Ogni allievo ha il proprio sedile montato sopra una colonnetta di ferro che entra in un manicotto di ghisa, nel quale si fissa, a diverse altezze, per mezzo di una vite di pressione. La figura indica la disposizione che permette di regolare in pari tempo

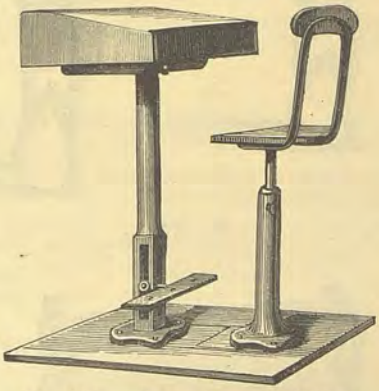


Fig. 2589. — Banco sistema Bapterosses.

l'altezza del soppedaneo. Si rimprovera a questo sistema di offrire all'allievo un sedile, ed un appoggio per i piedi, troppo stretti.

Fig. 2590. — Banco sistema Andrews.

Sistemi americani. — I sistemi a sedile mobile sono usati specialmente in America, dove non si bada tanto al costo del mobilio scolastico. Nei sistemi americani il tavolo, generalmente, fa corpo col banco dell'allievo situato nella fila anteriore. Lo schienale forma come un risvolto del legglo che sta dietro; il sedile è artico-

Fig. 2591 — Banco sistema Stevens.

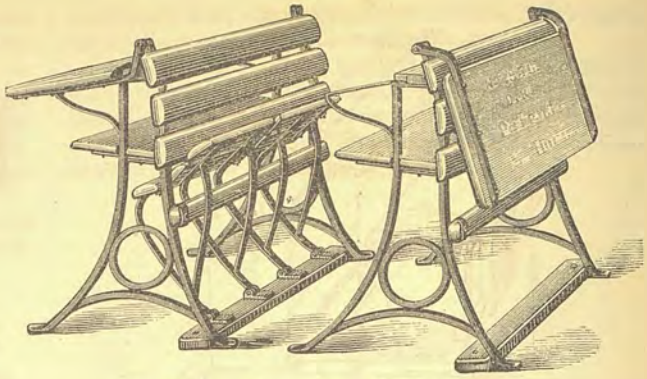


Fig. 2594. — Banco sistema Lieckroth e Comp.

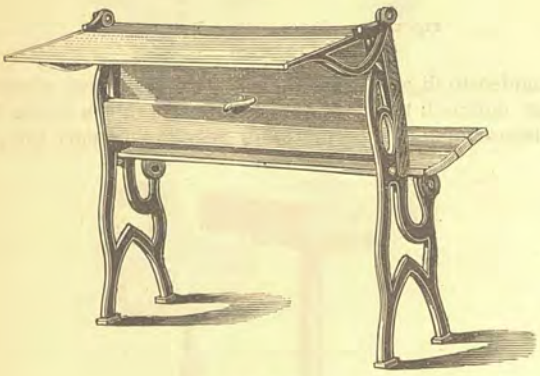


Fig 2592.

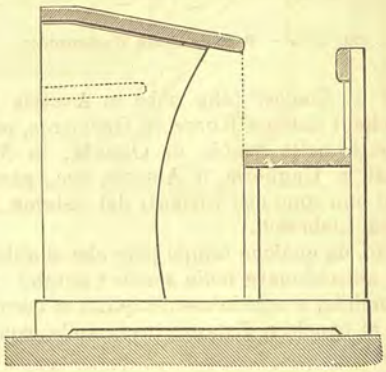


Fig. 2595. — Banco da scuola della città di Bâle.

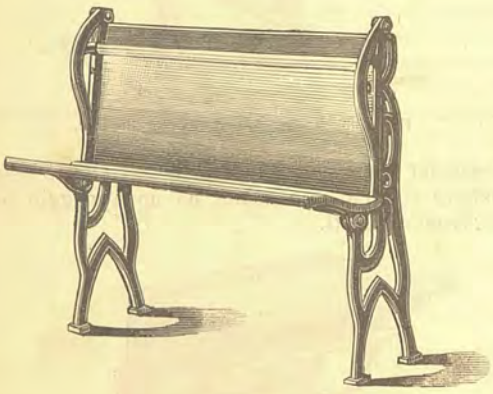


Fig. 2593.

Banco delle scuole di New-York (fig. 2592 e 2593).

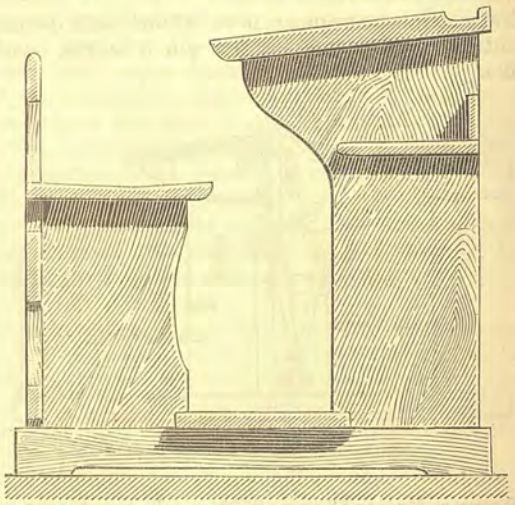


Fig. 2596. — Banco da scuola del Granducato di Lussemburgo.

lato posteriormente a cerniera e si può sollevare ed appoggiare contro lo schienale, lasciando così un largo spazio libero fra due file successive di banchi. Le fig. 2590 e 2591 rappresentano due dei sistemi più usati, cioè il sistema *Andrews* ed il sistema *Stevens*. I banchi sono ad un posto solo (altro lusso americano) o, tutt'al più, a due posti, ed hanno lo scheletro in ghisa.

C) *Sistemi che hanno mobile tanto il leggìo quanto il sedile.*

Evidentemente, quanto più cresce il numero delle parti mobili di un banco, tanto maggiore ne è la complicazione, e tanto più alto ne è il prezzo. Perciò anche questi banchi sono usati quasi esclusivamente in America, nelle numerose scuole-modello degli Stati Uniti.

Le fig. 2592 e 2593 rappresentano un banco adottato nelle scuole di Nuova-York; nella fig. 2592 il tavolo è rilevato nella posizione ordinaria; nella fig. 2593 esso è stato ribaltato contro lo schienale, descrivendo $^3/_4$ di giro attorno allo spigolo superiore di questo ultimo.

Anche il sedile si può sollevare ed appoggiare allo schienale, lasciando così fra le varie file di banchi uno spazio amplissimo. I banchi sono ad un posto solo, o, tutto al più, a due.

La fig. 2594 rappresenta un banco costrutto sul sistema americano dalla Casa *Lieckroth e Comp.* di Frankental.

Banchi a distanza invariabile.

A) *Primo tipo, senza intervallo (distanza nulla).*

Sistema della città di Bâle. — Questa città ha adottato nelle sue scuole un banco a distanza nulla di cui la fig. 2595 rappresenta una sezione trasversale; i regolamenti distinguono sei grandezze medie che il maestro è strettamente obbligato a distribuire secondo la statura degli allievi. Il banco è a due posti. Come si vede dalla figura, lo schienale è costituito da una semplice traversa di legno, assai stretta e leggermente convessa, che non ha altro ufficio che di sostenere le reni. L'appoggio per i piedi varia secondo la grandezza del modello.

Lo stesso banco, con leggerissime modificazioni, è in uso in alcune scuole di Berna e di Zurigo, dove porta il nome del dott. *Fahrner*, e a Neuchâtel, dove prende il nome dal dott. *Guillaume.*

Sistema Lussemburghese. - La fig. 2596 rappresenta, in sezione trasversale, il tipo di banco adottato in molte scuole del Gran Ducato di Lussemburgo, che figurava all'Esposizione universale di Parigi del 1878. Anche questo banco è a due posti, e l'accesso ne è facilitato dalla forma a mensola dei sostegni laterali del tavolo, in sostituzione agli antichi stecconi verticali. Il sedile è formato da una tavola unica, leggermente concava, per maggiore comodità del sedere.

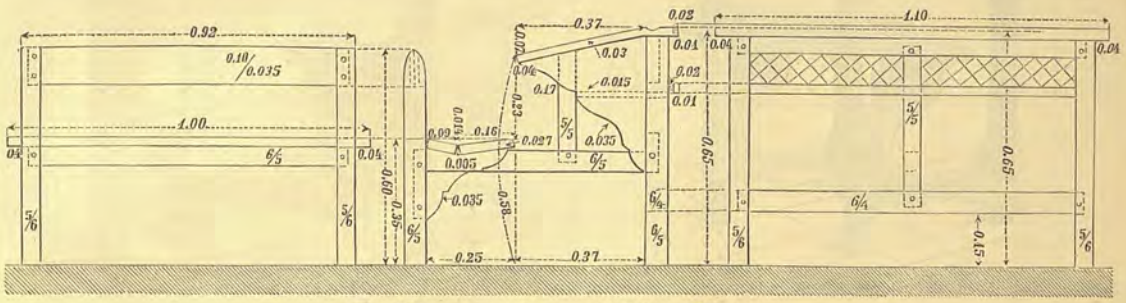


Fig. 2597. — Banco da scuola, sistema Thiervoz.

Sistema Thiervoz. — Questo sistema, in uso nelle scuole di Grenoble, è rappresentato nella fig. 2597. Il sedile di questo banco, come appare dalla figura, è formato di due tavole facenti fra di loro un angolo ottuso, in modo da presentare, ad un terzo circa della sua larghezza, a partire dallo spigolo posteriore, una leggiera depressione (14 mm.) destinata a rendere più comodo il sedervi. Un'altra particolarità di questo banco sta nella forma speciale del sostegno interno del leggìo, il quale è semplicemente costituito da un monaco portato da una traversa orizzontale disposta all'altezza del sedile, la quale separa i due posti del banco. I sostegni laterali sono a mensola, leggerissimi.

Per fissare le proporzioni dei banchi, il Thiervoz si è inspirato contemporaneamente alle teorie, generalmente ammesse in Francia, del Cardot, ed a quelle del dottor Cohn; quest'ultimo ritiene che l'altezza del banco deve essere uguale ai $^2/_7$ della statura, il che viene a dare l'altezza della gamba; per ottenere l'altezza dell'orlo del tavolo, egli aggiunge, a questi due settimi, $^1/_8$ per la taglia, più 3 cm. per alzare maggiormente i gomiti del fanciullo; questi calcoli concordano del resto quasi esattamente colle cifre del Cardot.

Il Thiervoz ritiene che, specialmente per le scuole primarie, tre modelli di banchi siano sufficienti.

Il primo modello comprenderebbe le stature comprese fra m. 1,10 e m. 1,22, corrispondenti ad un'età variabile fra 6 e 8 anni.

Il secondo le stature comprese fra m. 1,28 e 1,35, per età dai 9 agli 11 anni.

Il terzo modello sarebbe destinato alle stature comprese fra m. 1,43 e m. 1,51, ossia agli allievi di età compresa fra 12 e 14 anni.

Il modello n. 1 dovrebbe essere calcolato per una statura media di m. 1,16, corrispondente all'età di 7 anni; il modello n. 2 per una statura di m. 1,41, od un'età media di 10 anni; il modello n. 3 per una statura media di m. 1,46, od un'età di 13 anni.

Il Thiervoz, in appoggio alle teorie dei signori Cardot e Cohn, fa il seguente ragionamento:

La statura media dell'adulto è di m. 1,69; ora si noti che tutte le sedie ordinarie hanno, press'a poco, un'altezza di m. 0,45 ed una larghezza di m. 0,33; che i tavoli hanno mediamente un'altezza di m. 0,75, e che gli schienali dei seggioloni da ufficio hanno la loro parte superiore, verso lo spigolo arrotondito, a m. 0,78 dal suolo; finalmente, che l'inclinazione degli scrittoi varia fra 10 e 12 gradi, ossia è mediamente di 19 cm. per metro.

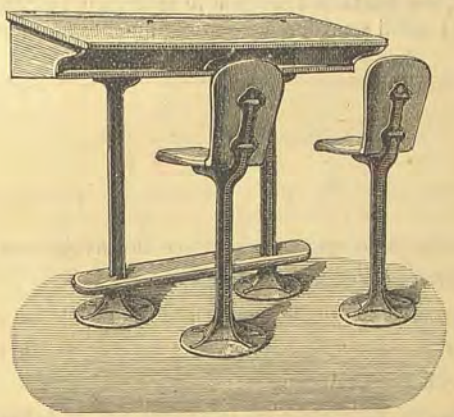


Fig. 2598. — Banco da scuola sistema Lemel (costruzione mista).

Queste dimensioni, calcolate per una statura media di m. 1,69, ed adottate universalmente in pratica, ci dànno dei coefficienti certi per ogni statura; questi coefficienti saranno eguali ai quozienti di ciascuna delle dimensioni sopra riportate, divisa per 1,69.

Moltiplicando adunque una statura data qualunque: 1° pel coefficiente 0,226 si otterrà l'altezza del sedile; 2° per 0,195, si avrà la sua larghezza; 3° per 0,443, si avrà l'altezza del tavolo; 4° finalmente per 0,461 si otterrà l'altezza della parte superiore dello schienale.

Sistema Lemel. — Il sig. Lemel, di Rouen, aveva presentato all'Esposizione universale del 1878, un tipo speciale di banco di costruzione mista, cioè parte in legno

e parte in ghisa, assai bene studiato nell'insieme e nei dettagli. La fig. 2598 rappresenta la disposizione del tipo in quistione. Il banco è a due posti, coi sedili isolati. Il tavolo è portato da due specie di colonnette in ghisa, solidamente fissate al pavimento per mezzo di bulloni che ne attraversano i piedi; le nervature di tali colonnette si estendono superiormente in forma di mensola per portare una piattaforma su cui si avvita il cassone del tavolo, il quale è in legno (abete del nord). La parte

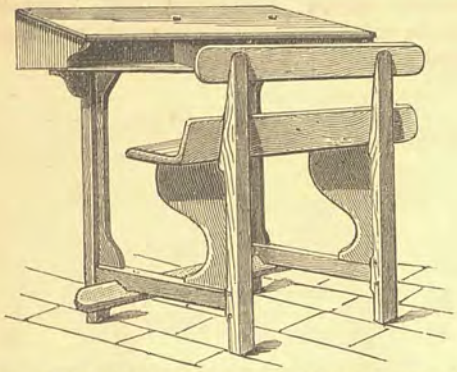


Fig. 2599. — Banco da scuola, completamente in legno, sistema Lemel

superiore del tavolo è in quercia, od altro legno duro. Il soppedaneo, in quercia, è largo da 10 ad 11 cm., ed è fissato alle colonne ad un'altezza conveniente, in guisa da permettere la spazzatura sotto i banchi, e da dare, nello stesso tempo, un comodo appoggio ai piedi dei ragazzi.

I sopporti dei sedili sono simili, nella parte inferiore, a quelli del tavolo; superiormente la nervatura esterna si protende curvandosi secondo un angolo leggermente ottuso, per portare il sedile e lo schienale, entrambi in legno. I sedili sono dunque completamente indipendenti dal tavolo, e possono essere isolati, come in figura, oppure formare un banco continuo, a due posti.

Lo stesso costruttore ha creato, posteriormente, un nuovo tipo di banco, completamente in legno, di costruzione solidissima. Le fig. 2599 e 2600 ne rappresentano rispettivamente la vista in prospettiva e la vista di fianco. I banchi sono anche qui a due posti, coi sedili

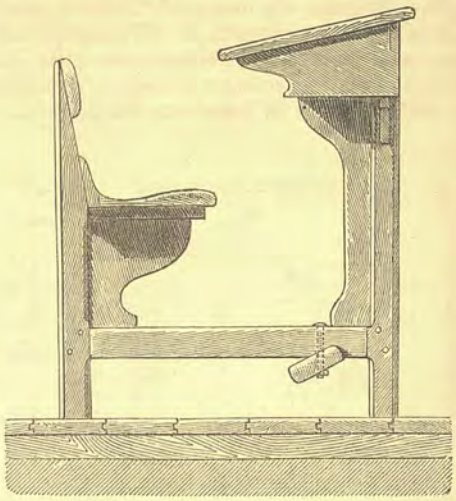


Fig. 2600. — Banco da scuola, completamente in legno, sistema Lemel.

isolati (lo schienale è continuo). Una caratteristica di questo tipo è la solidità delle unioni, che dà all'insieme una rigidità tanto più apprezzabile in quanto che i banchi non sono fissati al suolo, e si possono perciò trasportare per agevolare lo spazzamento della classe.

Il Lemel costruisce cinque grandezze differenti dei suoi banchi, adattate alle varie stature; le loro dimensioni sono indicate nella tabella seguente:

	STATURA DEI RAGAZZI				
	sotto 1 m. 1,10	da m. 1,10 a m 1,20	da m 1,20 a m. 1,25	da m. 1,25 a m. 1,50	oltre i m. 1,50
	m.	m.	m.	m.	m.
Altezza dello spigolo posteriore del tavolo sopra il pavimento	0,50	0,55	0,62	0,68	0,75
Altezza del sedile sul pavimento	0,31	0,34	0,38	0,43	0,47
Altezza dello spigolo posteriore del tavolo sul sedile	0,19	0,21	0,24	0,25	0,28
Altezza dello spigolo superiore dello schienale sul sedile	0,19	0,21	0,24	0,25	0,28
Larghezza del sedile	0,23	0,24	0,24	0,25	0,27
Distanza orizzontale fra lo spigolo poster. del tavolo e lo schienale	0,23	0,24	0,24	0,25	0,27
Distanza orizzontale fra lo spigolo posteriore del tavolo e lo spigolo anteriore del sedile	Nulla o a volontà.				
Larghezza del tavolo (legglo)	0,36	0,38	0,41	0,41	0,41
Inclinazione del legglo	18 gradi				
Lunghezza del banco per ogni posto	0,54	0,54	0,57	0,57	0,57
Larghezza complessiva del banco, in pianta	0,67	0,69	0,72	0,73	0,75

Generalmente i due primi modelli sono usati negli asili infantili; gli altri tre nelle scuole primarie.

Oltre ai banchi a due posti, il Lemel ne costruisce pure di quelli a quattro posti; tutti i banchi poi, mediante un leggero aumento di prezzo, si possono trasformare in banchi a distanza variabile (col legglo aprentesi a cerniera).

Sistema Gréard. — La figura 2601 rappresenta un sistema speciale di banco, a distanza invariabile, senza intervallo, ed a sedili isolati, che venne costrutto dietro

le indicazioni del sig. Gréard e adottato in diverse scuole di Parigi, invece dei tipi di cui diamo più sotto la descrizione. Questo tipo sta di mezzo fra i sistemi Fahrner e Bapterosses.

Sistema della città di Parigi. — La fig. 2602 rappresenta il modello dei banchi costrutti dietro le ultime prescrizioni del nuovo regolamento francese e adottati dalla Commissione scolastica della città di Parigi. Le dimensioni segnate in figura si riferiscono al modello n. 3. Il banco è interamente in legno, a due posti, e misura la lunghezza di 1 metro.

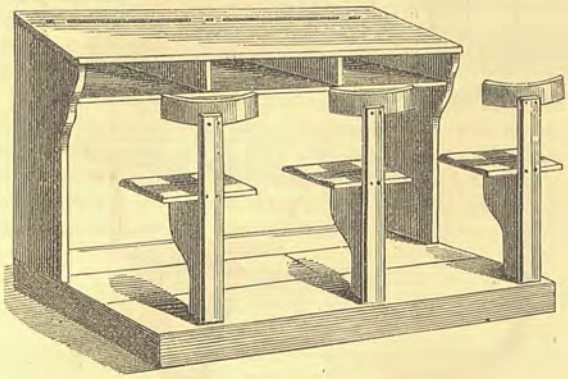


Fig. 2601. — Banco sistema Gréard.

Un altro tipo di banco, di costruzione mista, adottato dalla Commissione ed usato in molte scuole di Parigi, è a intervallo ridotto; ne daremo la descrizione più sotto.

B) *Secondo tipo, a intervallo ridotto.*

I banchi a intervallo ridotto hanno per mira di permettere ai ragazzi il facile accesso e lo stare in piedi nel banco, senza dover ricorrere alle parti mobili che rendono sempre il banco meno durevole. Essi però non possono raggiungere che incompletamente lo scopo, a meno di voler aumentare di tanto la *distanza* da cadere nel difetto ben più grave di obbligare l'alunno scrivente ad assumere posizioni difettose che, oltre allo stancarlo, possono esercitare sulla sua salute un'influenza dannosissima. Ad ogni modo, il vantaggio di non presentare parti mobili ha fatto adottare in molte scuole i sistemi meglio studiati di questo secondo tipo, dei quali descriveremo i più usati.

Sistema della città di Berlino. — La fig. 2603 rappresenta il sistema normale di banchi adottato nelle scuole della città di Berlino, di cui diamo qui appresso

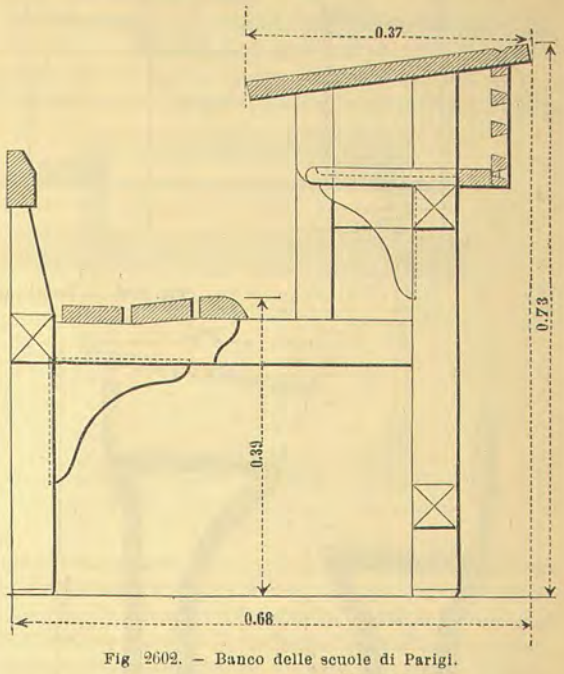


Fig. 2602. — Banco delle scuole di Parigi.

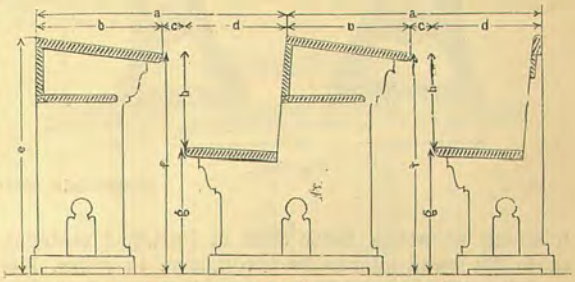


Fig. 2603. — Banchi delle scuole di Berlino.

le dimensioni corrispondenti alle lettere segnate in figura, secondo la natura della scuola a cui i banchi sono destinati, vale a dire secondo l'età degli allievi. Si costruiscono 4 diverse grandezze di tali banchi.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	Lunghezza per allievo
1° Scuole preparatorie al ginnasio, e classi inferiori delle scuole comunali	68	34	6	28	64	59	34	25	53 cm.
2° Sesta e quinta ginnasiale (primi corsi), e classi intermedie delle scuole comunali	74	37	8	29	70	65	38	27	56 »
3° Quarta e terza ginnasiale, e classi superiori delle scuole municipali	80	40	10	30	75	70	42	28	59 »
4° Seconda e prima ginnasiale	86	42	12	32	80	75	46	29	62 »

Come si vede, la *distanza* varia fra un minimo di 6 cm. ed un massimo di 12.

Sistema Wurtemberghese. — Nelle scuole del Wurtemberg si sono adottati dei banchi a intervallo ridotto aventi la forma e la disposizione rappresentata nella fig. 2604.

Come nei sistemi americani, ogni tavolo fa corpo col banco dell'allievo che sta seduto davanti; qui però i banchi sono completamente in legno, e non hanno parti mobili.

Sistema della città di Parigi. — Le fig. 2605 e 2606 rappresentano due modelli di banchi a intervallo ridotto, costrutti dal sig. Voillerau di Parigi, dietro le indicazioni del signor Cardot, ed adottati dalla Com-

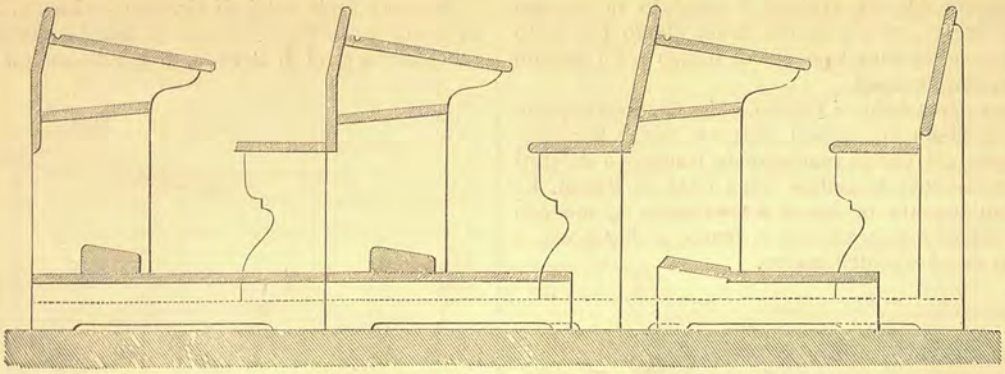


Fig. 2604. — Banchi delle scuole del Würtemberg.

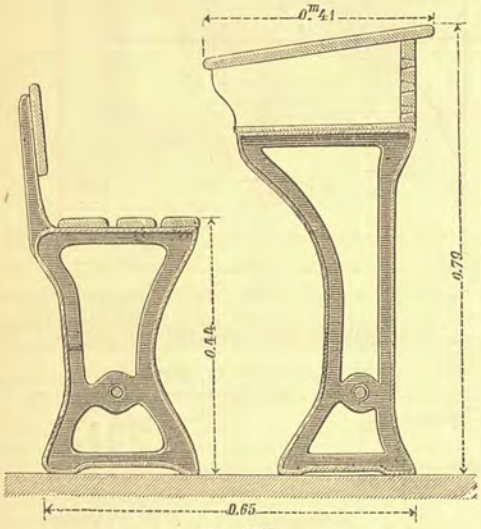


Fig. 2605.

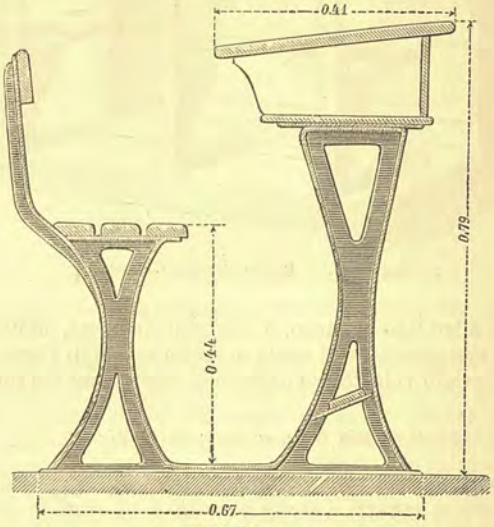


Fig. 2606.

Banchi delle scuole della città di Parigi.

missione scolastica della città di Parigi. I sostegni, tanto dei sedili quanto dei tavoli, sono in ghisa. Nel modello della fig. 2605 il banco è indipendente dal tavolo; nel modello della fig. 2606, invece, i sopporti

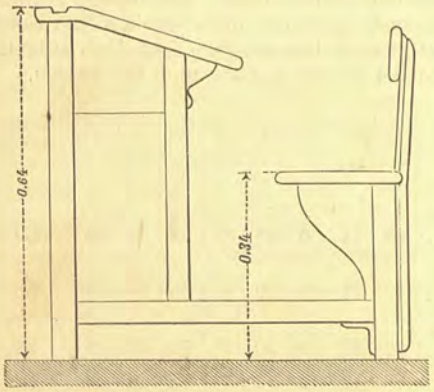


Fig. 2607. — Banco da scuola sistema Simon-Gardan.

del sedile e quelli del tavolo fanno un corpo solo, essendo collegati da un piastrone di ghisa che riposa sul pavimento. Quest'ultimo modello è stato adottato nelle nuove scuole di Saint-Ouen.

Sistema Simon-Gardan (fig. 2607, 2608). — Il signor Simon-Gardan costruisce cinque grandezze diverse dei suoi banchi, per cinque stature progressive. Le dimensioni segnate nella fig. 2607 si riferiscono al modello n. 3, che è il medio.

Il banco è completamente in legno, tranne i montanti che portano gli schienali, i quali sono in ferro a T. I banchi sono a due, od a quattro posti; questi ultimi presentano il vantaggio di una maggior stabilità, per

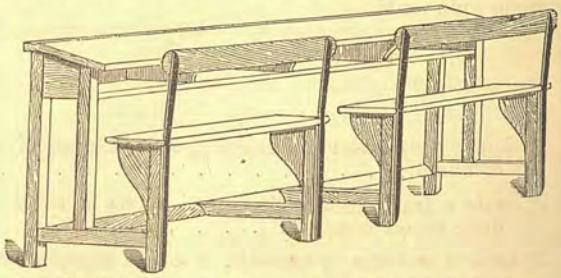


Fig 2608. — Banco da scuola sistema Simon-Gardan.

cui non richiedono di essere fissati al suolo; e l'accesso ai posti di mezzo vi è facilitato dividendo in due il banco propriamente detto (sedile e schienale), mentre il tavolo è continuo. L'appoggio per i piedi è costituito dalla stessa traversa longitudinale inferiore del tavolo, convenientemente arrotondita dalla parte dell'allievo; questa disposizione è preferibile ai soppedanei a sezione rettangolare, che si logorano molto rapidamente negli spigoli.

Forma e dimensioni delle classi.

Non occorre spendere parole per dimostrare che la rettangolare è la forma più conveniente da adottarsi per la pianta delle classi. L'igiene suggerisce di arrotondarne tutti gli spigoli, per evitare i ristagni d'aria e di polvere e per facilitare la pulitura.

Quanto alle dimensioni, trattandosi di un progetto di massima, esse possono essere determinate direttamente in base al numero di allievi che ogni classe deve contenere, attenendosi alle prescrizioni dei regolamenti locali, che riguardano l'area minima di pavimento, ed il minimo volume d'aria da attribuirsi a ciascun allievo. Per il progetto definitivo è invece preferibile procedere nel seguente modo.

Fissato il tipo di banco che si vuole adottare, dal numero degli allievi si dedurrà quello dei banchi stessi, secondochè essi sono ad uno, due o più posti. Si passa allora a fare la distribuzione di questi banchi, raggruppandoli sopra un'area rettangolare, in tanti ranghi di un egual numero di banchi (v. le fig. 2609 a 2615).

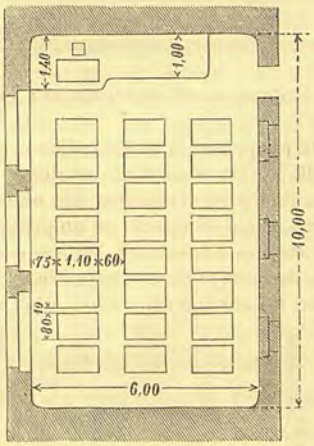


Fig. 2609. — Sala per 48 alunni; luce unilaterale e banchi a 2 posti.

Per maggior chiarezza chiameremo *ranghi* le file risultanti da una serie di banchi collocati uno *accanto* all'altro; e chiameremo *file* quelle costituite da più banchi posti uno *dietro* all'altro. I ranghi fanno faccia all'insegnante; le file sono dirette verso il medesimo. Per la comodità della circolazione si deve lasciare, fra due file contigue di banchi, un passaggio, o *corsìa*, di larghezza conveniente. Questa larghezza vuol essere almeno di 50 cm., meglio se di 60. Così pure fra i muri laterali e le estremità dei ranghi devesi lasciare, da ciascun lato, un passaggio non inferiore mai a 60 cm., ma che, se si può, è bene portare a 75 cm.

Una distanza di 2 m. almeno deve essere lasciata, per la cattedra, in testa ad ogni classe, dal muro al primo rango di banchi. Fra l'ultimo rango di banchi ed il muro che gli sta dietro devesi pure lasciare un passaggio avente la stessa larghezza dei passaggi perimetrali. Finalmente, per alcuni tipi di banchi, voglionsi lasciare 10 cm. fra lo schienale di un banco ed il filo esterno della tavola di quello che gli vien dietro (intervallo fra i ranghi).

Fissate tutte queste distanze, le dimensioni della classe restano perfettamente determinate.

Un'avvertenza devesi avere nel modo di raggruppare i banchi, il quale deve essere diverso secondochè la classe è illuminata col sistema unilaterale, oppure col bilaterale. Nel primo caso si deve badare a non disporre sopra uno stesso rango troppi banchi, affinchè l'ultimo di ciascun rango, cioè il più distante dalle finestre, riceva ancora una luce sufficiente.

Mediamente si può ritenere che, nel caso considerato, la larghezza della sala non deve mai eccedere i m. 6,50. Quando invece la sala riceve luce dai due lati, si può aumentare questa larghezza, facendo i ranghi più lunghi,

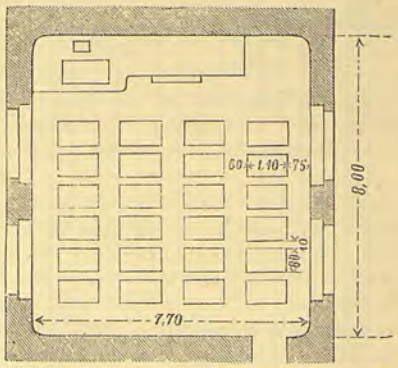


Fig. 2610. — Sala per 48 alunni; luce bilaterale e banchi a 2 posti.

e quindi in numero minore; con che si ha il vantaggio di avvicinare al maestro ed alla lavagna l'ultimo rango di banchi. In generale adunque le classi numerose con illuminazione unilaterale risultano di pianta decisamente rettangolare, colle finestre sul lato maggiore; mentre la pianta delle classi illuminate col sistema billaterale si avvicina alla forma quadrata.

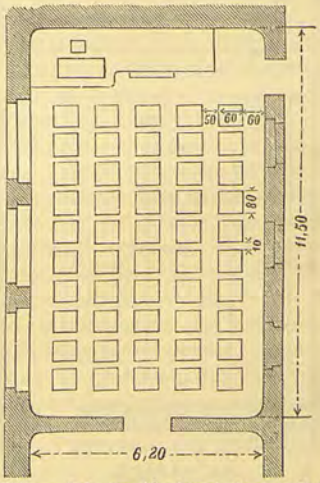


Fig. 2611. — Sala per 50 alunni; luce unilaterale e banchi ad un solo posto.

Le fig. 2609 e 2610 mostrano la disposizione più razionale di una classe per 48 alunni, nelle due ipotesi, cioè quando si voglia adottare la luce unilaterale (fig. 2609), e quando si abbia invece la luce sui due lati (fig. 2610), e nel caso in cui si abbiano banchi a due posti.

Nel primo caso, colle dimensioni dei banchi e degli spazi liberi segnate in figura, occorrerebbe una sala larga 6 m. e lunga 10; questa lunghezza è invero un po' eccessiva, ma si può facilmente ridurre diminuendo alquanto la profondità dei banchi (supposta, per abbondanza, di 80 cm.) e riducendo l'intervallo di 10 cm. fra i ranghi.

Ritenendo le dimensioni indicate in figura, l'area per ogni allievo risulterebbe di m^2 1,25 ed il volume d'aria,

nell'ipotesi di un'altezza della classe di m. 4,10, sarebbe di m^3 5,125.

Nel secondo caso risulta una sala lunga 8 m. e larga m. 7,70; l'altezza può essere limitata a 4 m.; e con ciò la superficie per ogni allievo risulta di m^2 1,28, il volume d'aria di m^3 5,112.

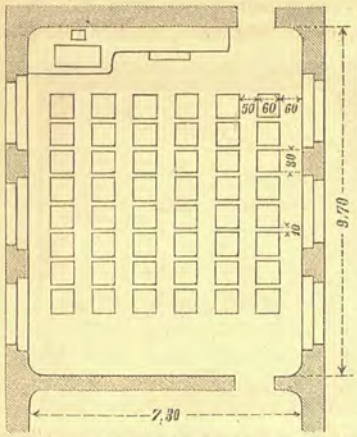


Fig. 2612. — Sala per 48 alunni; luce bilaterale e banchi ad un solo posto.

Le fig. 2611 e 2612 mostrano la disposizione di una classe per 50 allievi, nelle stesse due ipotesi di luce unilaterale e di luce bilaterale, ma con banchi isolati, uno per allievo.

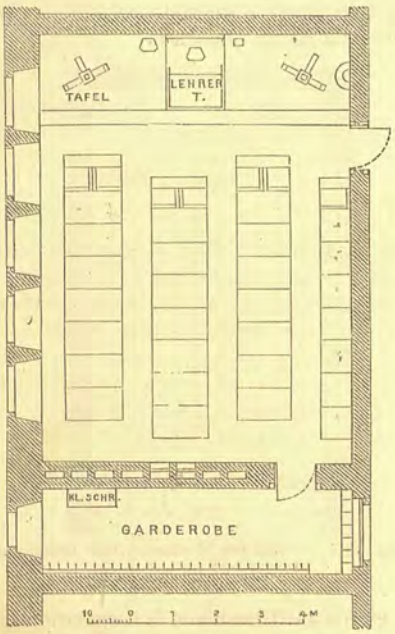


Fig 2613. — Sala per 48 allievi; luce unilaterale e banchi a 2 posti.

Nella prima ipotesi la sala riesce larga m. 6,20 e lunga m. 11,50. Questa lunghezza, anche ridotta di alquanto, come sopra, è sempre eccessiva, e ciò dimostra che il sistema di banchi ad un posto solo non si può adottare per le classi molto numerose, quando queste sieno illuminate solo da una parte. Questa ragione, unita all'altra, altrettanto importante, del maggior costo, ci spiega perchè nelle nostre scuole, illuminate quasi sempre col sistema unilaterale, i banchi isolati non abbiano attecchito, mentre essi sono assai diffusi all'estero, e specialmente in America, dove non si bada tanto al costo, e dove è universalmente adottato il sistema d'illuminazione bilaterale.

Nella seconda ipotesi (luce bilaterale) la sala riesce larga m. 7,30 e lunga m. 9,70; questa lunghezza si può notevolmente diminuire riducendo il passaggio lasciato fra l'ultimo rango di banchi ed il muro, il quale è sovrabbondante. Facendo, in questo secondo caso, la classe alta 4 m., la superficie per ogni allievo risulta di m^2 1,47, ed il volume d'aria di m^3 5,88.

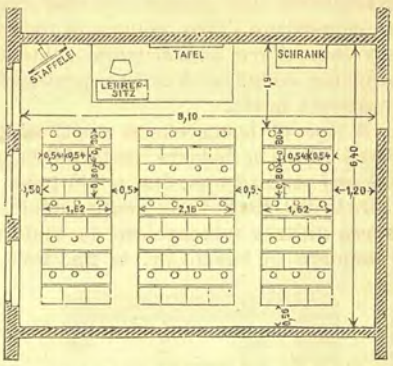


Fig. 2614. — Classe per 50 allievi; banchi a 3 ed a 4 posti.

La fig. 2613 rappresenta la disposizione speciale di una classe per 48 allievi, con illuminazione unilaterale, e con banchi a due posti (salva la fila estrema a destra, contro il muro, che è di banchi ad un posto solo); questa disposizione è stata adottata in una scuola municipale di Monaco in Baviera; i banchi sono costrutti sul sistema dei dott. Buhl e Linsmayer.

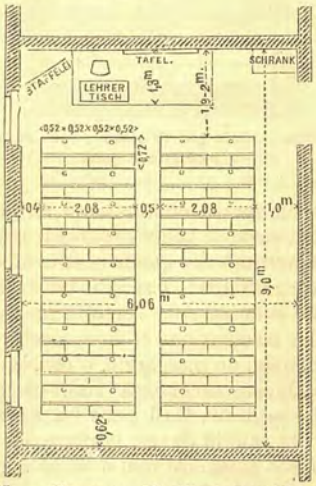


Fig. 2615. — Classe per 72 allievi; banchi a 4 posti.

Adottando banchi a più di due posti si riducono sensibilmente le dimensioni delle classi. La fig. 2614 rappresenta una classe per 50 allievi, con banchi a tre ed a quattro posti. È il tipo normale delle classi superiori delle scuole elementari e della quarta e terza ginnasiale della città di Berlino.

La fig. 2615 rappresenta la pianta di una classe per 72 allievi, con due sole file di banchi, tutti a quattro posti. Anche questa disposizione è adottata nelle scuole elementari della capitale tedesca, per le classi inferiori.

Dimensioni e disposizioni prescritte per gli edifizi scolastici nei diversi paesi. — Vedi la tabella a pag. 1736-1737.

NORME PER LA COSTRUZIONE DEI FABBRICATI SCOLASTICI ADOTTATE DAL MUNICIPIO DI TORINO.

Le norme adottate dal Municipio di Torino per la costruzione dei fabbricati possono ricavarsi da un lavoro premiato degli ingegneri Prinetti e Girola: *Sulla costruzione dei fabbricati per le scuole elementari*, pubblicato nel *Giornale del Genio civile* (anno 1886).

Già prima del 1880 l'Amministrazione municipale aveva dato opera allo studio di quanto si riferisce alla costruzione dei fabbricati per la istruzione primaria ed al loro arredamento, e dopo avere visitato e descritto tutti i locali delle scuole in allora esistenti, si era proposto quanto pareva conveniente di fare. E ciò dopo una visita fatta dal capo dell'Ufficio d'igiene, dottor Ramello, in compagnia del capo dell'Ufficio tecnico, l'ingegnere Velasco, e dell'in allora sindaco, conte Ferraris, alle scuole specialmente della Svizzera e della Germania, e dopo di avere studiato con molta cura i regolamenti e gli altri lavori pubblicati in proposito presso le altre nazioni.

Nelle Istruzioni ufficiali tecnico-igieniche emanate, da poco tempo, dal Ministero della pubblica istruzione (V. pag. 1747), ad eccezione forse di alcune prescrizioni relative agli edifici per asili infantili, tutto quanto riguarda i fabbricati per le scuole elementari è quasi completamente conforme alle norme state dettate nella succitata Memoria dei due ingegneri del Municipio di Torino. Questa coincidenza di vedute torna ad onore dell'indirizzo dato dal nostro Municipio, da parecchi anni, al modo di costruzione dei fabbricati scolastici, poichè le norme indicate dagli ingegneri Prinetti e Girola, a parte lievi differenze, non sono che il complemento e lo sviluppo di quelle massime che da tempo sono adottate dalla nostra città.

Crediamo quindi utile esporre in compendio quanto sta scritto nella indicata Memoria.

Esposizione e prospetto delle classi.

Quando si tratti di un edifizio grandioso, composto di necessità di varii corpi di fabbrica, non è possibile che tutte le classi abbiano favorevole prospetto ed esposizione, e conviene rassegnarsi ad ottenere che il maggior numero almeno sia in buone condizioni. A questo proposito svariati sono i pareri. Alcuni pretendono che, essenzialmente, debba evitarsi il prospetto delle classi verso vie pubbliche, non preoccupandosi troppo se esse risultino poi esposte a nord o a sud, perchè l'aria dovendo circolare continuamente, è indifferente che il tepore del sud entri direttamente dalle finestre, o indirettamente dal retrostante corridojo o portico; altri vorrebbero invece che anzitutto si studiasse di fruire direttamente, nei nostri climi, del sud e dell'est per le classi.

Il prospetto diretto delle classi sopra una via pubblica principale, che sia molto frequentata, anche soltanto in alcuni giorni della settimana, costituisce un grave inconveniente, per gli assordanti rumori che rendono penoso al docente il farsi intendere; donde maggior fatica e disgusto per lui, e minor frutto per gli scolari.

Le classi esposte al nord, ed anche a nord-ovest, riescono nei nostri climi molto più difficili ad essere riscaldate, sono tetre, e, se non possono chiamarsi malsane, sono però senza dubbio meno sane di quelle che ricevono direttamente i raggi vivificanti del sole.

Si è più sopra accennato come al disimpegno di tutti i locali delle scuole si può provvedere con portici, o con corridoi.

La costruzione di questi ultimi pare più opportuna per le seguenti ragioni:

1° I corridoi permettono di alternare facilmente il prospetto delle classi verso via o verso cortile, in modo da evitare la loro esposizione meno favorevole al nord e al nord-ovest;

2° Se si vuol compiere un'opera veramente lodevole, non è possibile lasciar aperti i portici. Ove non si faccia questa chiusura, ne avverrà che:

a) Il riscaldamento delle classi riescirà più dispendioso e più irregolare;

b) Le porte d'accesso alle classi dovranno essere munite di bussola, se pur non si vuole che, ogni qualvolta altri esce od entra, una colonna d'aria fredda s'introduca nella classe, ne abbassi la temperatura e offenda direttamente il maestro, la predella ed il tavolo dove sta il maestro, dovendo, per necessità, essere collocati di contro alla porta;

c) Il pavimento dei portici riuscirà molto costoso, poichè essendo soggetto all'azione diretta degli agenti atmosferici, del sole, del gelo, della neve, dell'acqua, ecc., non potrà essere costrutto con materiali ordinari, perchè sarebbe subito rovinato e darebbe luogo ad infiltrazioni nelle vôlte sottostanti. Un pavimento che, senza presentare assoluta guarentigia di durata e di solidità, fosse almeno tollerabile, importerebbe una spesa almeno tripla di quella necessaria per un pavimento ordinario; e del resto tutti sanno che, nei nostri climi, i pavimenti dei terrazzi presentano difficoltà quasi insuperabili;

d) Siccome le pareti degli accessi alle classi, sieno poi a portici o a corridoi, servono per applicarvi i portamantelli ed i cappellinai, ove si abbiano da un lato pilastri isolati, invece di pareti continue, si perderà uno spazio utile non solo, ma quasi necessario;

e) Le classi essendo riscaldate a 14° centigradi circa, è prudente, se pure non indispensabile affatto, che all'uscita dalle medesime gli scolari, che sono ancora a capo scoperto, trovino una temperatura intermedia fra l'esterna e quella delle classi, al che provvedono appunto i corridoi o i portici chiusi;

f) È indubitabile che nelle giornate più fredde, e specialmente quando cade neve od infuria il vento, il direttore e la direttrice delle scuole stimerebbero prudente e salutare il rimanere rinchiusi nei loro gabinetti, e solamente a lunghi intervalli si avventurerebbero a percorrere lunghi porticati esposti alle intemperie, con manifesta jattura della disciplina;

3° Quando si deliberasse per queste considerazioni la chiusura con vetrata dei portici, la spesa riuscirebbe molto maggiore di quella che importerebbe la costruzione del muro continuo con aperture ordinarie.

Piano generale del fabbricato.

Gli accorrenti alle scuole elementari si calcola raggiungano al massimo il 15 % della popolazione, e nello erigere un edifizio scolastico si deve tener conto, oltre a ciò, anche del probabile incremento della medesima.

Di regola generale, come si è detto, l'edifizio avrà due soli piani fuori terra, e il piano terreno sarà poco sopra il livello della via; ma potrà anche l'edifizio costrursi ad un secondo piano superiore.

