





4/69 (035) M/S



SISTEMA BIBLIOTECARIO DEL POLITECNICO DI TORINO
14. DIC. 1990
ARCHITETTURA
INVENTARIO N°

Biblioteca Internazionale dell'Ingegnere, dell'Architetto e del Decoratore

G. MISURACA E M. A. BOLDI
INGEGNERI

L'ARTE MODERNA DEL FABBRICARE

TRATTATO PRATICO

AD USO DEGLI

Ingegneri, Costruttori, Capimastri

E STUDENTI

VOL. II

La Tecnica del Fabbricare

Con 1323 fig. nel testo e 68 tav. in nero e a colori

CASA EDITRICE
DOTTOR FRANCESCO VALLARDI
MILANO

NAPOLI — FIRENZE — ROMA — TORINO — PALERMO
BOLOGNA — GENOVA — PISA — PADOVA — CATANIA — CAGLIARI — SASSARI — BARI

TRIESTE — BUENOS AIRES — MONTEVIDEO — ALESSANDRIA D'EGITTO

—
PROPRIETÀ LETTERARIA
—

INDICE

INDICE

La costruzione degli archi e delle volte.

CAPO I.

Gli archi.

§ 1. Le generalità e la nomenclatura degli archi	Pag.	1
§ 2. L'armatura degli archi	»	9
§ 3. Gli archi di mattoni o di cotto	»	7
§ 4. Gli archi di pietra da taglio	»	10
§ 5. Gli archi obliqui	»	16
§ 6. Lo spessore degli archi e delle piattabande	»	19

CAPO II.

Le volte.

§ 1. La generalità e la nomenclatura delle volte	»	23
§ 2. Le volte a botte	»	27
§ 3. La costruzione delle volte a botte	»	28
§ 4. La grossezza e la stabilità delle volte a botte	»	32
§ 5. Le volte a schifo ed a padiglione	»	34
§ 6. La costruzione delle volte a schifo ed a padiglione	»	36
§ 7. Le volte a crociera	»	37
§ 8. La costruzione delle volte a crociera	»	40
§ 9. Le volte a vela e le volte a cupola	»	42
§ 10. La costruzione delle volte a vela ed a cupola	»	51
§ 11. Le volte a schifo ed a padiglione	»	57
§ 12. Le volte stellate e la loro costruzione	»	58
§ 13. Le volte di getto di calcestruzzo	»	61

La costruzione dei solai.

Le generalità	68
-------------------------	----

CAPO I.

I solai di legno.

§ 1. I solai comuni di travi e travicelli	»	70
§ 2. Le travi maestre con sostegni e le travi maestre armate	»	76
§ 3. Le aperture praticate nei solai di legno	»	81
§ 4. I solai di legno costrutti mediante travi corte	»	82
§ 5. Il compimento dei solai di legno	»	83

CAPO II.

I solai di ferro.

§	1. I solai comuni di ferro	Pag.	86
§	2. Il compimento dei solai di ferro.	»	88
§	3. La determinazione della sezione delle travi di un solaio di legno e di ferro.	»	91
§	4. Le colonne di ghisa per il sostegno dei solai	»	93
§	5. I solai di cemento armato	»	96

La costruzione dei pavimenti e dei soffitti.

CAPO I.

I pavimenti.

§	1. Le generalità	»	103
§	2. I pavimenti di ciottoli	»	103
§	3. I pavimenti lastricati	»	104
§	4. I pavimenti selciati	»	105
§	5. I pavimenti con pietrini di cemento compresso o con pietrini di terra cotta	»	106
§	6. I pavimenti di battuto comune di cemento.	»	106
§	7. I pavimenti con dadi di legno	»	107
§	8. I pavimenti di mattoni e di piastrelle di cotto	»	107
§	9. I pavimenti con piastrelle di cotto	»	109
§	10. I pavimenti con piastrelle di marmo.	»	110
§	11. I pavimenti di quadrelli ed esagoni di cemento compresso	»	110
§	12. I pavimenti a mosaico alla Veneziana	»	111
§	13. I pavimenti con piastrelle di terra cotta smaltata e di ceramica	»	112
§	14. I pavimenti di legno a palchetto	»	112
§	15. I pavimenti di asfalto e di piastre di asfalto compresso.	»	114

CAPO II.

I soffitti.

§	1. Le generalità	»	115
§	2. I soffitti piani di tavole	»	115
§	3. I soffitti piani stuoiati.	»	116
§	4. I soffitti imbottiti.	»	118
§	5. I soffitti di tela	»	118
§	6. I soffitti di cemento	»	118
§	7. I soffitti centinati	»	118

La costruzione delle scale.

CAPO I.

La disposizione delle scale.

§	1. Le generalità	»	121
§	2. L'ubicazione delle scale.	»	124
§	3. Le forme e le dimensioni delle scale.	»	127
§	4. La disposizione degli scalini nei rampanti curvilinei.	»	133

CAPO II.

La costruzione delle scale di legno, di ferro e di muratura.

§	1. Le scale di legno.	»	136
§	2. Le generalità sulle scale di ferro.	»	148
§	3. Le scale di ghisa.	»	149
§	4. Le scale di ferro, di ferro e legno, di ferro e lastre di pietra.	»	152

§ 5. Le scale miste di muratura e di ferro.	Pag.	156
§ 6. Le generalità sulle scale di muratura.	»	158
§ 7. I profili e le sezioni degli scalini massicci.	»	158
§ 8. Le scale di pietra comprese fra due muri.	»	163
§ 9. Le scale sostenute da volte.	»	165
§ 10. Le scale di pietra a sbalzo.	»	168
§ 11. Le scale a chiocciola e le scale elicoidali in muratura.	»	174
§ 12. Gli scalini di invito, i parapetti e le ringhiere delle scale	»	177
§ 13. Gli ascensori.	»	184

La costruzione dei tetti.

Le generalità.	»	195
----------------	---	-----

CAPO I.

I tetti di legname.

§ 1. L'armatura con travetti dei tetti a due falde	»	201
§ 2. L'armatura con arcarecci dei tetti a due falde. Le incavallature	»	207
§ 3. Le incavallature di legno senza catena	»	215
§ 4. Le incavallature centinate di legname.	»	218
§ 5. I tetti per le chiese	»	222
§ 6. I tetti a falde spezzate ed i tetti alla Mansard.	»	226
§ 7. I tetti a sega ed i tetti a leggio o ad una falda	»	230
§ 8. I tetti conici ed i tetti a padiglione	»	233
§ 9. I tetti a cuspidi per le torri	»	235
§ 10. I tetti a cupola	»	237
§ 11. I tetti con lucernari	»	242
§ 12. Il calcolo grafico degli sforzi di tensione e di compressione nelle incavallature	»	242

CAPO II.

I tetti di solo ferro ed i tetti di ferro e legno.

§ 1. Le generalità	»	251
§ 2. Le incavallature di legno e di ferro per i tetti a falde piane.	»	252
§ 3. Le incavallature di solo ferro per i tetti a falde piane	»	255
§ 4. Il calcolo grafico degli sforzi di tensione e di compressione nelle capriate di ferro e legno e nelle capriate di solo ferro	»	263
§ 5. Le incavallature di legno e di ferro per tetti a falde curve	»	268
§ 6. Le incavallature di solo ferro per tetti a falde curve.	»	270
§ 7. Le tettoie pensili in ferro.	»	278

CAPO III.

La copertura dei tetti.

§ 1. Le generalità.	»	279
§ 2. La copertura di paglia e di canne	»	280
§ 3. La copertura con tavole di legno.	»	281
§ 4. Le coperture di cartoni e di feltro incatramato.	»	282
§ 5. La copertura di tegole e canali di cotto	»	284
§ 6. La copertura con tegole fiamminghe.	»	286
§ 7. La copertura con tegole piane	»	286
§ 8. La copertura con tegole alla marsigliese	»	288
§ 9. La copertura con tegole metalliche	»	291
§ 10. La copertura con pietre naturali.	»	292
§ 11. La copertura con vetri.	»	294
§ 12. Le coperture di zinco	»	296
§ 13. Le coperture di piombo	»	301
§ 14. Le coperture di rame	»	303
§ 15. Le coperture di lamine di ferro.	»	303
§ 16. Le coperture in cemento	»	305
§ 17. I canali e i tubi di gronda, le mantovane, ecc.	»	306

CAPO IV.

Gli intonachi e le tinteggiature.

1. Le generalità sugli intonachi	Pag.	312
2. La rabboccatura, il rinzafo e l'arricciatura.	»	313
3. L'esecuzione di un intonaco comune sulle pareti e sui soffitti.	»	315
4. L'intonaco a stucco	»	317
5. L'intonaco di marmo artificiale	»	318
6. Gli intonachi idrofughi	»	319
7. Le tinte usate nell'arte edilizia	»	320
8. Le varie specie di tinteggiature.	»	321
9. La composizione delle vernici	»	324
10. Le coloriture a fresco, a graffito e ad encausto.	»	325
11. Le tappezzerie e le carte di parato	»	327

Il riscaldamento e la ventilazione dei locali abitati.

CAPO I.

Il riscaldamento.

1. Le generalità	»	330
2. I combustibili	»	331
3. Calcolo del calore trasmesso attraverso le pareti di un edificio	»	332
4. I principali apparecchi di riscaldamento	»	336
5. La costruzione dei caminetti.	»	336
6. Le frankline	»	340
7. Le stufe	»	342
8. I caloriferi per il riscaldamento centrale ad aria calda	»	348
9. I caloriferi a vapore	»	257
10. I caloriferi ad acqua calda e termosifoni	»	375
11. Il riscaldamento misto a vapore e ad acqua	»	384

CAPO II.

La ventilazione.

1. Le generalità	»	391
2. La ventilazione naturale	»	397
3. Le disposizioni sussidiarie per la ventilazione naturale	»	395
4. La ventilazione artificiale per mezzo del calore.	»	393
5. La ventilazione meccanica	»	401
6. La ventilazione mediante getto di vapore o di aria compressa	»	404
7. Norme e disposizioni diverse relative alle bocchette ed ai condotti.	»	405
8. Calcolo delle resistenze passive	»	408
9. Verifica della equazione delle forze vive	»	411
10. La ventilazione delle case di abitazione	»	412
11. La ventilazione delle scuole	»	413
12. La ventilazione delle caserme e delle prigioni	»	415
13. La ventilazione degli ospedali	»	416
14. La ventilazione delle sale per le assemblee	»	419
15. La ventilazione dei teatri	»	422
16. La ventilazione delle latrine	»	426

Le opere di compimento delle fabbriche.

CAPO I.

Le imposte delle porte e delle finestre.

1. Le generalità.	»	429
2. Le imposte di porte a tavolato semplice	»	431
3. Le imposte di porte con tavolato doppio	»	443
4. Le imposte a specchiature	»	435

INDICE.

XI

§ 5. Le imposte scorrevoli ed a coulisse	Pag.	439
§ 6. Le bussole di rivestimento dei vani di porta	»	440
§ 7. I cardini e i serrami per le porte	»	442
§ 8. Le invetriate a battenti	»	458
§ 9. Le invetriate scorrevoli	»	464
§ 10. Gli scuri e le persiane	»	466
§ 11. I cardini e i serrami per le finestre e le persiane	»	470
§ 12. Le imposte in ferro delle porte e delle finestre.	»	475

CAPO II.

La distribuzione delle acque e della fognatura.

§ 1. La condotta	»	484
§ 2. I robinetti	»	487
§ 3. La distribuzione dell'acqua nell'interno degli edifici.	»	490
§ 4. I pozzi per la provvista dell'acqua	»	495
§ 5. I pozzi artesiani	»	497
§ 6. Le cisterne e i purificatoi o filtri	»	499
§ 7. I canali di fognatura.	»	501
§ 8. L'istallazione degli acquai nelle cucine	»	505
§ 9. L'impianto delle latrine	»	507
§ 10. L'impianto dei lavamani	»	514
§ 11. L'impianto delle tinozze da bagno	»	516

CAPO III.

I parafulmini.

§ 1. Le generalità	»	520
§ 2. La zona di protezione dei parafulmini.	»	520
§ 3. L'asta del parafulmine.	»	522
§ 4. Il conduttore.	»	523

CAPO IV.

Gli apparecchi portavoce e gli apparecchi avvisativi.

§ 1. Il portavoce	»	528
§ 2. Il telefono	»	529
§ 3. Il microfono.	»	530
§ 4. Gli apparecchi di chiamata per telefoni	»	532
§ 5. La posta telefonica	»	534
§ 6. La soneria elettrica	»	535
§ 7. L'impianto di una soneria elettrica	»	541
§ 8. I campanelli a mano	»	542

CAPO V.

L'illuminazione a gas.

§ 1. Le generalità	»	544
§ 2. La condotta di distribuzione del gas	»	543
§ 3. Gli apparecchi di illuminazione	»	547

CAPO VI.

L'illuminazione elettrica.

§ 1. Le generalità	»	555
§ 2. I generatori della corrente elettrica. Le pile	»	557
§ 3. Gli accumulatori di energia elettrica.	»	560
§ 4. Le macchine elettromagnetiche	»	565
§ 5. Le lampade per l'illuminazione elettrica	»	581
§ 6. I conduttori	»	593

4
Volume II

LA TECNICA DEL FABBRICARE

LA COSTRUZIONE DEGLI ARCHI E DELLE VOLTE

CAPITOLO PRIMO.

GLI ARCHI.

§ 1.

LE GENERALITÀ E LA NOMENCLATURA SUGLI ARCHI.

L'arco è una struttura di pietre o di mattoni, che serve a coprire i vani praticati nei muri ed a sostenere la parte di muro sovrastante dette aperture, scaricandone il peso sui muri di appoggio.

L'impiego dell'arco risale sino alle costruzioni primitive, però non è che dopo una serie di usi e di tentativi, che si riscontrano nelle epoche succedutesi, che l'arco prese la forma curvilinea quale si vide tracciata nelle costruzioni romane ed in quelle di epoca più recente. Cosicchè nelle costruzioni pelasgiche l'arco si otteneva per quel naturale contrasto che fra loro opponevano le pietre irregolari, che ne componevano i muri (fig. 1, tav. I); presso i Greci poi l'arco era costruito con un solo pezzo di pietra poggiato sulle due spalle dell'apertura, ovvero con più pietre sporgentisi dalle spalle, le quali di corso in corso diminuivano la larghezza dell'apertura fino a renderla piccola talmente da potere essere coperta con una sola pietra (figg. 2-5, tav. I).

In un arco si chiama *sesto* la linea direttrice della superficie interna che lo limita inferiormente, la quale dicesi *intradosso*; *estradosso* è la superficie che lo limita superiormente; *corda* o *portata* è l'ampiezza dell'arco; *monta*, *saetta* o *freccia* l'altezza ossia la distanza che separa il piano di imposta ed il punto più alto della curva che ne determina il sesto; *spalle* o *piedritti* sono le parti di muratura su cui si appoggiano le estremità dell'arco; *cunei* si chiamano le

pietre che lo costituiscono, e *giunti* le faccie secondo le quali i cunei si appoggiano e si contrastano tra loro.

Senza tenere conto del materiale di cui son fatti, gli archi si distinguono per la loro forma dipendentemente dalla natura della curva che ne costituisce il sesto.

Chiamasi *arco a pieno centro* od *a tutto sesto* (fig. 6, tav. I) quello che ha per sesto un semicircolo. Quest'arco è il più semplice di tutti, perchè la sua forma regolare permette di costruirlo con cunei di unica forma e dimensione, come mostra la figura. Negli archi a pieno centro, in cui i cunei penetrano e si addentellano con la struttura del muro, non si ha questo vantaggio, e ciascun cunco è tagliato diversamente dall'altro con un maggior consumo di materiale (fig. 7, tav. I). Costruito in mattoni l'arco presenta l'aspetto della fig. 1-10, tav. II.

L'*arco ribassa'o* od *a sesto scemo* è quello che ha per curva di intradosso un arco di circolo (fig. 4-6, tav. II); quando la monta è molto piccola questa arcata prende il nome di *piattabanda* (figg. 1-3, tav. II).

L'*arco a sesto acuto* od *ogivale*, caratteristico dell'architettura del sec. XII al sec. XIV, presenta diverse varietà secondo l'angolo più o meno acuto contenuto dagli archi di circolo che lo costituiscono. L'arco a sesto acuto più regolare è quello che ha i centri sulle estremità della corda (fig. 1-1) per cui i centri e l'estremità superiore della monta individuano un triangolo equilatero; secondo che poi i centri si trovano al di fuori (fig. 1-2) o al di dentro (fig. 1-3) delle estremità della corda, l'arco

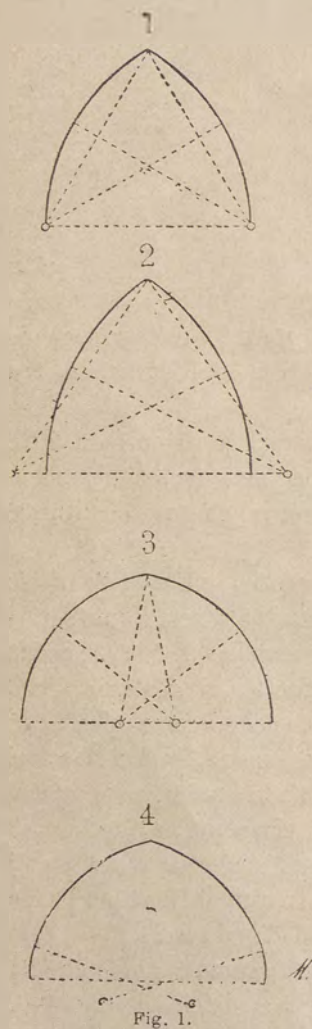
dicesi *ogivale a lancetta* ed *ogivale ribassato*; in quest'ultimo i centri possono trovarsi anche al di sotto del piano di imposta dell'arco (fig. 1-4).

Arco ogivale inflesso (fig. 2) dicesi quell'arco a sesto acuto che presenta doppia curvatura; quest'arco può essere anche ribassato.

Arco rialzato è quello caratteristico delle architetture orientali; questo arco può essere a tutto sesto (fig. 3-1) ovvero a sesto acuto (fig. 3-2).

L'*arco ribassato* od *a sesto ellittico* (figg. 3, 7, tav. III) si ha quando la curva dell'intradosso è un'ellisse. Questa arcata è spesso usata perchè presenta il notevole vantaggio di potere coprire un largo vano con una saetta piccola e di scaricare sui piedritti il peso che sopporta. Quando l'ellisse è tracciata con una serie di archi di circolo allora dicesi *a sesto policentrico*.

Arco di scarico chiamasi quello che serve ad alleggerire di buona parte del carico gravante una piattabanda (fig. 2, tav. II) o un altro arco (fig. 4, a); in questo caso può anche chiamarsi *arco doppio*. Talora un solo arco di scarico può servire per due piattabande o per due



archi (fig. 4, b) ovvero serve a scaricare un architrave di pietra (fig. 4, c).

Arco rampante od *arco zoppo* dicesi finalmente quello che ha le imposte situate in piani a differente altezza (fig. 5).

Le arcate ellittiche e le policentriche si adattano allora quando v'ha un rapporto tra la saetta e la corda compreso tra $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{3}$. Il sesto ellittico si può tracciare con regole diverse; la maniera più pratica è quella di avvalersi della proprietà dell'ellisse nella quale la somma dei raggi vettori è costantemente eguale alla lunghezza dell'asse maggiore. Di modo che fissati l'asse

maggiore ed il semiasse minore (*saetta*) (fig. 6), fatto centro in d con raggio eguale al semiasse maggiore si determinano i fuochi a e c dell'ellisse ed allora divisa la ao in un certo numero di parti 1, 2, 3, ... e fatto centro in a con raggio $m 1$ e centro in c con raggio $1n$ si ottiene per intersezione il punto I dell'ellisse; centro in a con raggio $m 2$ ed in c con raggio $2n$ si ottiene per intersezione il punto II, e così di seguito. I giardinieri tracciano con tale regola

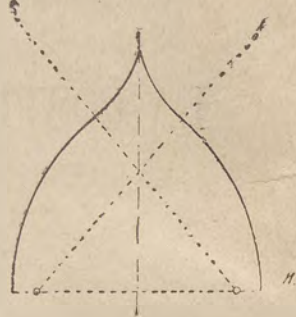


Fig. 2.

l'ellisse, servendosi però di una cordicella fissa per le sue estremità nei due fuochi a e c e lunga quanto l'asse maggiore. Tenendo tesa la cordicella, facendo scorrere una punta di ferro, nella maniera indicata dalla fig. 7, questa descrive con continuità l'ellisse.

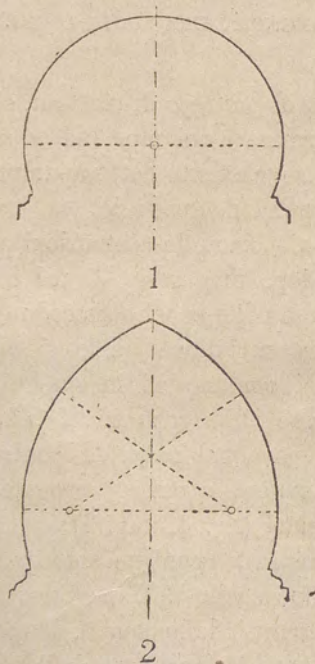


Fig. 3.

Per la facilità con cui si tracciano le policentriche, queste spesso sono preferite all'ellisse. Il numero dei centri nelle policentriche è sempre dispari, perchè in chiave la curva riesca normale alla direzione della saetta. Convengono le policentriche a 3 ed a 5 centri, quando il rapporto fra la saetta e la corda del-

l'arco è compreso tra $\frac{1}{2}$ ed $\frac{1}{3}$; convengono quelle a 7 centri quando tal rapporto è compreso tra $\frac{1}{3}$ ed $\frac{1}{4}$ ed a 9 centri se tra $\frac{1}{4}$ ed $\frac{1}{5}$; più di rado si fanno le policentriche con 11 centri.

La curva a 3 centri si costruisce tracciando e dividendo in tre parti eguali la semicirconferenza costruita sull'asse maggiore della policentrica (fig. 8), conducendo dal punto m , estremo superiore della monta, le parallele alle corde cn , nd fino all'incontro in x ed y delle rispettive corde ca , db ; indi dai punti x

ed y , così ottenuti, le parallele ai raggi co , do ed allora i punti di intersezione 1, 2, 3, saranno i tre centri della curva, ed $1a$, $2b$, $3m$, i tre raggi.

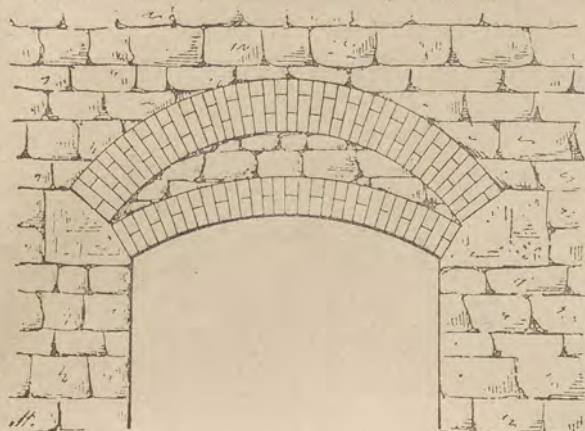


Fig. 4 a.

quale si riscontrano ancora i valori dei due raggi r ed r' più piccoli di una curva a 7 centri e quello dei tre raggi più piccoli r , r' , r'' d'una curva a 9 centri, la costruzione delle quali procede poi graficamente come nel caso di una curva a 5 centri;

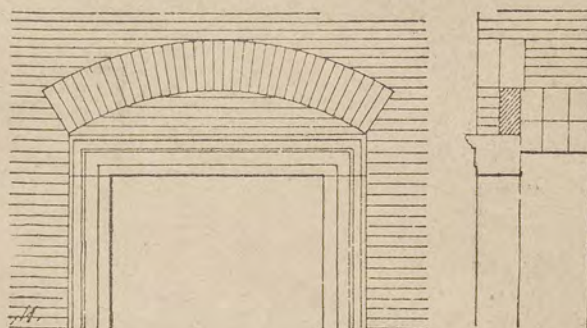


Fig. 4 c.

Nella curva a 5 centri i raggi hanno tre valori il più piccolo dei quali $a1 = 2b$ (fig. 9), si deter-

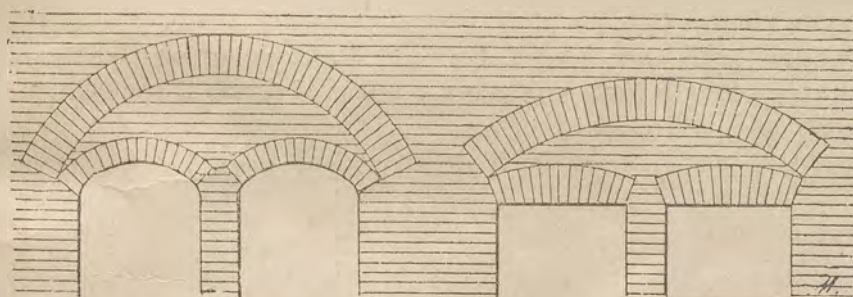


Fig. 4 b.

minia col calcolo e gli altri graficamente. Il Michal a tal uopo ci ha fornito il seguente specchietto nel quale si riscontrano ancora i valori dei due raggi r ed r' più piccoli di una curva a 7 centri e quello dei tre raggi più piccoli r , r' , r'' d'una curva a 9 centri, la costruzione delle quali procede poi graficamente come nel caso di una curva a 5 centri;

minia col calcolo e gli altri graficamente. Il Michal a tal uopo ci ha fornito il seguente specchietto nel

i punti di intersezione, 3, 4, 5, che si ottengono, sono i cinque centri della curva.

Lunghezza del raggio r per le curve a 5 centri		Lunghezza dei raggi r ed r_1 per le curve ai 7 centri.			Lunghezza dei raggi r , r_1 , r_2 per le curve a 9 centri.			
valore della saetta s	valore del raggio r	valore della saetta s	valore del 1. ^o raggio r	valore del 2. ^o raggio r_1	valore della saetta s	valore del 1. ^o raggio r	valore del 2. ^o raggio r_1	valore del 3. ^o raggio r_2
$s = 0,36 c$	$r = 0,278 c$	$s = 0,32 c$	$r = 0,216 c$	$r_1 = 0,302 c$	$s = 0,24 c$	$r = 0,120 c$	$r_1 = 0,159 c$	$r_2 = 0,278 c$
$s = 0,35 c$	$r = 0,265 c$	$s = 0,31 c$	$r = 0,203 c$	$r_1 = 0,289 c$	$s = 0,23 c$	$r = 0,111 c$	$r_1 = 0,148 c$	$r_2 = 0,268 c$
$s = 0,31 c$	$r = 0,252 c$	$s = 0,30 c$	$r = 0,198 c$	$r_1 = 0,276 c$	$s = 0,22 c$	$r = 0,102 c$	$r_1 = 0,138 c$	$r_2 = 0,252 c$
$s = 0,33 c$	$r = 0,239 c$	$s = 0,29 c$	$r = 0,180 c$	$r_1 = 0,263 c$	$s = 0,21 c$	$r = 0,093 c$	$r_1 = 0,126 c$	$r_2 = 0,237 c$
		$s = 0,28 c$	$r = 0,168 c$	$r_1 = 0,249 c$	$s = 0,20 c$	$r = 0,083 c$	$r_1 = 0,114 c$	$r_2 = 0,222 c$
		$s = 0,27 c$	$r = 0,156 c$	$r_1 = 0,236 c$				
		$s = 0,26 c$	$r = 0,145 c$	$r_1 = 0,223 c$				
		$s = 0,25 c$	$r = 0,133 c$	$r_1 = 0,210 c$				

Diamo inoltre nella fig. 8, tav. I, un'altra maniera esclusivamente grafica di tracciare la curva a 9 centri e nella fig. 9, tav. I, una costruzione analoga per la curva ad 11 centri. Queste figure es-

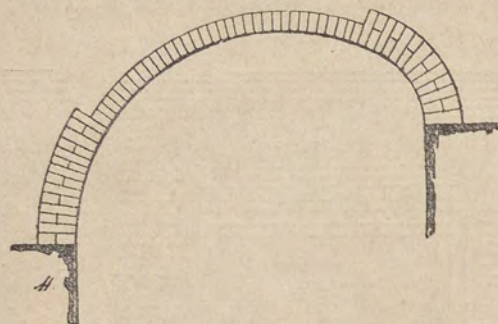


Fig. 5.

sendo chiare ci autorizzano a dispensarci di ulteriore spiegazione.

L'arco zoppo è quasi sempre impiegato per sostenere una rampa di scala; il suo sesto può essere ellittico ovvero policentrico; la corda ne è inclinata e la curva è tangente superiormente ad una retta di data inclinazione.

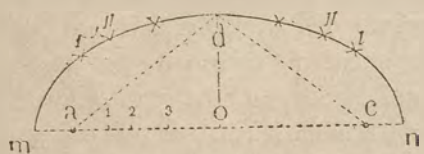


Fig. 6.

Data la corda ab (fig. 10) di un arco zoppo, la monta cd , la tangente superiore ef , parallela alla corda, è facile delineare il sesto dell'arco ellittico rampante col metodo delle

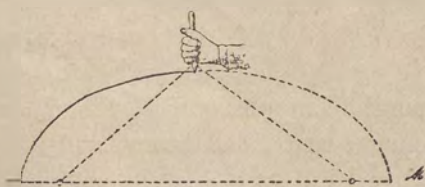


Fig. 7.

proiezioni. Si traccia la semicirconferenza sulla corda ab e si proiettano alcuni suoi punti 1, 2, 3, ... parallelamente alla corda, sul raggio cg normale alla corda; condotta la gd , dai punti 1', 2', 3', ... così ottenuti si conducano le parallele alla gd fino all'incontro con la cd ; condotte dai punti 1, 2, 3, ... così ottenuti le rette eguali e parallele alle 11, 22', 33', ... le estremità I, II, III, ... di queste rette individuano l'ellisse zoppa.

Se la distanza verticale della tangente cd dalla corda inclinata ab è eguale alla metà della corda stessa, si può tenere il seguente altro procedimento di facile esecuzione. Descritta la semicirconferenza

sulla corda ab (fig. 11), si tagli il diametro in un numero di parti qualsiasi 1, 2, 3, ... e da questi punti di divisione si elevino le perpendicolari 11', 22', 33', ... alla ab fino alla circonferenza. Si tirino poi per gli stessi punti le verticali 11₁, 22₁, 33₁, ... eguali alle perpendicolari 11', 22', 33', ... avanti tracciate; i punti

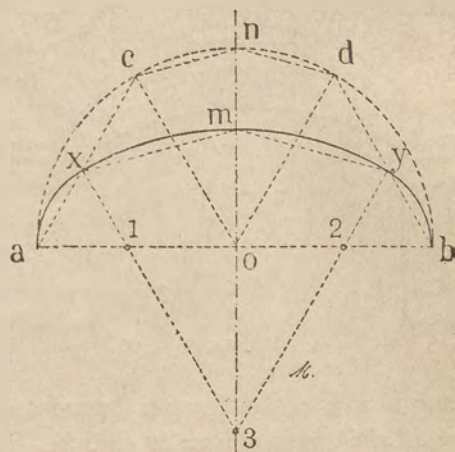


Fig. 8.

a e b e gli altri 1₁, 2₁, 3₁, ... così ottenuti, uniti mediante una curva continua ci danno il sesto ellittico zoppo cercato.

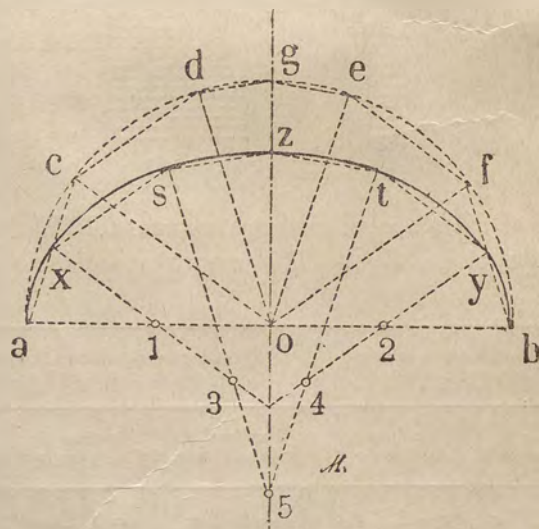


Fig. 9.

Poichè la corda ab e la monta cd costituiscono due diametri coniugati dell'ellisse, questo si può costruire ancora per punti (fig. 12) abbassando dall'estremità d della monta la perpendicolare al diametro ab , ed eguale al semidiametro cb , unendo c con b' con una retta indefinita e facendo scorrere il segmento db' di maniera che il punto b' stia sulla

maniera: Si fa $cf = ca$ e da f si traccia la perpendicolare fg alla cd sino all'incontro della ax orizzontale; il punto g , così ottenuto, è il centro dell'arco af . Sulla by , condotta orizzontale, si prenda un

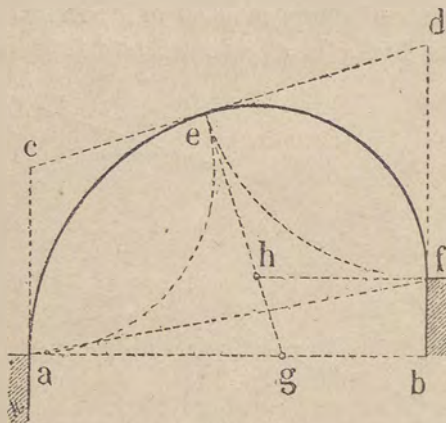


Fig. 14.

segmento bz ad arbitrio e si porti bz in fx_1 , condotta la zx_1 , bisegata in n , si elevi la ny_1 , perpendicolare alla zx_1 fino all'incontro y_1 della by ; z_1 ed y_1 saranno rispettivamente i centri degli archi fm , mb . Nel fissare il segmento bz si avrà cura che il tratto zo risulti minore di oz_1 .

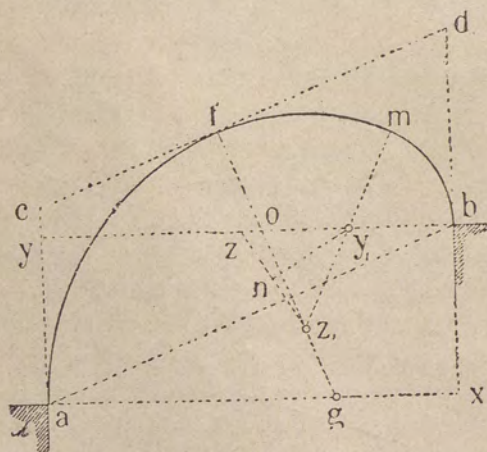


Fig. 15.

§ 2.

L'ARMATURA DEGLI ARCHI.

Stabilita la curva direttrice della imbotta di una arcata, prima di cominciarne la costruzione della medesima si apparecchiino le armature destinate a sostenere i materiali dell'arcata durante la costruzione. Queste armature dette *centine*, essendo strutture provvisorie, perchè si smontano dopo avere ultimato l'arco

ed appena che si è sicuri che le malte abbiano fatto presa sufficiente, si allestiscono nella maniera più semplice e più economica, epperò se si tratta di archi di piccola corda si possono fare con materiale a secco, diversamente si fanno con tavole o con travi, secondo la loro ampiezza, ovvero miste con travi, tavole e materiali. Constano le centine di due parti essenziali, dell'armatura propriamente detta, composta come sopra, e della copertura o *manto* costituente la superficie secondo cui la centine termina superiormente, la quale deve avere la curvatura che si vuol dare all'imbotta dell'arco. Il manto per lo più consiste di assicelle di tavole della lunghezza corrispondente allo spessore della volta, che si applicano sul dorso delle centine.

Per la costruzione di piccole piattabande si può allestire una centine impiegando un solo pancone aguzzato nelle sue estremità e conficcato nei piedritti, quando questi sono costruiti con mattoni, nella maniera indicata dalla fig. 1, tav. II, sostenendolo nel suo mezzo con un puntello, quando l'ampiezza della piattabanda lo richieda. Se l'intradosso è leggermente incurvato, come di solito si pratica, si può ottenere tale curvatura adottando un puntello poco più lungo dell'altezza dei piedritti, obbligando così il pancone, dopo averlo caricato nelle sue estremità, ad incurvarsi di quella freccia che si desidera.

Una centine simile può servire anche per archi ribassati di piccola luce, come mostra la fig. 16, nella quale si hanno due architravi accoppiati orizzontalmente, disposti secondo la corda dell'arco e conficcati con le loro estremità nei piedritti; questi architravi sostengono nel loro mezzo un pilastro di mattoni a secco che serve ad imprimere la voluta curvatura ad una tavola che vi si dispone sopra chiodata con le sue estremità agli architravi. Il puntello può essere sostenuto da una traversa, come nella fig. 2, tav. II, ovvero al puntello si può sostituire due saettoni che contrastano con la traversa come nel caso della fig. 3, tav. II.

Centine di travi e di materiali si possono allestire in maniere diverse; nella fig. 4, tav. II è indicata una centine per archi a sesto ribassato, composta di 2 architravi, sui quali sono disposte alcune tavolette destinate a sostenere dei mattoni collocati come mostra la figura e individuanti l'imbotta dell'arco. La fig. 5, tav. II indica un'altra centine di travi e materiali a secco per archi ribassati, nella quale gli architravi sono sostenuti da due ritti e nel

loro mezzo da due saettoni che contrastano con i ritti; gli architravi sostengono una struttura di mattoni a secco disposti a griglia, rivestita superiormente di uno strato di malta con la quale si dà la precisa curvatura al manto corrispondente a quella dell'imbotte dell'arco.

Una centine simile per archi a tutto sesto si vede rappresentata nella fig. 7, tav. II; questa è composta di due coppie di ritti r , di due traverse t , e di due architravi a ; un pilastro di mattoni a secco, che si eleva nel mezzo degli architravi, sostiene due puntoni coperti da uno strato di tavole, sopra le quali sono disposti a secco i mattoni che, ricoperti di uno strato di malta sul loro dorso, individuano la imbotte dell'arco. Nelle centine sovraccitate i ritti si fanno poggiare col loro piede sopra traverse o sopra uno strato di mattoni come indica la figura stessa.

Le figg. 6, 8, tav. II rappresentano due armature costruite con tavole per archi di piccola luce a tutto sesto ed a sesto ribassato; queste armature constano di due centine disposte per poco indietro le fronti dell'arco e sostenute da ritti; si omette il manto di tavole in queste centine, quando lo spessore dell'arco non supera le tre teste di mattoni, perchè questi possono disporsi direttamente sulle centine.

Per maggiori ampiezze dell'arco, anzichè fare le centine di tavole piene, conviene comporle con più pezzi di tavole a corona, come mostra la fig. 10, tav. II, collegandone le due estremità con due tiranti di legno, diversamente facilmente ne deriverrebbero cedimenti col progredire della costruzione. Anche queste centine possono servire per archi a tutto sesto e per archi a sesto ribassato od ellittico.

Per archi di grande corda a pieno centro ed a sesto ribassato od ellittico e piuttosto pesanti si impiegano le centine composte esclusivamente di travi. Di queste centine se ne hanno due categorie, quelle così dette *fisse*, nelle quali gli elementi vari sono sostenuti da puntelli intermedi, oltre quelli estremi e quelle che non hanno altri punti di appoggio che nelle estremità e che si dicono propriamente *centine a sbalzo*.

Si allestiscono le centine di travi disponendo i pezzi principali nel senso radiale, dipartendosi dal centro di curvatura dell'arco, ovvero si compongono coi medesimi gli elementi triangolari analoghi a quelli delle capriate. Nella fig. 1, tav. III è rappresentata una centine del primo tipo, nella quale le travi radiali sono mantenuti nella loro posizione mediante sbatacchi che individuano un sistema poligonale di

travi, sulle quali si adaggiano le travi corte in grossezza e le tavole del manto; due saettoni che contrastano coi ritti verticali sostengono nel mezzo gli architravi. Per grandi luci le centine radiali del tipo sopra menzionato richiedono l'impiego di un grande volume di legname, ond'è che sono state proposte centine nelle quali le travi radiali vengono in parte sostituite da sistemi triangolari o poligonali come nei tipi riportati nelle figure 17, 18. In queste centine le travi radiali essendo ridotte notevolmente in lunghezza, le loro dimensioni possono essere piccole. In ogni caso queste centine richiedono molta accuratezza nella loro costruzione in corrispondenza degli

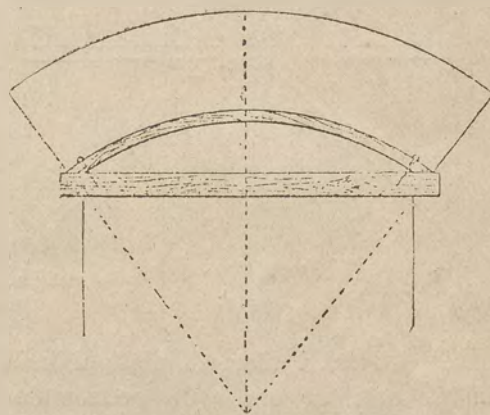


Fig. 16.

sforzi talora considerevoli che si esercitano tra i materiali delle grandi arcate.

Nella fig. 9, tav. II, 2, 3, tav. III sono disegnate tre centine con elementi triangolari; le figure essendo chiare abbastanza ci dispensano di una particolareggiata descrizione e la medesima ragione può addursi anche per l'altra centine a sbalzo indicata con la fig. 7, tav. III per arcate di grande luce.

Lo spessore delle centine dipende dal carico che devono sopportare e della distanza in cui vengono poste fra loro. Generalmente bisogna evitare l'impiego di centine poco solide e deformabili, perchè le loro deformazioni si riproducono anche negli archi e nelle volte per le quali hanno servito. epperò bisogna anche curare che i collegamenti delle armature presentino una sufficiente solidità.

§ 3.

GLI ARCHI DI MATTONI O DI COTTO.

Nella costruzione delle arcate di mattoni si possono impiegare i mattoni comuni ovvero i mattoni

aventi la forma di cuneo appositamente fabbricati. L'impiego di questi mattoni è però meno frequente, soltanto quando l'arcata deve rimanere con paramento visto può consigliarsi l'uso di questi mattoni speciali.

I mattoni negli archi si dispongono sempre per strati o filari diretti al centro di curvatura dell'intradosso dell'arco epperò normalmente alla detta superficie. Ne segue che i giunti, ossia gli strati di

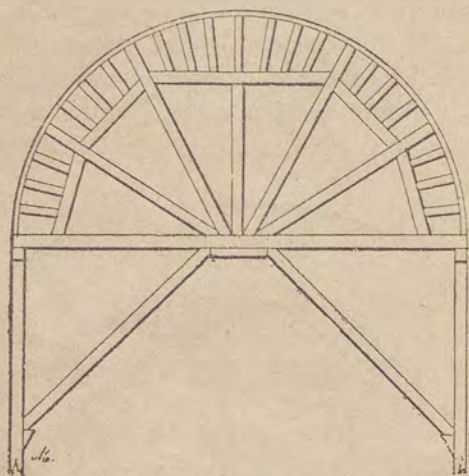


Fig. 17.

malta interposti fra i filari di mattoni individuano dei piani passanti per una retta orizzontale parallela alle generatrici della superficie di intradosso dell'arco e passante per il centro di curvatura del medesimo. Con l'impiego dei mattoni comuni tali strati di malta hanno necessariamente uno spessore crescente dall'intradosso verso l'estradosso dell'arcata.

Le arcate di mattoni hanno lo spessore nel senso orizzontale di solito eguale allo spessore del muro nel quale le arcate si costruiscono; lo spessore verticale, o meglio misurato nel senso radiale, si indica secondo teste di mattoni come per lo spessore del muro. Si dicono perciò le arcate dello spessore di 1, 2, 3, ... teste di mattoni.

Negli archi aventi lo spessore di due o più teste di mattoni la disposizione dei mattoni è fatta in maniera che le commessure che si hanno in ogni filare non corrispondano in due filari consecutivi. Indichiamo perciò nella fig. 1, tav. IV le disposizioni più comuni dei mattoni che si hanno in due filari consecutivi costituenti le arcate di 2 a 5 teste di spessore; le commessure di ogni filare dovendo corrispondere col mezzo dei mattoni del filare consecutivo, si rende necessario l'impiego di mezzi mattoni e di tre quarti come mostra la figura. La disposizione dei

mattoni, così stabilita per due filari, si intende che si debba mantenere la stessa per tutti i filari che costituiscono l'arcata.

Allorchè lo spessore dell'arco supera 5 teste, le commessure fra un filare e l'altro occupate dalla malta crescono sensibilmente dall'intradosso verso l'estradosso usando i mattoni comuni (fig. 7, tav. III), laonde è necessario in tal caso riempirle con zeppe di pietre o di mattoni, se non si vuole che i giunti si aprano all'intradosso allorchè, tolte le centine, i cunei dell'arco si serrino maggiormente verso l'estradosso dove maggiore è lo spessore della malta. Se non si vuole ricorrere a questo espediente conviene, specialmente se l'arco ha piccola curvatura, costruirlo con diversi anelli dello spessore di una o di due teste di mattoni, indipendenti l'uno dall'altro, come mostra la parte di destra della figura stessa; con tale disposizione fra due filari di mattoni di ogni anello lo strato di malta, essendo di costante spessore, subisce un restringimento uniforme e la deformazione dell'arco è omogenea per tutta la massa murale. Notevoli esempi di arcate costruite secondo anelli indipendenti di mattoni si riscontrano nelle costruzioni romane, del Medio evo e del Rinascimento,

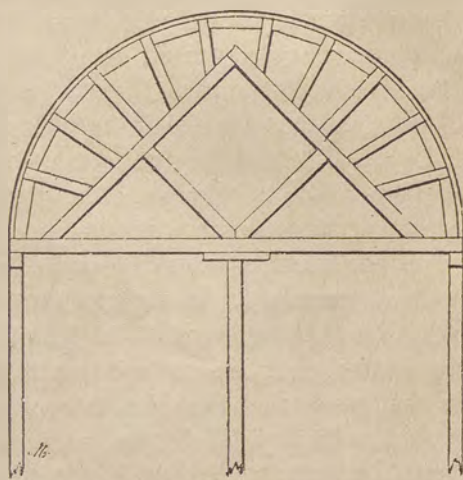


Fig. 18.

per cui tale disposizione dei mattoni non può dirsi un fatto nuovo nell'arte di fabbricare; soltanto quando gli archi sono soggetti ad un forte carico questa disposizione dovrebbe proscriversi, perchè gli anelli di raggio maggiore, possedendo un maggiore numero di giunti, sotto gli sforzi di pressione dovuti al carico, dovrebbero cedere più di quanto cedono gli anelli più piccoli. In realtà questo non avviene per-

chè ciascun anello superiore è impedito dal sottostante di comprimersi, di modo che l'anello più piccolo viene assoggettato ad uno sforzo maggiore e solo quando questo sforzo supera quello limite, l'anello immediatamente superiore sopporta lo sforzo prima sopportato da quest'ultimo. In ogni caso è solo un anello che riesce maggiormente sollecitato.

La struttura di un arco si appoggia sui muri che lo sostengono ordinariamente secondo due piani di giunto; questi due giunti si trovano sopra un medesimo piano orizzontale tutte le volte si tratta di una arcata a pieno centro, a sesto ellittico o a sesto policentrico; se l'arco è ribassato, i due giunti di imposta si trovano sopra due piani inclinati convergenti al centro della curva di intradosso dell'arco; nelle piattabande i piani di imposta ed i piani di giunto, compresi fra i cunei, si fanno convergere verso un unico punto situato sulla mezzadria dell'arco ad una distanza dalla superficie di intradosso compresa tra la corda ed il doppio della medesima, comunque la piattabanda termini superiormente, con estradosso piano, cioè, ovvero curvo (figg. 1, 3, tav. II); soltanto per le piattabande adunque si deroga dalla regola generale che i piani di giunto debbano disporsi normali alla superficie di intradosso. La disposizione alla *francese* dei cunei (fig. 4, tav. III) mentre permette che gli strati di malta siano di costante spessore, non offre troppo affidamento di solidità verso la serraglia della piattabanda.

Per ricevere l'imposta di un arco qualsiasi i piedritti perciò si fanno terminare superiormente secondo faccie inclinate opportunamente; a tal uopo si spezzano obliquamente i mattoni o le pietre secondo la linea *ab* (fig. 1, tav. III). Non sempre però i piedritti sono capaci di ricevere tutta l'imposta di un'arcata. Quando lo spessore dell'arco è forte e questo è sostenuto da pilastri relativamente stretti non è possibile estendere tutto il piano di imposta; in questo caso, specialmente poi se l'arco è costruito con diversi anelli, si spezza a scaglioni il piano di imposta, come si vede disegnato nella fig. 2, tav. IV, e sopra la faccia di ciascun scalino si imposta un anello dell'arcata. Talvolta è un concio di pietra sporgente oltre i piedritti (fig. 3, tav. IV^a) che fornisce l'imposta dell'arco.

Per costruire un arco è necessario prima stabilire la centine di tavole o di travi e tavole che deve sostenerlo fino a che l'arco non è completo e le malte non abbiano fatta sufficiente presa. La costruzione

dell'arco si fa procedere dalle due estremità, perchè, soltanto così la centine riesce sollecitata simmetricamente e si ha minore pericolo che essa si deformi sotto l'azione del carico che sopporta.

I filari di mattoni si dispongono normali alla superficie di intradosso guidandone la costruzione per mezzo di un filo che si lega per un'estremità ad un chiodo fissato nel centro di curvatura dell'arco (figg. 5, 6, 7, 8, tav. II) e quando ciò non è possibile perchè la centine, per sua natura, non permette di fissare il chiodo nel suo centro, il costruttore suole fare uso di uno squadro di tavola di legno, il quale ha uno dei due lati sagomato secondo la curvatura dell'intradosso, col quale si appoggia sul manto della centine, e l'altro in direzione normale.

Una disposizione speciale assumono i mattoni nel vertice degli archi a sesto acuto. Quivi se i giunti dovessero costantemente essere diretti al centro rispettivo dei due archi, che individuano l'arco a sesto acuto, si avrebbe la disposizione dei mattoni disegnata nella fig. 19, la quale evidentemente non offre sufficiente garanzia di solidità in questa parte importante dell'arco. Per solito perciò si conserva la direzione normale dei giunti fino ad una certa al-

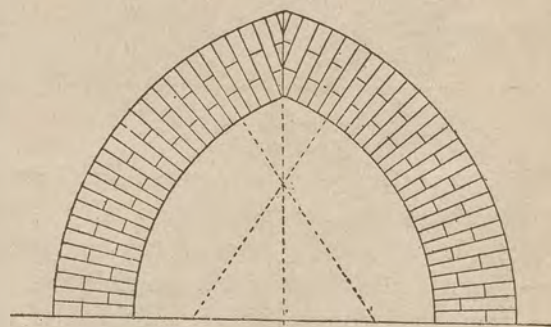


Fig. 19.

tezza dell'arco (circa m. 0.40 dal vertice) ed a partire da questo limite i piani di giunto si dirigono verso i centri situati sulla corda dell'arco seguendo una delle maniere indicate dalla fig. 20; talvolta si preferisce sostituire agli ultimi filari di mattoni che costituiscono la parte superiore dell'arcata un cuneo di pietra, come nella fig. 2, tav. III.

Gli archi a pieno centro rimandano il loro peso e quello che vi grava sopra in direzione presso che verticale sui piedritti; quelli a sesto ribassato e le piattabande invece spingono molto i piedritti per cui, allora quando le piattabande e gli archi molto ribassati assumono una notevole ampiezza, sono gravati

di forte carico ed i piedritti non sono sufficientemente ampi per resistere alla spinta dell'arco, come avviene verso gli angoli di un fabbricato, dove non è possibile bilanciare tale spinta con altre dello stesso genere, è necessario costruire sopra la piattabanda un arco di scarico detto *sordino* a pieno centro od a sesto meno ribassato, (fig. 4, II, III) il quale permetta di limitare il carico sulla piattabanda e di trasmettere con direzione, che più si approssima alla verticale, la massima parte del peso delle strutture sovrastanti all'arco.

Talvolta si utilizza l'arco di scarico per sostenere nel mezzo la struttura della piattabanda quando questa è molto ampia; basta a tal uopo interporre fra

la struttura dell'arco e quella della piattabanda una chiave portante in ferro con traverse e dadi a vite (fig. 5, tav. III) ovvero si sostiene mediante una chiave simile un concio di pietra provvisto di due piani di imposta, come mostra la fig. 6, tav. III, cambiando così la piattabanda larga in due più piccole. Il concio di pietra si può sostituire con una struttura di mattoni a filari orizzontali come indicasi nella figura 21.