L'opinione che gli edifizi per le scuole elementari non possano avere più di due piani non sembra doversi accettare sempre ed in modo assoluto, poichè l'esperienza ha dimostrato che gli alunni della 3ª e della 4ª classe possono, senza pericolo nè danno, salire e scendere fino ad un secondo piano superiore, e anzi in alcuni recenti e lodatissimi fabbricati di varie cospicue città d'Italia si costruì anche un terzo piano superiore per le scuole di disegno, e non si verificarono inconvenienti di sorta.

Dimensioni e disposizioni prescritte per edifizi scolastici nei diversi paesi.

PAESE	NUMERO massimo di allievi per classe	SPAZIO MINIMO attribuito a ciascun allievo: in superficie m. q.	SPAZIO MINIMO attribuito a ciascun allievo: in volume m. c	DIMENSIONI DELLE CLASSI: Larghezza mass. m.	DIMENSIONI DELLE CLASSI: Lunghezza mass. m.	DIMENSIONI DELLE CLASSI: Altezza minima m	FORMA della sala (pianta)	FINESTRE: Superficie totale	FINESTRE: Disposizione	LARGHEZZA minima dei passaggi	SCALE	ALTEZZA del piano terreno al disopra del suolo	CORTILI, giardini palestra ginnastica	SALE DI DISEGNO
Svizzera — Cantone di Zurigo	100	0,90 ÷ 1,00	2,700 ÷ 3,000	*a*) per 25 a 50 allievi 6,30	8,50	3,00	Rettangolare, nel rapporto di 2 : 3 circa.	—	Altezza minima m. 1,80. Larghezza minima m. 1,20.	—	Larghe ed a dolci pendenze.	Almeno metri 0,60 cantine, precauzioni contro l'umidità.	Cortile o giardino annesso alla scuola od in prossimità.	—
				b) per 50 a 75 allievi 7,20	9,40									
				c) oltre i 75 allievi 8,10	10,30									
Cantone di Sciaffusa	—	0,80 ÷ 0,90	2,400 ÷ 3,000	7,20	9,60	3,00 ÷ 3,30	Rettangolare, nel rapporto di 3 : 4.	—	Altezza minima m. 1,65. Larghezza minima m. 1,10.	—	—	m. 0,90	—	—
Cantone di Vaud.	60	0,50	—	—	—	2,80	—	—	—	—	—	—	—	—
Germania — Lubecca	—	0,80	—	—	—	3,15	—	—	—	—	—	—	Giardino e palestra.	—
Brema	50 a 60 al massimo; 79 in via eccezionale.	Classi superiori 0,70. Classi inferiori 0,50.	2,800; per le piccole classi 3,000	—	—	3,75 ÷ 4,00. Per tolleranza nelle scuole attuali 3,00	Quadrata o rettangolare.	—	—	—	—	—	Cortile o giardino obbligatorio, salvo in vicinanza di un giardino pubblico.	—
Amburgo	50	—	3,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wurtemberg	—	Senza ventilazione artificiale: 3,000 per i ragazzi; 4 a 5 per gli adulti. — Con ventilazione artificiale: 15 % di meno.		2 volte e mezza l'altezza dello spigolo superiore delle finestre sopra i sedili.	12,00	3,40	Quadrata sotto i 40 allievi; rettangolare per più di 40 allievi.	Almeno $\frac{1}{6}$ della superficie del pavimento. Nelle città $\frac{1}{4}$.	Devono aprirsi ad 1 m. almeno sopra il suolo. Luce unilaterale. Tende interne in tela grigia.	Pei corridoi m 2,50. Per le scale m. 1,40.	Gradini con pedata di m. 0,30 ÷ 0,34. Alzata m. 0,135 ÷ 0,150.	m. 0,80 almeno	Un cortile (in ragione di 2 a 4 m. q. per ragazzo) ed un cortile coperto (un m. q. per ragazzo) ad uso anche di palestra ginnastica.	Lunghezza massima m. 17,00. Larghezza *ad libitum* se la luce arriva dall'alto. Area 2,00 ÷ 2,70 m. q. per allievo.
Prussia	80	0,60	2,100	—	12,00	3,50	Rettangolare.	—	Tende (*stores*).	—	—	—	Vestiario.	—
Sassonia	—	—	2,500	—	12,00	3,00	Rettangolare.	Almeno $\frac{1}{6}$ della superficie del pavimento.	Altezza: almeno i $\frac{2}{3}$ della larghezza della classe (dalla finestra al muro opposto).	Corridoi m. 1,70. Scale m. 1,40.	Gradini con alzata di m. 0,15 ÷ 0,17.	m. 0,80	Corsi separati per i due sessi; cortile coperto per uso di palestra.	—
Austria	80	0,60 più lo spazio per i mobili.	2,800 ÷ 4,500	—	12,00	3,80. Per le grandi scuole 4,50. Per le palestre ginnast. 4,40.	Quadrata o rettangolare nel rapporto di 3 : 4.	Almeno $\frac{1}{6}$ della superficie del pavimento.	Devono aprirsi all'altezza dei leggii. Luce unilaterale.	Corridoi m. 2,00. Scale m. 2,50.	Pedata m. 0,31 ÷ 0,34. Alzata m. 0,35 ÷ 0,150	m. 0,80	Giardino obbligatorio nelle scuole rurali; - palestra nelle città.	—
Inghilterra	—	0,45 circa per posto; 0,50 ÷ 0,55 per allievi più grandi.	—	6,10	—	3,60 almeno; e 4,20 per sale vaste.	—	—	Devono aprirsi a m. 1,20 almeno sopra il pavimento.	—	—	—	—	—
Belgio	70	1,00	4,500	—	—	4,50	Rettangolare con angoli arrotondati.	Almeno eguale ad $\frac{1}{6}$ della cubatura della sala.	Parte superiore dell'intelajatura mobile. Luce bilaterale. *Stores* rotolantisi dal basso all'alto.	Corridoi m. 2,00. Scala m. 1,50.	Pedata dei gradini m. 0,30. - Un pianerottolo almeno ogni 15 gradini.	Variabile. - Grandi precauzioni contro l'umidità. Rivestimenti delle pareti in legno o cemento; contro muro interno al sud-ovest.	Nelle città: cortili separati per i due sessi, in ragione di 4 m. q. per allievo. - Palestra ginnastica. - Vestiario. - Lavabo. In campagna: giardino di 10 are almeno.	—
Francia	40 se vi sono più classi; 50 con una classe sola.	1,25	5,000	—	—	4,00	Rettangolare con angoli arrotondati.	Luce diretta su tutti i tavoli. Con luce unilaterale, — larghezza eguale alla lunghezza dello spazio occupato dai tavoli.	Parte superiore aprentesi verso l'interno.	Corridoi m. 2,00. Scale m. 1,50.	Pedata m. 0,28 ÷ 0,30. Alzata m. 0,16 al più.	Sale con sottoposte cantine e pavimenti in legno.	Cortile coperto (due m. q. per allievo). Cortile scoperto (5 m. q. per allievo).	2,50 m. q. per allievo.
Italia (V. le " Istruzioni tecnico-igieniche " a pag. 1747).	Asili 60; scuole elementari 50; scuole secondarie 40.	0,80 negli asili; 1,00 nelle altre scuole. In ogni caso l'area totale non deve mai essere minore di 30 m.q.	4,000 ÷ 5,000	8,00 ÷ 9,00	—	4,50	Rettangolare con angoli arrotondati.	Almeno $\frac{1}{6}$ della superficie del pavimento.	Luce unilaterale. Persiane, e tende in tela grigia.	Scale m. 2,00. Corridoi m. 2,00. Se i corridoi devono servire pure per spogliatoi devono essere larghi almeno m. 3,50.	Pedata m. 0,30 ÷ 0,35. Alzata m. 0,13 ÷ 0,15. Parapetto di ferro alto 1 m. circa.	Almeno m. 0,80. Sale su sotterranei.	Palestra di area $= \frac{2}{3}$ circa dell'area delle classi, alta non meno di m. 6. In ogni caso l'area non dev'essere inferiore a 100 m.q.	1,70 ÷ 2,00 m. q. per allievo.

In questi casi, naturalmente, si realizzerebbe un'economia sensibilissima nell'area, nelle fondazioni, nel tetto, nel riscaldamento, ecc., e il servizio di sorveglianza, essendo più concentrato, riesce, a parere dei Sopraintendenti scolastici, più attivo ed efficace.

Se poi si tratti di edifizio completamente isolato da altre fabbricazioni, e costrutto anzi in ritiro dalle circostanti vie, fornito di cortile, piazzale, ecc., non si avrebbe a temere una soverchia agglomerazione su piccola area di molti alunni, e potrebbero quindi sotto tutti i rispetti essere accettati due altri piani oltre quello terreno.

Troppa elevazione, poi, del piano terreno sul livello delle strade presenta questo inconveniente, di dover costrurre rampe d'accesso alle porte o gradinate, ciò che può costituire un pericolo per la scolaresca, e pregiudica alquanto l'estetica delle fronti verso il cortile, massime se queste dovessero costruirsi a portici. A questo aggiungi che, per avere un piano terreno perfettamente sano, è indispensabile praticare un sotterraneo completo per tutto il fabbricato; quindi inutile molta sopraelevazione.

Modalità di costruzione.

Il suolo su cui ha da sorgere l'edifizio deve essere nelle parti più elevate e perfettamente asciutto, e si debbono prendere tutte le precauzioni perchè anche in seguito si abbia a mantenere tale.

Ad evitare, però, in modo assoluto l'assorbimento di umidità nelle parti di muro fuori terra, è buona cosa nella cintura di mattoni ricorrente a livello del suolo usare il catrame o l'asfalto artificiale, invece della malta ordinaria.

I materiali da costruzione saranno di ottima qualità, e la sabbia non commista a terra.

Le fondazioni sotto il livello del piano sotterraneo saranno eseguite in calcestruzzo, e la muratura soprastante sarà in massima quella detta *ordinaria di fabbrica*, cioè formata di pietrame spaccato, con cinture, voltini, piattabande, lezzene, canne e simili, di mattoni forti.

I muri perimetrali avranno uno spessore di almeno 55 centim.; e così saranno solidi e soddisferanno alle esigenze del nostro clima.

Facciate.

Già si è avvertito che un edifizio destinato a scuole primarie deve anzitutto ispirare gajezza in tutte le sue parti, onde gli alunni non abbiano a provare alcuna ripugnanza a recarvisi, osservando di evitare assolutamente qualsiasi lusso di decorazioni, che non si addice a scuole per ogni classe di cittadini.

Il piazzale di fronte alla facciata principale potrà essere, come si è detto, ridotto a giardino, o, come francesemente dicesi anche a Firenze, a *parterre*, con ajuole di fiori, praticelli e piccole macchie di arbusti, e ciò contribuirà senza dubbio a rendere più ridente la scuola ed i suoi accessi immediati.

Sala d'aspetto pel pubblico.

Quantunque, in massima, gli allievi delle scuole comunali vadano e ritornino dalla scuola senza che alcuno li accompagni, pure è riconosciuta generalmente l'utilità di un locale specialmente destinato al pubblico, anche scarso, che per qualunque ragione si rechi in un edifizio scolastico, e ciò nell'intento di evitare che altri si soffermi sulla porta o nei corridoi, intralciando la circolazione e producendo confusione.

A lato dell'accesso, per ciò, verrà destinata un'aula pel pubblico, nella quale troverà posto un tavolo pel bidello o portinajo, oltre ad alcune panche per gli accorrenti.

Acquai o lavabo.

In prossimità dell'ingresso alle classi, e presso la palestra per la ginnastica, vi saranno lavatoi per gli scolari, od almeno si muniranno di ampie vaschette le prese d'acqua per bere, le quali è indispensabile collocare nei corridoi o portici di accesso.

I lavabo, però, sono utilissimi presso la palestra per la ginnastica e per le riunioni numerose, mentre l'esperienza ha dimostrato che non lo sono affatto nei corridoi d'ingresso. Quivi bastano le vaschette per provvedere agli eventuali accidenti che si possono verificare nella scuola, dovendosi anzitutto ritenere che gli scolari abbiano a lavarsi il viso e le mani alle loro case, e presentarsi puliti e ben rassettati in classe.

Ove si pratichino veri acquai presso l'ingresso, si avrà sempre e inevitabilmente molto disordine, perchè gli alunni, col pretesto di lavarsi, faranno gazzarra, spandendo anche l'acqua che si verserà nell'attiguo corridojo, danneggiando i pavimenti e le sottostanti vôlte dei sotterranei.

I lavabo consteranno di una vasca alta dal suolo m. 0,60, costrutta di mattoni con cemento idraulico a lenta presa, intonacata internamente ed esternamente col cemento medesimo, e l'acqua vi sarà condotta con tubi di piombo, che si staccheranno dai serbatoi da collocarsi nei sottotetti; le prese sulle vasche si praticheranno per mezzo di varie chiavette d'attingimento a piccolo getto, onde impedire un inutile spreco, e lo scarico sarà fatto per mezzo di appositi cunicoli cementizi, i quali verseranno nei canali di scolo delle acque piovane, non essendo conveniente l'immissione nelle fogne, che richiederebbero in tal caso troppo frequente vuotamento.

Scale.

In un edifizio scolastico il numero delle scale varierà a seconda del numero delle classi frequentate dagli alunni. In media si ammette che una scala può servire per otto classi, senza cagionare sensibile ingombro per la scolaresca.

Sarà costrutta in prossimità dell'atrio d'ingresso e della camera del portinajo o del bidello, perchè sia facilmente osservata.

È sempre prudente che in siffatti edifizi vi sia una seconda scala di servizio ad uso del direttore e per accedere agli alloggi dei bidelli, non essendo conveniente che le famiglie dei medesimi si servano di quelle destinate alla scolaresca.

Una scala servirà bene per accesso alle classi, quando avrà in massima i seguenti requisiti. Essa sarà a branche rettilinee con interposti pianerottoli; le branche saranno piuttosto larghe e non consteranno che di pochi scalini, in generale non più di 15, e questi avranno una ampia pedata ed un'alzata poco forte.

Le varie branche ed i pianerottoli saranno portati da vôlte, senza interposizione di muro, cosicchè la gabbia della scala risultando completamente libera, potrà permettere più efficace sorveglianza e riescirà anche di migliore effetto estetico.

Il parapetto dovrà essere di ferro e non di ghisa, perchè questa è troppo facile a spezzarsi, e il mancorrente di legno sarà munito di grossi bottoni di metallo, a distanza di circa un metro, onde impedire che gli alunni lo accavalchino e scivolino lungo il medesimo con

grave loro pericolo. Per la stessa ragione, il parapetto s'innalzerà direttamente sopra l'estremo degli scalini, senza interposizione del così detto collo d'oca, che forma quasi una cunetta, da evitarsi assolutamente ove si ha concorso di scolaresca. L'altezza di questo parapetto sarà poi di circa un metro, e i vani, o spazi fra le sbarre, saranno ristretti.

Latrine ed orinatoi.

Disparatissimo è il parere fra gli igienisti, gli architetti e gli insegnanti, su questo argomento. In alcune regioni, anche non meridionali, questi accessori sono collocati esclusivamente a terreno ed all'aperto, cosicchè gli allievi passano, nell'inverno, repentinamente dalla temperatura di 14° centigradi circa a quella dei cortili, che soventi è sotto lo zero, e la permanenza, anche di pochi minuti, nel nuovo ambiente può riuscire assai pregiudizievole alla loro salute.

Altri vorrebbero che ciascuna classe avesse il suo cesso separato, con passaggio esclusivo e praticato dall'interno della classe.

V'ha chi ritiene indispensabile un cesso almeno per 25 allievi, e chi trova essere sufficiente un solo cesso anche per 100 allievi.

Inquanto alla forma, è prescritto da taluni che si debbano impiegare apparecchi completi di valvole, sifone, getto d'acqua a volontà, sedile di legno in noce lucido, sul quale abbiano ad adagiarsi gli scolari, e simili complementi di lusso e poco pratici; altri, per contro, si contentano di semplici fori a livello del pavimento, muniti al più di sifone.

In mezzo a tanti dispareri, un sistema di latrine che potrebbe soddisfare sotto tutti i rapporti, sarebbe il seguente:

È accettato dalla maggior parte degli igienisti, e con fondamento massimo di verità, che le latrine debbono essere interne, e collocate a tutti i piani in cui si hanno classi. Quando si munisca di anticamera il vano nel quale esse sono praticate, e si abbiano così due porte per accedervi, l'esperienza ha dimostrato che non vi è alcun pericolo di diffusione di gas mefitici nei corridoi e nelle classi, purchè:

a) Le due porte sieno fornite di molla che le tenga continuamente chiuse, e la *battuta* dell'imposta sia munita di una lista di fina cimossa o di feltro;

b) Al sedile sia applicato un sifone;

c) Il locale sia costantemente aerato.

Perchè sia possibile una discreta sorveglianza, si faranno a vetri le due porte, e la parte superiore del tramezzo che separa l'anticamera dalle latrine sarà pure completamente a vetrata, onde non si abbia a lamentare scarsezza di luce.

In quanto a numero, ve ne sarà uno per classe. È necessario poi che i docenti abbiano qualche camerino separato, e così altri ve ne saranno presso gli uffizi di direzione, ecc.

Questo in tesi generali, dovendo la cosa variare fra la parte di fabbricato che è frequentata dai maschi, e quella frequentata dalle femmine. Nella parte di fabbricato destinata ai maschi, oltre alle latrine, si collocheranno anche orinatoi in numero proporzionato alle classi.

Qualora non vi sia molta acqua disponibile, non è assolutamente necessario che di questa si abbia un getto continuo per lavare le pareti, e basterà che, almeno due volte al giorno, il personale di servizio provveda alla loro nettezza, impiegando acqua abbondante e spazzole di radica. Il fondo degli orinatoi sarà formato da una cunetta di pietra concia traforata, sotto la quale sia praticato il canale raccoglitore, che si scaricherà nel tubo stesso delle latrine, coll'interposizione di un sifone.

Non occorre avvertire che questo canale dovrà essere costrutto con tutta cura e impiegando cementi di ottima qualità, o lastre di piombo.

Al riparto delle femmine è necessario un maggior numero di camerini, e, verificandosene il bisogno, si potrà aggiungere in alcune piccole anticamere uno speciale compartimento per le maestre.

Le vôlte dei locali ove sono collocate le latrine saranno tenute alquanto più depresse delle rimanenti, onde possa applicarsi una cappa o smalto di notevole spessore sotto il pavimento d'asfalto naturale, per meglio garantirsi contro le infiltrazioni.

Le pareti poi saranno intonacate con cemento a lenta presa fino all'altezza di un metro e cm. 40, che dovrà esser lisciato colla massima cura, onde si possa procedere a perfetta lavatura.

I sedili saranno costituiti da una lastra di pietra elevata sul suolo di 20 cm., con foro di forma speciale, cioè per metà circolare e per l'altra metà ovale, con leggero protendimento nella parte anteriore.

Alcuni pretenderebbero che gli allievi non avessero a salire sui sedili coi piedi, ma vi si adagiassero, e in tal caso questi dovrebbero essere di legno noce, e non di pietra. Ma l'esperienza ha dimostrato essere impossibile ottenere che gli scolari ottemperino a tale prescrizione, la quale, del resto, non è scevra dal presentare qualche pericolo di infezione; e d'altronde in queste cose non è per nulla necessario aspirare a perfezioni non compatibili colla condizione, coll'età e col discernimento degli scolari.

Ciaschedun foro sarà munito di vaschetta con sifone e collarino, il tutto di ghisa smaltata internamente, e incatramata esternamente.

La vaschetta sarà a pareti verticali nella parte posteriore, onde impedire che vi aderiscano le materie solide, e il collarino servirà per ricevere al disopra del sifone i liquidi che, per inavvertenza e per la lavatura del suolo, si introducono dal foro che sarà praticato nella parete verticale del sedile, e alquanto più depresso del suolo medesimo.

Per mantenere in istato di lodevole funzionamento i sifoni, basta che in ciascuno di essi sieno versati sei o sette litri di acqua, e ciò due volte al giorno, appena finite le lezioni.

Al piede dei tubi verticali di scarico, che saranno preferibilmente di ghisa, o di ferro zincato, e isolati dai muri, si praticherà nel canale raccoglitore altro sifone a semplice lastra, onde formare una seconda chiusura idraulica, la quale impedisca viemmeglio ai gas della fogna di rimontare lungo i tubi, e spandersi nei gabinetti. Dalla fogna poi partirà un tubo per scaricare direttamente nell'atmosfera questi gas, ai quali si darà esito mediante apposito sfiatatojo collocato sopra i tetti.

È inoltre necessario provvedere allo immagazzinamento provvisorio dei rifiuti provenienti dalle latrine e dagli orinatoi mediante pozzi neri, nella costruzione dei quali si useranno tutte le opportune cautele, perchè sieno assolutamente impermeabili e possano vuotarsi col mezzo di trombe, o con altro sistema atmosferico perfettamente inodoro. Quindi avranno profondità non maggiore di m. 6,50, e lo spessore delle canne, da costruirsi con mattoni, sarà di m. 0,38, mentre il fondo, dotato di forte inclinazione verso il centro, sarà formato

da uno strato di calcestruzzo alto m. 0,25, con sovrapposto coltellato di mattoni.

Tanto sulle pareti, quanto sul fondo, si stenderà poi accuratamente un intonaco di cemento a lenta presa. Il chiusino in pietra dovrà essere doppio, con strato di argilla interposto.

Le porte dei camerini ordinari saranno ferrate a collo d'oca, e sopraelevate sul suolo di almeno m. 0,20, onde ottenere maggior luce, nonchè la continua circolazione d'aria anche al basso, e quindi l'asciugamento più pronto del suolo medesimo.

L'altezza di queste porte non sarà superiore a m. 1,40, e non saranno munite nè di serratura, nè di paletto, acciocchè gli allievi non si possano rinchiudere; basta un semplice saliscendi.

Le porte dei camerini ad uso esclusivo dei docenti saranno, invece, a tutta altezza e fornite di serratura con chiave.

Per garantire in modo assoluto i muri di fabbrica da infiltrazioni, i cessi e gli orinatoi si possono addossare ad un muriccio che si terrà staccato dal muro, in modo da risultarne una piccola intercapedine, che finirà nel sottotetto, e potrà anche farsi sfogare fuori del tetto mediante alcune teste o torrette, procurando così una attiva circolazione d'aria, quando si lascino alcuni fori nel muriccio.

La vôlta sopra il vano si spingerà naturalmente fin contro il muro e vi si formeranno, in corrispondenza dell'intercapedine, varie lunette pel passaggio dei tubi, con interposti ripieni di un certo spessore.

Altre latrine ed orinatoi sono indispensabili nei cortili e presso la palestra di ginnastica.

Classi.

a) *Forma e dimensioni.* — Vario è il parere degli igienisti e degli architetti intorno al numero di classi che dovrebbe avere un edifizio scolastico e alla loro capacità; nè a questo riguardo vi sono norme precise.

In un regolamento governativo pubblicato nel 1860 era prescritto che in ciascuna classe non potessero normalmente essere radunati più di settanta scolari, da portarsi eccezionalmente anche a cento, purchè per la durata di un solo mese.

Se ciò è insufficiente a dare un giusto criterio per procedere in siffatta bisogna, ci porge già un dato per poter stabilire approssimativamente, avuto ad ogni cosa opportuno riguardo, quante classi si abbiano a costrurre in un edifizio, conosciuto che sia il numero degli allievi che dovranno frequentarle.

L'ottica e l'acustica sono perfettamente d'accordo nell'indicare la forma rettangolare come la più conveniente per le classi, nelle quali il lato minore dovrà essere perpendicolare alle finestre e non superare la dimensione di m. 7, se si vuole che la luce arrivi ancora abbondante ai banchi più distanti dalle finestre stesse.

La lunghezza è anzitutto limitata dalla facoltà visiva degli allievi, che devono poter leggere bene e senza difficoltà sulla tavola nera, e dalla forza dei polmoni del docente.

L'esperienza insegna che la dimensione di m. 10, è un limite che non si può in alcun caso oltrepassare, per non stancare troppo l'occhio degli scolari e i polmoni di chi insegna, specialmente se si tratti di maestre.

Oltre a ciò convien ritenere, perchè ammesso da tutti i direttori di scuole, che non è possibile ottenere frutti appena mediocri dall'insegnamento, quando nelle classi prima e seconda elementare si abbiano più di 60, e al massimo 65 alunni, e nella terza e quarta più di 40 e al massimo 50. Di qui scaturisce un altro elemento che serve a determinare la lunghezza delle classi, quando ne sia conosciuta la larghezza.

Da tutto ciò ne consegue che colla scorta di questi dati, e ritenuto inoltre che in classi bene aerate naturalmente e fornite di ventilazione artificiale, per i mesi nei quali è necessità di tener chiuse le finestre, si deve ritenere sufficiente lo assegnare a ciascun allievo una superficie fra m. 1,00 e m. 0,85, si potrà stabilire la lunghezza che debbono avere le classi, perchè siano atte a contenere il numero voluto di allievi.

Avuta così la superficie, si dovrà determinare l'altezza in modo che si abbia un conveniente volume d'aria per ciascun allievo.

In tesi generale si stabilisce questo in m^3 5; ma quando si ha una continua circolazione d'aria, ottenuta nei mesi meno freddi aprendo la parte superiore delle finestre, e nei mesi freddi mediante la ventilazione artificiale, sono sufficienti anche m^3 4,50. Questa cifra, però, è bene sia superata sempre al piano inferiore, mentre basta al piano superiore che è naturalmente più sano e ventilato.

Anche la larghezza, almeno approssimativa, delle classi, non può essere determinata arbitrariamente, se non si vuole sciupare lo spazio, e deve invece essere accuratamente studiata in relazione al modello di banchi che si vuole adottare.

b) *Finestre.* — È ormai fuori di contestazione che la luce debba normalmente essere unilaterale, e nella distribuzione di questa si deve provvedere in modo da non lasciare alcuno spazio nella semi-oscurità. Quindi a seconda della maggiore o minore ampiezza delle classi si procederà al rischiarimento con finestre proporzionate in numero ed ampiezza, per modo che ogni allievo venga ad avere da m. 0,18 a m. 0,20 di superficie vetrata.

Le vetrate saranno divise in due parti, delle quali la superiore girerà sopra un asse orizzontale, aprendosi verso l'interno, e permetterà di far entrare aria dallo esterno, senza recar pregiudizio agli allievi.

Allo scopo, poi, di assicurare la circolazione dell'aria anche presso i pavimenti, si potranno aprire nei parapetti delle finestre una o più finestrelle munite di graticola e di imposta di ferro scorrevole, che possa aprirsi ogniqualvolta al docente sembri necessario.

c) *Porte e armadi.* — Le porte delle classi possono essere ad uno o due battenti. Praticamente riesce meglio una porta ad un solo battente ad ampia luce netta, ferrato a collo d'oca o con cerniera ad elica, perchè si chiuda automaticamente. Queste porte non saranno munite di serrature a chiave, ma solamente di stanghetta a mezza mandata, che spingendo l'uscio si chiuda da sè e si apra poi girando una maniglia a voluta, od un semplice pallino. Questa disposizione è utile a seguirsi, perchè gli allievi, per malizia o per spasso, non possano chiudere la classe, facendo poi scomparire la chiave, e previene anche lo stesso inconveniente che potrebbe verificarsi, quando il bidello smarrisse o perdesse qualche chiave. Saranno, invece, muniti di serratura con chiave gli armadi, dei quali possibilmente due saranno a disposizione dell'insegnante, per riporvi gli oggetti di sua particolare spettanza, i temi degli allievi ed i piccoli attrezzi scolastici. Sopra le porte, e sopra gli armadi aperti nel muro che divide le classi dai corridoi o portici, saranno applicate le vetrate giranti sopra asse orizzontale (*vasistas*), in corrispondenza coll'altezza circa di quelle delle finestre,

onde possa essere assicurata la ventilazione della classe in modo completo e attivo.

Alcuni degli armadi praticati in questo muro si apriranno verso il corridojo, e saranno dati in consegna ai bidelli per riporvi gli attrezzi di servizio di piccolo volume e di uso più urgente e continuo.

d) *Pareti.* — Onde impedire il ristagno dell'aria negli angoli diedri, si farà nell'incontro dei muri un sufficiente raccordamento circolare, il quale faciliterà anche la ripulitura e spolveratura delle pareti. Permettendolo la finanza, le pareti tutto all'intorno si coloriranno ad olio almeno per un'altezza di m. 1,30 dal pavimento, oppure questa coloritura potrà anche essere sostituita da un intonaco ben liscio di cemento a lenta presa, il quale si presta a frequenti lavature e non costa più della spalmatura d'olio cotto di noce a due riprese.

Il tinteggio generale dovrà essere affatto liscio e piuttosto pallido, preferibilmente di colore cenerino chiaro; potrebbe anche adottarsi il verde pallido per le pareti e l'azzurro per le vôlte.

Nei corridoi, nella palestra, nelle latrine e simili la colorazione delle pareti potrà essere giallo-chiara; le sale di direzione, di aspetto per gli insegnanti, ecc., o saranno tinteggiate a colla con riquadri, o parate con carta.

e) *Pavimenti.* — Quantunque i banchi debbano essere muniti di soppedaneo, tuttavia è indispensabile che il pavimento delle classi sia tale da preservare i piedi dal freddo; inoltre non dovrà assorbire l'umidità, nè far polvere, e presentare una superficie ben unita, onde permettere la più scrupolosa pulizia.

Si è proposto da molti l'uso del legno di essenza forte, come quello che soddisfa a tutti i requisiti, specialmente se spalmato ripetutamente di olio cotto di lino; in pratica, però, è raro si verifichi accettato questo materiale, il quale costa moltissimo, e dà luogo ad alcuni inconvenienti, come il rumore assordante prodotto dallo scalpiccìo della numerosa scolaresca e la facilità che esso presenta ad impregnarsi di miasmi, il che può anche essere causa di propagazione di malattie infettive.

In un caso solo dovrebbe essere prescritto il tavolato di legno forte, cioè per il pian terreno di scuole che non avessero sotterranei, e allora si dovrebbe aver cura che la sua costruzione riuscisse perfetta, e fosse bene imbevuto di olio cotto di lino o di noce; all'infuori di questo caso particolare, il migliore dei pavimenti per edifizi scolastici è ritenuto essere lo asfalto artificiale.

Esso riunisce infatti i principali requisiti che possano essere desiderati; non assorbe, non mantiene, anzi respinge l'umidità; è liscio senza essere sdrucciolevole; non presenta connessure di sorta; non è freddo, essendo cattivo conduttore del calore; non produce nè polvere, nè rumori; può all'occorrenza essere lavato, anche con alcali o con sostanze leggermente acide, senza essere menomamente alterato; non si screpola (come avviene per il cemento), ha durata indefinita, e con tutto ciò è il pavimento più a buon mercato che possa impiegarsi in un edifizio scolastico.

Nelle sale destinate alla Direzione, agli insegnanti, alla biblioteca, ecc., sarà conveniente l'impiego di tavolato, ossia *palchetto* di abete, dello spessore di circa 4 cm., e per gli alloggi del personale di servizio serviranno benissimo i quadretti e gli esagoni di terra compressa, posati con malta di gesso rossetto, che non fanno polvere e permettono la più rigorosa nettezza.

f) *Riscaldamento e ventilazione.* — Il miglior sistema di riscaldamento della scuola è quello dei caloriferi collocati nei sotterranei.

Gli inconvenienti del riscaldamento localizzato e suddiviso per mezzo di *stufe* di qualunque forma e sistema, sono tanti e tanto gravi, che ben a ragione esse sono scartate ogni qualvolta si tratta di edifizio di qualche importanza, il quale permetta l'impiego di uno o più caloriferi, sostituendo così il riscaldamento indiretto dell'aria a quello diretto per mezzo del calore irradiante o ai sistemi misti che si tentarono successivamente con poco successo.

Ottimo fra tutti, allo stato attuale della scienza in siffatta materia, sarebbe il riscaldamento per mezzo del vapore, o per mezzo dell'acqua calda, o con i due sistemi combinati; ma quantunque preferibili, igienicamente parlando, ai caloriferi ordinari, sono di difficile attuazione per l'ingente spesa di impianto e di manutenzione che essi richiedono.

Del resto, i caloriferi ad aria calda hanno raggiunto oramai un grado di perfezione tale, da potersi con tutta sicurezza impiegare specialmente per il riscaldamento delle scuole, avvertendo però che essi dovranno soddisfare alle seguenti principali condizioni:

1° L'aria da riscaldarsi sia presa all'esterno, e non nei sotterranei;

2° L'inviluppo o camera nella quale l'aria si riscalda sia molto ampio;

3° L'apparecchio sia munito di idro-saturatore;

4° La temperatura dell'aria allo sbocco nelle classi non superi i 40 centigradi;

5° Il volume d'aria calda da immettersi in ciascuna classe, sia almeno di metri cubi 10 all'ora per ciascun allievo;

6° Sieno praticate opportune prese d'aria esterna, onde mescolarla colla calda ogni qualvolta in qualche classe si verifichi eccessiva temperatura;

7° Le bocche a calore, munite di portella scorrevole, sieno collocate a m. 3 circa dal pavimento delle classi;

8° La forma e la disposizione del focolare e della circolazione sieno tali da garantire in modo assoluto contro l'abbruciamento dell'aria;

9° Gli apparecchi sieno disposti in modo indipendente, onde l'azione dell'uno non alteri il regolare funzionamento dell'altro; e ciò dovrà ottenersi specialmente in rapporto alla ventilazione, e procurando che questa si faccia utilizzando per quanto è possibile il calore dei gas caldi che si scaricano nell'atmosfera dopo aver riscaldato l'aria, e coll'aggiungere focolari ausiliari sotto appositi camini di richiamo, essendo provato dalla teoria, e dimostrato dalla pratica, che il solo calore dei gas caldi non riesce in nessun caso sufficiente per la ventilazione, ossia per l'estrazione dell'aria viziata dai locali riscaldati.

Perchè in una classe sia conservata un'atmosfera salubre, occorre siano estratti circa 12 m^3 d'aria viziata all'ora per ciascun allievo, e su questa base devono essere studiati ed esercìti gli apparecchi. Inoltre si dovrà prescrivere che:

1° Si abbiano almeno due bocche di estrazione dell'aria viziata in ciascuna classe;

2° Il lato inferiore di queste bocche sia collocato a livello del pavimento;

3° La velocità d'aspirazione dell'aria alle bocche non superi m. 0,70;

4° Le bocche siano munite di graticola, ma non di portella, non dovendosi mai chiudere;

5° I condotti d'estrazione sieno verticali, senza gomiti, non attigui ad altri che servano all'aria calda, e si immettano poi con raccordi curvi nel collettore sotterraneo che sbocca sotto il camino d'aspirazione, che alla sua volta dovrà essere internamente ben liscio e cogli angoli arrotondati;

6° La distanza orizzontale delle bocche estreme di estrazione dal camino di richiamo non superi in nessun caso, e sotto qualsiasi pretesto, i m. 20.

La temperatura media delle classi dovrà essere prescritta di 14° centigradi, mentre nei corridoi, nelle sale d'aspetto per il pubblico, nei vestiboli e simili, basterà raggiunga 9° centigradi.

Le biblioteche, e le sale di direzione e per gl'insegnanti, saranno normalmente riscaldate coi caloriferi, ma dovranno anche essere munite di *franklins* o di piccole stufe di terra cotta, onde permettere il loro saltuario riscaldamento nei giorni di vacanza e nell'autunno, cioè quando sono spenti i caloriferi, e pur tuttavia è conveniente fornire agli Insegnanti la comodità di trattenersi nell'edifizio scolastico per la spedizione delle rispettive loro incombenze, come relazioni, esami di temi, compilazione di registri, ecc.

La ventilazione invernale si otterrà, nel modo che già si è spiegato, coi focolari ausiliari e utilizzando il calore dei gas che si scaricano nell'atmosfera, percorrendo un tubo metallico che si fissa nel mezzo del camino di aspirazione; nella primavera e nell'autunno, cioè quando i caloriferi sono spenti e le finestre si devono non pertanto tenere quasi continuamente chiuse, si potranno aerare le classi accendendo solamente i focolari ausiliari e lasciando aperte le bocche a calore, dalle quali sarà aspirata aria alla temperatura esterna; e questa pratica potrà essere eventualmente seguita anche in quei giorni estivi, nei quali l'afa fosse più soffocante del consueto e non riuscisse sufficiente il lasciare aperte le finestre e le aperture sopra le porte e gli armadi, per aerare convenientemente le classi.

Durante il periodo di riscaldamento si estrarrà anche l'aria viziata dai corridoi, e quando lo si credesse opportuno, e non sembrassero sufficienti gli sfiatatoi praticati in ciascun camerino, si potrà anche facilmente aprire una bocca di estrazione nel locale dei cessi, o nell'anticamera dei medesimi.

Gli alloggi, poi, non sarebbe nell'interesse dell'amministrazione il riscaldarli col mezzo dei caloriferi, perchè l'esperienza ha dimostrato l'incompatibilità del duplice servizio. Il minor male che si avrebbe facilmente a lamentare, sarebbe l'accensione abusiva dei caloriferi nei giorni di festa e di vacanze ordinarie, e durante le lunghe feste natalizie e pasquali, con danno dell'erario municipale; ma forse più grave riuscirebbe la deficienza quasi continua di temperatura in alcune classi, perchè il calore sarebbe dal personale di servizio spinto in alto, a benefizio proprio e delle rispettive famiglie.

Qualora lo si credesse, per sentimento di umanità, o per altre ragioni, si potrebbe provvedere concedendo ai bidelli una determinata quantità di combustibile.

La palestra potrà essere provvista di una o due grandi stufe, da accendersi in circostanze eccezionali, e per poche ore, in modo da innalzare la temperatura a 7° od 8° centesimali al massimo, e ciò sempre quando non possa essere riscaldata per mezzo dei caloriferi che servono le classi.

Palestra per la ginnastica.

Un edifizio scolastico modello ha per complemento un locale destinato alla palestra per la ginnastica, il quale può, all'occorrenza, servire per la distribuzione delle ricompense e per altre solennità scolastiche.

In generale questo locale vien costrutto separatamente dall'edifizio scolastico, e trova posto opportuno nel cortile. Le sue dimensioni saranno in relazione col numero degli allievi che si suppone dovranno frequentarla.

A complemento, e quasi a sussidio della palestra, potrà esservi intorno intorno una leggera tettoja su colonnine di ghisa sotto la quale potranno anche farsi alcuni esercizi, e dove saranno collocati i cessi, orinatoi e lavatoi esterni.

Banchi.

Mentre il Municipio di Torino attendeva con amorevole cura allo studio dei migliori sistemi di costruzione dei fabbricati scolastici, non tralasciava di occuparsi anche del loro arredamento interno, e sopratutto s'interessava alla scelta dei banchi; argomento di grandissima importanza, specie sotto il punto di vista dell'igiene.

Prima del 1860 erano adottati in massima due tipi di banco, l'uno avente l'altezza dal soppedaneo al sedile di cm. 28 a 30, con corrispondente differenza tra sedile e legglo di cm. 22 a 25, e l'altro con l'altezza del sedile da cm. 38 a 42 e la differenza tra sedile e legglo da cm. 28 a 32. Il banco era a più posti, fra 5 e 10; senza schienale e colla distanza *positiva* da 10 a 14 cm. Dicesi *distanza positiva* quella che riscontrasi tra l'orlo interno del sedile e la verticale abbassata dall'orlo interno del tavolo o legglo. Si ha la distanza *nulla* quando i due orli suddetti si trovano sulla stessa verticale; la distanza è *negativa* quando l'orlo del sedile si inoltra internamente al di là della verticale abbassata dall'orlo del legglo.

Questo banco aveva gambe a stecconi diritti che rendevano difficile l'accedervi, tantochè verso l'anno 1860 gli stecconi venivano surrogati con sostegni più leggieri a mensola, mentre la lunghezza dei banchi era ridotta in modo che non servissero a più di 6 alunni. Per le femmine si fornivano i banchi di guancialetti mobili pei lavori di cucito. Oltre a questi banchi se ne sperimentarono in piccole proporzioni altri, i cui resti accusano l'esistenza di uno schienale, che probabilmente fu tolto perchè non adatto.

Tutti i suaccennati banchi, oltre all'avere peso veramente eccessivo, ed essere inadatti alle varie stature ed antigienici, male si prestavano alla sorveglianza ed al mantenimento della disciplina, nonchè alla pulizia dei locali, giacchè difficilmente si potevano rimuovere dal loro posto. Era quindi assolutamente necessario procedere a radicali riforme, e nell'anno 1870 questo Municipio, prendendo a modello banchi di una scuola aperta l'anno precedente a Berlino, ne faceva costrurre alcuni esemplari di tre gradazioni, limitandone la lunghezza a tre soli posti ed anche a due, con l'aggiunta pei lavori femminili di un secondo tavolo mobile, col doppio scopo di scoprire a tempo debito i guancialetti e di coprire i calamai, perchè gli oggetti da lavoro non venissero lordati o sgualciti.

Tali banchi, senza schienale ed a distanza positiva proporzionata alle loro dimensioni, servivano abbastanza bene, tanto per le classi elementari quanto per le serali e le festive, potendo anche gli adulti starvi seduti senza grave incomodo.

Ma si era ancora ben lontani dalla perfezione, anche relativa, e si riconosceva la necessità di ben altre modificazioni, anzi di un cambiamento radicale di sistema. Nei banchi esistenti, gli alunni dovevano necessariamente tenere per lungo tempo posizioni non solo inco-

mode, ma dannose alla salute ed al regolare loro sviluppo, senza dire che anche sotto il rapporto didattico molto lasciavano ancora a desiderare.

Varie pubblicazioni venute dall'estero propugnavano l'adozione del banco a distanza nulla od anche negativa, con schienale fisso, e nell'anno 1875 erano già regolate su queste basi le nuove provviste. Questi ultimi banchi però, ancora a sedile continuo, dovettero tosto dismettersi, perchè se in essi l'alunno stava molto bene seduto, non poteva tenervisi in piedi che con molta difficoltà, ed era assolutamente impedito di farvi le esercitazioni ginnastiche.

Tuttavia, dovendosi trovar modo di conciliare la nuova forma alle esigenze della scuola, nel 1877 venivano preparati diversi modelli a leggìo *scorrevole*, *a sedile mobile*, *a sedile individuale*, e colla scorta di questi e di alcuni altri esemplari acquistati nel 1878 all'Esposizione internazionale di Parigi, nonchè in base ai suggerimenti della Commissione d'igiene scolastica, nominata dalla Giunta municipale in seduta 6 luglio 1880, veniva combinato un banco a sedile segregato di tre gradazioni, composto parte in ferro e parte in legno, e subito sperimentato in alcune classi durante il periodo scolastico successivo.

Questo primo banco, lodevole sotto molti rapporti, aveva però il difetto di essere troppo pesante e perciò difficile a smuoversi; era colorito con tinte troppo chiare epperciò facile a lordarsi, ed essendosene costrutti di soli tre tipi, non si avevano gradazioni convenienti per tutte le stature degli alunni che frequentavano le varie classi, tantochè la Commissione prelodata, edotta di queste circostanze, deliberava:

1° Che il banco fosse totalmente in legno, e colorato in nero;

2° Che, fermo il modello adottato, se ne costruissero di cinque e non di tre sole gradazioni.

I banchi che, in seguito a queste conclusioni vennero eseguiti, sono in massima, e salvo insignificanti variazioni, quelli che ancora al giorno d'oggi con generale soddisfazione si utilizzano nelle scuole destinate ad una sola categoria di alunni.

Però, in seguito al maggiore sviluppo delle scuole serali per gli operai e delle scuole festive diurne per le femmine, frequentate quasi esclusivamente da adulti di ambo i sessi, in mancanza di mobiglio e di locali esclusivi, dovendosi l'insegnamento impartire nelle classi destinate alle scuole elementari diurne, ne veniva il bisogno di usare gli stessi banchi ivi esistenti, e perciò la necessità di costruirli in modo da poter servire a stature molto disparate.

Allora la Commissione scolastica, di cui sopra, faceva esperimentare alcuni nuovi banchi a sedile continuo con schienale mobile, da servire tanto alle scuole elementari quanto alle serali e domenicali.

Però i risultati non furono soddisfacenti, sia perchè non fu mai possibile lo assicurare sufficientemente gli schienali contro gli urti continui della scolaresca, sia perchè non basta allontanare il solo schienale per contenere l'adulto nel banco del ragazzo.

Dovendosi addivenire alla costruzione di banchi ad uso multiplo, e ritenuto che non era possibile di realizzare un tipo che potesse servire perfettamente a stature tanto diverse, si convenne che il maggior disagio od inconveniente dovesse sopportarsi dagli adulti, e, dopo vari tentativi, si riuscì ad ottenere un banco che, se per gli adulti non aveva a rigore le volute proporzioni fra il sedile ed il leggìo, tuttavia, per ogni altro rispetto, soddisfaceva alle esigenze del doppio uso.

Tralasciando di parlare di tutti gli studi fatti onde riescire nell'intento, rendendo mobili nell'uno o nell'altro modo il leggìo ed il soppedaneo, od entrambe queste parti, si dirà senz'altro che il sistema meglio riuscito per questo scopo, è quello dei banchi a *leggìo scorrevole*. In questi, potendosi avere il sedile continuo, rivolgere il soppedaneo sotto il sedile ed allontanare il leggìo in modo pratico e facile, anche per gli alunni delle scuole elementari, si vennero a radunare in un solo modello tutti i vantaggi, senza menomare la sufficienza dei sedili per gli alunni e la consonanza perfetta in tutte le varie gradazioni dello stesso tipo.

Tanto è vero che anche ora, dopo tanti anni di prova, questi banchi si usano in tutti i locali destinati cumulativamente all'istruzione dei fanciulli e degli alunni delle scuole serali e domenicali.

Riassunta in questo modo la storia dei nostri banchi, verremo senz'altro alla particolareggiata descrizione dei due modelli che, come si disse, sono utilizzati in oggi nelle varie scuole di Torino.

1° *Banco a sedile segregato* (fig. 2616 a 2619). — È a due posti, analogo a quello costruito nel 1880, secondo le norme date dalla Commissione d'igiene scolastica, e colle proporzioni dedotte, a cura del civico Ufficio tecnico, dalle varie misure degli alunni che frequentano le nostre scuole elementari. Questo banco è quello che più si presta in pratica, tanto dal lato economico ed estetico, quanto in linea igienica e didattica.

Infatti, non avendo alcuna parte mobile, oltre all'essere poco soggetto a guastarsi, è assolutamente silenzioso, e non avendo speciali congegni o parti di ferro, è economico, leggero e comodo per la pulizia dei locali.

Serve egregiamente al buon mantenimento della disciplina, alla euritmica disposizione degli alunni nelle classi, e quel che più cale, ad impedire assolutamente il contatto fra gli alunni, rendendo meno facile la eventuale trasmissione delle malattie di qualunque genere.

In questi banchi, a distanza nulla o quasi, non è possibile stare in piedi davanti al sedile; l'alunno nell'alzarsi si deve portare con adatto movimento, che prima d'ogni altra cosa dovrà essergli insegnato dal maestro, in apposito spazio lasciato accanto a ciascun sedile, dove è facile stare comodamente in piedi e fare tutti i movimenti che la ginnastica educativa prescrive.

Questi banchi, illustrati dalle fig. 2616 a 2619, servono tanto per i maschi quanto per le femmine. Per queste si ha però una piccola differenza nell'altezza del sedile, coll'aggiunta di un gancio di ferro infisso nella parte superiore del tavolo, al quale viene allacciato il cuscinetto da lavoro.

Le loro proporzioni, per ciascuno dei cinque tipi in cui sono divisi, sono segnate nella tabella A (pag. 1746) compilata, come si è detto, dietro ripetute osservazioni e misure, a cura del nostro Ufficio tecnico.

Questi banchi completi costano in media lire 25 ciascuno.

2° *Banco con sedile continuo a doppio uso* (fig. 2620 a 2623). — Anche questo è in massima a due posti; venne introdotto nelle nostre scuole dal benemerito cav. Carlo Pistono, già aiutante ingegnere presso l'Ufficio tecnico municipale, che lo studiava in seguito ai modelli fatti acquistare da questa città, nel 1878, all'Esposizione di Parigi.

Nel banco a doppio uso, il tavolo o leggìo è diviso in due parti scorrenti su apposite guide, ed il soppedaneo si rivolta sotto il sedile. Pel solo fatto della mobilità di queste due parti, può utilizzarsi per stature fra loro disparatissime. Si costruisce il banco adatto pei fanciulli

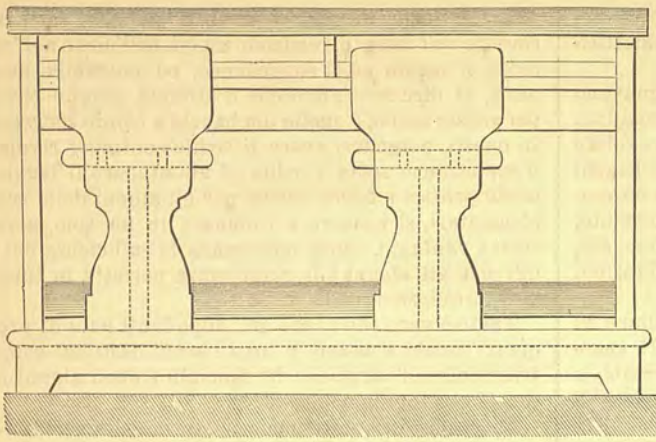


Fig. 2616. — Elevazione.

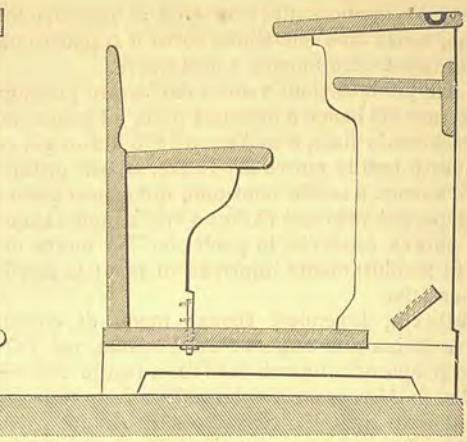


Fig. 2618. — Sezione.

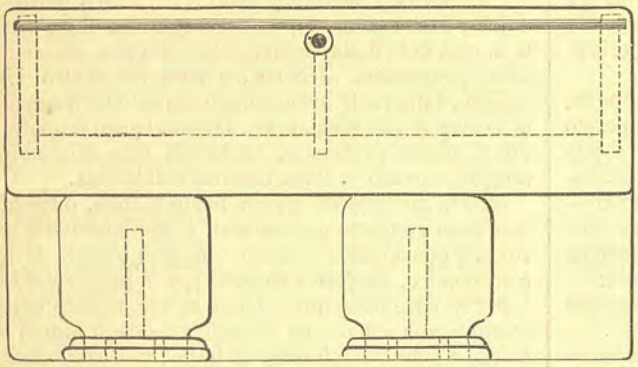


Fig. 2617. — Pianta.

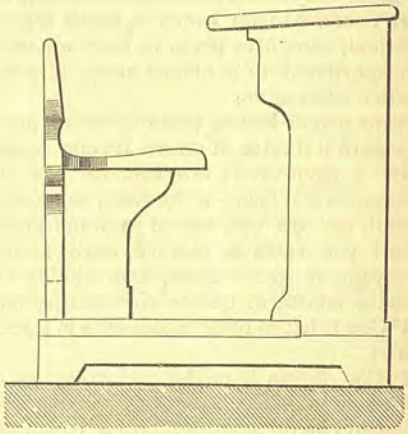


Fig. 2619. — Fianco.

Banco a sedile segregato delle scuole del Municipio di Torino (fig. 2616 a 2619).

Avvertenze. — 1. Il banco è di cinque tipi, tanto per i maschi che per le femmine; 2. Il banco per le femmine è munito di un guancialetto mobile, per i lavori di cucito; 3. Il tavolo, le gambe, le traverse tutte ed i sostegni dello schienale debbono essere di legno noce, le altre parti di legno pioppo.

in cinque tipi secondo le proporzioni della tabella B (pag. 1746), e ciò per due motivi:

1° Perchè i fanciulli, più facilmente che gli adulti, possono prendere cattive abitudini che in seguito degenerano in veri difetti;

2° Perchè la loro permanenza in questi banchi è molto maggiore che pegli adulti.

Quando si debba utilizzare questo banco per le scuole serali e domenicali, basta alzare il soppedaneo sotto il sedile, aumentando così la sua altezza, ed allontanare la parte mobile del tavolo secondo la corporatura dell'alunno.

Il sedile, essendo continuo, può servire abbastanza comodamente anche per gli adulti, e lo schienale, formato da una semplice traversa posta a conveniente altezza, non impedisce a questi di starvi seduti.

La possibilità di allontanare o di avvicinare il leggio è di grandissima utilità anche per i fanciulli, inquantochè permette di avere un banco a distanza negativa quando debbono leggere o scrivere, ed a distanza positiva quando hanno invece da alzarsi in piedi; si hanno in tal modo i vantaggi dell'uno e dell'altro sistema.

Infatti avvicinando il leggio, il fanciullo potrà mettersi nella posizione più comoda ed igienica per scrivere, ed allontanandolo potrà entrare ed uscire dal banco senza sforzo e starvi comodamente in piedi, eseguendo tutti gli esercizi ginnastici prescritti e che si fanno in classe.

Questo banco, di dimensioni e peso approssimativamente eguali a quelle del banco a sedile segregato, oltre a tutti gli altri vantaggi, ha pure quello di prestarsi facilmente alla pulizia dei locali ed al trasloco.

Disgraziatamente costa notevolmente di più del primo, in causa delle parti mobili, della ferramenta e della maggior lavorazione; ed ultimamente in media venne pagato circa lire 37. Inoltre la sua manutenzione è più costosa, avvenendo non di rado che i congegni per lo scorrimento, quantunque semplici e robusti, non funzionino regolarmente, per scosse od urti ricevuti.

Per le scuole superiori in genere, vengono adoperati banchi analoghi ai precedenti, ma di dimensioni aumentate proporzionalmente alla maggiore altezza degli individui.

Per i maschi si hanno banchi conformi a quelli a doppio uso, aventi però il soppedaneo fisso ed il tavolo alquanto più largo (42 cm.); per le femmine invece si è adottato, con generale soddisfazione, il banco a sedile segregato, avente la metà anteriore del tavolo formato

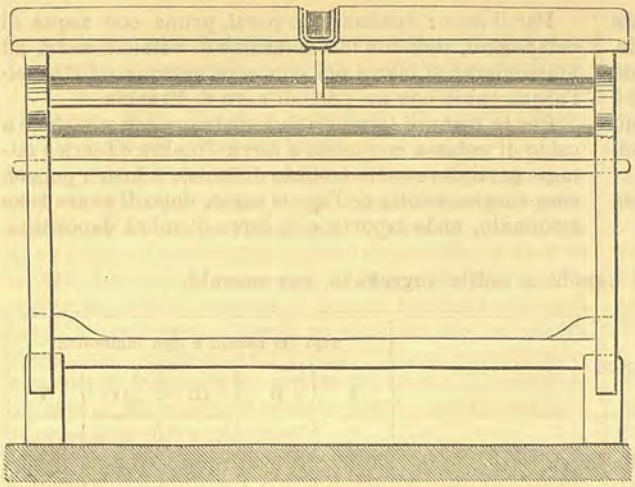


Fig. 2620. — Elevazione.

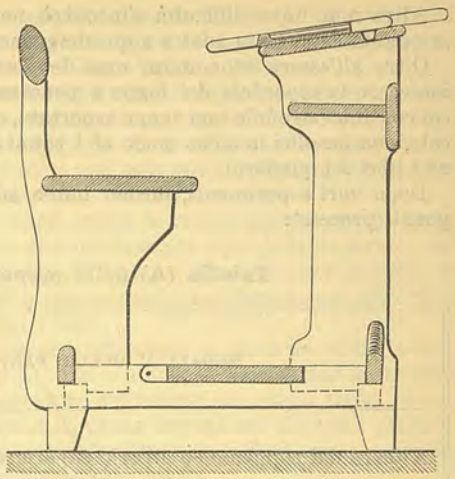


Fig. 2622. — Sezione del banco maschile disposto pei fanciulli.

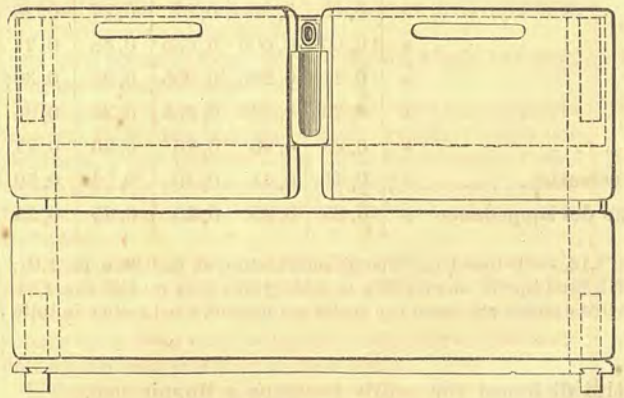


Fig. 2621. — Pianta.

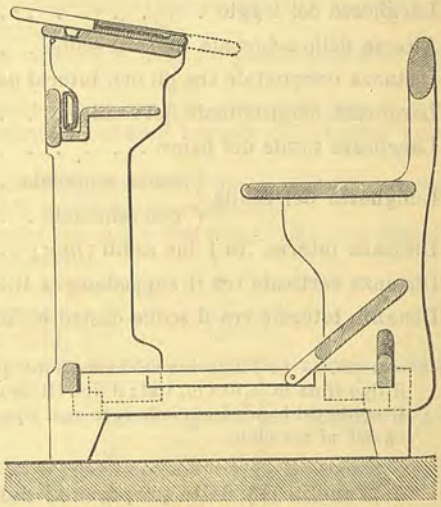


Fig. 2623. — Sezione del banco femminile disposto per le adulte.

Banco con sedile continuo a doppio uso, delle scuole del Municipio di Torino (fig. 2620 a 2623).

Avvertenze. — 1. Il banco è di 5 tipi, tanto per i maschi che per le femmine; 2. Il banco per le femmine è munito di un guancialetto mobile per i lavori di cucito; 3. Per adattare il banco ad uso degli adulti si ripiega il soppedaneo sotto il sedile, e si spinge in avanti il leggìo, come si vede nella sezione del banco femminile; 4. Il leggìo, le gambe, le traverse tutte ed i sostegni dello schienale debbono essere di legno noce, le altre parti di legno pioppo.

a ribalta ed adagiantesi su quella fissa, onde coprire il calamajo sottostante, e scoprire un cuscinetto da lavoro infisso nella parte che viene messa allo scoperto.

Questo sistema, oltre al lasciare grandissima libertà di movimento alle alunne, ed al conservare tutti i vantaggi inerenti al banco a sedile segregato, è utilissimo per la proprietà non solo dei mobili e dei lavori di cucito, ma anche delle allieve stesse.

I banchi di cui sopra, ed in generale tutti quelli che da circa tre lustri si costruirono per conto di questo Municipio, sono a due posti; in questo modo, oltre all'essere facilitato il loro trasloco, sempre necessario per la buona distribuzione dei tipi, viene meglio utilizzata la superficie disponibile delle classi e l'isolamento degli alunni, senza ricorrere a banchi individuali che, necessitando maggiore spesa per locali più vasti e per numero maggiore di insegnanti, non sarebbero economici.

Del resto, anche con i modelli adottati, l'insegnante può circolare facilmente ovunque, con grande profitto e della disciplina e dell'insegnamento.

A complemento del presente resoconto non è inutile accennare alla coloritura dei banchi.

Una tinta troppo chiara facilmente viene insudiciata, e specialmente in iscuole infantili non è possibile mantenerla con proprietà; nera è proscritta dagli igienisti, perchè dannosa alla vista, in causa del contrasto troppo vivo del banco colla carta. Gli è perciò che alla massima parte dei banchi nuovi ultimamente fatti si volle dare un colore di noce scuro, imitante il legno antico.

Per conservare l'uniformità di colore con quelli a sedile segregato già esistenti, e che sono neri, si usa di colorire i nuovi banchi a sedile segregato, che si vanno costruendo, totalmente in nero, eccezione fatta per la parte superiore del tavolo che viene tinteggiata in noce scura, come di sopra è detto, cercando di conciliare così e le prescrizioni igieniche e le necessità pratiche.

Altra non lieve difficoltà s'incontrò nello scegliere la qualità della tinta adatta a questo genere di mobilio.

Oltre all'essere economica, essa deve essere tale da intaccare la superficie del legno e penetrarlo, affinchè col continuo strofinìo non venga asportata, e, ciò che più cale, non insudici in alcun modo nè i panni degli alunni, nè i libri e i quaderni.

Dopo vari esperimenti, furono infine adottati i seguenti processi:

Per il *nero:* spalmare le parti, prima con acqua di campeggio, indi con una soluzione di vetriolo mista ad ammoniaca; si lustra poi con cera vergine sciolta nell'acqua ragia con un poco di nero di Francia.

Per la *tinta di legno antico:* spalmare con soluzione a caldo di potassa commista a terra d'ombra od ocra e minime parti di vetriolo (solfato di ferro); si lustra poi con cera vergine sciolta nell'acqua ragia, dopo di avere bene strofinato, onde asportare la terra d'ombra depositata.

Tabella (A) delle proporzioni dei banchi a sedile segregato, per maschi.

MODALITÀ DELLE PARTI DEL BANCO	Tipi dei banchi e loro dimensioni				
	I	II	III	IV	V
Altezza dal soppedaneo all'orlo superiore interno del legglo . . . . m.	0,52	0,55	0,60	0,66	0,73
Altezza dal soppedaneo all'orlo superiore { del sedile . . . . . »	0,30	0,34	0,42	0,45	0,48
Altezza dal soppedaneo all'orlo superiore { del legglo . . . . . »	0,55	0,60	0,65	0,71	0,77
Larghezza del legglo . . . . . »	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
Altezza dello schienale sopra il sedile . . . . . »	0,22	0,22	0,24	0,27	0,30
Distanza orizzontale tra gli orli interni del legglo e del sedile . . . »	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04
Larghezza longitudinale del sedile . . . . . »	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28
Larghezza totale del banco . . . . . »	0,60	0,605	0,635	0,68	0,71
Lunghezza del sedile { senza schienale . . . . . »	0,21	0,225	0,255	0,28	0,30
Lunghezza del sedile { con schienale . . . . . »	0,25	0,265	0,295	0,32	0,34
Distanza interna fra i due sedili (*luce*) . . . . . »	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27
Distanza verticale tra il soppedaneo e il fondo del cassetto . . . . »	0,41	0,44	0,49	0,54	0,59
Distanza laterale tra il sedile destro e l'orlo esterno del soppedaneo »	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

Annotazioni. — La lunghezza del banco a due posti è di m. 1,12. — Il tipo I corrisponde alle stature da m. 0,98 a m. 1,10; il tipo II da m. 1,10 a m. 1,21; il tipo III da m. 1,21 a m. 1,32; il tipo IV da m. 1,32 a m. 1,43; il tipo V da m. 1,43 a m. 1,54. Il sedile pel banco femminile è, in ogni tipo, un centimetro e mezzo più basso che quello pei maschi, e nel resto è in tutto uguale al maschile.

Tabella (B) delle proporzioni dei cinque tipi di banco con sedile continuo a doppio uso.

MODALITÀ DELLE PARTI DEL BANCO	Tipi dei banchi e loro dimensioni				
	I	II	III	IV	V
Altezza dal soppedaneo all'orlo interno del legglo abbassato. . . . m.	0,46	0,53	0,595	0,66	0,73
Altezza del sedile dal soppedaneo . . . . . »	0,28	0,32	0,36	0,40	0,45
Larghezza trasversale del sedile . . . . . »	0,21	0,235	0,255	0,28	0,30
Pendenza del sedile, dall'orlo interno a quello esterno . . . . . »	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Altezza dello schienale sopra l'orlo esterno del sedile e sua distanza dal legglo fisso . . . . . »	0,22	0,245	0,265	0,295	0,315
Distanza orizzontale tra l'orlo interno del sotto-legglo fisso ed il sedile »	0,11	0,11	0,12	0,125	0,13
Larghezza trasversale totale del legglo . . . . . »	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36
Larghezza della parte scorrevole del medesimo . . . . . »	0,11	0,11	0,12	0,125	0,13
Maggiore altezza dell'orlo esterno del medesimo (*pendenza*) . . . »	0,06	0,06	0,065	0,07	0,07
Altezza della bocca del cassetto sotto al legglo fisso. . . . . »	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11
Distanza orizzontale tra il sedile ed il cassetto . . . . . »	0,14	0,155	0,17	0,18	0,19

Annotazioni. — La lunghezza del banco a due posti è di m. 1,12, e quella del banco ad un posto di m. 0,60. — Il tipo I corrisponde alle stature da m. 0,95 a m. 1,10; il tipo II da m. 1,10 a m. 1,22; il tipo III da m. 1,22 a m. 1,34; il tipo IV da m. 1,34 a m. 1,46; il tipo V da m. 1,46 a m. 1,58. — Il sedile pel banco femminile è, in ogni tipo, un centimetro e mezzo più basso che quello pei maschi, e nel resto è tutto uguale al maschile.

ISTRUZIONI TECNICO-IGIENICHE *intorno alla compilazione dei progetti di costruzione di nuovi edificii scolastici*, secondo le norme pubblicate dal Ministero della Pubblica Istruzione in Italia (Regio Decreto 11 novembre 1888).

ART. 1. La *località* da scegliersi per un edificio scolastico deve avere facile e sicuro accesso per la popolazione a cui la scuola è destinata; e nello stesso tempo deve essere il più possibile libera d'ogni intorno da altri edificii, dai quali si procurerà di tenere in ogni caso la scuola da erigere distante di almeno 10 metri per ogni lato. Si preferisca all'uopo un sito elevato, all'aperta campagna, o adiacente a giardini, piazze o grandi strade, non troppo frequentate; lontano da mercati, da caserme, da officine, da luoghi di ritrovi pubblici e da spettacoli sconvenienti alla scolaresca.

Tale località deve sempre essere a distanza di almeno 200 metri dal cimitero, e così posta che l'edificio scolastico resti sottratto, per quanto è possibile, all'influenza di venti freddi ed umidi, e sopratutto di venti che attraversino paludi, risaje o altre regioni di malaria.

ART. 2. Il *terreno*, sul quale si ha da erigere un edificio scolastico deve essere, sempre che sia possibile, permeabile e secco, e quindi preferibilmente ghiajoso, col livello della falda acquea sotterranea molto distante dal piano superficiale del suolo.

Si eviti sopratutto un terreno umido, soggetto a scoli di acque o acquitrinoso.

Ove non si possa avere un terreno convenientemente igienico, si devono impiegare tutti i migliori mezzi per risanarlo, e per impedire che dalle fondamenta l'umidità salga nelle parti superiori dell'edificio stesso, quando le fondamenta si estendono fino alla falda acquea sotterranea.

Varranno a tal uopo adatte fognature, innalzamento del suolo con terreno argilloso o altrimenti compatto, impiego di materiali impermeabili nelle fondamenta, e separazione delle parti superiori dalle inferiori dei muri dell'edificio con strati d'asfalto o simili.

Il livello della falda acquea sotterranea dovrà sempre determinarsi prima della scelta definitiva del terreno per mezzo di pozzi già esistenti nella località, o da scavarsi appositamente dove occorra.

ART. 3. L'*estensione di terreno* da occuparsi e le dimensioni dell'edificio devono essere in rapporto col numero di allievi da accogliersi nella scuola.

In regola generale si calcoli il numero degli allievi per le scuole elementari in ragione del 15 % della popolazione intiera del Comune o della sezione di Comune a cui la scuola è destinata. Si tenga inoltre calcolo dell'aumento probabile per lo sviluppo della popolazione locale.

Oltre alla superficie di terreno necessaria per l'impianto dell'edificio scolastico, in rapporto alle sue esigenze, si aggiunga un'estensione di suolo in ragione di 3 a 4 m. q. per allievo, pel cortile o giardino.

ART. 4. L'edificio della scuola deve essere di *solida costruzione*, d'aspetto semplice ed elegante, tale da elevare l'animo e ingentilire il gusto della scolaresca.

I materiali di costruzione devono essere di ottima qualità fra quelli che localmente sono più facili ad aversi; esclusi quelli di puro lusso o che si debbano trasportare con grave spesa, se non siano assolutamente richiesti per ragioni di solidità o di salubrità.

L'edificio deve servire unicamente per la scuola. Solo nei Comuni rurali può, per ragioni riconosciute di necessità economica, concedersi che comprenda anche l'alloggio pel maestro o per la maestra, o sale per uffici comunali; a queste ultime però non si estende il beneficio del prestito (Legge 8 luglio 1888).

In ogni caso, le entrate delle scuole non devono avere alcunchè di comune con quelle per le abitazioni degli insegnanti e delle sale comunali; e ingressi ben distinti devono dare adito così agli alloggi del maestro e della maestra, come alle scuole dei due sessi.

L'edificio deve essere di regola cantinato, col piano terreno sollevato di almeno m. 0,80 sulla superficie del suolo circostante. Dove le cantine non sono possibili, si provveda all'isolamento del piano terreno con opportuni vespai o spazi vuoti.

Si preferiscano negli edifici a più di un piano le divisioni di essi a vôlta o a doppio soffitto per ammortizzare la trasmissione dei rumori. Le classi siano situate preferibilmente al piano terreno od al primo piano e, salvo casi eccezionali nelle grandi città, non si aggiunga per le stesse classi altro piano.

ART. 5. Gli edifici per *asili infantili* devono comprendere:

a) Un ampio atrio per spogliatojo, se non vi sia all'uopo un locale apposito;

b) Una stanza con lavatoi e possibilmente un bagno a pioggia;

c) Ampie classi per tre sezioni di scuole miste, unite o distinte secondo il numero dei bambini accolti nell'asilo;

d) Grande sala per ricreazione ed esercizi in comune, distinta, se è possibile, dal refettorio;

e) Camera con uno o due piccoli letti per riposo di bambini indisposti;

f) Cortile e giardino;

g) Cucina;

h) Latrine;

Gli edifici per *scuole elementari rurali* debbono comprendere:

a) Sala o corridoi d'ingresso con spogliatoi e lavatoi;

b) Classi distinte secondo il sesso e secondo il grado d'insegnamento;

c) Cortile coperto e scoperto;

d) Una palestra ginnastica comune;

e) Sempre che sia possibile, un campo o giardino per esercitazioni pratiche di agricoltura;

f) alloggio per gli insegnanti, preferibilmente annesso, ma non faciente corpo colla scuola;

g) Latrine.

Per le *scuole elementari urbane*, dove il numero delle classi esige una direzione speciale, si aggiunga una stanza pel direttore, con sala di aspetto, ed una stanza per gli insegnanti; inoltre, secondo l'importanza della scuola, si stabiliscano distinte sale per museo, lavori manuali e biblioteca, e possibilmente una gran sala per esami e riunioni; si destini un conveniente locale per il custode, esclusi gli alloggi per gli insegnanti.

Per i *ginnasi*, *licei*, *scuole tecniche*, *istituti tecnici* e *scuole normali*, oltre il numero di classi necessarie, le sale per direzione, per riunione degli insegnanti e per gli esami, si devono assegnare ampi e adatti locali per musei, collezioni, laboratorii scientifici, esercizi pratici, disegno, lavori manuali, ecc.

Per la disposizione dei locali per scuole e laboratorii scientifici, per esercizi pratici e per disegno, devesi sempre richiedere il consiglio dei titolari delle singole cattedre, a cui debbono tali locali servire.

Nei *convitti*, oltre ai locali necessari al servizio generale, come cucina, dispensa, refettorio, sale di ricevi-

mento, bagni, guardaroba, infermeria, ecc., si deve procurare che, per il servizio speciale delle singole camerate, di non più di 20 convittori, distinti secondo l'età, si assegni un dormitorio, che abbia per ogni convittore un volume d'aria di almeno 25 m. c., una stanza per l'istitutore, una stanza di pulizia, una fontana, ed una latrina; e che ciascuna camerata sia indipendente dall'altra. Inoltre si deve procurare che si assegnino a ciascuna camerata una sala di studio ed una sala di ricreazione, le quali possono essere annesse ai locali indicati prima, oppure possono essere separate dai medesimi; cosicchè nel primo caso ciascuna camerata formi una famiglia che ha a disposizione un unico gruppo di stanze per il riposo, lo studio e la ricreazione; mentre nel secondo caso tutte assieme le camerate, pur mantenendosi indipendenti l'una dall'altra nelle loro funzioni, abbiano a disposizione un gruppo di stanze per il riposo, un altro per lo studio, un terzo per la ricreazione.

Art. 6. La *forma* unilineare dell'edifizio si preferisca sempre in caso di possibile scelta: si eviti, quando si può, la disposizione a cortile chiuso.

Nell'edificio per le classi si prescelga di regola la *esposizione* sud o sud-est. Verso nord si stabiliscano preferibilmente i corridoi, le sale di direzione e di riunione, le sale di disegno, la biblioteca, i musei, le collezioni, le latrine e le scale. La palestra ginnastica è meglio sia separata dall'edificio scolastico.

Se l'edificio ha due *piani* soprastanti al piano terreno, nel piano superiore si pongano, salvo ragioni speciali in contrario, i musei, le sale di collezione e quelle per gli esercizi, le scuole di lavoro manuale, di disegno, ecc.; nei piani inferiori le classi.

Art. 7. Il piano della *classe* deve essere rettangolare. Il tavolino dell'insegnante sia collocato presso ad una delle pareti minori.

Le classi degli asili infantili non debbono, in massima, contenere oltre 60 bambini.

Le classi delle scuole elementari non oltre 50 allievi.

Le classi delle scuole secondarie non oltre 40 allievi.

La superficie del pavimento della classe deve essere calcolata almeno in ragione di m. q. 0,80 per allievo negli asili infantili, e di m. q. 1 nelle altre scuole; non sia però, nel complesso, mai inferiore a 30 m. q.

La cubatura sia calcolata fra 4 e 5 m. c. per allievo in ogni caso, e l'altezza della classe non sia mai inferiore a m. 4,50.

La lunghezza della classe non ecceda 8 a 10 m.

Le pareti delle classi siano preferibilmente di colore grigio, o azzurrognolo, o bianco, e senza tappezzerie; e abbiano un zoccolo di pietra od altro materiale suscettibile di lavatura, alto m. 1,50.

Il pavimento sia in legno, in cemento, in asfalto e simili, escluso qualsiasi materiale che dia facilmente polvere.

Art. 8. Per ottenere più favorevole *illuminazione*, si assegni alle classi l'esposizione di levante o mezzogiorno.

L'ampiezza delle finestre sia regolata in modo che, per edifici liberi d'ogni intorno, la somma delle superficie di esse equivalga circa ad un sesto della superficie del pavimento della classe; per quelli circondati da altri edifici, a circa un quarto.

L'altezza del parapetto delle finestre deve raggiungere almeno quella dei banchi della scuola, e la sommità delle medesime arrivare fino presso l'impostazione della vôlta della classe.

Come norma generale devesi procurare che da qualunque punto del piano superiore dei banchi della classe si possa tirare una visuale che, attraversando la corrispondente finestra laterale, si protenda diretta verso il cielo.

Le finestre devono essere disposte in modo che gli allievi, seduti ai banchi, ricevano luce sufficiente dal lato sinistro, non mai di fronte nè di spalla.

Le imposte delle finestre siano divise preferibilmente in due parti, una inferiore, da aprirsi in senso verticale, ed una superiore in senso orizzontale, o altrimenti adatte a facile scambio d'aria nella parte superiore.

Le tende, di colore preferibilmente grigiastro, devono stabilirsi in modo da potersi spiegare dal basso in alto, invece che, come d'ordinario, dall'alto in basso.

Le classi pel disegno siano in massima rischiarate con abbondante luce dal nord.

Nelle classi in cui si ha da applicare un'illuminazione artificiale, si devono stabilire le lampade in modo che distino almeno di m. 1,50 dalla testa degli allievi. Dove non si faccia uso della luce elettrica, si devono scegliere i becchi a olio, a petrolio o a gas, che brucino più completamente i materiali di illuminazione; e quando si adopera il gas luce, è da raccomandarsi l'applicazione di tubi di scarico dei prodotti della combustione. In ogni caso la illuminazione deve essere abbondante, e tale da rischiarare il più uniformemente possibile ogni punto della classe.

Art. 9. La *ventilazione* nelle classi, durante la buona stagione, sia assicurata mediante opportuna applicazione di larghi sfiatatoi nella parete opposta a quella in cui si trovano le finestre, con chiusura facile a regolarsi.

La porta della scuola, dell'ampiezza di almeno 1 m e dell'altezza di almeno 2 m., sia posta in corrispondenza collo spazio che intercorre fra la prima fila dei banchi e il tavolino dell'insegnante, quando non vi sia un vestibolo speciale per la classe situato ad uno dei capi della medesima, dal quale si entri direttamente.

Durante la stagione fredda, la ventilazione si ottenga con adatti sistemi o apparecchi di *riscaldamento;* i quali devono sempre introdurre dal di fuori aria presa da luogo sano, e riscaldata ad una temperatura non superiore a 60° centigradi.

Il ricambio dell'aria con questo mezzo si calcoli in modo che quella dell'ambiente della classe si rinnovi circa tre volte in un'ora.

Nelle classi, durante la stagione invernale, procurisi di mantenere la temperatura fra 14° e 16° centigradi.

Si escludano assolutamente le stufe od i caloriferi che abbiano il focolare a pareti metalliche.

L'introduzione dell'aria calda per mezzo di caloriferi deve farsi ad un'altezza superiore a 3 m. ed in modo che sia diretta verso il soffitto; le bocche d'uscita dell'aria viziata, in tal caso, devono essere stabilite presso il pavimento. Tra i mezzi per promuovere l'aspirazione dell'aria viziata, si preferiscano quelli con cui si trae partito dalla forza dei venti; e, dove sia necessaria una aspirazione più energica, si usino canne di tiraggio promosso dal calore.

Le aperture d'immissione d'aria calda o di aspirazione d'aria viziata debbono sempre essere difese in modo da non poter diventare deposito di sudiciume.

Art. 10. La larghezza delle *porte* principali e delle *scale* dev'essere tenuta di circa 2 m., e così quella dei *corridoi:* quando questi devono servire pure per deposito delle vesti, siano larghi almeno m. 3,50.

In ogni caso devono le scale e i corridoi essere abbondantemente illuminati e ventilati, ricevendo luce ed aria direttamente.

Le dimensioni degli scalini, a seconda dell'età media

degli allievi a cui la scuola ha da servire, devono variare fra m. 0,13 e 0,15 per l'altezza, e m. 0,30 a 0,35 per la larghezza.

Sarà sempre da preferirsi la disposizione di vani speciali pel deposito delle vesti, separati per classi, e aventi ciascuno una bocca d'acqua per bevanda e per lavatojo.

ART. 11. La *palestra ginnastica* chiusa deve essere ampia al possibile, con un'altezza non inferiore a 6 m., e molto ricca d'aria e di luce. Il rivestimento superiore del pavimento, a doppia impalcatura, deve essere di legno.

Nei luoghi dove occorra, la palestra deve potersi riscaldare.

La palestra scoperta deve avere il piano di terra battuta, con abbondante strato di sabbia.

ART. 12. Il *cortile* abbia conveniente piantagione di alberi, e pendenze sufficienti per lo scolo delle acque meteoriche.

ART. 13. Le *latrine* si pongano di regola a nord dell'edificio, e con porta che si apra al di fuori. Dove la scuola ha un solo piano, si pongano le latrine preferibilmente nel cortile, con tettoja di accesso.

Dove è possibile, vi sia una latrina per ogni classe.

Se si ha abbondanza d'acqua a disposizione, si stabiliscano con essa, alle bocche delle latrine, chiusure convenienti, e apparecchi automatici per la lavatura delle canne di caduta.

Nelle scuole elementari rurali si preferisca il sistema di fosse mobili, specie se corrette con materiali disodoranti, come terra, torba polverulenta o simili.

Nelle scuole dei Comuni usi a sistemi speciali di fognatura, si segua il rispettivo sistema, con tutte le disposizioni più efficaci ad impedire infiltrazioni di liquidi nelle pareti e nel sottosuolo, come pure il passaggio dei gas delle fogne nelle stanze dell'edificio.

Il locale della latrina deve avere almeno le dimensioni di m. 1,50 per 1 m., ed il sedile l'altezza di m. 0,20 a 0,40.

Si escluda assolutamente il sistema cosidetto alla turca.

Norme per la scelta dei banchi delle classi.

I *banchi* per le classi debbono servire per non più di due allievi, sia per gli asili infantili, sia per le scuole elementari. Nelle scuole secondarie e tecniche possono essere adatti ad un numero maggiore di allievi secondo il bisogno; in massima, però, a non più di tre.

Le dimensioni dei banchi devono stare in rapporto colla statura e col sesso degli allievi, secondo le indicazioni contenute nella seguente tabella:

Dimensioni medie dei banchi per scuola, in rapporto colla statura e col sesso degli allievi.

SCUOLA ED ETÀ alle quali possono adattarsi i diversi tipi di banchi	N° d'ordine	STATURA degli allievi	Altezza del sedile (*a*)		Distanza fra sedile e scrittojo (*b*)		Larghezza dello scrittojo (*c*)	Lunghezza dello scrittojo per allievo (*d*)	Profondità del sedile (*e*)	Altezza dello schienale (*f*)
			maschi	femm	maschi	femm.				
		m	m.	m.	m.	m.	m.	m	m.	m,
Asili infantili (da 3 a 6 anni) . .	1	0,80 a 0,90	0,24	0,24	0,12	0,12	0,30	0,50	0,18	0,20
	2	0,90 a 1,00	0,27	0,27	0,14	0,14	0,30	0,50	0,18	0,20
Scuole elementari (da 6 a 14 anni)	3	1,00 a 1,10	0,30	0,30	0,16	0,16	0,35	0,50	0,20	0,30
	4	1,10 a 1,25	0,32	0,30	0,18	0,20	0,35	0,60	0,24	0,30
Scuole secondarie (da 10 a 20 anni)	5	1,25 a 1,40	0,36	0,34	0,20	0,22	0,40	0,60	0,27	0,30
	6	1,40 a 1,55	0,40	0,37	0,22	0,24	0,40	0,60	0,30	0,35
	7	1,55 a 1,70	0,45	0,40	0,24	0,26	0,50	0,60	0,35	0,35

Lo scrittojo deve essere distinto in una parte orizzontale per deporvi il calamajo e gli oggetti da scrivere, ed una inclinata verso l'allievo nel rapporto di 1 : 6.

L'angolo d'inclinazione di questa parte dello scrittojo sia di circa 15°.

Il margine interno dello scrittojo deve corrispondere in linea verticale col margine corrispondente del sedile.

L'altezza del margine interno dello scrittojo risulta dalla somma dei numeri corrispondenti delle colonne (*a*) e (*b*).

Il sedile sia piano o leggermente concavo in senso antero-posteriore.

Il pedale sia largo almeno 20 cm. e preferibilmente mobile per adattarlo alle diverse altezze delle gambe.

Lo schienale sia verticale o leggermente inclinato indietro.

Il palchetto dei libri sia aperto anche anteriormente, in modo che possa il maestro esercitare intera vigilanza sull'allievo.

I banchi siano solidamente costruiti e ben piantati sul pavimento, perchè non oscillino.

Ogni classe, sia infantile o primaria o secondaria, deve avere due tipi almeno di banchi, di diversa dimensione per poterli adattare alle varie stature degli allievi, misurate almeno in principio d'ogni corso scolastico.

SCUOLE (ANFITEATRI) DI FISICA E DI CHIMICA.

Le classi delle scuole superiori destinate all'insegnamento della fisica e della chimica hanno generalmente i banchi disposti a gradinata, e talvolta anche ad emiciclo (donde il nome di *anfiteatri*). Di fronte ai banchi e sul pavimento della sala, si estende, spesso per tutta la larghezza della classe, il tavolo su cui il professore fa i suoi esperimenti. Fra questo tavolo ed il muro di fondo deve esistere una distanza sufficiente acciocchè l'insegnante ed i suoi assistenti possano circolare ed eseguire comodamente tutte le manipolazioni. La tavola nera è ordinariamente applicata contro questo muro di fondo, scorrevole fra due guide, in senso orizzontale o verticale. Nelle classi di chimica questa tavola nera scorrevole costituisce la parete anteriore di una nicchia a vetri ermeticamente chiusa, che dà sulla camera delle preparazioni, ed è sormontata da un camino di richiamo destinato a smaltire i gas ed i vapori, spesso nocivi, che si producono in talune esperienze.

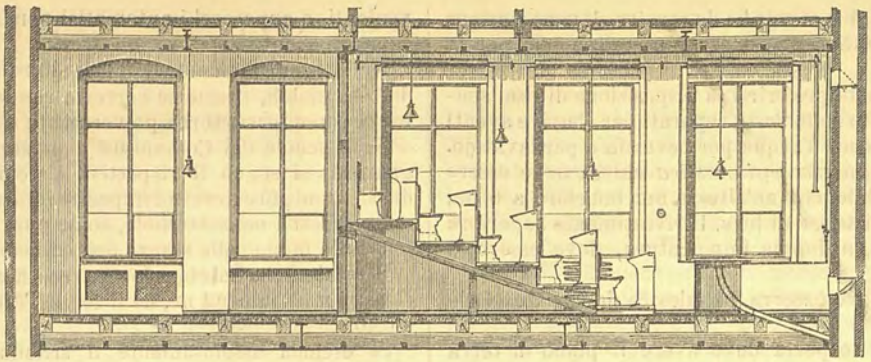


Fig. 2624. — Sezione longitudinale.

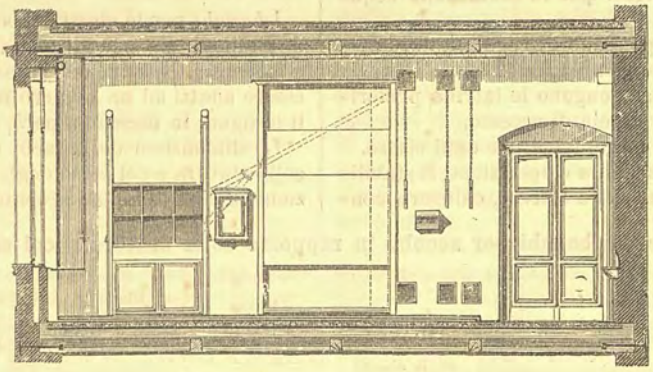


Fig. 2625. — Sezione trasversale.

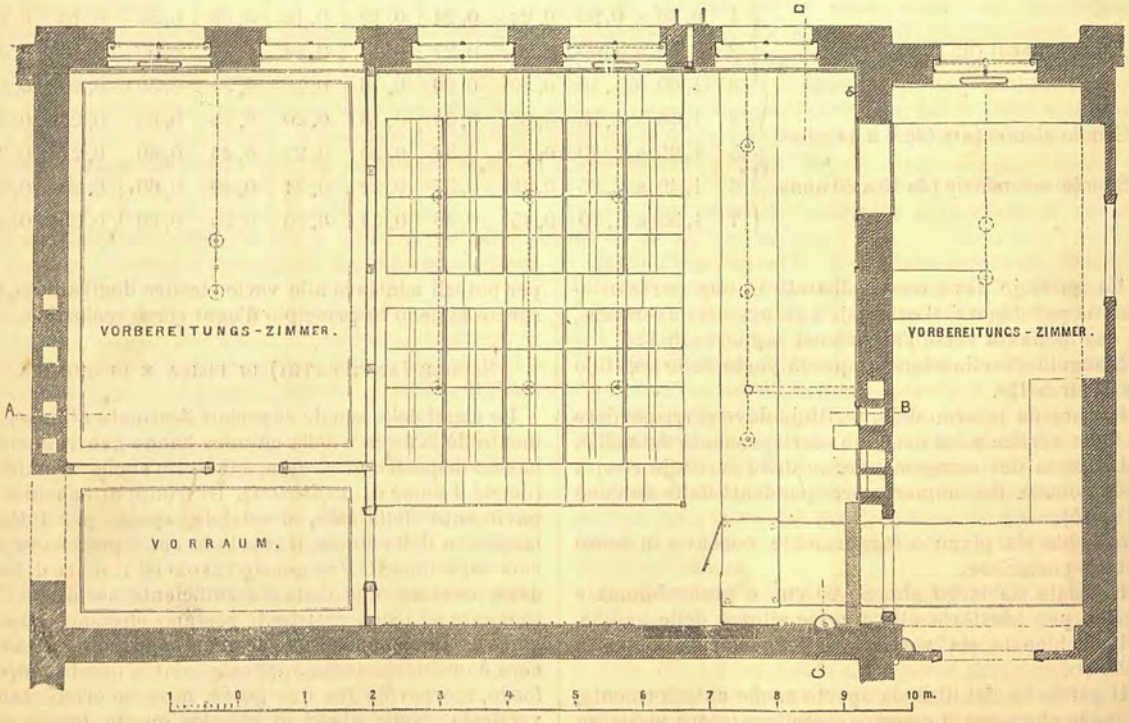


Fig. 2626. — Pianta.

Anfiteatro di fisica e chimica del R. Ginnasio di Neustadt-Dresden (fig. 2624, 2625 e 2626).

Vorbereitungs-zimmer **(sala delle preparazioni).** — *Vorraum* **(anticamera).**

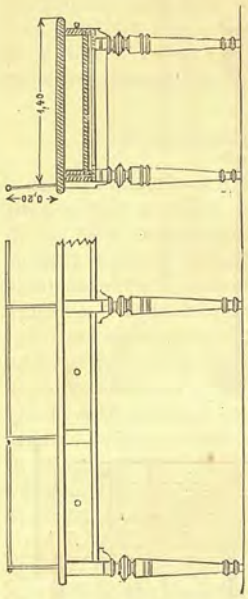


Fig. 2629.

Fig. 2628. Banchi da disegno.

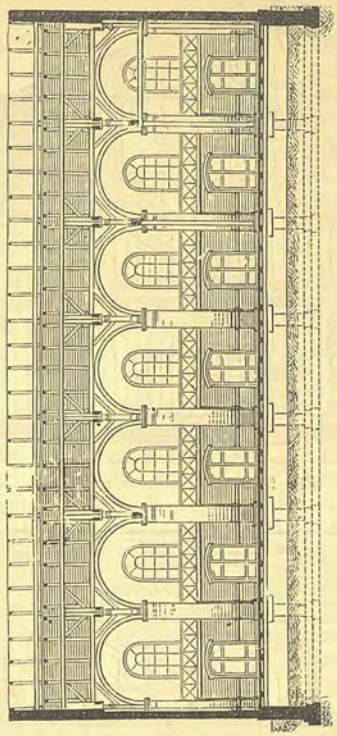


Fig. 2630.

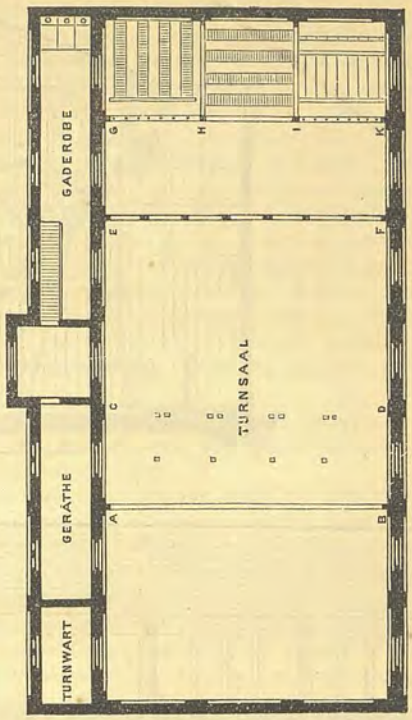


Fig. 2631. Palestra ginnastica di una scuola della città di Berlino (fig. 2630 e 2631).

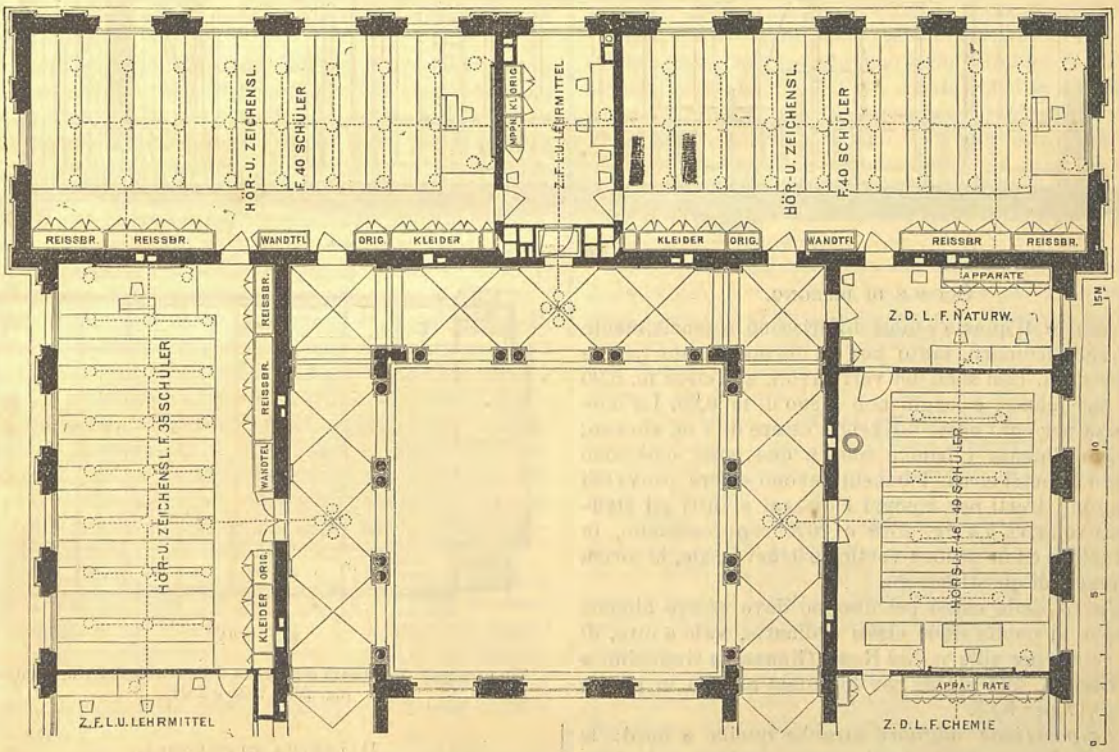


Fig. 2627. — Sale di disegno della R. Scuola di Costruzioni di Stuttgart.