Per le piattabande di grande luce la sospensione si pratica in più punti mediante chiavi di ferro ovvero intercalando fra i filari di mattoni alcune lastre di pietra sporgenti sino all'imbotte della piattabanda, fra le quali si colloca una struttura di riempimento

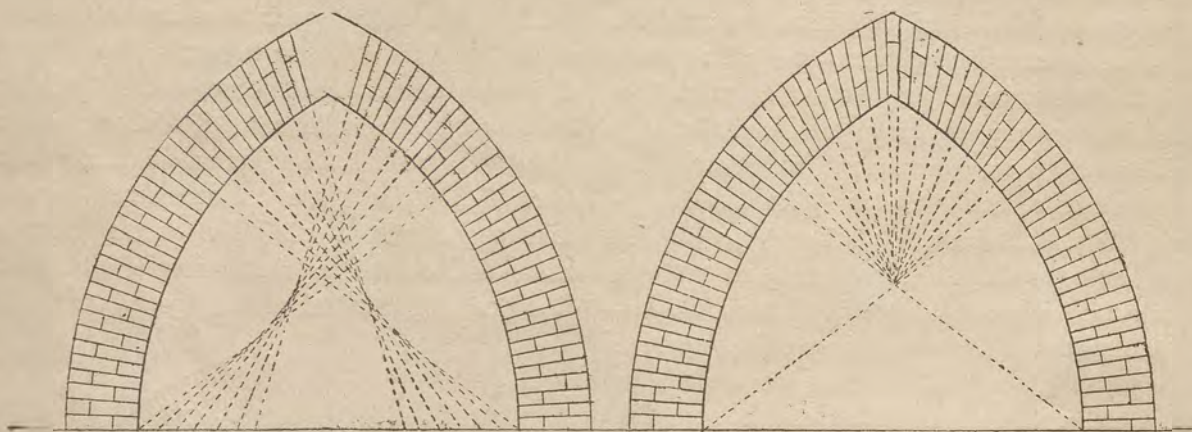


Fig. 20.

che dalle medesime viene sostenuta a cagione della loro disposizione radiale (fig. 4, tav. IV).

Quando la piattabanda deve coprire un passaggio sbieco rispetto alle pareti del muro nel quale è praticato, non conviene che i piani di giunto riescano inclinati rispetto le pareti del muro; la piattabanda allora si estende per tutto il rettangolo abbracciante il parallelogrammo compreso fra i piedritti (fig. 22).

Talvolta per non estendere troppo la piattabanda, in simili casi suolsi interporre due concio di pietra disposti come indica la fig. 5, tav. IV, i quali ne abbreviano la portata.

Nella collocazione in opera dei mattoni per la costruzione degli archi valgono le stesse norme che regolano la costruzione dei muri di mattoni; si avrà cura principalmente di bagnare bene i mattoni tuffandoli nell'acqua e non aspergendoli soltanto e si impiegherà buona malta bene vagliata, preferibilmente idraulica, proscrivendo l'uso delle malte con gesso, perchè questo materiale produce macchie giallastre

alla superficie esterna degli intonachi, che non valgono a compensare il beneficio della rapida presa che si ottiene con tali malte, quando oggidì si ha il cemento il quale corrisponde pienamente a questo scopo.

§ 4.

GLI ARCHI DI PIETRA DA TAGLIO.

Quando si hanno a disposizione pietre stratificate e piuttosto regolari, si può costruire un arco con pietrame greggio siffatto ed allora per queste arcate valgono le medesime regole enunciate per gli archi di mattoni: soltanto si avrà cura di situare le pietre più grosse verso l'impostature dell'arco e le più piccole verso la chiave e di introdurne a determinati intervalli qualcuna che abbracci tutto lo spessore dell'arco. Conviene murare le pietre greggie mano mano che si assestano; raramente si murano dopo che tutte sono state collocate a sito, facendo colare negli interstizi una malta fluida e rivestendone le pareti.

Le arcate costruite con pietre regolari, appositamente intagliate, si presentano differenti da quelle costruite in mattoni o con pietrame; mentre in queste deve farsi assegnamento per il loro equilibrio soprattutto sul collegamento delle malte coi mattoni e coi materiali minuti, nelle arcate in pietra da taglio si conta pochissimo sopra tale collegamento, la loro stabilità essendo dovuta al perfetto taglio delle pietre con le quali si costruiscono.

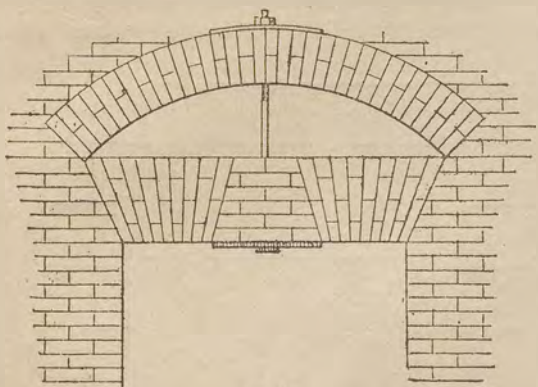


Fig. 21.

Gli archi più semplici sono quelli a sesto circolare intero o ribassato, potendo questi essere costrutti con cunei di unica forma e dimensione (fig. 6, tav. IV); seguono in ordine decrescente di semplicità gli archi policentrici di cui la forma dei cunei cambia per ogni centro e quindi gli archi ellittici dove i cunei cambiano continuamente di forma dall'imposta verso la chiave.

Nelle arcate generalmente si fanno i cunei lunghi quanto lo spessore dell'arco, in questi archi perciò non si hanno nei filari commessure parallele ai piani di fronte, come si hanno necessariamente nelle volte. Nelle arcate più semplici (fig. 6, tav. IV) ciascun cuneo possiede sei faccie e cioè le fronti anteriore e posteriore, dette anche *teste* del cuneo, i due piani di giunto e le due superficie curve di intradosso e di estradosso. Per il taglio di un cuneo è necessario che si conosca in vera grandezza il disegno di tutte le faccie che lo individuano od almeno quello delle faccie più irregolari, quando durante la lavorazione si faccia uso della squadra.

I piani di giunto negli archi in pietra da taglio si stabiliscono normali alle fronti dell'arco e, ad eccezione della piattabanda e degli archi obliqui, normali alla superficie di intradosso. Nello stabilire i piani di giunto e la superficie dello estradosso dei

cunei si tiene cura che questi non risultino con angoli salienti acuti, o che ne abbiano il minor numero possibile.

Le piattabande in pietra da taglio si apparecchiano, come quelle di mattoni, coi piani di giunto diretti al vertice del triangolo equilatero costruito sulla corda (fig. 23); allo scopo però di rendere meno sensibili gli angoli acuti dei cunei in questa piattabanda si preferisce il taglio dei cunei diretto ad un vertice ancora più distante dall'intradosso, però non oltre il doppio della corda (fig. 24) ed allo scopo medesimo conviene estradosare tutti o parte dei cunei con due faccie piane, una orizzontale e l'altra verticale, con le quali i cunei si raccordano con i filari di conci del muro. Meno lodevole è la disposizione a gomito dei cunei per conseguire tale raccordo (fig. 6, tav. IV), perchè questi cunei, sottoposti a forti pressioni, tendono a spezzarsi nell'angolo dietro rientrante.

Spesso ad evitare gli angoli acuti nei cunei delle piattabande si spezzano gli spigoli aventi un angolo minore di 90° , dirigendo i giunti perpendicolarmente alla superficie di intradosso e di estradosso alla distanza di 10 cm. circa dalle medesime (fig. 25). I cunei con orecchioni nascosti (fig. 26) offrono i

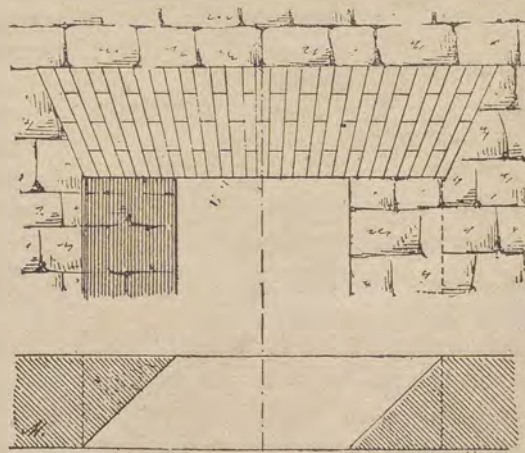


Fig. 22.

medesimi inconvenienti di quelli a gomito già mentovati, per cui, come questi, poco si raccomandano.

Mai si fa coincidere col piano di intradosso di una piattabanda di pietra da taglio il piano di giunto orizzontale dell'ultimo filare di pietre costituente il piedritto; questo piano si mantiene sempre un poco più basso (figg. 24-25) per evitare che i conci orizzon-

tali, su cui imposta la piattabanda, terminino con un angolo molto acuto, come si vede nella fig. 23.

Quando gli archi circolari sono molto ribassati conviene prolungare i cunei fino ad un unico piano orizzontale tangente al cuneo di chiave (fig. 27),

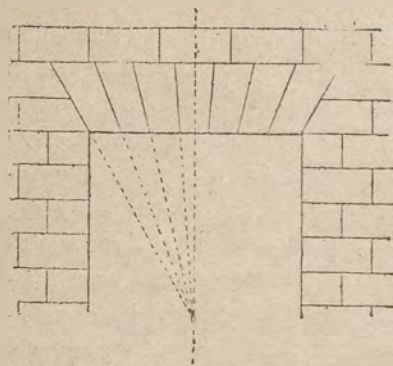


Fig. 23.

poichè raramente si estradosano i cunei di un arco parallelamente alla superficie di intradosso, tale lavoro richiedendo spreco di materiali e mano d'opera inutile, quando l'estradosso è destinato a rimanere nascosto nella struttura murale che si eleva sopra. Per questo motivo si lasciano greggi i cunei verso l'estradosso, quando l'arco è praticato in un muro costruito di mattoni o di pietrame (fig. 28) o, come accenna la parte destra della medesima figura, si squadrano grossolanamente sul dorso.

Se il muro è in pietra da taglio i cunei si estradosano quasi sempre in maniera che questi si raccordino con i filari orizzontali dei conci del muro, ed allora si possono dare i seguenti casi: 1.º se si mantiene di costante lunghezza il giunto dei cunei e di costante altezza i filari orizzontali dei conci del

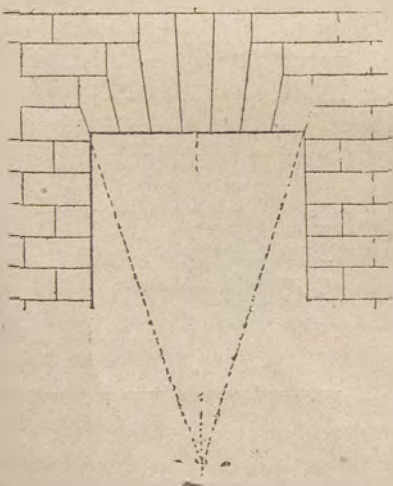


Fig. 24.

muro, si avranno cunei, come in fig. 29-1, crescenti di volume dall'imposta verso la chiave dell'arco, con danno anche dell'estetica; 2.º se i giunti si mantengono della medesima altezza ed i cunei misurati all'intradosso hanno grandezza costante, allora sono i filari orizzontali dei conci del muro che diminuiscono di altezza (fig. 29-2), anche qui senza vantaggio dell'estetica. Per questi motivi si tiene per lo più la

strada di mezzo, mantenendo, cioè, costante la larghezza dei cunei misurati all'intradosso ed aumentando di poco la lunghezza di giunti dall'imposta verso la chiave, diminuendo, ove occorre, di poco anche l'altezza dei filari orizzontali dei conci, in tal caso i vertici di risvolto dei cunei si fanno capitare sopra una curva xy continua (fig. 7, tav. I).

Vi ha chi preferisce la forma a gomito pei cunei degli archi (fig. 29-3) che si vogliono raccordare con i filari orizzontali dei conci del cuneo; come per le piattabande, però, tale forma dovrebbe proscrivere

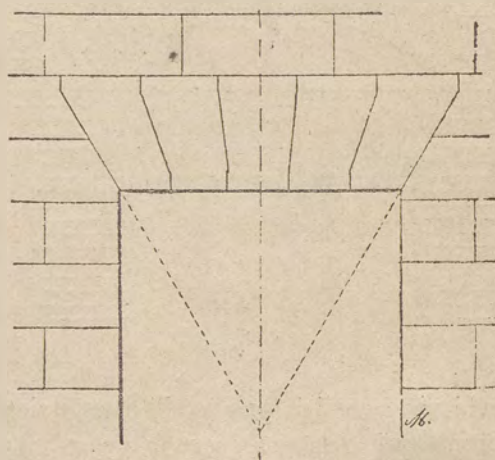


Fig. 25.

vere per evitare le indispensabili lesioni che si verificano negli angoli diedri rientranti dei cunei, quando questi sopportano un carico rilevante.

Per l'apparecchio degli archi cilindrici retti basterà adunque dividere la curva direttrice dell'imbotte in un numero dispari di parti eguali (fig. 30) e pei punti di divisione così ottenuti ed il centro della curva far passare le rette traccie dei piani di giunto sul piano di fronte dell'arco, ed estradosare i cunei, così individuati, nella maniera più conveniente per il raccordo dei medesimi con le murature circostanti. Nella proie-

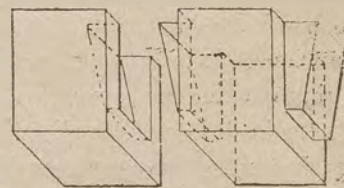


Fig. 26.

zione orizzontale dell'arco rappresentato in questa figura sono segnate le linee di intradosso corrispondenti alle traccie sull'imbotte dei piani di giunto; con tale rappresentazione i cunei dell'arco restano determinati potendosi dedurne facilmente le faccie singole e passare quindi alla lavorazione dei cunei.

Se gli archi sono a sesto ellittico le linee di testa dei giunti sono date dalle bisettrici degli angoli compresi dai raggi vettori (fig. 31) tali rette riuscendo normali alla curva. E per la proprietà che hanno queste normali di costituire una

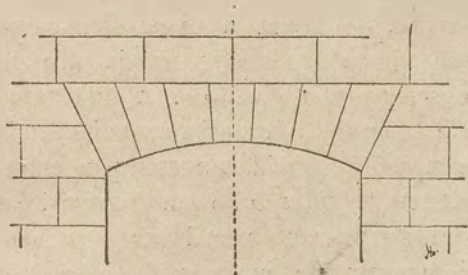


Fig. 27.

somma costante con gli archi della linea *ibde* da loro involupata compresi tra il punto di contatto e l'estremità *e* della medesima (normale $ab + \text{arco } be = \text{normale } cd + \text{arco } de = \dots = \text{costante } ze$) se ne ritrae il partito suggerito dal Morre per tracciare graficamente la direzione dei giunti negli archi ellittici e quindi la direzione dei filari specialmente quando l'arco ellittico è fatto con mattoni. Costruita la centine dell'arco (fig. 1, tav. V), sopra pezzi ausiliari si riportano alcune tavole *p, q*, ecc. tagliate secondo la forma dell'involuppo delle normali all'ellisse ed allora, facendo uso di un filo legato con una estremità ad un chiodo infisso nel

punto estremo *e* della involupata, adagiando costantemente il filo, tenuto teso, sul dorso delle tavole *p, q* . . . , questo filo ci segna la direzione dei giunti ed il suo punto *b* distante dal chiodo *e* quanto il punto *z* ci descrive l'ellisse medesima. È facile costruire l'involupata per punti e trovarne anche i suoi punti estremi *e, i* con la costruzione indicata con punteggiate nella fig. 31, dove la retta *xe* è condotta normale alla *zy*; l'involupata così costruita serve per il taglio delle tavole *p, q* . . .

Se gli archi cilindrici sono obliqui per rispetto le pareti del muro allora le generatrici non riescono normali alle fronti dell'arco. Particolari maniere, si hanno per la

genesì dell'imbotte ed il tracciamento delle linee di intradosso per questi archi, risultanti dalle intersezioni dell'intradosso coi piani di giunto; tali norme, come vedremo valgono,

tanto per gli archi obliqui costruiti in pietra da taglio, quanto per quelli costruiti con mattoni.

Come anzi si disse per potere bene lavorare un cuneo è necessario disegnare in vera grandezza per mezzo delle proiezioni dell'arco e delle linee di intradosso e di estradosso, le superficie di giunto del mede-

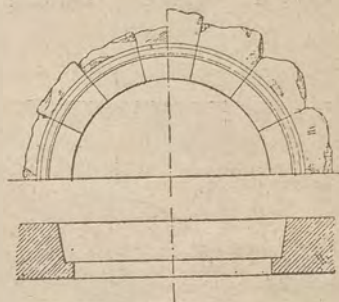
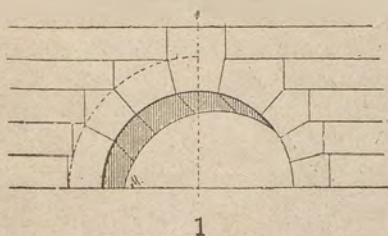
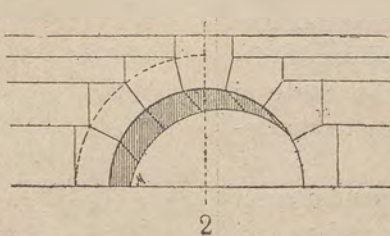


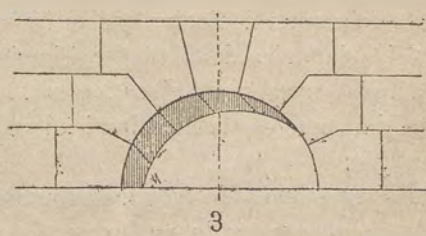
Fig. 28.



1



2



3

Fig. 29.

simo, le quali a tale scopo si fanno ribaltare dalle proiezioni sopra uno dei piani di riferimento. Si allestiscono allora le così dette *forme*, che sono cartoni, tavolette sottili di legno o fogli di zinco, tagliati in maniera da coincidere perfettamente con le faccie irregolari dei cunei, potendosi per le faccie regolari fare uso della riga e della squadra durante la lavorazione. Ed allora supponendo di dover lavorare il cuneo rappresentato nella fig. 32-A, si sceglie un masso, ordinariamente sbizzato secondo la forma di un paral-

lelepipedo rettangolo, capace di contenere il cuneo, e si spiana una delle faccie più ampie e quindi una faccia di testa ad angolo retto con la prima, facendo uso della squadra (fig. 32-B); sopra la fronte così preparata si riporta la forma relativa alla faccia di testa anteriore *A* del cuneo, la quale vi si disegna in maniera che i vertici *d* ed *e* della curva di intradosso coincidano con lo spigolo rettilineo delle due faccie spianate del concio; indi si disegna sulla faccia più ampia il rettangolo corrispondente al rettan-

golo piano $ed\ mn$ dell'intradosso, la retta $m_1\ n_1$, che se ne ottiene, sarà lo spigolo che la medesima faccia farà con l'altra di testa posteriore del cuneo che si può parimente spianare con l'aiuto della squadra. Disegnata anche sopra questo piano la forma di testa del cuneo coi suoi vertici $m\ n$ coincidenti con $m_1\ n_1$, sarà facile compito spianare tutte le faccie piane rimanenti del cuneo, controllandone l'esattezza con un regolo che poggiato sulle rette di testa si fa scorrere parallelamente alle linee $d_1\ m_1, e_1\ n_1$ dell'intradosso per la lavorazione dei piani di giunto (fig. 32-*C*) ed agli spigoli $b_1\ o_1, c_1\ p_1$ per la lavorazione delle due faccie d'estradosso verticali del cuneo ed agli spi-

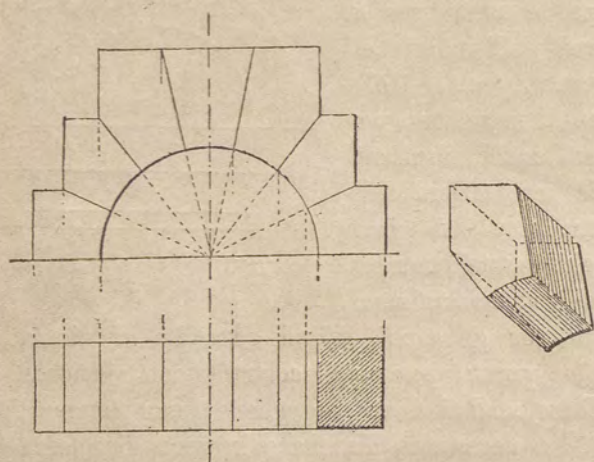


Fig. 30.

goli $a_1\ g_1, h_1\ i_1$ per la lavorazione della faccia di estradosso orizzontale. Anche per la lavorazione della superficie cilindrica dell'imbotte si impiega il regolo che si adagia sopra punti $d_1\ m_1, a_1\ x_1 \dots$ delle curve di testa del cuneo corrispondenti ad una medesima generatrice.

Quanto è stato detto per la lavorazione dei cunei di un arco retto vale anche per la lavorazione dei cunei appartenenti ad una piattabanda.

Qualora l'apertura coperta dalla piattabanda è munita di riquadro ab , di battente bc e di squarcio cd (figg. 1, 2, tav. VI), anche i cunei riportano queste superficie nell'intradosso, di cui il taglio riesce facile dopo aver lavorato le faccie di testa ed i piani di giunto di ciascun cuneo. Ciò vale anche per i cunei di un arco provvisto di battente e di squarcio (fig. 33) quando l'arco non è provvisto di imposte; in questo caso ciascun cuneo termina all'intradosso con una superficie cilindrica A corrispondente al riquadro dell'apertura, con una superficie anulare piana B

corrispondente al battente e con una superficie conica C in corrispondenza dell'apertura dello squarcio.

Quando l'apertura è provvista di imposte a due mezzine, perchè ciascuna di queste possa liberamente aprirsi, è necessario che l'imbotte in corrispondenza dello squarcio dell'apertura, la quale copre il trapezio $abcd$ (fig. 34) abbia il piano di imposta $a_1\ b_1\ c_1\ d_1$ situato ad un livello di poco più alto del punto estremo superiore o dell'arco. A tale scopo si può coprire il sopradetto trapezio, come indica la figura, con una superficie conoidica avente per generatrice la retta orizzontale ($ab, a_1\ b_1$) e per direttrici l'arco $b_1\ c_1$ e la verticale passante per il punto m incontro dei piani di squarcio. La curva $a_1\ d_1$, intersezione dell'imbotte colla parete anteriore ad del muro, si può tracciare per punti seguendo la costruzione indicata nella figura.

Il trapezio $abcd$ può coprirsi con una superficie sgheмба (*dietro-volta storto*) che abbia principio al

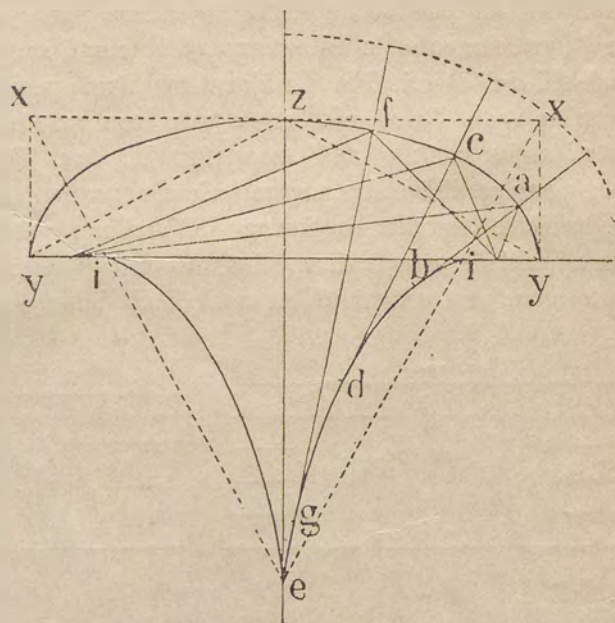


Fig. 31.

piano di imposta dell'arco e , per non impedire l'apertura della mezza imposta, è generata e raccordata coi muri laterali nella maniera seguente: Tracciato l'arco direttore $a_1\ b_1\ c_1$ (fig. 3, tav. VI) ed un arco $d_1\ e_1$ di raggio conveniente, ma tale che i punti estremi d_1, e_1 stiano ad un livello più alto del punto b_1 , si immagini la porzione di volta proiettata in $d_1\ g_1\ b_1\ f_1\ e_1, dgfe$, che per brevità chiameremo A , generata da una retta che si appoggia alle due curve $g_1\ b_1\ f_1$ e $d_1\ e_1$ ed all'asse oo_1 dell'imbotte

cilindrica. Le altre porzioni di volta proiettata verticalmente in $e_1 f_1 c_1 = B^1$, $d_1 g_1 a_1 = C^1$, che completano l'intradosso, devono essere raccordate con la precedente volta A , se si vuole che la volta non presenti un brutto aspetto. In particolare la superficie B dovrà toccare la superficie A in tre punti almeno della comune generatrice $o_1 f_1 e_1$. Tale condizione essendo soddisfatta nei due punti f_1 ed o_1 , perchè quivi sono comuni alle due superficie le direttrici $a_1 b_1 c_1$ od oo_1 , occorrerà fare in maniera che il contatto abbia luogo nel punto e_1 . Il piano tangente nel punto e_1 alla superficie A è quello individuato dalla generatrice $o_1 e_1$ e dalla tangente $e_1 h_1$ in e_1 alla curva $d_1 e_1$; questo piano interseca il piano verticale di proiezione xy secondo la $f_1 h_1$ parallela a $e_1 h_1$. Il piano tangente in e_1 alla superficie B è quello individuato dalla medesima generatrice $f_1 e_1$ e dalla tangente in e_1 alla linea di intersezione $e_1 l_1 c_1$, fin'ora sconosciuta, della medesima superficie col piano di squarcio ce . Perchè questi due piani tangenti costituissero un solo piano, basta che la tangente ultima si trovi nel primo piano tangente, ed allora questa tangente incontrerà la traccia $f_1 h_1$ in un punto e dovendosi in pari tempo trovare nel primo verticale ce dello squarcio, tale punto di incontro sarà il punto n_1 intersezione della traccia $f_1 h_1$ con lo spigolo verticale cc_1 ; la tangente alla curva adunque è la $e_1 n_1$. Per costruire allora la curva ribalteremo il piano dello squarcio sul coordinato xy_1 , il punto n_1 resta fisso, il punto e_1 si ribalta in e_2 ed $e_2 n$ è il ribaltamento della tangente alla curva da costruire. Disegnato anche il quadrante $c_1 m_1$ corrispondente al contorno della mezza imposta aperta, se la tangente $e_2 n_1$ non interseca il quadrante, potremo disegnare per ribaltamento della intersezione della superficie B col piano di squarcio, una curva composta di due parti, di una porzione dell'arco del quadrante $c_1 m_1$ e di un arco tangente a questo ed alla retta $n_1 e_2$, ossia la punteggiata $e_2 p_1 c_1$ della figura; meglio però corrisponderebbe una curva $e_2 p_2 c_1$, costruita nello stesso modo con un quadrante di raggio poco più grande per essere sicuri che l'imposta non incontri alcun ostacolo nell'apertura. Nella pratica, con grande vantaggio delle operazioni grafiche, si traccia addirittura l'arco tangente alla $e_2 n_1$ ed allora la intersezione ribaltata sarà composta di una parte dell'arco di quadrante suddetto e di una parte rettilinea. Così definita tale intersezione, è facile compito ricavarne la proiezione verticale per punti; un

punto qualunque l'_1 , infatti, seguendo la costruzione accennata nella figura, si troverà in l_1 ; la curva $e_1 l_1 c_1$ sarà perciò la terza direttrice della superficie B raccordata con la superficie A . Costruita analogamente la proiezione della superficie C , si procede al taglio dei cunei con piani di giunto passanti per l'asse oo_1 dell'imbotte cilindrica e per punti equidistanti della curva di intradosso divisa in un numero dispari di parti eguali. Si estradossano i cunei in maniera che si possano raccordare con i filari orizzontali dei conci del muro e la lavorazione di ciascun cuneo procede in maniera simile di quella indicata pei cunei di volte a botte rette e cioè lavorando prima le faccie dell'estradosso, quindi le faccie di testa, poi quelle di giunto ed in ultimo quelle di intradosso e di queste si eseguisce prima la superficie cilindrica, indi l'anulare piana e per ultima

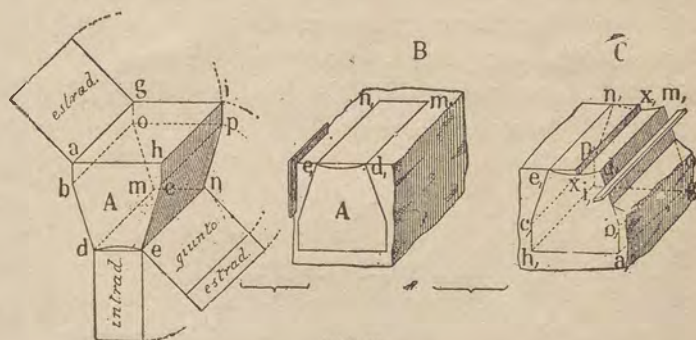


Fig. 23.

la rigata storta col controllo di un regolo che si appoggia sopra punti xx_1, yy_1, \dots delle curve direttrici corrispondenti ad una medesima generatrice (fig. 4, tav. VI).

Come venne indicato per gli archi di cotto, quando due arcate in pietra da taglio impostano alla medesima altezza sopra un pilastro di larghezza insufficiente per contenere i due piani di imposta, si adotta una delle disposizioni indicate dalla fig. 35 facile a comprendersi ovvero quella indicata dalla fig. 36, allorchando si disponga soltanto di pietre piccole, la quale consiste nello svasare l'estremità superiore del pilastro con alcuni filari orizzontali di pietre, come si è visto per i pilastri di mattoni e ricavando i pieducci delle arcate sopra tale struttura sporgente.

Per la costruzione delle arcate in pietra da taglio, come per quelle di mattoni, abbisognano le centine per sostenere i cunei finchè l'arco non è chiuso; queste centine saranno robuste abbastanza e costruite con molta accuratezza perchè non si deformino sotto

il peso dei cunei, che si collocano in opera mano mano simmetricamente da una parte e dall'altra delle centine, lasciando di assestare per ultimo la chiave dell'arco, la quale deve serrarsi con forza battendola, dove occorra, con una mazza di legno.

La muratura dei cunei procede come pei conci nei muri in pietra da taglio, usando strati sottili di malte vagliate. Naturalmente non si potrà fare affidamento sul collegamento delle malte in tali strutture, perchè i cunei, prima di assestarsi definitivamente, sono destinati a muoversi più volte. Un primo movimento lo compiono all'atto della chiusura dell'arco, forzando il cuneo di chiave; un altro assestamento essi prendono quando ha luogo il disarmo delle centine e finalmente altri ancora mano mano si carica l'arco di struttura murale. Ed allora le malte interposte fra i cunei si alterano per tali movimenti, specialmente se sono indurite, l'equilibrio quindi negli archi e nelle volte in pietra da taglio, quando le pietre sono piuttosto grosse, deve essere esclusivamente alla perfetta esecuzione del taglio dei cunei ed alla loro esatta collocazione in opera.

§ 5.

GLI ARCHI OBLIQUI.

Negli archi come nelle volte oblique le generatrici sono inclinate ai piani di fronte del muro. Poichè

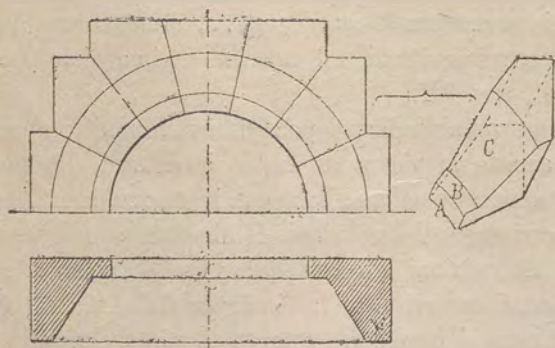


Fig. 33.

l'arco obliquo può considerarsi come una volta obliqua di dimensioni più piccole, corrispondenti allo spessore del muro, procederemo senz'altro al tracciamento dei piani di giunto e delle superficie di intradosso e di estradosso nelle volte oblique; ciò costituisce il caso generico al quale si riferiscono anche gli archi obliqui.

Si possono dare le seguenti due ipotesi: Che la volta obliqua sia a intradosso cilindrico, ossia generata da una retta che mantenendosi orizzontale si appoggi sulle due direttrici di testa della volta, ovvero che la volta sia rigata a intradosso storto.

Se $abcd$ è il parallelogrammo da coprire con una volta cilindrica obliqua (fig. 2, tav. V) ed ab ,

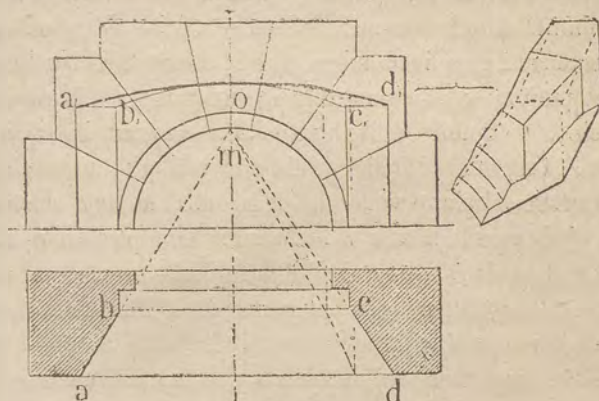


Fig. 34.

dc sono i piedritti sui quali imposta la volta, se $a_1 m_1 d_1$, $b_1 n_1 c_1$ sono le proiezioni verticali delle linee di testa, che per semplicità supponiamo circolari, fatte sopra un piano parallelo a quello delle fronti ad , bc della volta, condotta pel centro o del parallelogrammo di nascita una retta oo_1 perpendicolare ai piani di testa, per questa retta e pei punti di divisione in un numero dispari di parti eguali della semicirconferenza $a_1 g_1 c_1$ di centro o_1 si facciano passare dei piani di giunto che avranno per tracce verticali le rette $0_1 1$, $0_1 2$, $0_1 3$, ...; le porzioni di queste tracce comprese tra le curve di testa $a_1 m_1 d_1$, $b_1 n_1 c_1$ e la superficie di estradosso, che nella figura supponiamo tagliato con faccie verticali ed orizzontali per conseguire il raccordo con i filari orizzontali dei conci del muro, saranno le linee di fronte dei cunei di testa; le porzioni delle medesime tracce comprese tra le proiezioni verticali delle linee di testa della volta, saranno gli spigoli di intradosso dei piani di giunto e gli spigoli di giunto trasversali paralleli ai piani di fronte saranno situati sopra le sezioni coll'imbotte di piani secanti paralleli alle fronti xy , $x^1 y^1$, ... e saranno alternati per filari consecutivi come mostra la figura. Le proiezioni orizzontali delle linee di intradosso longitudinali sono archi ellittici di cui è facile il tracciamento per punti, la proiezione verticale $m_1 n_1$ di una di queste linee di intradosso avrà per corrispondente orizzontale la mn . Le proiezioni

orizzontali delle linee dei giunti trasversali sono rette parallele ai piani di fronte e quindi alle rette bc ed ad . I piani di giunto si ottengono in vera forma e grandezza effettuandone il ribaltamento sopra il piano orizzontale di proiezione. La $m_2 n_2$, essendo il ribaltamento della $m_1 n_1$, il quadrilatero $2^1 2^1_1 m_2 n_2$ è la

ticali delle due curve di testa, sarà parallela all'asse oo_1 . I piani di giunto longitudinali condotti come prima per la retta oo_1 perpendicolari alle fronti della volta, taglieranno la volta secondo generatrici della medesima, epperò le proiezioni verticali ed orizzontali delle linee longitudinali di intradosso saranno linee rette che si

ricavano proiettandone gli estremi situati sulle curve di testa della volta, cosicchè lo spigolo $m_1 n_1$ avrà per proiezione orizzontale la retta mn . I piani verticali $xy, y'x', \dots$ paralleli alle fronti che, secondo alternativamente i filari di cunei, servono a fornire i giunti trasversali, secheranno la superficie storta dell'intradosso secondo curve non circolari che si tracciano per punti; il punto p della mn avrà per proiezione verticale p_1 della $m_1 n_1$, di più queste curve passeranno tutte per il punto i . Completate le proiezioni della

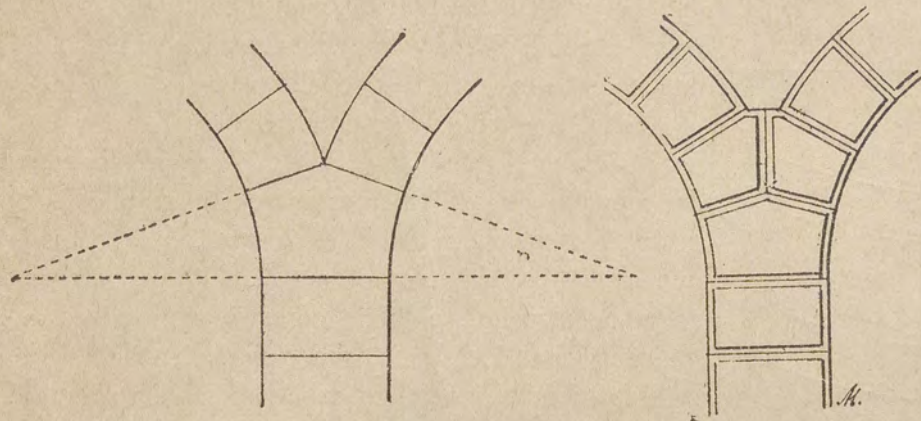


Fig. 35.

faccia di giunto corrispondente alla traccia verticale $O_1 n_1 m_1 2$. Il taglio dei cunei procede nella maniera generale tenendo presente che per il taglio della superficie di intradosso si farà uso del regolo che si adatta sopra punti $xy, x_1 y_1 \dots$ delle direttrici di testa corrispondenti a generatrici della imbotta (fig. 3, tavola V).

L'apparecchio delle volte cilindriche oblique con un sistema di piani di giunto longitudinali paralleli alle generatrici della volta dà poco buoni risultati, perchè conduce ad aversi dei cunei provvisti di angoli tanto più acuti quanto maggiore è l'inclinazione della volta (fig. 37) e quel che più importa genera dei cunei i quali, come quelli segnati in A, B nella figura, spingono a vuoto, quando i piani di giunto trasversali sono perpendicolari alle generatrici. Per cui questa maniera di tagliare i cunei non è in uso.

Se il parallelogrammo $abcd$ si suppone coperto da una volta storta, questa può immaginarsi generata da una retta che, adagiandosi sulle due curve di testa, tocchi costantemente la retta oo_1 (fig. 4, tav. V) condotta per il centro o del parallelogrammo, da coprirsi, perpendicolarmente ai piani di fronte della volta. La generatrice allora incontrerà al di là del piano verticale di proiezione la retta oo_1 per la porzione di volta situata alla sinistra della medesima, e al di qua per la porzione di destra; la generatrice condotta per il punto i di intersezione delle proiezioni ver-

volta col tracciare la superficie di estradosso a botte retta perpendicolare alle fronti o, come è praticato in figura, con piani orizzontali e verticali. se si richiede il raccordo con i filari di conci orizzontali del muro, e disegnate in vera forma e grandezza i giunti longitudinali ribaltandoli sul coordinato orizzontale (avranno la forma di un trapezio, onde il vantaggio di poterli speditamente tracciare), si procederà al taglio dei cunei, usando al solito la squadra per le faccie piane

ad angolo retto ed il regolo per la faccia curva che si adagia sopra punti $xy, x_1 y_1 \dots$ di riferimento delle curve di testa, corrispondente ciascuna coppia ad una medesima generatrice

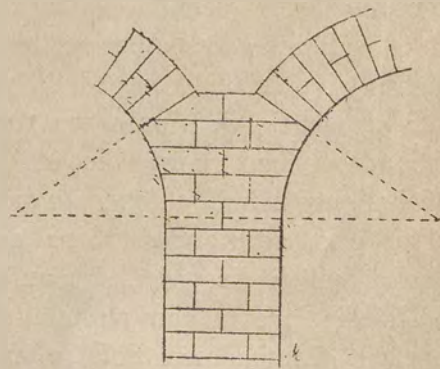


Fig. 36.

ce (figura 5, tav. V). Gli apparecchi precedentemente indicati per le volte oblique, oltre a non possedere i piani di giunto longitudinali perpendicolari alla superficie di intradosso, hanno l'inconveniente di tracciare sulla fronte linee di giunto, le quali non riescono perpendicolari alle curve di testa dell'imbotta. In una volta costruita di materiali di

piccole dimensioni, come ad esempio di mattoni, tale difetto riesce più sensibile, riuscendo il materiale disposto, come indica la fig. 38, in maniera

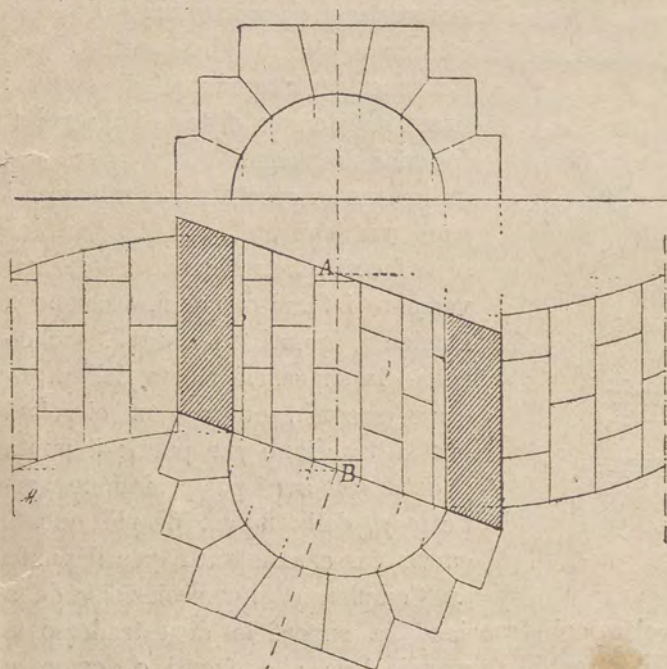


Fig. 37

poco conveniente e con angoli molto acuti specialmente verso la chiave dell'arco.

Per questi motivi i costruttori preferiscono per le grandi volte cilindriche oblique l'apparecchio così detto *elicoidale*, secondo il quale le superficie di giunto longitudinali sarebbero condotte secondo eliche tracciate sull'intradosso perpendicolarmente ai piani di fronte della volta e le superficie di giunto trasversali secondo eliche perpendicolari alle eliche longitudinali e generate da una retta che, adagiandosi sopra questi due ordini di direttrici, si mantenga perpendicolare in ogni punto alla superficie di intradosso. Siffatte superficie di giunto saranno perciò delle elicoidi storte a piano direttore, perchè la generatrice riuscirebbe costantemente parallela al piano della sezione retta della volta e incontrerebbe l'asse ad angolo retto.

Le linee di giunto sui piani di testa, che sono le traccie delle elicoidi di giunto sui medesimi, sono linee di curvatura poco sensibile, specialmente per le

volte di grande luce, epperò nella pratica si sostituiscono con linee rette, facilitandosi così la rappresentazione delle proiezioni della volta.

Le proiezioni delle linee di giunto dell'intradosso si ottengono costruendo lo sviluppo della superficie di intradosso sul piano di proiezione orizzontale e tracciando in esso lo sviluppo delle eliche direttrici delle superficie di giunto longitudinali, che saranno rette normali alla corda della sinusoide sviluppo delle curve di testa e rette perpendicolari a queste per le eliche direttrici dei giunti trasversali.

Se adunque $abcd$ (fig. 39) è il parallelogrammo da coprire con una volta a botte, per semplicità supposta a sezione circolare, se $a_1 e_1 d_1$, $b_1 e_1 c_1$ sono i due semiellissi di fronte e 0213450_1 è la sezione retta della volta, è facile compito per mezzo delle generatrici $0, 1, 2, 3, \dots$ tracciare la superficie $dcpq$ sviluppata dalla superficie di intradosso sul piano orizzontale di proiezione, attorno lo spigolo di imposta dc , la pq , trasformata dello spigolo di imposta ab , distenderà dalla dc per quanto è lo sviluppo della sezione retta della volta. Si tirino allora le corde dq , cp delle sinusoidi omonime sviluppi delle curve di testa e si dividano nello stesso numero dispari di parti uguali corrispondentemente al numero dei cunei che si vogliono avere in ciascuna fronte. Per uno di questi punti di divisione p si conduca una perpendicolare alla corda cp , cui questo appartiene, e se questa perpen-

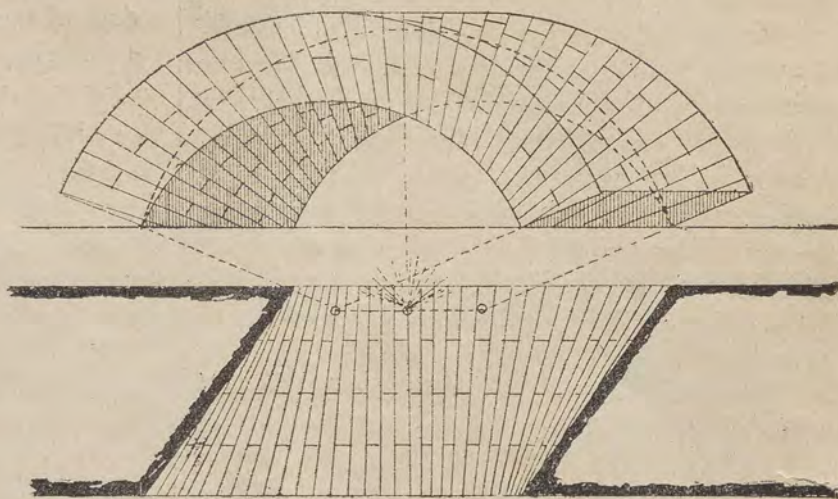


Fig. 38.

dicolare non passerà per un punto di divisione della corda opposta dq , si congiunge il punto p al punto p_1 della corda dq , che le sta più vicino. Allora dai punti di divisione della corda cp si conducono altrettante rette parallele alla pp_1 e queste, che non sono altra cosa

che trasformate delle eliche tracciate sull'imbotte, passeranno per i punti di divisione della corda opposta dq e determineranno la larghezza dei cunei sulle linee di fronte dell'intradosso.

Per determinare sull'imbotte gli spigoli dei giunti trasversali non conviene prendere dei piani paralleli alle fronti, le cui sezioni coll'imbotte darebbero altrettante sinusoidi parallele a quelle di testa e quindi molti angoli acuti nei cunei. Per queste ragioni si determinano le teste dei cunei intermedi di ciascun filare con rette $xy, x_1y_1 \dots$ perpendicolari alle trasformate degli spigoli longitudinali, dopo avere determinate le teste dei cunei delle due fronti simmetricamente rispetto all'asse, come mostra la figura, e in maniera che si abbia un buon legame con i cunei intermedi. Così facendo i filari compresi tra i cunei direttamente opposti come C e C_1 , risulteranno di eguale lunghezza e potranno essere composti di pietre eguali. Al più vi saranno alcune pietre di riempimento come D, D_1, \dots più brevi o più lunghe delle altre. Riportando allora sulle proiezioni delle generatrici $0, 1, 2, \dots$ i punti nei quali le sviluppate dei due sistemi di eliche incontrano le trasformate delle generatrici, potremo costruire la proiezione orizzontale degli spigoli di intradosso longitudinali e trasversali e da queste passare alla proiezione verticale. Se non che osserviamo che questo compito è facilitato dal fatto che la proiezione orizzontale delle eliche longitudinali sono parti di una medesima elica; quindi costruita la proiezione di una sola elica $krr_1 k_1$, basterà farne il lucido o la sagoma e spostarla parallelamente a se stessa, per modo, cioè, che i punti k e k_1 si trovino sempre sulle linee rispettive di imposta ab e cd della volta e l'elica passi per i punti di divisione dei cunei nella linea di testa dell'intradosso, perchè si possa subito tracciare la porzione di elica che costituisce la proiezione orizzontale della relativa linea di intradosso. Quel che si dice per la proiezione orizzontale delle eliche longitudinali, si potrà ripetere per la proiezione verticale delle medesime eliche e per le proiezioni orizzontale e verticale delle eliche trasversali. Le linee di fronte, tracciate delle superficie di giunto (elicoidi a piano direttore)

sarebbero curve; a queste in pratica si sostituiscono le rette radiali tracciate da un punto S dell'asse per modo che sia $Ss = ox$ ottenuta tirando da q sulla ex una parallela alla trasformata dell'eliche longitudinali. Estradossata la volta con una superficie cilindrica parallela alla precedente, potremo ripetere per questa la costruzione delle proiezioni delle linee di giunto longitudinali e trasversali tracciate sull'estradosso delle superficie di giunto normali all'imbotte, condotte secondo

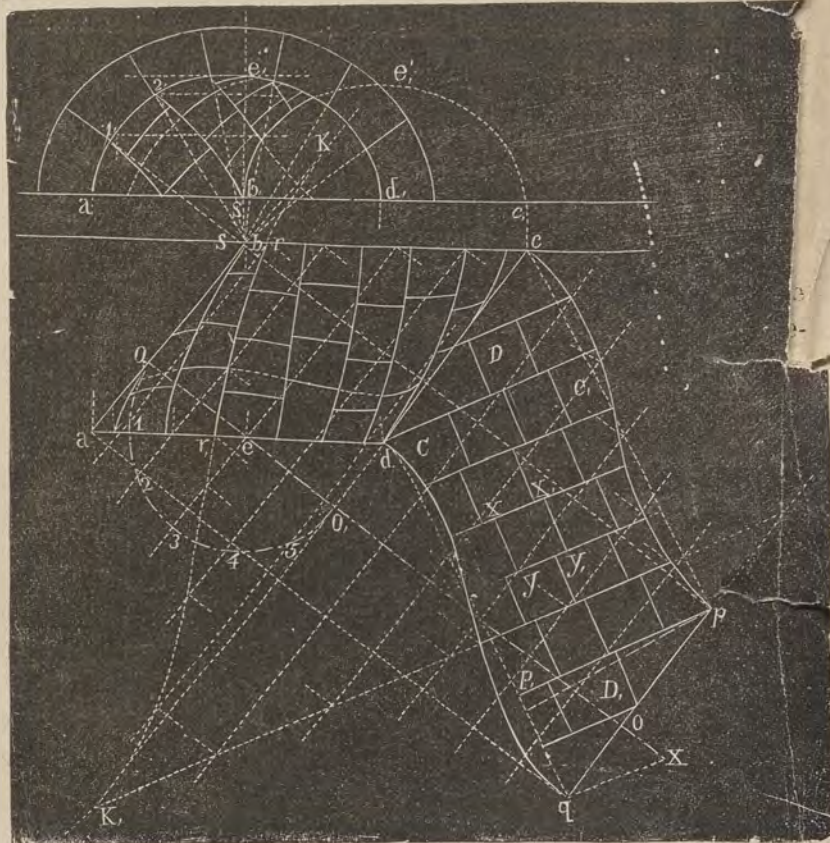


Fig. 39.

le eliche direttrici già segnate sull'imbotte; così viene a completarsi la proiezione orizzontale e verticale dei cunei costituenti la volta obliqua, dopo di che si procede al taglio dei medesimi secondo i principi generali, coll'uso della squadra, della riga e delle forme delle faccie sviluppabili dei cunei, che si ricavano dagli sviluppi delle superficie dell'imbotte e del sovrinbotte.

§ 6.

LO SPESSORE DEGLI ARCHI E DELLE PIATTABANDE.

Nelle costruzioni edilizie raramente gli archi e le piattabande hanno una corda molto grande; il loro spessore perciò si determina quasi sempre per mezzo

di formole empiriche o per mezzo di tabelle dove sono raccolti i dati di esperienze dedotti dalla pratica delle costruzioni.

Il Colombo per gli archi di mattoni di ampiezza inferiore ai m. 8 riporta il seguente specchietto dove lo spessore dell'arco in chiave è espresso in teste di mattoni:

Ampiezza della corda in metri	Spessore dell'arco in teste	
	a tutto sesto	a sesto ribassato
fino a m. 2	2	2
da 2 a 3	3	3 a 4
da 3 a 6	4	4 a 5
da 6 a 8	5	5 a 6

A questi dati corrispondono in parte quelli compresi in quest'altro specchietto dove lo spessore in chiave è espresso in metri:

Ampiezza dell'arco in metri.	Spessore dell'arco in chiave espresso in metri					
	Piattabanda con arco di scarico		Piattabanda senza arco di scarico	A tutto sesto	A sesto ribassato	A sesto rialzato
	piattabanda	arco di scarico				
1 — 2,5	0,24-0,36	0,24-0,36	0,36-0,60	0,24-0,36	0,36-0,48	0,12-0,24
2,5 — 4	0,36-0,48	0,36-0,48	0,60-0,72	0,36-0,48	0,48-0,60	0,24-0,36
4 — 5,50	0,48-0,60	0,48	0,72-0,84	0,48-0,60	0,60-0,72	0,36
5,50 — 8				0,60-0,72	0,72-0,84	0,36-0,48

Per gli archi di corda maggiore di m. 8 si prende lo spessore dell'arco in chiave compreso tra $\frac{1}{12}$ e $\frac{1}{10}$ della corda ovvero si fa eguale a $0,24 + \frac{1}{16}$ della corda per gli archi di mattoni ed eguale a $0,24 + \frac{1}{32}$ della corda per gli archi di pietra da taglio.