Le classi di fisica devono essere così esposte da ricevere, per un certo tempo, la luce diretta del sole, che è indispensabile per alcuni esperimenti di ottica.

L'area di queste classi dovrebbe essere almeno di mq. 1,20 a 1,50 per allievo. (La scuola di fisica del Regio Ginnasio « Guglielmo » in Berlino ha, in pianta le dimensioni di m. 11,30 per m. 5,65 e può accogliere 56 allievi; quella del Regio Ginnasio di Neustadt-Dresden misura m. 7,00 per m. 8,25 e contiene 40 posti).

Come esempio, diamo nelle fig. 2624, 2625 e 2626 la sezione longitudinale, la sezione trasversale e la pianta di quest'ultima scuola.

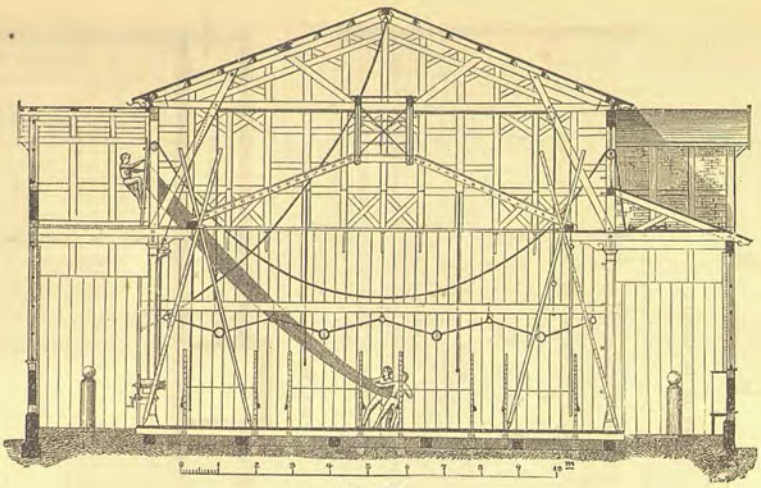


Fig. 2632.

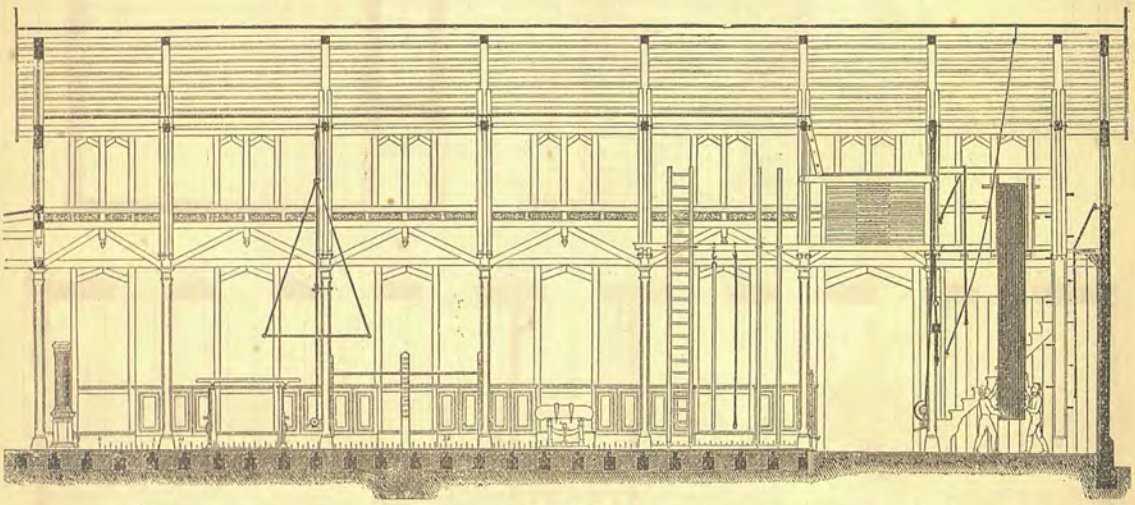


Fig. 2633.

Scuole di disegno.

I *banchi* di queste scuole differiscono essenzialmente da quelli ordinarii, tanto per la forma quanto per le dimensioni. Essi sono dei veri tavoli, alti circa m. 0,90 sul pavimento, e larghi non meno di m. 0,80. La lunghezza per ogni posto dovrebbe essere di 1 m. almeno; e generalmente i banchi sono a due posti, cioè sono lunghi 2 metri circa. I banchi devono essere provvisti di ampii tiretti per riporvi i disegni e tutti gli strumenti relativi. Le fig. 2628 e 2629 rappresentano, in elevazione ed in sezione verticale trasversale, la forma ordinaria di questi banchi.

L'*area* delle classi pel disegno deve essere almeno doppia di quella delle classi ordinarie, vale a dire, di 2 m^2 circa per allievo. Nel Regio Ginnasio « Guglielmo » di Berlino, una classe per 48 allievi misura in pianta m. 23,17 per 5,65.

L'*esposizione* migliore sarebbe quella a nord; le finestre devono farsi le più ampie possibili, e la profondità della sala non dovrebbe superare i m. 7,00.

I banchi possono ricevere la luce dalla sinistra, oppure anche di faccia, non essendovi in ciò gli inconvenienti che si verificano per le classi ordinarie destinate alle lezioni orali. Come esempio, diamo nella fig. 2627 la disposizione delle sale da disegno della Regia Scuola di Costruzioni di Stuttgart.

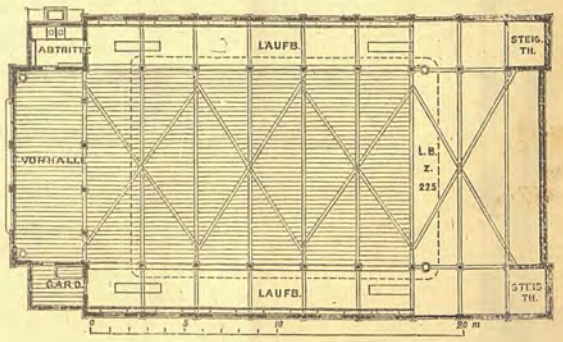


Fig. 2634.

Tipo normale di palestra ginnastica delle scuole del Württemberg (fig. 2632, 2633 e 2634).

Palestra ginnastica.

Le palestre ginnastiche sono una conquista del nostro secolo. Non v'ha chi non riconosca l'importanza di questo complemento indispensabile di ogni scuola, e perciò tutti i regolamenti scolastici, delle diverse Nazioni, ne prescrivono le modalità di costruzione.

Per ciò che si riferisce all'Italia, si veggano le *Istruzioni ufficiali tecnico-igieniche* a pag. 1747. — Per ciò

che riguarda le scuole dell'estero, non crediamo di poter far meglio che dare i disegni di due palestre, la prima appartenente ad una scuola municipale della città di Berlino e costrutta secondo i disegni dell'architetto Blankenstein (fig. 2630 e 2631); la seconda (fig. 2632, 2633 e 2634) rappresentante il tipo normale delle grandi palestre ginnastiche del Württemberg.

Descrizione di edifizi scolastici.

Asilo infantile « Principe di Napoli » in Torino (1) (figure 2635 a 2638). — Le modalità di costruzione di un asilo infantile sono in gran parte dettate dal sistema secondo il quale l'asilo stesso è condotto, e ne richiederebbe di speciali quello che, dal nome dell'inventore, è detto *Froëbelliano.*

Questo sistema tuttavia non ha quasi nessuna applicazione fra noi; in Torino, ed in tutto il Piemonte, un asilo froëbelliano si può dire un'eccezione, e non pare che le cose abbiano probabilità di mutare. Forse coll'indole delle popolazioni nordiche, fra le quali il sistema fu escogitato e sviluppato, la cosa è più facile; ma da noi non si riuscirebbe forse a formare il numeroso corpo di maestre capaci di applicare *bene* le teorie froëbelliane, quando le si volessero estendere a tutto l'esercito di bambini che popolano gli asili sorgenti numerosi non solo nelle città, ma oramai nelle minori borgate. Ed il sistema Froëbel, applicato male, riuscirebbe certo inferiore a quello ordinario.

Tutto ciò che segue si deve adunque intendere che si riferisca al sistema di asili generalmente adottato fra noi, ed in base al quale fu progettato l'edifizio di cui diamo i disegni.

L'asilo accoglie i bambini dall'età di tre anni fino a che possano venire accettati nelle scuole elementari, ciò che in massima ha luogo agli anni sette. Bambini tali si raccolgono piuttosto per custodirli che per impartire loro un insegnamento; ciò non di meno, si cominciano ad aprire le loro menti a qualche cognizione, epperciò durante una parte della giornata si occupano in esercizi, alcuni dei quali sono veramente scolastici, altri assumono il carattere di scolastici per la necessità di farvi partecipare, tutti insieme, un gran numero di alunni.

Per bambini di tenera età, quali si raccolgono negli asili, è importante che vi si abbiano da recare una sola volta nella giornata; di qui la necessità che verso il mezzodì prendano nell'asilo stesso una refezione, la quale non potrebbe, senza danno della salute, essere fredda; epperciò bisogna che vi si prepari e distribuisca una minestra. Inoltre i bambini portano da casa alquanto pane e companatico, per tenere il quale hanno tutti un apposito panierino che, entrando all'asilo, debbono deporre perchè sia dato loro in tempo opportuno.

Per una buona parte dei bambini che vanno all'asilo, è affatto impossibile il mandarveli da soli; essi debbono nell'andata e nel ritorno essere accompagnati, alcuni anzi hanno persino bisogno di essere portati in braccio.

Locali necessari: loro dimensioni. — Dalla rapida esposizione ora fatta risulta quali locali richieda un asilo infantile.

Ed in primo luogo ci vuole spazio per trattenimento e trastullo, e questo adatto a tre diverse condizioni d'atmosfera. Preferibile a tutto, quando si può usarne, è il terreno libero ad aria aperta, con alcuni alberi che facciano ombra, e rallegrino: un *quid medii* fra il giardino ed il cortile, ma più questo che quello, in modo che non vi siano cose da guastare.

Entro a tale terreno occorre poi una tettoja, sotto alla quale si possa rimanere ancora all'aria nelle occasioni di pioggia, e si possa eziandio trovare ombra più ampia e più intensa che quella degli alberi nelle giornate e nelle ore di maggior sole e maggior calore.

E pel tempo troppo freddo, o quando avvengono acquazzoni fortissimi, che una tettoja non vale a riparare, occorre spazio del tutto chiuso. A cotest'ultimo scopo, in climi meno felici del nostro, si dispongono addirittura dei grandi locali, che i Francesi chiamano *pré couvert:* da noi la spesa di cotale fabbrica sarebbe inadeguata all'uso assai piccolo che occorre di farne, e basta avere disponibile una stanza un po' grande, qualche sviluppo di corridoi abbastanza larghi da potervi camminare in giro.

Secondariamente l'asilo richiede locali per esercizi scolastici, i quali, appunto con nome scolastico, si possono denominare *classi.*

In terzo luogo si vogliono locali pel deposito e la custodia dei panierini e di quegli oggetti di vestiario come mantelli, cappelli, manicotti, soprascarpe e simili, che i bambini non tengono indosso lungo la giornata. Siffatti locali, che per brevità diremo guardarobe, hanno esigenze di grandezza e di collocamento perchè possano essere facilmente sorvegliati, e gli oggetti vi rimangano bene ordinati, e facili a trovare per distribuirli, quando è necessario.

Occorrono poi i locali riguardanti la refezione, cioè il refettorio e la cucina colla dispensa.

È cosa importante che si abbiano locali d'aspetto per i bambini e per coloro che li accompagnano. Per molte cause accade sempre che parecchi bambini si recano all'asilo molto prima dell'ora fissata, anzi molto prima di quella in cui si possono senza inconvenienti aprire i locali interni: anche si recano troppo presto molti dei parenti che debbono accompagnarli a casa la sera; mentre, viceversa, altri fra costoro vi vanno in ritardo, epperciò i bambini debbono rimanere ad aspettarli dopo che l'orario è terminato.

Bisogna aggiungere almeno una stanza per ricevimento degli esterni, in cui si facciano le iscrizioni e si trattengano i genitori ai quali si ha bisogno di parlare senza la presenza di terzi: occorre l'abitazione di un custode ed una saletta per le maestre, le quali, oltre a potervisi ritirare per turno a qualche breve riposo, vi abbiano la loro guardaroba, e possano curare, prima dell'uscita, la propria toeletta: una maestra non esce in istrada se non ha studiato un momento nello specchio la impeccabilità del suo vestiario.

Talvolta nei locali dell'asilo è convenientissimo che abiti una maestra: possono anche abitarvi tutte. Così accade nella maggior parte dei nostri asili rurali, che sono affidati a Congregazioni religiose: il piccolo drappello di suore, staccato dalla casa-madre, vi fa vita in comune.

Delle speciali esigenze riguardanti siffatti particolari di abitazione e simili è impossibile fare un esame; esse dipendono da condizioni varie e bisogna studiarle volta per volta: poco si può dire di preciso riguardo ai locali di trattenimento e di aspetto, dei quali, secondo circostanze multiformi, si può avere maggior o minore necessità, e ad ogni modo non si tratta mai di necessità così assoluta, che non debba farsi dipendere in gran parte dalla possibilità di soddisfarvi più o meno largamente. Così non è da dire riguardo alle classi ed ai refettori, dei quali sono meglio definite e commensurabili le esigenze.

(1) *L'Ingegneria civile e le arti industriali*, annata 1886, pag 17 e seguenti.

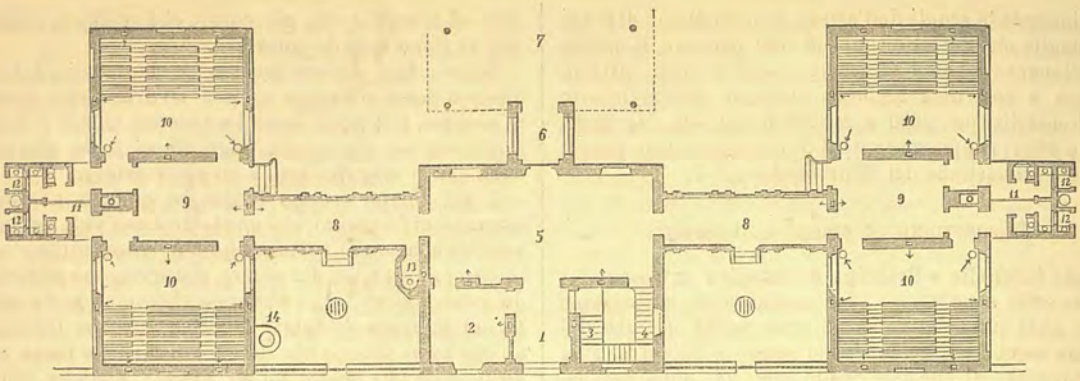


Fig. 2635. — Pianta del piano terreno

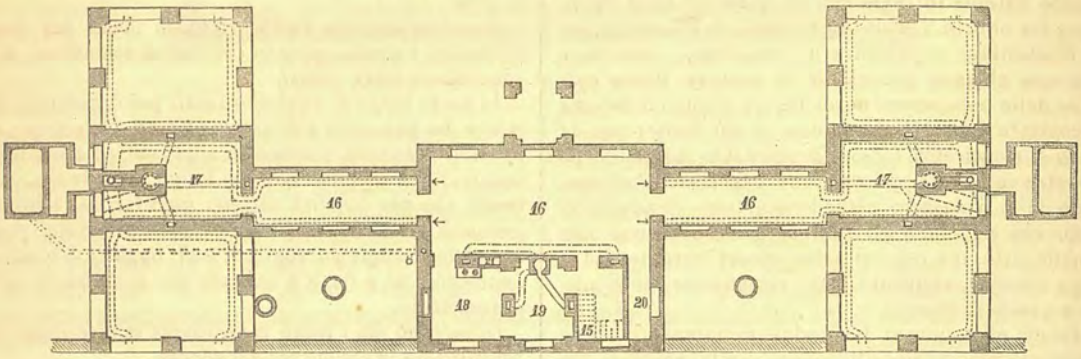


Fig. 2636. — Pianta del sotterraneo.

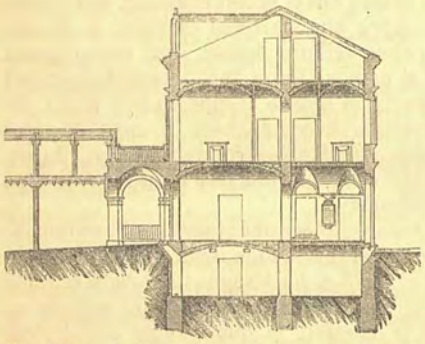


Fig. 2637. — Sezione trasversale sul corpo centrale.

Segni convenzionali.

Canali di aria mefitica ----------
» » calda —·—·—·—
» » esterna — — — —
» del fumo ————
Tubo di latrina - - - - - - - -

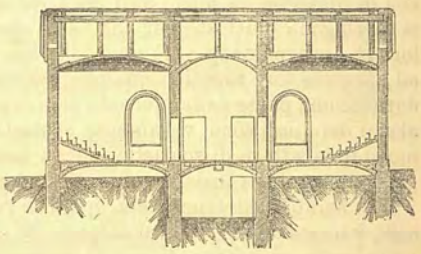


Fig. 2638. — Sezione longitudinale nelle classi.

Asilo infantile « Principe di Napoli » in Torino (fig. 2635 a 2638).

Piano terreno.

1. Atrio d'ingresso.
2. Parlatorio, uffizio.
3. Scala ascendente al piano superiore.
4. Scala discendente al sotterraneo.
5. Salone.
6. Portico.
7. Tettoja.
8. Corridoi.
9. Guardaroba: deposito dei panierini.
10. Classi.
11. Ritirate interne.
12. Ritirate esterne.
13. Ritirata riservata per le maestre.
14. Pozzo d'acqua viva.

Sotterraneo.

15. Scala.
16. Refettorio.
17. Stanze dei caloriferi e magazzino del carbone.
18. Cucina.
19. Dispensa e magazzino.
20. Cantina.
21. Gola del montapiatti.

Quanto alle classi, occorre anzitutto discutere di quanti bambini convenga comporle, e chi scrive non trovò in nessun luogo trattata cotale questione. Sembra evidente che non sia applicabile agli asili la regola vigente per le scuole elementari, la quale non vuole più di cinquanta alunni per classe, ma eziandio non si possa andare fino ai centocinquanta che si trovano contemplati in qualche raccolta di disegni di edifizi inglesi. Visitate parecchie classi d'asilo in tempo degli esercizi scolastici, ed interrogatene le maestre, chi scrive credette di conchiudere che, colla disposizione dei banchi a gradinata, quale generalmente si usa, una maestra può contemporaneamente vedere dal suo posto e dominare benissimo e senza fatica una serie di sei banchi lunghi tanto da contenere sedici bambini caduno. Così la classe può essere di 96 alunni.

Le dimensioni convenienti pei banchi sono di 40 cm. di lunghezza per ogni bambino; così per una fila di 16 si hanno m. 6,40, ai quali aggiungendo gli spazi per due passate di 0,60, il banco riesce lungo m. 7,60.

La profondità conveniente è di 0,50 per cadun banco, onde sei file danno m. 3,00; è poi necessaria altrettanta profondità per lo spazio dinnanzi ai banchi, affinchè la maestra possa collocarsene abbastanza lontana da abbracciare collo sguardo le estremità delle varie file. In totale adunque convengono alle classi le dimensioni di m. 7,60 × 6,00.

Quanto ai refettorii si ha che tavole di m. 3,00 × 0,45 possono contenere venti bambini dei più grandicelli, ventiquattro dei più piccoli: ventidue in media. Se, come sembra conveniente, i bambini si facciano stare in piedi per prendere la loro refezione, basta poco spazio dattorno alle tavole perchè vi stiano essi stessi e ne rimanga per circolazione di chi li deve servire e sorvegliare; alla testa delle tavole basta un distacco di una quarantina di centimetri, ai lati un metro fra tutti e due: così ventidue bambini occupano 3,40 × 1,45 = 4,93, ed a cento bambini occorrono un po' meno di metri ventitre.

Rimane a dire delle stanze di guardaroba. Il modo più economico, epperò più solitamente usato, pel collocamento dei panierini e degli altri oggetti, che accade di deporre, consiste semplicemente nell'appenderli a certi piuoli, che si collocano a distanza fra loro di m. 0,20 in senso orizzontale, 0,35 in senso verticale, potendosene collocare cinque file una sopra l'altra. In tal modo in ogni metro lineare di parete stanno venticinque panierini, ed in quattro metri ne stanno cento. Ma se non manchino i mezzi, è opportunissimo sostituire alle serie di piuoli una specie di scaffale a scompartimenti, o casellario, in cui si possano bene collocare certi oggetti che mal si prestano ad essere appesi ad un sostegno. Per le caselle è sufficiente la dimensione di m. 0,30 in senso orizzontale, 0,40 in quello verticale, potendosene eziandio collocare cinque una nell'altra: così per cento bambini occorrono sei metri lineari di parete.

Programma dell'asilo preso ad esempio; suo svolgimento costruttivo. — L'asilo dell'Aurora, pel quale fu eseguito l'edifizio di cui si pubblicano i disegni, doveva essere capace di circa 400 bambini.

Volevasi avere in esso un quartierino per l'abitazione della Direttrice ed un'ampia stanza per due persone di servizio, le quali convivessero colla Direttrice stessa, e adempissero le mansioni tutte di cucina, di pulizia, di cura ordinaria del giardino, e quelle di custodia del locale. Oltre a ciò, volevasi una sala per la Direzione.

Il terreno di cui si disponeva era molto grande, misurava cioè oltre a quattromila metri quadrati, ossia più di una volta e mezza quanto sarebbe stato necessario anche per sviluppare il progetto coll'ampiezza che gli fu data.

Il cortile di un asilo non richiede le dimensioni di quello d'un convitto di giovanetti; i trastulli dei bambini sono più tranquilli, e per necessità fatti a squadre e sotto la sorveglianza non solo, ma sotto la effettiva direzione delle maestre. E perciò basta uno spazio relativamente piccolo.

Se all'asilo dell'Aurora è rimasto un cortile esuberantissimo, sicchè una parte si è potuta destinare ad orto, frutteto e giardino per la Direttrice, lo si deve alla circostanza che il terreno fu in massima parte regalato da un generoso benefattore, sicchè la Direzione non ebbe che da comprarne quanto abbisognava per quadrarsi in armonia col piano d'ingrandimento della città. La esuberanza tuttavia ha un vantaggio, ed è che quando vi saranno elevate delle case su tutto lo sviluppo delle vie tra le quali è collocato l'asilo, questo non ne rimarrà soffocato, come con terreno più limitato facilmente accadrebbe, ma conserverà aria e luce quanto gli abbisogna.

Benchè l'ampiezza del terreno permettesse di sviluppare tutte le parti della fabbrica nel modo più ampio che si volesse, la Direzione tuttavia aveva deciso *a priori*, per ragioni d'economia, che la cucina ed il refettorio si collocassero nei sotterranei. Il sotterraneo è una parte di costruzione che non si può omettere e costa assai, quindi è opportuno utilizzarlo quando si devono limitare le spese: frattanto parve alla Direzione che quella utilizzazione non presentasse serio inconveniente. Fuor di dubbio, l'avere tutti i locali ad un solo livello è molto più comodo, ma al refettorio dell'asilo ci si va una sola volta in tutta la giornata, e lo scendervi, anche per un grande stuolo di bambini, rimane cosa da poco, se la scala sia adatta a loro e ben disposta. Anche lo stare sopra al terreno è più sano e più gajo, ma non può dirsi che sia contrario all'igiene il soffermarsi una mezz'ora o meno, e ancora nel cuore della giornata, entro ad un refettorio sotterraneo, se questo sia ben pavimentato, dotato di buona luce, ventilato quanto abbisogna, e riscaldato nella stagione fredda.

Per la stessa ragione di economia fu omessa la saletta per le maestre, destinandosi ad accumulare colle altre tale destinazione la sala di uffizio e parlatorio; fu pure omessa una stanzetta di portieria che è sempre molto utile, ma si giudicò non strettamente necessaria, per la mancanza di una persona destinata in modo esclusivo a tale servizio.

Ma l'economia non si fece più nell'impianto delle classi, che si disposero nel modo creduto assolutamente migliore. Infatti le esigenze delle classi sono di sicuro le principali, perchè in esse non solamente i bambini stanno un tempo assai lungo, ma vi sono costretti ad una disciplina e ad un'attenzione, cui fuori di dubbio è pur necessario di assoggettarli, ma che igienicamente parlando è loro molto meno favorevole che il trastullo: occorre dunque un compenso nelle ottime condizioni del locale che li raccoglie.

I bisogni da soddisfare nel collocamento delle classi sono: l'isolamento sufficiente per evitare il reciproco disturbo, trattandosi di riunioni nelle quali molto si canta, e si battono in cadenza piedi e mani; la facilità di accedere al cortile, la vicinanza della guardaroba, e quella delle ritirate; cosa importantissima poi sovratutto, buona ed abbondante luce, e possibilità di attiva ventilazione.

È affatto inammessibile che la luce entri in classe dalla parete cui i ragazzi od i bambini volgono le spalle, perchè allora l'insegnante non li può più veder bene, con grave pregiudizio del contegno e della disciplina. Ed a vicenda non può senza grave danno per la vista degli allievi prendersi la luce dalla parete che loro sta in faccia. Le finestre dunque debbono aprirsi di fianco, ma dove si studiò la questione fu un gran discutere se si dovesse preferire il sistema di averle da un fianco solo o quello di averle da due. Il disporre di finestre a due lati equilibra certamente la luce; aggiungasi che dà anche grande agio a moderarla secondo le ore, le stagioni e le vicende atmosferiche. Ma da alcuni, parlando di scuole, vi si oppone che la luce proveniente dalla destra getta sulla carta l'ombra mobile della penna e della mano di chi scrive, con danno della vista. Ora siccome all'asilo la massima parte degli alunni non scrive, e i pochi scriventi non impiegano in tale esercizio che

brevi istanti della giornata, l'inconveniente ora accennato, se esiste per le vere scuole, si può dire escluso per gli asili: frattanto la presenza di finestre su due lati, ai vantaggi della luce aggiunge quelli relativi alla ventilazione, così nei riguardi della purezza dell'aria, come in quelli della sua freschezza nelle giornate più calde, tanto più se possano le due serie aprirsi l'una a mezzodì e l'altra a tramontana.

Al concetto delle classi con finestre ai due lati è basata la disposizione dell'asilo dell'Aurora, il quale perciò, invece di essere costituito da un solo corpo di fabbrica, in cui naturalmente la maggior parte dei locali non potrebbe avere finestre che da un lato solo, e questo per alcuni ad un'esposizione troppo calda, per altri ad una fredda e scura, si compone di tre corpi distinti epperciò isolati, si può dire tutt'attorno, salvo pel piccolo tratto di unione con gallerie di collegamento. Un corpo centrale contiene i locali d'aspetto, il parlatorio, la sala della Direzione, la cucina, i refettorii e le stanze d'abitazione; due corpi laterali contengono le classi colle guardarobe.

Trattandosi, da quanto si è detto, di quattrocento bambini, occorreva fare quattro classi; contenendo queste 96 bambini caduna, quattro di esse ne contengono 384, ciò che corrisponde ad assai più che 400 iscritti, perchè fra bambini di tenera età è sempre grande l'aliquota degli assenti per piccole indisposizioni o per altri motivi.

Si collocarono dunque in caduno dei corpi laterali due classi, e frammezzo ad esse la guardaroba loro destinata. Le classi, tutte perfettamente uguali, e delle dimensioni in pianta sopra stabilite, hanno altezza netta di metri 5, ciò che dà un cubo di metri 230, e così di 2,37 per persona. Data la facilità somma di ventilazione naturale per mezzo delle finestre, esposte prossimamente le une a mezzodì, le altre a tramontana, e date le disposizioni prese per la ventilazione artificiale quando le finestre hanno da star chiuse, può ritenersi che avrebbe bastato un'altezza di soli metri 4; quella maggiore fu adottata per ragioni estetiche dell'esterno; dal momento poi che l'altezza erasi raggiunta, la si utilizzò anche all'interno.

In costruzione caduna classe ha due ampie finestre per parte, e così quattro in tutto, ma nell'Asilo dell'Aurora, collocato in larga area, dove la luce riesce abbondantissima, bastò tenerne aperta una a cadun lato, e così due per classe.

Caduna classe ha poi due porte, una per entrarvi, passando per la guardaroba, l'altra per accedere alle ritirate, delle quali si parlerà a suo tempo.

La guardaroba ha disponibili pel collocamento dei panierini circa 10 metri lineari di parete, ciò che per i 200 bambini delle classi è, da quel che si è detto, esuberante, ove si segua il modesto sistema dei piuoli; quando invece vogliansi adottare gli scaffali a caselle, può trovarsene lo sviluppo necessario se, oltre a quelli addossati alle pareti, se ne disponga uno doppio nel mezzo della sala, ciò che per l'ampiezza di questa è possibile senza alcun inconveniente.

Nell'area di cotesta stanza della guardaroba si alza il fumajuolo del calorifero, il quale insieme con due tramezze serve a costituire due separati passaggi alle ritirate che sono attigue, ma staccate dalla costruzione principale.

A tali passaggi, come si è già accennato, i bambini accedono direttamente dalle classi, quando in esse si trovano; vi si accede eziandio dalle guardarobe, perchè non si debba passare per le classi nei tempi in cui si sta nei locali chiusi di ricreazione.

Dalle guardarobe poi si va ancora direttamente tanto nel cortile, quanto alla galleria di comunicazione col corpo centrale, e così coll'ingresso e col refettorio.

L'accesso all'asilo dall'esterno ha luogo per mezzo di un androne od atrio, che può convenientissimamente aprirsi molto prima dell'ora d'ingresso, ed accoglie con molta comodità 20 o 30 bambini che, arrivati troppo presto, vi si debbono fermare per aspettare; strettamente parlando, ne contiene anche un centinajo. Dall'atrio si passa in una gran sala di 64 mq., in cui per la sua distanza dalle classi e dalle guardarobe, si possono, senza nessun disturbo, lasciar entrare, un po' prima della fine dell'orario, i parenti i quali così in occasione d'intemperie rimangono al riparo da esse, e sempre possono, con più agio che non in istrada, trovare, nel numeroso stuolo degli uscenti, i loro bambini. Cotesta sala lungo il giorno costituisce un bellissimo luogo di trattenimento chiuso, la cui area è per tale uso accresciuta delle vicine gallerie, che misurano oltre a 22 mq. caduna. In tutto dunque si hanno per ricreazione in locale chiuso più di 100 mq. È da notare che nelle gallerie, larghe m. 2,50, si muove con ogni agevolezza una fila di bambini che, disposti a due a due, camminino in giro, come occorre in parecchi degli esercizi che all'asilo si fanno.

Fra la sala e l'atrio, a sinistra di chi entra, è il parlatorio, a destra la scala. Questa apre sull'atrio per la parte che sale alle soprastanti stanze di abitazione, ed ha perciò bisogno di essere in diretta comunicazione coll'esterno: apre sulla gran sala per la parte che scende al refettorio ed alla cucina; cotesta parte così è esclusivamente interna, e separata dall'altra.

In essa le alzate sono di soli 11 cm.; dal lato non munito di ringhiera si trova un mancorrente collocato a poca altezza; con questo e colla ringhiera medesima i bambini si ajutano a salire e più ancora a scendere convenientemente.

Al piano superiore il locale corrispondente alla gran sala è diviso con tramezze in tre stanze oltre ad un corridojo; così coi locali che stanno sopra all'atrio ed al parlatorio si hanno cinque stanze, delle quali una con libero ingresso è destinata ad ufficio della Direzione, le altre quattro col corridojo formano un comodo quartierino per la direttrice.

Una grande stanza, ricavata nell'alto sottotetto, è destinata alle persone di servizio.

Nel sotterraneo, sotto al parlatorio ed all'atrio stanno la cucina e la dispensa; sotto alla gran sala ed alle gallerie di comunicazione è il refettorio, il quale misura mq. 106 e così 30 in più dell'area che si è detta strettamente necessaria. Siccome il pianterreno è elevato di un metro sopra al suolo del cortile, rimangono al sotterraneo finestre assai alte, epperciò il refettorio è bene illuminato ad aerato. È da aggiungere come, dato il caso che per una squadra di bambini troppo piccoli fosse difficile il farli discendere al sotterraneo, fu disposto il montapiatti segnato nella tavola, col quale possono con ogni agevolezza portarsi le razioni al pianterreno, dove un pajo di tavole collocate nella gran sala sarebbero, si può dire, di nessun ingombro, tanto più se fatte a cavalletti e mensa mobile, come sarà detto a suo luogo.

Nei locali sottostanti alle guardarobe stanno i caloriferi per le classi ed il magazzeno del carbone; lo spazio sotto alle classi, che non era necessario a nessun uso non fu scavato che quanto occorreva per tenere un poco distanti dal suolo le vôlte che reggono i pavimenti.

Dalla gran sala si va alla tettoja con accesso coperto per le occasioni di tempo piovoso. Per non otturare in tutto od in parte alcuna finestra del piano superiore,

la tettoja non è addossata al corpo d'edifizio principale, e l'accesso coperto è ottenuto per mezzo di una campata di portico, il quale superiormente è terminato a terrazzo, ciò che, invece di accecare qualche finestra del quartierino d'abitazione, aggiunge a questo un elemento di comodità e di bellezza. Lo slivello di un metro fra il pianterreno dell'edifizio ed il cortile, per cui i passaggi dalle guardarobe hanno una gradinata, nel passaggio alla tettoja si guadagna col mezzo di un piano inclinato a dolce pendenza, che è molto più comodo e più sicuro per i bambini.

La tettoja copre oltre a 300 mq.; è retta da colonne di legno, che sono le migliori in considerazione dei colpi che i bambini vi possono batter contro correndo.

Si è già accennato alle ritirate attigue alle classi. Esse non sono praticate entro al braccio stesso di fabbrica a cui le classi appartengono, ma formano un piccolo edifizio da sè, e dalle classi vi si accede per mezzo di una lastra di balcone formante una specie di ponticello. Tuttavia il tetto delle ritirate si prolunga fino al muro delle classi, di modo che il passaggio rimane coperto; due invetriate poi lo chiudono ai lati, affinchè nell'inverno i bambini non abbiano a passare all'aria fredda. Le invetriate sono mobili per essere tolte nella buona stagione.

Il fare le latrine isolate, in piccolo edifizio a parte, è cosa che, eccettuate le case signorili, dovrebbe farsi sempre quando è possibile, per due motivi. Anzitutto l'isolamento, quantunque non assoluto per la presenza di opere addiettizie formanti passaggio chiuso, rende sempre molto minori le possibilità di trasmissione d'odore: in secondo luogo si limita alla piccola costruzione e si evita a quella principale il danno dell'umidità che tanto facilmente si spande per i muri di tali gabinetti. E parlando di odore occorre avvertire che, quantunque nell'asilo non abbiasi a temere quello proveniente dalla fogna perchè tutti i sedili sono muniti di sifone otturatore, nondimeno nelle ritirate di siffatti stabilimenti si trovano soventi delle materie non debitamente avviate pel loro cammino, le quali, ad onta di ogni diligenza nel servizio di pulizia, fanno talora qualche permanenza nell'indebito posto, e comunicano ai gabinetti un odore che, sebbene lieve, è tuttavia bene di non lasciar spandere altrove. L'accennato spandimento di materie, e l'acqua che in conseguenza bisogna poi usare in abbondanza per fare la pulizia, costituiscono una causa permanente di quella umidità dei muri che sopra si è pure accennata. Un'altra causa di tale inconveniente non così continua, ma tanto più esiziale quando si verifica, è la rottura di qualche tubo o sifone, ciò che con ottime disposizioni si può certamente rendere meno facile e frequente, ma è impossibile impedire del tutto.

In caduno dei piccoli edifizi dell'asilo i sedili di latrina sono sei, due per caduna classe e due esterni per servire quando i bambini sono nel cortile. Dai gabinetti di una classe a quelli dell'altra non esiste comunicazione.

In materia di ritirate si può aggiungere che ne esiste anche nel braccio centrale una gola, a cui rispondono tre gabinetti: uno nel quartierino della direttrice, uno presso la stanza delle persone di servizio, ed uno a pianterreno per uso delle maestre. Quest'ultimo, per la limitazione dei locali, non fu possibile ricavarlo internamente, e si dovette collocare in un'appendice che, a vedere la pianta, sembra dover fare brutta figura. Ma in realtà, grazie alla forma ed alla decorazione adottate, ciò non succede, benchè il piccolo casotto sia molto visibile dalla via, perchè il cortiletto in cui trovasi apre su questa, essendone separato soltanto da una cancellata. D'altronde a cotale cortiletto ed all'altro ad esso simmetrico, i quali sono conseguenza del partito adottato di fare la fabbrica a corpi staccati, non accedono i bambini, epperciò vi si sono potuti piantare fiori ed alberetti che li decorano e mascherano il detto casotto, nonchè il pozzo d'acqua viva, che fu praticato di riserva pel caso di intermittenza nella distribuzione dell'acqua potabile.

Riscaldamento e ventilazione. — Il riscaldamento è ad aria calda: cotesto sistema è il più semplice ed il più economico.

Siccome l'aria calda non va a gran distanza, sarebbe stato impossibile con un solo apparecchio riscaldare tutto l'edifizio, la cui lunghezza misura metri quarantotto. In conseguenza s'impiantarono tre caloriferi, cioè uno per caduno dei due gruppi di classi colle loro dipendenze, ed uno pel corpo centrale. Notisi in passando che il sistema di parecchi caloriferi, dettato dall'indicata necessità, presenta un vantaggio sotto un altro punto di vista, quello cioè di permettere che si riscaldi una parte sola del locale, quando, come può benissimo accadere, una parte sola debba per qualche tempo essere usata.

Poichè i locali del corpo centrale non hanno, quanto a riscaldamento e ventilazione, grande importanza, eccettuato un particolare di cui sarà detto in seguito, si pensò, per la solita ragione di economia, di utilizzarvi un calorifero che già era impiantato nella sede primitiva dell'asilo: di esso dunque, che non fu eseguito espressamente pel nuovo fabbricato, non è il caso di parlare; qui pertanto si dirà solo di quei delle classi.

Questi furono impiantati dalla ben conosciuta ditta Porta di Torino in base ad un programma, col quale si richiedeva che caduno degli apparecchi fosse capace di produrre convenientemente, in qualunque freddo per quanto eccessivo, un riscaldamento di 14° a 15° centigradi nelle due classi, e nella rispettiva guardaroba e galleria di comunicazione; inoltre ventilasse le classi ed estraesse dai refettori il *fumo* o vapore, che si eleva dalle minestre, quando sono contemporaneamente distribuite le circa 400 scodelle, che occorrono giornalmente. Cotesta estrazione di vapore è quel particolare di maggiore importanza, che sopra si è detto esistere rispetto all'edifizio centrale.

La ditta Porta si assunse di fare l'impianto in maniera che il suo buon funzionamento non richiedesse per cadun calorifero un consumo di coke maggiore delle quantità seguenti in rapporto colla temperatura esterna:

per	+ 10°	Kg.	25
»	+ 5°	»	33
»	0°	»	40
»	— 5°	»	55
»	— 10°	»	65

Con tale consumo giornaliero il consumo annuo, in base alle medie termometriche dell'ultimo ventennio, sarebbe di chilogrammi 4200 a 4500 per una stagione di 120 giorni.

È da ricordare che durante cotesto ventennio ebbimo in massima inverni miti, alcuni anzi mitissimi: correndo l'alea di stagioni assai più crude, la ditta Porta avrebbe assunto l'impresa del riscaldamento in base al consumo di chilogrammi 5400 per cadun calorifero.

L'impianto fu fatto, come si è già detto, collocando i caloriferi nel sotterraneo delle stanze di guardaroba: essi caloriferi sono del tipo Porta e delle dimensioni che la ditta indica col n. 2 $^1/_2$, il quale presenta una superficie di riscaldamento di 10 metri quadrati. I caloriferi Porta sono tutti compiutamente di ghisa con inviluppo di muratura, ed hanno il focolare rivestito di mattoni refrattari. Il fumo è portato in alto con un tubo

di lamina collocato entro una larga gola di camino di costruzione muraria, la quale per mezzo di appositi condotti comunica colle bocche di estrazione d'aria mefitica: l'aria contenuta in cotesta gola, rarefatta dal calore del fumo trasmesso dalla parete di lamiera, produce l'aspirazione dell'aria contenuta nei locali, in cui le bocche di ventilazione sono aperte.

Sulle piante (fig. 2635 e 2636) sono indicate con frecce, rivolte rispettivamente verso i muri ed in fuori di essi, le bocche di estrazione e quelle di calore; queste seconde aprono tutte nelle pareti a due metri sopra il pavimento; le prime invece sono per ogni classe così disposte: due aprono nel pavimento e quattro nelle pareti, delle quali due a livello del pavimento stesso e due all'altezza del gradino superiore dei banchi. Le bocche di estrazione del fumo dal refettorio sono collocate alla massima altezza possibile. Le bocche di estrazione praticate entro le classi, in basso, non hanno ordegno di chiusura: lo hanno quelle del refettorio, che per la loro posizione elevata porterebbero via tutto il calore se rimanessero costantemente aperte. Sono chiudibili tutte le bocche di calore, ed il movimento delle loro porticine o saracinesche si fa con apposita chiave, perchè non rimanga libero fuorchè al personale di direzione e di servizio dell'asilo.

Sulla pianta sono ancora indicati con punteggi diversi, dei quali un'apposita leggenda spiega il significato, i condotti per i quali si dirama il calore, si estrae l'aria mefitica, si porta via il fumo e si prende l'aria esterna per l'alimentazione del calorifero. I tratti verticali di tutti i condotti sono praticati entro ai muri, in costruzione; dei tratti striscianti poi, quelli di ventilazione, che non hanno esigenze di livelletta, sono adagiati nei fianchi delle vôlte, quelli invece di calore, che debbono essere in salita dell'8 %, sono in parte sospesi sotto alle vôlte stesse con fasci di ferro. I medesimi condotti del calore sono a doppia parete, gli altri ad una sola.

È da fare un'osservazione riguardo alla presa d'aria esterna, la quale trovasi in luogo che il più soventi sarebbe da evitare, cioè presso alle ritirate, dove, come si è detto, ha da ritenersi che l'atmosfera, quantunque non in comunicazione colle fogne, sia però meno pura. Ma nel caso presente l'ampiezza del cortile, e la vegetazione sviluppatavi dentro in generale e d'attorno ai casotti delle ritirate in particolare, fanno sì che il poco odore sorgente in queste non si estenda al di fuori, e l'aria, sebbene presa in loro vicinanza, abbia la necessaria purezza.

La ditta provveditrice dei caloriferi calcolò nel modo seguente le dimensioni che vi si riferiscono.

Ritenne conveniente estrarre da caduna classe mille metri cubi d'aria all'ora, ciò che fa più di dieci metri per bambino. In cadun gruppo dunque di classi l'aria calda che vi si manda ha da provvedere alle calorie esportate da cotesta aria estratta, ed a quelle che si disperdono attraverso alle pareti. La prima quantità, data la temperatura interna di 15°, è di calorie 8200; quanto all'altra, si ha che i locali da riscaldare misurano 480 metri quadrati di pareti murarie, e 25 d'invetriata, per le quali in circostanza di freddo intenso, cioè di una temperatura esterna di — 10°, succede disperdimento di circa calorie 13 600 all'ora. È dunque in tutto di calorie 21 800, o in cifra tonda 22 000 all'ora, ossia di 220 000 per una giornata di 10 ore che si deve disporre.

Bruciando coke la cui potenza calorifica sia di calorie 6800, ritenuto in 0,85 il rendimento dei caloriferi Porta, si ottengono le 220 000 calorie giornaliere con 38 chilogrammi di combustibile; facendo 40 in cifra tonda, il risultato è ottenuto quando pure il rendimento sia ridotto a 0,81.

Siccome conviene avere combustione lenta, i quaranta chilogrammi di coke si brucieranno in dieci ore, in ragione di quattro all'ora. Non occorre dire che in temperatura più mite, la minor quantità di combustibile si brucierà tenendo acceso il calorifero un minor numero di ore. Alla combustione di quattro chilogrammi all'ora conviene una graticola del focolare di dieci decimetri quadrati: la superficie poi di riscaldamento ha da essere cento volte la graticola, epperciò metri quadrati dieci.

L'aria calda, che arriva entro le classi nel volume di mille metri cubi per caduna e per ora, affine di essere veicolo dell'indicata quantità di calorie, deve avere la temperatura di 42°. Essa è mandata in ogni classe da una sola bocca di 0,40 × 0,40, ossia 16 decimetri quadrati i quali per lo spazio occupato dalle sbarre della graticola si riducono a 10. Con ciò i mille metri cubi all'ora debbono arrivare con una velocità di 2,77 al minuto secondo, che sarebbe incomoda se le bocche fossero basse, ma non lo è colla posizione elevata che loro si diede, come si è detto.

Ha da essere piccolissima, e si stabilì in 0,50 al secondo, la velocità con cui entra nelle bocche di estrazione l'aria viziata, che si esporta dalle classi, appunto perchè quelle bocche sono collocate in basso, ed anzi alcune in luogo di passaggio, le altre in situazione cui sono in permanenza vicini i bambini. Per ottenere quella limitata velocità le varie bocche di ogni classe devono avere fra tutte una luce libera di mq. 0,56, e questa fu ottenuta con dare dimensioni di 0,30 × 0,35 alle quattro bocche rettangolari praticate entro le pareti; diametro di 0,50 a quelle circolari aperte nel pavimento. La grossezza delle sbarre delle graticole riduce alla indicata entità di 0,56 la superficie di 0,80 che risulta dai numeri sovra scritti.

Nella gola del camino contenente il tubo del fumo si calcolò che l'aria assumesse velocità di m. 1,30, epperciò al passaggio di 2000 mc. all'ora, ossia 0,554 al minuto secondo, occorresse una sezione libera di m. q. 0,43; e questa si ottenne facendo la gola di m. 0,80 × 0,60 = 0,48. La differenza di m. q. 0,05 rappresenta lo spazio che nella gola è occupato dal tubo e dai suoi sostegni: il tubo ha diametro di m. 0,25, epperciò sezione di metri quadrati 0,0491.

Complementi e mobilio. — Nella costruzione di edifizi a scopo speciale non sempre convengono i moduli consueti delle case d'abitazione per le forniture d'usci, invetriate e simili.

Alle porte interne di asili infantili e d'altri istituti, i cui abitatori o frequentatori, od una parte di essi, per età o per malattia, sono incapaci di aprire e chiudere un'ordinaria porta a colpo, occorrerebbero usci chiudentisi da sè, ed aprentisi per semplice spinta, da qualunque parte arrivi chi deve passare. E se ne fa di tali usci, governati da contrappesi nascosti entro la spessezza delle imposte; ma è cotesto un sistema assai delicato, con cui non altrimenti si può avere cosa buona e durevole fuorchè con una grave spesa, la quale è soventi un ostacolo ad adottarlo.