Lo spessore di una piattabanda può anche dedursi

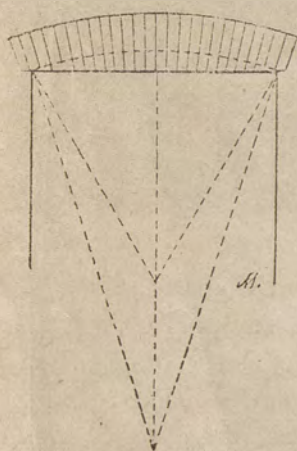


Fig. 40.

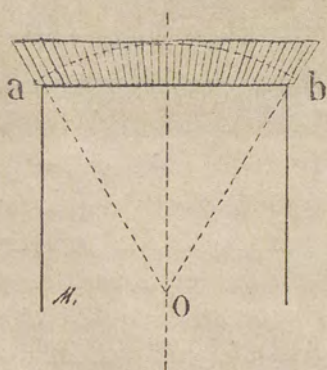


Fig. 41.

considerandola come arco circolare ribassato avente un'apertura di $60^\circ - 40^\circ$ (fig. 40) assegnando così lo spessore all'arco di cui la corda si assume come intradosso della piattabanda ovvero graficamente costruendo sulla corda il triangolo equilatero e tracciando l'arco ab di centro o (fig. 41) il quale limita lo spessore della piattabanda, assumendosi a superficie di diestradosso della medesima il piano orizzontale tangente

all'arco. Empiricamente lo spessore di una piattabanda può dedursi con la formola $s = \frac{1}{14} \left(\frac{\text{corda} + 10}{2} \right)$.

§ 7.

I PIEDRITTI ED IL LORO COLLEGAMENTO.

Perchè i piedritti di un arco riescano stabili, devono potere resistere alla spinta prodotta dall'arco e dal suo sopracarico. Fattore di tale resistenza è la larghezza dei piedritti, la quale generalmente si fa corrispondere a 0,6 della corda per le piattabande, a 0,25 per gli archi a tutto sesto ed a 0,25 — 0,50 per gli archi a sesto ribassato, in corrispondenza di saette variabili tra $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{8}$ della corda.

Quando non si possono assegnare grandi dimensioni ai piedritti, si elidono le spinte orizzontali degli archi per mezzo di tiranti di ferro che collegano i piedritti nei punti dove maggiormente si esercita l'azione della spinta.

Nelle costruzioni stradali si preferisce ingrossare i piedritti, ma nelle fabbriche civili, dove la leggerezza e l'economia sono caratteri essenziali della costruzione, si ricorre ad una opportuna disposizione di tiranti o catene di ferro per eliminare le spinte orizzontali e far sì che i piedritti riescano sottoposti soltanto a sforzi verticali di compressione. Le catene di ferro sono di solito a sezione circolare, se si dispongono in vista, diversamente, se sono destinate a rimanere nascoste fra la muratura, si fanno a sezione ret-

tangolare. Le loro estremità si foggiano in maniera da ricevere un *paletto* o *bolzone* in direzione normale a quella della catena, il quale prende propriamente

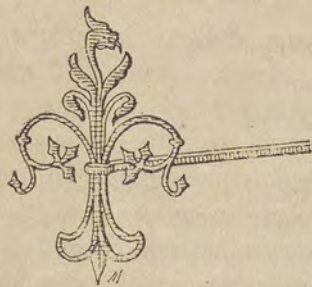


Fig. 42.

il nome di *chiave* della catena. La chiave può essere sostituita da una piastra di ghisa con dado a vite (figg. 2, 3 tav. VII) ovvero di ferro battuto con ornati (fig. 42), quando questa costituisce parte decorativa delle pareti esterne dei muri, come si pratica

sovente nelle costruzioni del Medio Evo.

Per ricevere il bolzone le estremità della catena si foggiano ad occhio nella maniera indicata dalla fig. 1, tav. VII

o nell'altra delle fig. 2, tav. VIII, allorquando il bolzone deve rimanere nascosto nella muratura.

In simili casi la catena si tende sufficientemente per mezzo di biette a cuneo che si intromettano, come mos-

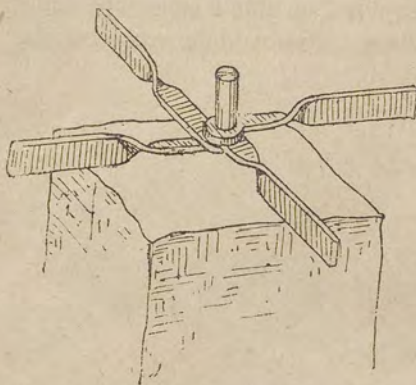


Fig. 13.

trano le figg. 1, 2, tav. VIII, tra il bolzone e l'occhio della catena. Quando ad un solo bolzone mettono capo

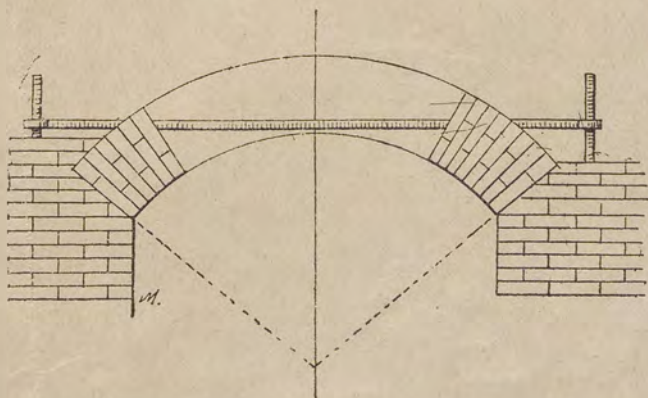


Fig. 41.

due o più catene, come accade nell'incontro di due muri, conviene far cilindrico il bolzone e mu-

nire l'estremità di ciascuna catena di occhio circolare (fig. 43).

Nella formazione di una lunga catena le sbarre di ferro non si uniscono per mezzo della saldatura, la

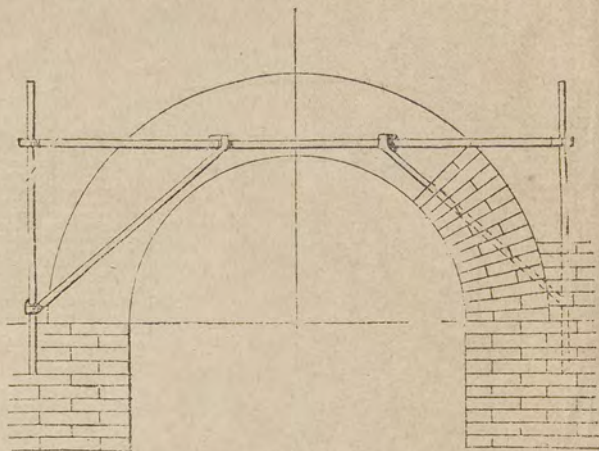


Fig. 43.

quale potendo riuscire imperfetta, potrebbe essere causa di disastri. Le estremità di due pezzi di una medesima catena quindi si collegano secondo una delle man-

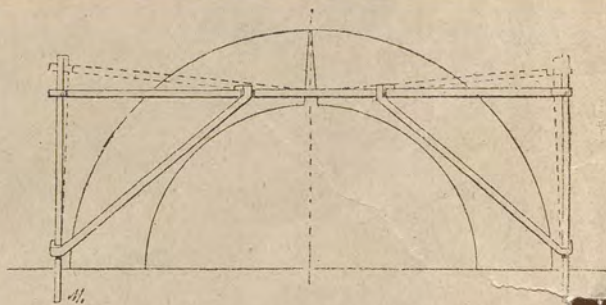


Fig. 46.

niere indicate dalle fig. 3, 4, 5, 6, tav. VIII, se le sbarre di ferro sono a sezione rettangolare ovvero per mezzo di manicotti a vite (fig. 8, tav. IX e fig. 4

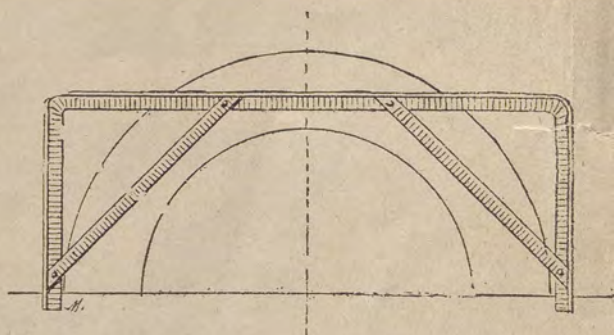


Fig. 47.

tav. LXXII), se le sbarre sono a sezione circolare. Quando la catena deve rimanere nascosta nella

muratura, la sua disposizione è tale che essa si trovi, poco al di sopra della monta dell'arco. La fig. 44 mostra la disposizione della catena con bolzoni in un arco ribassato, la fig. 45 quella di una catena

nella fig. 46, in simili casi conviene che la catena sia fatta di ferro d'angolo ovvero a t semplice o doppio, come mostra la fig. 47. Nelle piattabande la catena di ferro si fa passare sotto al mezzo della serraglia (fig. 48).

Le catene non si impiegano soltanto a collegare due piedritti, onde difenderli dalla spinta dell'arco che sopra di loro si appoggia, ma servono sovente per collegare fra loro i muri di una fabbrica, quando non è possibile tale collegamento per mezzo delle traviature dei solai. A tale scopo le catene si dispongono ad ogni piano della fabbrica, internati o no lungo le murature e diretti nei due sensi normali, per modo che riescono collegati insieme i muri d'ambito ed i muri maestri fra loro. In ogni caso la grossezza delle sbarre delle catene è proporzionale allo sforzo di tensione cui esse vengono sottoposte, saranno perciò più robuste e pesanti le catene nei piani inferiori e più leggiere in quelli superiori, con sezione rettangolare che nei casi ordinari varia tra mm. 30×10 , 40×15 e 50×20 .

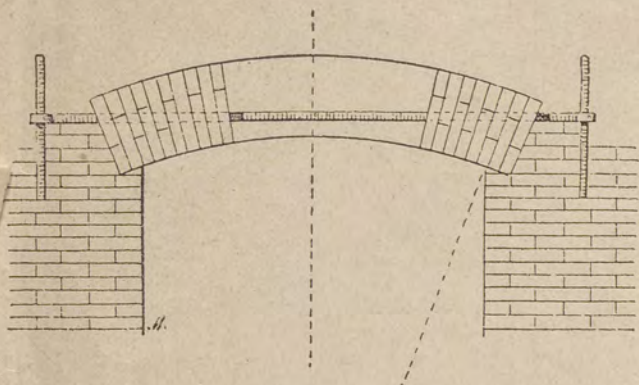


Fig. 48.

in un arco a tutto sesto, nella quale i bolzoni sono collegati alla catena anche per mezzo di due saette. Ad evitare però la deformazione dell'arco, indicata

CAPITOLO II.

LE VOLTE.

§ 1.

LE GENERALITÀ E LA NOMENCLATURA DELLE VOLTE.

Si chiamano *vòlte* quelle strutture murali curve che si impiegano per coprire spazi limitati da muri. Quei muri, che, oltre a limitare lo spazio da coprirsi con volta, servono a sostenere la volta, resistendo al peso ed alla spinta della medesima, si dicono propriamente *muri di piedritto* o *piedritti* della volta; gli altri, che fanno solamente parte del perimetro dello spazio coperto a volta, si chiamano *muri di testa* e *testa o fronte* della volta è la sezione della medesima che sta sulla parete del muro di testa.

Chiamasi inoltre *superficie di imbotte* e semplicemente *intradosso* la superficie concava secondo cui la volta è limitata inferiormente e *superficie di sovrimbotte* o *estradosso* la superficie convessa che limita superiormente la volta.

Curva o *sesto* dell'intradosso dicesi l'arco direttore di questa superficie, la quale si può supporre generata da un determinato movimento di una linea che si appoggia sull'arco di *sesto* della volta, e *vertice* o *punto di chiave* o *di serrataglia* è il punto più alto di quest'arco direttore.

Come per le arcate anche per le volte si dicono *piani di imposta* i piani secondo cui la volta si appoggia sopra i piedritti, *corda* od *apertura* è la distanza che separa i piedritti fra loro e *monta* o *saetta* la distanza verticale che separa la chiave dal piano di imposta.

Cunei sono i conci di pietra coi quali si compone

la volta, *giunti* o *superficie di giunto* le superficie secondo cui i cunei si appoggiano e si contrastano tra loro e *linee di giunto* le intersezioni delle superficie di giunto sia con le superficie di intradosso e di estradosso che con i piani di fronte. La lunghezza delle linee di giunto sui piani di fronte costituisce lo spessore delle volte.

L'origine delle volte come quelli degli archi risale a tempi molto remoti. E senza contare, come è stato praticato per gli archi, tutti gli esempi di coperture forniti dagli antichi monumenti indiani, egiziani e successivamente greci e romani, in cui i materiali costituenti le volte erano disposti in strati orizzontali, allontanandosi di molto dagli apparecchi radiali delle volte più usitate, si ricordano diversi esempi di volte nelle quali i materiali sono disposti con giunti normali alla superficie di intradosso in alcune delle piramidi dell'Etiopia ed a Tebe, nella tomba del primo re della decimottava dinastia, si trovò una volta a botte di forma ellittica, eseguita di mattoni, con giunti diretti normalmente alla superficie di intradosso.

Gli esempi egiziani bastarono in seguito ai Romani per farne delle volte l'elemento integrale della struttura delle loro fabbriche quali specialmente si riscontrano nei grandiosi edifici termali di quell'epoca imperiale.

Per rispetto ai materiali con cui le volte si possono costruire, queste si distinguono in volte in *pietra da taglio*, volte di *pietrame*, volte di *laterizi*, volte di getto o di *calcestruzzo* e volte di *struttura mista* fra le quali si comprendono quelle di *calcestruzzo*, di *cemento armato*.

Secondo la natura della curva o sesto della superficie di intradosso le volte si distinguono nelle seguenti quattro categorie principali e cioè: *volte a botte*, *volte a schifo ed a padiglione*, *volte a crociera* e *volte a cupola ed a vela* a cui si connettono altre categorie, come le *volte a botte rampanti*, le *volte anulari*, le *volte elicoidali*, le *coniche*, le *conoidiche* ecc. le quali possono considerarsi come casi speciali delle categorie principali sopraccennate. Ond'è che le volte si distinguono anche in volte *semplici* ed in volte *composte*.

Si chiamano *volte semplici* quelle che hanno per intradosso una sola superficie curva e *volte composte* tutte le altre nelle quali l'intradosso risulta composto dell'insieme di due o più volte semplici.

Raramente le volte si costruiscono in pietra da taglio nelle ordinarie fabbriche civili; queste volte oltre che riescono molto costose, sono anche molto pesanti ed esercitando forti spinte sui piedritti, richie-

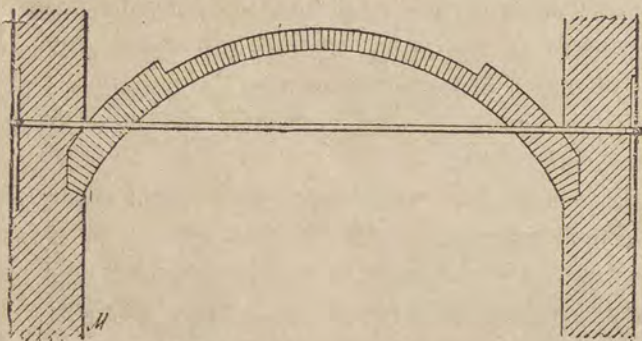


Fig. 49.

gono muri troppo grossi. Per lo più le volte si costruiscono di mattoni situati in foglio o di testa; quest'ultime hanno uno spessore variabile con la luce della volta e col carico di cui questa può essere gravata. Le volte di mattoni prendono anche il nome di *volterrane* o *volte di quarto* e di *volte reali*, secondo che sono costruite coi mattoni disposti secondo il primo od il secondo sistema.

Qualunque sia la natura dei materiali adoperati per la costruzione delle volte è necessario impiegare materiali di ottima qualità e malte eccellenti, ben vagliate, ed a presa piuttosto rapida, epperò formate con pozzolana o con calce idraulica o con cementi a lenta presa. Soltanto nei siti lontani dalla umidità si possono impiegare malte di gesso.

Le volte costrutte per coprire i vani delle cantine esercitano sui muri una spinta che viene contrastata anche da quella che il terreno circostante esercita sui muri medesimi. Nei piani superiori a quelli delle

cantine è necessario elidere la spinta esercitata dalle volte sopra i muri, sui quali queste impostano, per mezzo di catene di ferro, allorquando lo spessore dei muri non è sufficiente perchè questi resistano col loro peso. Come per le arcate, le catene possono rimanere in vista ed allora sono disposte ad un livello situato tra il piano di imposta della volta e l'intra-

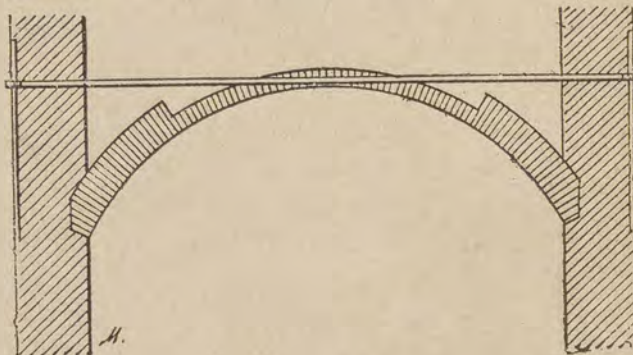


Fig. 50.

dosso della medesima, che viene perciò attraversato dalla catena (fig. 49). Così si pratica sempre per le volte pesanti e di grande luce perchè riesce facile disporre la catena nel punto in cui la spinta esercita il suo maggiore effetto.

Quando si vuole che la catena resti nascosta, allora questa si dispone poco al disopra dell'intradosso (fig. 50), collegandone, ove occorra, i punti intermedi con i bolzoni per mezzo di tiranti obliqui come si pratica per le arcate (fig. 45).

A causa della rastremazione che subiscono i muri, per le riseghe che si stabiliscono ad ogni piano di fabbrica, raramente le volte si costruiscono nei piani su-

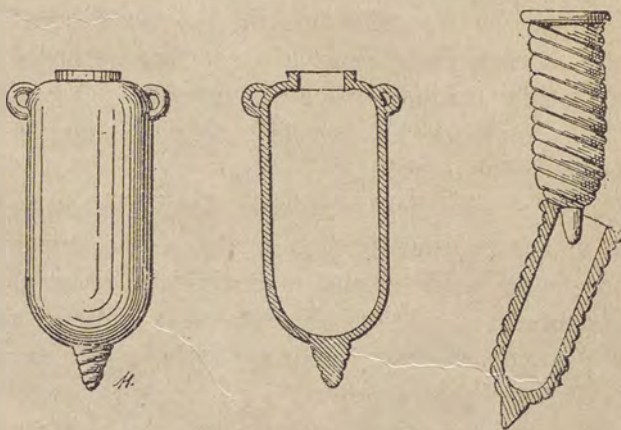


Fig. 51.

periori, il loro impiego perciò viene limitato di ordinario al piano sotterraneo od al più al piano terreno; soltanto per la costruzione delle rampe e dei ripiani delle scale le voltine si portano fino ai piani più ele-

vati della fabbrica e ciò solamente quando la gabbia delle scale per rispetto all'area fabbricata è ubicata in maniera che le spinte provenienti di queste volte possono essere eliminate non soltanto dai muri della gabbia, ma anche dagli altri muri della fabbrica che le stanno intorno, per cui non è buona regola nella distribuzione delle fabbriche stabilire le scale verso il loro perimetro.

Allo scopo di diminuire la spinta il costruttore per la struttura delle volte preferirà i materiali leggeri a quelli pesanti, preferirà così il tufo e le pietre porose a quelle compatte, i mattoni vuoti a quelli pieni, ecc.; la lava porosa e leggera, i vasi di terra cotta, le formelle di cemento, ecc. sono buoni materiali per farne delle volte. La cupola della Chiesa di S. Vitale in Ravenna (VI secolo) offre un mirabile esempio di costruzione di questo genere, essendo costruita con vasi e tubi di terra cotta di due ordini

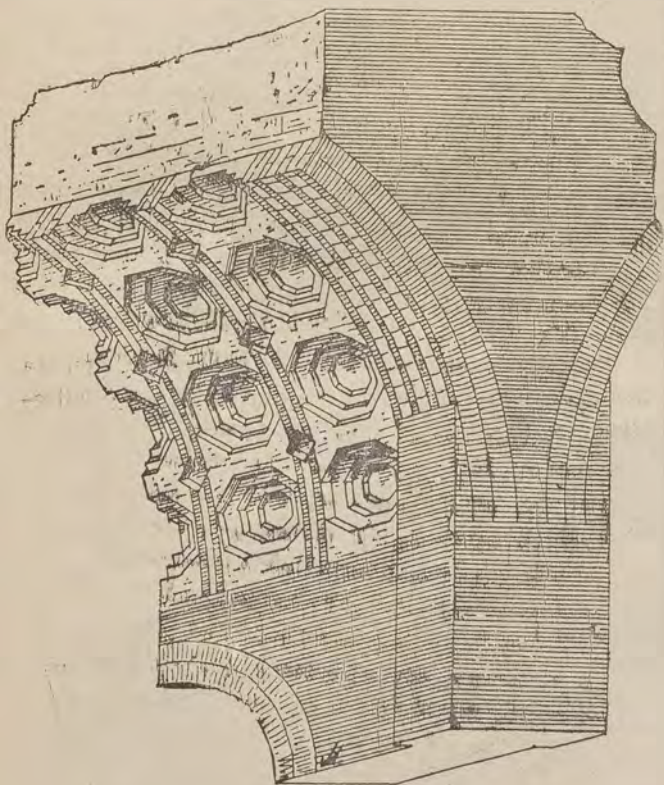


Fig. 52.

di grandezza (fig. 51) cementati con malta. Nella zona più bassa della volta furono impiegati vasi più grandi della forma di anfora, messi in opera col loro asse verticale, nella calotta superiore si impiegarono i tubi più piccoli disposti col loro asse orizzontale, infilati

MISURACA. — La tecnica del fabbricare.

l'uno nell'altro in maniera da costituire una spirale. Nè mancano esempi di costruzioni più antiche nelle quali si tenne in grande conto il concetto di alleggerire la struttura delle volte in una maniera qualsiasi pur di diminuirne il peso o di localizzarne la spinta. Nelle Terme di Caracalla, ad esempio, si hanno

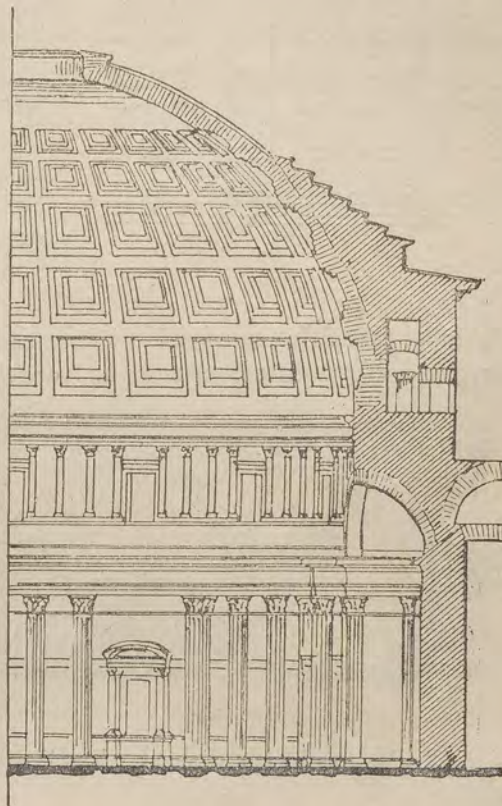


Fig. 53.

volte nella massa delle quali furono impiegati vasi di terra cotta; nella Basilica di Costantino, (fig. 52) nel Panteon di Agrippa (fig. 53) ed in altri edifici romani fu interrotta la struttura della volta per creare dei *rincassi* o *cassettoni*, i quali oltre di avere lo scopo della decorazione del vasto intradosso, ebbero anche quello di alleggerirne il peso. I cassettoni di queste volte sono costruiti di getto fra le grandi costole di mattoni disposte nel senso della curvatura dell'imbotte (costole portanti) ed altre costole orizzontali interposte fra le prime a scopo di collegamento.

Munendo perciò una volta a botte di costole longitudinali e trasversali di rinforzo (fig. 54) si hanno i seguenti vantaggi: si alleggerisce la struttura della volta, si risparmia di muratura e la volta riesce dotata di una resistenza pressochè eguale a quella che avrebbe se fosse massiccia. In volte siffatte però sol-

tanto le costole arcuate riescono portanti, le altre orizzontali sono soltanto di collegamento. Si ottengono

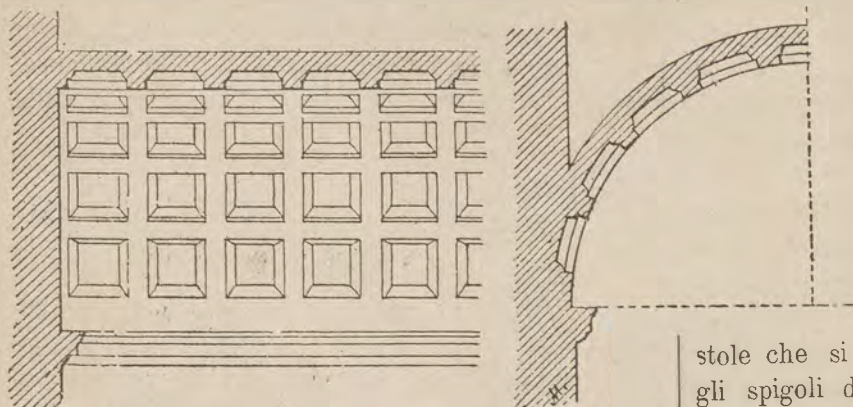


Fig. 54

costole tutte portanti disponendole più o meno inclinate rispetto le pareti, individuanti un reticolato di

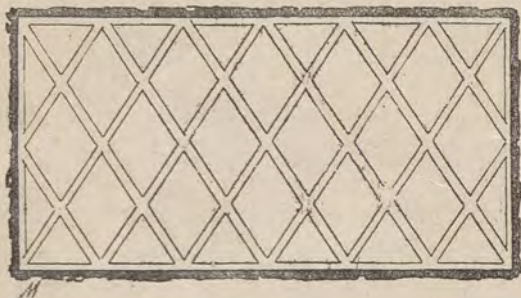


Fig. 55.

cui si ha nella fig. 55 uno schema di sviluppo dell'imbotte.

Queste costole di rinforzo si fanno sporgere dalla

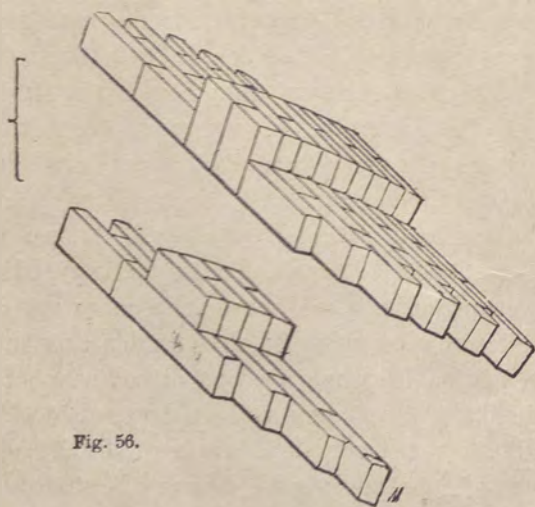


Fig. 56.

parte dell'intradosso come nel caso della fig. 54, ovvero dalla parte dell'estradosso; le figg. 56, 57

rappresentano costole di rinforzo dello spessore di due e di tre teste sporgenti dall'estradosso di una volta avente una testa di spessore, la fig. 58 rappresenta una costola di tre teste sporgente da una volta di due teste di spessore, nella fig. 59 le doppie costole sporgenti dall'intradosso individuano gli scomparti dei cassettoni che servono anche a decorare la volta.

Una volta a botte lunettata si rende più leggiera munendola di costole che si fanno sporgere dall'estradosso lungo gli spigoli delle lunette; le costole di una lunetta

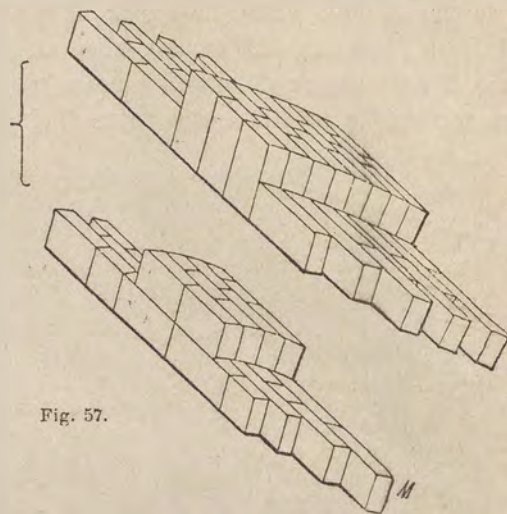


Fig. 57.

si contrappongono a quelle della lunetta opposta mediante una costola arcuata pure sporgente dall'estradosso (fig. 60).

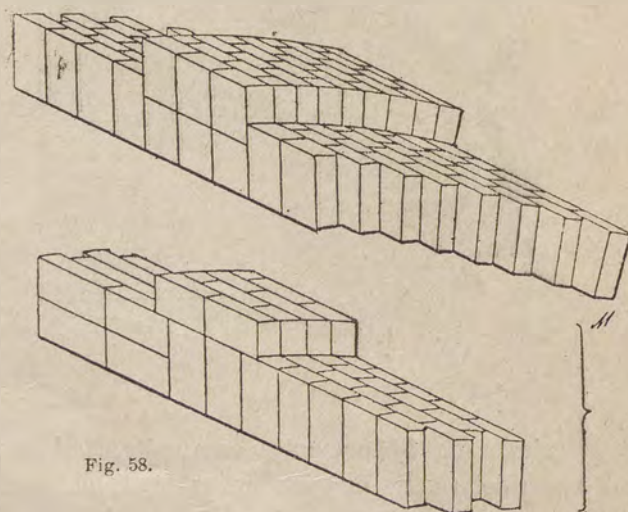


Fig. 58.

Quanto è stato detto per la formazione dei piani di imposta delle arcate vale anche per le volte. Quando

i muri hanno sufficiente grossezza il piano orizzontale

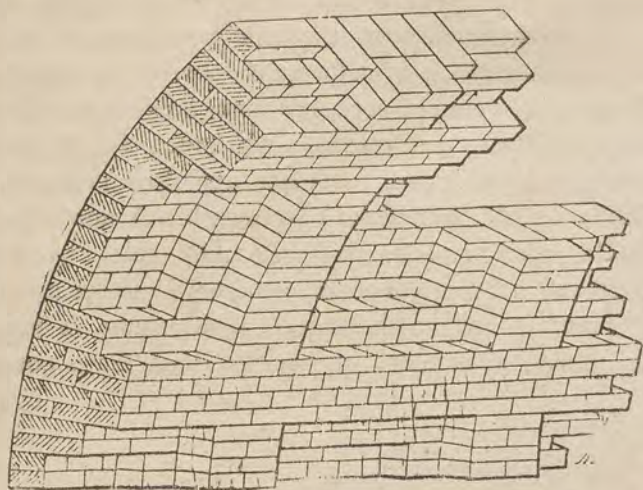


Fig. 59.

od inclinato di imposta della volta si ricava nel senso

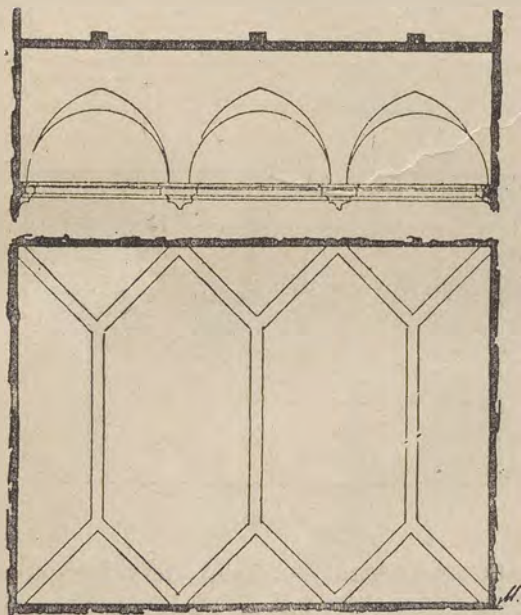


Fig. 60.

dello spessore del muro (fig. 3, tav. IX). Allora quando non si voglia indebolire lo spessore del muro, si può collocare lungo le imposte un filare di mattoni di quarto convenientemente spezzati come indica la fig. 5, tav. VII, ovvero si fanno sporgere i filari orizzontali di mattoni costituenti la struttura murale l'uno sull'altro fino

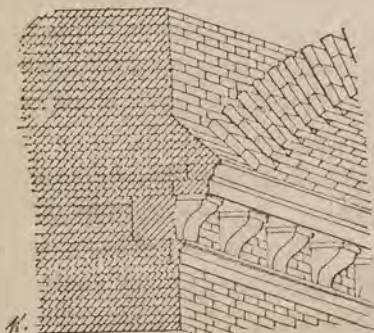


Fig. 61.

a individuare il piano di imposta tutto sporgente rispetto la parete (fig. 4, tav. VII). Talora si fa uso di conci di pietra, spesso sagomati a forma di cornice (fig. 2, tav. LXXII) per preparare l'imposta della volta, o vi si stabilisce addirittura una cornice di cotto o di struttura mista di pietre e di laterizi destinata a ricevere il pieduccio della volta (fig. 61).

§ 2.

LE VOLTE A BOTTE.

Le volte a botte sono quelle che hanno per intradosso una superficie cilindrica (fig. 62). Come le arcate, le volte a botte possono essere a tutto sesto, a sesto ribassato, ellittico, ecc. secondo che l'arco direttore della superficie di intradosso è a pieno centro od a sesto circolare ribassato, ellittico ecc. Quando la sezione retta di una volta cilindrica ha le due estremità non situate sulla medesima orizzontale, questa prende il nome di *volta a botte zoppa* od a *collo d'oca*; quando le generatrici di una volta a botte sono inclinate, questa prende il nome di *volta a botte rampante*; tanto la volta a botte zoppa quanto la volta a botte rampante si impiegano di ordinario per sostenere o per coprire le rampe delle scale.

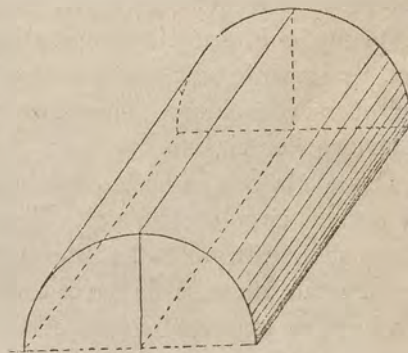


Fig. 62.

Se una volta a botte copre un'area rettangolare essa dicesi *volta a botte retta* ed ha le generatrici dell'imbotte orizzontali e dirette nel verso del lato più lungo della pianta; quando l'area coperta dalla volta a botte ha forma di un parallelogramma, allora la volta prende il nome di *volta a botte sbieca od obliqua*.

Nella fig. 7 tav. VIII è data la pianta ed insieme le sezioni, longitudinale e trasversale, di una volta a botte retta. Talora lungo le imposte di una volta a botte si aprono delle lunette, che sono piccole volte ad intradosso cilindrico od anche conico, le quali servono per dar posto a delle aperture di porte o di finestre, le cui arcate sono impostate allo stesso li-

vello della volta a botte. Nella fig. 9 tav. VIII è disegnata la pianta ed unitamente le sezioni longitudinale e trasversale di una volta a botte provvista di lunette ad imbotte conico. Lo spigolo di intersezione della superficie di intradosso delle lunette con l'imbotte della volta cilindrica di ordinario non essendo costituito da curva piana, è segnata nella figura la costruzione geometrica delle sue proiezioni orizzontale e verticale, facile a comprendersi essendo marcati con le stesse lettere i punti corrispondenti. Se la lunetta è circolare la costruzione riesce più semplice, le generatrici essendo parallele. Talvolta lo spigolo della lunetta si stabilisce piano sull'intradosso della volta a botte, in tale caso l'intradosso della lunetta è una superficie rigata gobba. Nella fig. 1 tav. IX sono date la pianta e le due sezioni longitudinale e trasversale di una volta a botte obliqua a tutto sesto compresa fra quattro muri, nella fig. 5 tav. IX la pianta e la sezione longitudinale di una volta a botte rampante a tutto sesto; il disegno di queste volte essendo chiaro abbastanza rende superflua una ulteriore descrizione.

Quando la volta a botte copre uno spazio della forma di corona circolare, la volta dicesi anulare; l'intradosso di questa volta ha per superficie quella di un toro, generata cioè da un mezzo circolo verticale il quale si sposta mantenendo il suo centro a costante distanza dell'asse verticale dei due muri circolari che individuano lo spazio coperto dalla volta; di una volta simile si ha la rappresentazione con pianta e sezione verticale nella fig. 1 tav. VII.

Qualora il diametro del semicircolo che genera la volta anulare si appoggia durante il suo movimento con le sue estremità rispettivamente sopra due eliche di egual passo, la volta dicesi *anulare elicoidale* e la sua rappresentazione con piante e sezione verticale è quella indicata dalla fig. 6 tav. VII.

Di ordinario le volte a botte si estradossano con una superficie parallela a quella di intradosso, quando hanno piccola ampiezza; nel caso contrario lo spessore della volta si fa crescere dalla chiave verso l'imposta, assegnando alla superficie di estradosso un raggio variabile fra i $\frac{2}{3}$ ed i $\frac{3}{4}$ della corda della volta.

§ 3.

LA COSTRUZIONE DELLE VOLTE A BOTTE.

Per la costruzione delle volte a botte di pietra da taglio e di laterizi valgono le stesse regole che

sono state indicate per la costruzione delle arcate; i cunei si dispongono secondo filari aventi i piani di giunto longitudinali passanti per le generatrici e per l'asse della volta, e si collocano in opera procedendo dalle imposte verso la serraglia, murandoli con malta bene crivellata e mantenendo a sito i materiali, finché la volta non è chiusa, mediante apposite armature.

Nella fig. 63 è indicato l'apparecchio di una volta a botte retta in pietra da taglio nel quale i giunti trasversali nei filari di cunei, come nei filari dei conci dei muri in pietra da taglio, si alternano in ciascun filare, di maniera che quelli di un filare cor-

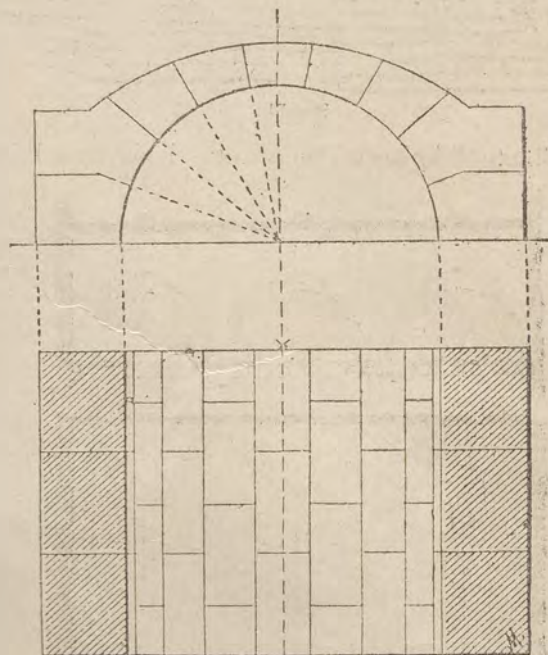


Fig. 63.

rispondano sul mezzo dei cunei dei filari consecutivi. La fig. 1 tav. X riporta l'analoga disposizione dei filari per una volta a botte retta di mattoni; questi sono collocati di costa ed i piani di giunto longitudinali ossia i letti di malta concorrono verso l'asse dell'imbotte situato sul piano d'imposta dell'imbotte tutte le volte questa è a sesto intero. Anche in questo apparecchio le commessure trasversali si alternano in ogni filare.

Questa maniera semplice di apparecchiare le volte a botte offre l'inconveniente di generare molti piani di giunto presso che verticali verso la chiave, specialmente quando le volte sono costruite con mattoni e sono molto ribassate. Inoltre il peso della volta è rimandato soltanto sui due muri che funzionano da piedritti. Laonde se si vuole che anche i muri di te-

sta contribuiscano a sostenere il peso e la spinta della volta, basterà assegnare ai filari di mattoni una direzione inclinata rispetto le pareti del vano coperto da volta e la disposizione più semplice è quella a *diagonale* disegnata nella fig. 2 tav. X nella quale i filari di mattoni hanno una unica direzione, mentre nella disposizione indicata nella fig. 3 tav. X nota col nome di *apparecchio a spinapesce*, i filari di mattoni sono diversamente orientati in ciascun quarto di volta. Necessariamente la costruzione di queste volte si fa procedere dagli angoli verso il centro della volta che ridotto dalla forma di un quadrato si chiude per ultimo nella maniera indicata dalla figura. Un altro metodo di apparecchiare le volte a botte di mattoni molto ribassate è quello a spinapesce indicato dalla fig. 4, tav. X, il quale permette di cominciare la costruzione dal centro della volta anzichè dagli angoli. Si comincia dal si-

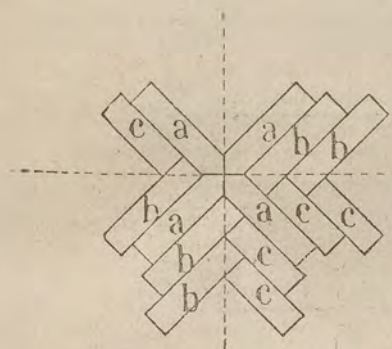


Fig. 61.

tuare quattro mattoni *a* di costa nel centro del manto della volta in modo da formare un angolo retto fra di loro ed un angolo di 45° coll'asse della volta, (fig. 64), poi contro ciascuno dei quattro angoli da loro individuati si collocano un mattone intero *b* ed un trequarti *c* e così si procede la costruzione nelle mezzadrie della volta, come indica la figura, fino all'incontro dei muri perimetrali, quindi si eseguono soltanto con mattoni interi tutti i filari diagonali già iniziati coi mattoni *b* e *c*. Questo apparecchio presuppone che la volta a botte sia intera, per poterne cominciare la costruzione dal centro verso i muri perimetrali; se la volta dovesse essere munita di una apertura nel mezzo, questa disposizione dei filari di mattoni non potrebbe adottarsi.

Gli apparecchi a spina di pesce suppongono la coesistenza dei quattro muri racchiudenti il vano coperto da volta; evidentemente nessuno di essi po-

trebbe adottarsi qualora le volte a botte avessero le testate aperte. Invece la loro stabilità si migliora di molto quando alle volte a botte così apparecchiate si può assegnare una leggiera curvatura anche nel senso longitudinale, bastando pochi centimetri di freccia lungo le generatrici più alte perchè il peso della volta possa scaricarsi vieppiù sui muri di testa del vano.

Un sistema speciale per le volte a botte di cotto

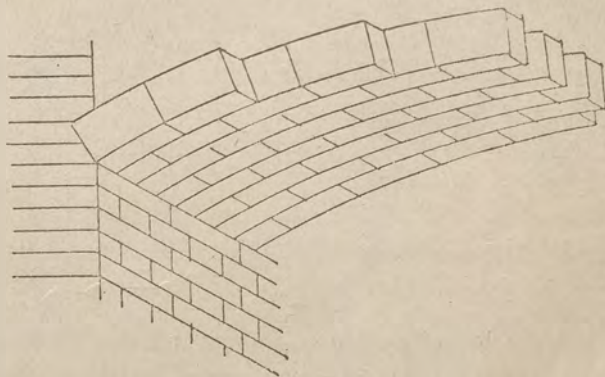


Fig. 65.

ribassate, indicato dal Moller, consiste nel disporre i filari di mattoni nel senso arcuato della volta a botte, con il loro spessore, cioè, diretto secondo le generatrici della volta. I filari così fatti constano di mattoni disposti in grossezza con le commessure trasversali alternate per ciascun filare (fig. 65), ovvero sono disposti alternativamente in chiave ed in grossezza per ognuno di questi ed estradossati in piano, come mostra la fig. 66. Con tale disposizione dei filari riescono più estese le superficie di giunto agenti nel senso della spinta e l'attrito che queste faccie di giunto esercitano fra di loro, unitamente alla coe-

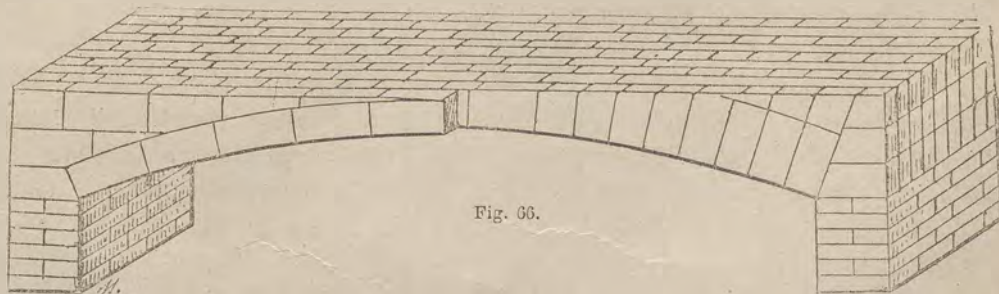


Fig. 66.

sione delle malte, in volte siffatte rende impossibile il disgregamento dei filari, perciò la volta si comporta come se fosse monolitica e minima riesce la spinta che la medesima esercita sui piedritti. Tale risultato non si ottiene qualora la volta è costruita in pietra da taglio, quivi riuscendo effimera la coesione delle

malte per rispetto il peso ed il volume dei cunei. La disposizione arcuata dei filari nelle volte a botte fu adottata fin dai tempi antichi; nelle costruzioni del Medio Evo infatti, senza citare quelle più remote delle civiltà orientali, si riscontrano parecchi esemplari di volte informate a questo principio costruttivo

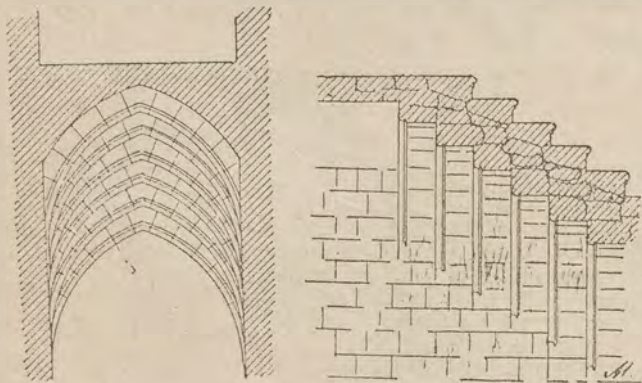


Fig. 67.

e quando le volte a botte si facevano rampanti, dei filari arcuati se ne ritraeva anche partito a risalto decorativo dell'imbotte (fig. 67).

Il sistema di costruire le volte a botte con anelli arcuati ritorna conveniente quando si voglia risparmiare l'uso delle centine. Basterà a tal uopo inclinare i filari arcuati, pur mantenendoli piani, come indica la fig. 68 ovvero disporli secondo superficie coniche (fig. 69); allora ciascun filare servirà di sostegno al

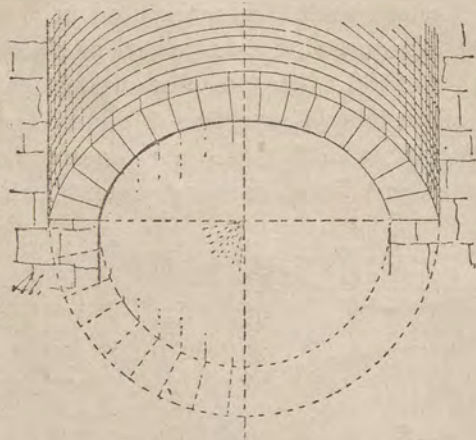


Fig. 68.

consecutivo, il quale si può costruire cominciando dalle imposte verso la chiave senza l'uso di alcuna centina, se nel murare i mattoni s'impiega malta a rapida presa. Preparato il letto del primo filare la costruzione della volta si fa procedere dalle testate verso il centro laddove si chiude con anelli via via più corti ovvero mediante mattoni disposti secondo filari

diretti nel senso longitudinale (fig. 70). Anche il letto del primo filare arcuato e le imposte laterali si possono apparecchiare egualmente con mattoni longitudinali. Assegnando infine una leggiera monta alla volta nel senso della sua lunghezza, si riesce a far sopportare dalle pareti di testa una parte della spinta della volta ed a scaricare in parte i piedritti del peso della medesima.

Le volte a botte molto ribassate si impiegano convenientemente per la copertura dei piani sotterranei praticandovi, qualora ve ne abbia il bisogno, delle lunette in corrispondenza delle strombature delle finestre.

Per la costruzione di una volta a botte lunettata si praticano le aperture che devono poi in seguito

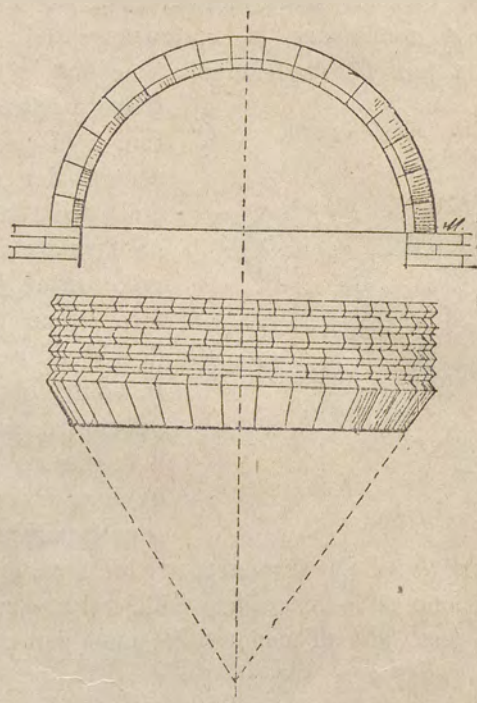


Fig. 69.

essere coperte dalla lunetta costruendo gli archi di appoggio delle medesime lungo gli spigoli di intersezione della imbotte della lunetta con la volta. La fig. 5, tav. XIII fa vedere la pianta di una apertura di questo genere praticata in una volta a botte ribassata; questa apertura si fa troncando la volta secondo i piani verticali ab , cd per una certa altezza sopra l'imposta e per una larghezza eguale a quella della strombatura della finestra; la stabilità della volta con ciò non viene alterata, se a sostenere la parte superiore della volta in corrispondenza dall'apertura si costruisce un archetto bd di mattoni a

sesto scemo od a sesto ellittico come nella fig. 6, tav. X, che si adatta sulla superficie cilindrica del

rende necessario che la costruzione proceda di pari passo nelle due volte; al contrario se gli spigoli di raccordo delle medesime sono muniti di arco di rinforzo, si procederà alla costruzione delle voltine delle lunette, allorquando la volta a botte è completamente costrutta e, dopo il disarmo delle centine, si è completamente assestata, perchè così si è sicuri che non avrà luogo più alcun cedimento. Le medesime regole valgono se la lunetta fosse obliqua, conica o cilindrica. Nella fig. 71 si ha la rappresentazione geometrica di una lunetta conica obliqua.

Nelle volte ribassate destinate a coprire il piano sotterraneo di una fabbrica spesso occorre dovere praticare dei vani nel centro o in altra parte qualsiasi della volta per dar luogo all'impianto di una scala o semplicemente per aprire il passaggio all'aria od alla luce. La fig. 7, tav. X

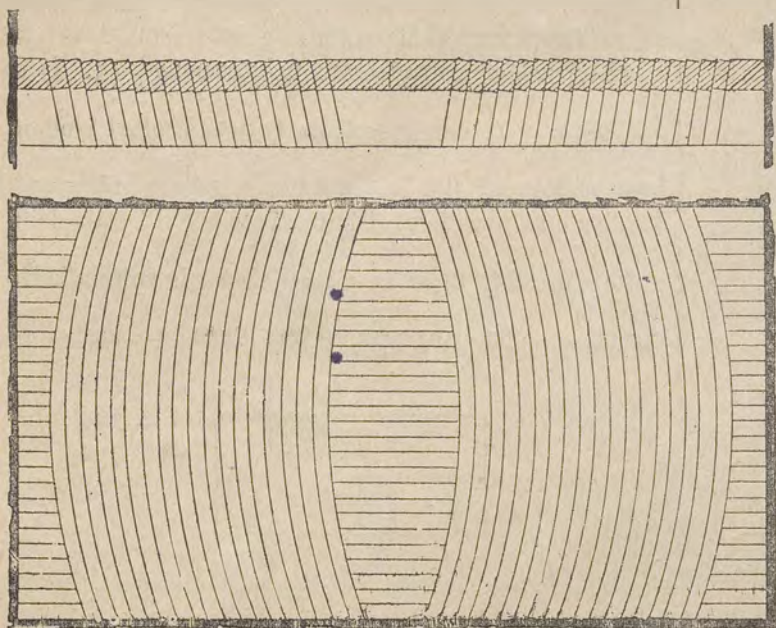


Fig. 70.

manto della centina per cui assume anche la curvatura della volta. Nel primo caso (fig. 5) la lunetta vien costituita da due muriccioli verticali *ab* e *cd* che si elevano sulla volta fino al livello *x* di imposta dell'archetto *bd* e dalla volta cilindrica che poggia sopra i suddetti muricci e sull'archetto di rinforzo *bd* come chiaramente si rileva dalla sezione unita alla figura; nel secondo caso (fig. 6), la lunetta ad imbotte cilindrica si appoggia completamente sull'archetto di rinforzo *bd*. Sulla fronte della voltina della lunetta si eleva quindi un muriccio *m* fino all'incontro dell'arco che copre il vano della finestra ovvero fino alla soglia del vano dell'apertura superiore, se la finestra è praticata nella soglia.

Talvolta si preferisce assegnare alla lunetta l'apparecchio a spina di pesce, quando la testa della medesima insiste contro il muro o contro l'arco di una porta o di una finestra (fig. 1, tav. XI); tal'altra si omette l'arco di rinforzo che si suole disporre lungo lo spigolo della lunetta (fig. 1, tav. XI), in tal caso i filari di mattoni che costituiscono la lunetta si intrecciano, innestandosi, con quelli della volta a botte, per cui si

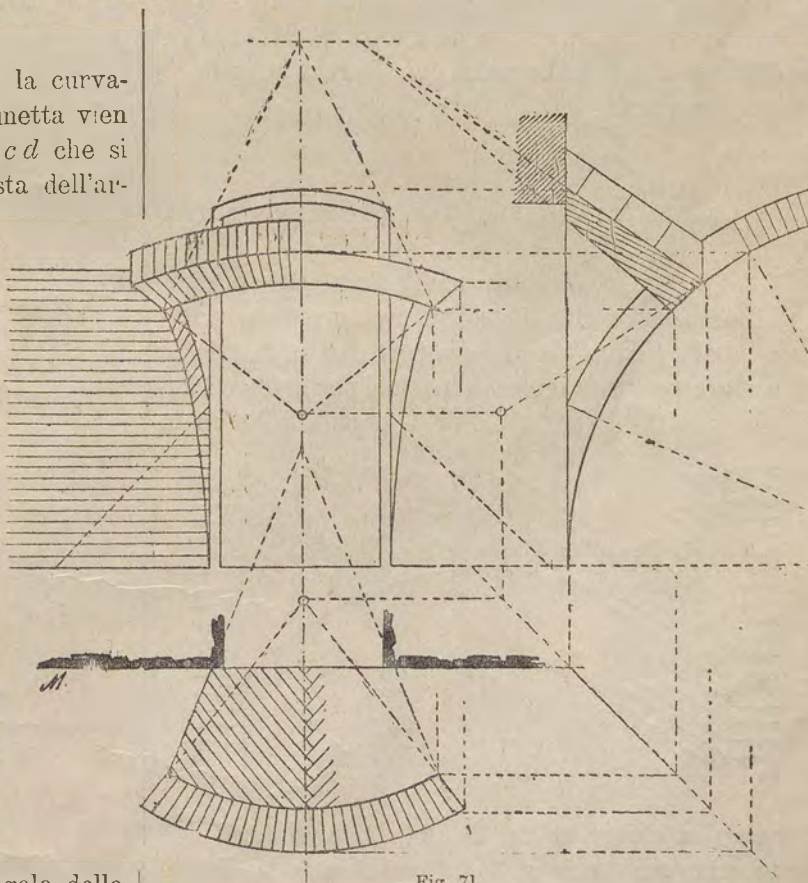


Fig. 71.

fa vedere la maniera di praticare un vano circolare nel centro di una volta a botte, rinforzando l'apertura per mezzo di un arco circolare intero di

mattoni che si adatta sul manto delle centine, il quale perciò assume la medesima curvatura dell'imbotte. Un'apertura quadrata si sostiene con due archetti (fig. 1, tav. X); se l'apertura è praticata

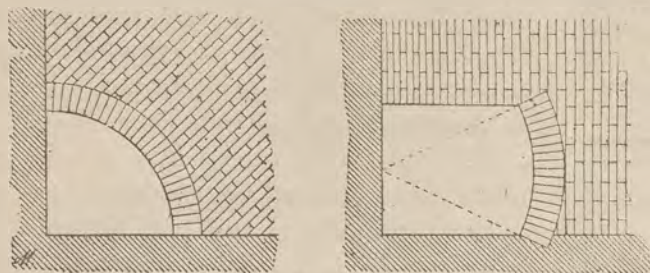


Fig. 72.

in prossimità di uno dei muri di imposta della volta, il vano praticato si rinforza come nel caso di una lunetta; se l'apertura capita verso l'angolo dell'ambiente si assegna all'arco di rinforzo una delle due disposizioni segnate dalla fig. 72. Qualunque sia lo scopo per cui si pratica un'apertura nella volta, la costruzione del relativo arco di rinforzo deve precedere quella della volta, di maniera che la struttura di questa vi si vada addossando sopra mano mano che si procede nella sua costruzione.

§ 4.

LA GROSSEZZA E LA STABILITÀ DELLE VOLTE A BOTTE.

Come nei muri di cotto anche nelle volte di mattoni, lo spessore che dovrebbe crescere con continuità dalla chiave verso le imposte, di ordinario si fa variare per teste intere di mattoni per evitare l'impiego di mattoni spezzati. Per le grandi volte se lo

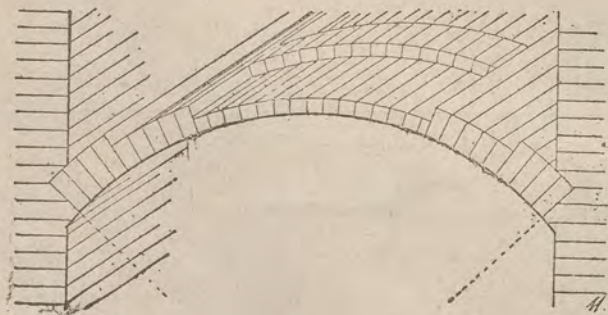


Fig. 73.

spessore in chiave si fa di una testa, si farà due teste sulle reni della volta a cominciare dal livello segnato dal terzo della monta; per le volte di maggiore portata si potrà assegnare una testa in chiave, due teste sulle reni e tre verso le imposte (fig. 73).

Il Rondelet dà le seguenti formole empiriche per determinare lo spessore di una volta in chiave e quello dei piedritti in funzione della portata l della volta. Se s è lo spessore della volta in chiave, (per le volte a botte circolari estradossate in piano fig. 74, 1) si fa $s = \frac{1}{48} l$; per le volte a botte circolari rinfiancate sulle reni fino a metà della monta ed aventi l'estradosso parallelo all'intradosso per il resto della volta (fig. 74, 2) si fa $s = \frac{1}{36} l$; per le volte a botte circolari rinfiancate come prima e con spessore cre-

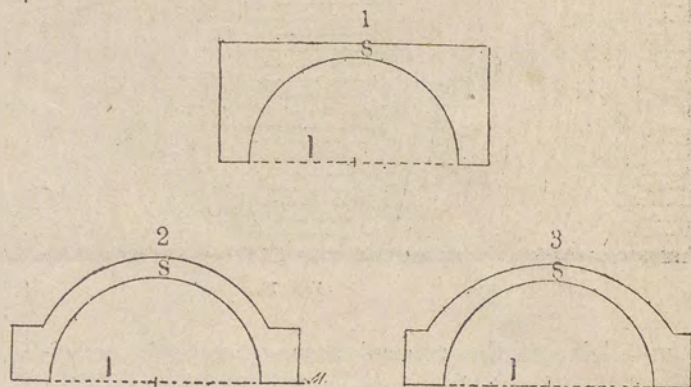


Fig. 74.

scente dalla chiave verso l'imposta (fig. 74, 3) si fa $s = \frac{1}{48} l$ in chiave ed $s = \frac{1}{32} l$ nella imposta.

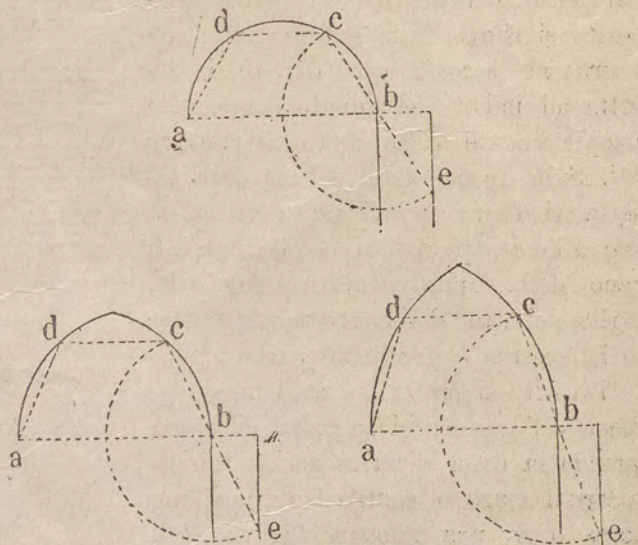


Fig. 75.

Per una volta in pietra da taglio a botte circolare od ellittica, supposto lo spessore all'imposta doppia di quello in chiave, si ha:

Per le grandi volte da ponte	$s = 0,04 \text{ l} + \text{m. } 0,32$
» » volte medie . . .	$s = 0,02 \text{ l} + \text{m. } 0,16$
» » » non caricate. .	$s = 0,01 \text{ l} + \text{m. } 0,08$

Secondo il Perronet per le volte da ponte $s = 0,035$
 $l + \text{m. } 0,32$ supposto $l < \text{m. } 24$. Per portate più
grandi $s = \frac{1}{24} l$, anche qui supponendo che lo spes-
sore all'imposta s a doppio di quello in chiave.

La seguente tabella dà lo spessore in chiave delle volte circolari ed ellittiche (*Barberot*), supponendo lo spessore all'impesta doppio di quello in chiave e dove S è lo spessore in chiave nel caso che la volta sia fortemente caricata, S' nel caso che il carico sia medio ed S'' nel caso che la volta non sia caricata.

Portata in metri	Spessore in chiave		
	S	S'	S''
2	0.40	0.20	0.10
4	0.43	0.24	0.12
6	0.56	0.28	0.14
8	0.64	0.32	0.16
10	0.72	0.36	0.18
12	0.80	0.40	0.20
14	0.88	0.44	0.22
16	0.96	0.48	0.24
18	1.04	0.52	0.26
20	1.12	0.56	0.28
22	1.20	0.60	0.30
24	1.28	0.64	0.32
26	1.36	0.68	0.34
28	1.44	0.72	0.36
30	1.52	0.76	0.38
32	1.60	0.80	0.40
34	1.68	0.84	0.42
36	1.76	0.88	0.44
38	1.84	0.92	0.46
40	1.92	0.96	0.48

Per i piedritti, lorchè questi non sono più alti della sommità dell'estradosso della volta, lo spessore è $\frac{1}{5}$ della portata per vòlte circolari, $\frac{1}{4}$ della portata per vòlte con intradosso policentrico o ad arco ribassato fino a $\frac{1}{4}$ della portata e $\frac{2}{7}$ della portata per intradosso ad arco ribassato oltre $\frac{1}{4}$ della portata.

Le fondazioni dei piedritti hanno una superficie maggiore che si ottiene tagliando a gradinate di m. 0,25 a m. 0,30 le murature di fondazione e l'ampliamento totale si fa corrispondere da $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ dello spessore dei piedritti.

F Gli architetti del Rinascimento impiegarono la seguente costruzione geometrica per ottenere lo spessore dei piedritti (fig. 75), la quale vale per le volte a tutto sesto come per quelle a sesto ogivale. Diviso l'arco circolare od ogivale della sezione retta in tre parti eguali di maniera che risulti $ad = dc = cb$ si prolunghi la corda cb e sul prolungamento a con-

tare dal vertice *b* del diametro dell'arco si prenda *be* = *bc*. Condotta per *e* la verticale, questa è il limite dello spessore del muro. Come si arguisce dalla figura, procedendo così, si ottengono piedritti tanto meno spessi quanto più gli archi sono acuti e quindi quanto più piccole sono le spinte delle volte le quali crescono col diminuire della freccia della volta. Anche questo procedimento grafico è limitato ai piedritti che hanno una altezza non superiore ad una volta e mezza la portata della volta; ben inteso per piedritti isolati, senza alcun appoggio che tenda ad elidere tutto o in parte la spinta che essi ricevono dalla volta.

¶ Nella costruzione delle ordinarie fabbriche civili raramente si calcola lo spessore da assegnare alle vólte ed ai piedritti e si applicano le dimensioni usuali determinati al più con concetti empirici. Fissato lo spessore di una vólta a botte, sarà facile cosa determinare il valore delle reazioni verticali ed orizzontali agli appoggi e quindi la spinta che la vólta esercita sui piedritti.

Consideriamo la semivolta $uxyz$ fatta di un solo pezzo (fig. 76), sia Q la spinta orizzontale che la metà destra della volta esercita sulla metà sinistra lungo il giunto verticale centrale e supponiamo applicata

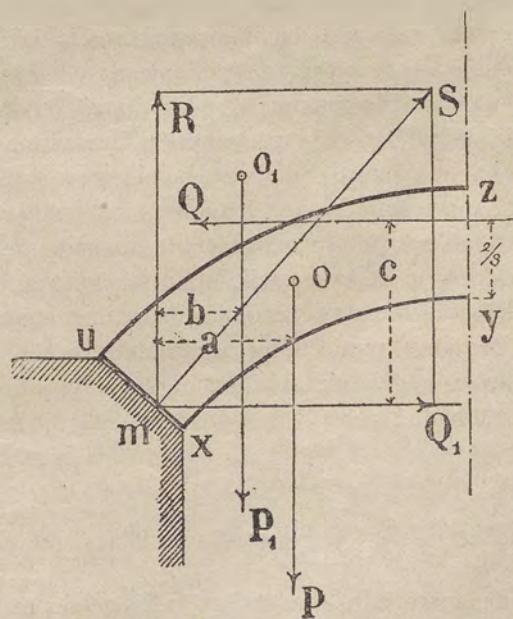


Fig. 76.

questa forza all'estremità superiore del terzo medio dello spessore. Chiamiamo P e P^I rispettivamente il peso della semivolta ed il peso, facile a valutarsi, di tutti i carichi che possano gravare sulla medesima, applicate nei rispettivi centri di gravità o ed o_I ; sia

S la reazione del piedritto applicata al punto m estremità inferiore del terzo medio del giunto di imposta. Questa forza si può decomporre in due altre R verticale e Q_1 orizzontale. La parte $uxyz$ di volta si mantiene in equilibrio sotto l'azione delle forze che lo sollecitano, che sono Q, Q_1, R, P, P_1 , per cui la somma delle proiezioni delle medesime forze sopra l'asse orizzontale deve essere eguale a zero, onde si ha:

$$Q_1 - Q = 0 \text{ quindi } Q_1 = Q$$

Analogamente la somma delle proiezioni di dette forze sulla verticale deve essere eguale a zero, onde si ha:

$$R - P - P_1 = 0 \text{ da cui } R = P_1 + P. (1).$$

Infine la somma algebrica dei momenti di queste forze rispetto il punto m deve essere nulla, onde si ha:

$$Pa + P_1 b - Qc = 0 \text{ donde } Q = \frac{Pa + P_1 b}{c};$$

questa formola ci serve a calcolare il valore di Q che è anche quello di Q_1 reazione orizzontale del piedritto od anche spinta che la volta esercita sul piedritto, mentre la reazione verticale R è data dalla (1). Ed allora note le due reazioni R e Q_1 , componendole, si otterrà la reazione S dell'appoggio, ossia la risultante delle azioni esercitate sull'appoggio della volta.

Calcolate così le reazioni Q ed S si può facilmente dedurre il valore della pressione unitaria massima che si ha nel giunto verticale in chiave e sull'imposta. La meccanica dimostra che se la spinta Q è applicata all'estremo superiore del terzo medio (fig. 76) la pressione unitaria è nulla nell'estremità y , inferiore del giunto e massima nell'estremità z superiore e che in questo punto la pressione unitaria è il doppio della pressione unitaria media che si avrebbe nel giunto; laonde, se w è la superficie del medesimo,

la pressione in z è $= 2 \frac{Q}{w}$.

Quindi, se è fissato lo spessore della volta, si sceglierà un materiale che resista alla pressione $2 \frac{Q}{w}$, ossia, per sicurezza, che abbia un carico di rottura dieci volte maggiore. Viceversa, se si ha il materiale, si determinerà lo spessore della volta, di maniera che in z si abbia una pressione unitaria massima corrispondente al più al decimo del carico di rottura del materiale di cui si dispone.

§ 5.

LE VÔLTE A SCHIFO ED A PADIGLIONE.

Le *vôlte a padiglione* sono composte di tante parti cilindriche, dette *fusi*, *unghie* o *spicchi cilindrici*, quanti sono i lati del poligono sopra cui è costruita la volta. Tutti i fusi cilindrici hanno comune il piano di imposta e si incontrano tutti col loro vertice in un punto unico, detto *punto di chiave* della volta, nel quale concorrono pure tutti gli spigoli della volta. Ciascun fuso cilindrico ha generatrici orizzontali e parallele alla propria linea di imposta ed ha direttrici che possono essere circolari, ellittiche e policentriche.

Saetta o *monta* di una volta a padiglione è la perpendicolare calata dal punto di chiave al piano di imposta della volta; questa normale è anche la monta di ogni singolo spicchio cilindrico, il quale si dice a *tutta monta* o a *monta depressa* o a *monta rialzata* secondo che la monta è eguale, minore o maggiore della metà della corda della volta cilindrica cui lo spicchio appartiene. Conseguentemente la volta a padiglione si dice a *tutta monta* quando tale è quella di tutti i fusi che la compongono, a *monta depressa* quando tutti, alcuni od anche uno solo dei fusi cilindrici ha monta depressa, ed a *monta rialzata* quando tali sono tutti gli spicchi. La superficie di estradosso delle vòlte a padiglione è anche formata generalmente da fusi cilindrici come quella di intradosso, in modo però che il masso murale contenuto fra le due superficie abbia uno spessore crescente dal vertice verso l'imposta della volta.

La proiezione orizzontale di una volta a padiglione è costituita dal poligono perimetrale dello spazio coperto dalla volta e da tante rette che partendosi da un unico punto, proiezione orizzontale del punto di chiave della volta, si diriggonno ai vertici del poligono. Se il perimetro è costituito da un poligono regolare, la proiezione orizzontale di ciascun spigolo è anche la bisettrice dell'angolo del poligono al vertice del quale concorre lo spigolo.

Come nelle vòlte a botte anche nelle vòlte a padiglione si possono praticare delle lunette, lungo le imposte dei fusi cilindrici, attraversate dalle strombature delle porte o delle finestre; si ha così la volta a *padiglione lunettata*.

Quando una volta a padiglione ha il perimetro rettangolare, essa riesce costituita da quattro fusi

cilindrici, i quali possono avere il medesimo vertice (fig. 77) ed allora la sua proiezione orizzontale è costituita dal rettangolo con le sue diagonali. Talvolta però i quattro fusi cilindrici non hanno comune il vertice; hanno invece la medesima saetta e la medesima corda per lo più corrispondente alla metà

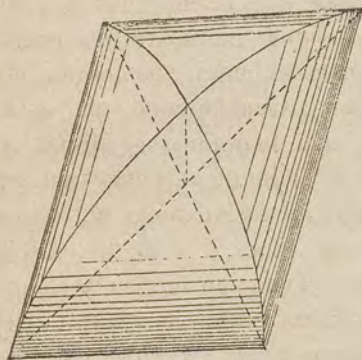


Fig. 77.

del lato più piccolo del rettangolo. A motivo della somiglianza con una conca, queste volte a padiglione si chiamano anche *volte a conca* e più propriamente *volte a botte con teste di padiglione* (fig. 78). Effettivamente una volta a botte con teste di padiglione può considerarsi costituita nella sua parte centrale da una volta a botte e dal punto in cui si incontrano a due a due gli spigoli da una mezza volta a padiglione. Nelle volte a padiglione ed in quelle a botte con teste di padiglione gli spigoli formano dalla parte dell'intradosso angoli rientranti, epperò salienti dalla parte dell'estradosso.

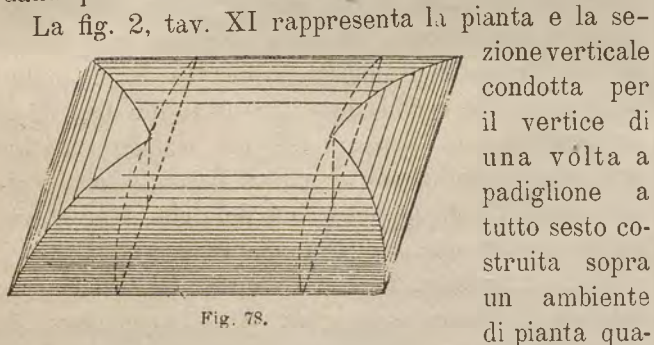


Fig. 78.

La fig. 2, tav. XI rappresenta la pianta e la sezione verticale condotta per il vertice di una volta a padiglione a tutto sesto costruita sopra un ambiente di pianta quadrata. In questa figura è anche indicata la maniera di tracciare uno degli spigoli ellittici diagonali che si ottiene in vera forma mediante ribaltamento facile a comprendersi.

Una rappresentazione analoga si ha per una volta a botte con testa di padiglione a tutto sesto coprente un'area di forma rettangolare nella fig. 3, tav. XI ed anche qui è indicata la grafica costruzione di uno spigolo diagonale ellittico.

La fig. 4, tav. XI mostra la pianta e la sezione di una volta a padiglione a tutto sesto avente pianta ottagonale regolare; nella fig. 79 si ha la grafica costruzione degli spigoli ellittici diagonali di una volta

simile ottenuti, sia in elevato che in vera forma, mediante ribaltamento sopra il piano orizzontale d'imposta.

La fig. 1, tav. XII rappresenta una volta a botte con teste di padiglione a tutto sesto coprente un'area della forma di un trapezio. Nella figura medesima si ha la costruzione geometrica, facile a comprendersi, dei suoi quattro spigoli in vera forma mediante

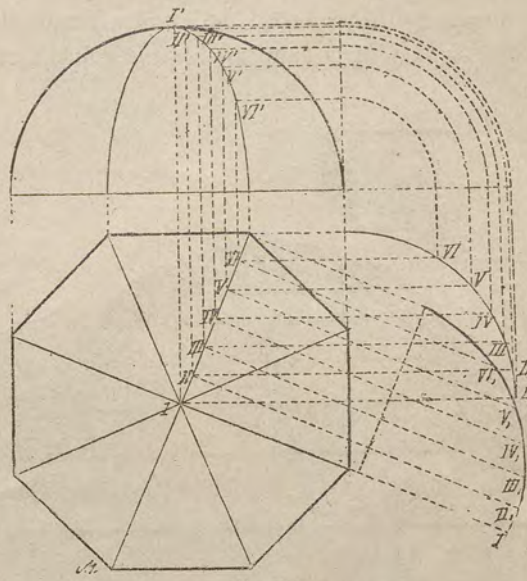


Fig. 79.

ribaltamento sul piano orizzontale di imposta; due di questi spigoli sono anche tracciati in proiezione verticale. Fin qui abbiamo immaginato nelle volte a padiglione la superficie di ogni fuso cilindrico continua dall'imposta alla chiave della volta, anche quando questa è a botte con teste di padiglione. Si possono immaginare volte simili con fusi cilindrici limitati ad una altezza inferiore a quella che avrebbe la chiave, se la volta a padiglione fosse a tutto sesto, mediante un piano parallelo a quello di imposta della volta. L'apertura che con tale sezione orizzontale si viene a individuare nella volta ha una forma simile alla superficie coperta dalla volta e può servire per dar posto a un lucernale ovvero, chiuso da una volta piana o leggermente incurvata, serve a stabilire uno specchio nel fondo della volta. La volta a padiglione terminata superiormente con uno specchio piano prende propriamente il nome di *volta a schifo* e di questo si ha una rappresentazione nella fig. 2, tav. XII, dove si ha la pianta e le sezioni verticali di una volta di questo genere lunettata e costruita sopra una pianta rettangolare. Le sezioni rette delle superficie cilindriche formanti l'intradosso della volta, quale venne definita, sono curve tutte eguali fra loro.

Allorquando si ha disponibile un'altezza piuttosto grande, la parte piana $a b c d$ di una volta a schifo (fig. 2, tav. XIV) può coprirsi con una volta a padiglione che perciò risulta insistente sulla parte curva della volta a schifo. Affinchè però l'immediato succedersi di due superficie curve, quella cioè, costituita dalle superficie cilindriche della volta a schifo e quella formante l'intradosso della volta a padiglione, non abbia a produrre uno spiacevole effetto, suolsi

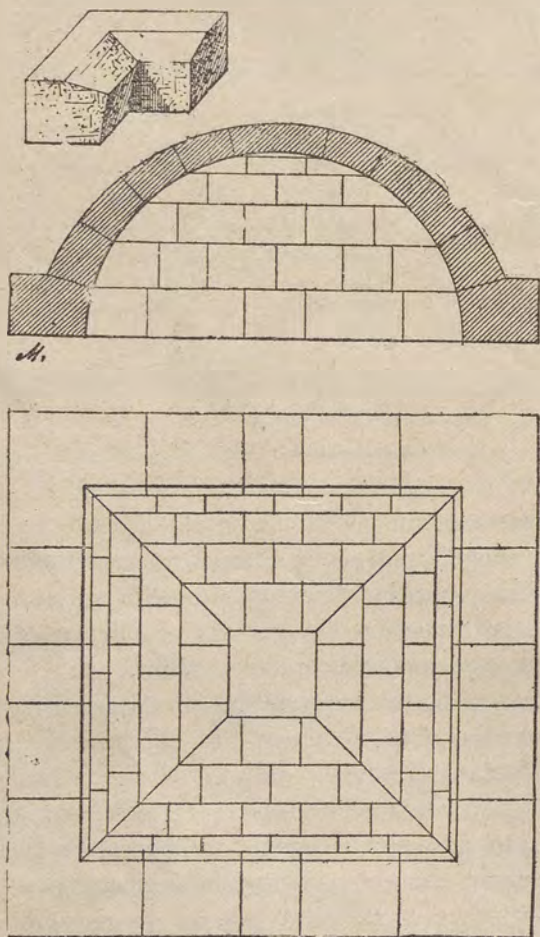


Fig. 80.

spesso innalzare il piano di imposta della volta a padiglione (fig. 3, tav. XII) facendo in modo che tra la linea poligonale $a b c d$ e l'imposta della volta a padiglione risulti un tamburo $t s$ verticale prismatico che generalmente suolsi coprire con una cornice o con sagome ed ornamenti architettonici.

Allorquando la volta a schifo insiste sopra una pianta rettangolare, la volta a padiglione che si costruisce sulla sua parte piana, sarà propriamente una volta a botte con teste di padiglione.

§ 6.

LA COSTRUZIONE DELLE VÔLTE A SCHIFO ED A PADIGLIONE.

Le vòlte a padiglione essendo costituite di parti cilindriche (*unghie*) per la loro costruzione valgono le norme già enunciate per questo genere di vòlte.

Se la volta a padiglione, cioè, è costruita di mattoni, i filari di ciascuna unghia hanno forma rettilinea e parallela all'imposta dell'unghia medesima. Gli spigoli si fanno pure di mattoni quando non si richiede lungo gli stessi una maggiore resistenza ed in maniera che i filari di un'unghia si innestino con quelli dell'unghia contigua, cosicchè lungo gli spigoli non si formino dei giunti (figg. 1 e 3, tav. XIII). E poichè i filari hanno i loro piani di giunto longitudinali disposti normalmente alla superficie di intradosso, riesce necessario dover spezzare opportunamente, secondo l'inclinazione dei piani di giunto, le estremità dei mattoni che costituiscono gli spigoli (fig. 2, tav. XIII).

Se la volta a padiglione è costruita in pietra da taglio per il taglio dei cunei che individuano i filari vale tutto quanto si è detto per il taglio delle pietre per la costruzione delle vòlte a botte. I cunei destinati ad individuare gli spigoli devono necessariamente far parte di due unghie vicine. Per il loro taglio si procederà in maniera semplice, se si hanno in vera forma e grandezza le loro faccie di giunto e gli angoli di inclinazione fra loro. La fig. 80 ci rappresenta con la pianta ed una sezione verticale una volta a padiglione in pietra da taglio con marcati i cunei di spigolo, del primo dei quali si ha la proiezione assonometrica di fronte nella medesima figura.

Se la volta a padiglione è limitata superiormente secondo un piano orizzontale ed è sormontata da una volta piana ovvero da un'altra volta a padiglione, più o meno sviluppata in altezza (*vòlte a schifo*), la loro costruzione nella parte curva della volta procede analogamente come per le vòlte a padiglione, tanto se la volta è costruita in mattoni, come se va eseguita in pietra da taglio. Evidentemente le medesime norme valgono per la volta a padiglione che sormonta la parte curva della volta a schifo.

Soltanto quando la parte superiore della volta a schifo è piana devonsi tenere norme differenti per la sua costruzione. Mai tale porzione di volta si eseguisce con intradosso perfettamente piano. A tale volta si assegna sempre una piccola monta anche quando si richieda un intradosso perfettamente piano,

il quale si ottiene dalla volta leggermente arcuata, ingrossandone verso il centro lo spessore dell'intonaco.

La disposizione dei mattoni nella sua parte piana, se la volta è fatta con mattoni, è quella a *spina di pesce*, come indicasi nella fig. 4, tav. XIII. La esecuzione si comincia dagli angoli e si fa procedere verso il centro; a tal uopo conviene stabilire sugli angoli, dentro lo spessore della volta, dei cunei *c* di pietra, i quali servono a preparare l'imposta ai primi filari della volta piana.

Talvolta i costruttori sogliono assegnare alla parte curva di una volta a schifo, una curvatura più schiacciata del quadrante di circolo, e ciò allo scopo di apparecchiare col solo sistema a spina pesce tutta la volta (fig. 5, tav. XIII). Si ottiene così una struttura meno complessa omogenea e sicuramente più resistente.

§ 7.

LE VOLTE A CROCIERA.

Nella volta a crociera, come in quelle a padiglione, l'intradosso è generalmente costituito di segmenti di superficie cilindrica, ciascuno dei quali prende egualmente il nome di *unghia*. Se non che, mentre nelle volte a padiglione si utilizzano i segmenti cilindrici che non contengono le generatrici che passano per la monta, ossia le più alte del cilindro, nelle volte a crociera si utilizzano i segmenti contenenti le sopradette generatrici *aa*, *bb* (fig. 81); le volte a crociera del resto, come le volte a padiglione, si prestano per coprire spazi poligonali di

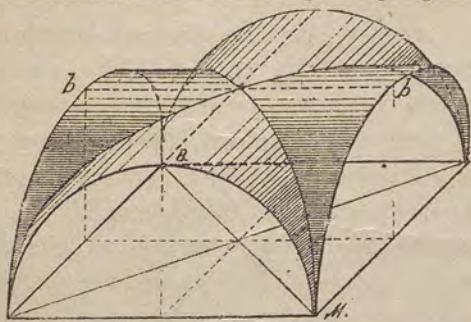


Fig. 81.

qualunque forma, i loro spigoli sono gli stessi delle volte a padiglione costruite sulla medesima superficie e le imposte delle diverse unghie, anziché essere rettilinee, sono degli archi. Diversamente che nelle volte a padiglione, gli spigoli salienti riescono rivolti verso l'interno dell'ambiente coperto da volta. Spesso questi spigoli si fanno anche più sporgenti

dall'intradosso medesimo ed allora si sagomano convenientemente assumendo il nome di *costole*. *Costole diagonali* si chiamano le costole corrispondenti

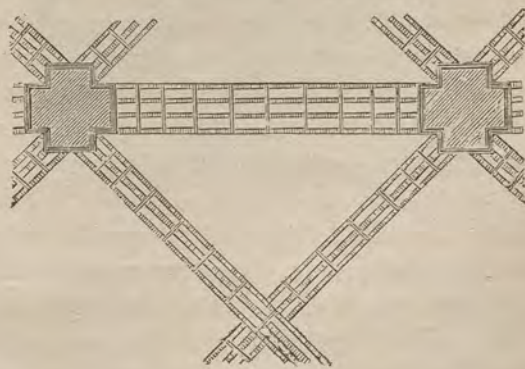
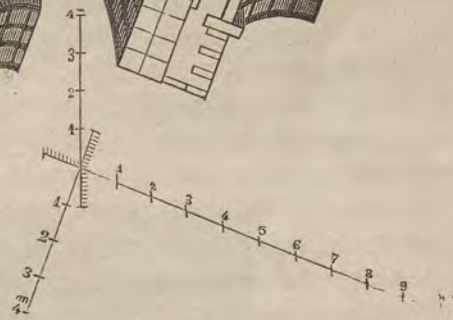
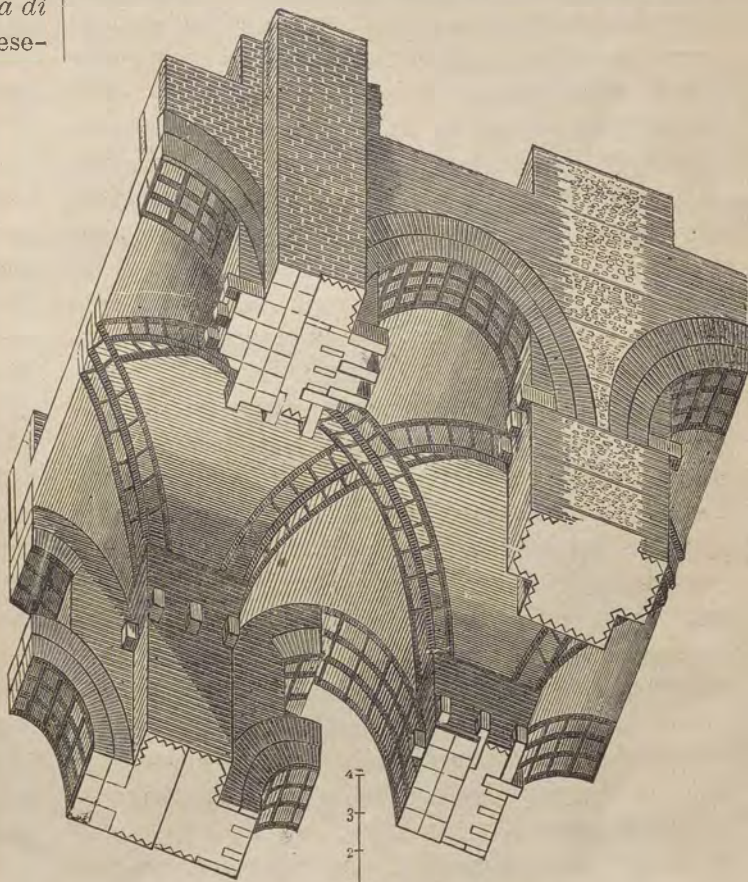


Fig. 82.

agli spigoli diagonali della volta e *costole di testa* o *di imposta* le altre corrispondenti agli spigoli di testa o di imposta, che soglionsi egualmente sago-

mare allora quando gli spigoli diagonali sono sagomati.

Gli spigoli di una volta a crociera si proiettano orizzontalmente secondo le diagonali del poligono coperto da volta, sicchè il punto di incontro delle diagonali è la proiezione orizzontale del vertice della volta. Chiamasi *monta* della volta a crociera la distanza del suo vertice dal piano di imposta; spesso la monta, che è pur quella delle singole unghie costituenti la volta, è maggiore della monta degli archi di imposta, in tal caso la volta a crociera dicesi *rialzata*. Le unghie allora potranno essere costituite da superficie *cilindroidiche* o da superficie cosiddette *sferiche* come si dirà in seguito; se invece la monta della volta è eguale alla monta degli archi di imposta la volta a crociera dicesi *a tutto sesto*.

La volta a crociera a tutto sesto presenta il vantaggio di rimandare il peso e la spinta proveniente dalla struttura delle volte lungo gli spigoli e quindi sui vertici del poligono sopra cui insiste la volta, di maniera che le pareti del poligono nulla sopportano e potrebbero quindi sopprimersi ovvero costruirsi con struttura di esile spessore, come si praticò generalmente nella costruzione delle Chiese di stile ogivale. Se però la volta a crociera ha la monta rialzata anche una parte del peso e della spinta si scarica sui muri perimetrali.

Se gli archi di imposta di una volta a crociera sono semicirconferenze ovvero semiellissi coi loro semiassi verticali della medesima lunghezza della monta della volta e semiellissi sono pure gli spigoli diagonali aventi per semiasse la monta della volta, la volta a crociera dicesi *a tutto sesto* con unghie cilindriche. L'uso delle volte a crociera a tutto sesto risale fino a tempi molto lontani. I Romani impiegarono queste volte per coprire ambienti vastissimi, quali furono quelli delle *Terme di Diocleziano* e della *Basilica di Costantino*, altrimenti detta il *Tempio della Pace*. Il disegno della fig. 82 riproduce la vista di una volta a crociera esistente nel Palazzo dei Cesari sul colle Palatino in Roma (1). Le costole diagonali di questa volta, allo scopo di presentare una maggiore resistenza, sono costruite con tre archi di mattoni collegati da piastrelle di argilla, mentre gli archi di testa o di imposta sono costruiti con quattro archi di mattoni. Tutta la rimanente struttura compresa tra gli archi di mattoni delle costole e tra le costole per la for-

mazione delle unghie cilindriche della volta a tutto sesto è di getto di calcestruzzo.

Le volte a crociera a tutto sesto sono oggidi in uso sovente quando il poligono coperto da volte è un quadrato. La fig. 1, tav. XIV rappresenta una volta a crociera di questo genere per mezzo della pianta e di una sezione verticale passante pel suo vertice. Gli archi di imposta di questa volta sono a tutto sesto, le unghie, che hanno per direttrici questi archi sono cilindriche e gli spigoli diagonali sono semiellissi aventi per semiasse minore la metà del lato del quadrato su cui insiste la volta e per asse maggiore la diagonale del medesimo quadrato. In queste figure è anche segnata la costruzione, facile a comprendersi, dell'ellisse diagonale ribaltata sul piano orizzontale.

La fig. 5, tav. XIV rappresenta, con la pianta e due sezioni verticali ortogonali e passanti per il vertice, la volta a crociera a tutto sesto costruita sopra una pianta di forma rettangolare. Le curve di imposta lungo i lati più piccoli del rettangolo sono semicirconferenze, le altre lungo i lati più lunghi sono semiellissi aventi il semiasse verticale eguale al raggio delle sopradette semicirconferenze e semiellissi sono pure le curve diagonali aventi il medesimo semiasse verticale; di queste ellissi è segnata nella figura la costruzione.

Le volte a crociera rappresentate nella fig. 1 e 5 tav. XIV sono impostate sopra arcate in parte sopportate da pilastri crociformi; queste arcate potranno essere munite di archivoltto sagomato come indica la fig. 3 della medesima tavola. Se però il pilastro che sopporta le arcate è semplice, ovvero è costituito da una semplice colonna (fig. 2, tav. XIV) si rende allora necessario impostare la crociera un poco al di sopra delle arcate, di maniera che fra il contorno dell'arcata e l'impostatura della volta rimanga una fascia della larghezza non inferiore ai 10 cm.

Se la monta della volta è maggiore della monta delle curve di imposta delle singole unghie, queste potranno supporsi generate da una retta nella maniera seguente. Sia *ab d* il poligono orizzontale da coprire con volta a crociera rialzata (fig. 83); per i lati del poligono si traccino altrettante semicirconferenze contenute in piani verticali; per il centro *o* di figura del poligono si immagini innalzata la verticale e sopra di questa riportata la monta con rialzo della volta in *oe*; tracciati i quarti di ellisse *ea*, *eb*, *ec*, *ed* contenuti in piani verticali passanti pei vertici della

(1) Choisy, L'Art de bâtir chez les Romains.

vólta e del poligono di imposta, condotte le rette em, en, ep, eq congiungenti il vertice e della vólta col punto più alto delle semicirconferenze di imposta, si immagini l'unghia $ebma$ generata dalla retta em che

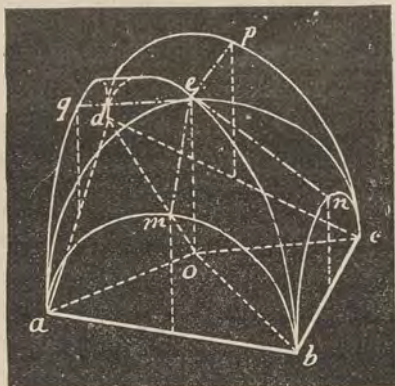


Fig. 83.

mantenendosi parallela a sè stessa si appoggi prima sugli archi am, ae e poscia sugli altri mb, eb ; della medesima maniera si immaginino generate ciascuna delle altre unghie; la vólta, che così si ottiene, sarà una vólta a crociera con unghie cilindroidiche.

La fig. 3, tav. XIV riproduce una simile vólta a crociera con rialzo che copre una pianta di forma quadrata. Le unghie di questa vólta sono costituite da superficie cilindroidiche e nella figura è segnata la costruzione degli spigoli diagonali in proiezione verticale ed in vera forma ribaltati sul piano orizzontale di proiezione. Come facilmente si arguisce dalla medesima figura, basterà riportare il rialzo della vólta sul piede della monta e congiungere il punto o coi vertici a e b ed a partire dalle linee ao, bo misurare le ordinate delle curve corrispondenti a quelle dell'arco direttore dell'imbotte cilindrico delle unghie.

In una vólta a crociera rialzata le unghie possono suppersi generate in maniera diversa di quella anzidescritta. Sia $abcde$ (fig. 84) il poligono orizzontale di imposta della vólta; descritte le mezze circonferenze sui lati di questo poligono contenute in piani verticali ed i quarti di ellisse fa, fb, fc, fd, fe contenuti pure in piani verticali passanti per il vertice f della vólta e pei vertici a, b, c, d, e del poligono; condotti gli archi di circolo fm, fn, fo, fp, fq passanti per f e per il punto più alto delle semicirconferenze di imposta e tangenti in f al piano orizzontale condotto per questo stesso punto; si immagini l'unghia fab generata da un arco di circolo di raggio variabile il quale mantenendosi col suo piano

verticale si appoggi contemporaneamente sulle semiellissi fa, fb e sull'arco fm . La superficie che se ne ottiene non è in verità una superficie sferica, ma tale si appella per consuetudine, tanto che la vólta a crociera comunemente dicesi composta con unghie sferiche.

L'unghia sferica può anche suppersi generata dall'arco di imposta amb , il quale mantenendosi col suo piano parallelo alla sua posizione iniziale si appoggi costantemente sugli spigoli ellittici diagonali (fig. 85).

La fig. 4, tav. XIV dà la vólta a crociera rial-

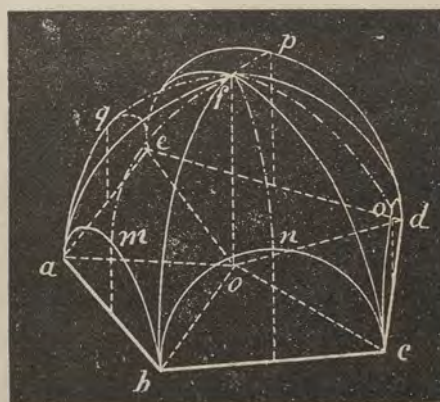


Fig. 84.

zata con unghie sferiche costruita sopra una superficie quadrata; questa vólta è rappresentata con la pianta ed una sezione verticale condotta pel suo vertice parallelamente alla fronte; l'unghia coprente il

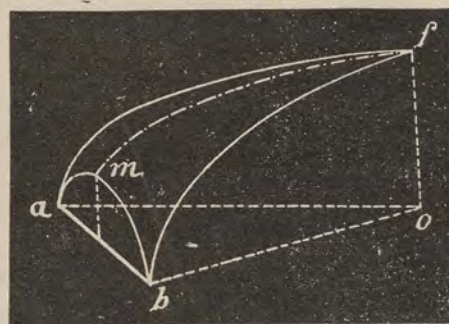


Fig. 85.

triangolo aob della pianta è supposta generata da un arco di raggio variabile ed è rappresentata nello spaccato col triangolo curvilineo $a o' b'$ e gli altri triangoli mistilinei $a' o' e'$, $b' e' o'$ e $b' o' f'$ rappresentano rispettivamente le mezze unghie proiettate in pianta nei triangoli aoe , foe , bof . L'arco circolare $b' o' f'$, secondo cui termina la sezione verticale dell'intradosso della vólta, passerà pel punto o' estremo

della monta della volta e pei punti b' , f' estremi dei due archi di testa sezionati. La proiezione verticale degli spigoli diagonali si ottiene come per la volta con unghie cilindroidiche.

Seguendo un analogo procedimento sarà cosa assai facile tracciare una volta a crociera avente due unghie sferiche e due cilindriche, allora quando la volta, coprendo un'area rettangolare, ha la sua monta

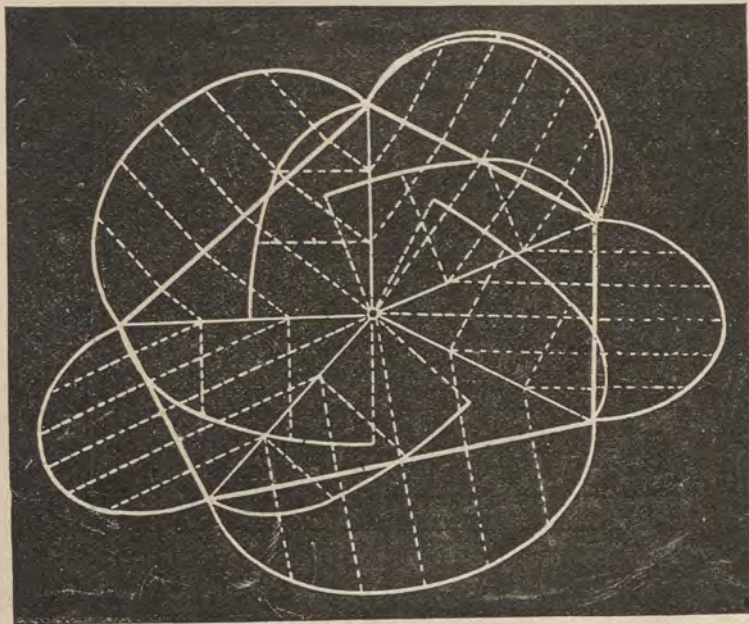


Fig. 86

eguale alla monta delle due curve di imposta insistenti sui lati più lunghi del rettangolo e questa monta risulti maggiore di quella delle curve di imposta insistenti sui lati più piccoli (fig. 6, tav. XIV). Il metodo grafico per il tracciamento degli spigoli diagonali in proiezione verticale ed in ribaltamento usate per le volte a crociera indicate nella tav. XIV, che sono le più semplici tra quelle che si possono immaginare, può estendersi anche al caso di volte a crociera insistenti sopra un pentagono irregolare. Stabilita la monta di una curva di testa come monta delle altre curve di testa e della volta, sarà cosa facile, mediante le ordinate ricavate dalla prima curva di testa, costruire le altre curve di testa e gli spigoli diagonali come chiaramente si rileva dalla fig. 86. Soltanto si fa osservare che le volte a crociera subendo d'ordinario un piccolo cedimento verso chiave nel momento del loro disarmo, conviene all'atto pratico costruire tutte le curve con una monta poco maggiore di quella che la stessa deve avere. Tale rialzo si fa ascendere a circa $\frac{1}{60}$ della lun

ghezza dello spigolo diagonale, e nella figura è riportato in una delle curve di testa.

§. 8.

LA COSTRUZIONE DELLE VOLTE A CROCIERA.

Generalmente le volte a crociera si costruiscono in pietra da taglio o con laterizi.

Nella costruzione delle volte a crociera in pietra da taglio i filari di cunei di cui si compone la volta si dispongono con le loro linee di giunto longitudinali secondo le generatrici dell'imbotte cilindrico delle unghie della volta ed i piani di giunto longitudinali secondo piani radiali ossia normali all'imbotte medesimo (fig. 87). I cunei che contengono gli spigoli hanno forma speciale a gomitolo per collegarsi ad un tempo coi cunei delle due unghie contigue. Il cuneo di chiave, destinato a contenere il vertice della volta, ha forma crocifor-me con tanti bracci quanti sono le unghie della volta.

La fig. 87 ci dà la proiezione orizzontale e la sezione verticale di una volta a crociera a tutto sesto costruita in pietra da taglio sopra pianta quadrata. Nella medesima figura si vede rappresentato in prospettiva obliqua un cuneo di spigolo, il cuneo di chiave e quello di imposta della crociera. Ordinariamente le volte in pietra da taglio non vanno rinforzate lungo gli spigoli, con costole dalla parte dell'estradosso, come generalmente si pratica per le volte a crociera in laterizi, come si vedrà in seguito, ma soltanto dalla parte dell'intradosso, allora quando gli spigoli sono muniti di costole salienti comunque sagomate. In tale caso se le costole nascono separatamente con membrature nettamente divise, dal piano di imposta della volta, allora queste si possono eseguire anche indipendentemente l'una dall'altra. Ma se al contrario ha luogo una stroncatura nel profilo delle costole, in vicinanza del piano di imposta, ciò che avviene allora quando il capitello o la mensola, che forma il punto di partenza delle costole, è ristretta per riceverle distintamente l'una dall'altra, è meglio eseguirle tutte di un solo pezzo fin dove le costole sono riunite insieme (fig. 88) od in più rocchi sovrapposti come indica la fig. 89. In ogni caso la costruzione delle costole nelle volte a crociera procede separatamente dalle parti di volte costituenti

il ripieno delle unghie, e si considerano come archi che sopportano le unghie medesime. A tale scopo devono le costole essere munite di opportuni pieducci

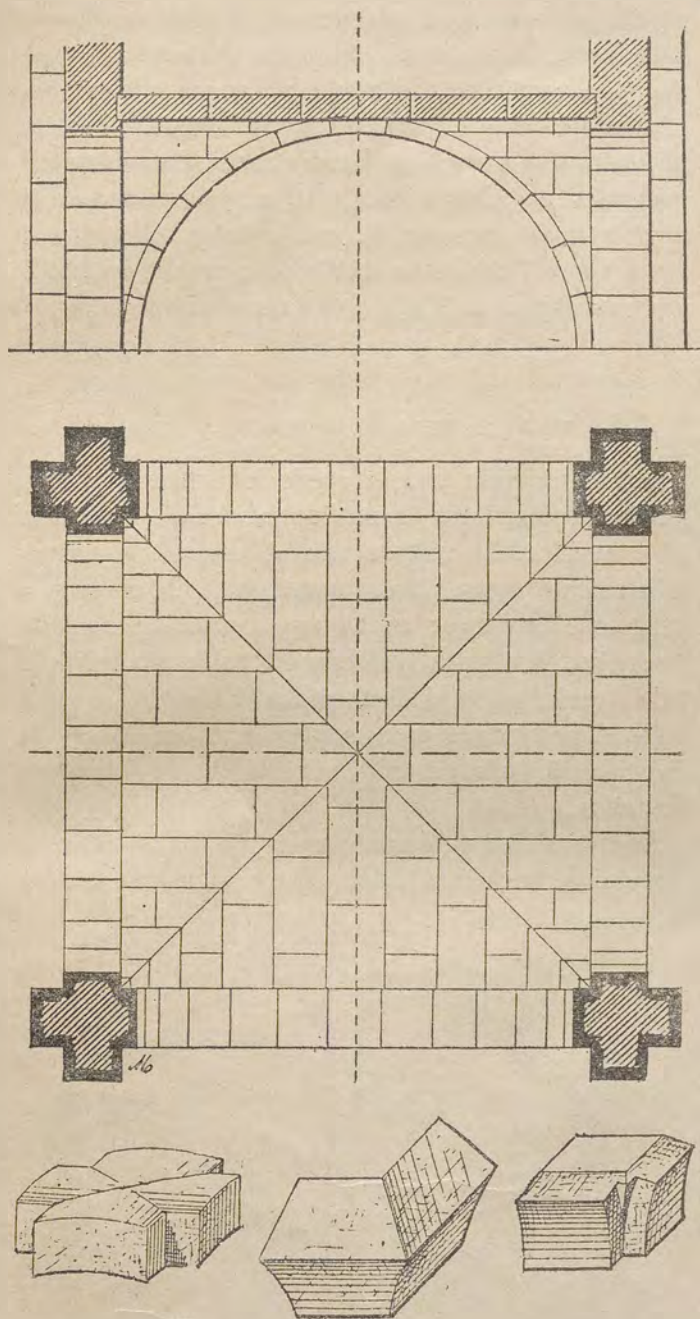


Fig. 87.

per ricevere l'imposta del ripieno della volta. La fig. 90 rappresenta la vista che offrirebbe l'insieme delle costole costruite antecedentemente alla costruzione dei ripieni delle unghie. Da questa figura chiaro emerge come sia condizione indispensabile che le costole in una crociera siano talmente disposte che, una volta costrutte, si reggano stabilmente da loro, prima ancora della costruzione dei ripieni, e che le

spinte varie provenienti dal peso delle costole e dei ripieni riescano equilibrate a costruzione finita. Diamo infine nella fig. 91 il profilo di alcune costole portanti per crociera da costruirsi in pietra da taglio; la fig. 11, tav. XIII invece mostra la maniera di foggare il pieduccio destinato a ricevere l'imposta del ripieno; tale disposizione è valevole anche nel caso che le costole siano costruite con mattoni sagomati.