Nell'Asilo dell'Aurora, per tale ragione, si rinunziò a poter aprire con spinta da entrambe le parti, e si fecero ordinari usci a sdrucciolo ad una sola imposta e senza serratura; perchè poi possano aprirli i bambini quando vi si presentano dalla parte da cui bisogna tirarli a sè, si munirono da tal parte di un pomello ad altezza conveniente. Lo sdrucciolo non è ottenuto colle solite bandelle *a collo d'oca*, ma con quelle a *chiocciola*. Il

collo d'oca, quando l'uscio nello aprirsi ha oltrepassata la linea perpendicolare alla parete in cui è collocato, invece di tendere a chiuderlo, tende ad aprirlo maggiormente: d'altra parte la sua forma sporgente è poco raccomandabile nei luoghi dove si trovano bambini e ragazzi, che correndo vi si urtano, inoltre amano salirvi sopra, con pericolo di far male a sè e di guastare il ferrame. Le bandelle a chiocciola, che evitano entrambi questi inconvenienti, costituiscono un serrame ottimo, se fatte a dovere; sgraziatamente non sono tali, per la massima parte, quelle che si trovano in commercio.

Dappertutto dove è raccolto un gran numero di persone soggette ad una sorveglianza, vuolsi pel buon ordine che quegli usci interni, i quali sono in certe ore lasciati in libertà, siano in altre ore tenuti chiusi, e non si aprano fuorchè dal personale di direzione e di servizio. Perciò si muniscono di serratura a chiave comune, la quale per semplicità si fa a solo quadrello, come quelle dei cannelli di gas e simili. In un asilo infantile il problema può risolversi più semplicemente coll'apposizione di chiavistellini ad altezza tale che i bambini non vi arrivino.

Gli usci dei gabinetti di ritirata, anche ferrati a chiocciola, ma senza chiavistellino, sono elevati da terra dieci centimetri, perchè non accada che da basso tocchino il pavimento sempre umido e che talora può anche essere imbrattato; superiormente poi terminano ad un'altezza di soli m. 1,20, bastante perchè i bambini non si vedano fra di loro, ma tale che rimane facile il sorvegliarli.

Le invetriate delle ampie sale di riunione, come scuole e simili, sogliono presentare due difficoltà, derivanti l'una dall'ampiezza che ordinariamente hanno, superiore a quella consueta delle case d'abitazione, l'altra dal bisogno di aprirle alquanto, anche nel più fitto del verno, quando lo scaldamento non ben regolato e la permanenza di molte persone per un certo tempo hanno elevata di troppo la temperatura.

Se in luci molto ampie si fanno sportelli grandi anche essi, questi, e pel loro peso e per la lunghezza dei legni che li formano, riescono malagevoli ad aprire e chiudere, e presto si guastano. All'Asilo dell'Aurora, per avere molta luce sorgente tutta nello spazio migliore, ed evitare frattanto i difetti di finestre soverchiamente larghe, eransi progettate delle bifore, ma per economia se ne sarebbe dovuto formare la divisione, non con una colonnina di pietra, bensì con un pilastrino murario che riesciva per forza un po' grosso. Perciò, quando ne fu fatta una, si riconobbe che il partito non conveniva, e si adottarono le luci uniche, le quali hanno larghezza netta di m. 1,60, altezza di 3,20. Allora, per evitare gli accennati difetti, se ne divise l'intelajatura in quattro campi per mezzo di un architrave e di due ritti: in tali campi entrano tre sportelli rettangolari ed uno a semicircolo.

Relativamente al bisogno di rinfrescare l'aria nell'inverno è evidente che per ciò occorre di servirsi di sportelli collocati in alto, perchè da sportelli in basso l'aria arriva direttamente sulle persone, con pericolo, anzi con certezza di produrre delle malattie talora esiziali. L'apertura di sportelli collocati in alto è cosa meno facile; sembrano tuttavia formare una buona soluzione del problema i mastietti a molla della fabbrica *Stierling*, i quali o tengono chiusi, senza bisogno d'altro ritegno, gli sportelli, che allora si aprono tirando una catenella e raccomandando questa ad un gancio; oppure tendono a farli stare aperti, ed in tal caso sono accompagnati, per tenerli chiusi, da un paletto anche a molla.

Questo secondo partito fu adottato all'Asilo dell'Aurora per lo sportello semicircolare al disopra dell'architrave; mediante un bastone uncinato si muove con tutta facilità il paletto, e lo sportello si apre quando è chiuso; col medesimo bastone gli si dà un colpo, che senz'altro lo chiude quando è aperto.

Per gli sportelli rettangolari si considerò che, eziandio nella stagione più calda, si ha una buona ventilazione pure senza aprirli tutti, epperciò si resero apribili solamente i due estremi, munendoli di mastietti ordinari e di paletti così detti a *spagnoletta*. Lo sportello centrale, che aperto farebbe ingombro, fu bensì costruito indipendentemente dal telajo, cosa che ha molti vantaggi, ma si fissò a questo con semplici nottolini, che, mentre permettono di levarlo via se occorre, non dànno modo di aprirlo correntemente.

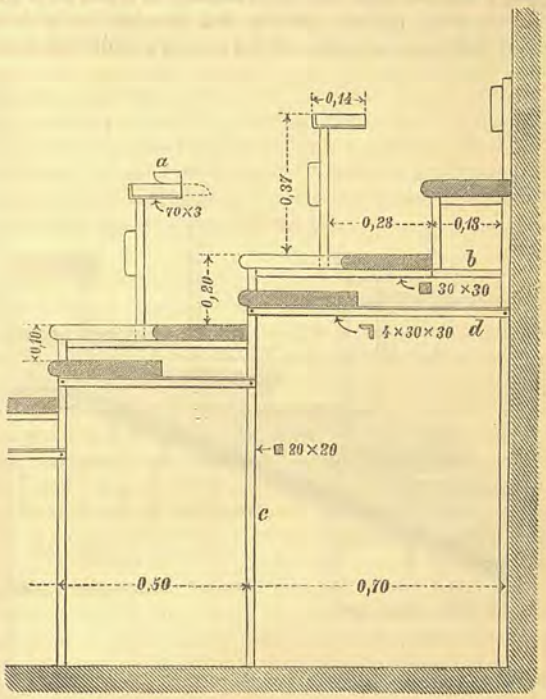


Fig. 2639. — Tipo di banchi della Società degli Asili infantili di Torino (Sezione sulla gradinata di passaggio).

All'architetto che debba costruire un Asilo occorre di aversi da occupare eziandio di alcuni complementi non costruttivi, come sono le tavole del refettorio: non è pertanto senza opportunità il dirne qualche cosa. Le tavole adunque si possono fare a due modi, o composte di piano, fascia e gambe permanentemente unite, oppure formate di piano mobile su cavalletti indipendenti.

Questa seconda maniera ha il vantaggio di permettere che si possa, senza asportarne il mobilio, rendere il refettorio quasi tutto sgombro, quando occorre di servirsene per locale di trattenimento od altro; essa maniera frattanto presenta la necessaria solidità, se piano e cavalletto siano di tale grossezza da riuscire alquanto pesanti.

Così nella tavola permanente come in quella volante il piano ha tanti buchi per ricevere le scodelle, delle quali in tal modo si evita il rovesciamento, che del resto succederebbe frequentissimo, dato il genere di commensali. Come si è già detto, all'Asilo dell'Aurora i bambini prendono la loro refezione stando in piedi: in altri luoghi si usa farli sedere; il primo sistema sembra molto preferibile, sia perchè richiede minore spazio, sia perchè è molto spiccio. Pel secondo sistema non si possono al certo usare sedie individuali e bisogna servirsi

di lunghe panche, sulle quali non è agevole disporre convenientemente i bambini.

Dei porta-panierini, così a piuoli come a casellario, si sono già date le dimensioni di altezza e di larghezza; rimane da aggiungere che sembra convenire alla casella la profondità di 30 centimetri.

Oggetto il più importante dell'arredo di un asilo, e costituente quasi parte della costruzione, sono i banchi delle classi. Non è il caso di pensare per essi alle moderne ricercatezze dei banchi da scuola a posti isolati, ma occorre pure qualche problema da risolvere.

Già si è detto usarsi generalmente banchi a gradinata come negli anfiteatri, e si può aggiungere che il sistema consueto di costruirli è quello di fare sedili, sottopiedi, appoggiatoi ed ogni cosa interamente di legno ed a pareti continue. La moltiplicità dei tavolati colle loro unioni fra pezzo e pezzo, ed il rimanere al disotto della

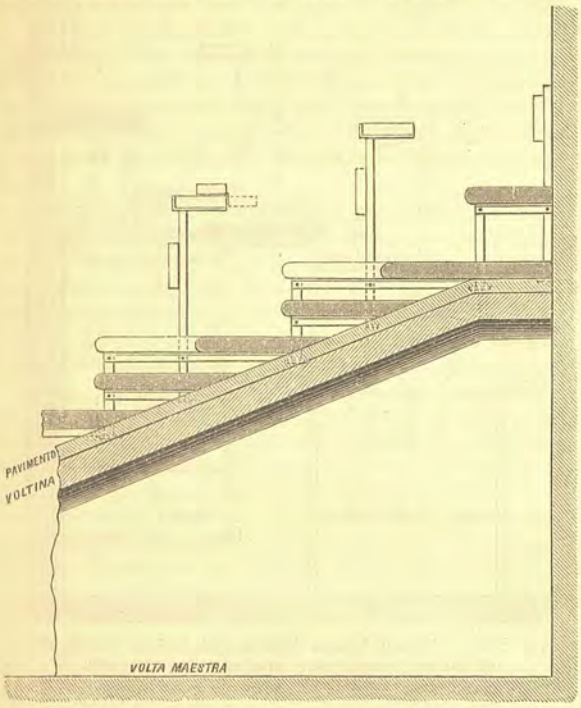


Fig. 2640. — Modificazione del tipo della fig. 2639.

gradinata uno spazio vuoto ed inaccessibile, nelle cui fessure si accumula a poco a poco molto pattume, sembra presentare serii inconvenienti in una riunione di gente, di cui buona parte non reca da casa sua molta pulizia nè d'abiti, nè di persona; perciò qui in Torino la Direzione della Società, che mantiene il maggior numero di asili infantili, si preoccupò di fare banchi quasi del tutto senza pareti, e dopo varie prove finì di costruirli con un'ossatura di ferro, sopportante delle semplici assi, che formano rispettivamente gradini, sedili di un ordine e sottopiedi di un altro, appoggiatoi delle mani e schienali. Con tale sistema è esclusa ogni unione di legno e legno: lo spazio sotto ai banchi rimane vuoto e vi si può accedere per spazzare. Inoltre il sistema non è fisso a muri o pavimenti, ma sta da sè, e tutto l'insieme dei banchi può essere mosso da posto quando vogliasi fare pulizia più radicale. Di cotesti banchi, i quali figuravano all'Esposizione nazionale del 1884, è dato nella fig. 2639 un saggio il quale non ha bisogno di spiegazione, salvo per ciò che riguarda l'appoggiatojo delle mani. Questo, destinato in massima alla modesta funzione indicata dal nome, non servirebbe, in causa della sua strettezza, ad una scuola in cui fosse ordinario esercizio lo scrivere: all'asilo, per quel pochissimo di scrittura, in cui cominciano a provarsi i bambini più sviluppati, si dispone in alcuni banchi un'appendice mobile, quale nella figura è indicata colla lettera *a*.

Col massimo rispetto per la somma competenza di Chi è l'anima dell'accennata Direzione degli asili, e più direttamente si occupò di cotesti banchi, parve allo scrivente che il sistema non andasse esente da inconvenienti. Infatti non è escluso il pericolo che negli interstizi fra tavola e tavola possano passare i bambini: nel

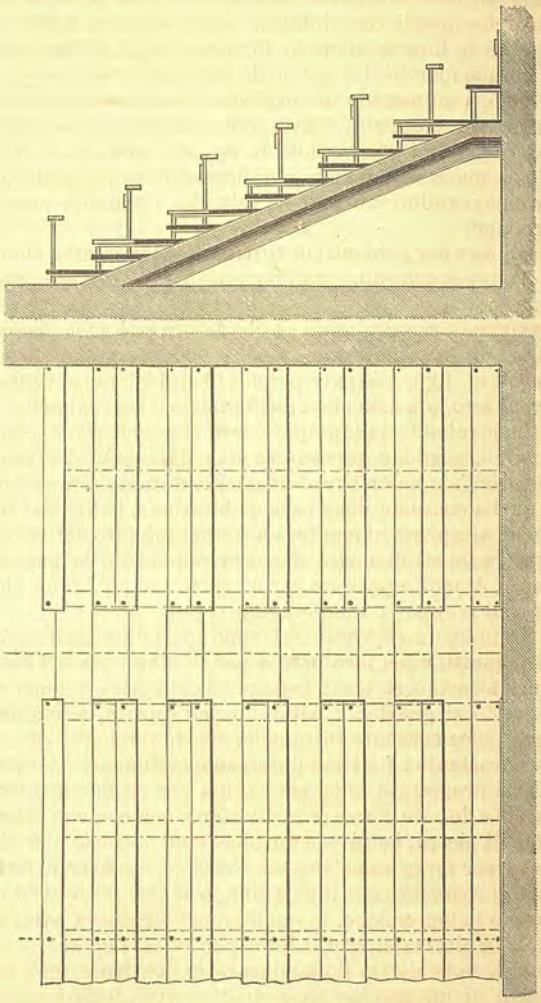


Fig. 2641. — Disposizione dei banchi.

centinajo di ogni classe è sempre un buon numero di que' frugoli, che si cacciano dappertutto ed eludono ogni vigilanza: frattanto dal banco superiore si ha un salto di m. 1,10 che, se può qualche volta essere senza conseguenze, può tal'altra averne di dannosissime. D'altra parte è difficile e penoso per il personale di servizio l'andare sotto ai banchi per spazzare; inoltre perchè l'andarvi sia possibile, bisogna lasciare di fianco un passaggio, per cui si perde una parte dell'area della sala. Il trasporto poi di un mobile, che pesa parecchie centinaja di chilogrammi, sarà forse fattibile una volta all'anno ma non lo è di più, poichè non vi basta certamente il personale dell'asilo, ma occorre l'intervento di operai avventizi.

Queste ragioni considerate, il tipo di banco a scheletro di ferro, mantenutone il concetto e le dimensioni, fu modificato per l'Asilo dell'Aurora nel modo che risulta dalla figura 2640.

Il principio della modificazione consiste nell'aver fatto inclinato il pavimento stesso, sul quale i banchi debbono insistere; in tal modo si evitò lo spazio vuoto suscettibile di riempirsi di pattume, e si ebbe il sistema senza tavolati continui, ma eziandio senza pericoli. Esso è poi pulitissimo perchè con un granatino riesce facile lo spazzare i piccoli tratti di pavimento, che riescono sotto a cadun gradino.

Il pavimento inclinato si fece sopra una serie di voltine sottilissime (da noi dette *porcelle*), appoggiate ad una serie di muricci di tredici centimetri elevati sulla vôlta maestra.

I muricci, spaziati mediante distanza di 75 cm. dall'uno all'altro, furono così regolati che ne cadesse uno sotto ogni serie di sostegni di ferro, perchè questi vi si potessero attaccare. Le serie di sostegni sono in numero di sette, cioè uno per caduna estremità, uno per lato ai due passaggi ed uno in sul mezzo, com'è indicato nella pianta della fig. 2641, dove i punti scuri indicano i sostegni, ed i punteggi indicano i muricci che reggono le voltine.

È cosa solita che, fatta una riforma, ne sorga la dimostrazione ch'essa lascia ancora a desiderare: così dei banchi d'asilo, modificati nel modo ora detto, pare che sarebbe conveniente ribassare alquanto il pavimento inclinato, in maniera da evitare il contatto di esso colle assi formanti gradinata e sottopiedi. Dove ha luogo tale contatto è possibile che si faccia ancora un po' di deposito di polvere e pattume; un abbassamento del pavimento, così ordinato che fra esso e le tavole della gradinata riesca a passare il granatino, darebbe la massima possibilità di pulizia, senza che il sistema perdesse nulla del suo carattere.

Scuole elementari rurali.

Queste scuole ci rappresentano l'edifizio scolastico ridotto alla sua più semplice espressione, e constano bene spesso di una classe sola, dove si raccolgono ragazzi e fanciulle; tutto al più hanno due classi.

In molti casi si destinano semplicemente ad uso di scuola una o più camere di un edifizio comunale preesistente; ma, volendo considerare il caso di un edificio appositamente costrutto, od a costrursi, noi indicheremo alcuni esempi delle disposizioni più convenienti a darsi ad un tale edificio, non prima di aver accennato alle principali prescrizioni portate, in proposito, dai moderni regolamenti scolastici.

Secondo le *norme* pubblicate dal Ministero della Pubblica Istruzione del Regno d'Italia (V. pag. 1747), gli edifici per le scuole elementari rurali dovrebbero contenere:

1° sala o corridoi d'ingresso, con spogliatoi e lavatoi;

2° classi distinte secondo il sesso e secondo il grado d'insegnamento;

3° cortile coperto, e scoperto;

4° una palestra ginnastica comune;

5° sempre che sia possibile, un campo o giardino per esercitazioni pratiche di agricoltura;

6° alloggio per gli insegnanti, preferibilmente annesso, ma non comunicante colla scuola;

7° latrine.

Ma, vuoi per mancanza di mezzi, vuoi per il limitato numero di allievi, non sempre si può, e non sempre è indispensabile, soddisfare in modo completo alle prescrizioni suindicate; di guisa che ben di rado si rinviene una scuola rurale costrutta secondo tali indicazioni.

Il cortile, coperto o scoperto, e la palestra, specialmente, si possono senza gravi inconvenienti omettere, trattandosi di ragazzi che vivono alla campagna, e quindi si trovano in condizioni igieniche ben differenti da quelle dei ragazzi delle città.

Anche la distinzione delle classi secondo il sesso ed il grado d'insegnamento non è sempre effettuabile, specialmente quando si tratti di piccoli Comuni, con un solo insegnante.

Le fig. 2642 e 2643 rappresentano le piante del pian terreno e del piano superiore di un tipo di scuola mista per un piccolo villaggio della *Francia* (1). — Dobbiamo notare come in questo paese passi un gran divario fra quanto, in materia di scuole primarie, si fa nelle grandi città come Parigi, Lione, Marsiglia, Bordeaux, Nantes, Lilla, ecc., le quali non dubitano di sottostare a sacrificii enormi per la costruzione degli edifizi e del materiale scolastico, e quanto si pratica nei piccoli Comuni rurali, dove riscontrasi precisamente il rovescio della medaglia e si resiste tenacemente contro qualsiasi innovazione costosa (2).

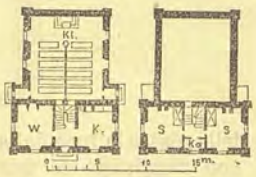


Fig. 2642. Fig. 2643.

Scuola rurale mista, francese.

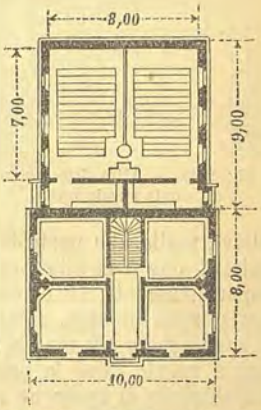


Fig. 2644. — Scuola rurale mista.

La scuola contiene una sola classe al piano terreno, di m. 7 per 8, divisa longitudinalmente per metà da un diaframma che raggiunge appena l'altezza delle spalle, per separare i maschi dalle femmine, una cinquantina di scolari in tutto, che si trovano sotto la sorveglianza di un solo maestro.

L'abitazione per il maestro consta di quattro camere, due al piano terreno, e due al piano superiore, soprastanti alle medesime.

La fig. 2644 rappresenta la pianta del piano terreno di una scuola dello stesso tipo ora descritto; l'alloggio per il maestro però è assai più vasto, constando di otto camere, ripartite, anche qui, fra il piano terreno ed il primo piano. — A piano terreno è la cucina con tre camere, disimpegnate dal corridojo d'ingresso, in fondo al quale è la scala; al piano superiore vi sono altre quattro camere fra loro indipendenti, oltre ad un gabinetto sopra la porta d'ingresso.

In Francia, come altrove, si ritiene cosa indispensabile che l'abitazione del maestro per le scuole rurali non abbia comunicazione diretta colla classe, e che nemmeno debba essere al disopra della classe stessa;

(1) V. il *Moniteur des Architectes*, 1880.

(2) Sacheri, *Le costruzioni moderne all'Esposizione di Parigi* del 1878.

che inoltre la cucina e la camera da pranzo, e, quando esistono la camera da lavoro, la quale d'ordinario contiene anche la biblioteca, e quella destinata alle piccole collezioni per l'istruzione, si trovino a piano terreno.

Ma, lo ripetiamo, non è in Francia dove abbondino i migliori tipi di scuole elementari rurali.

La distribuzione dell'alloggio pel maestro in due piani, per esempio, non è, praticamente, troppo a raccomandarsi. Il diaframma di legno che tramezza la classe ha poi molti inconvenienti; esso impedisce parzialmente la vista della tavola nera ad una parte degli

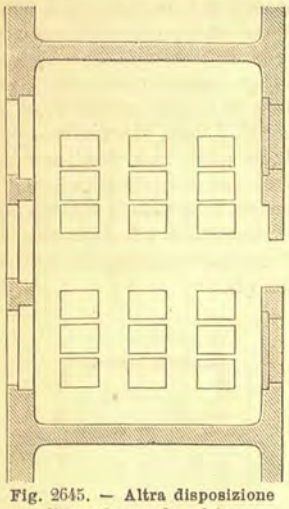


Fig. 2645. — Altra disposizione di scuola rurale mista.

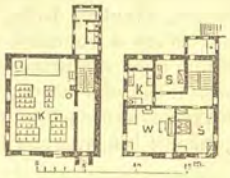


Fig. 2646. Fig. 2647.

Scuola rurale mista del Württemberg

allievi, toglie alla parte destra della classe la luce dalla sinistra, che è la migliore, e non raggiunge se non imperfettamente il suo scopo, Una recente disposizione ministeriale obbliga, infatti, a togliere questa parete di separazione tra maschi e femmine. E, per le piccole scuole rurali, dove la promiscuità dei sessi è voluta dall'esigenza di avere un solo maestro, i due sessi formano due distinti gruppi, come è indicato nella fig. 2645: quello dei maschi davanti, presso la cattedra, quello delle femmine dietro con un intervallo di 80 cm. ad 1 metro fra l'uno e l'altro.

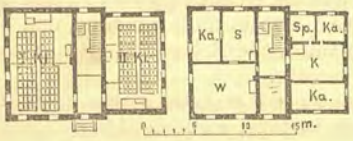


Fig. 2648. Fig. 2649.

Scuola rurale prussiana a due classi. Tipo normale.

Le fig. 2646 e 2647 rappresentano le piante del piano terreno e del primo piano di una scuola rurale del *Württemberg*, ad una classe sola come la precedente. Il piano terreno non contiene che la classe, il corridojo d'ingresso, in fondo al quale è la scala, e le ritirate. L'alloggio per l'insegnante occupa tutto il primo piano. La classe misura m. 6,17 per m. 9,58 e può accogliere 51 allievi, dai 6 ai 14 anni. I banchi sono divisi in quattro gruppi (fig. 2646), allo scopo di poter fare la divisione dei due sessi tanto in senso longitudinale, quanto in senso trasversale.

Le figure 2648 e 2649 rappresentano le piante del piano terreno e del primo piano di una scuola rurale *Prussiana*, del tipo normale, a due classi; ognuna di queste può contenere 83 allievi.

Le classi sono entrambe al piano terreno, separate dal corridojo d'ingresso; il piano superiore contiene l'alloggio pel maestro, oltre ad una piccola camera per il suo assistente.

La fig. 2650 rappresenta la pianta del primo piano di una scuola rurale *Austriaca* che si può chiamare una vera scuola-modello. In queste scuole, all'insegnamento elementare va generalmente unita anche un po' di pratica, per ciò che riguarda la coltivazione dei legumi e delle piante fruttifere, riservata più particolarmente la prima alle femmine, e la seconda ai maschi; epperò l'edifizio scolastico è d'ordinario in ampia area recinta (m. 30 per 40) e coltivata in parte ad orto, e parte tenuta a piante d'alto fusto. Havvi inoltre, separata affatto dall'edificio scolastico, una sala coperta, d'ordinario lunga m. 12 e larga m. 7, la quale serve da palestra ginnastica, e che nello stesso tempo è dal Comune adoperata in varie circostanze.

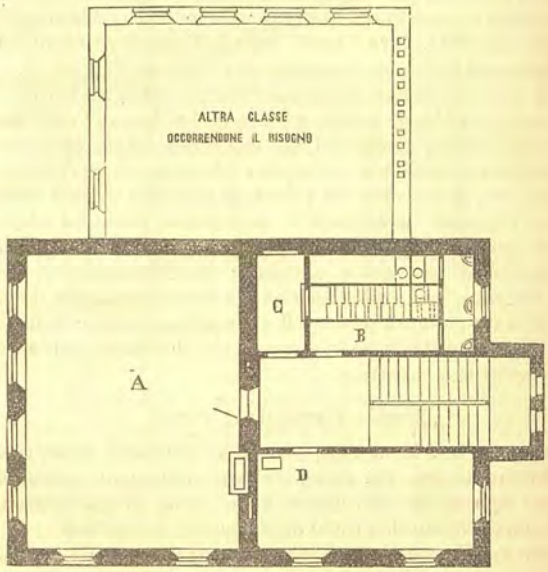


Fig. 2650. — Scuola rurale austriaca. Pianta del piano superiore.

Nel fabbricato per la scuola, il maestro è alloggiato a piano terreno, e la classe invece è al primo piano (figura 2650) al quale si accede per una scala ampia e bene illuminata, con finestre adorne di vetri colorati analogamente a quelle delle chiese, perchè la scuola è luogo anch'essa di raccoglimento. E così sulle diverse pareti non mancano iscrizioni, a grandi caratteri, di sentenze appositamente scelte, le quali parlano agli alunni di Dio, della famiglia e della patria e che sono destinate a lasciare nei giovani cuori impressioni profonde.

A piano terreno, ad eccezione di un vestibolo con attorno dei sedili, nel quale entrano i parenti ad attendere gli alunni, tutto il resto è destinato all'alloggio del maestro, che ha un gabinetto di studio e tre altri ambienti, oltre ad una ritirata. Altre ritirate allo stesso piano terreno sono accessibili dal cortile.

La disposizione della scuola appare dalla fig. 2650, che dà la pianta del primo piano.

Le dimensioni della classe A sono calcolate per 60 scuolari, e per modo che ognuno di essi abbia non meno di 3 metri cubi d'aria. Lunga m. 9,20, larga

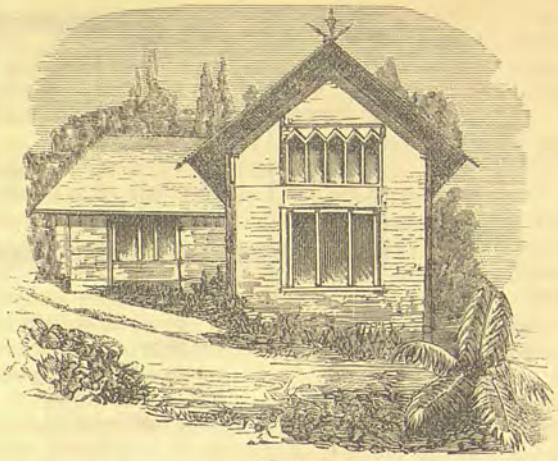


Fig. 2651.

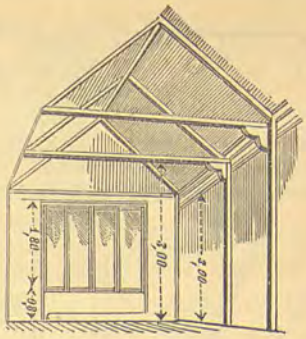


Fig. 2652.

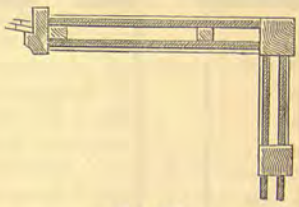


Fig. 2654.

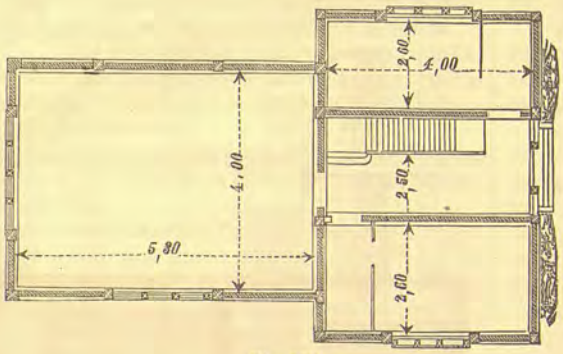


Fig. 2653.

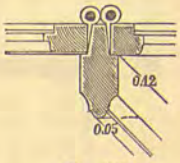


Fig. 2655.

Tipo di scuola rurale in Norvegia (fig. 2651 a 2655).

m. 6,80 ed alta m. 3,60, essa è rischiarata da quattro ampie finestre a mezzogiorno ed a sinistra degli alunni; sonvi inoltre due finestre a levante, dalle quali gli alunni ricevono luce per di dietro. Tutte le finestre sono munite di *stores* in tela fissate, non in alto, ma alla parte inferiore delle finestre, e sollevantisi all'insù. Con tale disposizione gli occhi degli alunni non possono restare offesi dai raggi di luce inferiori, come quando la tenda, abbassata dall'alto, non chiude bene alla base della finestra. Il pavimento è palchettato e mantenuto come nelle sale particolari.

La nettezza più rigorosa dovendo essere mantenuta nella scuola, gli alunni sono obbligati a nettarsi bene le scarpe contro appositi *pagliacci* prima di entrare in scuola, e, durante l'inverno, depositare in anticamera, non solo i mantelli, i parapioggia ed i panierini, ma anche le loro scarpe bagnate, calzando pianelle a tale uso destinate.

Dal pianerottolo della scala i maschi accedono al vestibolo B e ai camerini di ritirata; le femmine al vestiario C e ad altri camerini di ritirata. Una ventilazione speciale serve a tutte queste dipendenze.

La sala D, alla quale si ha pure accesso dal pianerottolo, serve promiscuamente per le collezioni e per la biblioteca, nonchè per la scuola pratica dei lavori femminili. La sala non ha che tre metri di larghezza su m. 6,90 di lunghezza. Alle pareti sono addossate delle vetrine con alcuni apparecchi di fisica, fra i più elementari ed indispensabili, una piccola collezione di storia naturale, ed una biblioteca divisa in tre parti, una pel maestro, una per gli allievi, e la terza a disposizione delle famiglie del paese. Nel mezzo è una tavola circondata da 12 sedie da lavoro di tre dimensioni; e quivi la maestra dei lavori femminili, che d'ordinario è la moglie del maestro, insegna a cucire a dodici ragazze per volta, servendosi anche di una macchina.

Le scuole rurali della *Norvegia* ci offrono uno dei tipi più semplici ed economici di questo genere di costruzioni, pur non essendo prive di eccellenti qualità. La scuola ha generalmente la sua sede in una specie di *chalet* modestissimo, interamente costruito con larice rosso del Nord, e la cui semplicità appare dalla fig. 2653 che ne dà la pianta e dalle fig. 2651 e 2652 che dànno un' elevazione prospettica dell'edificio, ed uno schizzo dell'interno della classe.

La forma a T, adottata in queste scuole, è quella che si presenta all'architetto come la più ovvia quando si vuole una scuola bene illuminata e ventilata, e facilmente sorvegliata dal maestro, che vi deve avere l'abitazione annessa.

L'ingresso alla classe ha luogo per il vestibolo stesso dell'alloggio dell'istitutore, al quale sono riservati due ambienti di m. 2,60 per m. 4,00 a piano terreno e due al primo piano con un gabinetto.

La classe ha le dimensioni di m. 4,00 per m. 5,30; essa è adunque delle più piccole; ma, non essendovi il soffitto in piano, bensì assecondando le due falde del tetto, la scolaresca gode di un volume d'aria più che sufficiente.

Le pareti di legno sono doppie, sostenute a regolari intervalli da grosse travi verticali; e nell'intervallo, che

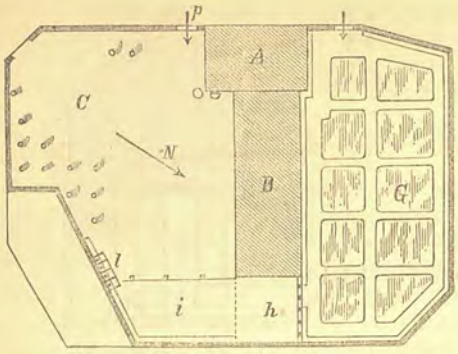


Fig. 2656.

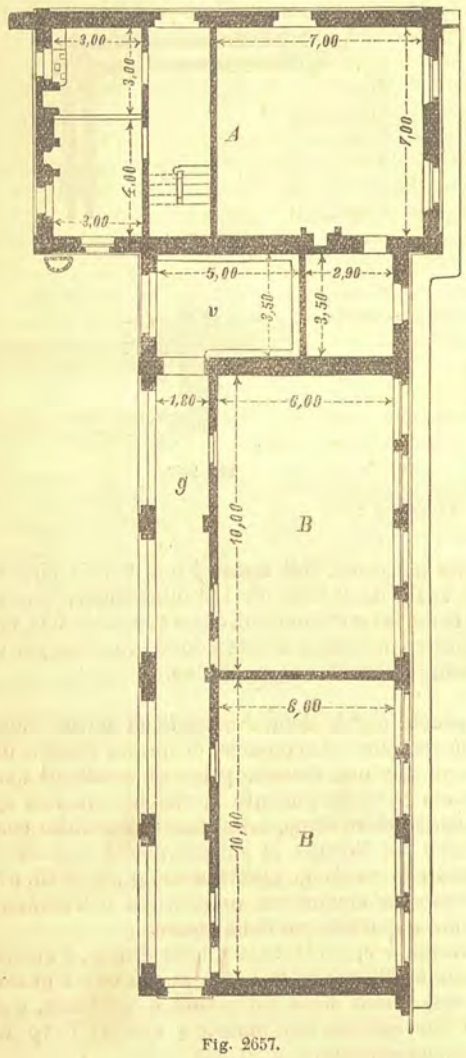


Fig. 2657.

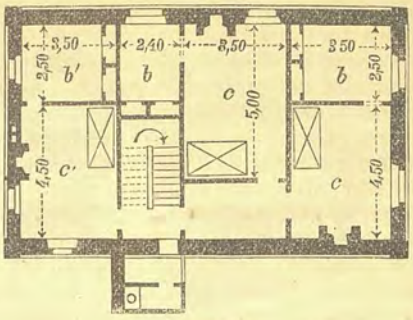


Fig. 2658.

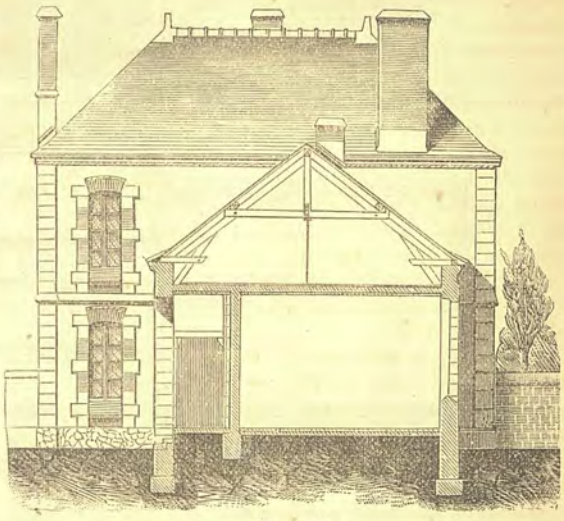


Fig. 2659.

[Scuola comunale di Saint-Laurent des Eaux (fig. 2656 a 2659).

è di 10 centimetri, si nascondono dei ritti di sezione quadrata, di 10 cm. di lato, destinati a consolidare e rendere più rigide le pareti stesse (fig. 2654).

Merita di essere notata la buona costruzione delle finestre, divise in più scomparti da ritti verticali, di cui una sezione orizzontale è rappresentata nella fig. 2655. Le finestre si aprono all'infuori, ed il ritto verticale è liscio all'esterno e sagomato all'interno: tutto ciò essendo diretto ad evitare le infiltrazioni della pioggia spinta dai venti, che in quelle regioni soffiano fortissimi.

Volendo dare un'idea dei più recenti tipi di fabbricati scolastici rurali di qualche considerazione, descriveremo da ultimo quello costrutto dall'architetto Grenouillot per la scuola di Saint-Laurent des Eaux, che, a motivo della semplicità di disegno, ottenne in Francia d'essere premiato ad un concorso speciale di costruzioni di asili e scuole, fattosi al Trocadero (1).

Il comune di Saint-Laurent des Eaux conta 1550 abitanti, ed occorrono scuole per 96 maschi e 92 femmine, in media.

La fig. 2656 rappresenta la pianta generale dell'edificio, destinato a scuola per i maschi, e situato tra un cortile C ed un giardino G. Le classi, in numero di due, capaci di 48 scolari ciascuna, lunghe 10 metri e larghe 6 metri, come meglio risulta dalla pianta speciale (fig. 2657), sono tenute lontane dai rumori della strada da cui hanno accesso gli scolari mediante l'interposizione dell'edifizio A destinato, come vedremo, alla sala comunale ed all'abitazione dell'istitutore.

Le due classi dovendo essere rischiarate da un solo lato, e con intensità costante, servono a ciò le quattro grandi finestre rivolte a notte; mentre le due altre finestre colla porta, praticate nel muro di mezzogiorno, sono solamente destinate a scopo di aeramento. Il pavimento è palchettato, con circolazione d'aria sottostante. L'altezza delle due sale è di 4 metri. Le due pareti trasversali e gli spazi che restano nel muro a

(1) V. le opere citate del Planat e del Sacheri.

sud fra le finestre servono alle tavole murali per l'insegnamento. La fig. 2659, oltre a dare una sezione verticale del corpo di fabbrica destinato alle due classi, dà pure un'idea del carattere architettonico semplice e severo dell'intiero edifizio.

L'ingresso degli alunni nel recinto scolastico ha luogo per la porta *p* (figura 2656) ed una prima camera *v* (fig. 2657) serve al deposito attorno ai muri degli oggetti di vestiario; la galleria longitudinale *g* stabilisce una comunicazione coperta del vestibolo colle classi, e di queste col locale *h* per la ginnastica (fig. 2656) e col porticato *i* pure coperto, dal quale si ha accesso alle latrine *l*. Queste sono in numero di 4, rivolte al sud ed abbastanza lontane dal fabbricato delle scuole, siccome i regolamenti prescrivono; trovansi in seguito alcuni orinatoi.

Il cortile, della superficie di 8 are, è al sud, difeso dal vento del nord dall'edifizio per le scuole e dal porticato di ricreazione; esso è in alcuna parte occupato da alberi, e separato dalla strada per mezzo di un muricciolo alto m. 2,50.

Al giardino, della superficie di 9 are, si accede o dalla scuola mediante una porta che trovasi sotto la palestra per la ginnastica, o direttamente dalla strada pubblica mediante una porta carraja.

La parte dell'edifizio destinata ad abitazione contiene la sala comunale (*la mairie*) e l'alloggio dell'istitutore e del suo assistente.

La sala per le adunanze del Consiglio comunale e per la celebrazione dei matrimoni, di 7 metri di lato in quadro, è a piano terreno con accesso direttamente dalla strada pubblica; e vi è annessa una camera di m. 3,50 × 2,90 destinata ad archivio ed ai registri dello stato civile.

L'alloggio dell'istitutore consiste: *a piano terreno* in un androne d'ingresso dalla strada pubblica, con scaletta per discendere in cantina e scala per salire al piano superiore; in una cucina che prende luce dal cortile, ed in una camera da pranzo rischiarata da due finestre che mettono pur esse nel cortile, e permettono la sorveglianza nelle ore di ricreazione; nel *piano superiore* (fig. 2658) a sinistra della scala in due camere con caminetto *c*, *c* aventi ciascuna un gabinetto di toeletta *b*, *b*, con lavacro ed armadio a portamantelli, destinate all'istitutore; e a destra della scala un'altra camera *c'* con caminetto, e gabinetto di toeletta *b'*, destinati all'assistente.

La parte di edifizio cantinata è quella soltanto che sta sotto a tali alloggi, compresovi l'androne della scala.

Il materiale di fabbrica è quasi tutto di pietra, che abbonda in quei paesi e si lavora con facilità; i mattoni sono solo impiegati per gli archi e le piattabande delle finestre. La grossa travatura è di legno quercia. I palchetti di larice rosso del Nord.

Anche la scala è in legno quercia cerato, come si suole in quei paesi. Il tetto è in ardesie per l'edifizio più elevato, destinato ad abitazione, ed in tegole ordinarie per la parte bassa, destinata alle classi. I telai delle finestre, le persiane e le porte esterne sono in quercia; le porte interne in larice.

Per il riscaldamento delle classi servono due stufe a caloriferi, conformi alle prescrizioni in proposito del regolamento.

Quanto al mobiglio scolastico, esso consta di banchi a due posti, del sistema Garcet Misius (modello adottato dalla città di Parigi), i quali costano L. 10 per allievo.

La spesa totale di questo edifizio salì a L. 39 568, di cui 4000 lire vogliono essere attribuite alla costruzione della sala comunale, e lire 1360 al mobiglio scolastico.

Scuole elementari del Municipio di Torino (1).

A) *Scuole suburbane.*

Le scuole del suburbio comprendono normalmente due sole classi e tre alloggi: due per gli insegnanti e l'altro per il bidello-custode.

Nella parte piana o pianeggiante del territorio il tipo adottato è quasi costante, e se ne ha un esemplare nella scuola di Ponte-Stura, di cui diamo i disegni nelle fig. 2660 a 2663.

Nella collina, invece, conviene acconciarsi alle condizioni del terreno, le quali talvolta obbligano a costruzioni che differiscono notevolmente dal tipo normale; la scuola di Mongreno (v. fig. 2664 a 2666) è fra quelle che meno se ne scostano.

I disegni contenuti a pagine 1766-67, e le relative *leggende*, rendono superflua la descrizione particolareggiata dei fabbricati, intorno ai quali giova però aggiungere le seguenti sommarie notizie.

Il riscaldamento è limitato alle classi ed ai ricreatori, escludendone assolutamente gli alloggi, e si ottiene mediante due stufe a calorifero collocate nel muro longitudinale mediano; esse sono attivate dalla parte del ricreatorio, ed immettono l'aria calda nell'aula per mezzo di un'ampia bocca aperta all'altezza di oltre 3 m. dal pavimento.

L'estrazione dell'aria viziata si fa per mezzo di almeno tre bocche a livello del pavimento, cui fanno seguito opportune gole o canne di riporto costruite negli angoli diedri dei muri, che risultano così smussati, ed anzi arrotondati. Queste canne sboccano sopra il tetto, e sono munite di mitra Wolpert, che favorisce lo smaltimento dell'aria viziata.

In mancanza di condotta forzata, l'acqua per bere, per i lavatoi e per i cessi è estratta con pompa idraulica dal pozzo e spinta in un serbatojo collocato nel sottotetto, d'onde si dirama con sufficiente pressione ai varii usi.

La *scuola di Mongreno* fu costruita nel 1885 ed importò la spesa complessiva (compresi tutti gli accessori, ma escluso il terreno) di lire 40 360, che corrisponde a lire 19,35 per ciascun m³ di fabbrica fuori terra, ed a lire 20 180 per ciascuna classe, compresi gli alloggi.

La spesa per metro cubo è notevolmente superiore alla media ordinaria, e l'aumento è dovuto al maggior prezzo dei materiali, per essere questa scuola fabbricata sopra un alto colle.

La *scuola di Ponte-Stura*, costruita nel 1891, costò lire 38 913, e cioè lire 13,90 per ciascun m³ di fabbrica, e lire 19 456 per ciascuna classe.

Questa scuola è fornita di due scale con accesso separato, che permettono di isolare completamente i due alloggi degli insegnanti. Oltre questo vantaggio, presenta anche quello di una maggiore ampiezza di alloggi per gli insegnanti e per il custode; e questo spiega come, malgrado il minor costo per metro cubo, il prezzo riferito a ciascuna classe sia di poco superiore a quello per la scuola di Mongreno.

(1) Dal periodico *L'Architettura pratica*, anno III, Torino, tip. e lit. Camilla e Bertolero, 1894.

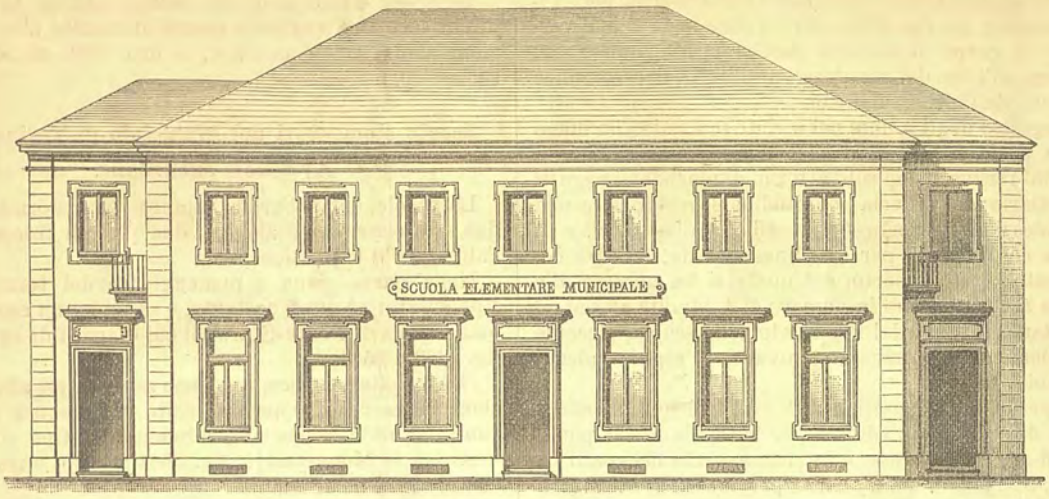


Fig. 2660. — Prospetto sulla strada provinciale.

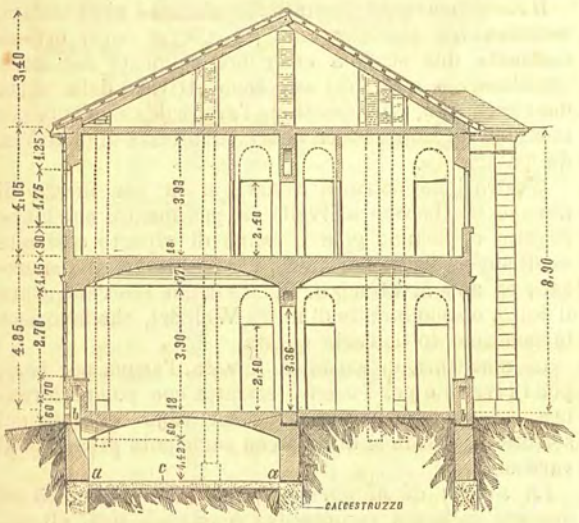


Fig. 2661. — Sezione trasversale.

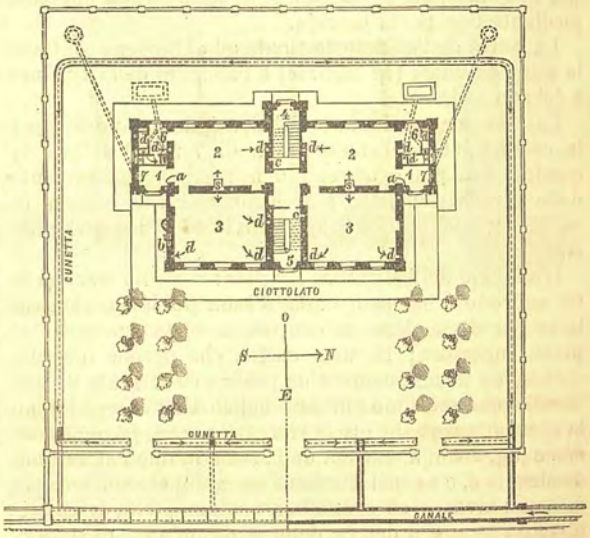


Fig. 2662. — Pianterreno.

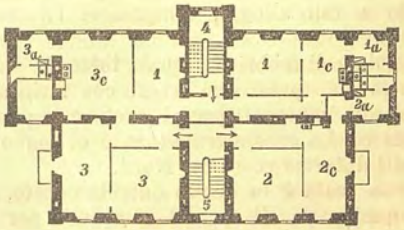


Fig. 2663. — Primo piano.

Scuola suburbana di pianura, a Ponte Stura (Torino) (fig. 2660 a 2663).

LEGGENDA

Pianterreno.

1. Ingressi.
2. Ricreatorii.
3. Classi.
4. Scala alloggio maestra.
5. Scala alloggio maestro e custode.
6. Antilatrine.
7. Vaschette-lavabo.

a. Canne pei tubi dell'acqua pei diversi servizi.
b. Tromba dell'acqua.
c. Canne spazzatura.
d. Canne di aerazione.
s. Stufe.

Primo piano.

1. Alloggio della maestra.
2. „ del custode.
3. „ del maestro.

1*c*, 2*c*, 3*c*. Cucine.
1*a*, 2*a*, 3*a*. Acquai.
—

Sezione trasversale.

a. Strato di asfalto artificiale di m. 0,10 di grossezza.
b. Strato di asfalto al piano di posa dello zoccolo in tutti i muri.
c. Strato di calcestruzzo di m. 0,20 di grossezza.

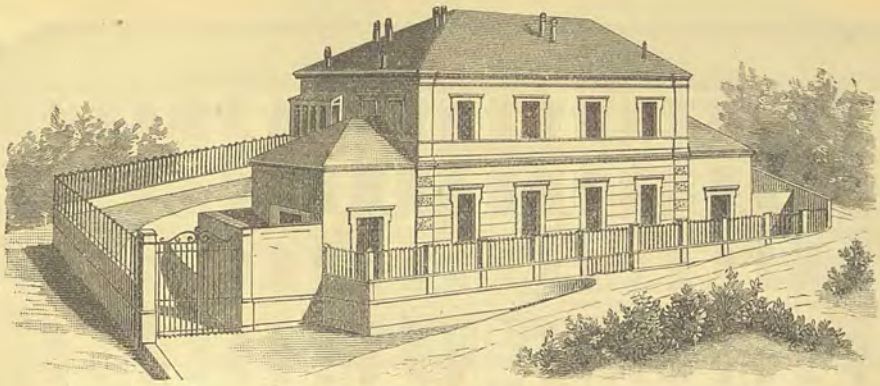


Fig. 2664. — Veduta prospettica.

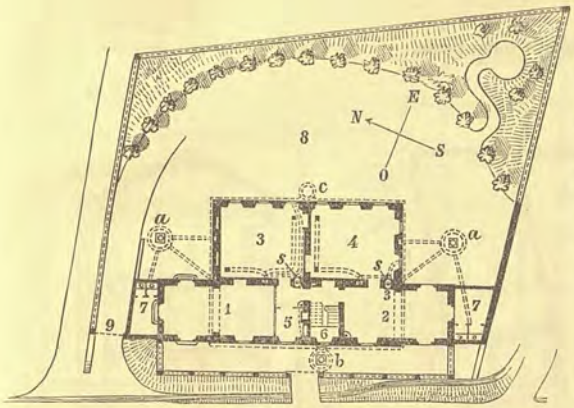


Fig. 2665. — Pianterreno.

Piano terreno.

1 e 2. Ingressi e ricreatorii.
3 e 4. Classi.
5. Custode.
6. Scala agli alloggi.
7. Latrine.
8. Giardino.
9. Porta carraja.
a. Pozzi neri.
b, *c*. Pozzi-cisterne.
s. Stufe.

Primo piano.

1. Alloggio maestro.
2. „ bidello.
3. „ maestra.

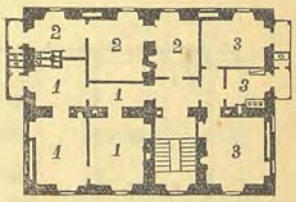


Fig. 2666. — Primo piano.

Scuola suburbana in colle, a Mongreno (Torino) (fig. 2664, 2665 e 2666).

B) *Scuole urbane.*

L'alto prezzo delle aree fabbricabili nell'interno della città, e la maggiore disciplina che si ottiene concentrando le Direzioni, consigliano la costruzione di ampie fabbriche, a tre piani fuori terra. Ordinariamente ciascuna scuola contiene da venticinque a trenta classi oltre i locali accessori, le palestre per la ginnastica, ed alcuni alloggi per i bidelli; come eccezione si deve citare la scuola Rayneri, a quattro piani fuori terra, nella quale è anche allogata una scuola tecnica, e che comprende 50 classi (v. pag. 1771).

Esclusi assolutamente i corridoi interni, con classi sui due lati, l'ossatura di tutte le fabbriche è costituita dal vano per la classe e dalla galleria di disimpegno, come risulta dai disegni delle tre scuole: *Silvio Pellico*, *Ricardi di Netro* e *Borgo Vanchiglia*, che diamo a pag. 1768, 1769 e 1770.

Le norme generali seguite nella compilazione dei progetti sono, in massima, quelle contenute nella Relazione pubblicata dall'ing. Tommaso Prinetti nel 1886, e da noi riportata a pag. 1735, alla quale è quasi conforme il Regolamento governativo del novembre 1888 (vedi pag. 1747).

Il riscaldamento è procurato con apparecchi ad aria calda, collocati nei sotterranei, e l'estrazione dell'aria viziata si fa in senso discendente, mediante aspirazione provocata da camini di richiamo muniti di appositi focolari ausiliari.

In ogni classe si hanno, in generale, tre bocche di estrazione, situate nei muri trasversali e negli angoli diedri verso la facciata, mentre l'aria calda arriva unicamente da bocche aperte nel muro che separa la galleria dalla classe.

Le condizioni alle quali devono soddisfare questi apparecchi sono abbastanza rigorose, e furono dettate da apposita Commissione, presieduta dall'illustre professore Galileo Ferraris.

Tutti i piani sono coperti con vôlte e, per maggior garanzia, dopo il terremoto del 1887, esse si costruiscono nelle gallerie all'ultimo piano sopra ferri a doppio T, distanti soltanto un metro l'uno dall'altro, e muniti di capichiavi. Ritenendosi che gli scolari debbano recarsi alla scuola puliti, non si allestirono veri lavatoi; ma sono disposte opportune prese d'acqua per bere, e queste sono munite di vaschette che, all'evenienza di casi accidentali, possono servire da lavatojo.

Non potendosi disporre di abbondante acqua di condotta, gli orinatoi e i sifoni dei cessi sono lavati per cura del personale di servizio al termine delle lezioni, e l'acqua si attinge da apposite prese, stabilite nelle anticamere; quando la dotazione dell'acqua possa essere aumentata, si applicheranno apparecchi a scarico automatico periodico.

Ecco alcuni cenni sulle tre scuole sopra nominate.

La scuola *Silvio Pellico* (fig. 2667 a 2670), costruita nel 1886, consta di quattro piani fuori terra nella parte prospiciente il Corso Dante e l'ampia via Madama Cristina, e di soli tre verso la via Saluzzo. Contiene: n. 28 classi ordinarie; 5 stanze per direzione ed insegnanti; 2 sale d'aspetto per il pubblico; 2 portinerie; 3 alloggi per bidelli; 2 palestre per la ginnastica.

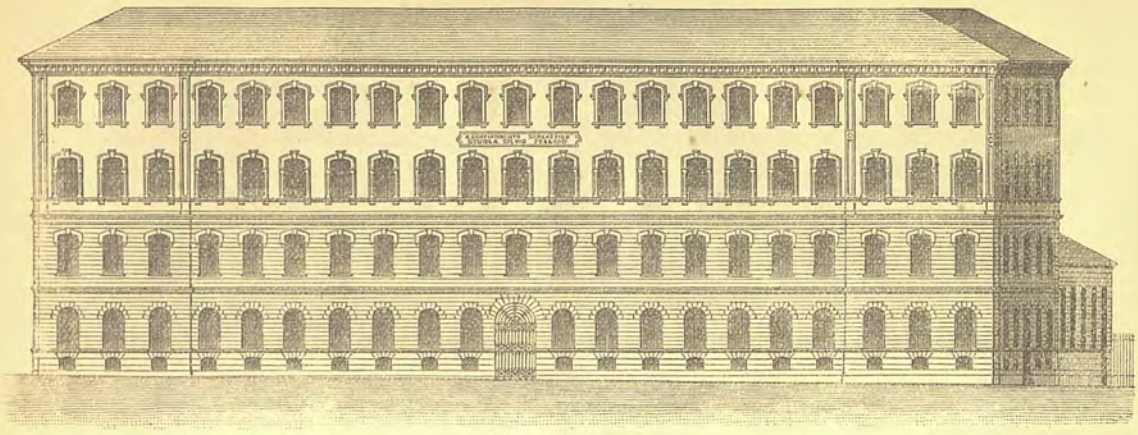


Fig. 2667. — Prospetto verso il corso Dante.

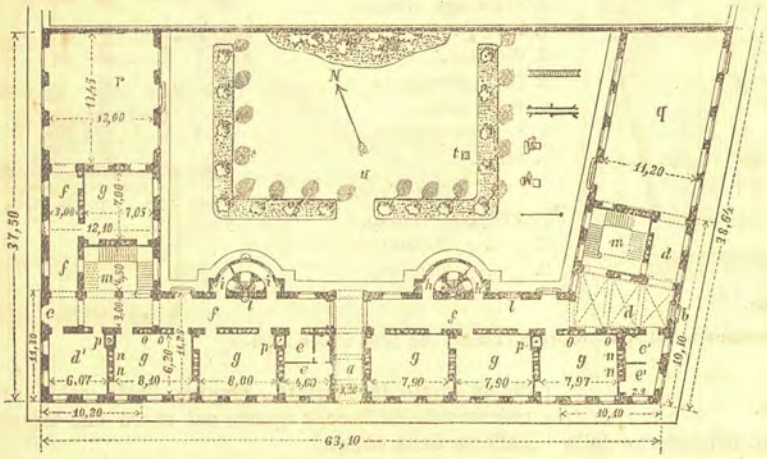


Fig. 2668. — Pianta del pianterreno.

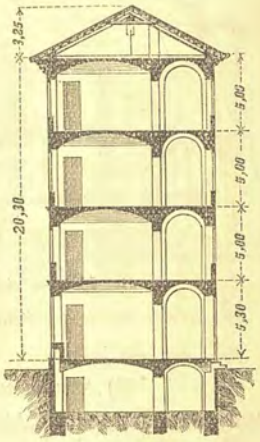


Fig. 2669. — Sezione trasversale.

LEGGENDA

a. Androne carrajo.
b. Ingresso per i maschi.
c. Ingresso per le femmine.
d, *d'*. Locali di aspetto per il pubblico.
e, *e'*. Stanza per i portinai.
f, *f*. Gallerie.
g, *g*. Aule scolastiche.
h, *h*. Cessi, *lavabo* ed orinatoi (sezione maschile).
i, *i*. Cessi con lavatoj (sezione femminile).
l, *l*. Cannelle d'acqua potabile.
m, *m*. Scale.
n, *n*. Condotti per l'estrazione dell'aria viziata.
o, *o*. Condotti dell'aria calda.
p, *p*. Camini di aspirazione dell'aria viziata.
q. Palestra per la ginnastica (sezione maschile).
r. Palestra per la ginnastica (sezione femminile).
s. Tromba idraulica con vaschetta.
t. Pozzi assorbenti.
u. Cortile con ajuole e palestra scoperta.

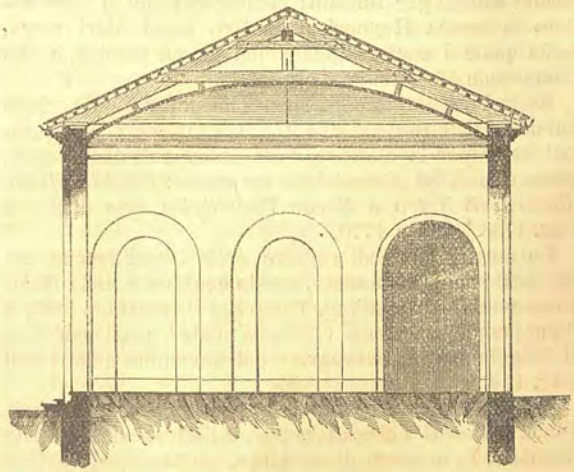


Fig. 2670. — Sezione della palestra.

Scuola elementare urbana « Silvio Pellico » in Torino (fig. 2667 a 2670).

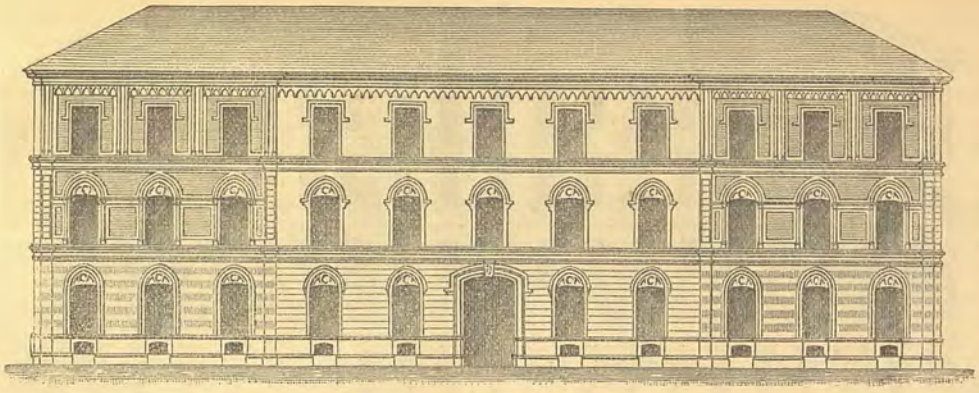


Fig. 2671. — Prospetto verso la via.

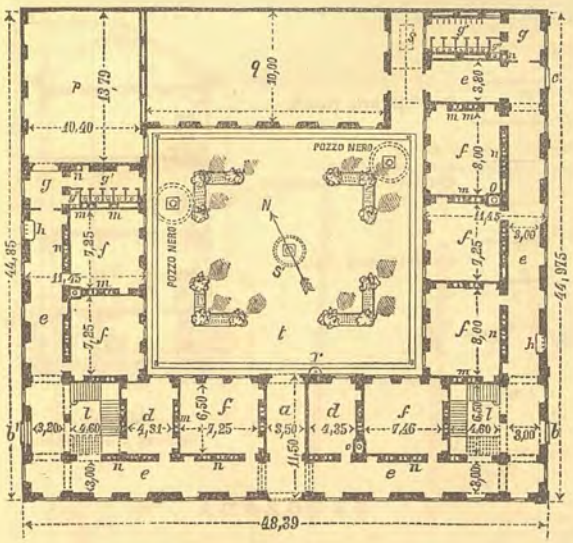


Fig. 2672. — Pianta del pianterreno.

a. Androne carrajo.
b. Ingresso per i maschi.
b'. Ingresso per le femmine.
c. Ingresso alla palestra.
d. Stanze pei portinai.
e. Gallerie.
f. Classi.
g. Anticessi.
g'. Cessi.
g''. Cessi per gli insegnanti.
h. Lavatojo.
l. Scale.
m. Condotti d'estrazione dell'aria viziata.
n. Condotti dell'aria calda.
o. Camini di richiamo dell'aria viziata.
p. Palestra ginnastica (sezione maschile).
q. Palestra ginnastica (sezione femminile).
r. Tromba idraulica.
s. Magazzino per attrezzi di ginnastica.
s'. Pozzo assorbente.
t. Cortile con ajuole.

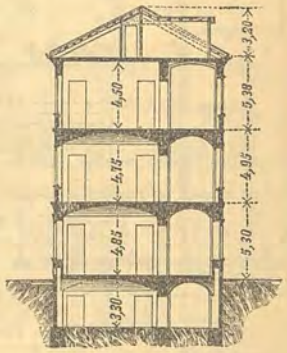


Fig. 2673.
Sezione trasversale.

Scuola elementare urbana « Ricardi di Netro », in Torino (fig. 2671, 2672 e 2673).

L'importo complessivo delle sole fabbriche, esclusa così l'area, ma computati gli apparecchi di riscaldamento e tutti gli accessori, risultò di lire 231 000 in cifra tonda, corrispondente a lire 10 per ciascun m³ di fabbrica fuori terra, a lire 8250 per ciascuna classe, ed a lire 165 per caduno scolaro, ritenendo che ogni classe ne contenga solo cinquanta.

La scuola *Ricardi di Netro* (fig. 2671 a 2673) è a tre piani fuori terra, e fu eretta nel 1889. Essa contiene: n. 21 classi ordinarie; 4 stanze per direzione ed insegnanti; 2 sale d'aspetto per il pubblico; 2 portinerie; 3 alloggi per bidelli; 2 palestre per la ginnastica.

L'importo delle costruzioni ammontò a lire 216 000, cioè a lire 10,36 per ciascun m³ di fabbrica, a lire 9400 per caduna classe, ed a lire 206 circa per ogni scuolaro.

La *Scuola di Vanchiglia*, costruita nel 1890, è a tre piani fuori terra e contiene: n. 23 classi; 4 stanze per direzione ed insegnanti; 2 sale d'aspetto per il pubblico; 1 locale per il custode; 2 portinerie; 3 alloggi per bidelli; 2 palestre per la ginnastica (fig. 2674 a 2677).

In questo fabbricato si ha una scala speciale di servizio ad uso del direttore, e per accedere agli alloggi dei bidelli che, secondo il consueto, sono collocati nel sottotetto.

Il costo totale della costruzione risultò di lire 187 700, corrispondente a lire 9 per metro cubo di fabbrica, a lire 8200 per caduna classe, ed a lire 188 per ogni scuolaro.

Scuola Rayneri. — Diamo, per ultimo, i disegni (v. fig. 2678 a 2682) ed una descrizione sommaria di questa grande scuola costrutta dal Municipio di Torino nel periodo dal 1881 al 1883, e premiata con medaglia d'oro.

L'*area* occupata dalla scuola Rayneri è di m² 4386 circa; con tutti i suoi lati disposti lungo vie pubbliche: ha il corso del Valentino, largo m. 42, a notte; la via Madama Cristina, larga m. 18, a ponente; e le vie Burdin e Ormea, larghe m. 12 ciascuna, a mezzodì e levante.

Come si vede, la scuola Rayneri è in ottime condizioni, sia per le qualità intrinseche dell'area, sia per la località in cui si trova, che è una fra le più salubri della città. Gli è forse per corrispondere a così buone qualità che si volle dare a questa scuola, anche esteticamente, maggiore importanza che non alle altre, e sacrificare qualche somma per ottenere quella certa eleganza che la distingue dagli altri fabbricati scolastici, nei quali si proscrisse qualsiasi lusso di decorazioni.

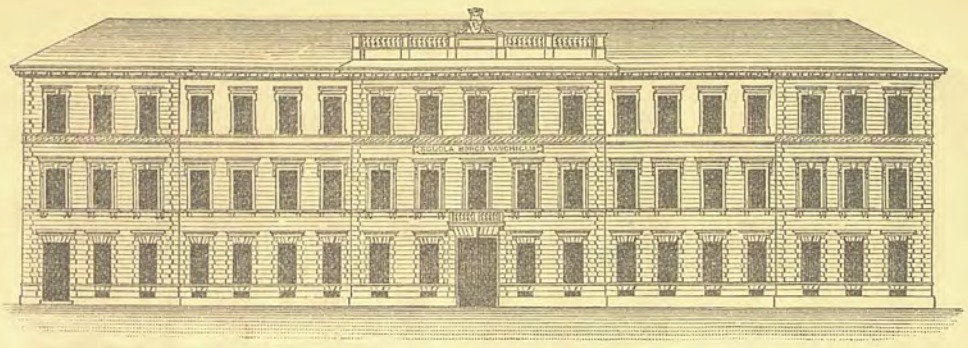


Fig. 2674. — Prospetto verso via Buniva.

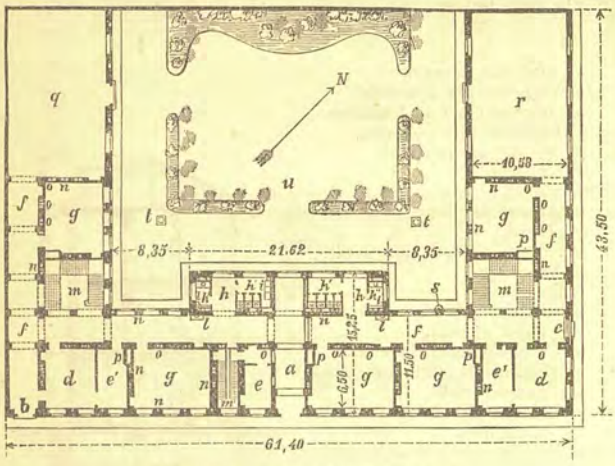


Fig. 2675. — Pianta del pianterreno.

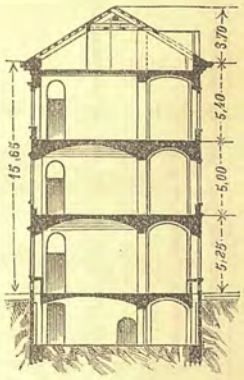


Fig. 2677.
Sezione trasversale.

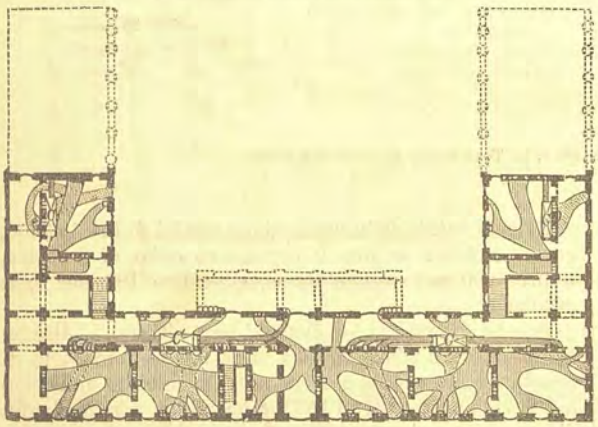


Fig. 2676. — Pianta dei sotterranei.

LEGGENDA

a. Androne carrajo.
b. Ingresso per i maschi.
c. Ingresso per le femmine.
d, *d*. Sale d'aspetto.
e. Custode.
e', *e'*. Bidelli.
f. Gallerie.
g. Aule.
h. Antilatrine.
h'. Latrine.
h''. Latrine per gli insegnanti.
i. Orinatoi.
l. Lavatoi.
m. Scale.
m'. Scala di servizio per il direttore e bidelli.
n. Canna di aspirazione dell'aria viziata.
o. Canna dell'aria viziata.
p. Camini di richiamo per l'aria viziata.
q. Palestra maschile.
r. Palestra femminile.
s. Tromba idraulica.
t. Pozzi assorbenti.
u. Cortile con ajuole.

Scuola elementare urbana « Borgo Vanchiglia », in Torino (fig. 2674 a 2677).

Esposizione delle classi. — Il maggior numero delle classi è esposto a mezzogiorno; sono esposte a ponente solo quelle prospicienti la via Madama Cristina. L'accesso alle classi è dato da un corridojo largo m. 4,50 nel braccio principale, e m. 3,00 nei bracci d'ala. Verso nord esso prospetta il corso del Valentino, e non il cortile, e fu adottato questo partito affine di non esporre le classi a nord.

Piano generale del fabbricato. — Le figure 2678 a 2680 spiegano abbastanza chiaramente il concetto generale dell'opera; osserveremo soltanto che la fig. 2679 rappresenta la pianta della scuola quale essa era prima del recente ampliamento, eseguito in prosecuzione dell'ala prospiciente il corso del Valentino, secondo la linea *mn*, ove venne installata la scuola tecnica *Giulio*.

Di regola generale, ai piani terreno e primo trovano sede le classi prima, seconda e terza; al piano secondo la quarta, ed al terzo le scuole di disegno diurne e serali. Al braccio prospiciente la via Madama Cristina si aggiunse, verso il cortile, un quarto piano destinato agli alloggi pei bidelli (v. sezione A B C, fig. 2680).

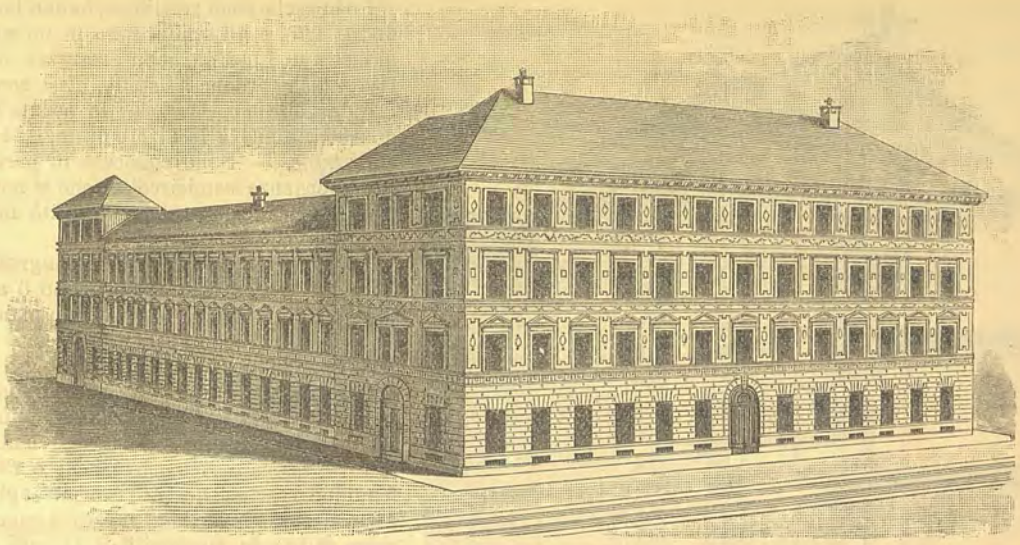


Fig. 2678. — Prospetto.

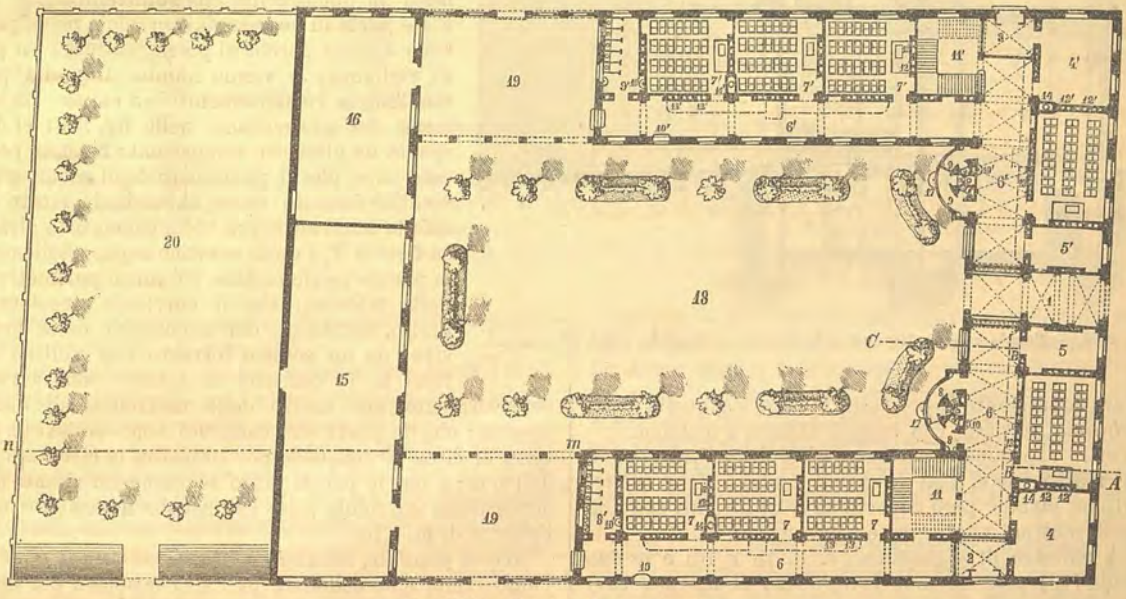


Fig. 2679. — Pianta del piano terreno.

Edificio scolastico comunale « G. A. Rayneri », in Torino.

1. Androne carrajo.
2. Ingresso maschi.
3. Ingresso femmine.
4, 4′. Locali d'aspetto per il pubblico.
5, 5′. Stanze pei portinai.
6, 6′. Corridoi.
7, 7′. Classi.
8, 8′. Cessi, lavatoi, orinatoi (sez. masch.).
9, 9′. Cessi con lavatoi (sezione femminile).
10, 10′. Robinetti d'acqua potabile con lavatoi.
11, 11′. Scale.
12, 12′. Condotti per l'estrazione dell'aria viziata.
13, 13′. Condotti per l'aria calda.
14. Camini di aspirazione dell'aria viziata
15. Palestra ginnastica (sezione maschile).
16. Palestra ginnastica (sezione femminile).
17. Trombe idrauliche con vaschetta.
18. Cortile con ajuole.
19. Tettoje.
20. Palestra scoperta.

Il piano terreno è sopraelevato di pochi scalini, in media tre, sul marciapiede; una sopraelevazione maggiore sarebbe inutile, giacchè per tutta l'ampiezza del fabbricato si ha il piano sotterraneo.

Modalità di costruzione. — Essendosi trovato nell'angolo nord-ovest un terreno molto cedevole, si dovette far appoggiare la parte di costruzione corrispondente sopra 29 pozzi, di cui alcuni raggiunsero la profondità massima di 13 m. sotto il livello dei sotterranei; per il rimanente della fabbrica le fondazioni non oltrepassarono la profondità di m. 5 sotto il livello del suolo stradale, ma presentarono qualche difficoltà per gli strati di puddinga che si rinvennero e che peggiorarono le condizioni della fondazione generale. La muratura di fondazione è in parte a calcestruzzo, e parte a muratura di pietrame con cinture di mattoni. La mu-

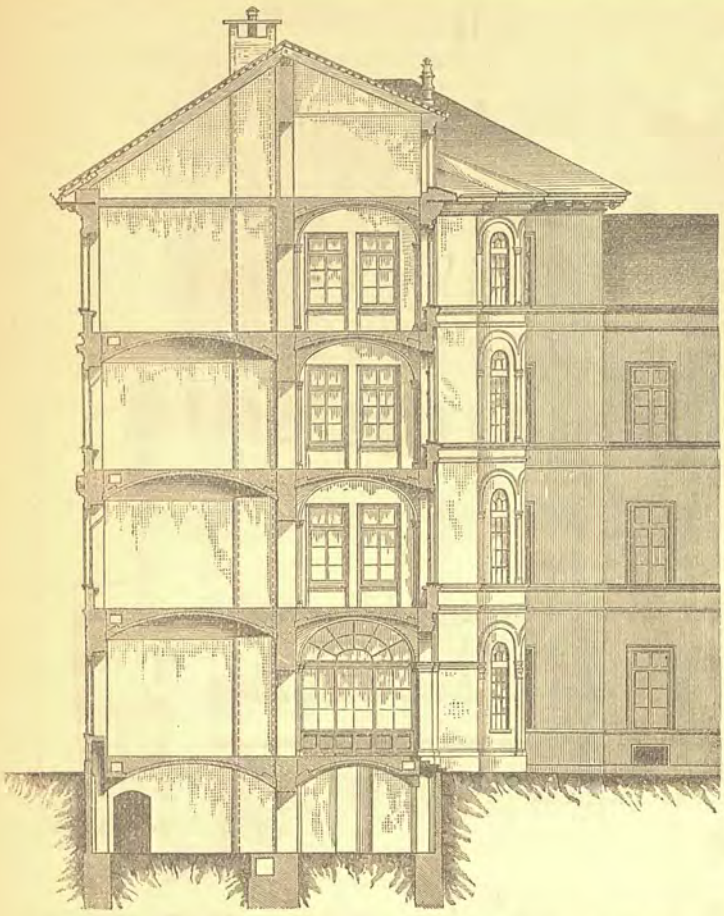


Fig. 2680. — Scuola « G. A. Rayneri », in Torino. — Sezione A B C (V. Pianta).

ratura soprastante è, per tutta la fabbrica, quella detta *ordinaria*, formata con scapoli di cava e mattoni.

Tutti i vani sono coperti con vôlte di m. 0,12 e 0,08 e con mattoni cavi per le parti centrali delle vôlte. L'ultimo piano è però coperto da solai formati con voltine di mattoni vuoti girate sopra ferri a T.

Le palestre di ginnastica (v. n. 15 e 16) e le due tettoje (19) sono coperte con voltine di mattoni cavi collocati di piatto, girate sopra un'armatura formata con piccoli ferri a T, che vengono a costituire come un reticolato a grandi maglie, le quali sono riempite dalle voltine in mattoni.

Il costo di questo soffittamento è piuttosto elevato, ma si ha in compenso una costruzione solida, leggiera ed incombustibile.

La decorazione delle facciate è piuttosto elegante; le fascie e gli spazi tra le finestre furono decorate con ornato in graffite. Per i cornicioni, le cornici, gli stipiti, ecc., s'impiegò cemento e malta di calce; lo zoccolo, i davanzali delle finestre a piano terreno, e la cornice che corre al piano di questi, sono in granito bianco; di granito bianco sono pure le colonne dell'androne a pian terreno e quelle delle scale interne *n* e *n'*. I davanzali delle finestre dei piani superiori, i gradini delle scale, gli zoccoli e marciapiedi interni, ecc., si fecero in pietra di Luserna.

Scale. — Le scale sono collocate presso gli ingressi ed alle estremità nord e sud del braccio principale di fabbrica, e ciascuna è a servizio di una sezione.

Le branche sono rettilinee, hanno larghezza di m. 1,70, e gli scalini sono in un sol pezzo di lastra di Luserna, della grossezza di cm. 6, lavorata a cordone e listello. Essi sono portati da vôlte a collo d'oca; le pedate sono di m. 0,30 almeno e le alzate da m. 0,14 a 0,15.

Latrine. — Sono collocate in parte nelle due sporgenze semicircolari che si notano in disegno ed in parte alle estremità delle due ali nord e sud.

Per la sezione maschile (il cui ingresso è sul Corso del Valentino) ve ne hanno 6 al piano terreno, 6 al primo, 6 al secondo piano, oltre gli orinatoi, e due al terzo, più una a ciascun piano per gl'insegnanti.

Per la sezione femminile ve ne hanno 7 per i primi tre piani e 2 all'ultimo, più una a ciascun piano per le maestre. Si hanno cioè in tutto 20 camerini pei maschi e 23 per le femmine, esclusi quelli riserbati agli insegnanti; siccome le classi maschili sono in numero di 16 e le femminili di 17, così si vede che v'ha più di un camerino per ogni classe, ossia un numero più che sufficiente.

Le porte di accesso dal corridojo principale sono a vetri perchè si possa praticare un po' di vigilanza, e vanno munite di molla per mantenerle costantemente ben chiuse. La sezione che presentiamo nella fig. 2681 ci dispensa da ulteriori spiegazioni; faremo però osservare che il pavimento degli scompartimenti è formato da un abbondante strato di asfalto naturale sopra vôlte cementizie girate su ferri a T, i quali servono anche a collegare la parete semicircolare col muro perimetrale della fabbrica; che il corridojo circolare è diviso, all'altezza dell'architrave delle finestre, da un soffitto formato con voltine su ferri a T, cosicchè le latrine sono aerate superiormente per mezzo delle mezzelune di dette finestre; che le porte dei camerini sono sollevate da terra di circa 10 cm., onde non impedire la circolazione dell'aria; e che le pareti tanto dei camerini quanto del circondante corridojo sono intonacate a cemento per l'altezza di m. 1,10.

Acqua potabile, lavatoi ed illuminazione a gas. — Nei corridoi sono collocate per ogni sezione e per ogni piano due vaschette in pietra di Saltrio, munite di rubinetti che forniscono l'acqua da bere; esse fanno pure l'ufficio di lavatoi. In ogni scompartimento di cessi vi ha poi ancora una vaschetta-lavabo di dimensioni minori delle prime.

Le scuole serali occupando un piccolo numero di classi, si provvide l'illuminazione a gas per i soli locali ove tornava veramente necessaria, come scale, corridoi, e nelle classi della sezione maschile ai piani superiori.

Forma e dimensioni delle classi. — Siccome il numero degli allievi non dovrebbe mai essere superiore a 55, così si assegnò alle classi una superficie media di m^2 54. A ciascun allievo corrisponde dunque un'area di circa 1 m^2. L'altezza da pavimento a pavimento essendo di m. 5,00, e tenendo conto degli sguanci delle finestre e degli sfondi delle porte, compensanti lo spazio perduto per la curvatura della vôlta, si può ritenere che il volume d'aria corrispondente a ciascun alunno è di m^3 5 circa.

La forma delle classi è invariabilmente rettangolare, col lato minore perpendicolare al muro da cui giunge

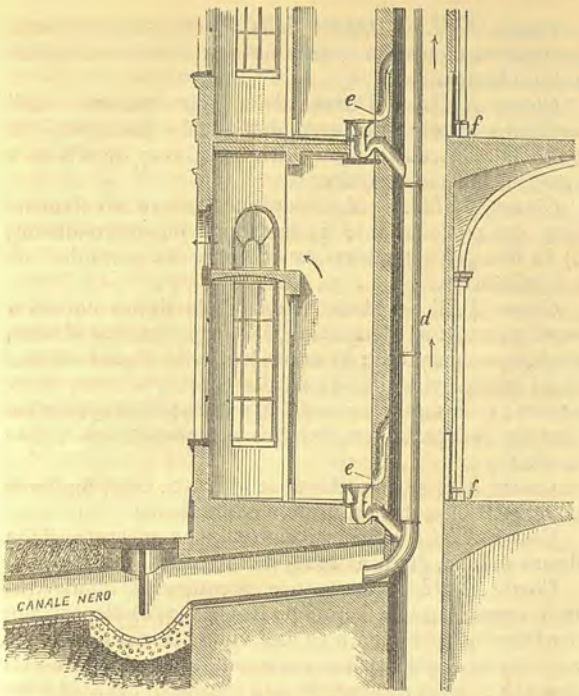


Fig. 2681. — Sezione M N (V. Pianta).

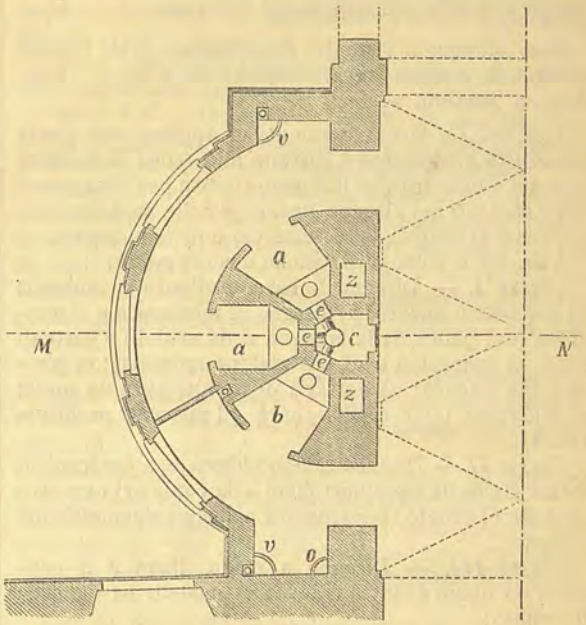


Fig. 2682. — Pianta.

Scuola « G. A. Rayneri », in Torino. — Particolari dei cessi.

a, *a*. Camerini per gli alunni.
b. Camerini per gli insegnanti.
c. Canna di aerazione.
d. Doccione.
e, *e*, *e*. Sfiatatoi sopra i sedili.
f, *f*. Sportelli in ferro per l'ispezione del doccione.
o. Orinatojo.
s. Sifone del canale nero.
v, *v*. Lavabo.
z, *z*. Canna spazzatura e aerazione corridoi.

la luce. La larghezza media è di m. 6,45 e la lunghezza variabile fra m. 7,40 e m. 9,50.

Come abbiamo già detto, il numero delle classi è di 33, per cui, supponendo ogni classe occupata da 55 allievi, la scuola Rayneri risulta capace di 1815 allievi.

Finestre. — La luce, *unilaterale*, è fornita a ciascuna classe da due finestre larghe m. 1,40 ed alte in media m. 2,65. Essendosi riconosciuto che con tale disposizione le classi, sebbene riescano illuminate abbondantemente, non lo sono però in modo troppo uniforme, nei fabbricati posteriormente costruiti si illuminarono le classi mediante tre finestre per ciascuna, riducendone l'apertura a m. 1,20, il che facilita anche di assai la manovra delle vetrate, gelosie, ecc.

La parte superiore delle vetrate è munita di *vasistas* giranti attorno ad un asse orizzontale, e le pareti sono arrotondate negli angoli onde evitare i ristagni d'aria e facilitare la pulitura delle classi.

Pavimenti. — Corridoi, classi, sale d'aspetto ed in generale tutti i locali accessibili al pubblico, sono pavimentati con asfalto artificiale. Alle sale di direzione, ecc., si applicarono invece tavolati in larice rosso.

Riscaldamento. — È fatto con caloriferi ad aria calda somministrati dalla ditta Porta. Abbiamo indicato in pianta (fig. 2679), con linee punteggiate, la posizione dei quattro caloriferi coi relativi canali per il trasporto dell'aria calda alle canne verticali. Sono collocati nel corridojo del piano sotterraneo, ed a ciascuno di essi corrisponde un camino di richiamo per l'aria viziata. Con numeri si distinsero quali siano le canne per l'aria calda e quali le canne per l'estrazione dell'aria viziata.

Cortile. — Siccome gli ingressi della scolaresca sono agli estremi sud e nord del fabbricato principale, così l'androne carrajo è abitualmente chiuso. Alcune piante, macchie di arbusti e fiori ornano ed allietano il cortile, e servono a purificare l'aria, la cui circolazione è libera ed abbondante. Nel cortile si trovano due trombe d'acqua per supplire alla mancanza, che potrebbe verificarsi improvvisamente, di quella fornita dalla Società dell'acqua potabile.

Costo. — Il costo della costruzione raggiunse circa lire 12 per m³. Questa cifra, confrontata con le corrispondenti pei fabbricati costruiti in appresso, è abbastanza rilevante: ma giova ripetere doversene trovare la ragione nella eleganza e grandiosità di essa scuola. Del resto la città di Torino raggiunse degli invidiabili risultati in fatto di economia, perchè ultimamente costruì scuole che nulla lasciano a desiderare, e non spese che lire 9,68 (scuola Silvio Pellico) e lire 9,50 (scuola Sclopis) al m³, esclusa però la fornitura degli apparecchi per il riscaldamento e la ventilazione, comprendendo i quali le cifre suesposte sarebbero salite a lire 10 circa.

Scuole d'arti e mestieri.

L'argomento che ci si para innanzi, sotto questo titolo, è così vasto che male riusciremmo a trattarlo senza varcare i limiti che ci sono assegnati.

Perciò dobbiamo limitarci a riprodurre, da una Relazione del comm. Raffaele Erculei (1), un estratto del

(1) *Sull'insegnamento nelle scuole d'arte applicata all'industria*, Relazione del comm. Raffaele Erculei, Roma 1891.

Regolamento della « Scuoia nazionale di applicazione d'arte » del *South Kensington Museum*, che è certamente una delle più importauti d'Europa.

Ecco adunque il testo del *Regolamento della Scuola nazionale d'applicazione d'arte del* « South Kensington Museum »:

Art. 59. La scuola nazionale di applicazione d'arte nel *South Kensington* è istituita allo scopo di formare maestri e maestre per il Regno Unito e per l'istruzione degli studenti nel disegno lineare e nella modellazione, applicati ai bisogni del commercio e delle industrie.

Art. 60. Il corso d'istruzione è come segue:

Classe I. — Disegno lineare mediante istrumenti: *a*) geometria lineare; *b*) disegno di meccanica e di macchine (dal piano, dalla lavagna o da modelli e dettagli solidi di macchine e di costruzione muraria); *c*) prospettiva lineare; *d*) dettagli di architettura da copie; *e*) sciografia (arte di disegnare gli spaccati architettonici);

Classe II. — Disegno a mano libera e a contorni di forme rigide da esemplari piani o da copie: *a*) oggetti e modelli; *b*) ornato (mostrando i principii elementari del disegno);

Classe III. — Disegno a mano libera e a contorni da opere di tutto rilievo: *a*) modelli ed oggetti; *b*) ornato;

Classe IV. — Ombreggiatura da esemplari piani o da copie: *a*) modelli ed oggetti; *b*) ornato;

Classe V. — Ombreggiatura da opere di tutto rilievo o da forme solide: *a*) modelli ed oggetti; *b*) ornato; *c*) drappeggiatura; *d*) schizzi *ex-tempore* e schizzi a memoria;

Classe VI. — Disegno della figura umana e delle forme animali da copie: *a*) solo profilo; *b*) ombreggiato;

Classe VII. — Disegno di fiori, fogliame e oggetti di storia naturale da esemplari piani o da copie; *a*) a contorno; *b*) ombreggiato;

Classe VIII. — Disegno della figura umana o delle forme animali da tutto rilievo o dalla natura: *a*) a contorno dalle fusioni; b^1) ombreggiato (dettagli); b^2) ombreggiato (figure intere); c^1) studi di teste dal vero; c^2) studi di drappeggiamento accomodati su figura, dall'antico o su modello vivo; *e*) schizzi *ex-tempore* o schizzi a memoria;

Classe IX. — Studi anatomici: *a*) della figura umana; *b*) delle forme animali; *c*) dell'una e delle altre in modellazione;

Classe X. — Disegno di fiori, fogliame, dettagli di fondi di paesaggi ed oggetti di storia naturale dal vero: *a*) a contorno; *b*) ombreggiato;

Classe XI. — Disegno d'ornato da esemplari piani: *a*) in monocromo; *b*) in più colori (acquarello, tempera o olio);

Classe XII. — Pittura d'ornato dalla fusione, ecc.: *a*) in monocromo, od acquarello, olio o tempera;

Classe XIII. — Pittura (in genere) da esemplari piani o copie, fiori, natura morta, ecc: *a*) fiori ed oggetti naturali, all'acquarello, olio o tempera; *b*) paesaggi o vedute di edifici;

Classe XIV. — Pittura (in genere) direttamente dalla natura: *a*) fiori o natura morta, all'acquarello, olio o tempera, senza fondo; *b*) paesaggi o vedute di edifici; *c*) drappeggiamento;

Classe XV. — Pittura dal naturale di gruppi di natura morta, fiori, ecc.; esercitazioni di colore: *a*) ad olio; *b*) all'acquarello o tempera; *c*) in monocromo o a mezza-macchia;

Classe XVI. — Pittura della figura umana o degli animali, in monocromo dalle fusioni: *a*) ad olio, acquarello o tempera;

Classe XVII. — Pittura della figura umana o degli animali a colori: *a*) da esemplari piani o da copie; *b*) la testa dal naturale o figura drappeggiata; *c*) schizzi e composizioni *ex-tempore;*

Classe XVIII. — Modellazione d'ornato: *a*) elementare da riproduzioni; *b*) superiore da riproduzioni; *c*) da disegni; *d*) schizzi *ex-tempore* da esemplari ed a memoria;

Classe XIX. — Modellazione della figura umana o degli animali: *a*) elementare, dalle riproduzioni di mani, piedi, maschere, ecc.; *b*) superiore, dalle riproduzioni o dagli esemplari solidi; *c*) da disegni; *d*) la testa dalla natura; *e*) la figura nuda dalla natura; *f*) drappeggiamento; *g*) schizzi *ex tempore* e modellazione a memoria;

Classe XX. — Modellazione di frutti, fiori, fogliame ed oggetti di storia naturale, dalla natura;

Classe XXI. — Schizzi *ex-tempore* in creta, dalla figura umana, dagli animali, dalla natura.