Nelle costole i piani di giunto si dispongono nel senso radiale, ed a seconda della loro importanza le medesime possono costruirsi, come addimostro la figura 91, (5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15) ecc. anche con archi indipendenti l'uno dall'altro alla maniera romana.

Per le volte a crociera, costruite interamente di mattoni, allora quando non sono di grande luce, l'apparecchio più semplice è quello stesso già accennato per le volte in pietra da taglio. I filari di mattoni, cioè, si dispongono secondo le generatrici dell'imbotte cilindrico ed incontrantisi lungo lo spigolo a zig-zag, come mostra la fig. 6, tav. XIII, la quale rappresenta in pianta tale ordinamento.

La disposizione però più comune per le volte a crociera è quella a spina di pesce, già stata indicata per le volte a botte e per quelle a schifo; con tale ordinamento i filari di mattoni sono diretti nel senso diagonale inversamente per ogni quarto di volta (fig. 7, tav. XIII) ed allora i filari di due unghie contigue si trovano in un medesimo piano e l'incontro a zig-zag tra i filari di due quarti di volta consecutivi ha luogo lungo la generatrice più alta delle unghie medesime.

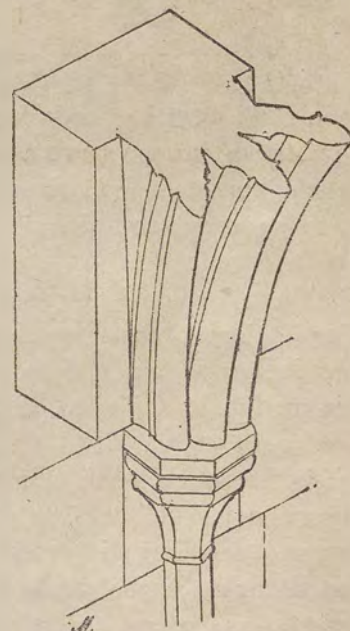


Fig. 88.

Questa disposizione dei filari presenta ancora il vantaggio di potere rafforzare gli spigoli della volta, qualora se ne abbia il bisogno, con costole salienti dall'estradosso.

Una volta di questo genere si vede disegnata nella fig. 3. a tav. XV con la pianta ad una sezione verticale passante per il vertice della monta.

La fig. 8, tav. XIII mostra la disposizione dei mat-

toni in due filari consecutivi di due unghie contigue di una crociera provvista di costole esterne in cui il coperto è dello spessore di due teste e la costola saliente è dello spessore di teste 1×2 ; la fig. 9 della stessa tavola l'analoga disposizione di una crociera

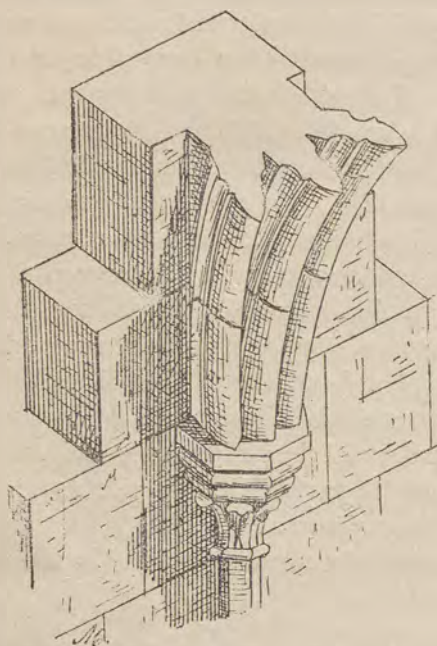


Fig. 89.

in cui il coperto è dello spessore di una testa e la costola dello spessore di 1×2 teste, ovvero di 1×1 teste (fig. 10).

Più vantaggioso dal punto di vista costruttivo si presenta l'ordinamento misto rappresentato dalla fig. 1, tav. XV, secondo il quale la costruzione della volta si inizia negli angoli

con filari diretti secondo le generatrici dell'imbotte; questa costruzione serve a preparare il pieduccio sul quale impostano i filari ordinati secondo il sistema a spina di pesce, di cui si compone la parte di volta rimanente.

Allora quando i filari sono disposti a spina di pesce, la loro costruzione si inizia coi mattoni che individuano lo spigolo della volta e quindi si procede da un lato e dall'altro, finchè il filare non sia compiuto.

Come per le volte cilindriche anche per quelle a crociera può adottarsi la disposizione secondo anelli arcuati dei filari di mattoni (fig. 2, tav. XV). Questo ordinamento è preferibile per le volte a crociera a sesto acuto e per quelle rialzate e presenta il vantaggio di potere costruire il coperto delle unghie senza armatura all'infuori di quella necessaria a individuare e sostenere gli spigoli o le costole portanti; nel mezzo di ciascuna unghia risulta un occhio nel quale la disposizione dei mattoni può essere una di quelle citate in simili casi per le volte a botte.

Lo spessore delle volte a crociera varia col variare della loro portata e del carico che vi grava sopra. Lo spessore delle unghie come quello delle costole

può determinarsi col calcolo nella maniera medesima con cui si determina lo spessore nelle volte a botte e nelle arcate in genere, specialmente allora quando grande ne è la portata e pesante il carico sostenuto dalla volta. Nei comuni casi della pratica, e fino all'ampiezza di 6 m., si vuole assegnare alle unghie lo spessore di una testa di mattoni ed alle costole quello di due teste per due di altezza. Per maggiore portata delle volte e fino a 10 m. lo spessore delle unghie si fa crescere da una testa in chiave a 2 teste verso l'imposta e quelle delle costole da 2×3 teste in chiave a 3×3 teste verso l'imposta.

§ 9.

LE VÔLTE A VELA E LE VÔLTE A CUPOLA.

Si dicono *vôlte a vela* quelle che hanno il loro intradosso costituito da una volta sferica, sferoidica od ovaloidica. Le volte a vela si costruiscono convenientemente sopra pianta quadrata, rettangolare o poligonale regolare; anche sopra pianta poligonale irregolare è sempre possibile costruire una volta a vela, però, come si dirà meglio in seguito, queste volte si presentano poco gradevoli all'occhio per la irregolarità delle curve di imposta che ne deturpano l'estetica.

Se ad un'area di forma quadrata o rettangolare si circoscrive un circolo (fig. 92) e si immagini un emi-

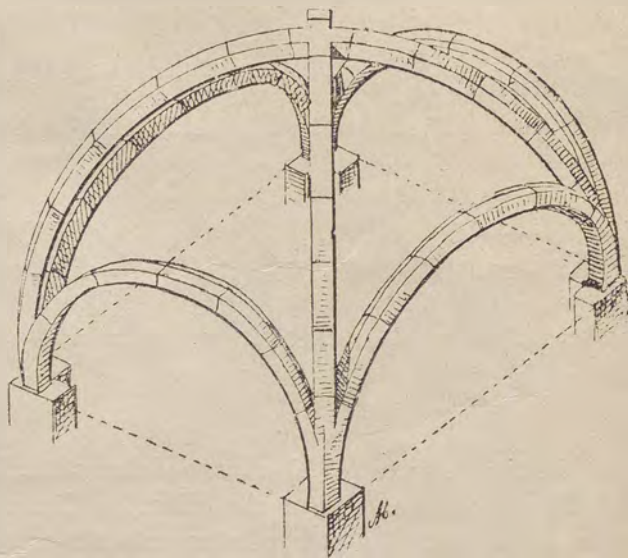


Fig. 90.

sfero od un semiellissoide di rivoluzione ovvero solamente una calotta sferica od ellissoidica insistente sopra il circolo circoscritto alla pianta quadrata o rettangolare e si immaginino condotti i quattro piani

verticali passanti pei lati del quadrato o del rettangolo e tolti dalla superficie sferica od ellissoidica le semicalotte che questi piani determinano, la porzione rimanente della superficie copre esattamente l'area data e costituisce una volta a vela *sferica* nel primo caso e *sferoidica* nel secondo. Le volte a vela sferiche e sferoidiche possono essere a *tutta monta*, a *monta rialzata*, e *depressa* secondo che la monta della volta è eguale, maggiore o minore del raggio del circolo circoscritto al poligono di base. In ogni caso le intersezioni o linee di imposta che una volta a vela determina sulle pareti saranno delle semicirconferenze o porzioni di queste, se la volta a vela è sferica a tutto sesto od a sesto ribassato, saranno delle semiellissi o porzioni di queste, se la volta a vela è sferoidica a tutto sesto od a sesto ribassato e saranno delle semiovali o porzioni di queste se l'ellissoide si immagina generato dalla rivoluzione di una mezza ovale.

Oltre le sopraindicate maniere di generazione altre ancora se ne possono immaginare per le volte a vela, e principalmente per quelle su pianta rettangolare. Come si dirà appresso, havvi delle volte a vela insistenti sopra pianta rettangolare aventi per superficie di intradosso una porzione di superficie di toro (*volte a vela anulari*) e delle altre pure insistenti sopra pianta rettangolare aventi l'intradosso generato da un arco di circolo di forma variabile che, mantenendosi sempre in un piano perpendicolare al piano di base, si muove parallelamente a sè stesso in maniera da poggiare i suoi estremi ed il suo punto medio sopra tre curve direttrici preventivamente determinate (*volte a vela veloidiche*).

La fig. 1, tav. XVI, ci dà in pianta ed in elevato, per mezzo di una sezione verticale praticata con un piano parallelo al piano secondo di proiezione, una volta a vela sferica a tutto sesto, costruita sopra pianta quadrata. Detta volta si proietta nel piano orizzontale di proiezione nell'area quadrata istessa da coprire; nel piano verticale, tracciando la linea orizzontale di imposta della volta, prendendo il suo punto di mezzo o che si fa centro delle due semicirconferenze, proiezioni dell'arco e della linea di imposta della volta. Il punto o è anche il centro della sfera che determina l'intradosso della volta, la cui linea di intradosso si traccia con raggio eguale al raggio r del circolo circoscritto al quadrato base sulla quale imposta la volta. La sezione condotta secondo un piano verticale condotto per la diagonale del quadrato

si ottiene facilmente proiettando gli archi di imposta delle volte, che sono in alzato due semiellissi di facile costruzione, conoscendosene gli assi principali, mentre la linea d'intradosso della volta è una semicirconferenza di raggio eguale a quello del circolo base. L'estradosso di queste volte è pure costituito da una

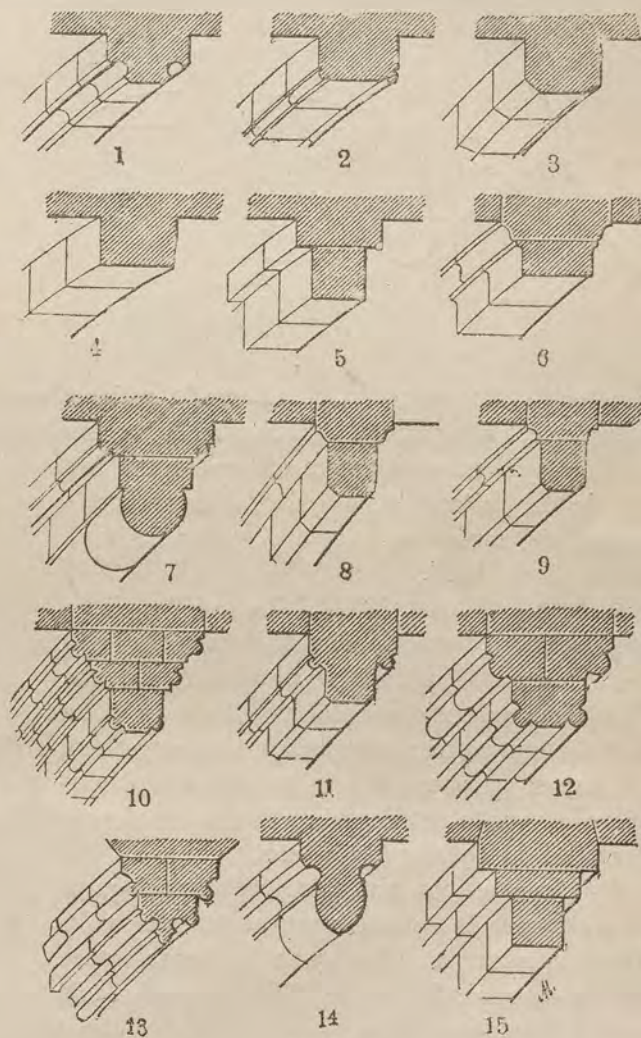


Fig. 91.

volta sferica concentrica con la prima e tracciata con un raggio maggiore di quanto è lo spessore della volta; se però si vuole che lo spessore della volta debba crescere dalla chiave all'imposta il centro dell'arco estradosale si prenderà sulla verticale per o al di sotto di questo punto.

Nella fig. 3, tav. XVI, si ha la pianta e le due sezioni, longitudinale e trasversale, di una volta a vela sferica a tutto sesto costruita sopra pianta rettangolare. Si ottiene la sezione longitudinale tracciando primieramente l'arco di imposta corrispondente al lato più lungo del rettangolo che in elevato è una

semicirconferenza di raggio eguale alla metà di questo lato e quindi l'arco intradosale, limitatamente ai pieddritti, con raggio eguale a quello del cerchio

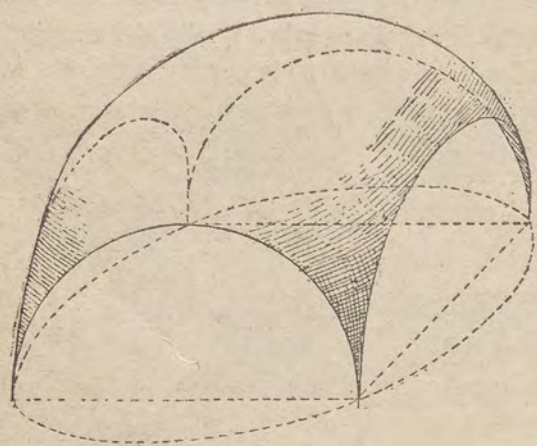


Fig. 92.

circoscritto al rettangolo. Si ottiene la sezione trasversale col disegnare il semicircolo di imposta che ha il raggio corrispondente alla metà del lato più piccolo del rettangolo, e quindi l'arco intradosale col medesimo raggio di prima limitatamente ai pieddritti.

Nella fig. 2, tav. XVI si ha poi la pianta e la sezione verticale di una volta sferica a sesto ribassato costruito sopra pianta quadrata. Si ottiene la sezione verticale di questa volta facendo una costruzione analoga alle precedenti, sol che si supponga il raggio della sfera maggiore di quello del cerchio circoscritto al quadrato od al rettangolo di base.

Così anche, con una costruzione analoga, si può ottenere la sezione verticale di una volta a vela sferica a tutto sesto costruita sopra pianta esagona (fig. 4, tav. XVI); basterà a tale uopo costruire prima la proiezione delle curve di imposta che sono ellissi, di cui si hanno facilmente gli assi principali, e quindi la curva dell'intradosso che è una semicirconferenza di raggio eguale a quella del cerchio circoscritto all'esagono della base.

Tutte le volte a vela di cui fin' ora si è tenuto parola hanno le estremità delle loro curve d'imposta situate sopra un medesimo piano orizzontale, che è anche quello di imposta dell'imbotte nelle volte a vela a sesto intero ed a sesto ribassato costruite sopra un quadrato od un rettangolo od un poligono regolare qualsiasi. Se invece l'area da coprire con la volta a vela è costituita da un poligono irregolare

(fig. 93), la caratteristica di questa volta a vela sarà quella di avere le estremità delle curve di imposta, ossia i vertici secondo cui si inizia agli angoli la volta, a livelli differenti, per cui una volta simile produce effetto sgradevole. La costruzione delle curve di imposta in tale volta, supposta sferica, si ottiene tracciando prima una circonferenza sul piano di imposta col centro sul baricentro della pianta e con raggio eguale alla diagonale maggiore, e ribaltando sul piano orizzontale le semicirconferenze *A, B, C, D, ...* di imposta, limitatamente ai segmenti, *ab, cd, ef, gh, ...* che si ottengono innalzando dai vertici del poligono le normali ai lati. Nella fig. 5 a tav. XVI si ha infine rappresentata in pianta ed in elevato con una sezione parallela al piano verticale di posizione, predisposto parallelamente ad uno dei lati del poligono base, una volta a vela del genere avanti descritto, insistente sopra un poligono irregolare di 5 lati.

La volta a vela sferoidica si ha allora quando l'in-

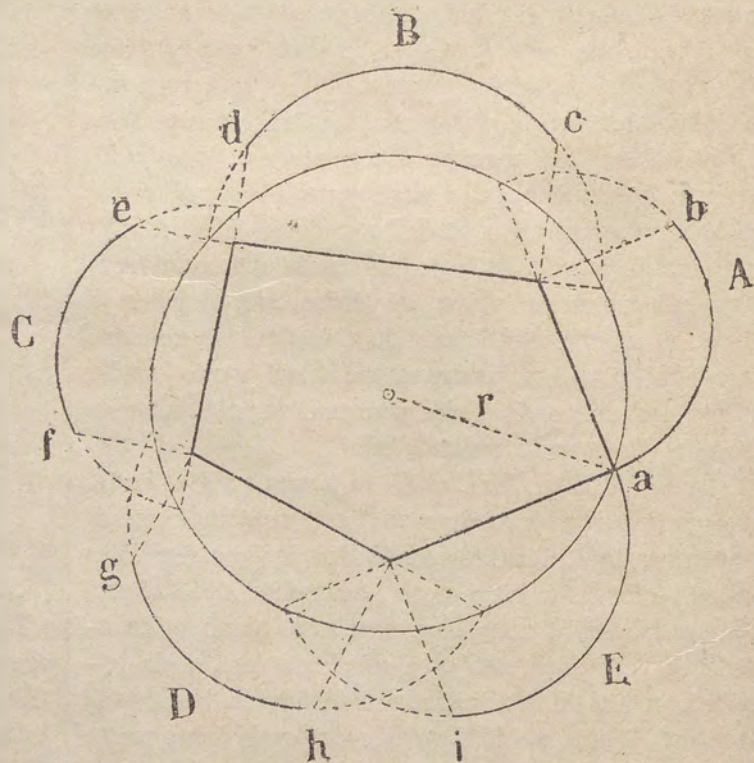


Fig. 93.

tradosso si suppone generato dalla rotazione di un semiellisse attorno un asse. Nella fig. 6, tav. XVI è rappresentata una volta sferoidica costruita sopra un'area rettangolare a cui è circoscritta una ellisse la quale, per la genesi della volta, si suppone rotante attorno al suo asse maggiore orizzontale. La sezione

trasversale di questa vólta si ottiene disegnando la curva di imposta corrispondente al lato più piccolo della pianta, che è una semicirconferenza ed un arco di circolo è pure la curva di intradosso avente per raggio il semiasse minore dell'ellisse. La sezione longitudinale si ottiene tracciando per punti, col mezzo di piani ausiliari paralleli, 1, 2, 3, 4, ... normali al piano di imposta e secanti l'ellissoide, la curva di imposta della vólta corrispondente al lato più lungo del rettangolo, la quale è una ellisse, ab, cd, ef, \dots essendo le sue ordinate singole. La curva di intradosso della vólta sarà una porzione dell'ellisse stessa circoscritta al rettangolo della pianta.

Una vólta a vela sopra pianta rettangolare si può individuare con una porzione di superficie di un toro (fig. 1, tav. XVII), generato dalla rivoluzione di una semicirconferenza ABC rotante attorno la retta OO' presa parallelamente ai lati più piccoli del rettangolo e passante per i punti di mezzo dei lati più lunghi. Siffatte vólte si dicono *vólte a vela anulari* ed hanno per linea di imposta sopra ciascuna parete più lunga una semicirconferenza di raggio eguale alla metà del lato più lungo del rettangolo e per linea di intradosso nella sezione longitudinale un arco di circolo di raggio OB ; nella sezione trasversale la linea di intradosso sarà l'arco medesimo generatore dell'imbotte ed avrà per linee di imposta in corrispondenza dei lati più piccoli del rettangolo una curva di facile costruzione per punti, mediante piani ausiliari verticali secanti il toro parallelamente alle pareti più lunghe, ab, ac, ad, \dots misurando le ordinate di questa curva.

Allora quando non riesce possibile adottare una superficie sferica per costruire una vólta a vela sopra pianta rettangolare, si può individuare l'imbotte di una vólta a vela per mezzo di un arco di circolo generatore avente raggio variabile, il quale si appoggia a tre curve direttrici; tali vólte sono conosciute col nome di *vólte veloidiche*.

La fig. 3, tav. XVII rappresenta con la pianta ed una sezione trasversale una vólta di questo genere. Immaginate condotte le 4 semicirconferenze di imposta sui lati del rettangolo e fissata la monta oo' della vólta (fig. 94) si tracci l'arco di circolo aob il quale passi per il punto o' di chiave della vólta e pei punti a e b più elevati delle semicirconferenze di imposta sui lati più lunghi del rettangolo. Ed allora assunte come direttrici le due semicirconferenze di testa sui lati più piccoli e l'arco aob si imma-

gini un arco generatore dell'imbotte avente il raggio variabile che mantenendosi col suo piano verticale parallelo ai lati più lunghi del rettangolo, si appoggi

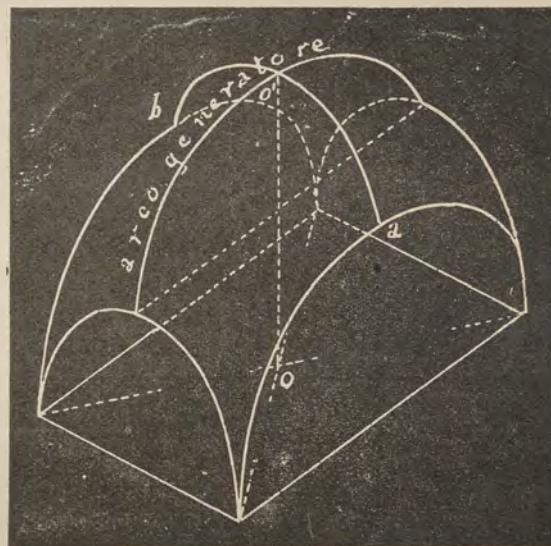


Fig. 94.

su queste tre curve; la vólta che così si genera è quella rappresentata anche nella fig. 3, tav. XVII, la cui proiezione verticale si è ottenuta segnando il

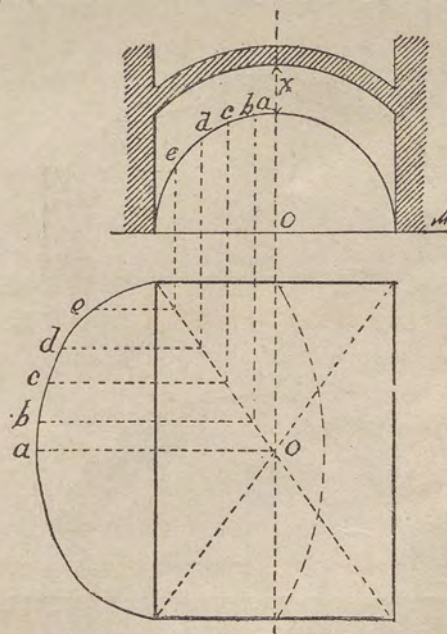


Fig. 95.

semicircolo sulla imposta, i punti a e b sui piedritti di ordinata eguale alla metà dei lati più piccoli del rettangolo e tracciando l'arco del circolo, che limita superiormente l'imbotte, per questi punti a e b ed

il punto o' estremità superiore della monta della volta; segnando infine lo spessore della volta e gli altri elementi come nelle volte congeneri.

Talvolta le curve di imposta sulle quattro testate si assumono tutte con la medesima monta; la costruzione della volta

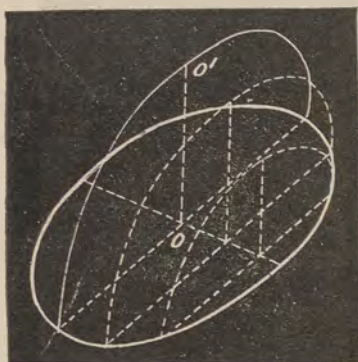


Fig. 91.

per questo differisce poco dalla precedente. La fig. 95 riporta la grafica costruzione delle curve di testa, supponendo che le linee di imposta sui lati più corti siano semicirconferenze e le linee di imposta sui lati più lunghi siano curve aventi le medesime ordinate delle curve circolari di testa per punti corrispondenti come a, b, c, \dots ; x è la monta del terzo arco direttore ed anche dell'arco generatore congiungente i vertici degli archi minori di testa.

Le volte a cupola si distinguono in *semplici* e *composte*. Sono semplici quelle costituite di una sola

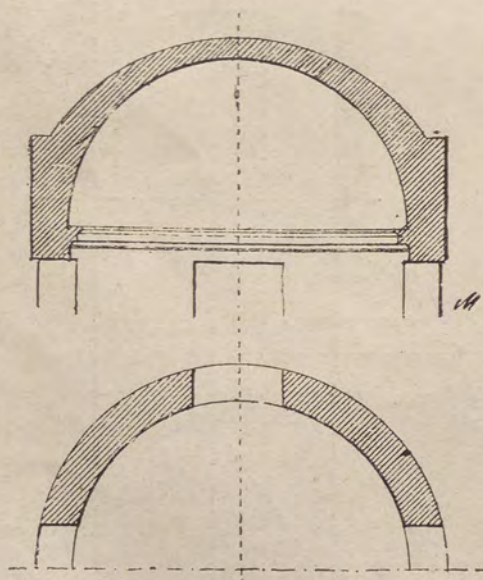


Fig. 97.

superficie continua, composte le altre formate con due o più superficie.

Le volte a cupola semplice, dette anche *volte a bacino*, servono a coprire spazi di forma circolare e sono generate dalla rivoluzione intorno un asse

verticale, costituito dalla monta della volta, di un quarto di circolo, di un quarto di ellisse o di ovale, ovvero di parte di queste curve. Epperò le volte a bacino possono riuscire a *tutta monta*, a *monta depressa* od a *monta rialzata* secondo che la monta della volta è eguale, minore o maggiore del raggio del circolo d'imposta della volta.

Le volte a bacino possono coprire anche spazi di

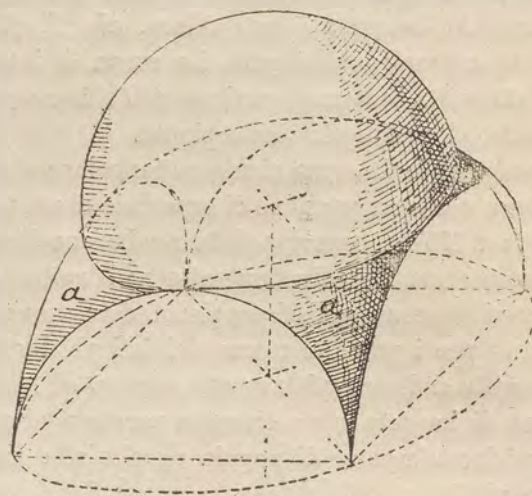


Fig. 98.

forma ellittica; in questo caso l'intradosso della volta è costituito da un ellissoide a tre assi, di cui due sono gli assi medesimi dell'ellisse di imposta ed il terzo è costituito dalla monta della volta. Ed allora se si immagina l'ellisse contenuta nel piano verticale passante per la monta e per l'asse maggiore dell'ellisse di imposta, la quale ha per semiasse verticale la monta oo' e per asse orizzontale l'asse dell'ellisse di imposta (fig. 96), una volta a bacino di questo genere si può intendere generata dallo spostamento orizzontale, parallelamente al suo piano, di questa ellisse verticale, la quale in pari tempo cambi di grandezza in maniera da mantenere costante il rapporto fra i semiassi. Se invece dell'ellisse generatrice si impiega una ovale o una policentrica, la genesi della volta è la stessa, se si immagina che la ovale e la policentrica mantengano la loro similitudine durante il loro spostamento.

La fig. 97, riporta la pianta ed una sezione verticale di una volta a cupola sferica eretta sopra una pianta di forma circolare; nel piano orizzontale tale volta si proietta fra il suo muro perimetrale circolare; in sezione la linea di intradosso della volta è un semicircolo di raggio eguale a quello della pianta, se la volta è a tutto sesto; l'intradosso sarà un altro

arco di circolo determinato, ove si richieda, in maniera, come in figura, che lo spessore della volta sia crescente dalla chiave all'imposta.

La fig. 6, tav. XVII rappresenta una volta a cu-

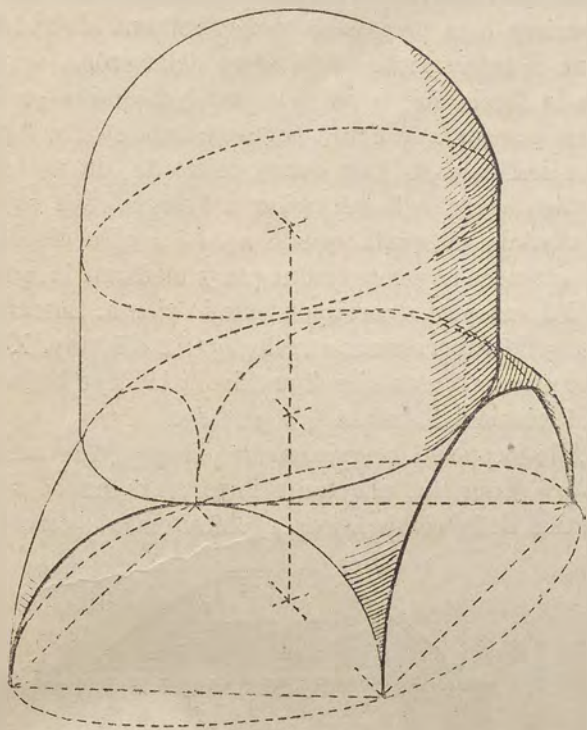


Fig. 99.

pola eretta sopra pianta a contorno ellittico nel quale è contenuta la sua proiezione orizzontale. La sezione verticale passante per l'asse verticale della volta e l'asse maggiore dell'ellisse della pianta si ottiene tracciando al di sopra della linea di imposta, una ellisse avente per semiasse verticale la monta della volta e per asse orizzontale l'asse dell'ellisse della pianta. La linea di estradosso sarà un'ellisse concentrica se lo spessore della volta si suppone costante, diversamente, come in figura, si farà ancora più grande l'asse maggiore di questa ellisse.

Nella guisa medesima con cui tagliando una volta a padiglione per mezzo di un piano parallelo al piano di imposta e coprendo il vano, che così si viene a formare con una volta piana o un'altra volta a padiglione, si ottiene la volta a schifo, tagliando una volta a vela con un piano orizzontale passante pei punti più elevati delle curve di imposta (fig. 98), quando queste curve hanno tutte egual monta e coprendo il vano circolare, che così si viene a formare, con una volta a bacino, si ottiene una volta a cupola composta, nella quale l'intradosso è formato di una

parte della volta a vela e della volta a bacino. Quando le curve di imposta della volta a vela sono della medesima monta, le parti della volta a vela, che fanno parte della cupola composta, sono costituite da segmenti triangolari eguali α , i quali prendono propriamente il nome di *pieducci* o di *pennacchi* della cupola.

Spesso tra i pieducci e la volta a bacino si interpone un tamburo verticale cilindrico (fig. 99), in tal caso la cupola è costituita da tre superficie eterogenee e cioè dai pennacchi della volta a vela, dalla superficie cilindrica del tamburo e dalla volta a bacino.

Talvolta il tamburo, anziché essere cilindrico, è prismatico con base ottagonale (fig. 100); la volta a bacino allora è più propriamente una volta a padiglione. In ogni caso sogliono gli architetti marcare il passaggio da una superficie all'altra di una cupola cosiffatta per mezzo di membrature costituite da cornici, archivolti, ecc.

Nella fig. 4, tav. XVII è rappresentata per mezzo della pianta, una sezione verticale parallela ad uno dei lati della pianta ed una sezione verticale diagonale una volta a cupola sferica con pennacchi co-

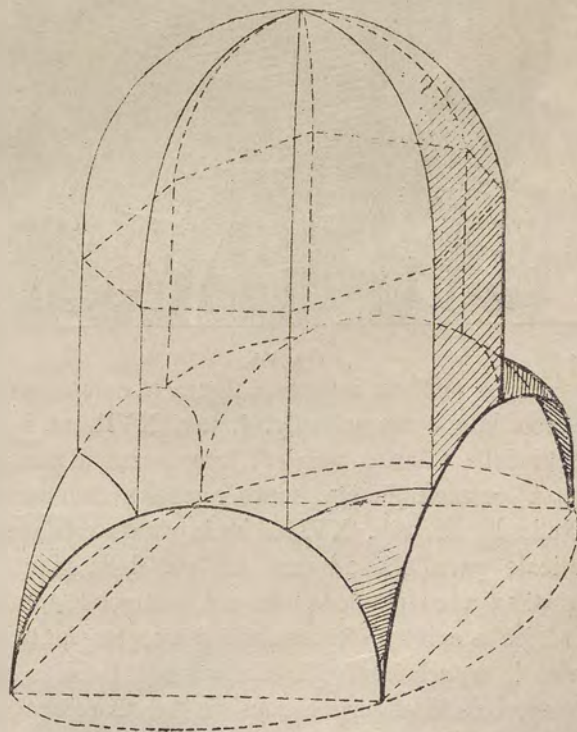


Fig. 100.

struita sopra pianta quadrata. Si ottiene la sezione parallela ad uno dei lati della pianta disegnando la volta a vela limitatamente al piano orizzontale di imposta della cupola, si hanno così i pennacchi p , p^1 .

indi disegnando la calotta sferica con raggio eguale a quello del circolo inscritto nel quadrato. Si ha la sezione verticale diagonale tracciando primieramente la sezione dei pennacchi, che è quella della volta a vela sferica limitata al piano di imposta della cupola e quindi la calotta come prima.

Nella fig. 101 si ha la vista di una di queste cupole con pennacchi impostata sugli scomparti qua-



Fig. 101.

drati di un portico; in questa figura la calotta sferica è raccordata come nella fig. 4, tav. XVII con i pennacchi della volta a vela coll'intermezzo di una cornicetta orizzontale che serve anche a decorarla.

Nella fig. 2, tav. XVII si ha la pianta e la sezione verticale parallela ad uno dei lati della pianta di una volta a cupola composta con pennacchi, tamburo cilindrico e calotta sferica costruita sopra pianta quadrata. Il tracciamento di tale volta è facile a comprendersi dalla figura e consiste nel tracciare primieramente i pennacchi della volta a vela, indi il tamburo disegnando la sezione del suo muro perimetrale e quindi la calotta nella maniera avanti descritta per la volta a bacino.

La fig. 5, tav. XVII ci rappresenta invece una cupola simile in cui il tamburo è a base ottagonale e

la volta è a padiglione. La superficie interna del tamburo si proietta nel piano orizzontale secondo l'ottagono regolare inscritto nel quadrato della pianta, i pennacchi si proiettano in pianta nei triangoli p ed in elevato nei triangoli mistilinei p' di cui il lato curvo superiore è la proiezione verticale di una parte della linea di intersezione della sfera della volta a vela con la faccia sbieca del tamburo e di questa proiezione è segnata in figura la costruzione grafica facile a capirsi essendo tale curva costituita da un arco ellittico avente gli estremi a e b sopra una stessa orizzontale di quota eguale a $cd = ef$ e di cui si può ottenere un punto qualunque y mediante la quota lg dal suo punto corrispondente in pianta. Entrambe le cupole rappresentate nelle figg. 2 e 5, tav. XVII sono ornate di cornici e di archivolti laddove ha luogo la discontinuità delle sue superficie.

Allo scopo di maggiormente illustrare le cupole fin'ora descritte, che tanta importanza hanno nella pratica della composizione architettonica, potremmo

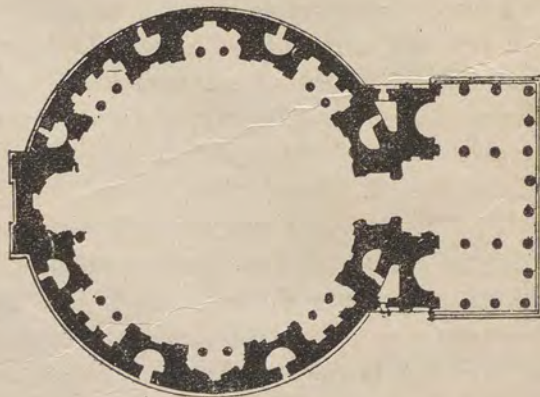
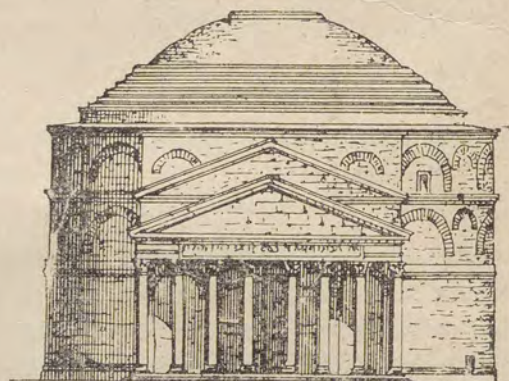


Fig. 102.

addurre molti e svariati esempi. Per amore della brevità però ci limiteremo a riprodurre sommariamente un esemplare di ognuna di esse che sia sufficiente a dimostrare di quanta grandiosità di linee

architettoniche e di quale sfarzo decorativo è suscettibile tal genere di costruzioni.

Il già citato Pantheon di Agrippa in Roma, eretto pochi anni dopo Cristo, rappresentato con la sezione nella fig. 53 e con la pianta e l'elevato nella fig. 102 offre senza dubbio l'esempio più notevole di volta a cupola semplice, o volta a bacino; l'imbotte sferico che copre questo ambiente di pianta circolare ha un diametro di m. 43, è superiormente fornito di un'apertura circolare (lucernale) del diam. di m. 9 ed è

decorato con 140 cassettoni distribuiti in cinque filari orizzontali, che ne rendono leggiera la vasta superficie.

La cupola della Chiesa di S. Sofia a Costantinopoli, eretta negli anni 532-537, sotto l'impero di Giustiniano, qui riprodotta in sezione nella fig. 103, è impostata sopra quattro arcate rette da quattro piloni; essa copre quindi uno spazio di forma quadrata di m. 31,5 di lato ed ha il diametro al piano di imposta di m. 30. Tale volta è raccordata con le 4 pareti

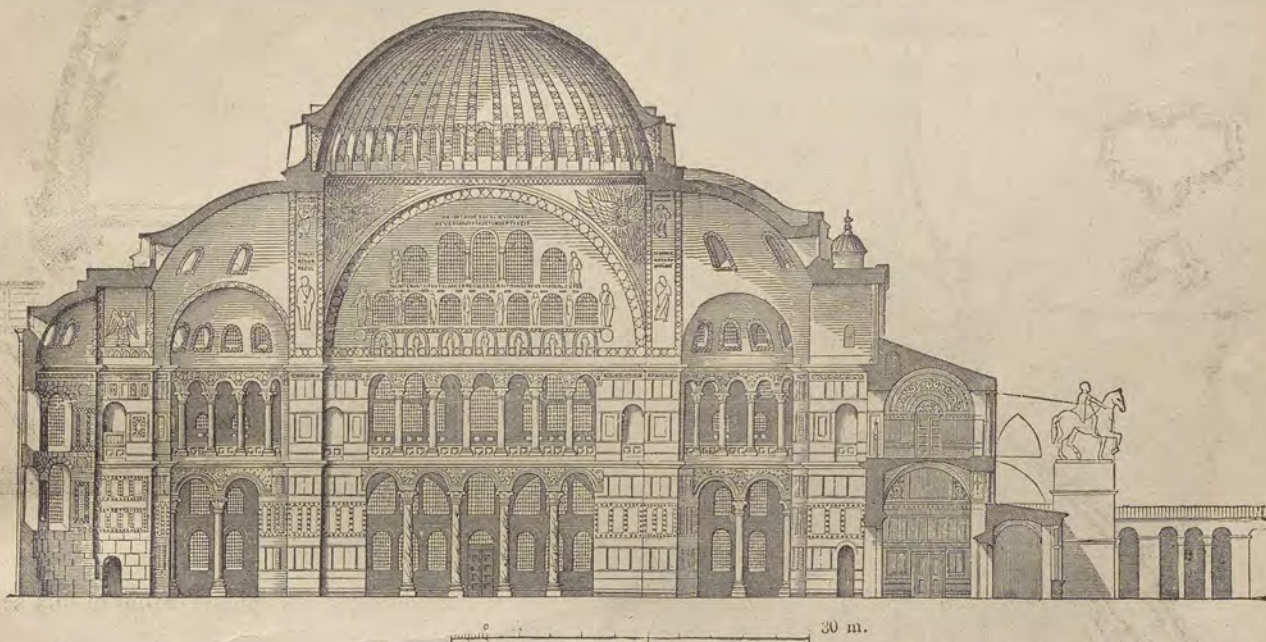


Fig. 103.

perimetrali per mezzo di quattro grandi pennacchi e rappresenta quindi un grandioso esemplare di volta a cupola con pennacchi.

La doppia cupola della Chiesa di S. Pietro in Roma, mirabile costruzione del classico Rinascimento per forma ed arditezza, fig. 104, ideata e costruita dal Michelangelo, ha per intradosso una volta a cupola composta di quattro grandi pennacchi impostati su quattro arconi, di un tamburo cilindrico, del diametro di m. 42,50, internamente decorato con doppie pilastrate ed interrotto da finestre e di una volta a bacino rialzata più di un emisfero, dell'altezza di m. 29 a contare dall'imposta, superbamente decorata con costole e dipinti.

Finalmente la cupola della Chiesa di S. Maria del Fiore a Firenze, maestosa mole del Brunelleschi, che

si erge sopra un tamburo prismatico a pianta ottagonale (fig. 105) dell'ampiezza di m. 42,20 e dell'altezza di m. 31,50, contata dall'imposta alla base del lanternino, la quale perciò è una di quelle cupole del genere delle volte a padiglione.

E finiremmo questo argomento se non si sentisse il bisogno di accennare brevemente le forme svariate e talvolta elegantemente bizzarre che assunsero i pennacchi delle volte a cupola col succedersi dei secoli e degli stili. Durante il periodo del Rinascimento i pennacchi non sempre conservarono la forma triangolare già accennata nelle figg. 98-100. La cupola della Chiesa di S. Pietro in Roma, ad esempio, mostra infatti i suoi grandiosi pennacchi terminati inferiormente con una base (fig. 106) in maniera che la *vela* della volta viene a riposare sulle due arcate

contigue e sopra la cornice orizzontale di imposta delle arcate medesime.

Nelle costruzioni del Medio Evo alla vela troviamo frequentemente sostituiti raccordi di vario genere di cui nelle fig. 107 *a, b, c, d*, sono accennate alcune fra le principali forme. La fig. *a* offre l'esempio di un raccordo conico in pietra di taglio che permette non solo il passaggio dal quadrato dell'ambiente all'ottagono del tamburo della cupola, ma anche può essere utilizzato per sostenimento dell'angolo di una

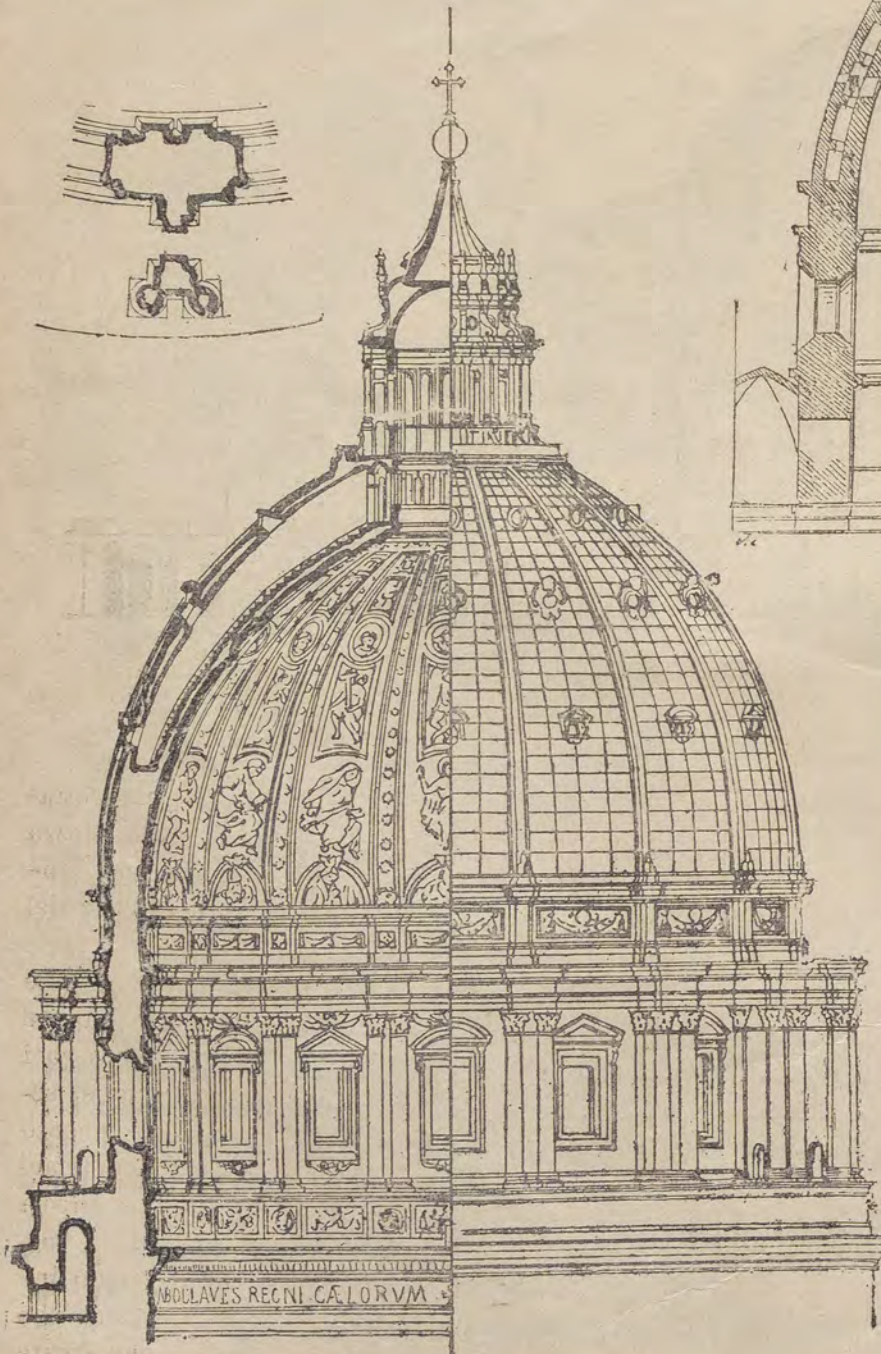


Fig. 104.

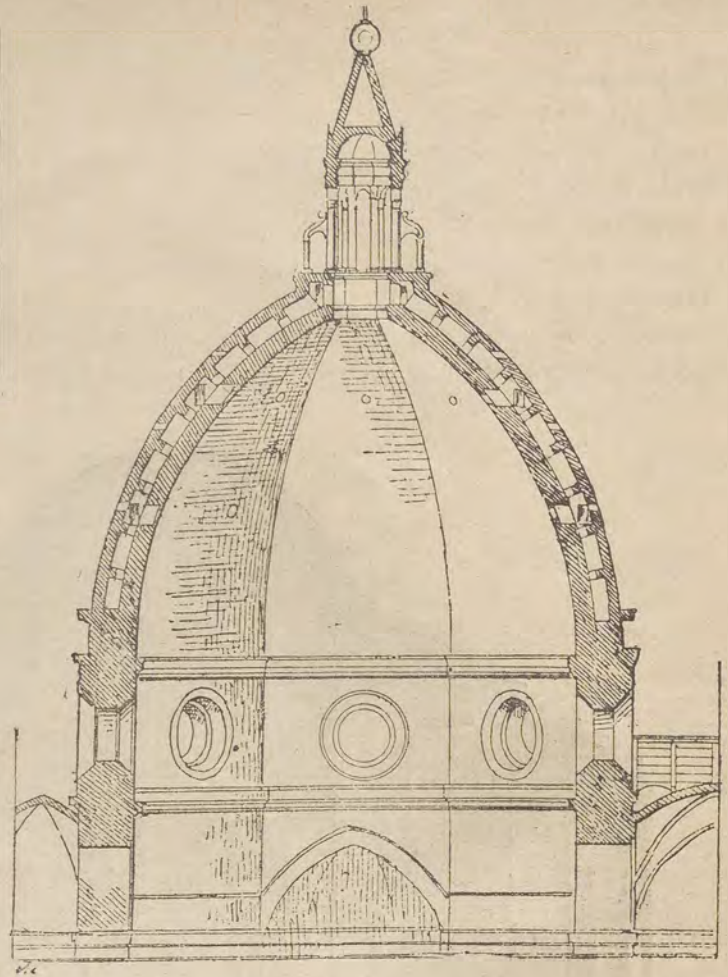


Fig. 105.

fabbrica o del pianerottolo di una scala (fig. 108).

La fig. *b* segna per mezzo di arcate a gradinata, impostate sulle pareti contigue il passaggio da un quadrato ad un ottagono irregolare. Nella fig. *c* il passaggio dal quadrato all'ottagono si ottiene per mezzo di una nicchia circolare coperta da mezza volta a vela; nella fig. *d* tale passaggio si ottiene con una nicchia sferica, la cui serraglia si chiude razionalmente con cunei in chiave, allo scopo di evitare i piccoli anelli conici di cunei. La fig. 109 riproduce una parte della cupola della Chiesa di Gelnhausen di stile ogivale, la quale offre un esempio di raccordo simile per mezzo di una nicchia ad arco acuto. Nella Certosa di Pavia infine (fig. 110) il passaggio dal quadrato all'ottagono ottenuto con archi

a gradinata, impostate sulle arcate principali delle navate, è reso meno brusco coll'interposizione di una

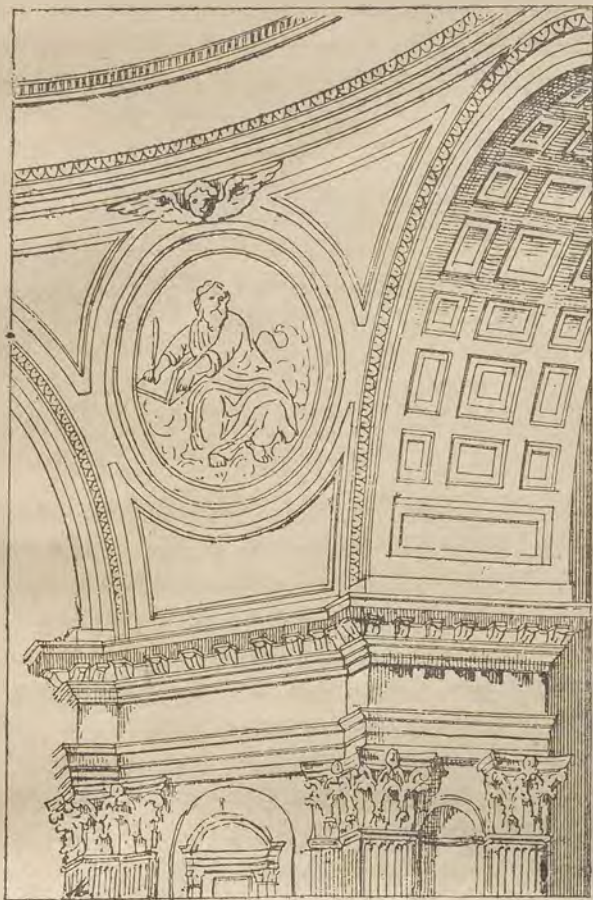


Fig. 106

nicchia sferica e di un sottostante guscio mascherato da un fascio di colonnine e capitelli a fogliami.

§ 10.

LA COSTRUZIONE DELLE VÔLTE A VELA ED A CUPOLA.

La disposizione che comunemente si assegna ai materiali nella struttura di una vòlta a vela sferica è quella anulare. Questo apparecchio si applica alle vòlte a vela costruite tanto in pietra da taglio che in mattoni. Seguendo questo ordinamento, i cunei di pietra od i mattoni si dispongono secondo anelli orizzontali aventi i letti di posa diretti secondo superficie coniche di cui il vertice è situato nel centro dell'imbotte sferico e di cui l'asse è la verticale passante per detto centro (fig. 111). Conseguentemente i filari in proiezione orizzontale si presentano secondo anelli concentrici e le linee di giunto saranno circonferenze aventi il medesimo centro.