Classe XXII. — Disegno elementare: *a*) studi trattanti oggetti naturali a scopo di ornato; *b*) disposizioni ornamentali per riempire dati vuoti, in monocromo o modellate; *c*) disposizioni ornamentali per riempire dati spazi in colore; *d*) studi di stili storici di ornato, disegnati o modellati; *e*) disposizioni decorative di ornato e figure per riempire dati vuoti, disegnate o modellate;

Classe XXIII. — Disegni applicati, studi tecnici o varii: *a*) disegno di macchine e meccanica; disegno di piani, di carte e rilievi fatti dalla misurazione di vere macchine, edifici, ecc.; *b*) disegno architettonico; *c*) disegno d'ornato quale si applica all'arte decorativa od industriale; *d*) composizione di figura, e disegno d'ornato con figure, quale si applica all'arte decorativa od industriale; *e* ed *f*) la medesima come in 23 *c* ed in 23 *d* ma in rilievo.

Queste 23 classi d'istruzione sono divise in sei gruppi. Diplomi di competenza ad insegnare le materie comprese in ciascun gruppo sono dati ai candidati che superano i necessari esami, e sono chiamati diplomi di terzo grado.

I seguenti sono i gruppi che formano le materie dei diplomi di terzo grado:

Gruppo I. — Disegno e pittura a colori elementari, classi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 e 13;

Gruppo II. — Pittura con esame in stili d'arte ed in stili storici di ornato, classi 8 *b*, 11, 12, 14, 15 e 22;

Gruppo III. — La figura disegnata e dipinta, con esame in stili storici di ornato, classi 8 *c*, 9, 15, 16, 17, 22;

Gruppo IV. — Modellazione d'ornato in esame in stili d'arte e nei principii elementari d'ornato, classi 8 *b*, 18, 19, 20 e 22.

Gruppo V. — Modellazione della figura, con esame negli stili storici di ornato, classi 8 *c*, 9, 19, 20, 21 e 22 *c*.

Gruppo VI. — Istruzione tecnica.

Art. 61. L'esame per i diplomi di terzo grado è tenuto annualmente nel *South Kensington* in febbrajo.

Le domande per l'ammissione a questo esame, unitamente ai richiesti lavori, debbono essere consegnate alla Sezione il 20 gennajo. I lavori accettati saranno ritenuti dalla Sezione. I lavori di candidati non riusciti e dei candidati che non si propongono dei pagamenti dallo Stato saranno restituiti.

I candidati non dovranno presentarsi per l'esame fintantochè non saranno stati avvisati che i loro lavori furono accettati.

Quando i candidati che sono stati dichiarati idonei in parte degli esercizi necessari per ottenere un diploma, desiderano presentarsi per completare tale certificato, la Sezione può esigere che siano riesaminati in qualsiasi esercizio, nel quale abbiano dato esame più di tre anni prima.

Art. 62. Gli esami avranno luogo dinanzi al direttore artistico, assistito da altri esaminatori, e saranno condotti, parte mediante esercizi scritti, e parte mediante studi da eseguirsi in un dato tempo.

Art. 63. Gli studenti della scuola nazionale d'applicazione (o normale) d'arte che non ricevono allocazioni, potranno ricevere dei libri di premio per riescita all'esame in materie del terzo grado. Dessi possono essere esaminati in qualunque delle materie, nelle quali abbiano prima sottoposto lavori accettati.

Art. 64. Biglietti gratuiti di seconda classe (andata e ritorno) e dieci scellini per ciascun giorno intero di spese saranno concessi ai candidati provenienti dalle scuole provinciali, i quali ottengano diplomi.

Primo Gruppo. — Art. 65. I candidati pei diplomi del primo gruppo, i quali hanno seguìto i corsi della scuola nazionale d'applicazione d'arte, debbono ottenere una raccomandazione del primo professore della scuola per essere ammessi all'esame.

Art. 66. I candidati provenienti dalle scuole provinciali e dalle altre scuole debbono mandare i richiesti disegni a mezzo dei segretari delle loro rispettive scuole, all'epoca fissata.

Riceveranno avviso di presentarsi per l'esame, se i loro lavori sono approvati.

Art. 67. I candidati debbono essere preparati:

a) ad insegnare ad una classe alla presenza degli esaminatori, in disegno a mano libera, in disegno geometrico, in prospettiva ed in disegno di modelli;

b) a schizzare in un dato tempo un gruppo di modelli, disposto dagli esaminatori a tale scopo;

c) a risolvere sulla carta problemi di geometria, di prospettiva e di architettura elementare.

Tutti i candidati che non sono studenti della scuola nazionale d'applicazione d'arte saranno richiesti di eseguire un lavoro d'arte in presenza degli esaminatori.

Art. 68. Per il primo gruppo debbono essere inviati alla Sezione i seguenti lavori in numero di 10:

Classe I a. — Un foglio di problemi geometrici. Possono essere da sei a otto problemi scelti, per dimostrare che si sa lavorare cogli strumenti pulitamente e precisamente.

Classe I d. — Un foglio di dettagli architettonici. Dovrebbero consistere in modanature di stile classico, e di vani di porte, ogivali, o di ornati gotici per finestre. Questi lavori debbono essere eseguiti all'inchiostro, all'inchiostro di china o alla seppia.

Classe II b. — Un foglio di diagrammi mostrante la applicazione delle norme sulle quali fondasi il disegno laminato. Questi diagrammi dovrebbero essere derivati dal libro di disegno di Dyce, dall'ornato di Albertolli, dalla grammatica di ornamento di Jacobsthal e dalla istruzione dei maestri.

Classe I c. — Un foglio di prospettiva a diagrammi. Questo dovrebbe contenere uno o due problemi, eseguiti con nettezza, dimostranti il grado di cognizione che possiede il candidato.

Classe III b. — Un contorno di ornato in bassorilievo da riproduzione. Desso potrebbe essere eseguito dai pilastri *Madeleine* o Luigi XII, o da qualsiasi altra grande riproduzione di ornato, e deve essere eseguito con mano sicura e con linea precisa, sì da unire la correttezza di disegno e la nettezza di esecuzione alla applicazione delle norme acquisite nella precedente classe.

Classe V a. — Un disegno da un gruppo di modelli ombreggiato alla seppia.

Classe V b. — Un foglio di ornato da una riproduzione, ombreggiato a gesso. La parte a ovoli del fregio di Ghiberti od altro pezzo di ornato in altorilievo.

Classe VI a od *VIII a.* — Un contorno di figura dal piano o dal rilievo. Qualsiasi figura completa dai disegni di Morghen, od altri esemplari scelti nell'elenco della Sezione; oppure un foglio di disegni da parti della faccia del Davide di Michelangelo, compresi gli occhi; oppure un profilo di testa o di una figura dal modello in gesso.

Classe X a o *X b.* — Un foglio di fogliame disegnato dal vero. Dovrebbe essere disegnato con delicatezza su di un foglio imperiale, da una pianta allo stato naturale.

Classe XIII. — Un foglio di fiori dipinti da un buon esemplare all'olio od all'acquarello o dal vero.

Secondo Gruppo. — Art. 69. Il certificato del secondo gruppo può essere ottenuto soltanto dai candidati che hanno già ottenuto un certificato del primo gruppo.

Art. 70. I candidati saranno richiesti di:

a) rispondere, in scritto, a un foglio di domande sulle norme elementari dell'ornato e sulla storia e particolari dell'ornato della categoria scelta per i modelli inviati alla Sezione, nella classe 22 *d;*

b) rispondere, in iscritto, a un foglio di domande tecniche sull'arte, e sulle norme generali e sulla tecnica di più scuole storiche di pittura;

c) rispondere a un foglio di domande sulla nomenclatura della botanica architettonica e la sua applicazione all'ornato;

d) dipingere in monocromo un modello d'ornato o qualsiasi altro modello scelto dagli esaminatori, adoperando qualsiasi mezzo o sistema da essi proposto.

Art. 71. Pel secondo gruppo, i seguenti lavori, in numero di sette, debbono essere inviati alla Sezione:

Classe VIII b. — Disegno ombreggiato da una figura antica;

Classe XII. — Un dipinto di ornato in monocromo dal modello, all'olio o a tempera. Dovrebbe essere di misura imperiale o all'incirca, e dipinto in modo conveniente, a scopo decorativo;

Classe XIII o *XIV.* — Un paesaggio all'olio dal vero o da qualunque esemplare approvato. Dovrebbe essere di misura metà imperiale o all'incirca;

Classe XIV. — Uno studio di fiori dipinto dal vero all'acquarello;

Classe XXII a. — Un foglio di studi di qualche pianta o piante analizzate botanicamente, a scopo di dettagli di ornato;

Classe XXII c. — Un foglio di almeno due studi di disposizioni di ornato a colore. Non è necessario nè espediente che questi studii si limitino alla pratica acquisita nel precedente studio XXII *a.* L'uno di questi studi dovrebbe essere disegnato per adattarsi a qualche speciale scopo o materiale. L'altro dovrebbe essere in qualche stile determinato e, nell'uno e nell'altro caso, l'intento dello studente deve essere spiegato per iscritto a piè dello studio.

Classe XXII d. — Una serie di studi eseguiti durante il periodo dell'insegnamento da qualche classe di oggetti nel Museo di *South Kensington*, sufficientemente

estesa per rappresentare la storia della classe prescelta.

Terzo Gruppo. — Art. 72. Il certificato del terzo gruppo può essere ottenuto soltanto dai candidati che abbiano già riportato i certificati del primo e del secondo gruppo.

Art. 73. I candidati saranno richiesti di:

a) rispondere per iscritto a un foglio di domande sulla anatomia della figura umana, e designare a memoria in un dato tempo le ossa o muscoli compresi nel profilo di una figura antica;

b) rispondere per iscritto a un foglio di domande sulla storia dell'ornato dei vari periodi e stili;

c) rispondere per iscritto a un questionario sulla storia e i particolari dell'ornato della classe prescelta per il disegno inviato alla Sezione;

d) schizzare a colori in un dato tempo un gruppo disposto dagli esaminatori a quest'uopo, usando qualsiasi metodo sarà da essi proposto;

e) fare uno studio istantaneo dal vero.

Art. 74. I candidati che sono o sono stati studenti dell'Accademia reale e sono stati ammessi a studiare dal vero non sono richiesti di eseguire l'ultimo menzionato esercizio.

Art. 75. Per il terzo gruppo i seguenti lavori, in numero di sette, debbono essere inviati alla Sezione:

Classe VIII c. — Uno studio in creta dal vero;

Classe IX. — (Due disegni). Le ossa e i muscoli posti entro il profilo di una figura antica, o di uno studio dal vero, o di una delle fotografie dal nudo di Michelangelo nella Cappella Sistina;

Classe XV. — Uno studio di un gruppo, quale composizione a colore, a olio;

Classe XVII a. — Un dipinto della figura umana da una pittura a olio;

Classe XVII b. — Un dipinto di nudo o di figura drappeggiata dal vero, a olio;

Classe XXII d. — Studi vari di stili storici d'ornato, sufficienti a rappresentare la storia delle classi prescelte, schizzati da lavori nel Museo.

Se sono da ornati colorati, gli schizzi debbono parimenti essere colorati.

Quarto Gruppo. — Art. 76. Il certificato del quarto gruppo può essere ottenuto soltanto dai candidati che hanno già ottenuto un certificato del primo gruppo.

Art. 77. I candidati saranno richiesti di:

a) rispondere, per iscritto, a un foglio di domande sulle norme elementari dell'ornato;

b) rispondere a un questionario sulla storia e sui particolari dell'ornato della classe prescelta, per i disegni illustrativi inviati alla Sezione;

c) rispondere a un foglio di domande tecniche sull'applicazione dell'ornato a vari materiali plastici e sull'applicazione del medesimo ai detti materiali, e di schizzare a memoria dei dettagli elementari di ornato;

d) di modellare in un dato tempo un ornato in basso rilievo, da una stampa o da un disegno.

Art. 78. Per il quarto gruppo si debbono inviare alla Sezione i seguenti lavori in numero di sei:

Classe VIII b. — Una figura antica, ombreggiata dal modello in gesso;

Classe XVIII a. — Uno studio modellato di ornato, dal modello in gesso;

Classe XVIII b. — Uno studio modellato di ornato, da un disegno;

Classe XIX. — Un modello di figura antica in pieno, reso in rilievo;

Classe XX. — Uno studio modellato di fiori o fogliame dal vero;

Classe XXII. — Uno studio modellato di qualsiasi divisione di questa classe;

Classe XXII a. — Un foglio di studi, in disegno o in modellazione, di una pianta o di piante analizzate botanicamente, allo scopo di mettere in vista i loro dettagli di ornato;

Classe XXII d. — Una serie di studi eseguiti durante il periodo dell'istruzione da qualcuna delle classi di oggetti nel Museo di *South Kensington*, sufficiente a rappresentare la storia della classe prescelta;

Classe XXII c. — Motivi decorativi di ornato e figure per riempire dati spazi, disegnati o modellati.

Quinto Gruppo. — Art. 79. Il certificato del quinto gruppo si può ottenere soltanto dai candidati che hanno ottenuto il certificato del primo gruppo.

Art. 80. Essi saranno invitati:

a) a rispondere in iscritto a domande sull'anatomia della figura umana;

b) a riempire un foglio sulla storia dell'ornato, nei vari periodi e nei differenti stili;

c) a fare in un tempo determinato un abbozzo in basso rilievo, da una stampa o da un disegno, di una antica figura, rendendone a memoria i dettagli anatomici;

d) a fare uno studio in un tempo determinato, dal modello dal vero.

Art. 81. I candidati che sono o sono stati studenti dell' Accademia reale e vi sono stati ammessi a studiare dal vero non sono obbligati ad eseguire questo ultimo esercizio.

Art. 82. Per il quinto gruppo è necessario inviare i seguenti lavori in numero di sei:

Classe VIII c'. — Uno studio in creta dal vero;

Classe IX. — Uno studio anatomico, tratto da statua antica;

Classe IX a. — Un disegno da uno scheletro tratto da una figura antica;

Classe XIX. — Un modello di antica figura, reso in rilievo;

Classe XX. — Un modello di figura umana, dal vero, nuda o drappeggiata;

Classe XX d. — Studi vari di ornato a rilievo di stili storici abbozzati dal gesso, da metalli fusi, ecc., esistenti nel Museo. Ognuno di questi deve essere accompagnato da uno studio abbastanza diffuso, nel quale si tracci la storia delle classi prescritte;

Classe XXII e. — Ornati diversi e figure in disegno o in modellazione, per riempire determinati vuoti.

Sesto Gruppo. — Art. 83. I diplomi del sesto gruppo sono concessi in seguito di prove di abilità ad insegnare:

a) il disegno di architettura domestica;

b) l'ornato applicato alla plastica e alla superficie decorativa delle fabbriche, alla manifattura ed all'architettura.

Bibliografia.

Planat (Paul), *Cours de construction civile*, deuxième série. I: « Construction et aménagement des salles d'asile et des maisons d'école, Paris, Ducher et C., 1882-83, 3 vol. in-4° gr., con 244 tavole. — Blandot-Grayet (L.), *Maisons et écoles communales en Belgique*, « Plans, coupes et élévations; appareils de chauffage et de ventilation, détail de mobilier, etc. », 1868, 1 vol. *in folio* con 120 tavole. — Blandot-Grayet, *Maisons d'école: Instructions concernant la construction et*

l'ameublement des maisons d'école en Belgique, 1877, 1 vol. in-4° con 45 tavole. — Narjoux (F.), *Architecture communale;* in 3 serie: Serie I-II: *Hôtels de Ville, Mairies, Maisons d'école, Salles d'asile, Presbytères*, etc., 1869-72, 2 vol. in-4° gr. con 150 tavole; Serie III: *Architecture scolaire*, 1879, 1 vol. in-4° gr. con 75 tavole. — Robson (E. R.), *School architecture*, 1877, 1 vol. in-8° con illustrazioni. — Eveleth (S. F.), *School-house architecture*, 1 vol. in-4° con 67 tavole. — Rietschel (H.), *Lüftung und heizung von schulen*, « Ergebnisse im amtlichen Auftrage ausgeführter Untersuchungen, sowie Vorschläge über Wahl, Anordnung und Ausführung von Lüftungs-und Heizungsanlagen für Schulen », 1886, 1 vol. in-8° gr. con 36 tavole. — Robins (E. C.), *Technical School and College Bulding*, 1887, 1 vol. in-4° con 24 incisioni nel testo e 65 tavole. — Narjoux (F.), *Les écoles normales primaires, Construction et installation*, 1880, 1 vol. in-8° con 106 incisioni. — A. Nonus: *Les bâtiments scolaires: Location, Construction et appropriation, matériel, logement et mobilier personnel*, etc. — Cacheux (Emile), *L'économiste pratique: Construction et organisation des crèches, salles d'asile, écoles*, etc., Paris, Baudry et C., 1885, 1 vol., con atlante di 71 tavole. — *L'École Polytechnique Fédérale à Zurich*, publié par ordre du Conseil Fédéral Suisse, en vue de l'Exposition Universelle de Paris en 1889, à Zurich, Impr. Zurcher et Furrer, 1889. — Prinetti (ing. Tommaso), *Scuole elementari del Municipio di Torino* (Estratto dal periodico *L'Architettura pratica*), Torino, Tip.-Lit. Camilla e Bertolero, 1894. — Sacheri (ing. Giovanni), *Le Costruzioni moderne di tutte le nazioni all'Esposizione universale di Parigi del 1878*, Torino, Tipografia e Litografia Camilla e Bertolero, 1883.

Garnelt, *the design of technical schools* (nel *The Builder*, 1892, vol. 62, pag. 61). — Ing. Giorgio Scanagatta, *Progetto di un edificio per scuole elementari nella zona rurale del comune di Milano* (nel *Politecnico*, 1892, vol. 40, pag. 108). — Hinträger, *Volksschulbauten in den verschiedenen Ländern* (nel *Wochenschrift des oesterreichischen Ingenieur-und Architecten-Vereins*, 1890, vol. 15, pag. 139 e 151. — Hinträger, *Volksschulbauten in der Schweiz und in Italien* (*id. id.* 1889, vol. 14, pag. 58); e nel *Deutsches Baugewerks-Blatt*, 1889, vol. 8, pag. 533. — *Gedanken über die zweckmässige Anordnung von Schulhausbauten* (nel *Deutsche Bauzeitung*, 1888, vol. 22, pagina 544. — *School house construction* (nel *The Sanitary Engineer*, 1888, vol. 19, pag. 62). — Prinetti e Girola, *Costruzione di fabbricati per scuole elementari* (nel *Giornale del Genio civile*, 1887, vol. 25, pag. 306). — Detain, *Mobilier scolaire* (nella *Semaine des constructeurs*, 1887, vol. 11, pag. 452). — Kidder, *School-house designs* (nel *Builder and woodworker*, 1886, vol. 22, pag. 37). — *Einige Mittheilungen über Anlage, Einrictung und Ausführung von in neuerer Zeit erbauten Gemeindeschulen in Berlin* (nel *Zeitschrift für Bauhandwerker*, 1886, pag. 7 e seg.). — *Ueber Gymnasialbauten* (nel *Deutsche Bauzeitung*, 1886, vol. 40, pag. 237). — Vittanovich, *Le nuove scuole elementari alla Reggia Carrarese*, costruite in Padova nel 1880 dall'architetto Camillo Boito (nel *Politecnico*, 1885, vol. 33, pag. 81).

Ing. Francesco Mazzola.

SEGHERIA. — Vedi Macchine-utensili per la lavorazione del legno.

SEGO. — Franc. *Suif;* ingl. *Tallow;* ted. *Der Talg;* spagn. *Sebo.*

In altri articoli pubblicati nella presente Enciclopedia venne già svolto in parte questo argomento per ciò che riguarda le applicazioni, rimando quindi alle voci Candele e Grassi e lubrificazione. Non ci occuperemo qui che della preparazione e dell'analisi dei seghi, dati molto importanti per l'industriale se si tien conto del grande sviluppo che va prendendo la produzione di queste sostanze.

Anticamente si dava il nome di *sego* od anche di *sevo* ai grassi solidi di origine esclusivamente animale, il cui punto di fusione era al disopra di 38° C.; oggigiorno si radunano sotto questo nome altre sostanze grasse solide di varia provenienza sia animale, sia vegetale.

La composizione dei *seghi* è analoga a quella della maggior parte degli olii: constano cioè di *oleina*, *stearina* e *palmitina* (gliceridi degli acidi oleico, palmitico e stearico); la differenza sta in ciò, che nei primi predomina l'oleina ed a questa essi devono la loro fluidità; nei secondi predominano la stearina e la palmitina ed a questa devono il loro grado di fusione più o meno elevato.

Seghi di origine animale.

Costituiscono il sego propriamente detto e si estraggono generalmente dagli animali erbivori; bue, vacca, montone, capra, ecc. Sovente il sego del commercio è una mescolanza dei grassi di molti di questi animali.

Il valore dei seghi varia colla loro bianchezza, durezza, odore; i caratteri di questi dipendono dalla specie, sesso ed età degli animali che li hanno forniti.

Gli animali intieri dànno un sego più duro che quello dei castrati; così quello dei tori è più consistente di quello dei buoi, quello degli arieti e delle pecore è più solido di quello dei montoni. Il sego delle femmine è generalmente più molle di quello dei maschi. Il grado di consistenza dei grassi non è lo stesso in tutte le parti dell'organismo: così il sego che circonda i reni è ordinariamente più solido di quello che si trova nel tessuto cellulare o nei visceri, e quest'ultimo si differenzia dal sego che si trova nelle carni.

L'età, il clima, il modo d'alimentazione, le stagioni esercitano una grande influenza sulla qualità dei seghi.

Si nota facilmente che negli animali giovani il grasso è bianco e che poi ingiallisce man mano che l'animale invecchia e può prendere anche un odore ed un sapore particolari; il grasso di vitello e quello di bue si distinguono per ciò molto facilmente.

Nei climi caldi e temperati, i seghi osservati sugli animali vivi hanno più consistenza che nei paesi freddi; la medesima osservazione s'applica agli animali della montagna paragonati a quelli della pianura.

Il genere d'alimentazione modifica di molto le qualità del sego. Gli animali ingrassati dai residui delle fabbriche di zucchero di barbabietola o con zuppe o con alimenti cotti e spappolati nell'acqua dànno un grasso poco consistente, viceversa gli alimenti solidi, secchi e freddi producono un sego più duro; perciò l'ingrassamento nelle stalle con foraggi secchi e cereali dà dei buoni seghi. Il nutrimento agisce pure sul sapore e sull'odore della materia grassa e Chevreul ha dimostrato nei seghi di montone e di capro che l'odore è dovuto all'*ircina*.

Differenti specie di seghi.

Nel commercio si trovano generalmente i seghi di bue e di montone, e nella maggior parte dei casi questi seghi si trovano allo stato di mescolanza.

Sego di bue o grasso di bue. — Sotto questo nome si comprende pure il sego di vacca e di toro. È bianco giallastro e deve questa colorazione ad una sostanza gialla, che si può togliere mediante lavature con acqua bollente.

Il sego di bue fuso comincia a solidificarsi verso 36° o 37°, ed esige per disciogliersi 40 parti d'alcool bollente a 0,820 di densità. Secondo Chevreul 100 parti di sego contengono 70 parti di stearina (materia solida) e 30 parti di oleina. Quando il sego di bue contiene sego di vacca ha un odore caratteristico. Questo sego dà colla liscivia di soda un sapone molto bianco e molto duro; serve pure alla fabbricazione della margarina Mouriès.

Peso specifico: a 15° C. 0,952-0,953;
a 100° C. 0,860-0,861.
Punto di fusione: 42°,5-46° C.
Punto di solidificazione: 37° C. (Château).
Punto di fusione degli acidi grassi liberi: 45° C.
Punto di solidificazione: 43°-44°,5 C.
Numero di saponificazione: 196,5;
Numero di Reichert: 0,25;
Numero del jodio: 40.

Sego di montone. — È in generale più solido e più bianco di quello di bue: è perciò molto ricercato per la fabbricazione delle candele; è però molto difficile procurarsi questo sego allo stato di purezza. Quando questo grasso contiene grasso di capra o di becco assume un odore particolare dovuto all'*ircina*. Secondo Chevreul la composizione elementare del sego di montone è la seguente:

Carbonio	78,996
Idrogeno	11,700
Ossigeno	9,304
	100,000

Il sego di montone saponificato con liscivia di soda dà un sapone molto bianco, duro e friabile; per renderlo più molle lo si saponifica aggiungendo un po' di potassa alla soda, oppure addizionando alla materia grassa della sugna, dell'olio di coco, ecc.

Peso specifico: a 15° C. 0,937-0,940;
a 100° C. 0,860.
Punto di fusione: 46°,5-47°,4 C.
Punto di solidificazione: 32-36° C.
Punto di solidificazione degli acidi grassi liberi: 45°-46° C.

Sego di vitello. — È bianco-roseo; fonde facilmente al calore della mano; è opalino e manca di lucentezza; si corrompe rapidissimamente.

Sego di trippe. — È la materia grassa che si ottiene dall'ebollizione nell'acqua degli intestini di bue, vitello, montone, ecc. Questo sego è colato in pani di 70 a 80 Kg. e costituisce ciò che i Francesi chiamano *Pastelles*.

Questo grasso è di un bianco verdastro, ha un odore forte e sgradevole e serve per la fabbricazione dei saponi di bassa qualità.

Sego d'ossa. — Oggi la estrazione del grasso dalle ossa è un'industria a sè, che usufruisce di tutte quante le ossa che vengono in commercio. Le ossa contengono quantità variabile di materia grassa, in media allo stato di umidità naturale ne contengono il 15 %.

La composizione normale di questo grasso è di: 46 % di acido palmitico; 10 % di acido medullico; 44 % di acido oleico. È bianco brunastro, molle, con odore.

Peso specifico: a 15° C. 0,914-0,916.
Punto di fusione: 21°-22° C.
Punto di solidificazione: 15°-17° C.
Punto di fusione degli acidi grassi liberi: 30° C.
Punto di solidificazione: 28° C.
Numero di saponificazione: 190,9.
Numero del jodio degli acidi grassi (grezzi): 57,4; (raffin.): 55,7-57,3.

Sego di midollo di bue. — Dà alla saponificazione un acido liquido e due acidi solidi: cioè l'acido palmitico e l'acido medullico solidi, e l'oleico liquido.

Punto di fusione: 45° C.
Punto di solidificazione: 35°-40° C.

Sego di porco o sugna. — È una sostanza grassa, bianca, molle, granosa, con debole odore e sapore; fonde tra 26°-31° C. Secondo la razza dell'animale che la produce è neutra allo stato fresco ed ha una densità a 15° di 0,938. Come il burro è poco solubile nell'alcool (1,5 per 100), più solubile nell'etere (25 %) molto solubile negli olii fissi e volatili. Irrancidisce molto facilmente; per la fabbricazione delle pomate si ritarda questa alterazione scaldandola e incorporandovi diverse sostanze aromatiche, come il benzoino. È composta di oleina (62 %), di palmitina e di stearina (38 %).

La sugna che è stata qualche tempo in vasi di rame scioglie una piccola quantità di questo metallo ed allora prende un colore verde.

È sovente falsificata, ma di questo ci occuperemo parlando dell'analisi del sego.

Peso specifico: a 15° C. 0,931-0,938;
a 100° C. 0,861.
Punto di fusione: 26°-31° C.
Punto di solidificazione: 26° C.
Punto di fusione degli acidi grassi: 35°.
Punto di solidificazione: 34.
Numero di Hehner: 96,15.
Numero di saponificazione: 196.
Numero del jodio: 59.

Sego d'oca. — È di color giallastro e di consistenza cornea, contiene oltre l'oleina, la palmitina e la stearina anche della caprina.

Punto di fusione: 25°-26° C.
Punto di solidificazione: 18°-22° C.
Numero di saponificazione: 192,6.
Numero del jodio: 71,5.

Preparazione del sego ordinario.

Negli ammazzatoi, quando si scuojano gli animali si toglie il grasso che avvolge gl'intestini, ed una parte del grasso avviluppato da membrane che si trovano nel tessuto cellulare e si ha quello che si chiama sego in pezzi. I macellai, al momento della vendita, staccano le parti di grasso restate aderenti alla carne ed il prodotto di questa operazione è quello che i Francesi chiamano *dégraisse*.

È importante di far fondere subito questi prodotti, specialmente nelle stagioni calde per evitare la putrefazione delle materie azotate che comunicano al sego un odore sgradevole. Prima di fondere il sego si comincia a tagliarlo in piccoli pezzi mediante ascie a mano od ascie a macchina; oppure lo si pesta fortemente nei mortai, e si ricorre talvolta a macine verticali per pestare e lacerare le cellule. Quando la materia prima è divisa si può far la fusione con tre processi differenti: 1° quello detto dai Francesi, *cretons;* 2° coll'*acido;* 3° coll'*alcali*.

1° *Metodo.* — L'operazione si fa in caldaje di rame, generalmente emisferiche, della capacità di 15 ettolitri all'incirca; esse sono scaldate a fuoco nudo.

Tagliato il sego lo si introduce nella caldaja e s'accende il fuoco; sotto l'influenza del calore le cellule si gonfiano, scoppiano e lasciano uscire la materia grassa; vi si aggiungono successivamente delle nuove quantità di sego, sino a che la caldaja sia per due terzi ripiena. Mediante uno strumento in legno si schiacciano le membrane contro le pareti della caldaja per facilitare l'uscita del corpo grasso che viene a formare uno strato liquido alla superficie. Si riscalda sino a che le membrane sembrano diventate cornee, dure e non lasciano più colare del grasso. Si toglie la materia fusa mediante delle specie di grandi tasche e la si versa sopra dei panieri di vimini o dei setacci in rame posti sopra grossi recipienti in rame od in legno foderati di piombo. In seguito il sego viene colato in forme cilindro-coniche ove si solidifica. I blocchi di sego ritirati da queste forme pesano a Parigi all'incirca 25 Kg. e sono posti in commercio sotto il nome di *sego di piazza.*

A Bordeaux la fusione ha luogo una volta per settimana, comincia il venerdì e dura tutto il sabato; la caldaja è scaldata direttamente con legna e si dura il fuoco sino al momento che la fusione ben completa s'accompagna con un'ebollizione abbastanza viva dovuta all'acqua che impregna la materia animale. Il sego liquido si getta attraverso ad un setaccio e si agita con una piccola quantità di acqua per separare le membrane trascinate. Poi il sego ancora liquido è versato in una serie di doccie in legno che attraversa successivamente e nelle quali subisce un'agitazione continua il cui effetto principale è d'attivarne la solidificazione. Due ore e mezzo bastano per il trattamento di 500 Kg. di sego grezzo.

Le membrane restate nella caldaja sono sottoposte alla pressione di un torchio per estrarne il sego interposto, il residuo costituisce i *cretons.* Le torte così ottenute si vendono per concime o per alimentare i cani. Vi si trova sovente una certa quantità di rame che può essere nocivo agli animali che se ne cibano. Questi pani contengono ancora dal 10-15 % di grasso; taluno li sottopone all'azione del solfuro di carbonio per estrarne il grasso che racchiudono.

Il metodo che s'è descritto è usato in molte località, malgrado l'inconveniente che presenta per le vicinanze lo sviluppo d'odori insopportabili.

Si propose di fondere le materie prime a bagno maria: si ottiene con questo mezzo del sego più bianco, ma la resa è più debole per la temperatura meno elevata.

Nel 1823, Appert consigliò di trattare il grasso tagliato col terzo del suo peso d'acqua in autoclave, portato durante un'ora a 112-115°. Si tentò pure l'azione del vapore a 3 atmosfere e mezzo per 8 ore sulle materie grezze; in questo caso le membrane si trasformano in gelatina e si separano difficilmente.

2° *Fusione coll'acido.* — L'acido solforico diluito attacca e discioglie le membrane animali e non esercita nessuna azione sui grassi. Quest'osservazione fatta nel 1820 da *d'Arcet,* gli fece venire l'idea d'applicarla alla fusione dei seghi ed il processo all'acido è oggigiorno usato nella maggior parte degli stabilimenti industriali.

In una caldaja di rame vi si mette il sego in pezzi e vi si versa per 1000 Kg. di sego 200 litri d'acqua addizionata di 6 Kg. di acido solforico concentrato. Si porta il tutto all'ebollizione ed al termine di 2 a 3 ore le membrane sono quasi intieramente disciolte ed il sego galleggia. Si decanta il liquido in vasche di legno foderate di piombo che si chiamano refrigeranti, poi lo si cola nelle forme; il residuo, in tenue proporzione, è evacuato unitamente all'acqua acida, mediante una chiavetta.

Questo processo può applicarsi a caldaje scaldate a fuoco nudo, ma è meglio operare in caldaje chiuse, alla temperatura di 105°-110°; facendo agire il vapore esteriormente od iniettandolo nella materia grassa. In quest'ultimo caso si aggiunge meno acqua al principio dell'operazione, in modo da compensare l'addizione d'acqua dovuta al condensamento del vapore.

La fondita coll'acido dà dei seghi bianchi e con tenue odore, la resa è dell'84-85 % della materia prima; i residui essendo acidi sono utilizzati solo come ingrasso.

I fabbricanti di candele trovano che il sego all'acido lascia colare, in estate, una materia fluida e dànno la preferenza al sego ottenuto senz'acido.

Questa differenza deve essere attribuita all'azione dell'acido solforico sulla materia grassa neutra; vi ha formazione di acidi grassi che rendendo il sego un po' cristallino, facilitano l'uscita dell'oleina.

Lormè riunisce i due processi precedentemente descritti; fonde prima il sego col vapore; e tratta i residui membranosi che ne scaturiscono mediante l'acido solforico diluito. Secondo i suoi dati ottiene dall'89-91 % di sego molto puro e molto bianco. Lefébure ha proposto di far macerare il sego a freddo durante 3 o 4 giorni in un bagno contenente per 100 Kg. di sego 1 Kg. di acido solforico, d'acido cloridrico o d'acido nitrico e d'operare in seguito la fusione del sego nell'acqua pura. L'acido solforico darebbe 90 % di sego molto bianco, l'acido nitrico 91,5 % di sego un po' giallastro, l'acido cloridrico 87 % di sego della medesima tinta. Saggi dello stesso genere, fatti sotto un altro punto di vista, farebbero dar la preferenza all'acido solforico.

Per facilitare la separazione del sego fuso dalle membrane s'aggiunge talvolta nelle caldaje una piccola quantità d'allume sciolta nell'acqua.

3° *Fusione all'alcali.* — Nel 1850 Evrard di Douai richiamò l'attenzione degli industriali sopra l'azione che gli alcali esercitano sulle membrane animali e propose di sostituire l'acido solforico colla soda nella fusione dei seghi. Egli adopera 70 litri di una soluzione debolissima (1-1,5 B.) di soda caustica per 100 Kg. di sego grezzo. La dissoluzione si opera con una corrente di vapore. Le membrane si gonfiano e si disciolgono in molta parte nell'alcali, la materia grassa fusa esce dai suoi inviluppi e viene a galleggiare alla superficie dove la si toglie col modo ordinario. Gli acidi grassi odorosi e proprii di ogni specie di sego si combinano alla soda e sono trascinati dalle acque di lavatura. La saturazione dell'alcali, con un leggero eccesso di acido solforico, mette gli acidi grassi in libertà, sono raccolti in recipienti fiorentini e si adoperano nella fabbricazione dei saponi ordinari.

I seghi prodotti con questo metodo sono bianchi e non esalano alcun odore sgradevole, i residui possono solo servire come concime.

La fusione dei seghi, sopratutto di quelli di qualità scadente, spande un odore nauseabondo, sovente intollerabile. D'Arcet aveva proposto di dirigere i vapori nel fuoco o nel camino, coprendo la caldaja con un coperchio in latta, che si può abbassare e che formava colla muratura del fornello un canale che terminava nel camino. In altre disposizioni i vapori delle diverse caldaje si riuniscono in un sito comune e mediante l'azione di un camino di tiraggio attraversano il focolare. Secondo Stein si riesce a far sparire ogni odore

ricoprendo la caldaja con una griglia coperta per lo spessore di qualche centimetro con nero animale e calce spenta. Ad ogni carica le materie disinfettanti devono essere cambiate.

Recentemente si fecero altre modificazioni all'industria dei seghi, quantunque, in sostanza, i metodi si riducano a quelli descritti.

A Stuttgart i lardoni vengono trattati col vapore a tre atmosfere in apposito estrattore a doppio fondo. I vapori che escono dal cilindro estrattore si fanno attraversare per due recipienti mezzo pieni d'acqua nei quali il vapore si condensa, e viene trattenuto il grasso meccanicamente trasportato, mentre i gas proseguono la loro strada per essere condotti a bruciare nel focolajo. Il grasso liquefatto filtra per il doppio fondo forato e si raccoglie nel fondo del cilindro.

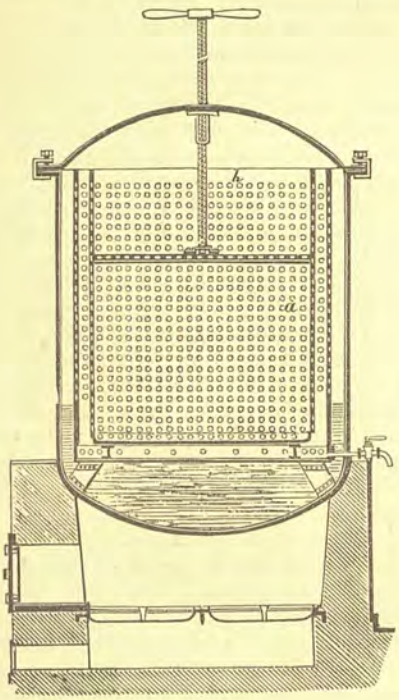


Fig. 2683.

In altri opifici si provvede coll'allontanamento dei gas odorosi col mezzo di pompe che li portano, o nel focolare per essere bruciati, o nel camino della fabbrica per essere spinti in alto nell'aria insieme ai prodotti della combustione.

Altrove si fanno attraversare i vapori ed i gas per la calce idratata in modo che esce solo acqua e gas inodoro.

Wensky a Berlino pratica la centrifugazione delle materie contenenti grassi ajutando la fluidificazione dei grassi stessi mediante riscaldamento con aria calda od anche col vapore e sembra riesca a buoni risultati.

A. Lonnuatzsch di Lipsia pratica pure l'estrazione dei grassi per forza centrifuga, valendosi però dei solventi neutri, cioè di benzina o di solfuro di carbonio.

Un nuovo apparecchio di Pfützner di Lipsia per fondere i seghi consiste in un tamburo cilindrico a doppia parete scaldato col vapore o ad acqua calda, nell'interno del quale vi è un agitatore a pale incavato dentro il quale passa acqua calda corrente. Dall'alto del tamburo mediante una vite di trasporto entrano i seghi, i lardoni, ecc., che vengono sbattuti contro le pareti riscaldate e portati avanti dalle pale dell'agitatore in modo che presto i grassi fondono. I seghi fusi si raccolgono in un collettore che in basso è provveduto di apposita chiave per la vuotatura.

L'apparecchio offre il vantaggio di evitare in ogni modo il soprariscaldamento del sego e di agire senza interruzione.

La figura 2683 rappresenta un apparecchio per la fusione dei seghi di Seiffert di Frankenstein. Questo è formato da tre caldaje, una dentro l'altra. La più esterna è un bagno di acqua, e l'interna contiene (*a*) le sostanze che debbono essere fuse. Il vapore entra in questa parte più interna per mezzo della parete della seconda caldaja forata in alto, venendo dal bagno d'acqua. La materia grassa fusa scorre dalla prima nella seconda caldaja, e di là per mezzo d'una chiave (*e*) si fa uscire all'esterno in un collettore.

L'apparecchio è provveduto anche di una specie di stantuffo (*h*) con una vite mediante i quali si possono torchiare i lardoni o le altre sostanze rimaste in caldaja (*c*).

Nella estrazione del sevo mediante benzina o solfuro, dopo scacciato per evaporazione il solvente, si suole, per eliminarlo completamente, iniettare vapor d'acqua. Ora questo, condensandosi in parte, forma facilmente emulsioni dalle quali l'acqua si separa con difficoltà.

Secondo un brevetto francese recente, allo scopo di togliere quest'inconveniente si dovrà condurre a termine l'evaporazione del solvente nel vuoto finchè non s'evapora altro, ancorchè del solvente rimanga incorporato nel grasso. Allora la temperatura sale ed iniettando vapore di acqua asciutto con una tensione pur debole avviene un'agitazione profonda nella massa del grasso ed un intimo contatto di questo col vapore, mentre la temperatura si mantiene abbastanza alta da impedire che, volatilizzandosi il solvente spostato dal vapore, possa per il raffreddamento conseguente condensarsi acqua e rimanere incorporata nel grasso.

Preparazione del sego di ossa. — Alla estrazione della materia grassa delle ossa si prestano meglio i frantumi che le ossa intere o le ossa ridotte in polvere fina; perciò odiernamente sono stati modificati i procedimenti di rottura delle ossa in modo da ottenere la minor quantità possibile di polvere, e la maggior parte delle ossa ridotte in piccoli pezzetti di dimensioni approssimativamente uniformi.

Il grasso viene estratto dalle ossa triturate in più modi, non tutti però ugualmente diffusi e neppure egualmente perfetti.

Estrazione del sego per via di ebollizione. — Il primo e più imperfetto metodo di estrazione è (come spesso accade) il più diffuso; e consiste nella ebollizione delle ossa con acqua in grandi caldaje. Queste scaldate a fuoco diretto presto portano l'acqua ad ebollizione; il grasso liquido viene a galla, si asporta dalla caldaja con cucchiai e si fa deporre in recipienti di legno.

Con questo metodo non si arriva mai ad estrarre tutto il grasso che contengono le ossa. Inoltre prolungando la ebollizione, come è necessario fare per dar tempo al grasso di separarsi, una parte della materia gelatinosa si scioglie nell'acqua; e così il residuo della estrazione del grasso, che vuol essere adoperato per altra industria, rimane depauperato di sostanze utili. Per di più nell'acqua colloide molta sostanza grassa rimane emulsionata in modo che non può separarsi; talchè in complesso si riesce ad estrarre soltanto poco più della metà della materia grassa esistente.

Meglio si fa introducendo le ossa in un cesto di rete metallica che per mezzo di apparecchio apposito si cala nella caldaja dell'acqua bollente e vi si tiene immerso quel tempo che è necessario perchè la materia grassa si fonda e venga a galla. Separata questa, la cesta delle ossa si solleva e si sostituisce con altra nuova, nella stessa acqua, che non si muta finchè non è diventata bianca opaca, colloide, tale da non permettere più al grasso di separarsi.

Operando con questo metodo i risultati possono essere un poco migliori, se la caldaja non si scaldi a fuoco diretto ma invece col vapore. Però sempre il grasso estratto con questo metodo è giallo bruno, ha cattivo odore, che non perde neppure sottoposto a processi di depurazione, talchè non è adoperabile se non per candele di qualità inferiore o per macchine.

Il metodo descritto è però sempre molto diffuso, perchè di facile applicazione, non esigendo apparecchi speciali; e perchè si può mettere in pratica anche con piccole quantità di ossa.

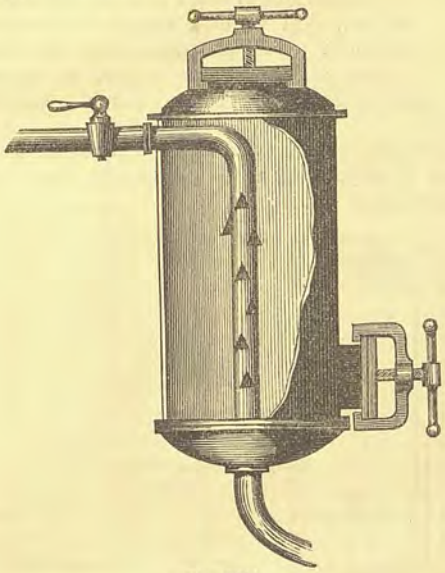


Fig. 2684.

Estrazione del sego col mezzo del vapore. — Si estrae il grasso dalle ossa anche per azione del vapore ad alta pressione. Il vapore penetra nelle cavità ossee e ne porta via il grasso, che all'alta temperatura cui agisce il vapore è liquido, molto scorrevole e facilmente separabile.

Gli estrattori (fig. 2684) sono cilindri in lamiera che nelle grandi fabbriche sono parecchi disposti in batteria alti 3-4 m. e larghi uno; che si caricano per uno sportello superiore e si vuotano per un foro inferiore laterale. Perchè questi cilindri non lascino disperdere troppo calore vogliono essere circondati da un recipiente di legno nel quale vi sia della segatura, della torba o della terra od altra sostanza poco conduttrice del calore. Il vapore, prodotto da apposito generatore, si fa entrare nell'apparecchio per un tubo che va fino al fondo del cilindro, e che porta nella sua lunghezza vari fori per l'uscita del vapore, provveduti di una speciale disposizione che permette la uniforme diffusione del vapore in tutti i sensi, e impedisce la ostruzione delle aperture per deposito di corpi estranei.

Presto le ossa si rammolliscono pel forte calore, e cedono al vapore, che a mano a mano si condensa, la materia grassa allo stato liquido. Dopo un certo tempo i liquidi si fanno scendere per un'apertura inferiore in recipienti appositi a doppia parete, entro alla quale circola il vapore. Ciò si fa per mantenere calda un certo tempo l'acqua colloide, perchè il grasso ancora liquido possa venire a galla.

Le acque ottenute con questo metodo di estrazione sono più ricche di quelle che fornisce l'altro metodo per ebollizione, tanto da essere conveniente non gettarle via, ma ricavare quanto tengono disciolto. Le ossa rimangono impoverite di materia colloide, molto bianche e porose, e sono adatte alla preparazione del nero. Il grasso ottenuto è bianchiccio, ha buon odore, ed è il 90 % della totalità del contenuto delle ossa.