Nella fig. 112 è rappresentata con la pianta ed una sezione verticale passante per il centro una vòlta a vela in pietra da taglio. Le linee di giunto longitudinali dei filari di conci sono rappresentati con circonferenze o porzioni di queste in pianta, con rette orizzontali in elevato. I giunti trasversali sono diretti

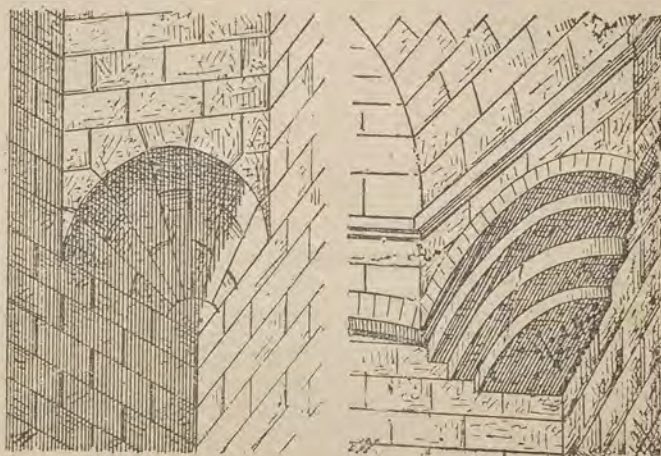


Fig. 107 a.

Fig. 107 b.

secondo piani meridiani della stessa, quindi si fanno convergere al centro in pianta, ed in elevato le linee trasversali di giunto saranno degli archi di ellisse. Se la vòlta a vela è costruita interamente di mattoni, la proiezione orizzontale delle linee di giunto longitudinali e trasversali si proietterà in pianta nella maniera indicata dalla fig. 4, tav. XV.

La costruzione delle vòlte a vela apparecchiate col sistema sopradescritto si fa procedere cominciando

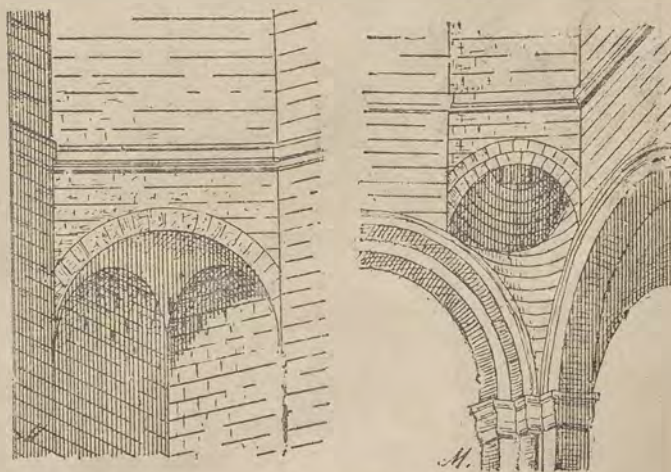


Fig. 107 c.

Fig. 107 d.

dai pieducci coi filari che si incastrano nei muri di contorno e che perciò hanno le loro estremità situate nelle linee di imposta; il primo filare anulare intero sarà quello che tocca i punti più alti delle linee di imposta, sopra questo filare imposta la calotta

sferica, propriamente detta, secondo cui termina la vólta a vela. Se la vólta si costruisce in mattoni, costituisce buona regola d'arte la preparazione del

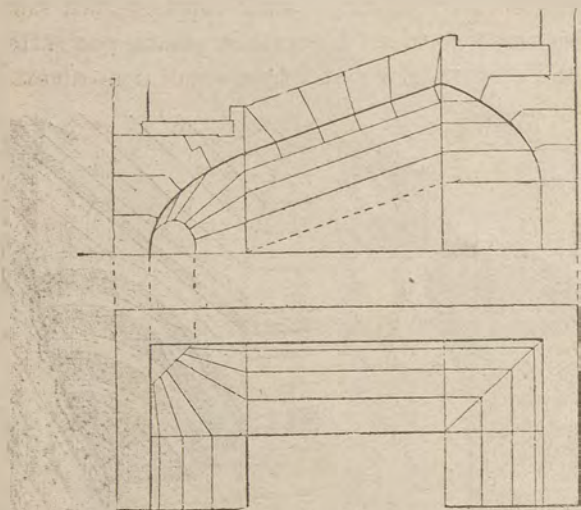


Fig. 108.

letto ai primi filari dei pennacchi; ciò si ottiene eseguendo in pietra da taglio il concio indicato dalla

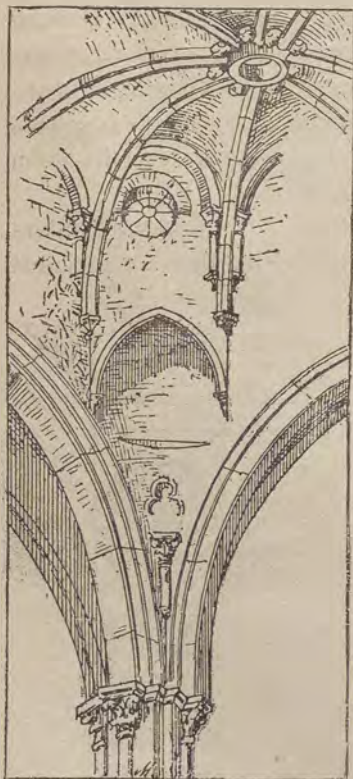


Fig. 109.



Fig. 110.

(fig. 112 a), che ad un tempo contenga l'imposta delle arcate, allorchè la vólta poggia sopra arcate, e l'imposta del primo filare anulare di mattoni. Verso la serraglia però in una vólta a vela di mattoni, così

disposti, si avranno anelli molto piccoli, e poichè gli ordinari mattoni per la loro forma prismatica male si prestano a individuare tali anelli, anche se venissero posti in opera spezzati, e poichè, d'altro lato, questi piccoli anelli avrebbero le superficie di giunto

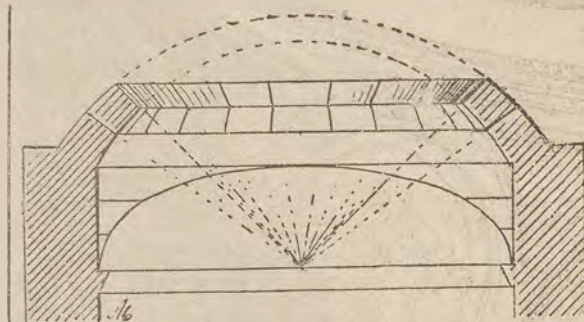


Fig. 111.

coniche molto pendenti, e prossime a diventare verticali, si preferisce chiudere la sommità delle vólte a vela, quando queste non devono essere munite di apertura, per lucernale, con mattoni disposti a spina di pesce, come indica la medesima fig. 4, tav. XV, interponendo talvolta, per maggior solidità tra la struttura a spina-pesce e quella anulare della vólta, un anello di mattoni disposti in grossezza (fig. 113).

Se poi in prossimità della serraglia si vuole lasciare un'apertura circolare per dar passaggio alla luce, la struttura delle vólte a vela si completa con un anello di mattoni disposti in grossezza come è indicato nella

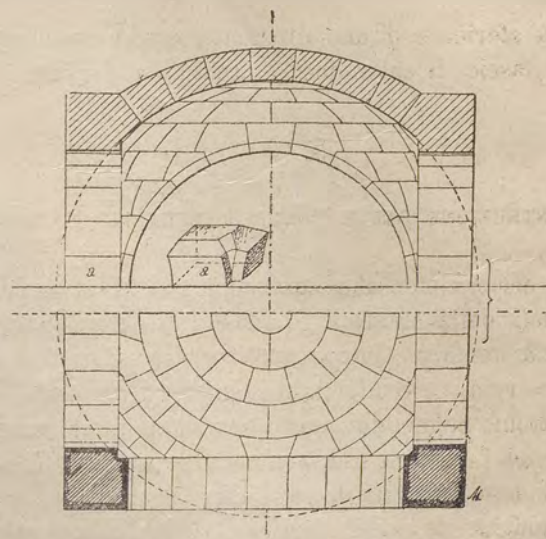


Fig. 112.

suddetta figura e meglio ancora con un anello in pietra da taglio (fig. 114) i cui cunei siano muniti di un bordo con cui possano meglio riposare sull'orlo del dorso della vólta.

L'apparecchio anulare, che si applica egualmente alle volte a vela sferoidiche, con la differenza che in queste le linee di giunto si proietteranno in pianta secondo ellissi coassiali, presenta l'inconveniente di esercitare una forte spinta contro i muri sui quali la volta si imposta. Ad eliminare questo inconveniente giova costruire nel tempo stesso in cui si costruiscono i muri di contorno i pennacchi della volta sino all'altezza dell'impostatura della calotta sferica con una struttura di pietrame o di laterizi (fig. 115), avente i materiali, pietre o mattoni, disposti in piano ed aggettanti gli uni sugli altri seguendo la curvatura dell'imbotte; così facendo i pieducci vengono a formare una sola massa muraria con i muri perimetrali; soltanto i giunti trasversali delle pietre e dei mattoni si fanno concorrere verso l'asse verticale della volta. Di tal guisa eseguita la struttura dei pennacchi,

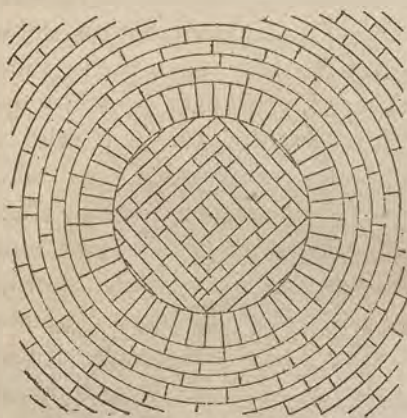


Fig. 113.

anzichè esercitare contro i muri una spinta diretta all'infuori, col proprio peso tende a spingere i medesimi verso l'interno e però ne è impedita la caduta per la disposizione radiale dei giunti trasversali in ciascuno strato di pietre

o di mattoni. D'altro lato la calotta sferica che si va ad impostare sopra i pennacchi eliminerà questa tendenza, ma soltanto in parte, essendo il suo peso inferiore a quello della struttura dei pennacchi, così che seguendo tal pratica costruttiva i muri perimetrali non riusciranno mai spinti verso l'esterno

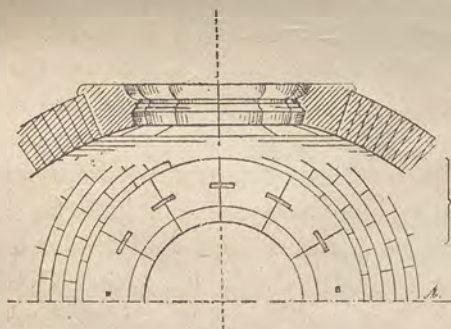


Fig. 114.

della volta, ma finiranno sempre per essere tesi verso l'interno.

L'apparecchio anulare sopracitato si applica più convenientemente alle cupole a tutta monta e rial-

zate, per le quali è preferibile anche perchè durante la costruzione della cupola si può omettere il manto dell'armatura di sostegno, bastando poche centine,

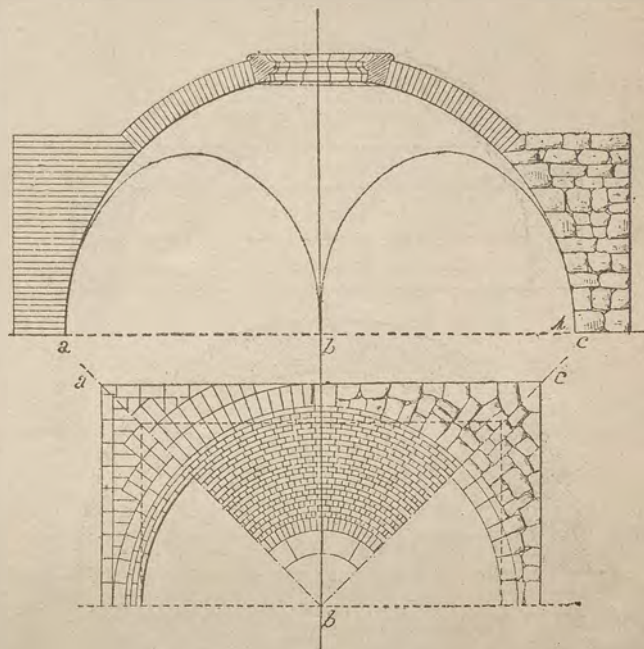


Fig. 115.

distanziate e concorrenti in serraglia, per segnare il sesto della volta. Sarà facile cosa sostenere i materiali per la costruzione degli anelli inferiori nei quali,

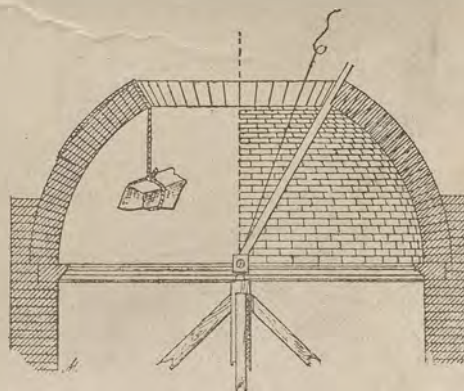


Fig. 116.

i letti di posa riescendo poco inclinati, l'attrito e la coesione delle malte è sufficiente a impedirne lo scorrimento e quindi la caduta. Pei filari superiori, se gli anelli sono di conci di pietra, si provvederà ad un provvisorio puntellamento dei medesimi, finchè l'anello non sia chiuso, poichè completato ciascun anello, comunque costruito di pietra o di mattoni, questo si regge da sè. Se gli anelli sono di mattoni, per lo stesso scopo si potrà usare l'artificio indicato dalla fig. 116, che consiste nel sostenere ciascun mat-

tone che fa parte del filare anulare e fino a che non abbia bene aderito con le malte o finchè il filare non sia ultimato, con una cordicella fissata per mezzo di un chiodo in un punto qualsiasi dell'estradosso, alla

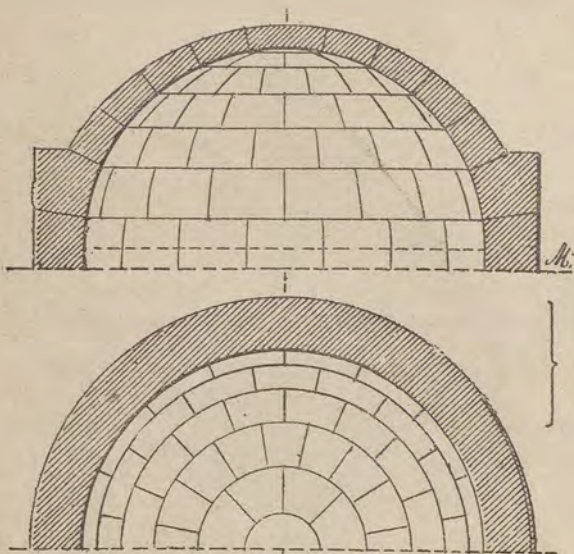


Fig. 117.

cui estremità libera è attaccato un peso. La medesima figura rappresenta la sezione verticale di una cupola sferica costruita di mattoni, la fig. 117 rap-

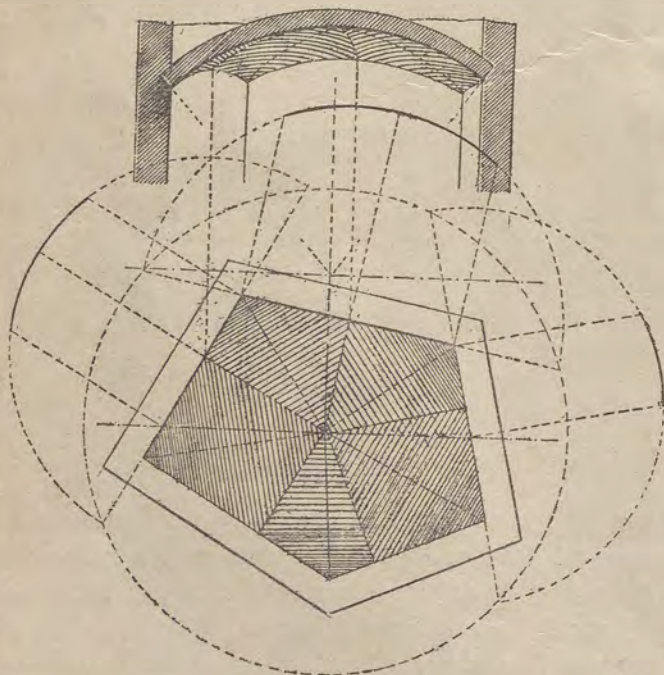


Fig. 118.

presenta invece con la pianta e la sezione verticale una cupola sferica costruita in pietra da taglio, entrambe queste cupole essendo apparecchiate col sistema sopraindicato.

Nella costruzione delle cupole si deve avere molta cura nel dirigere le superficie di giunto normalmente all'imbotte. Nelle cupole sferiche come nelle volte a vela sferiche ciò si può facilmente conseguire facendo uso di un filo fissato al centro della sfera, come si è praticato per la costruzione degli archi, che si tende moderatamente nella direzione dello spigolo del cuneo o del mattone che si mette in opera. A tal uopo invece di un filo si può adoperare un regolo (fig. 116) girevole a snodo con la sua estremità nel centro dell'imbotte sferico; se sopra questo regolo si riporta nel margine la lunghezza del raggio della sfera, si potrà con esso fissare in ogni punto la giusta distanza dei cunei o dei mattoni dal centro della volta e si potrà quindi costruire la volta senza l'impiego delle centine.

Per diminuire le spinte che la struttura di una volta a vela esercita sui muri di contorno al sistema anulare si preferisce talvolta l'apparecchio così detto *a spina di pesce*, indicato in special modo per le volte a vela ribassate. Tale apparecchio, che si vede rappresentato nella fig. 5 a tav. XV per una volta a vela sferica insistente sopra una pianta quadrata, consiste nel disporre in ciascun quarto di volta i filari pressochè rettilinei e precisamente con i loro letti contenuti in piani passanti per la diagonale esterna al quarto di volta che si considera. Le linee di giunto longitudinali di detti filari saranno archi di circolo massimo che si proietteranno in pianta secondo archi di ellisse.

L'apparecchio a spina di pesce è indicato anche per le volte sferiche e sferoidiche costruite sopra pianta rettangolare, dirigendo, in tal caso, i filari perpendicolarmente alla diagonale intersecante il quarto di volta che si considera. A maggior chiarimento diamo nella fig. 1, tav. XIX la pianta ed una sezione verticale di una volta a vela sferica a sesto leggermente ribassato, iniziata coi due sistemi di apparecchio, anulare ed a spina-pesce; in questa figura è segnata la grafica costruzione per ottenere la proiezione verticale di un filare; nella fig. 2, tav. id. si ha la vista prospettiva della medesima volta apparecchiata nei due modi. Nella fig. 1, tav. XVIII è data la pianta e la sezione verticale longitudinale di una volta a vela sferica ribassata insistente sopra una pianta rettangolare apparecchiata a spina di pesce, con la proiezione orizzontale e verticale delle linee di giunto longitudinali, nella fig. 2, tav. id. si ha invece la pianta e la sezione verticale longitudi-

nale di una vólta a vela sferoidica apparecchiata nella medesima maniera.

L'apparecchio a spina-pesce adattandosi benissimo

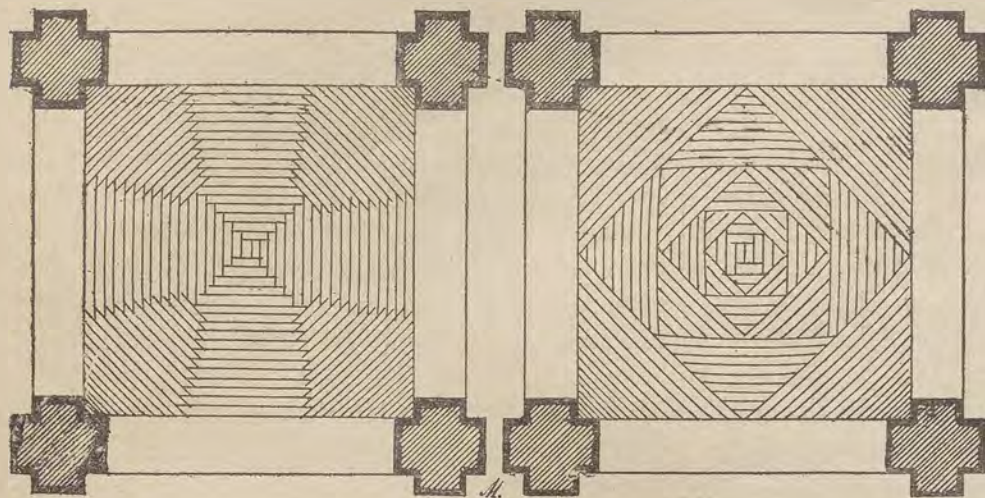


Fig. 119.

al caso di una vólta a vela avente pianta poligonale irregolare, crediamo utile riprodurre nella fig. 118 una tale vólta a vela ribassata costruita sopra un pentagono irregolare con la proiezione orizzontale e verticale dei filari a spina-pesce.

Per semplicità costruttiva sono indicate in pianta nelle fig. 1, 2, tav. XVIII e 118 le linee di giunto rettilinee; epperò queste essendo sull'imbotte archi di circolo o di ellisse, dovranno proiettarsi verticalmente secondo archi di ellisse.

Quando la vólta a vela ha dimensioni molto grandi per cui i filari dell'apparecchio a spina-pesce indicati nella fig. 5, tav. XV diventano lunghi oltre due metri, poichè in questo caso cresce la difficoltà di poterli sostenere durante la costruzione, specialmente se si vuole fare uso di centine senza manto di tavole, conviene accorciare la lunghezza dei filari adottando una delle disposizioni indicate nella fig. 119, ovvero l'altra della fig. 4, tav. XVIII nella quale la vólta è divisa in otto scomparti in ciascun dei quali i filari risultano normali alle proprie mediane.

Allorquando infine una vólta a vela è impostata sopra quattro arcate costruite in mattoni come la vólta, torna conveniente l'apparecchio applicato dall'Antonelli nelle vólte dei sotterranei della mole di Torino, riportato dalla fig. 3, tav. XVIII, il quale consiste nel tracciare le linee di giunto dei filari concentriche agli spigoli della vólta in pianta e nel delineare i letti di posa dei filari secondo superficie coniche aventi per vertice il centro dell'imbotte sferico. Prolungate le linee di giunto sull'imbotte delle ar-

cate, i filari di queste potranno costituire il prolungamento dei filari della vólta; in tal guisa la struttura della vólta si innesta con quella delle arcate costituendo tutto un insieme solido e resistente contro le spinte.

Allo scopo di rendere meno grandi le spinte che una cupola esercita sopra i muri che la sostengono riesce conveniente diminuire il peso della struttura della cupola medesima, ciò che può conseguirsi in maniere diverse. I Romani frequentemente decoravano l'intradosso delle vólte con cassettoni, i quali avevano

anche lo scopo di renderne interrotta la struttura e quindi più leggiera. Il Pantheon di Roma, come si è

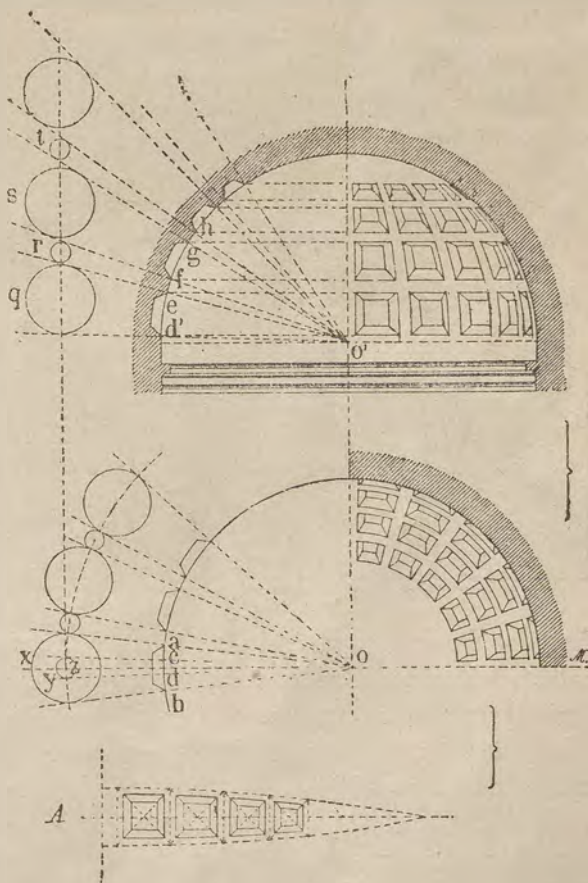


Fig. 126.

detto anzi, offre un bellissimo esempio di vólta a cupola cassettonata.

Le cassettonature nelle cupole si possono tracciare col metodo seguente, che è quello proposto dall'Emy nel suo trattato sulla Carpenteria. Consiste questo metodo nel segnare sul contorno della pianta della cupola (fig. 120) la larghezza dei cassettoni e delle costole al piede nei seguenti ab , cd e nel tracciare tangenti alle rette oa , ob ed oc , od rispettivamente i cerchi x ed y di centro comune z . Innalzata la verticale per z e condotta la retta $o'd'$ per il centro o' della sezione verticale della cupola e per il punto d' limite inferiore del primo filare orizzontale di cassettoni, si descriva il cerchio q col centro sulla verticale per z dello stesso raggio del cerchio x e tangente alla retta $o'd'$: la tangente $o'e$ ci segnerà il punto e sul contorno della sezione che limita l'altezza del primo filare orizzontale di cassettoni. Il cerchio r eguale al cerchio y similmente condotto ci darà la tangente $o'f$ che segna il punto f limite superiore della prima costola orizzontale e così di seguito il cerchio s ci darà l'altezza fg del secondo filare di cassettoni ed il cerchio t lo spessore gh della seconda costola orizzontale e così via. Segnate allora le larghezze delle cassettonature e delle costole sui contorni della pianta e della sezione sarà facile compito condurre le due proiezioni delle cassettonature me-

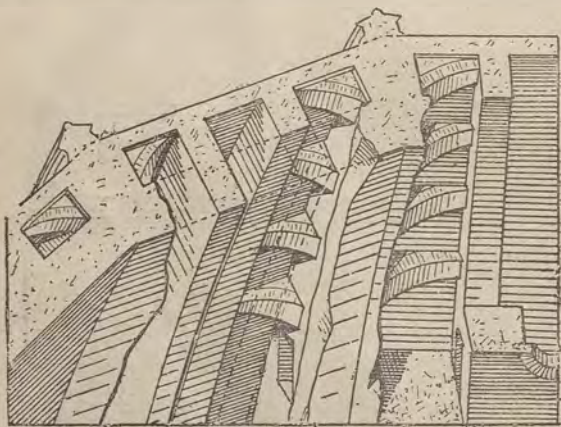


Fig. 121.

desime, come segna la parte destra della stessa figura. Conviene schivare le cassettonature troppo piccole, perchè apportano un tritume non gradevole all'occhio e si preferisce perciò limitare le cassettonature in una cupola fino ad una certa altezza e lasciar liscia la serraglia della volta allora quando questa non debba essere munita di apertura per dar luogo al passaggio della luce.

Però la maniera più diretta per disegnare le cassettonature in una cupola è quella di tracciare lo sviluppo dello spicchio sferico dell'imbotte contenente

un filare verticale di cassettoni. Questo spicchio avrà in base una larghezza corrispondente alla somma delle larghezze in base del primo cassettone e delle costole. Disegnati i cassettoni nello sviluppo con la costruzione indicata dalla fig. 120, A e riportate le varie loro dimensioni sopra i contorni della sezione e della pianta della cupola, si avranno tutti gli elementi, come prima, per disegnare la pianta e l'elevato delle cassettonature medesime.

Fino al Medio Evo si usarono talvolta i laterizii vuoti per diminuire il peso e quindi la spinta della volta: ne fa fede la cupola di S. Vitale in Ravenna, costruita nel VI secolo con vasi di terra cotta (figura 51).

Gli architetti del Rinascimento allo stesso scopo impiegarono speciali artifizi nella costruzione delle grandi cupole, nelle quali le forti dimensioni esigevano grossi spessori nelle strutture murali della volta. Citeremo la cupola della chiesa di S. Maria del Fiore a Firenze e quella della Chiesa di S. Pietro in Roma, di cui si è fatto cenno nel precedente capitolo, perchè ritenute le più grandiose e ad un tempo le più ingegnose per la loro speciale struttura. Entrambe queste cupole sono doppie, constano cioè di una volta interna e di una esterna a determinata distanza dalla prima, la quale ha lo scopo di coprire e difendere dagli agenti esterni la volta interna.

La Cupola di S. Pietro in Roma, della quale è riportato il disegno di insieme e la sezione nella fig. 104, è in muratura di mattoni massiccia fino ad un quarto circa della sua altezza contata dall'imposta; sopra di questo livello uno spazio largo 1 m. alla base e crescente fino a 5 m. in sommità separa la cupola esterna dall'interna. Sedici grandi arconi impostati sulla parte massiccia del tamburo collegano le due volte tra loro e sostengono in sommità il lanternino della cupola.

Nell'intercapedine contenuto dalle due volte si sviluppa la scala di accesso al lanternino.

La cupola del Brunelleschi a pianta ottagonale è pure doppia come la precedente; fra le due volte rimane uno spazio costantemente largo m. 1.50, che si inizia a m. 2.50 al di sopra dell'imposta. Le due volte sono qui collegate da 8 grossi speroni disposti sugli spigoli della cupola e da 16 costole più piccole interposte a due a due fra due speroni (fig. 121). Gli speroni si elevano fino alla base del lanternino che sopra di questi si appoggia, non così le costole più piccole che terminano prima. Le 24 costole sono fra loro serrate mediante 9 cerchioni di muratura cia-

scuno costituito da un filare di arcate orizzontali interposte fra le costole. Come le costole anche le arcate orizzontali fanno parte della struttura della volta esterna che è dello spessore di 85 cm. alla base e rastremata in sommità. Lo spessore della volta interna è costantemente grossa m. 2,15. Anche qui nello spazio fra le due cupole è stabilita la scala di accesso al lanternino.

Oggi giorno è molto comune l'uso del ferro e del legno per la costruzione delle doppie cupole, potendosi fare convenientemente in muratura la cupola interna e con centinature di legno o di ferrola esterna destinata per lo più a difendere la prima dalle intemperie. Della costruzione di queste cupole di struttura mista si terrà parola trattando della struttura dei tetti e del loro coperto.

§ 11.

LE VOLTERRANE E LA LORO COSTRUZIONE.

Tutte le forme sopraenunziate di volte, allorché queste sono a sesto molto ribassato, possono economicamente costruirsi con mattoni disposti nel senso della loro grossezza; per cui queste volte si dicono *volte in foglio* o *di quarto* o semplicemente *volterrane*.

Nell'alta Italia le volte in foglio sono usate quasi sempre per coprire ambienti del sottotetto o la gabbia delle scale in sostituzione di soffitti. Nelle altre parti d'Italia invece i costruttori spesso si servono di queste volte in luogo di solai per sostenere pavimenti nelle ordinarie abitazioni civili, nelle quali difficilmente i solai superano la portata di m. 5 e non riescono soverchiamente caricati di pesi accidentali.

Alle volterrane destinate per tale uso si assegna una monta che si fa variare da $\frac{1}{5}$ ad $\frac{1}{10}$ della corda per portate della volta da 5,5 a 2,5 m. ed il loro spessore essendo quello del mattone sarà da 5 a 7 cm. La forma di volta che più si preferisce è quella a botte od a crociera per coprire gli ambienti del piano sotterraneo e quella a schifo per coprire gli ambienti dei piani superiori.

La disposizione dei filari di mattoni nelle volterrane può essere la medesima di quella prescritta per le volte reali di una testa di spessore, cioè i filari potranno disporsi per diritto secondo le generatrici dell'imbotte. Attese però le modalità con cui più di sovente queste volte si costruiscono, senza far uso

di armature di sostegno, la disposizione a spina di pesce si usa preferibilmente nella loro costruzione ovvero la disposizione mista che nella fig. 122 è indicata con pianta a sezione verticale per una volta a schifo, la quale copre un ambiente di pianta rettangolare. Per il loro esile spessore le volte in foglio esigono il rinfianco dalla parte dell'estradosso che

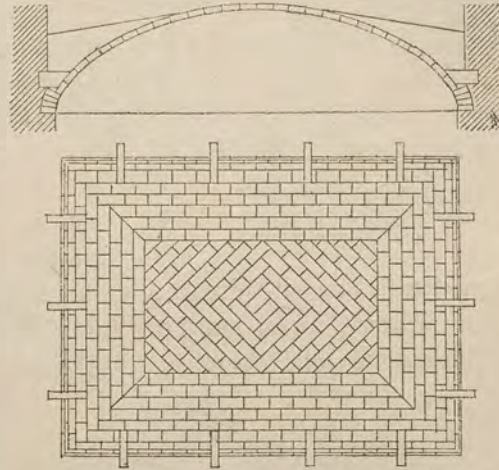


Fig. 122.

può eseguirsi di calcestruzzo ovvero con speroni di mattoni disposti a costante intervallo, o con entrambe queste strutture come indica la medesima figura. Per la stessa ragione l'imposta di queste volte non si stabilisce direttamente sui muri di piedritto, ma i primi filari della volta, appena sopra l'imposta, si fanno con mattoni di costa.

La costruzione delle volterrane può procedere in

due maniere differenti a seconda della qualità della malta di cui si fa uso. Se si impiega una malta di gesso od una malta bastarda, si possono collocare in opera a secco i mattoni di tutta

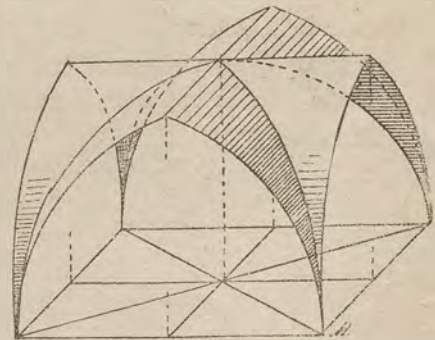


Fig. 123.

la volta, distanziati costantemente di 1 cm. circa l'uno dall'altro; in questo caso si rende necessario l'uso dell'armatura di sostegno durante la costruzione. Allora si verserà la malta bastarda alquanto diluita ed in quantità sufficiente per riempire tutti gli interstizi e formare una cappa di rinforzo sull'estradosso della volta dello spessore di un centimetro. A differenza delle

altre volte queste non si potranno disarmare finchè la malta non siasi perfettamente indurita. Perciò si murano i mattoni quasi sempre con malte cementizie a

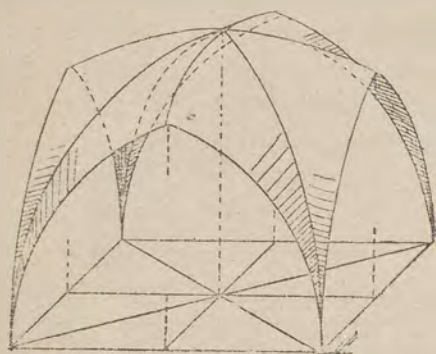


Fig. 124.

mato di malta di cemento due lati contigui ed applicandolo coi medesimi ai mattoni già in opera battendolo dolcemente sulla costa per obbligare parte

rapida presa ed allora si rende superfluo l'uso dell'armatura perchè l'operaio, per lo più specialista, pone in opera ogni singolo mattone dopo averne spal-

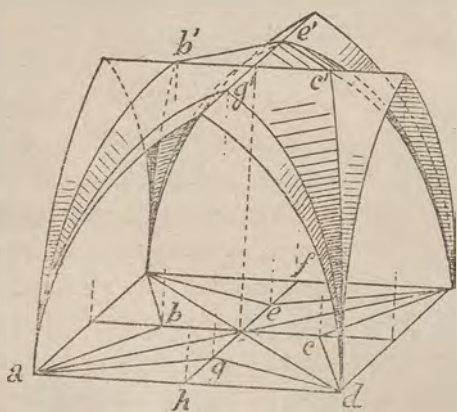


Fig. 125.

della malta a schizzare fuori della commessura. Sopra e sotto questa commessura si comprime quindi e si liscia con la cazzuola la malta effluente. Anche

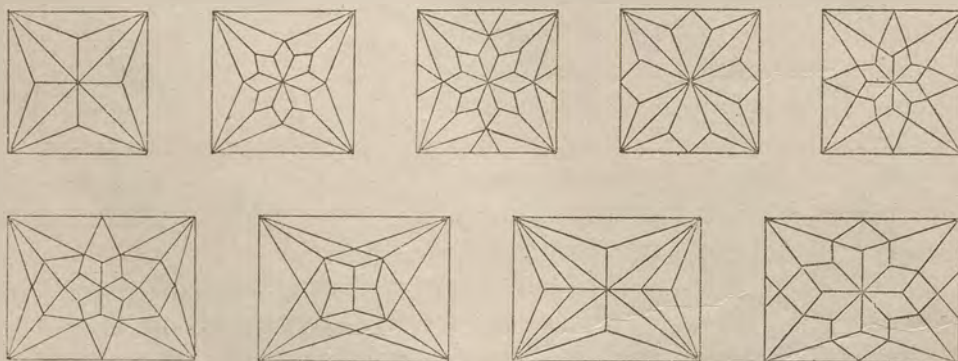


Fig. 126.

sull'estradosso delle volterrane costruite a mano con malta di cemento si stende la cappa di rinforzo con malta idraulica dello spessore di 1 cm. per poi tosto

rinfiancarsi con getto di calcestruzzo o con speconi di cotto. Infine come per le volte reali anche per le volterrane si rende necessario l'uso dei tiranti di ferro, allorchè le spinte provenienti dal peso delle volte non riescano sufficientemente eliminate dai piedritti.

Allora quando le volterrane sono destinate a coprire ambienti di luce maggiore ai 5 m. è prudente rinforzarle con anelli di maggior spessore, costruiti col resto della volta, sporgenti dall'estradosso. Queste costole, dette propriamente *ghiere*, si dispongono secondo le sezioni rette della volta a costante distanza l'una dall'altra e lungo gli spigoli. Esse hanno d'ordinario la larghezza di 2 o di 3 teste di mattoni. Le *cornette* del Parmigiano, dove le volte in foglio sono impiegate su vasta scala, non sono che laterizi speciali coi quali si costruiscono le ghiera, e che permettono anche un regolare addentellamento con i mattoni disposti di quarto.

Quando le volterrane impostano sopra travi di ferro anzichè sopra muri costituiscono i solai misti di ferro e voltine di mattoni; di questi si dirà in seguito in apposito capitolo.

§ 12.

LE VÔLTE STELLATE E LA LORO COSTRUZIONE.

Le volte a crociera di cui si è fatto cenno nei paragrafi precedenti possono anche costruirsi a sesto acuto, quando tali sono gli archi di imposta. Queste volte non presentano alcuna differenza, sia nella loro genesi che nella costruzione, con le volte a crociera a tutto sesto, solo differiscono nella forma, presen-

tandosi le volte a crociera a sesto acuto rialzate e provviste di uno spigolo rientrante, lungo le generatrici di chiave, che può essere rettilineo o curvilineo (figg. 123-24).

Le volte a crociera a sesto acuto costituiscono la principale caratteristica del periodo più fiorente dell'architettura ogivale. Nel periodo a questo seguente la volta a crociera

a sesto acuto subì con gli altri elementi architettonici una marcata evoluzione, essendosi mano mano aumentato il numero delle costole, di maniera però

che la sua proiezione orizzontale nella maggior parte dei casi rappresentasse una figura in forma di stella per cui queste volte si dissero *stellate*.

Se sull'imbotte delle unghie di una comune volta a crociera a sesto acuto si prendono dei punti simmetrici rispetto al punto di chiave ed agli spigoli della volta, per es. gg_1, bb_1, cc_1 , fig. 125 e si considerano le combinazioni di triangoli che con tali nuovi elementi si possono costituire, si otterrà una volta stellata, la quale può assumere forme tanto più svariate quanto più sono i vertici e gli spigoli nuovi che si considerano; di queste volte nella fig. 126 sono date alcune proiezioni orizzontali, e precisamente quelle fra le più semplici che si possano immaginare.

In una volta stellata, oltre le *costole di testa*, si distinguono le costole *principali* e le

si chiama *punto di chiave*; quasi sempre questo punto viene costruito con una sola pietra a guisa di corona circolare o poligonale con apertura o provvista nel mezzo di rosone (fig. 130).

Il sistema di costruzione della volta stellata è lo stesso di quello enunciato per le volte a crociera in genere. Si costruiscono cioè, con conci di pietra da taglio prima tutte le costole (fig. 131) coll'aiuto di apposite armature che servono a sostenerle durante la costruzione, e quindi si procede a mano alla

costruzione con mattoni dei ripieni, avendo speciale cura di procedere contemporaneamente per tutte le falde, perchè le costole non cedano alle spinte delle falde costruite prima delle altre.

Per la costruzione delle centine dell'armatura occorre conoscere in vera forma e grandezza la linea di intradosso di ciascuna costola; ciò si ottiene ribaltando sul piano orizzontale di proiezione tali curve, le quali servono ancora a determinare nella sezione verticale la proiezione delle costole medesime per punti corrispondenti alla medesima ordinata. Servono infine queste curve al costruttore per procedere all'apparecchio delle costole medesime, allorchè queste devono costruirsi mediante conci di pietra.

Il tracciamento della curva cor-

rispondente ad ogni nervatura può farsi in maniere diverse secondo i dati che si conoscono della volta a stella. Distingueremo i due casi in cui la volta a crociera a sesto acuto, sopra la quale si sviluppa la volta stellata, sia a spigoli di chiave orizzontali (fig. 123) ovvero abbia questi spigoli arcuati (fig. 124).

Se la volta a crociera ha curvilinei gli spigoli di chiave supporremo per semplicità che gli archi acuti come $ao'b$ di testa siano della medesima monta (fig. 132) e sia dato l'arco $ax'y$ dello spigolo trasversale di chiave; restano così determinati le ordinate dei vertici nm', nn', pp', \dots a cui mettono capo le costole secondarie. Ordinariamente le curve corrispondenti alle nervature si assumono circolari, col centro situato sul piano di imposta della volta. Ed allora per tracciare la curva corrispondente alla costola principale ao si conduce per o la normale ad ao eguale alla cs

costole *secondarie* od *ausiliarie*. Si dicono principali le costole corrispondenti agli spigoli principali della volta come le ab, ag, cd , (fig. 125), secondarie le altre come le $ef, gh \dots$; quest'ultime potranno essere sagomate diversamente dalle principali e da quelle di testa. Quando le costole sono di tal numero che si intersecano a guisa di rete, come nella fig. 127, la volta prende propriamente il nome di *volta reticolare*; in tal caso le costole non hanno alcuna distinzione tra di loro, presentandosi tutte della medesima importanza per rispetto alle maglie della rete. Le figg. 128 e 129, che rappresentano rispettivamente l'interno della chiesa padronale di Coblenz ed il coro della cattedrale di Ulm ci mostrano rispettivamente la vista di una volta stellata e di una volta reticolare; dalle medesime emerge con maggior chiarezza la loro distinzione.

Il punto nel quale si incontrano due o più costole

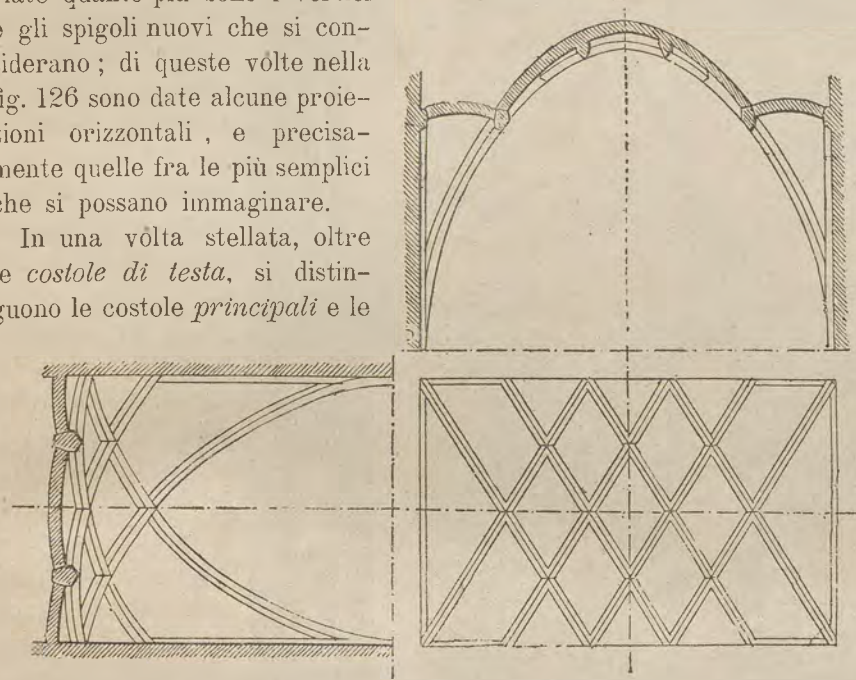


Fig. 127.

e sul punto di mezzo della az si eleva la normale fino all'incontro della ao in d , che è il centro dell'arco az : mediante le ordinate dei punti come e ed f di quest'arco si ottengono i punti e' ed f' della proiezione verticale della costola az , la quale così facilmente si può disegnare. Parimente per disegnare la curva corrispondente alla costola secondaria am si conduce da m la normale ad am eguale a mg e sul punto di mezzo della corda cm'' si eleva la normale fino all'incontro h della am che si fa centro dell'arco am'' , quindi si procederà, come per la costola ao , al tracciamento della sua proiezione verticale. Per disegnare la costola ap è necessario tracciare l'arco co'' , corrispondente allo spigolo di chiave longitudinale, ed allora mediante la ordinata p'' del punto p si ottiene il punto p' e tracciato il ribaltamento di questa costola si può procedere come prima al tracciamento della sua proiezione verticale; così di seguito per tutte le costole comunque queste siano distribuite nella pianta.

Qualora gli archi di testa abbiano monta o corda differente ed è nota la monta rialzata della volta il procedimento è identico.

Se la volta a crociera ha gli spigoli di chiave oriz-

zontali, tracciato l'arco di testa $ao'b$ ribaltato in pianta (fig. 133) si disegni in $pq\ st$ la sezione orizzontale della volta corrispondente ad una altezza qualsiasi i

px (la forma di tal sezione può essere qualsiasi e lasciata all'arbitrio dell'architetto) per cui i punti p, q, r, s, t di incontro delle costole convergenti nel vertice b col piano orizzontale avranno tutte la medesima ordinata px . Ed allora per tracciare l'arco corrispondente alla costola diagonale bo si conduce come prima la normale in o alla bo eguale alla monta co' della volta, dal punto r una normale alla bo eguale alla px , si avranno allora i punti b, y, o'' coi quali l'arco bo'' resta individuato e si può quindi tracciare nel modo indicato dalla figura. Così si è proceduto per la costola secondaria bm ed egualmente si potrà procedere per tutte le altre costole. Se non che questo procedimento presenta l'inconveniente, facile a constatarsi,

che soltanto qualche costola imposta sul pieduccio con una tangente verticale, le altre avendo il centro di curvatura al di sotto del piano di imposta. Ciò costituisce un difetto riuscendo poco gradito all'occhio una impostatura non uniforme di tutte le membrature uscenti dal medesimo pieduccio. Ad ov-

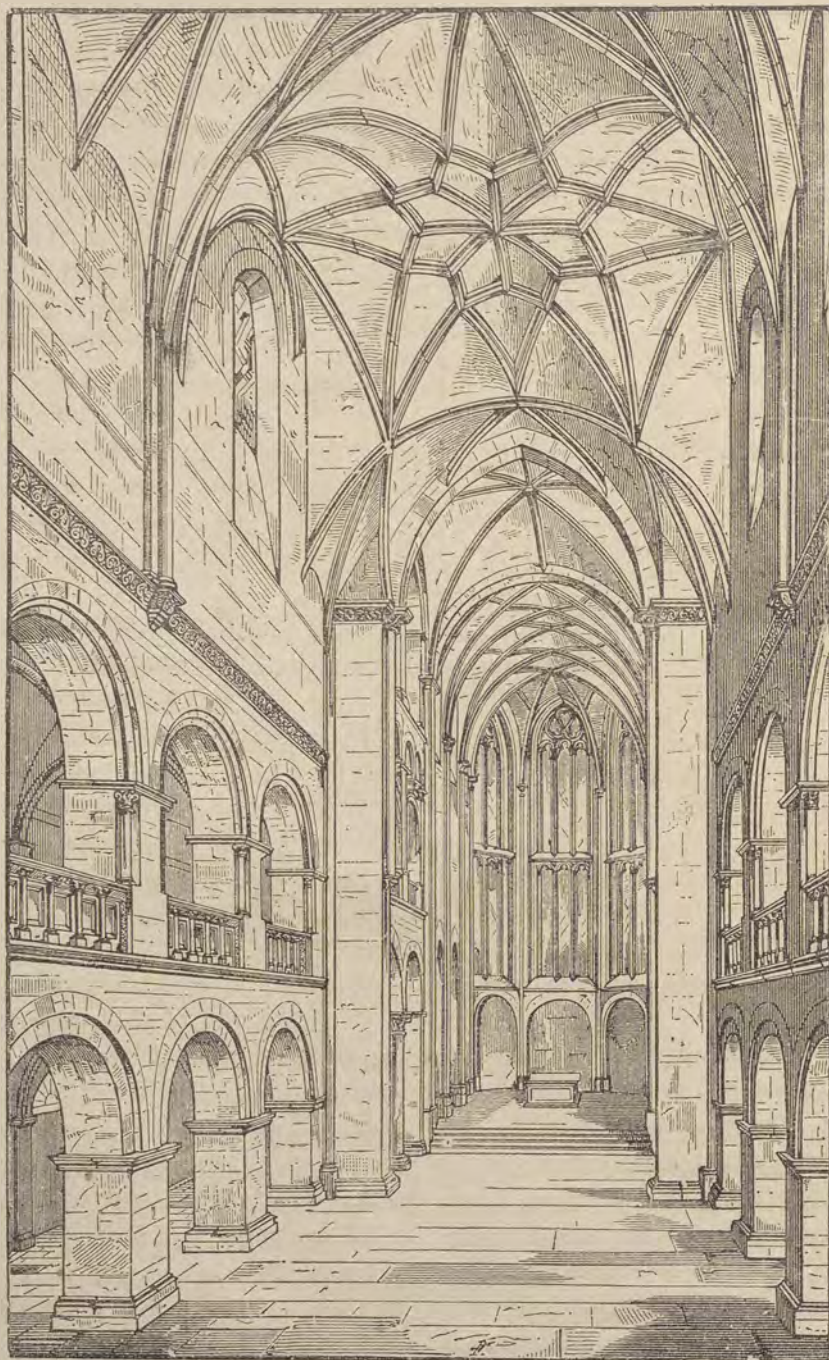


Fig. 128

viare perciò a questo inconveniente giova costruire gli archi corrispondenti alle varie costole ciascuno con due o più centri, di cui il primo si trovi costantemente sul piano di imposta della volta; allora tutte le costole usciranno dal pieduccio sotto un angolo retto coll'orizzontale.

Il primo arco può assumersi lo stesso per tutte le costole ed allora, tenuto presente che le ordinate dei vertici delle costole sono eguali, il tracciamento si fa come segue. Sia $abdc$ (fig. 134) la quarta parte della pianta di una volta, le cui linee di chiave siano orizzontali, e sia d_1d la monta eguale di tutte le costole. Si ribaltino le proiezioni delle costole ae , ad ed ac in ae_1 , ad_1 , ed ac_1 , e si elevino da b_1 , e_1 , c_1 , d_1 le perpendicolari b_1b' , e_1e' , c_1c' , d_1d' eguali alla monta della volta; poi si determini in un punto f a piacere sulla ad il centro per l'arco inferiore di tutte le costole che arriva fino in g e si tiri per f la retta gh di lunghezza indefinita. Quindi si trovano facilmente col noto metodo i centri h , k , l , ed m per gli archi gb' , ge' , gc' , gd' .

Se poi si vuole che entrambi gli archi sieno di raggio costante, necessariamente la lunghezza dei due archi non può essere la stessa per tutte le nervature ed il loro raccordamento deve aver luogo ad altezze differenti. Sia ancora rappresentata in $abdc$ (fig. 135) la quarta parte della proiezione orizzontale

della volta, e si ribaltino ancora come prima in e_1 , c_1 , d_1 , le proiezioni delle costole ae , ad , ed ac , e si determini ancora la monta delle costole mediante

una retta condotta per d' parallelamente ad ad_1 ; così pure si tirino ancora le perpendicolari bb' , e_1e' , c_1c' , e dd' , e scelto sulla ad_1 , o nel suo prolungamento il punto f come centro degli archi inferiori delle costole, sia ap il raggio comune degli archi superiori. Si descriva da f un arco pm con fp differenza dei due raggi di curvatura ap ed af ; su questi si trovano i centri degli archi superiori, i quali centri si ottengono coll'intersecare l'arco pm nei punti h , k , l ed m mediante archi di circolo condotti rispettivamente da b' , e' , c' , e d' con raggio ap . Tirandosi pei punti h , k , l , ed m e per f le linee rette hg , kn , ll , ed mm si devono tracciare da f con raggio fa gli archi inferiori ag , an , al , am e dai punti h , k , l , m gli archi superiori gb' , ne' , lc' , md' ; g , n , l , m sono i punti di raccordo degli archi fra loro.



Fig. 129.

§ 13.

LE VOLTE DI GETTO DI CALCESTRUZZO.

Le più antiche volte di getto di calcestruzzo si riscontrano negli edifici della vecchia Roma. I Ro-

mani usarono il calcestruzzo nella costruzione delle volte quasi sempre unitamente ad altri materiali, pietre, cioè, e mattoni. Così ad esempio essi costruivano le volte di mattoni in foglio mercè uno o due strati di mattoni (fig. 136) per quindi stendervi sopra uno strato di calcestruzzo che costituiva la volta propriamente detta. Ovvero costruivano la volta di mattoni mediante un traliccio di archi portanti e di archi di collegamento, spesso questi sostituiti da lastre di pietra o da tavelle di cotto (fig. 137) e riempivano di calcestruzzo gli spazi vuoti che fra gli archi si formavano. E poichè diminuivano lo spessore del calcestruzzo per rispetto a quello della volta ne ottenevano per effetto un minore peso nella struttura della volta e quindi anche una minore solle-

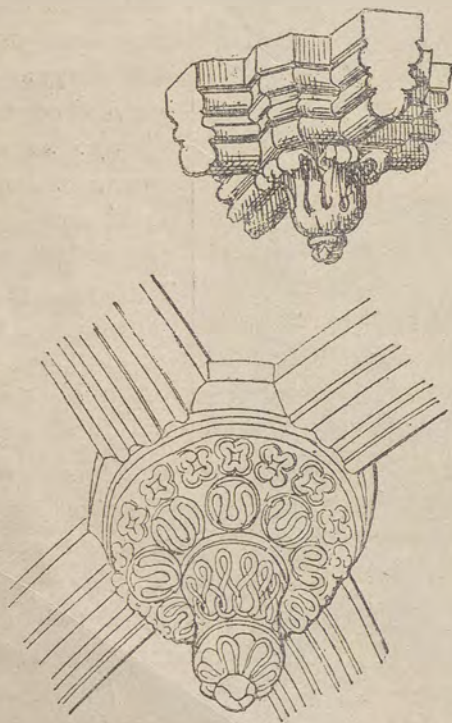


Fig. 130.

citazione orizzontale sui piedritti senza con ciò ne venissero alterate le condizioni statiche.

Le volte monoliche di semplice calcestruzzo oggi non si adoperano che per piccole luci, per farne quasi sempre delle volte sopportate da travi di ferro onde costituirne dei solai per sostenere pavimenti. Di tale sistema di costruzione per solai si è fatto cenno enumerando i vari usi cui si presta il getto di calcestruzzo (pag. 225, Vol. I). Le voltine di calcestruzzo presentano però un peso relativamente elevato; per ottenere strutture più leggiere si impiegano con vantaggi o nella confezione del calcestruzzo

in luogo della ghiaia, le scorie che s'ottengono come residuo della combustione del carbon fossile, così il peso unitario si mantiene più basso. Oggidi le volte di calcestruzzo si costruiscono con spessore molto esile armandole con ferri secondo i noti sistemi di Monier, di Hennebique, di Luipold, ecc. di cui meglio si dirà trattando dei solai di cemento armato.

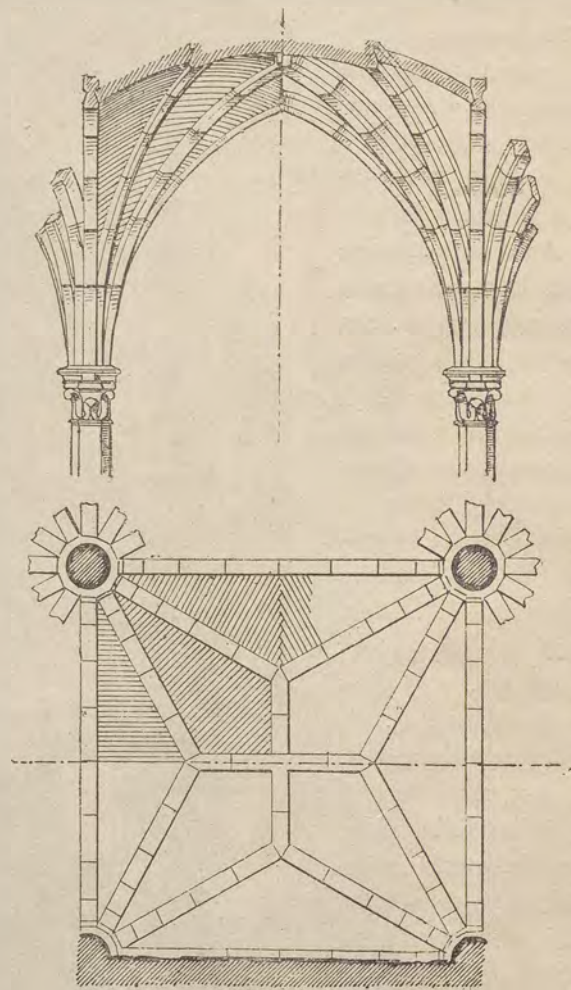


Fig. 131.

La loro applicazione si estende però convenientemente per le volte di una certa importanza, come per le cupole, per le volte di ponti, diserbatoi, di passerelle, ecc.; per le volte di ordinaria portata, quali sono quelle riflettenti le comuni abitazioni civili, il costo unitario riesce alquanto superiore a quello delle volte e dei solai di altro materiale; ciò spiega come i costruttori preferiscono di ordinario quest'ultimi.

Fra le grandi volte di cemento armato sono notevoli la volta costruita a Parigi presso Achères per coprire la grande galleria contenente le due condutture di m. 1. 80 di diam. destinate allo spurgo fer-

zato delle acque luride della città, quella che coprì l'ambiente principale del piccolo palazzo di B. Arti dell'Esposizione di Parigi del 1900, la volta del ponte

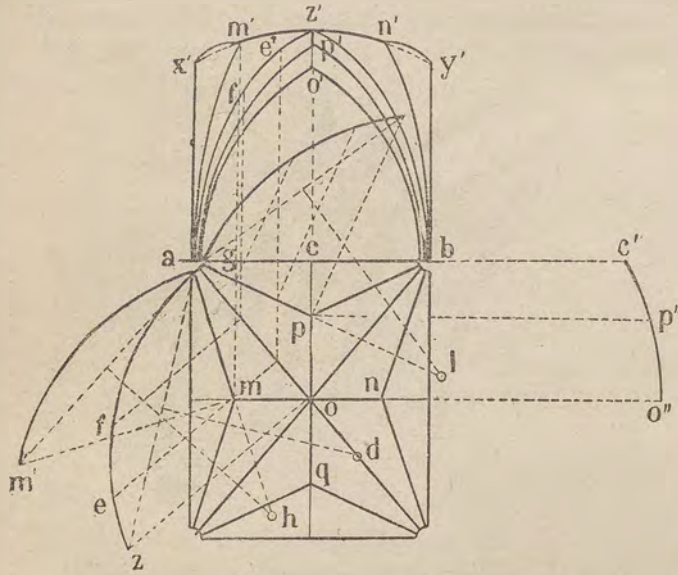


Fig. 132.

di strada ordinaria costruita da poco tempo a Steyz, quella della cupola del nuovo Museo di Cairo, quella recentemente costruita ad Onigo di Piave della ditta Odorico di Milano sul torrente Curogna per il ponte del canale Brentella, ecc.

§ 14.

L'ARMATURA ED IL DISARMO DELLE VÔLTE.

Le vòlte reali sono strutture generalmente molto pesanti; allo scopo quindi di sostenerle durante la costruzione si rende necessario l'uso di speciali armature, per lo più costruite con legnami e con materiali, sufficientemente robuste per sostenere il loro peso e foggiate in maniera da presentare superiormente una superficie esattamente corrispondente a quella dell'intradosso della vòlta che si vuole costruire.

Queste armature constano principalmente di due parti distinte, delle *centine*, cioè, che si dispongono verticali a certa distanza l'una dall'altra, e del *manto* o *coperto* che sopra queste si distende, il quale è una struttura di tavole o di assicelle con la quale si rende unita e della forma voluta la superficie destinata a sostenere i filari di materiali costituenti la vòlta.

Le centine, sono simili a quelle descritte per la

costruzione degli archi, possono essere fatte perciò esclusivamente di tavole o miste di travicelli e di materiali ovvero di sole travi.

Le centine hanno l'ufficio di sostenere l'ossatura di tavole che costituisce il manto a superficie curva eguale a quella dell'intradosso; per regolarizzare le ineguaglianze che il coperto, costruito per lo più con tavole grezze, presenta, vi si stende sopra uno strato di sabbia o di terra umida (*aggraziatura*) del minore spessore possibile allo scopo di non troppo caricare e senza veruno scopo effettivo la sottoposta armatura e questa terra si regolarizza, si comprime e si liscia colla cazzuola.

Tutta l'armatura così composta viene sostenuta a livello del piano d'imposta della vòlta incastrando le centine in cavità appositamente lasciate nei piedritti ovvero per mezzo di sostegni appositi, costituiti ordinariamente da correnti orizzontali sostenuti da ritti verticali. E poichè tali armature devono presentare la proprietà di potersi uniformemente abbassare per

piccola altezza all'atto in cui si inizia il disarmo della vòlta, tra le estremità delle centine ed i correnti orizzontali si interpongono due cunei od uno degli altri apparecchi, che descriveremo in seguito i quali permettono l'abbassamento graduale, senza urti, per breve intervallo, dell'armatura.

Le armature composte di centine e di materiali per la loro economia e per la facilità con la quale possono essere formate sono quelle maggiormente usate, perciò per le vòlte di comune dimensione che

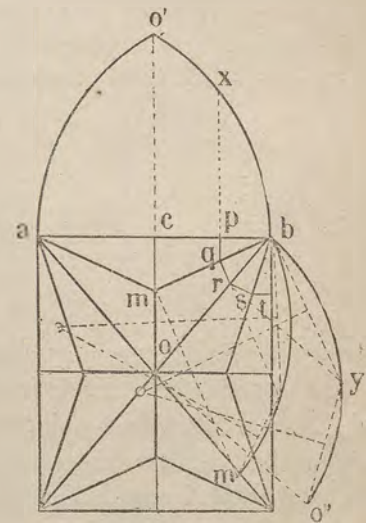


Fig. 133.

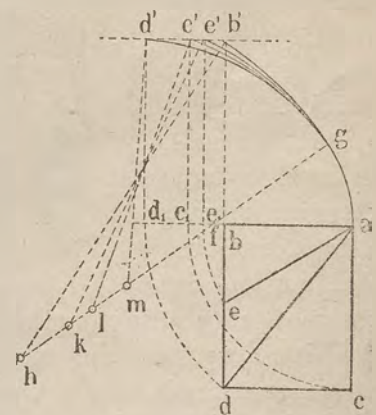


Fig. 134.

occorre d'ordinario eseguire nei fabbricati di abitazione civile, i costruttori non esitano ad interporre come apparecchi con cui si inizia il disarmo, in luogo dei cunei, uno o più mattoni situati l'uno sopra l'altro a secco, a guisa di pilastro, che poi dis fanno

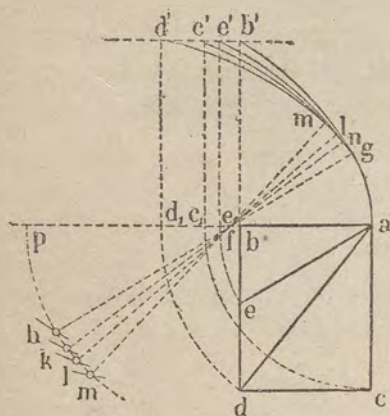


Fig. 135.

o scansano con leggieri colpi di martello. Senza dubbio però il sistema di posare le centine sopra una coppia di cunei di legno è il migliore, perchè questi si possono fare scorrere con piccoli urti l'uno sopra l'altro senza scuotere l'arma-

tura che viene, perciò, facilmente abbassata.

La disposizione delle centine varia secondo la forma delle volte. In quelle a botte le centine si dispongono normalmente ai piedritti ad una distanza di m. 1 a 1,50 l'una dall'altra. Nella fig. 1, tav. XX è rappresentata la vista di una armatura di questo genere con centine costruite di tavole.

Per una volta a padiglione di pianta quadrata (figura 2, tav. id.)

sopra quattro correnti applicati contro le pareti dei piedritti, sostenuti da ritte verticali, si colloca verticalmente una centina che dal punto di

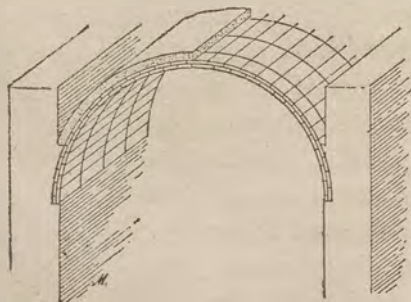


Fig. 136.

mezzo di un piedritto vada al punto di mezzo del piedritto opposto, due mezze centine simili si collocano normalmente alla prima nel mezzo degli altri piedritti opposti e quattro mezze centine simili infine, dette *cantionali*, si dispongono lungo gli spigoli della volta. Talora, anzichè far uso della centina intera per il sostegno delle 6 mezze centine, si impiegano otto mezze centine, quattro a quattro, eguali che si sostengono con un ritto verticale situato nel mezzo della pianta della volta. La fig. 3, tav. id. rappresenta la fronte di una mezza centina

diagonale avente il puntone fatto con pilastri di mattoni a secco.

Le due centine principali, di cui una intera, si possono disporre lungo le diagonali della volta ed allora tra le centine e le pareti si distendono delle

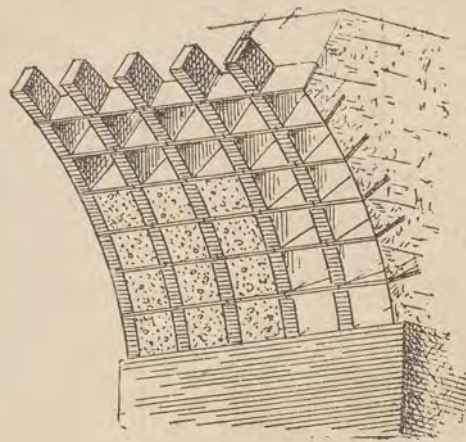


Fig. 137.

porzioni di centine come schematicamente indica la fig. 138.

Anche per diminuire la distanza tra le centine di angolo e le mediane nel caso della fig. 2. tav. id. si mettono porzioni di centine che si attaccano ai cantionali normalmente ai muri. Il manto in queste armature si fa di tavole disposte nel senso delle generatrici dell'imbotte cilindrico della volta.

Per le volte a botte con teste di padiglione si disporranno due centine intere sul limitare della por-

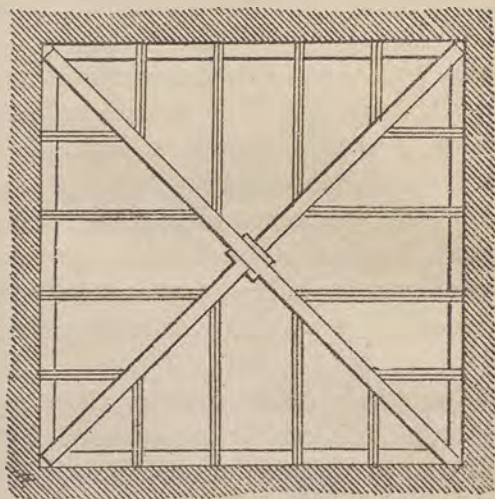


Fig. 138.

zione di volta a botte (fig. 139) e si completa poi l'armatura per le teste di padiglione e per la volta a botte rispettivamente come anzi si è detto per tali volte. Per una volta a padiglione con pianta poligonale si disporranno tante mezze centine quanti

sono gli spigoli della volta (fig. 140) che si sosterranno con un puntello verticale situato nel mezzo della pianta o con una centine principale che vada

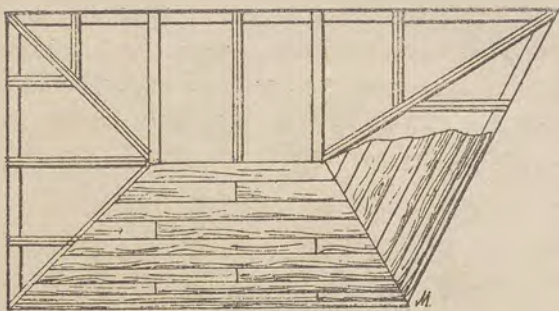


Fig. 139.

da uno spigolo allo spigolo diametralmente opposto ove il poligono sia regolare e di un numero pari di lati.

Per una volta a crociera ad imbotta cilindrico o cilindroidico, da erigersi sopra pianta quadrata o rettangolare, si disporranno quattro centine in corrispondenza delle linee di imposta, addossate ai muri di perimetro ed una centine intera e due mezze ovvero quattro mezze centine, dirette secondo gli spigoli diagonali, sostenute nel mezzo della pianta da un puntello verticale; le tavole del manto si disporranno secondo le generatrici delle unghie cilindriche posandole sulle centine di imposta e sulle diagonali

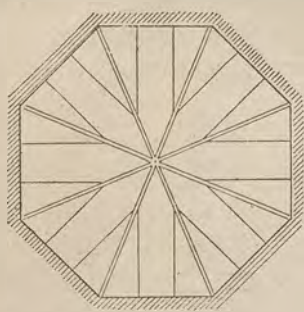


Fig. 140.

(fig. 4, tav. XX). Se la distanza tra queste centine e le prime è eccessiva, tale da rendere troppo caricate le tavole del manto, tra le centine diagonali si interpongono porzioni di centine parallele a quelle di imposta come mostra la figura.

Talora si preferisce preparare l'armatura per una delle due superficie cilindriche di cui si compone l'imbotta e si appoggia a questa l'armatura dell'altra volta a botte. Seguendo questo principio si preparano le armature delle volte a botte od a padiglione lunettate.

Se la volta a crociera insiste sopra una pianta poligonale si disporranno tante centine quante sono le linee di imposta ed altrettante mezze centine sugli spigoli diagonali. Oltre a queste mettonsi altre porzioni di centine tra le centine diagonali parallelamente ai lati del poligono (fig. 141).

Se la crociera ha le unghie sferiche la disposi-

zione delle centine non varia; le porzioni di centine interposte tra le centine diagonali saranno circolari con raggio corrispondente a quello degli archi generatori dell'imbotta

Allorquando le costole della volta a crociera si costruiscono in pietra da taglio, si usa armare soltanto quest'ultime, potendo il ripieno delle unghie facilmente eseguirsi in mattoni senza il concorso di altra armatura di sostegno.

Le volte a cupola semplice costruite sopra pianta circolare ed ellittica si armano con tante semi-centine che da punti equidistanti della periferia vadano al centro della volta

e sostenute nel mezzo della pianta da un puntello verticale o da una centine principale intera come si pratica nei casi precedentemente accennati. Il man-

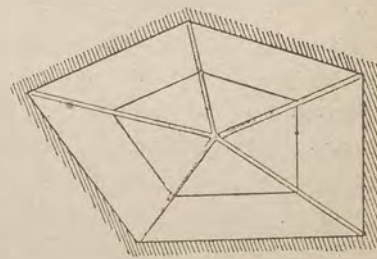


Fig. 141.

to in queste armature sarà costituito di tavole posate sopra centine consecutive; così facendo però non si ottiene un coperto perfettamente sferico, ma tale facilmente si riduce mediante la aggraziatura la quale in questo caso avrà uno spessore piuttosto forte.

Una volta a vela sopra pianta poligonale si arma disponendo una

centine addossata ad ognuna delle pareti dell'ambiente secondo le linee di imposta, una centine principale che dal vertice di una di queste va al vertice diametralmente opposto; disposta cioè secondo il meridiano del-

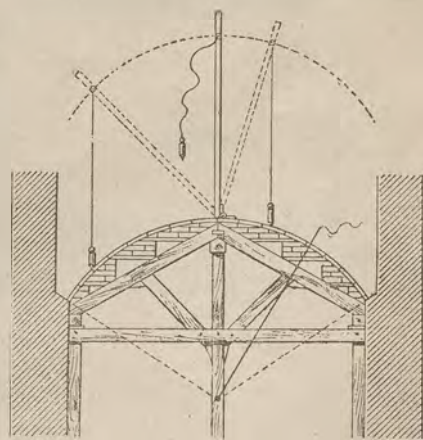


Fig. 142.

l'imbotta, e quindi tante altre mezze centine che dal vertice delle prime vanno al centro di quella principale, come mostra la fig. 5, tav. XX, che rappresenta una armatura simile per una volta a vela da costruirsi sopra pianta quadrata. Qualora la distanza tra le centine così disposte è eccessiva si disporranno porzioni di centine, le quali poggiando sopra

le centine di imposta si attaccano con l'altra estremità al centro delle centine principali ovvero alle semicentine impostate secondo le diagonali; nel primo caso il loro contorno superiore sarà identico a quello del meridiano dell'imbotte, nel secondo a quello del corrispondente parallelo.

L'armatura delle volte stellate non si diparte dal sistema di quelle per le volte a crociera. Si disporranno cioè tante centine quante sono gli spigoli della volta e, se questa deve essere costruita interamente di mattoni, si disporranno delle porzioni di centine tra le prime, qualora la distanza loro è eccessiva. Come nell'e volte a crociera, se le costole delle volte a stella devono costruirsi in pietra da taglio, l'armatura si potrà limitare soltanto alle costole.

Indichiamo infine nella fig. 142 (*Formenti*) il mezzo pratico per verificare l'esattezza della curvatura del coperto dell'armatura di una volta a direttrice circolare. Il profilo circolare dell'assito di tavole si può verificare come indicasi nella parte destra della figura, cioè con un filo legato con un estremo nel centro dell'imbotte; l'esatto profilo dell'aggraziatura si può riscontrare fissando nel vertice del manto in cui si vuole compiere l'operazione, col sussidio di una squadretta di ferro articolata a cerniera, un regolo di legno, il quale

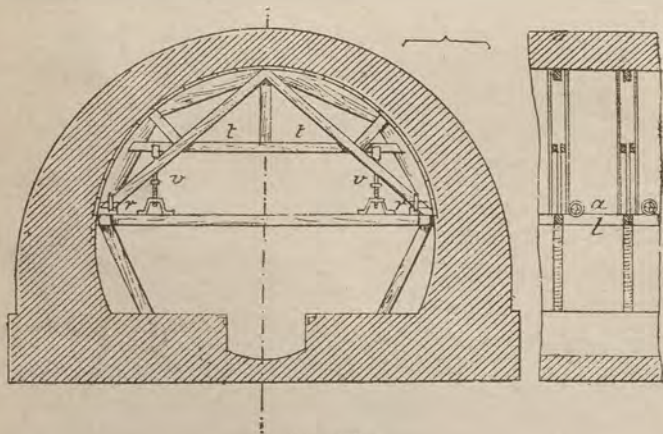


Fig. 143.

perciò può rotare intorno il perno che sta nel suo piede. All'estremità superiore del regolo, ad una distanza dal perno eguale al raggio di curvatura della direttrice dell'imbotte si fissa un filo a piombo lungo quanto detto raggio. Allora facendo rotare il regolo attorno al suo piede, il filo a piombo dà le ordinate del profilo circolare del manto e serve di guida per la stabilitura dell'aggraziatura.

Oltre le specie di armature fin qui indicate, allorchè si debbano costruire delle volte molto lunghe

si impiegano armature parziali scorrevoli, estese soltanto ad una parte della volta, che si fanno avanzare mano mano che il lavoro progredisce. Nella fig. 143 è rappresentato un tipo di armatura scorrevole per la costruzione di una galleria, che fu già impiegata per il grande condotto che giace sotto il boulevard Sebastopol a Parigi. Questa armatura composta di quattro cavalletti portanti il manto di tavole ed

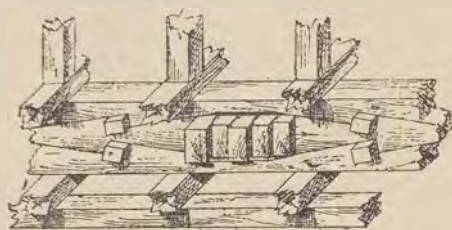


Fig. 144

aventi da asse ad asse la distanza di m. 1,50, si fa riposare sopra ritegni fissi durante la costruzione della volta; a costruzione finita si disarmo sollevando leggermente le traverse *t*, e con esse la centine, mediante le viti speciali *v*, tanto per poter togliere i ritegni *r* sui quali trovansi l'armatura per far discendere le rotelle *a* sui ferri d'angolo inchiodati alle longarine *l* facenti l'ufficio di rotaie. L'armatura si può allora far scorrere con la massima facilità fino al sito in cui nuovamente deve essere impiegata, collocare e mantenere all'altezza conveniente mediante le dette viti *v* ed i ritegni *r*.

Un altro esempio di armatura scorrevole è quello



Fig. 145.

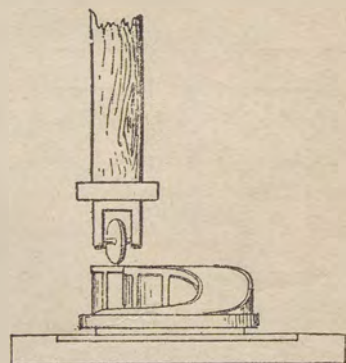


Fig. 146.

già citato pel restauro della volta per la grande navata della chiesa di S. Pietro in Roma, (fig. 703. Vol. I)

Gli apparecchi, che si interpongono fra le testate delle centine ed i correnti di sostegno allo scopo di iniziare le operazioni di disarmo delle volte, sono diversi; le figg. 6 a 11, tav. XX e figg. 144-46 riproducono i principali e più usati nella pratica.

Dopo quello già cennato eseguito con mattoni disposti in secco a guisa di pilastro, per volte di

comune portata i costruttori preferiscono l'uso dei cunei nella maniera indicata dalla fig. 6, tav. XX, la quale riproduce in vista i due cunei allorchè sono chiusi ed i medesimi allorchè si sono fatti discendere l'uno sopra l'altro.

Nella fig. 2, tav. id. è indicato il così detto disarmo a cremagliera o a dentiera e la fig. 8, tav. id. quello a cremagliera doppia. Consistono questi sistemi nell'adoperare per correnti di sostegno, anzichè semplici travi, due o tre travi tagliate a dente di sega nella maniera indicata in figura, e nel tenere allontanate dette travi per mezzo di biette che si cacciano via all'atto del disarmo. Talora la cremagliera si applica sotto tutta la lunghezza delle centine; con la cremagliera doppia evidentemente si ottiene un abbassamento doppio di quello della cremagliera semplice. Nella fig. 144 è segnata una cremagliera doppia con cunei centrali; con questo apparecchio si comincia il disarmo cacciando prima i cunei e quindi le biette, allora i due pezzi intermedi si avvicineranno fra loro determinando l'abbassamento.

Un sistema di disarmo semplice ed economico che permette di operare senza recare alcuna benchè minima scossa all'armatura è quello dei sacchetti di tela riempiti di sabbia asciutta indicato dalla fig. 145; al momento del disarmo basterà praticare un piccolo foro nel sacchetto perchè la sabbia scorra a poco a poco obbligando la centine ad abbassarsi lentamente. In vece dei sacchetti possono adoperarsi dei cilindri di ghisa (fig. 3, tav. XX) che si riempiono egualmente di sabbia, perforati nel fondo con 2-4 orifici che si tengono tappati finchè non si debba procedere al disarmo. In ciascun cilindretto cavo ne penetra uno pieno sul quale si appoggia la testata della centine.

Il disarmo si può ancora effettuare per mezzo di martinetti a vite (fig. 11, tav. id.), ovvero per mezzo di semplici viti (fig. 10, tav. id.). Un buon sistema di disarmo che effettua abbassamenti molto uniformi per cui si presta per le grandi e pesanti armature è quello così detto *ad elicoide*. Consiste questo sistema nel disporre sotto le testate delle centine, armate a tal uopo di una rotella, una specie di disco il quale superiormente presenta una superficie elicoidale sghebbata a piano direttore nella quale la rotella di cui è munita la centine possa scorrere (fig. 146). Il detto disco è munito al disotto di rulli, i quali si appoggiano sopra una piastra di ghisa ben levigata. Il disarmo si inizia facendo scorrere lentamente i dischi per mezzo dei rulli, allora le rotelle delle cen-

tine scorrendo sulla superficie elicoidale effettuano un graduale abbassamento dell'armatura.

Il disarmo delle volte è una operazione che richiede molta cura e generalmente si compie allora quando si è sicuri che le malte si siano indurite ed abbiano fatto presa coi materiali di cui è costituita la struttura della volta. Ciò non di meno vi è chi sostiene che il disarmo riesce più proficuo allora quando le malte sono ancora tenere, poichè queste costipandosi rendono definitivo e più stabile l'assetto dei materiali. Questo partito è senza dubbio bene indicato per le volte costruite in pietra da taglio, là dove la stabilità della volta poco o nulla deve alla coesione delle malte. È ritenuto invece dalla maggior parte dei costruttori migliore il sistema di attendere l'indurimento delle malte prima di procedere al disarmo, allora quando la volta è costruita con materiali minuti, come sarebbero i mattoni, molta parte del loro equilibrio stabile essendo dovuta certamente alla coesione delle malte.

Se le testate delle centine riposano sopra cunei il disarmo si inizia con l'abbassare le centine gradatamente battendo poco alla volta i cunei col martello, allora questi scivolano l'uno sull'altro abbassandosi di poco. Se le centine riposano sopra mattoni a secco, se ne leverà uno per testata di centine, la quale perciò si abbasserà dello spessore di un mattone per volta. Contemporaneamente se l'armatura ha puntelli intermedi, questi si abbasseranno, senza toglierli interamente da principio; ciò si effettua trasportandoli di posto o smovendone soltanto l'estremità inferiore.

Quando tutta l'armatura si è abbassata di poco e la volta non ha dato alcun segnale di cedimenti si tolgono i puntelli e si disfà a poco a poco l'armatura cominciando dalle tavole del manto, le quali a tal uopo non saranno chiodate sulle centine ma semplicemente posate. Si è sicuri che l'armatura è libera quando le tavole del manto si lasciano muovere facilmente, segno evidente che queste non si trovano più serrate tra le centine e l'imbotte della volta.

Si ritiene prudente infine, iniziato il disarmo coll'abbassamento dell'armatura, l'attendere per alcune ore od anche per qualche giorno, secondo i casi, prima di procedere al disfaccimento della medesima, per accertarsi della perfetta stabilità della volta. Ultimato il disarmo si pulirà l'imbotte della volta di quella terra proveniente dall'aggraziatura, che casualmente vi potesse rimanere attaccata.

LA COSTRUZIONE DEI SOLAI

LE GENERALITÀ.

Si chiamano *solai* quelle impalcature composte di travi talvolta di materia differente e per lo più di diversa grossezza, le quali s'interpongono comunemente tra due piani di un edificio, allo scopo di sostenere il pavimento del piano superiore. I solai si costruiscono perciò in sostituzione delle vòlte e servono quindi a dividere in diversi piani un edificio. Il loro uso generalmente risulta conveniente nelle fabbriche economiche nelle quali le murature sono esili, i solai non trasmettendo a queste che il peso proprio e quello del loro carico accidentale.

Avuto riguardo alla natura dei materiali coi quali si possono costruire i solai, questi si classificano in *solai di legno* e *solai metallici*.

I solai di legno possono essere esclusivamente composti con travi di legno ovvero misti di legno e muratura. I solai metallici sono quasi sempre di struttura mista, di ferro e legno, cioè, o di ferro e muratura.

Talvolta la faccia inferiore della struttura di un solaio si nasconde con un'altra struttura di legname più leggiera, coperta di stuoie e di intonaco, allo scopo di toglierne la mala vista e di trasmettere meno sensibili i rumori fra i due piani consecutivi. Queste strutture leggieri, che spesso si sottopongono a quella di un solaio rustico, si chiamano *soffitti* e di essi si dirà più a lungo in un prossimo capitolo.

I solai ed i soffitti accoppiati fanno perciò, più

propriamente, nei fabbricati, l'ufficio delle vòlte. Essi però per rispetto a queste presentano dei vantaggi notevoli, come dei notevoli inconvenienti.

Tra i vantaggi più salienti si notano: 1) Il piccolo volume che i solai generalmente occupano, con conseguente sensibile economia nell'altezza di una fabbrica, essendo il loro spessore raramente maggiore di 40 cm. per cui l'imposta di una impalcatura da solaio riesce più alta di quello di una vòlta. Per le vòlte essendo necessaria una monta variabile da $\frac{1}{2}$ ad $\frac{1}{10}$ della portata, l'imposta è alquanto più bassa di quella delle travi di un solaio, riuscendo così minore lo spazio libero disponibile tra due piani di un edificio. 2) I solai non producono alcuna spinta contro i muri sui quali si appoggiano, per cui i muri si possono costruire con uno spessore più piccolo. Anzi i solai hanno per effetto di incatenare i muri fra di loro, specialmente se, come vedremo, le teste delle travi sono munite di capichiavi e di bolzoni. 3) Anche il loro costo riesce inferiore a quello delle vòlte, specialmente se sono costruiti con legnami ovvero con legnami e murature, in quanto che a parità di volume di materiale impiegato la costruzione di una vòlta riesce di costo maggiore anche perchè è necessaria la preparazione di un'armatura che la sostenga durante la costruzione, ciò che generalmente si evita nella costruzione delle impalcature.

Rispetto alle vòlte i solai presentano i seguenti difetti: 1) Se sono di legname essi riescono combustibili; possono alimentare un incendio sviluppatosi in una parte dell'edificio, come possono essere la causa

medesima dell'incendio. 2) La loro durata, allora quando sono in legno, riesce inferiore a quella delle vólte; i legnami, se non sono bene ventilati, si tarlano o si imputridiscono nelle parti che sono a contatto dell'umidità delle murature, abbreviando la vita dell'intera impalcatura. 3) I solai di ferro od anche di ferro e muratura (eccettuati i solai di cemento armato), sembrano presentare a prima vista una maggiore garanzia contro l'incendio; sotto l'azione distruttrice del fuoco essi resistono, è vero, più a lungo che non i solai di legno, ma per la loro dilatazione notevole, esercitano una forte spinta sui muri verso l'esterno, disgregandone la struttura, ed

allorchè si arroventano non resistono più al peso e cedono alla flessione, trascinando seco verso l'interno i muri maestri, se a questi sono solidamente incastrati con capichiavi e bolzoni. Un edificio costruito con solai di ferro va interamente distrutto in caso di incendio, mentre se ha solai di legname, vanno salvati almeno i muri maestri. 4) I solai metallici sono per natura più sonori che non le vólte e non raramente si verifica udire, per mezzo di essi, da un piano i più piccoli rumori che avvengono nell'altro, anche quando, sebbene meno sensibilmente, i solai sono di struttura mista, di ferro, cioè, e muratura.

CAPITOLO I.

I SOLAI DI LEGNO

§ 1.

I SOLAI COMUNI DI TRAVI E TRAVICELLI.

Sebbene oggidì siasi generalizzato l'uso dei solai composti con travi di ferro e voltine di mattoni, tuttavia nelle regioni ove abbonda il legname o vi affluisce a prezzi convenienti per la facilità delle vie di comunicazione, si impiegano le impalcature di legname per la formazione dei solai, le quali per rispetto a quelle di ferro presentano anche il vantaggio di potersi allestire speditamente e riuscire di un peso gran lunga inferiore.

I solai ordinari di legname sono composti con tra-

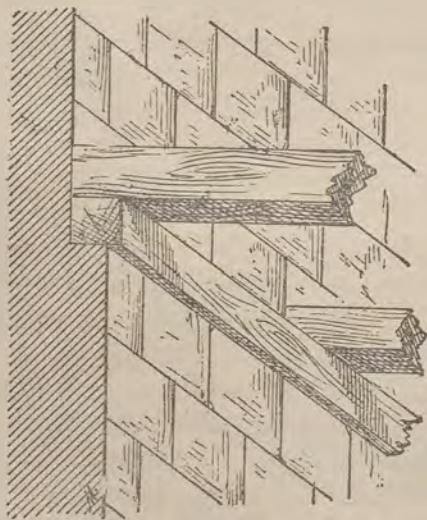


Fig. 147.

vicelli aventi una sezione quadrata o rettangolare situati orizzontalmente paralleli ad una distanza costante di m. 0,40-0,50 misurati fra gli assi per portate variabili da m. 4,50 a 3, ed aventi la sezione

quadrata di lato eguale ad $\frac{1}{24}$ della loro lunghezza e se rettangolare coi lati eguali rispettivamente a $\frac{1}{20}$ e $\frac{1}{30}$ della medesima qualora si suppongono collocati di costa. A parità di superficie riescono più convenienti quelli a sezione rettangolare perchè offrono un momento di inerzia maggiore di quelli a sezione quadrata. Talchè spesso nella pratica i co-

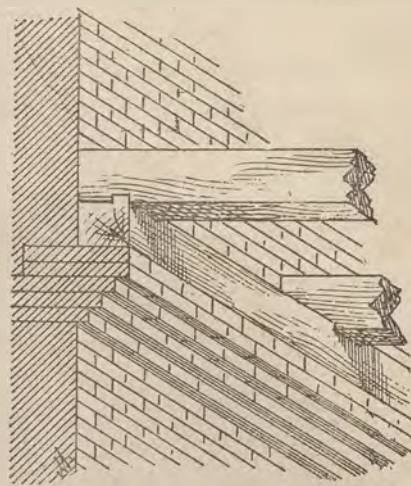


Fig. 148.

struttori impiegano dei legnami che si riscontrano nel commercio e preferibilmente dei panconi grossi 6 a 10 cm. per 22 a 16 noti, col nome di *squere*. Si collocano i travicelli od i panconi con le loro estremità incastrate nei muri (fig. 1, tav. XXI), e poichè per le cavità da loro occupate indeboliscono la sezione della muraglia e per la loro elasticità, agendo come leve, danneggiano la struttura murale, si incastrano nei muri per uno spessore mai superiore ai 20 cm. Talvolta per questo scopo e per ottenere una migliore ripartizione della pressione prodotta dal carico accidentale sopportato da uno dei

travicelli, anzichè incastrare le estremità dei medesimi nella muratura, si usa poggiarle sopra un corrente o legato di legno disposto lungo il muro, sostenuto mediante risega (fig. 147) o per mezzo di risalti (fig. 148) o mediante mensole di pietra o di legno incastrate per tutto lo spessore della muraglia

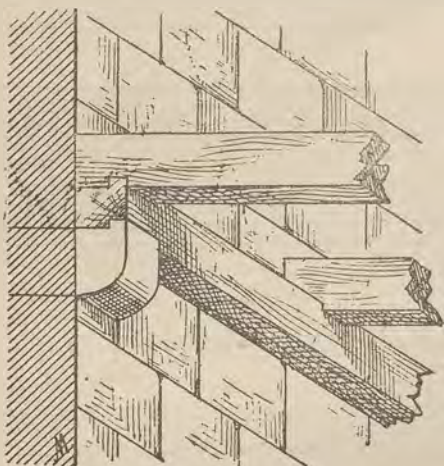


Fig. 149.

(fig. 149). Le estremità dei travicelli possono incastrarsi anche sul corrente ed il corrente può incastrarsi sulle mensole nella maniera indicata dalla fig. 149. Così quando si vuole collegare fra loro i

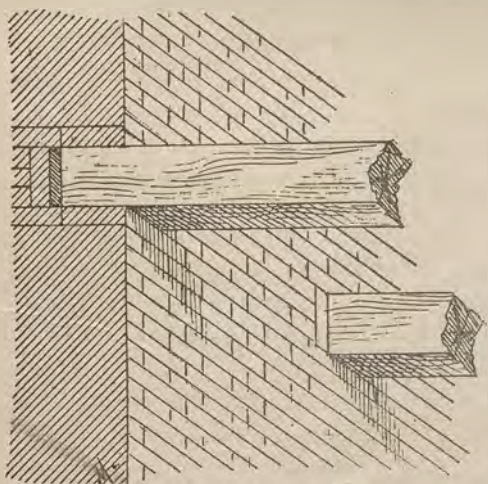


Fig. 150.

muri sui quali si appoggiano i travicelli del solaio, si possono utilizzare questi medesimi collegandone le estremità con ferri speciali a *T* immurati nello spessore del muro come mostra la fig. 1, 2, tav. XXII.

Contro le faccie interne dei muri estremi che unitamente a quelli portanti le teste dei travicelli, limitano il locale sul quale si stende il solaio, si sta-

biliscono due travicelli per fermare le estremità delle tavole che sopra dovranno essere collocate per la formazione dei tavolati.

E necessario proteggere le estremità dei travicelli dalla umidità delle murature se si vuole che il solaio abbia più lunga durata. Giova a tal'uopo spalmare le teste delle travi con catrame o corbolina o semplicemente con olio cotto di lino, ovvero si immurano le estremità delle travi tra mattoni collocati in secco e di costa costituenti una specie di scatola asciutta avvolgente le testate delle travi, che le toglie dal contatto diretto delle malte, nella maniera indicata dalla fig. 150.

Nella fig. 151 è indicata infine la maniera di appoggiare i travicelli sopra un muro intelaiato di travi

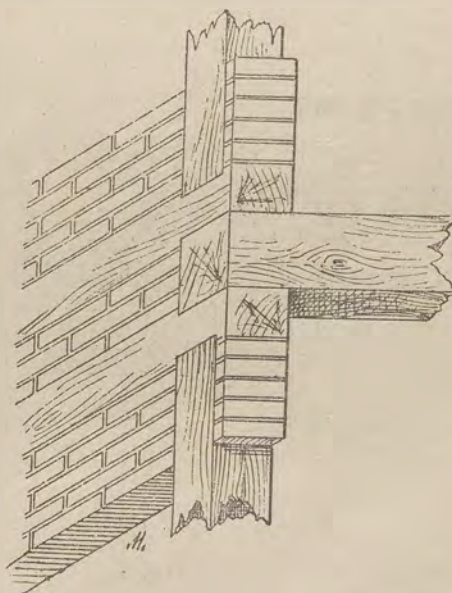


Fig. 151.

con riempimento di mattoni; in tal caso è necessario stabilire la trave che fa da cappello alla parete all'altezza di imposta del solaio e sopra questa trave si appoggiano le teste dei travicelli con incastro a dente portato dal cappello. Questo collegamento può farsi con caviglie ma riesce meno solido. Talvolta delle testate dei travicelli se ne ritrae partito decorativo sagomandole, ed aggiungendo qualche altra membratura come nella fig. 152.

Si completa un solaio di questo genere stendendovi sopra un'impalcatura di tavole disposte perpendicolarmente alla direzione dei travicelli (fig. 1, tavola XXI) e chiodate nei medesimi, aventi la grossezza di 20 a 30 mm., una larghezza non molto stretta

ed unite fra loro con taglio a metà o con linguetta od a spigolo vivo con coprighiunto di tavole più o meno sagomate (fig. 153) se si vuole impedire che il terriccio del solaio possa cadere negli ambienti del piano sottostante. Le unioni delle loro estremità si fanno capitare sul mezzo dei travicelli, chiodandole sui medesimi.

È sull'impalcatura di tavole che si distende lo strato di terriccio e l'impiantito che costituiscono il soprastante pavimento. Nella fig. 3, tav. XXI è segnata la disposizione che assumono i travicelli nella formazione di un solaio comune per casa di abita-

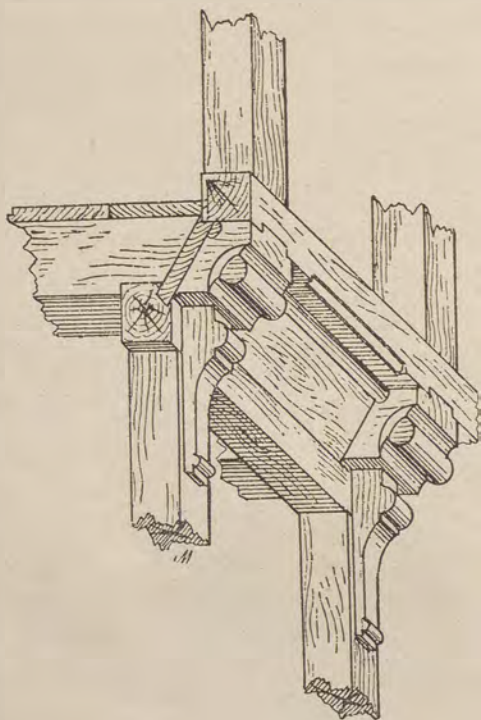


Fig. 152.

zione. Si comincia la costruzione del solaio col porre in opera i travicelli destinati a contatto dei muri, e quindi col dividere lo spazio compreso tra questi in maniera tale che gli altri travicelli vengono distanziati tra asse ed asse nei limiti sopracennati. Una speciale disposizione si adotta, come si dirà meglio in seguito, per quei travicelli che non possono incastrarsi nel muro per una ragione qualsiasi, come ad esempio, allora quando si ha in vicinanza nello spessore del muro una canna da camino, a contatto della quale le teste delle travi presto si carbonizzerebbero, o quando non si voglia caricare la piattabanda coprente un sottopassaggio di porta od una finestra.

Se i travicelli hanno anche l'ufficio di collegare i muri opposti, alcuni di essi vanno da un muro esterno all'altro come vedesi nella disposizione indicata dalla fig. id. e ad intervalli se ne muniscono le testate con capichiavi e bolzoni qualora non voglia adattarsi il

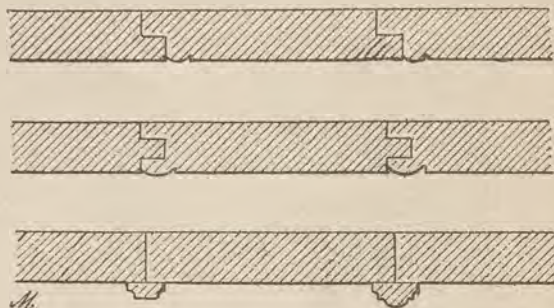


Fig. 153.

sistema di collegamento indicato nella fig. 1, 2, tavola XXII.

Per assegnare la minore lunghezza possibile ai travicelli, questi vanno collocati fra i due muri dell'ambiente che più sono vicini. Per cui allorchè la distanza fra i due muri più vicini supera i m. 4,50 ed è compresa fra i limiti di m. 4,50 a 6, i solai di legname più convenientemente si formano con travicelli disposti parallelamente ai muri più lunghi, incastrati per una estremità nei muri di testa e con l'altra appoggiata sopra travi maestre di legno disposte parallelamente a questi muri distanti 3 a 4 m. l'una dall'altra (fig. 6, tav. XXI) ed incastrati nei muri più lunghi per 30 cm. almeno.

Si assegna alle travi maestre di legno una sezione rettangolare coi lati rispettivamente eguali ad $\frac{1}{13}$ e

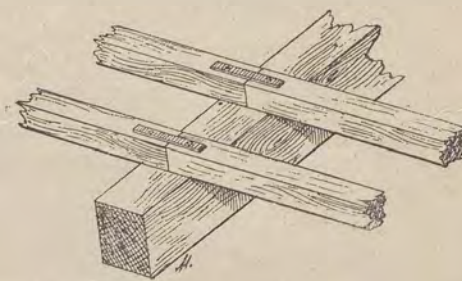


Fig. 154.

$\frac{1}{20}$ circa della loro lunghezza; se però una di dette travi si pone a contatto del muro di testa (fig. id.) la sua sezione può avere, ferma rimanendo l'altezza, uno spessore corrispondente a $\frac{2}{3}$ di quello delle altre travi maestre.

I travicelli di uno scompartimento, in questi solai, sono disposti nel prolungamento di quelli dello scompartimento contiguo e possono collegarsi alle travi

maestre in modi diversi. La maniera più semplice è quella di posare le teste dei travicelli direttamente sulla trave maestra (fig. 154); però, affinché la struttura del solaio non riesca soverchiamente ingombrante, con detrimento dello spazio utile dei piani della fabbrica, di rado si assegna ai travicelli questa disposizione, e si preferisce appoggiare le teste dei travicelli sulla trave a mezza grossezza come indica la

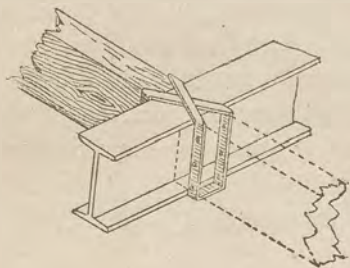


Fig. 155.

fig. 3, tav. XXII incastrandole talvolta con coda di rondine fig. 4, id. Questi ultimi sistemi di collegamento però rispetto al primo presentano l'inconveniente di doversi assoggettare a taglio e quindi a indebolimento i pezzi appoggiati e gli altri che li sostengono, mentre d'altro lato i travicelli non riescono tuttavia compresi nell'altezza della trave. A tal'uopo sui fianchi della trave maestra si adattano due *correnti* o *costoni* di legno, più raramente di ferro (fig. 5, tav. XXII) mediante chiodi o chiavarde o semplicemente con fasciature di ferro (fig. 4, tav. XXI) o con staffe dello stesso metallo (fig. 11, tav. XXII) e sopra i costoni che presentano la faccia superiore più bassa di quella della trave maestra dell'altezza dei travicelli, si appoggiano le teste dei medesimi, incatenandone quelle di riscontro nella maniera indicata dalla fig. 5, tavola XXII e 9 tavola XXII. Tali figure danno il particolare di questo appoggio e la vista di una grappadi ferro per il collegamento delle testate dei travicelli.

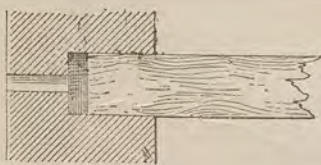


Fig. 156.

Semprechè si voglia assegnare al solaio il minore spessore possibile si possono costruire le travi maestre con ferri a *T* (fig. 6, tav. XXII); in tal caso le testate dei travicelli si tagliano in maniera da penetrare esattamente fra le ali orizzontali della trave a *T* sulle quali si appoggiano e si fissano per mezzo di arpioni (fig. id.) o per mezzo di fasciature di nastro di ferro (fig. 155). Si possono collegare con chiavarde al trave di ferro due correnti nella maniera praticata per le travi di legno (fig. 7, tavola XXII) e sopra questi appoggiare le testate dei

travicelli. Accoppiando due travi di ferro a *T* per la formazione della trave maestra, anzichè comporla con un sol ferro, questa riuscirà di minore altezza e quindi meno ingombrante ancora riuscirà il solaio. Una tale disposizione si rinforza unendo le travi di ferro con una lamiera o con due (*travi tubulari*); (figura 10, tav. XXII) facendo sporgere la lamiera inferiore questa serve anche ad offrire una maggior superficie di posa alle testate dei travicelli.

In generale per le travi maestre in legno sono da preferirsi i legnami di essenza forte, i più duri ed incorruttibili, quale il larice, il castagno, la quercia, ecc. Il primo di questi legnami si presta per la regolarità delle sue fibre anche per formarne travicelli, ciò spiega come questi travicelli si trovano in commercio comunemente di abete o di larice.

Essendo provato che le testate delle travi sono le

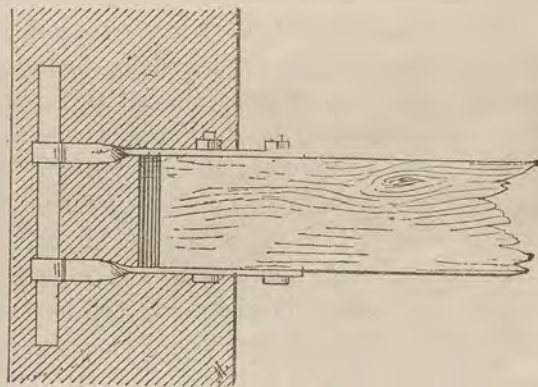


Fig. 157.

prime a deteriorarsi e che tanto più facilmente si corrompono quanto più riescono serrate e prive di aria fra le murature, giova assai nella pratica, per la loro conservazione, prolungare l'incastro delle travi maestre per tutto lo spessore del muro; così facendo l'umidità che eventualmente il legname può attingere dalle murature, verrà scacciata attraverso la testata esposta all'aria libera. Ad eliminare la mala vista che queste testate scoperte arrecherebbero senza dubbio alla fronte dell'edificio, si può lasciare immediatamente al di dietro di ciascun incastro un piccolo spazio vuoto o camera (figura 156) nella quale l'aria possa rinnovarsi attraverso un forellino appositamente lasciato nella muratura. Torna pure conveniente avviluppare le testate delle travate con fogli metallici preferibilmente di piombo.

In ogni caso i legnami che si impiegano nella formazione dei solai devono essere perfettamente sta-

gionati, segnatamente quando la struttura del solaio rimane nascosta tra il pavimento ed il soffitto; poichè allora lo spazio abbracciato da questa orditura, se non viene ventilato a mezzo di spiragli lasciati qua e là nelle murature, facilmente si satura di umidità, favorendo incredibilmente la putrefazione dei legnami. Si muniscono le bocchette esterne degli spiragli, per lo più di forma circolare, con rete metallica o con lamiera traforata, allo scopo di impedire l'introduzione degli insetti e degli animali.