È evidente quindi che il metodo è assai buono per la quantità e la qualità di materia grassa che fornisce. Però vi è sempre divisione della materia colloide, che in parte rimane nell'osso, in parte va disciolta nelle acque; onde se si voglia veramente ottenere profitto

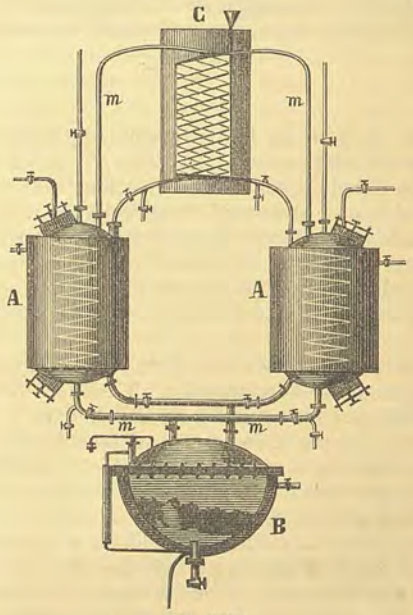


Fig. 2685.

dalla estrazione del sego con questo metodo, non si può far a meno di unire all'estrazione del grasso la fabbricazione della colla.

Ma se si vuole praticare l'industria del sego a sè, bisogna ricorrere ai solventi neutri, quelli stessi che si adoperano per estrarre l'olio dai semi e dalle sanse, e cioè all'etere, al solfuro di carbonio, alla benzina.

Estrazione del sego coi solventi. — Fra questi solventi oggi si dà la preferenza all'etere di petrolio, o benzina, o ligroina o fotogeno, come si suol chiamare.

L'etere è troppo costoso e troppo volatile.

Il solfuro di carbonio è economico, ma ha l'inconveniente che i grassi estratti per mezzo suo conservano cattivo odore che non si sa togliere in nessun modo. Per di più anch'esso bolle troppo facilmente.

La benzina ordinaria del commercio è (come è noto) il prodotto di raffinazione del petrolio; e rettificata come viene in commercio, è incolora, meno densa dell'acqua (0,650—0,750) e bolle a 70° C.

Gli apparecchi sono somiglianti a quelli che si impiegano per estrarre gli olii dalle sanse col solfuro.

Uno dei moderni apparecchi è quello di Vohl (fig. 2685). Esso consta di due estrattori a doppia

parete A A, di un collettore B e di un condensatore C. Il vapore si fa circolare nella doppia parete della caldaja collettrice B, dov'è contenuta la benzina. I vapori di questa salgono ad occupare i cilindri estrattori dove sono contenute le ossa e sciolgono il grasso. Il vapore di benzina che non si condensa, va nel condensatore C e ricade allo stato liquido per *m* nella caldaja evaporatrice B.

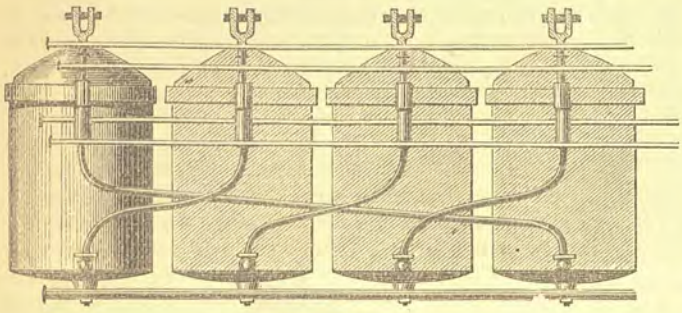


Fig. 2686.

Quando la benzina ha occupato completamente gli estrattori, allora per mezzo del vapore si porta ad ebollizione. Si chiude tosto la comunicazione col condensatore in alto, così il vapore stesso della benzina preme sulle porzioni liquide che tengono disciolto il grasso e lo conducono in caldaja. Si ripete l'operazione più volte fino ad esaurimento delle ossa e si termina introducendo aria negli estrattori e distillando la benzina in apparecchi a parte.

Un apparecchio moderno, che ha il vantaggio di essere continuo, è l'apparecchio di Seiffert di cui la figura 2686 può dare un'idea. Sono 4, 6 od 8 cilindri come quelli disegnati, disposti in batteria tutti a doppia parete entro a cui circola il vapore. Nell'interno le ossa si introducono al solito mediante ceste di filo di ferro. I cilindri comunicano tutti fra loro e la benzina vi circola dentro dal basso all'alto. Quello che vi è di speciale si è la disposizione di chiavi nei tubi di comunicazione fra i cilindri che permette, quando si voglia, di separare un cilindro dal resto della batteria senza interrompere il corso delle operazioni. Così si vuotano delle ossa già esaurite i primi cilindri ad uno ad uno e poi di seguito gli altri, riempiendoli subito e continuando finchè nell'opificio vi sono ossa da trattare.

La soluzione del grasso si sottopone alla distillazione in un apparecchio, che, in una fabbrica ben disposta, deve essere in comunicazione cogli estrattori, in modo che il liquido che esce da quelli possa venire immediatamente distillato.

Col metodo dei solventi, adoperati sotto una certa pressione, si asporta la totalità del grasso delle ossa, lasciando quasi inalterata la materia colloide; per cui oltre ad ottenere dalla estrazione del grasso un residuo ricco più che con altri metodi, la resa è superiore per qualità; e aggiungiamo addirittura anche per quantità, giacchè il grasso ottenuto coi solventi è già chiaro abbastanza e non ha troppo cattivo odore. Inoltre le ossa esaurite del grasso coi solventi sono egualmente adatte alla preparazione della colla, o del nero, o della farina d'ossa. Senza contare che gli apparecchi ora descritti possono servire per estrazione di olii di seme, di sanse, ecc.

H. Neumeyer di Norimberga ha immaginato un apparecchio che serve al doppio scopo di ottenere il grasso e la colla dalle ossa. L'apparecchio è rappresentato dalla figura 2687.

Consta di un estrattore A a doppia parete, che per l'apertura superiore si riempie d'ossa. Queste riposano su di un fondo forato *k*. Si incomincia l'operazione facendo il vuoto per mezzo della pompa aspirante *m* nell'estrattore A; poi la benzina che è nel recipiente D si fa entrare per disotto. Il vapore di benzina che si innalza, si condensa nel serpentino B, e ricade in D recipiente esso pure raffreddato. Si discaccia la totalità del solvente dall'estrattore A con un getto di vapore, e la soluzione contenente la totalità del grasso si fa passare in E dove viene evaporata, e il vapore di benzina torna per la via del refrigerante B nel collettore D.

Allora per mezzo dell'iniettore *m'* proveniente dal tubo *z* si spinge acqua calda sulle ossa in forma di pioggia in *l*. Collo stesso iniettore si introduce nell'estrattore una soluzione diluita di acido ossalico o di acido cloridrico, così le ossa vengono macerate. Le soluzioni acide si fanno uscire per disotto. Allora si fa entrare vapore di acqua ed acqua calda quanta ne occorre per disciogliere la colla.

W. Büttner adopera per estrarre il grasso una mescolanza di vapore di acqua e benzina; ecco l'ultima modificazione al suo processo:

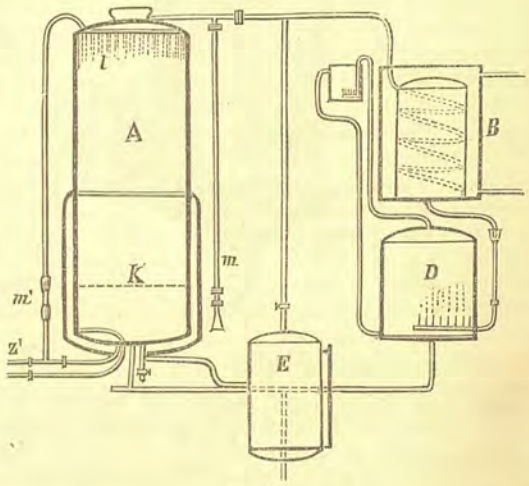


Fig. 2687.

Prima di procedere al digrassamento, le ossa contenute nell'estrattore A (fig. 2688) vengono sottoposte ad una corrente di vapore che entra per disopra da *v'*, ed è aspirato dal basso; che ha l'ufficio di scacciare l'aria e i gas di cattivo odore. L'aspirazione che si fa dal basso asciuga le ossa. Allora dal recipiente *b* si fa scendere la benzina dalla caldaja facendola cadere in forma di pioggia. La caldaja A è scaldata a vapore. La benzina si evapora in parte ed il vapore esce per B e va nei refrigeranti. La soluzione grassa filtra per il fondo forato *b* al fondo della caldaja. Qui il vapore di benzina che s'innalza è aspirato dal tubo *i*, e per mezzo del tubo laterale *g* sale in B ai refrigeranti per condensarsi. La benzina condensata si va a raccogliere nel recipiente C provvisto di apposito apparecchio separatore, che permette di introdurre poi nella caldaja solo benzina, mentre l'acqua condensata rimane indietro. Si

ripetono più volte le operazioni. Poi per mezzo del vapore indiretto circolante nel serpentino *k*, e diretto, introdotto col tubo a pioggia *x*, si riesce nella caldaja A a purificare il grasso ed a scacciare la totalità della benzina.

Il metodo dell'estrazione del sego coi solventi va sempre più popolarizzandosi e già in Italia esistono parecchi opifici che l'hanno applicato.

Depurazione del sego. — Il sego greggio che si ottiene coi vari metodi da ossa di varia freschezza non viene accettato in commercio tale e quale: o se viene accettato ha bisogno di essere depurato prima dell'uso; perchè è spesso molto colorito, qualche volta addirittura bruno; sempre provvisto di forte odore sgradevole, talora intollerabile, e contenente sempre una certa quantità di materia colloide.

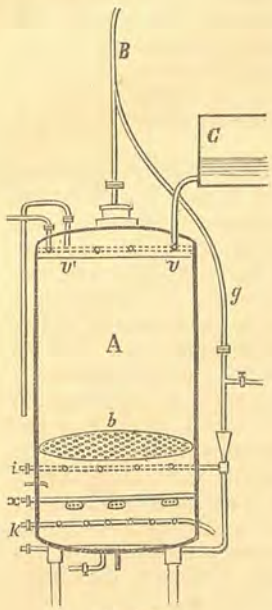


Fig. 2688.

Per depurare il sego si propongono molti metodi più o meno buoni, nei quali oggi si va a cercare più che altro l'economia. Gli ossidanti sono i corpi che meglio valgono allo scopo.

L'acido solforico misto con biossido di manganese si presta bene. Per Kg. 100 di sego si adoperano Kg. 2 di acido solforico e Kg. 1 e $^1/_2$ di biossido di manganese. Per mezzo del vapore non troppo riscaldato, onde evitare la possibile decomposizione del grasso, si fa fondere il sego e si porta ad ebollizione il misto. Il sego chiarificato si lava poi replicatamente con acqua calda.

Le sostanze più largamente adoperate sono però l'acido nitrico ed il bicromato potassico.

La depurazione mediante acido nitrico si fa in grandi tini di legno in cui può farsi agire il vapore, provvisti di un agitatore meccanico di legno. Per mezzo del vapore all'esterno si fa liquefare il grasso ad 80°, poi si introduce agitando da $^1/_2$ al 2 per 1000 di acido nitrico. Di tempo in tempo si prendono dei saggi per vedere l'aspetto che prende il sego solido.

Quando il sego è sufficientemente depurato si fa pervenire nell'interno un getto di vapore. Si dà tempo perchè l'acqua prodotta dal condensarsi del vapore possa separarsi dal grasso, si decanta e si ripete la lavatura due o tre volte.

Adoperando invece che acido nitrico un misto di acido solforico e bicromato potassico la depurazione avviene più sollecita, ma la perdita percentuale è maggiore a causa della maggiore energia di ossidazione. L'uso del bicromato dà migliori risultati di qualsiasi altro metodo di ossidazione; ma è troppo costoso e perciò non di uso generale. Però siccome che col bicromato si riesce a rendere bianco il più giallo ed il più fetido dei seghi, così in qualche caso può convenire metterlo in pratica.

L'operazione si conduce come coll'acido nitrico: il bicromato da aggiungersi si mescola col doppio del proprio peso di acido solforico un giorno o due prima di adoperarsi e si aggiunge al sego nella proporzione di $^1/_2$ al 2 per 1000.

Krätzer adopera questo metodo:

Kg. 500 di sego d'ossa si pongono a scaldare in caldaja a 70° circa, insieme con Kg. 5 di soda a 30 gradi B. e Kg. 2,5 di sale. Il misto si lascia riposare durante una notte. Il sego si raffredda sino a 40°. Si aggiunge allora una soluzione di Kg. 2,5 di bicromato potassico e 7 o 10 Kg. di acido cloridrico fumante a 22°. Si agita continuamente e violentemente fino a che la massa ha preso un color verde con una schiuma bianca. Allora il sego è imbiancato. A questo punto si aggiungono 100 litri d'acqua calda a 75° e si lascia poi in riposo per qualche tempo. Se si può avere una corrente di vapore questo si può far gorgogliare per 10-15 minuti. Il sego così ottenuto è bianco od appena giallastro, è molle alla temperatura ordinaria ed irrancidisce difficilmente.

Le acque residuali della depurazione a bicromato non sono da rigettarsi, essendo utilmente adoperabili per i colori verdi ed azzurri di cui sono provviste.

Il sego di ossa depurato può servire per tutti gli usi in cui si adoperano gli altri grassi, ha il vantaggio che irrancidisce difficilmente e che non è troppo duro, per cui si presta bene anche per le macchine.

Margarina. — La fabbricazione della margarina va di pari passo con quella del sego: citeremo solo il metodo di Mège-Mouriès che è il più usato per la preparazione di questa sostanza.

Il grasso de' buoi uccisi in giornata è tagliuzzato entro a due cilindri a denti conici che schiacciano e lacerano le membrane entro a cui è involto.

Dopo aver subìto questo sminuzzamento, vien messo in una caldaja molto profonda, scaldata col vapore e nella quale si è messo per 1000 Kg. di grasso grezzo, 300 Kg. d'acqua od 1 Kg. di carbonato di potassio, vi si aggiungono inoltre due stomaci di majale o di montone tagliati in frammenti. La temperatura della mescolanza è portata gradatamente a 45°, e la massa è agitata uniformemente.

Dopo due ore, il grasso reso libero, sotto l'influenza della pepsina sviluppata dai due stomaci, dalle membrane che lo avviluppavano, si trova intieramente fuso e riunito alla parte superiore della caldaja. Si raccoglie e si decanta il grasso in una seconda caldaja scaldata a bagno maria a 30° o 40°, ove lo si addiziona col 2 % di sal marino per favorirne la depurazione. Bastano due ore perchè questo grasso possa separarsi completamente; lo si raccoglie e lo si cola in cristallizzatori di ferro della capacità di 25-50 litri.

Questi recipienti sono deposti in un sito mantenuto alla temperatura di 20°-25° dove si raffreddano lentamente. Al domani il grasso, che presenta un aspetto granoso, viene tagliato in grossi pezzi, messo in sacchi di tela e sottoposto all'azione di un torchio in un locale mantenuto alla temperatura di 25° circa. Questo grasso si divide in due parti all'incirca uguali; l'una, che rap-

presenta all'incirca dal 40-50 % della materia, è la stearina fusibile tra 40°-50° che resta nei sacchi e viene poi utilizzata per la fabbricazione delle candele. L'altra è l'oleo-margarina liquida che cola ed è quella che Mège adopera nella fabbricazione del burro artificiale.

Seghi d'origine vegetale.

Citeremo brevemente i più conosciuti:

Sego della Cina. — Si ricava dalla *Stillingia sebifera;* è una pianta originaria della Cina, cresce anche nell'India ed ora si coltiva anche nell'America. Il frutto che produce ha un nocciolo coperto di uno strato di grasso dello spessore di 5 mm. e contiene un olio aromatico che si usa come combustibile.

La raccolta ha luogo in luglio nel sud della Cina ed in ottobre nel nord. Si trattano i frutti triturati con acqua bollente, e si separa il grasso con un cucchiajo dopo raffreddamento; il sego fuso una seconda volta si cola in forme di bambù, e poi si mette in commercio.

Questo sego è in massa verdastra, cristallina, con reazione acida ed odore particolare. Fonde a 44°,3 e solidifica a 40°,4. Si scioglie a freddo in 100 p. d'alcool. Trattando 20 gr. di questo sego con 150 cm³ di alcool a 98 % e facendo bollire, resta un grasso insolubile assai più fusibile; contenente forse un poco dell'olio sopra indicato.

La miscela degli acidi grassi preparati con questo sego è incolora, cristallina, fusibile a 55° e solidifica a 51°,3. Oltre ad un poco di acido volatile si ottengono gli acidi palmitico ed oleico, che allo stato di gliceridi costituiscono questo sego. 100 p. di acidi grezzi contengono 64,44 % di acido palmitico e 35,56 % di acido oleico.

Sego di Singapore. — Questa materia grassa è nell'India denominata *minyak-tangkwand*, si estrae dai semi di una o più specie di alberi giganti delle foreste del genere *hopea*, che vegeta nelle parti sud ed est di Borneo. L'albero che la produce è propriamente l'*hopea splendida.*

Questo grasso si estrae raccogliendo il frutto quando cade a terra, facendolo germogliare in un luogo un poco umido, poi disseccandolo al sole per renderlo friabile.

Si toglie la scorza dei frutti i quali si mettono in un paniere di rotang o di bambù sopra l'acqua bollente. Quando i frutti sono ben compenetrati dal vapore diventano molli e pastosi; si spremono entro a bambù e da ciò la forma del prodotto commerciale.

Questo grasso è preparato così anche a Giava e a Sumatra.

Secondo Fielding questo grasso è bianco, solido e fragile alla temperatura ordinaria; si rammollisce fra le dita; a 18° resta solido ma a 27°-40° è pastoso. Fonde a 46°,6 e resta liquido sino a 44°. Si scioglie nel suo peso d'etere freddo; a freddo è poco solubile nell'acetone o nell'etere acetico, solubilissimo a caldo. Si scioglie in 0,5 p. di cloroformio od in un terzo del suo peso di questo solvente a caldo. Solubile nel CS^2 a freddo e a caldo. Si scioglie in 4 volte del suo peso nel benzolo; solubilissimo nella trementina. Si scioglie in 30 p. d'alcool freddo, in 20 p. d'alcool caldo; in 25 p. d'alcool isopropilico freddo ed in 4 p. di questo alcool bollente.

Questo grasso serve per le macchine; a Manilla se ne fanno delle candele; fornisce il 95 % di acidi grassi saponificabili.

Altri seghi vegetali sono quelli forniti dalla *Vateria indica* che costituisce il sego di Piney o di Canara; il sego proveniente da una specie di *Dryobalanops* detto sego di Ochoco; quello fornito dalla *Lophira alata;* quello della *Myristica Kombo* e del *Cylicodaphne sebifera* di Giava, ecc. Ma tutti furono poco studiati e sull'argomento c'è ancor molto da dire.

Analisi dei seghi.

Il saggio dei seghi si fa collo scopo di conoscere la natura del sego, se è di bove o d'altro animale, se è sego d'ossa o falsificato con sostanze estranee.

Le determinazioni da farsi sui seghi sono: 1° l'acqua; 2° le materie minerali; 3° la quantità delle materie grasse; 4° il titolo del sego; 5° il punto di fusione e di congelazione; 6° il numero del jodio; 7° il numero di saponificazione; 8° la quantità degli acidi grassi liberi; 9° l'analisi microscopica.

Acqua. — La determinazione dell'acqua si fa riscaldando un peso di sego a 110° sino a peso costante. La tolleranza per l'acqua va sino al mezzo %.

Materie minerali. — Si determinano incenerendo una certa quantità di sego, o meglio incenerendo il residuo insolubile nel solfuro di carbonio, come si vedrà nella determinazione delle materie grasse.

Materie grasse. — Si determinano trattando gr. 25 di sego con solfuro di carbonio ripetutamente; ciò si può fare in un piccolo estrattore di Soxhlet (fig. 2689). Al matraccio *b* tarato, contenente il solvente, si congiunge il tubo *a* di Soxhlet e questo si unisce con un piccolo refrigerante *d*. In *a* vi è un filtro cilindrico di carta entro cui sta la sostanza pesata da analizzare. Si scalda a bagno maria, si fa in modo che il solvente ritorni sul matraccio 15 o 20 volte. Lasciato raffreddare si evapora il solvente e si pesa il matraccio disseccato a 100° e contenente il grasso. Nel filtro di carta contenuto in *a* restano le materie insolubili nel solfuro che si possono analizzare.

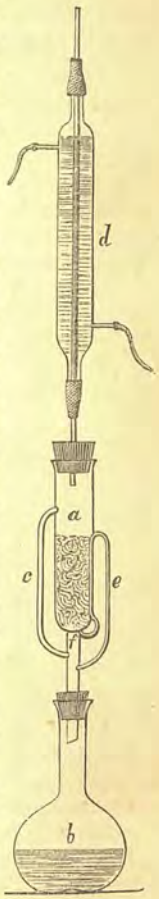


Fig. 2689.

Titolo del sego. — È senza dubbio la determinazione che ha più valore commerciale; ecco il metodo di Dalican:

Si prelevano mediante una sonda diversi campioni, ciascuno di una diecina di grammi, sopra una parte dei grassi da analizzare; poi se ne forma un campione medio fondendoli assieme.

Si prendono su questo 50 gr., che si fanno fondere e si scalda sino a 125° in una capsula smaltata.

Si versa in un piccolo cilindro graduato 40 cm³ di liscivia di soda causticata a 36° B. con 25 cm³ di alcool a 95°; dopo aver agitato questo miscuglio lo si versa sul sego caldo, ma tolto dal fuoco, e si agita continuamente con una spatola sino a che il sego sia saponificato.

Si versa sul sapone un litro d'acqua e si fa bollire il tutto durante 45 minuti; si aggiunge quindi alla soluzione di sapone, poco per volta 60 cm³ di acido solforico a 25° B. e si continua a far bollire; il sapone si decompone e gli acidi grassi sono messi in libertà. Si cessa di riscaldare, si toglie l'acqua mediante una pipetta e si cola la materia grassa in una bacinella.

Si prende un tubo d'assaggio di 10-12 cm. di lunghezza sopra 1 ½-2 cm. di diametro, lo si riempie per due terzi dell'acido grasso fuso, mediante l'ajuto di una lampada ad alcool. È necessario di non oltrepassare il punto di

fusione degli acidi grassi; perciò si agitano quando ne resta ancora a fondere un quarto della quantità totale. Si sospende allora il tubo contenente la materia liquefatta in un recipiente di vetro, il cui collo è munito di un tappo forato, che dà adito al tubo d'assaggio, poi si immerge nella massa fusa un termometro di grande esattezza diviso in $^1/_{10}$: questo termometro è tenuto verticale da un sostegno.

È necessario osservare attentamente il termometro allorquando la materia comincia a solidificarsi nel basso del tubo. Quando la solidificazione ha circondato la parte superficiale del tubo, si agita leggermente l'acido grasso imprimendo al termometro un movimento circolare, tre volte a diritta e tre volte a sinistra.

Se si è preso nota del grado che segnava il termometro prima dell'agitazione, si vedrà che dopo questa il mercurio è disceso di più frazioni di grado, poi è risalito rapidamente al disopra del punto notato per restarvi stazionario almeno due minuti. È quest'ultimo grado che si prende per titolo del sego.

Si ripete il saggio due o tre volte per controllo.

Conosciuto il titolo del sego, si può valutare approssimativamente la proporzione di acidi solidi e dell'acido oleico in esso contenuto mediante le tavole seguenti:

TAVOLA A.

Tavola che permette di determinare (conoscendo il titolo del sego) in modo approssimato le proporzioni di acidi solidi e liquidi (Chevreul).

Acido oleico	Acido concreto	S'intorbida a	Si solidifica a	Acido oleico	Acido concreto	Punto di fusione	Acido oleico	Acido concreto	Punto di fusione	Acido oleico	Acido concreto	Punto di fusione
99	1	+ 2°	0°	74	26	35°,5	49	51	44°,3	24	76	49°,5
98	2	7	+ 2	73	27	36	48	52	44,5	23	77	49,8
97	3	7	3	72	28	36,5	47	53	45	22	78	50
96	4	7,5	5	71	29	37	46	54	45	21	79	50
95	5	9,5	7	70	30	37,5	45	55	45,7	20	80	50,2
94	6	11	8	69	31	38	44	56	46	19	81	50,3
93	7	15	9	68	32	38,5	43	57	46,3	18	82	50,7
92	8	15	10	67	33	38,7	42	58	46,5	17	83	51
91	9	16	14	66	34	39	41	59	46,5	16	84	51,5
90	10	21	17	65	35	39,5	40	60	46,7	15	85	51,8
89	11	25	18	64	36	39,7	39	61	47	14	86	52
88	12	26	21	63	37	40	38	62	47,7	13	87	52
87	13	26	24	62	38	40	37	63	47,7	12	88	52,5
86	14	27	25,5	61	39	41	36	64	47,8	11	89	52,5
85	15	28	26,5*	60	40	41	35	65	48	10	90	53
84	16	30	27,5	59	41	41,7	34	66	48	9	91	53
83	17	30	28,5	58	42	42	33	67	48,2	8	92	53,2
82	18	32	29,5	57	43	42	32	68	48,3	7	93	54
81	19	32	30,5	56	44	42,2	31	69	48,5	6	94	54
80	20	32,5	31,5	55	45	42,5	30	70	48,5	5	95	54
79	21	35	32	54	46	43	29	71	48,5	4	96	54,2
78	22	35	33	53	47	43,5	28	72	48,5	3	97	54,7
77	23	36	34	52	48	43,7	27	73	48,7	2	98	55
76	24	36	34,5	51	49	44	26	74	49,2	1	99	55
75	25	36,5	35,5	50	50	44	25	75	49,5	—	—	—

* Partendo da questo numero i gradi sono punti di fusione.

Una delle tavole (A) è di Chevreul che l'ha costrutta impiegando delle mescolanze determinate di acido oleico e di acido margarico (risultante da un miscuglio di acidi stearico e palmitico presi nelle quantità molecolari).

La tavola B è di Dalican e Jean, che ne ottennero i dati mescolando l'acido stearico tipo del commercio, fondente a 55°,4, e l'acido oleico completamente privo di acidi solidi. Inoltre essi hanno diffalcato 4 % di glicerina e 1 % per impurezze ed umidità.

I numeri non sono dunque concordi in queste due tavole (Tavola B).

TAVOLA B.

Tavola indicante per ciascun grado del termometro la quantità d'acido stearico ed oleico contenuta in un sego (secondo Dalican e Jean).

Punto di fusione	Quantità °/₀ d'acido stearico	Quantità °/₀ d'acido oleico	Punto di fusione	Quantità °/₀ d'acido stearico	Quantità °/₀ d'acido oleico
40	35,15	59,85	45,5	52,25	42,75
40,5	36,10	58,90	46	53,20	41,80
41	38	57	46,5	55,10	39,90
41,5	38,95	56,05	47	57,95	37,05
42	39,90	55,10	47,5	58,90	36,10
42,5	42,75	52,25	48	61,75	33,25
43	43,70	51,30	48,5	66,50	28,50
43,5	44,65	50,35	49	71,25	23,75
44	47,50	47,50	49,5	72,20	22,80
44,5	49,50	45,60	50	75,05	19,95
45	51,30	43,70	—	—	—

Ecco, secondo Bonis, il titolo medio, vale a dire il punto di solidificazione degli acidi grassi grezzi, provenienti dalla saponificazione dei seghi commerciali più conosciuti:

Francia.

Sego di piazza di Parigi . . . . . 43°,5 C.
» bue ordinario . . . . . 44°
» » (reni) . . . . . 45°,5
» montone ordinario . . . . 46°
» » (reni) . . . . . 48°
» ossa . . . . . 42°,5
» residui . . . . . 41°

Russia.

Sego di Pietroburgo . . . . . 43°,5 C.
» Odessa (bue) . . . . . 44°,5
» » (montone) . . . . 45°

America.

Sego di New-York (Assoc. macellai). 43°,5 C.
» (Prime City) . . . . . 44°
Western . . . . . 45°

Plata.

Sego di Buenos-Ayres (bue). . . . 45° C.
» » (montone). . 43°,2

Australia.

Sego di montone . . . . . 44°,8 C.
» bue e montone. . . . . 44°,5
» bue . . . . . 43°,5

Italia.

Sego di Firenze . . . . . 44° C.

Austria.

Sego di Vienna . . . . . 44°,5 C.

Sul mercato di Parigi, si contratta il titolo del sego a 43°,5: le differenze in più ed in meno dànno luogo ad un aumento o ad una diminuzione di prezzo proporzionale.

Titolo del sego secondo David. — Nel 1878 David pubblicò un nuovo metodo di saggio, che si fonda sul principio seguente:

Quando in una soluzione alcoolica d'acido oleico si versa goccia a goccia dell'acido acetico viene un istante in cui l'acido oleico si separa ad un tratto completamente.

Così, quando alla temperatura di 15° si discioglie 1 cm³ di acido oleico in 3 cm³ d'alcool a 95° e poi si lascia cadere a goccia a goccia nel liquido una mescolanza a volumi uguali d'acqua e d'acido acetico cristallizzabile, la separazione dell'acido oleico, che non è ancora cominciata per un'addizione di 2,2 cm³ d'acido acetico, è completa per 2,3 cm³, vale a dire per la differenza di $^1/_{22}$. Ma non è più lo stesso per la soluzione alcoolica di acido stearico; perchè in questo non tosto si aggiunge dell'acido acetico il precipitato comincia dalla prima goccia.

Anzi di più, l'acido stearico, che è insolubile nella mescolanza d'alcool e d'acido acetico, resta egualmente insolubile quando la mescolanza contiene dell'acido oleico.

Traendo profitto di queste diverse proprietà, ecco come si opera l'analisi di un miscuglio d'acidi oleico e stearico proveniente dalla saponificazione d'un sego o d'una materia neutra qualunque, che serva alla fabbricazione delle candele:

1° In un pallone si mescolano 1 litro d'acido acetico cristallizzabile ed 1 litro d'acqua;

2° Se si opera a 15°, si versa in un cilindro graduato al decimo di grado 1 cm³ d'acido oleico puro, poi 3 cm³ d'alcool a 95°, e poi 2,2 cm³ d'acido acetico. Fino a questo punto non deve precipitare nulla; ma se aggiungendo 0,10 cm³ di acido acetico si forma un intorbidamento, e se sulla mescolanza di alcool e d'acido acetico galleggia 1 cm³ d'acido oleico, si è sicuri che il liquido è buono; altrimenti si variano le proporzioni, sino a che si sia arrivato ad afferrare la precipitazione nel limite di 0,1 cm³ d'acido acetico;

3° Raggiunto questo scopo si mescolano l'alcool e l'acido acetico nelle proporzioni indicate nel saggio preliminare: per esempio 300 cm³ d'alcool e 220 cm³ d'acido;

4° Poi si aggiunge al miscuglio acetico alcoolico 1 gr. o 2 di acido stearico ben puro e tagliato in piccoli pezzi: poi si munisce l'apertura inferiore del tubo di dejezione della boccia spruzzante, contenente l'acido, con un piccolo pezzo di spugna, per avere, quando si opera, il liquido sempre chiaro e privo d'acido stearico indisciolto;

5° Quando non si adopera si mantengono ben chiusi i due orifizi della pissetta, per impedire l'evaporazione parziale dell'alcool.

Analisi. — In una piccola provetta con tappo smerigliato si pesano gr. 0,950 degli acidi grassi del sego da analizzare. L'acido grasso deve essere perfettamente privo di materia neutra, cosa di cui uno si può assicurare coll'alcool e coll'ammoniaca, mezzo molto semplice per scoprire le più piccole traccie di sego non saponificato. L'acido grasso introdotto in questo tubo deve essere in scaglie sottilissime, ottenute grattando il pane degli acidi grassi mediante un temperino.

Si versano in seguito 15 cm³ della mescolanza aceto-alcoolica. Si agita per parecchie volte e si lascia in riposo il tubo durante ventiquattro ore in un sito dalla temperatura massima di 15° C. Durante questo tempo l'acido oleico è intieramente sciolto, si getta la massa su di un piccolo filtro il cui imbuto è smerigliato e chiuso con una lastra di vetro. Si lava l'acido stearico che resta sul filtro con la stessa mescolanza aceto-alcoolica e riempiendo tre volte di seguito il filtro si è sicuri che l'acido stearico è perfettamente lavato e privo di acido oleico.

Allora, con un getto di acqua fredda projettato da una pissetta a punta molto affilata, si sbarazza il filtro di tutto l'acido stearico che contiene e lo si raccoglie in una capsula di platino tarata in precedenza. Si scalda in seguito la capsula a bagno maria e quando l'acido stearico è raccolto alla superficie dell'acqua in massa oleosa, si lascia raffreddare. Si toglie l'acqua che resta sotto la materia solida, e si dissecca completamente l'acido stearico in una stufa a 100°, o meglio nel vuoto.

Si pesa in seguito e la differenza di peso dalla capsula vuota, dà immediatamente, senza nessun calcolo, la quantità per 100 d'acido stearico contenuta in 95 d'acidi grassi, e per conseguenza in 100 parti di sego.

4° *Metodo di Bonis.* — Serve quando si vuol dosare la glicerina e conoscere direttamente la resa in acidi grassi di un sego.

Si prendono 100 gr. di sego e si saponificano col metodo indicato più sopra; si separano gli acidi grassi e si disseccano sotto una campana contenente acido solforico e poi si pesano. Si schiacciano in seguito gli acidi grassi tra fogli di carta da filtro, dapprima moderatamente, poi più forte in fogli sottili; si pesa di nuovo. Il nuovo peso dà la quantità di acidi grassi solidi contenuti nel sego. Si può inoltre constatare la natura di questi acidi grassi.

La glicerina può ottenersi per differenza tra il peso del sego analizzato e quello degli acidi grassi ottenuti.

Se si volesse dosare la glicerina direttamente, bisognerebbe neutralizzare dopo la saponificazione il liquido alcalino nel modo più esatto che è possibile mediante acido solforico, evaporare a bagno maria e riprendere il residuo con alcool che scioglierebbe la glicerina; una nuova evaporazione a bagno maria scaccierebbe l'alcool e darebbe la glicerina, che basterebbe in seguito pesare.

5° *Determinazione del punto di fusione.* — Questa ricerca è della massima importanza per stabilire la natura del grasso.

Il sego di bue fonde da 42° a 43°, mai sotto i 40° e Wolkenhaar consiglia di rigettare come falsificato qualunque grasso dato come sego di bue il cui punto di fusione sia al disotto di 40° C. Il grasso d'ossa fonde infatti tra 21° e 22°, il grasso di lana (suint) fonde tra 39° e 42°.

Mentre si determina il punto di fusione si può determinare quello di congelamento, che è più basso e che ha la medesima importanza.

6° *Numero dello jodio.* — Questa ricerca non è sempre necessaria; in molti casi però torna conveniente. Questo metodo è stato proposto da Hübl ed è basato sul dosamento della quantità di jodio assorbito dai grassi. Egli osservò che tutti i grassi sono costituiti, in diverse proporzioni, di gliceridi degli acidi grassi della serie acetica acrilica e tetrolica; cioè di acidi saturi e di acidi non saturi.

La proporzione relativa di questi acidi in molte varietà di grassi è costante entro a certi limiti. Il jodio agisce differentemente su questi gliceridi secondo la serie a cui appartengono; la serie acetica non assorbe jodio, perchè sono acidi saturi; gli acidi della serie acrilica si uniscono con due atomi di jodio, quelli della serie tetrolica con quattro atomi.

Trattando quindi un olio od un grasso qualunque con un eccesso di jodio e dosando l'eccesso di jodio qualche tempo dopo mediante una soluzione normale d'iposolfito sodico, si ottiene la quantità di jodio assorbito.

La quantità teorica di jodio assorbita da 100 gr. dei diversi acidi non saturi contenuti nei grassi è la seguente:

Acido ipogeico	100,00
» oleico	90,07
» crucico	75,15
» ricinolico	85,24
» linoleico	201,59

L'autore trova che la forma più conveniente per usare il jodio è in soluzione nel cloruro mercurico. Egli adopera la soluzione seguente: si sciolgono 25 gr. di jodio e 30 gr. di cloruro mercurico, ciascuno in un mezzo litro d'alcool a 95° poi si mescolano le soluzioni. Il grasso da esaminare in quantità da 0,8 a 1 gr. si scioglie in 10 cm.^{3} di cloroformio, si aggiunge un eccesso di soluzione di jodio, e dopo un'ora e mezza a due ore si dosa l'eccesso di jodio con iposolfito. La soluzione d'iposolfito si prepara con 24 gr. del sale in un litro d'acqua. Con un semplice calcolo si trova la quantità di jodio combinata con 100 di grasso e questo numero è una costante pel grasso esaminato.

Con questo metodo si può trovare e determinare la miscela di due grassi. Sia x la quantità per 100 di un grasso e y quella dell'altro; si avrà: $x + y = 100$; sia m la costante del jodio per il grasso x e n quella del grasso y ed il numero totale osservato per la miscela sia j: la quantità di grasso x che si trova nella miscela è data dalla formola:

$$x = \frac{100(j-n)}{m \times n}.$$

7° *Numero di saponificazione.* — È fondato sull'osservazione seguente: le sostanze grasse esigono per la loro saponificazione delle diverse quantità di potassa per uno stesso peso di grasso; la quantità di potassa necessaria sarà tanto maggiore quanto più gli acidi grassi saranno a peso molecolare basso.

Per mettere in pratica questo metodo occorre una soluzione titolata di potassa nell'alcool metilico concentrato, contenente gr. 28,05 di KOH (semi-normale) per litro ed una soluzione acquosa d'acido cloridrico seminormale: cioè gr. 18,25 di HCl per litro; così si saturano a volumi eguali.

Si prendono 1-2 gr. di grasso secco e previamente filtrato, vi si aggiungono 25 cm^3 di potassa in un beker, si scalda a bagno maria e si agita sinchè tutto il grasso sia disciolto. Si copre il vaso con un vetro da orologio e si scalda per 15 minuti in modo da far bollire appena l'alcool. Si lava poi il vetro da orologio con alcool, si aggiunge nel beker un poco di fenolftaleina, poi si neutralizza con acido cloridrico.

Si trova così la potassa stata saturata dagli acidi grassi e si riferisce ad 1 gr. di grasso analizzato. Adoperando la soluzione di potassa in alcool metilico invece che nell'alcool etilico, tutti gli inconvenienti dell'antico metodo spariscono; l'autore di questo articolo se ne è trovato benissimo.

8° *Determinazione degli acidi grassi liberi.* — Ciò che dicesi il *numero dell'acido* è il numero di milligrammi di potassa caustica necessari per neutralizzare gli acidi liberi contenuti in 1 gr. di grasso. Si scaldano a bagno maria circa 5-10 oppure 30 gr. di grasso con tre volte il suo peso di alcool puro a 95°, sino a fusione della materia grassa; si aggiungono alcune goccie di fenolftaleina, poi a poco a poco ed agitando una soluzione decinormale di potassa caustica sino a colorazione rosea persistente.

La quantità di potassa caustica impiegata riferita ad un grammo di grasso dà espresso in milligrammi il numero dell'acido.

Analisi microscopica. — È una ricerca di molta importanza sia per determinare la natura della materia grassa, sia per scoprirne le falsificazioni. Sotto questo riguardo l'analisi si porta specialmente sul residuo insolubile nel solfuro di carbonio (V. questa ricerca).

In questo modo si può trovare la presenza di amido se il grasso è stato falsificato con fecola; delle goccie oleose, se vi fu aggiunto dell'olio.

Certe volte è anche importante la ricerca dei parassiti che possono inquinare i grassi; così si possono trovare le cisti di varie specie di tenie, e della trichina se si tratta della sugna.

Per ciò che riguarda le differenti specie di grasso si sa che gli acidi grassi del sego di montone cristallizzano in piccole rosette, sovente in forma di ventaglio, che s'illuminano debolmente su campo nero alla luce polarizzata. Quelli del sego di vitello cristallizzano in piccole pagliette raggruppate tre a tre, o quattro a quattro, che si comportano nello stesso modo alla luce polarizzata. Quelli del sego di bue formano degli aghi molto più lunghi che agiscono fortemente sulla luce polarizzata.

Gli acidi grassi ottenuti dalla sugna cristallizzano in aghi finissimi radunati in gruppi di tre o quattro; questi cristalli brillano molto alla luce polarizzata.

Altre ricerche. — Molte sono le ricerche che resterebbero a citare sulle sostanze grasse; rimando per questo alle opere speciali.

Così in certi casi è necessario determinare il cosidetto *numero di Hehner*, che non è altro che la determinazione degli acidi insolubili nell'acqua contenuti in un grasso; il *numero di Reichert*, che è il dosamento degli acidi grassi volatili; il *numero dell'acetile*, ecc.

La determinazione del peso specifico può in qualche caso essere utile per stabilire la natura di un sego. Infatti il peso specifico del sego di bue è fra 0,952-0,953; quello del grasso di montone 0,937-0,960, quello del sego d'ossa 0,914-0,916, quello del grasso di lana 0,973.

Schaedler prova che il peso specifico di vari grassi solidi è tanto più alto quanto più basso è il punto di fusione. Per esempio:

	Punto di fusione	Peso spec. a 100°
Sego di bue	47° C.	0,859
Lardo di majale	41° C.	0,861
Burro	31° C.	0,868

La determinazione del peso specifico si deve fare a freddo (15° C.) ed a caldo (100° C.): nel primo caso è conveniente adoperare un picnometro, nel secondo serve molto bene la bilancia di Reimann.

Togliamo dal Benedikt (*Analyse des Fette*) alcune tavole che ci dànno le costanti dei principali grassi solidi:

Peso specifico dei grassi solidi a 15° C. (Hager).

Burro (fresco)	0,938-0,940
Burro (vecchio)	0,936-0,937
Sugna (fresca)	0,931-0,932
Sego di montone	0,937-0,940
Sego di midollo di bue	0,925-0,929
Sego di ossa	0,914-0,916 (Allen)
Sego di bue	0,952-0,953
Sego di lana (suint)	0,973 (Schädler)
Stearina (fusa)	0,964
Stearina (cristallizzata)	0,967-0,969

Peso specifico dei grassi solidi a 100° (Allen e König).

1° Grassi vegetali.

Burro di cacao	0,857
Burro di palma	0,857
Cera giapponese	0,873

2° Grassi animali.

Sugna	0,861
Sego di bue o di montone	0,860
Sego di cavallo	0,861
Margarina	0,859

Punti di fusione e di solidificazione dei grassi solidi.

	Fonde a	S'intorbida a	Solidifica a
Sego di bue fresco	43° C.	33° C.	36-37°
Sego di bue vecchio	42,5°	34°	38°
Sego di montone fresco	47°	36°	40-41°
Sego di montone vecchio	50,5°	39,5°	44-45°
Sugna	41,5-42°	30°	32°
Burro	31-31,5°	19-20°	19,5-20,5°
Stearina (commerciale)	55,3-56,6°	—	55,2-55,7°

Punti di fusione e di solidificazione degli acidi grassi ottenuti dai grassi solidi.

Acidi grassi	Fondono a	Solidificano a
Margarina	42° C.	39,8° C.
Grasso di palma	47,8°	42,7°
Sego comune	45°	43°
Grasso di lana	41,8°	40°
Burro	38°	35,8°
Burro di cocco	24,6°	20,4°

Numeri del jodio dei grassi solidi.

Grasso	Numero del jodio secondo Hübl	Numero del jodio secondo Moore
Sugna	59	
Margarina	55,3	50
Grasso di palma	51,5	50,3
Sego ordinario	40	
Grasso di lana	36	
Burro	31	19,5-38
Grasso d'oca	71,5 (Erban)	
Sego d'ossa	57,4 (Morawski).	

Commercio dei seghi.

Per completare ciò che noi abbiamo detto sui seghi, aggiungiamo qualche dato su ciò che riguarda la provenienza e la natura dei seghi oggigiorno usati nell'industria:

1° Il sego ordinario è costituito dalla cosidetta *dégraisse* dei macellai, sovente è addizionato con sego di ossa e sego di midollo;

2° Il sego di bue è impiegato quasi esclusivamente dai fabbricanti di candele;

3° Il sego di bue (reni) serve generalmente alla fabbricazione della margarina. La parte solida che non s'impiega a questo scopo è venduta ai fabbricanti di candele che la mescolano all'acido stearico. Questo miscuglio dà delle candele di qualità inferiore, che hanno però molta apparenza;

4° Il sego di montone ordinario è impiegato per la fabbricazione delle candele di stearina: è il più apprezzato; si usa inoltre nella lavorazione delle pelli unitamente a quello di bue;

5° Il sego di montone (reni) serve senza essere saponificato alla fabbricazione delle candele di qualità inferiore;

6° Il sego d'ossa è impiegato per la fabbricazione dell'acido stearico e nella fabbricazione dei saponi;

7° Il sego di trippa è impiegato dai fabbricanti di stearina che ottengono, mediante una mescolanza con altri seghi, la cristallizzazione che loro è necessaria, per avere una separazione fra la parte solida e la parte liquida degli acidi grassi;

8° Il sego di Pietroburgo ha goduto per lungo tempo grande fama in Europa. Da molti anni però il suo consumo è solo limitato alla Russia. Il mercato di Londra che ne riceve ancora, si serve di questo sego solo dal punto di vista della speculazione; i fabbricanti inglesi l'adoperano molto raramente; tuttavia il suo prezzo si mantiene più alto degli altri seghi posti in commercio;

9° Il sego d'Odessa (bue), che è di una qualità molto superiore a quello di Pietroburgo, è utilizzato nelle stearinerie del Mediterraneo: lo stesso si può dire del sego di montone;

10° Il sego degli Stati Uniti (Associazione dei macellai) serve alla fabbricazione delle candele, il suo prezzo è leggermente superiore a quello di *Prime City;* viene raramente in Europa;

11° Il sego *Prime City* è molto ricercato dai fabbricanti di stearina a causa della sua purezza, ciò che non si può dire del sego di *Western*, più ricco in acidi solidi del precedente, ma con impurità che raggiungono talvolta il 2 %;

12° Il sego di bue e di montone della Plata è molto ricercato e si paga molto di più del sego ordinario di piazza;

13° I seghi d'Australia si vendono molto in Inghilterra; nel continente non ne vengono che piccole quantità;

14° Il sego di Vienna ha uno smercio puramente locale;

15° Il sego di Firenze è quotato più alto di quello di piazza ed ha uno smercio considerevole nel bacino del Mediterraneo.

BIBLIOGRAFIA.

Muspratt, *Technischen Chemie.* — Bolley, *Handbuch der chemischen Technologie*, vol. VI. — Deite dott. E., *Die Industrie der Fette.* — F. Böckmann, *Chemische Technische Untersuchungsmethoden*, 3ª ed. — I. Post, *Chemische Technische Analyse.* — Benedikt, *Analyse der Fette und Wachsarten.* — Schaedler, *Die Untersuchungen der Fette, Oele, Wachsarten; Technologie der Fette und Oele des Pflanzenreichs*, 2ª ed. — Selmi, *Enciclopedia di Chimica.* — I. Guareschi, *Supplemento annuale alla Enciclopedia di Chimica.* — A. Wurtz, *Dictionnaire de Chimie pure et appliquée.* — Fresenius, *Zeitschrift für analyt. Chemie.* — *Dingler's Polyt. Journ.*, ecc.

Dott. CESARE SERONO.

FINE DEL VOLUME SESTO, PARTE PRIMA.

INDICE DEGLI ARTICOLI

CONTENUTI IN QUESTO VOLUME