Generalmente le travi maestre servono anche a collegare fra loro i muri sui quali si appoggiano, facendoli agire da tiranti. A tale effetto si fissa alla testata della trave un capochiave di ferro munito ad una estremità di occhio (fig. 2, tav. XXI) ed all'altra di punta ripiegata come quella della grappa per potersi meglio fissare alla trave. Si fa attraversare l'occhio da una spranghetta di ferro (*bolzone*) dopo aver collocata a sito la trave ed inchiodato il capochiave sulla faccia superiore della trave o più raramente sopra una delle faccie laterali. Talvolta i capochiavi sono due, situati rispettivamente sulla faccia superiore ed inferiore della trave (fig. 157).

Alle travi maestre, comunque queste siano fatte, di legname cioè o di ferro, si assegna di solito una direzione tale da farle riuscire lunghe il meno possibile, così che quando la pianta, da coprire con solaio, è di forma svariata, la disposizione più conveniente è quella indicata dalla fig. 158 nella quale è riportata la disposizione delle travi maestre nelle più comuni piante aventi forma irregolare.

Nella composizione dei sopracennati solai, infine, si avrà cura di non impostare la teste delle travi al disopra di una piattabanda di porta o di finestra che non è prudenza sovraccaricare. Per le travi maestre, che generalmente sono molto distanti, riesce facile compito ovviare a questo inconveniente. Riesce difficile evitarlo, invece, quando i solai si compongono con travi vicine le une alle altre. Rinforzando la piattabanda con un arco di scarico ovvero facendo posare la testata della trave sopra un ferro a *T* o sopra un travettone di legno, o sospendendola con una staffa di ferro od un ferro ad *U* (figura 159) si potrà fare in maniera che il peso sopportato dalla trave anzichè sulla piattabanda si scarichi sui piedritti.

Quanto alla determinazione delle sezioni delle travi maestre e dei travicelli si può ricorrere alle dottrine dettate dalla Meccanica applicata alle costru-

zioni, qualora si richieda il rigoroso risultato del calcolo. In tal caso si terrà presente che concorrono a sollecitare le travi il peso proprio, quello della soprapstante struttura e dell'eventuale soffitto, ed il sopracarico il quale nel caso in cui trattasi di casa di abitazione non è mai rilevante riducendosi al peso dei mobili e delle persone, gli uni e gli altri variabili secondo la destinazione delle stanze. Questi sopracarichi possono valutarsi per mq. di superficie, qualora trattasi di camere di abitazione, dai 100 ai 140 Kgr.; per sale da ballo dai 200 ai 300 Kgr.; per botteghe, magazzini, granai, ecc.: dai 250 ai 600 Kg. mentre il peso proprio per mq.: dei pavimenti, dei loro sottofondi e dei soffitti o plaffoni è riportato dal seguente specchietto (A) che ricaviamo dal Formenti:

Specchietto A.

Qualità della struttura	Peso per mc.	Peso per mq.
	Kgr.	Kgr.
Pianelle laterizie grosse m. 0,027 .	1500 a 1700	40 a 46
» » » » 0,032 .	1500 a 1700	48 a 55
Sottofondo grossolano e letto sup. di malta grosso compless. cm. 3,5 a 5	1800	63 a 90
Piastrelle di cemento non compresse grosse m. 0,02	1700 a 1800	34 a 36
Piastrelle di cemento compresse grosse m. 0,02.	1950 a 2100	39 a 42
Piastrelle di cemento grosse m. 0,03	1950 a 2100	58 a 63
Sottofondo come per le pianelle grosse da cm. 3,5 a 5	1800	63 a 90
Piastrelle marsigliesi grosse m. 0,009	1900 a 2000	17 a 18
Sottofondo di calcestruzzo minuto e letto di malta di puro gesso grosso complessivamente cm. 2,5	1800	45
Battuto alla veneziana grosso m. 0,08	2100 a 2200	168 a 176
» » » » » 0,10	2100 a 2200	210 a 220
Pavimento di asfalto in istrato grosso m. 0,02 e sottofondo di calcestruzzo grosso cm. 2,5	1600	72
Pavimento di legno a listoni grossi m. 0,026 su armatura di travicelli di m. 0,05 \times 0,05 a distanza di m. 0,50 da centro a centro compreso il riempimento di ghiaietta	—	95
Pavimento di legno a tavolette grosse m. 0,03 su armatura di travicelli di m. 0,05 \times 0,05 a distanza di m. 0,40 da centro a centro compreso il riempimento di ghiaietta	—	100
Plaffoni di cannette semplici	—	40
Plaffoni di cannette armati	—	50

Il peso proprio dei travicelli di abete per mq. di impalcatura, essendo collocati in opera alla distanza *d* da centro a centro, ritenuto il peso del legno di Kgr. 500 a 700 per mc. secondo la stagionatura si può valutare come segue:

Specchietto B.

Sezione dei travicelli	$d = m. 0,40$	$d = m. 0,50$	$d = m. 0,60$
m. $0,08 \times 0,12$	Kgr. 12 a 17	Kgr. 10 a 14	Kgr. 8 a 12
» $0,10 \times 0,14$	» 20 a 29	» 14 a 20	» 12 a 16
» $0,11 \times 0,16$	» 22 a 30	» 18 a 25	» 15 a 20
» $0,14 \times 0,18$	» 32 a 44	» 25 a 35	» 21 a 29

Le tavole di abete di 22 mm. di grossezza pesano Kgr. 11 a 15 e dello spessore di 25 mm. Kgr. 13 a 18.

Riteniamo utile aggiungere pei pratici costruttori la tabella qui in calce (*Ceriana*, Encicl. Arti e Ind.) nella quale trovansi registrate le dimensioni da assegnare alle sezioni rette delle travi maestre in quer-

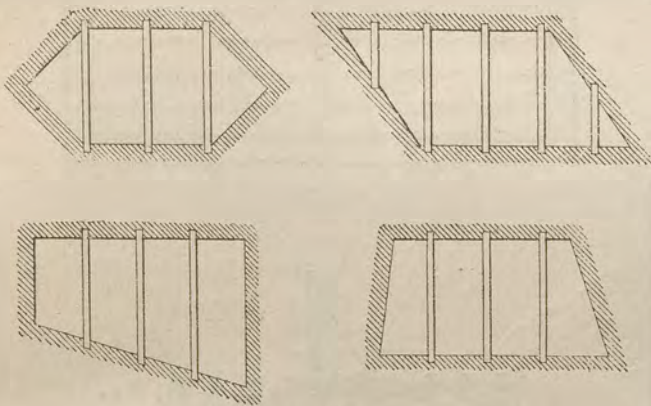


Fig. 158.

cia ed in larice per solai la cui portata sia compresa tra 3 ed 8 m. per distanze, fra gli assi, di due travi successive, variabili fra 3 e 5 m. e ciò nell'ipotesi che il carico totale (peso proprio e sopracarico) sia di 350 Kgr. ed in una seconda ipotesi che detto sopracarico totale sia di 550 Kgr., beninteso che la maggiore dimensione indicata per la sezione si intende disposta nel senso verticale.

Quando il sopra carico fosse intermedio ai due supposti nella tabella, si assegnerà alla sezione retta dimensioni intermedie a quelle che si trovano nelle due ipotesi contemplate dalla tabella. Confrontando in questa tabella le sezioni con le portate a cui queste si riferiscono, emerge la convenienza di fare sì che la distanza da asse ad asse delle travi maestre sia inferiore a m. 3 o tutto al più ai m. 3,50 e specialmente

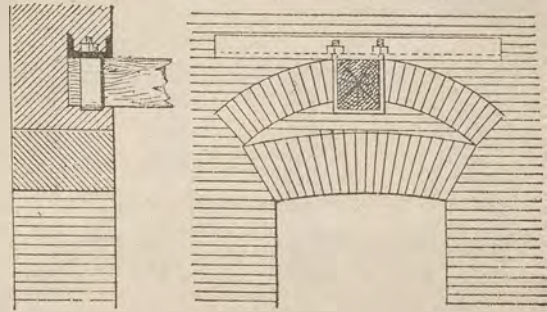


Fig. 159.

quando la loro portata sia maggiore di 6 m. e considerevole sia il carico che devono sopportare.

Nei solai con travicelli o con travi maestre e travicelli, un carico concentrato solleciterà più uno dei travicelli, quello che sta sotto, che gli altri. Quando perciò havvi la possibilità di carichi non uniformi, conviene trasmettere il peso gravante sopra un travicello anche sui contigui, specialmente quando grande è la portata del solaio (oltre i 5 m). Ciò facilmente si consegue sbatacchiando i travicelli fra loro con assicelle incastrate e disposte a croce di S. Andrea, alla distanza di circa m. 1,50 (fig. 160).

Però potendo detti sbatacchi facilmente spostarsi od agire con poca efficacia col prosciugarsi dei legnami, qualora lo spazio interposto per le travi rimane pra-

Portata	Carico totale al mq. Kgr. 350 circa.					Carico totale al mq. Kgr. 550 circa.				
	Distanza da asse ad asse di due successive travi					Distanza da asse ad asse di due successive travi				
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
	m. 3,00	m. 3,50	m. 4,00	m. 4,50	m. 5,00	m. 3,00	m. 3,50	m. 4,00	m. 4,50	m. 5,00
	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
3,00	26 × 18	27 × 19	28 × 20	29 × 20	30 × 20	30 × 21	31 × 22	32 × 23	33 × 24	35 × 25
3,50	28 × 20	29 × 21	30 × 22	31 × 22	33 × 22	33 × 23	33 × 24	35 × 25	36 × 26	38 × 27
4,00	31 × 22	32 × 23	33 × 24	35 × 24	36 × 25	35 × 25	36 × 26	38 × 27	40 × 28	42 × 30
4,50	33 × 23	34 × 24	35 × 25	37 × 26	39 × 27	38 × 27	39 × 28	41 × 30	43 × 30	45 × 31
5,00	35 × 25	36 × 26	38 × 27	40 × 28	42 × 30	42 × 30	43 × 31	45 × 32	46 × 32	47 × 33
5,50	37 × 26	38 × 27	40 × 29	42 × 30	44 × 32	44 × 32	46 × 33	48 × 35	49 × 36	51 × 36
6,00	39 × 28	41 × 29	43 × 31	45 × 32	47 × 33	47 × 33	49 × 35	52 × 37	54 × 38	56 × 40
6,50	41 × 29	43 × 30	45 × 32	47 × 33	49 × 35	49 × 35	52 × 37	55 × 39	57 × 40	59 × 42
7,00	43 × 31	45 × 32	47 × 33	49 × 35	52 × 37	52 × 37	55 × 39	58 × 41	60 × 42	62 × 44
7,50	45 × 32	47 × 33	49 × 35	51 × 37	55 × 39	54 × 38	57 × 40	60 × 42	62 × 44	64 × 46
8,00	47 × 33	49 × 35	52 × 37	55 × 39	58 × 41	56 × 40	59 × 42	62 × 44	64 × 46	67 × 48

ticabile, giova munire le travi di viti (fig. id.) con le quali avvicinando questi, gli sbatacchi possano serrarsi. Gli inglesi usano invece congiungere i travi-

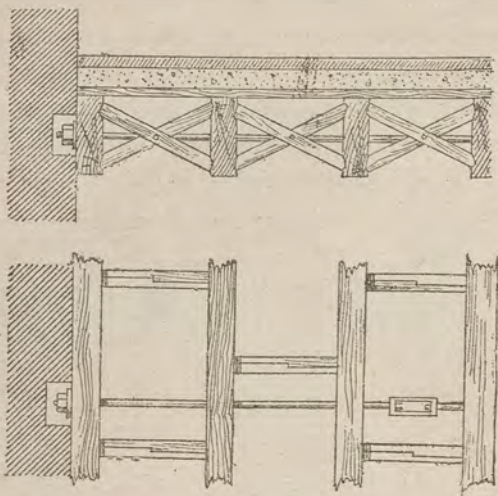


Fig. 160.

celli con nastri di ferro che in due sensi avvolgono i medesimi nella maniera indicata dalla fig. 161 ottenendone un migliore risultato.

§ 2.

LE TRAVI MAESTRE CON SOSTEGNI E LE TRAVI MAESTRE COMPOSTE ED ARMATE.

Allorchè grandi riescono il sovraccarico e la portata del solaio come sovente avviene nei granai e nei magazzini di deposito, per cui le travi maestre risulterebbero di troppo grosse dimensioni, non convenendo anche impiegare un grande volume di legname, si

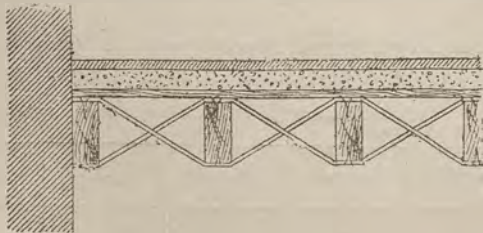


Fig. 161.

ricorre all'uso delle travi armate ovvero si sostengono le travi maestre in punti intermedi, diminuendone la portata, permettendosi nell'uno e nell'altro caso adottare una sezione minore per dette travi.

Le travi maestre si sogliono sostenere nel loro mezzo od in punti equidistanti dai loro estremi me-

diante colonne o ritti verticali di sostegno che, nel numero minore possibile per non ingombrare troppo l'ambiente, si dispongono secondo come indica la figura 162 in maniera che la portata di ciascun segmento libero di trave maestra non superi i m. 3,50. Il collegamento tra la trave maestra ed il ritto ver-



Fig. 162.

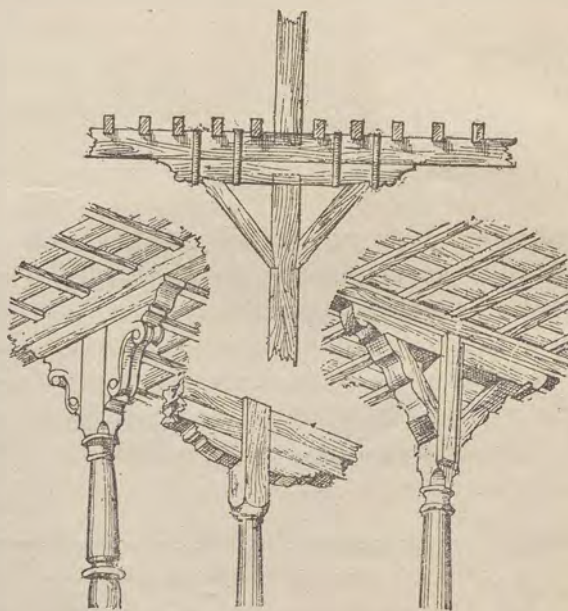


Fig. 163.

ticale, se questo è di legno, si fa con semplice dente (fig. 163); tra il ritto e la trave maestra si può interporre una sottotrave inchiodata con la trave maestra (fig. id.), la quale permette situare a distanza maggiore i sostegni, potendosi ritenere quasi come inflessibile la trave maestra nel tratto in cui essa risulta doppia. La stabilità riuscirà maggiormente assicurata se si collegano le estremità della sottotrave con il ritto verticale mediante saette inclinate a 45°.

Nella medesima figura si ha rappresentato qualche partito decorativo cui può dar luogo tale sostegno.

Però con tale collegamento dei ritzi, quando ad un solaio se ne sovrappongono degli altri, l'ultimo di essi risentirà di tutti i cedimenti dei solai inferiori, ciò che potrebbe riuscire pericoloso; per cui, specialmente quando i solai sono molto sopracaricati, si usa accoppiare convenientemente due ritzi verticali, collegandoli con chiavarde ad intervallo costante (fig. 164) i quali abbracciano la trave maestra così che questa non risulti intaccata in alcun punto nelle sue fibre.

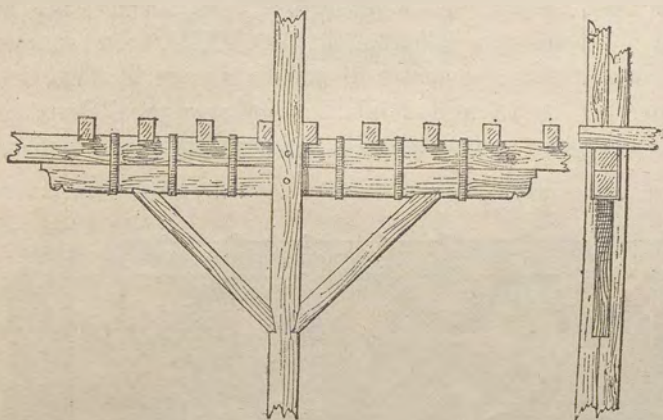


Fig. 164.

Due travicelli allora si collocheranno accostati ed incastrati per 2 cm. circa al doppio stile per meglio assicurarne la stabilità.

Se il sostegno è fatto mediante colonna di ghisa, questa attraverserà la trave maestra, qualora la sua sezione è talmente piccola da non indebolire troppo la trave maestra (fig. 165), diversamente converrà adottare una trave maestra doppia (fig. 166) riposante sul capitello della colonna, in mezzo alla quale passi il prolungamento della colonna medesima, allora quando questa è destinata a sostenere diversi

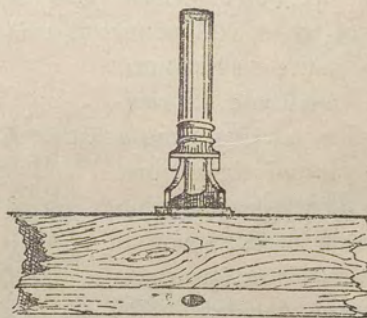


Fig. 165.

solai. Anche in questo caso converrà disporre due travicelli accostati alla colonna ed incastrati per 2 cm. circa alla trave maestra per meglio assicurarne la stabilità.

Le travi composte possono farsi di legno o di ferro, le armate anche di struttura mista legno e ferro.

Accoppiando due travi comuni, sovrapponendole, inchiodandole o cingendole con cerchioni di ferro (fig. 1, tav. XXIII) si può individuare una trave composta. Si è sicuri che non avvenga alcun scorrimento fra le due travi, sotto gli sforzi cui vanno soggetti nelle impalcature, allora quando si foggiano a dente di sega le due faccie di contatto (fig. 2, id.). Tale intaglio però essendo difficile poterlo condurre esattamente, di maniera che i denti combacino esattamente, conviene lasciare fra un dente e l'altro degli spazi prismatici (fig. 3. id.) allo scopo di potervi interporre delle biette di legno duro cacciate dentro a viva forza dopo che le due travi sono state inchiodate. I denti non si fanno più lunghi di un metro, possono essere anche a dorso orizzontale (fig. 4, id.) e la loro altezza si fa circa $\frac{1}{10}$ della altezza della trave intera.

Si ottiene un eguale collegamento con notevole

economia di lavoro mettendo a contatto le due travi e praticando ad intervallo costante lungo la commesura di unione longitudinale dei fori a sezione rettangolare disposti in maniera che una diagonale della

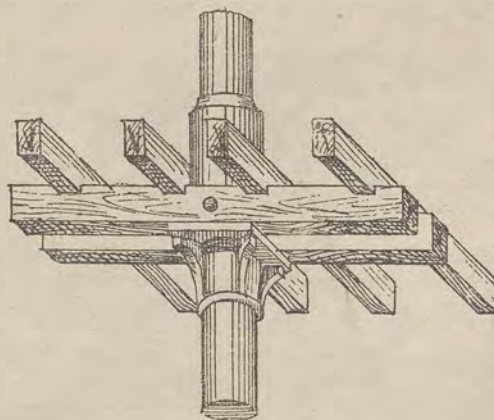


Fig. 166.

sezione del foro coincida con la linea della commesura (fig. 6, id.) e facendo occupare tali cavità da cunei piatti di legno duro. Come indicano le medesime figg. 2, 3, 5, id. la trave superiore può anche farsi in

2 o 3 pezzi, quella inferiore in 2 pezzi, purchè opportunamente inchiodati. Ordinariamente ad ogni dente si dispone un cerchione od una chiavarda di ferro che attraversi e stringa le due travi fra loro.

Allorchè nulla importi che il dorso superiore della

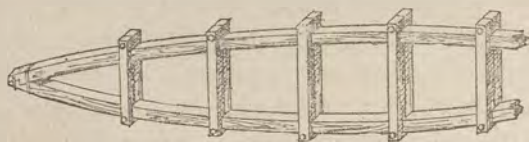


Fig. 167.

trave sia orizzontale si può armare una trave seguendo una delle disposizioni indicate dalle figg. 7 e 9, id. Nella fig. 7, id. alla trave orizzontale, sono collegati due pezzi inclinati che si contrastano di testa; una trave così composta può facilmente riuscire di costante resistenza.

Migliori condizioni di resistenza offre la trave armata con due puntoni che contrastano con un ometto come indica la fig. 8, id.; i puntoni possono essere quattro come nella trave riportata dalla fig. 9 nella quale i puntoni con la estremità superiore contrastano fra di loro, con quella inferiore contrastano contro pezzi di legno *C* applicati da una parte e dall'altra alle due estremità della trave.

Talvolta la trave è doppia, allora i due pezzi che

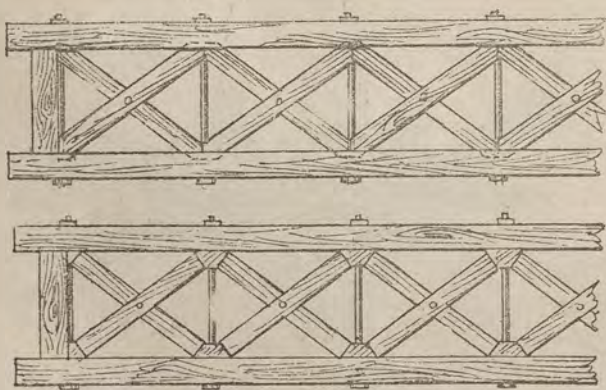


Fig. 168.

costituiscono la trave contreranno i puntoni e l'ommetto (fig. 1, tavola XXIV).

Le travi lenticolari di cui si hanno due esempi nelle figg. 2, 3, id., e 167 composte con due travi comuni serrate alle loro estremità verso il centro me-

diate ritti di legno (fig. 167) ovvero mediante ritti e saette diagonali, come indica la fig. 3, tav. XXIV, s'impiegano allora quando non arreca alcun inconveniente adottare un contorno non rettilineo per la trave; nel caso contrario si dà alle due travi la disposizione indicata dalla fig. 2, id. nella quale si mantiene curvilineo soltanto il contorno superiore ovvero si mantengono rettilinee entrambe le travi che però si tengono a costante distanza e si contrastano per mezzo di *reticolato* o *traliccio* di travi corte di legno con indentature e di lunghe chiavarde di cui si ha un esempio nella fig. 168. La disposizione del traliccio indicato dalla fig. 5, tav. XXIV, con cuscinetti di ghisa, permette di non intaccare le fibre delle due travi longitudinali. Le due travi parallele possono anche essere tenute a distanza da doppi ritti e conte-

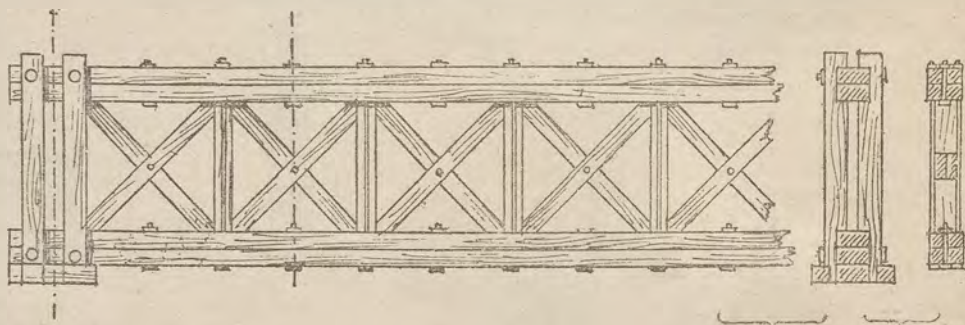


Fig. 169.

nere due puntoni e l'ommetto nella maniera indicata dalla fig. 4, id.

Una trave reticolare di legno ancora più robusta è quella riportata nella fig. 169 nella quale due

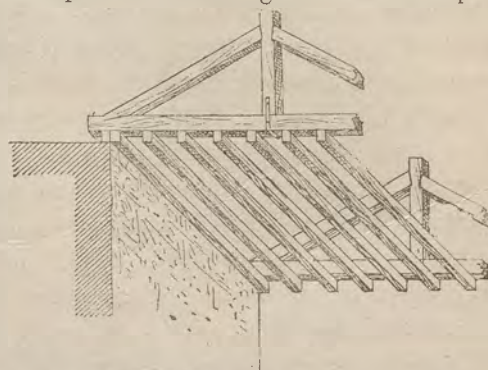


Fig. 170.

travi composte sono tenute a costante distanza da ritti verticali incastrati con dente e mortisa e delle croci di S. Andrea rinforzano e rendono indeformabile il sistema.

Secondo che si possa liberamente occupare lo spazio superiore od inferiore di una trave questa si po-

trà comporre con membrature di rinforzo situate tutte al di sopra o tutte al di sotto della medesima. Nella fig. 170 si ha rappresentata una trave armata di due puntoni ed un ometto a guisa di cavalletto a

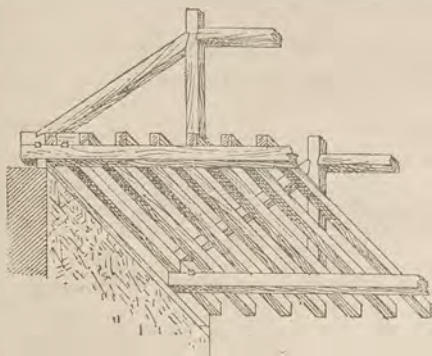


Fig. 171.

sostenimento di un solaio, nella fig. 171 un'altra trave armata di tre puntoni di cui uno orizzontale e di due ometti situati al di sopra della trave. Nella fig. 172 invece si ha la trave sostenuta nel mezzo da due saet-

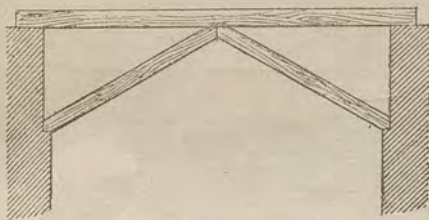


Fig. 172.

toni semplici contrastanti con due risalti delle pareti e nella fig. 173 una trave simile armata con quattro saettoni ed una sottotrave. Travi armate miste con puntoni a cavalletto e con saette (fig. 174)

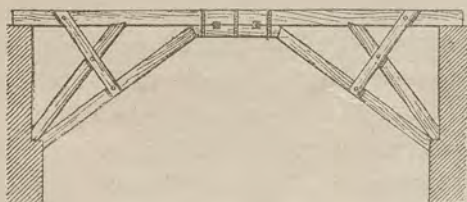


Fig. 173.

si possono adottare allora quando liberi sono gli spazi situati sopra e sotto la trave.

Le travi composte esclusivamente di ferro constano di membrature riunite fra loro per mezzo di perni o buloni. Questi hanno un diametro che di ordinario è il doppio dello spessore dei ferri e sono situati alla distanza costante di circa 5 volte il loro diametro. L'altezza di queste travi composte si fa di solito

circa $\frac{1}{16}$ della loro lunghezza. Nella fig. 175 sono rappresentate le diverse disposizioni che possono assumere le travi composte di ferro e cioè dalle travi a doppio T composte di una tavola verticale e 4 ferri di angolo (fig. 175 a) ovvero di una tavola verticale, due tavole orizzontali e 4 ferri d'angolo (fig. 175 b), alle travi a U composte di una tavola e due ferri

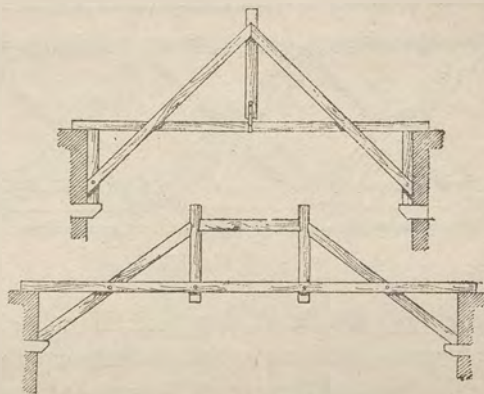


Fig. 174.

d'angolo (fig. 175 c) alle tubulari semplici composte di due ferri a U e due tavole orizzontali (fig. 175 d), ed alle tubulari più complesse composte con due ta-

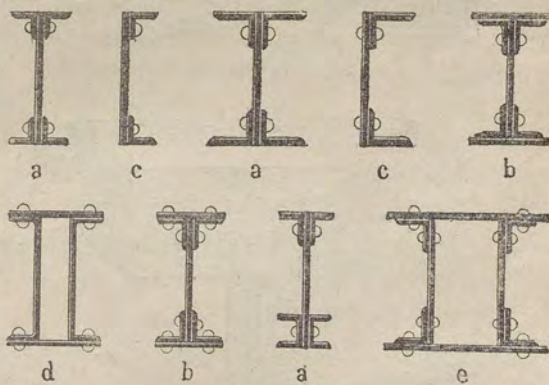


Fig. 175.

vole verticali, due orizzontali e 4 ferri di angolo. (fig. 175 e).

La fig. 6, tav. XXIV, rappresenta la vista di una trave composta di una parete verticale, due orizzontali e 4 ferri d'angolo. Per meglio assicurare la stabilità della parete verticale, questa è rinforzata a distanza costante da ferri a U.

La fig. 176 riporta una trave composta con due ferri a T tenuti a distanza alle due estremità da due coppie di ritti verticali a U e rinforzate da un traliccio di ferri analoghi disposti a 45° . Nella fig. 7, tav. XXIV si ha rappresentata una trave simile composta di due

tavole verticali, a ciascuna delle quali sono unite due ferri d'angolo, tenute a distanza da 3 ritti verticali disposti sopra ciascuna delle loro estremità e rinforzati da analogo traliccio di ferri a U situati a 45°.

Una trave di legno si può armare con un tirante di ferro ed un colonnino di ghisa. La fig. 1, tav. XXV

riproduce una di queste travi armate nella quale il tirante di ferro tondo si accavalca nel suo mezzo sul dorso di un apposito colonnino di cui è dato il particolare nella fig. 3, tav. id.; le estremità del tirante sono fissate a due scatole di ghisa portate dalle testate della trave di legno, ed il tirante viene teso mediante viti come si rileva dal particolare della sca-

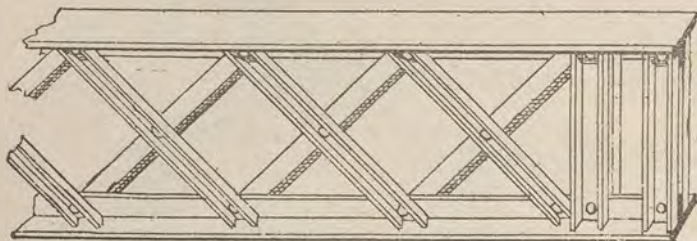


Fig. 176.

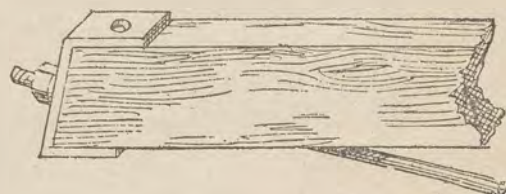


Fig. 177.

tola riportato dalla fig. 2, tav. id.; Il collegamento delle estremità del tirante con le testate della trave si può fare più semplicemente facendo attraversare

ricevere il tirante doppio invece della piastra si vuole la scatola di ghisa, questa avrà la forma riportata in particolare dalla fig. 180.

Nel tipo di trave armata indicata dalla fig. 181 il tirante unico si appoggia sopra due colonnette e nell'altro della fig. 4, tav. XXV il tirante si appog-



Fig. 178.

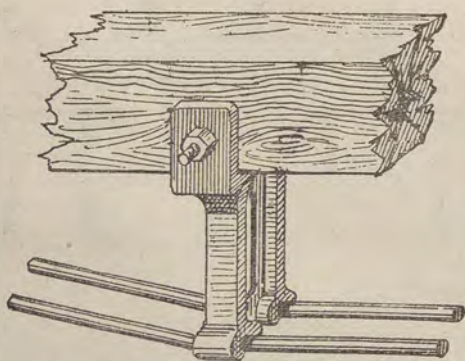


Fig. 179.

queste ultime dal tirante (fig. 177), di cui le estremità si fissano mediante viti di tensione a contrasto di una piastra di ghisa applicata alla testata della trave. Piastre simili (figura 178) servono anche a ricevere tiranti doppi

situati uno da una parte e uno dall'altra della trave di legno; in questo caso il colonnino si fa anche doppio nella maniera indicata dalla fig. 179. Se per

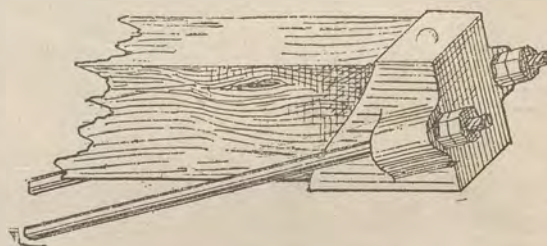


Fig. 180.

gia sopra tre colonnette. Quest'ultima trave armata, anzichè per solai, serve più propriamente per la formazione delle capriate del sistema Polonceau. Unite alle medesime figure si hanno i particolari delle colonnette e dei relativi collegamenti (fig. 6, 7, tav. id.).

Nelle travi di legno armate con tiranti, quando non si possono applicare le viti di tensione alle estremità del tirante, per stirarlo si fa uso del tenditore ad anello indicato nelle figg. 13, 14, tav. XXV. A tal uopo il tirante si fa di due pezzi di cui uno estremo



Fig. 181.

si fissa alla testa della trave di legno, l'altro riporta il filetto di una vite col quale si avvita al tenditore il cui occhio è foggiato a madre vite. Se l'occhio del

tenditore è liscio, il tirante può essere stirato mediante viti (fig. 13, id.).

In luogo di una trave di legno può armarsi con tiranti anche una trave di ferro a T od una a doppio T ovvero una doppia trave a U. La fig. 182 riproduce l'insieme ed i particolari di una trave a semplice T armata di tirante e di un colonnino formato con due pezzi a U. Le estremità del tirante si uniscono a quelle della trave per mezzo di staffe, e la sua tensione si effettua mediante viti. L'appoggio della trave si ottiene con l'aggiunta di pezzi d'angolo alle sue estremità.

Le figg. 8, 9 tav. XXV riportano l'insieme ed i particolari di una trave a doppio T armata di tirante con una colonnetta simile alla precedente della fig. 3, id. Quivi l'unione del tirante con le estremità della trave è fatta per mezzo di staffe ed il tirante è stirato per mezzo di viti. Finalmente nelle figg. 10, 11 tav. XXV si ha una doppia trave a U che contiene nel suo mezzo l'estremità del tirante, il quale si appoggia contro due colonnette. Il collegamento del tirante colla doppia trave si fa con semplice perno (fig. 11, id.), ovvero per mezzo di una piastra a staffa che abbraccia le due travi (fig. 12, id.).

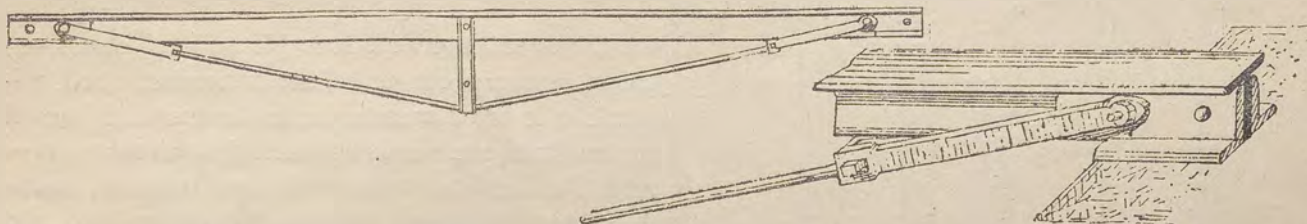


Fig. 182.

§ 3.

LE APERTURE PRATICATE NEI SOLAI DI LEGNO.

Come avanti si disse per le volte, anche per i solai possono darsi dei casi in cui bisogna lasciare dei vani più o meno grandi per mettere in comuni-

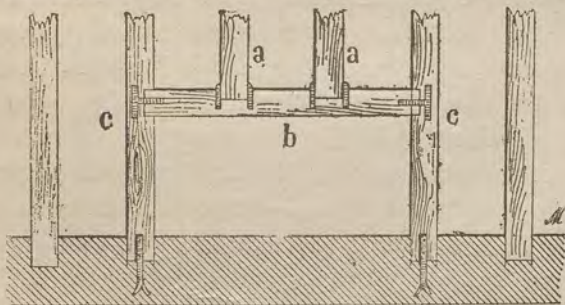


Fig. 183.

cazione diretta i due ambienti separati dal solaio od allo scopo d'impiantarvi delle scale o di stabilire una semplice bodola di comunicazione, o per far passare la luce e stabilire un lucernario od infine quando delle canne da camino attraversano i muri nel loro spessore, per cui conviene tenere discoste dal muro le teste dei travicelli che capitano contro le canne suddette.

Qualunque sia l'estensione dell'apertura da praticare nel solaio, il partito più conveniente è quello di impiegare in corrispondenza di dette aperture dei travicelli corti, detti *travicelli a sbalzo*, *a, a*, (fig. 183) sostenendone le testate verso l'apertura per mezzo

di un travicello trasversale *b*, nella pratica del fabbricare chiamato *cavallo*, appoggiato con le sue due estremità sui due travicelli *c, c* che limitano l'apertura, ai quali a tal'uopo si assegna una sezione un poco più robusta. Analoga disposizione si adotta allora quando nel muro è praticata un'apertura di porta o di finestra coperta da piattabanda che non conviene mai gravare di carico eccessivo.

Questo travetto trasversale può essere di legno ovvero di ferro, in questo caso la sezione più conveniente è quella a doppio T ovvero a U. I collegamenti del *cavallo*, se è di legno, con i travetti *c, c*, e quelli dei travicelli zoppi col cavallo *b*, si fanno d'ordinario a mezza grossezza nel modo meglio indicato in particolare nella fig. 184. Una staffa di ferro inchiodata sul dorso della trave portante (*cavallo*) serve

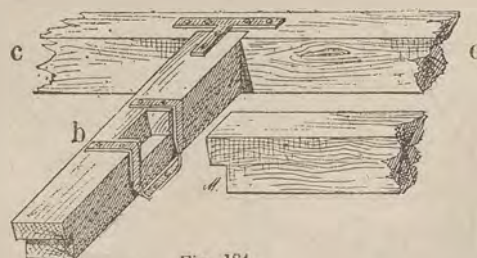


Fig. 184.

a rendere più sicuro questo appoggio sostenendo dal disotto l'estremità della trave portata. L'incastro del cavallo con i travicelli *c* portanti si consolida sufficientemente con una squadretta di ferro perchè le

travi portanti difficilmente subiscono spostamenti specialmente vicino la parete.

Allorquando l'apertura capita nel mezzo del solaio la disposizione è identica (fig. 185), soltanto in questo caso è necessario l'uso di due travetti trasversali *b*, per sostenere le estremità delle travi zoppe situate

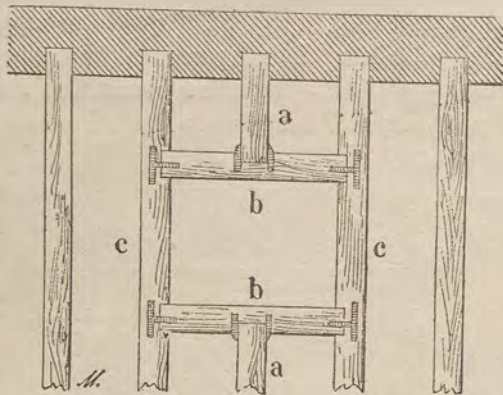


Fig. 185.

necessariamente da una parte e dall'altra dell'apertura a praticarsi.

Allora quando il *cavallo* è in ferro, le sue estre-

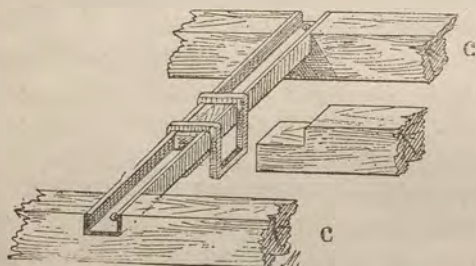


Fig. 186.

mità si appoggiano dentro incassi in grossezza praticati nei travicelli portanti *c, c* (fig. 186) e le teste

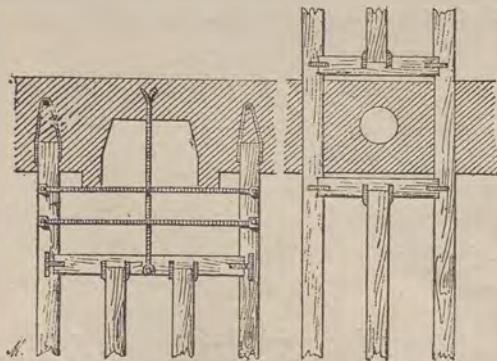


Fig. 187.

dei travicelli zoppi sono assicurati al cavallo mediante staffe doppie di ferro che si accavalcano sul medesimo.

In prossimità di canne da camino il cavallo si fa più convenientemente di ferro, e se è di legno si mantiene discosto tanto più, dal muro, quanto più le canne sono vicine alla parete interna (fig. 187). I collegamenti sono gli stessi anche quando l'apertura a praticarsi capita laddove in luogo di travicelli si abbiano travi maestre. Le travi maestre zoppe si fanno poggiare sopra una trave trasversale che abbia una sezione non inferiore a quella della trave zoppa.

§ 4.

I SOLAI DI LEGNO COSTRUITI MEDIANTE TRAVI CORTE.

Allora quando grandi sono gli ambienti che si vogliono separare con un solaio, di maniera che i travicelli o le travi maestre nelle dimensioni in cui si trovano nel commercio non arrivino ad abbracciare tutto l'ambiente, ovvero quando per ambienti anche di comune grandezza, per una ragione qualsiasi, non si possa disporre di travi sufficientemente lunghe per coprirli, una delle maniere di disporre le travi corte per la formazione del solaio è quella suggerita dal Serlio ed indicata in proiezione orizzontale nella fig. 1, tav. XXVI, per un ambiente di forma quadrilatera. Le travi maestre, secondo questa disposizione, sono incastrate per una estremità nel muro e per l'altra appoggiano e si connettono con dente e mortisa, ovvero con incastro a mezza grossezza sul punto di mezzo circa della trave consecutiva. Negli spazi compresi tra le quattro travi maestre si dispongono i travicelli diretti nel senso della maggiore dimensione dello scomparto, come indicasi nella medesima figura, ovvero nel doppio senso indicato dall'altra fig. 2, tav. id., allora quando ciascuna trave maestra è prolungata fino alla parete opposta per mezzo di un pezzo di trave analoga. In ogni caso il collegamento tra le travi maestre, sia questo fatto con dente e mortisa o con incastro a mezza grossezza, conviene sia consolidato per mezzo di rigchette o di una squadretta di ferro inchiodata dalla parte inferiore per riuscire più efficace essendo così sottoposta a sforzo di tensione (fig. 3, tav. id.).

Un solaio di travi corte alla Serlio, come si rileva dalla fig. 4, tav. id., può anche adattarsi ad un ambiente di forma poligonale qualsiasi e quindi anche ad uno circolare.

Un altro sistema di solaio con travi corte è quello proposto dal Rondelet, che viene riportato nella fig. 5, tav. id., per un ambiente di forma quadrata. Questo

solaio si compone di travi tutte della medesima lunghezza, disposte a graticcio, cioè in due ordini rispettivamente paralleli alla direzione delle pareti dell'ambiente. Ciascuna trave poggia e si incastra con le sue estremità sul mezzo delle due travi simili normali contigue. Tale incastro è consolidato mediante righette di ferro come per il solaio precedente. Perchè però un solaio di questo genere riesca sufficientemente solido è necessario che gli incastri ed i collegamenti delle varie travi siano eseguiti a precisione e che tutto il sistema di travi sia contenuto in una intelaiatura di travi robuste accostate alle pareti e sostenute con risega. Assegnando poi al solaio una leggiera monta, se ne migliorano ancora di molto le condizioni di stabilità; le travi costituenti l'intelaiatura elimineranno la spinta che per effetto di tale monta si scarica sulle pareti.

Molti altri sistemi di solai si possono combinare se si dispongono le travi corte in direzione parallela alle diagonali della pianta. Così formando un solaio del tipo Rondelet si ottiene la disposizione indicata in proiezione orizzontale dalla fig. 188, nella quale le travi corte sono impiegate come travi maestre e gli spazi compresi tra queste sono occupati dai travicelli disposti in un solo ordine come nella parte sinistra della figura, ovvero in doppio ordine con collegamenti a mezza grossezza costituenti un graticcio, come indica la parte destra della medesima figura. La fig. 6, tav. XXVI riporta un altro tipo di solaio con travi corte maestre in parte dirette pa-

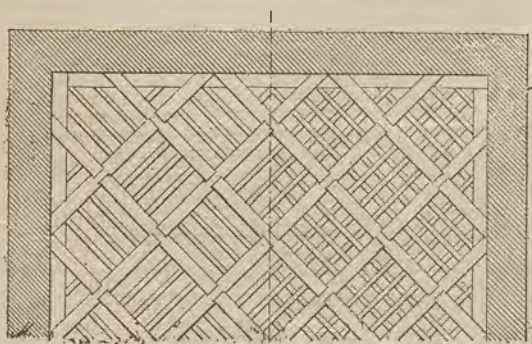


Fig. 188.

rallelamente alle diagonali ed in parte parallelamente alle pareti; gli spazi compresi tra queste travi sono coperti con travicelli.

Altre e svariate combinazioni si possono ottenere seguendo analoghe disposizioni. I sistemi così detti *poligonal*i, di solai con travi corte non sono che una applicazione della combinazione avanti cennata. La

fig. 7, tav. id., ne riproduce il tipo più semplice, chiaro dalla sola figura. Per la loro solidità questi solai esigono una intelaiatura di travi applicata alle pareti all'altezza del piano di imposta delle travi diagonali con le quali si incastrano a mezza grossezza, nonchè una piccola monta da assegnare alle travi come nei tipi precedenti. Giova molto a consolidarli il chiodarvi sopra un doppio strato di tavole disposto l'uno perpendicolarmente all'altro.

Tutti i solai con travi corte combinate parallelamente alle diagonali presentano però l'inconveniente di far sopportare da poche travi il peso dell'intero solaio e di concentrare il peso in pochi punti soltanto. In ogni caso questi solai se realizzano una economia sul costo del materiale, richiedono una mano d'opera di gran lunga superiore a quella necessaria per i comuni solai di travi e travicelli, per cui conviene adottarli soltanto in casi eccezionali.

§ 5.

IL COMPIMENTO DEI SOLAI DI LEGNO.

L'impalcatura più semplice che si può stabilire sopra un solaio di travi e travicelli o soltanto di travicelli di legno è quella costituita da uno strato di tavole che si inchiodano sul dorso dei travicelli in direzione normale a questi, congiunti longitudinalmente a filo piano o più comunemente con incastro a linguetta, come si è visto nella fig. 153 e con le unioni trasversali coincidenti sul dorso di uno stesso travicello. Però con un solaio così finito i due ambienti non riescono ermeticamente divisi, non viene impedita la trasmissione del calore ed i più piccoli rumori che avvengono nell'uno si sentono nell'altro. Solai siffatti convengono al più per magazzini di deposito; per fabbriche civili di ordinario suolsi stabilire al di sopra del tavolato uno strato di gesso o di malta bastarda o di magro calcestruzzo formato con detriti di demolizione o con pietra pomice, se si vuole ottenere molta leggerezza, o con rottami di mattoni, ecc., dello spessore di 3-8 cm., chiamato dai tecnici *intercisato* o *sotto fondo* e sopra quest'ultimo si collocano e si murano con malta le pianelle di cui deve essere costituito il pavimento, ovvero si stabiliscono i correntini e le tavolette se il pavimento deve essere fatto a palchetto (figg. 189, *a*, *b*). Per togliere la mala vista che offrirebbe il solaio così ultimato, guardandolo dal disotto, o per sostituire alla superficie discontinua dell'impalcatura del solaio

una superficie continua, si possono stabilire dalla parte inferiore dello stesso quelle strutture leggere che sono note col nome di *soffitti* di cui si dirà più estesamente in un prossimo capitolo.

Non di rado in Italia un solaio di travicelli si completa alla maniera nordica, della Svizzera cioè e della Germania. In ogni travicello nel senso longitudinale ed a mezz'altezza di ciascuna parete verticale si pratica una piccola scanalatura rettangolare

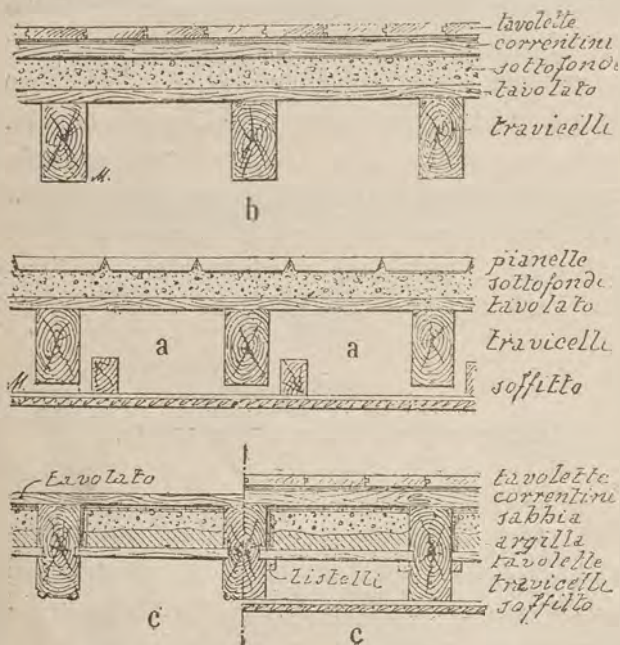


Fig. 189.

sufficiente per incastrarvi un assito di tavole trasversali (fig. 189 c) il quale generalmente costituisce anche il soffitto dell'ambiente sottostante. Sopra di questo tavolato, talvolta rinforzato da listelli sagomati di legno attaccati alle pareti verticali dei travicelli, si stende un battuto di argilla e paglia o di malta di

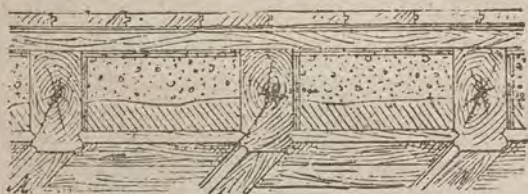


Fig. 190.

gesso dello spessore di 3 a 5 cm. e quindi uno strato di sabbia asciutta fino al livello della faccia superiore dei travicelli sui quali si inchioda il tavolato che costituisce il pavimento del piano superiore od i correntini sui quali si fissano le tavolette di un pavimento a palchetto. Un solaio siffatto intercetta bene i suoni e non trasmette calore.

Se si desiderasse avere continua la superficie in-

feriore del solaio si potrebbe stabilire la scanalatura e quindi l'assito di tavole trasversali circa al livello della faccia inferiore dei travicelli (fig. 190) riempiendo quindi lo spazio compreso tra questi ultimi



Fig. 191.

nella maniera anzidetta prima di applicare il tavolato che costituisce il pavimento. Senza dubbio però un solaio simile riesce pesante, onde per ottenere in piano la faccia vista inferiore di questo solaio il migliore partito è quello di attaccare direttamente ai travicelli le stuoie sopra le quali si stabilisce con intonaco il soffitto (fig. 189, c). Non di rado questo soffitto si fa consistere in un altro tavolato con unioni longitudinali a linguetta od a metà grossezza direttamente chiodata alla faccia inferiore dei travicelli come addimosttra la fig. 1, tav. XXVII, nella quale è riprodotto un solaio composto con travicelli e soffitto di tavole.

In sostituzione dell'assito di tavole trasversali, per

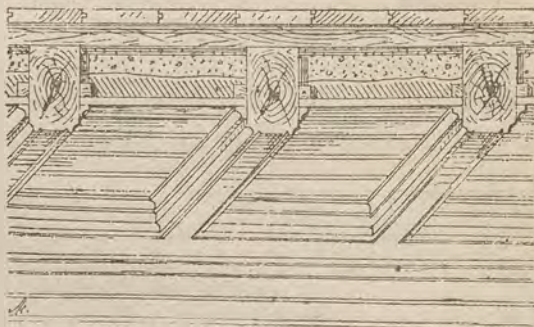


Fig. 192.

un soffitto adatto per locali umidi, come nelle scuderie, rimesse, ecc. suolsi stabilire dei mattoni ordinari o dei laterizi curvi appositamente costruiti (fig. 191). Le tavolette a contatto dell'umidità e dei gas esalanti dalle materie organiche facilmente marcirebbero, mentre i travicelli lasciati a dorso scoperto si conservano meglio di quel che nol farebbero se fossero coperti dal soffitto.

I solai con travicelli completati nella maniera indicata dalla fig. 189, c, sono suscettibili anche di una facile e poco dispendiosa decorazione per cui spesso si lasciano a faccia inferiore vista ad uso soffitto. Basterà a tal uopo sagomare opportunamente.

gli spigoli dei travicelli e far risaltare la linea di imposta del solaio con qualche modanatura (fig. 192). Talvolta le assicelle di tavole incastrate nei travi-

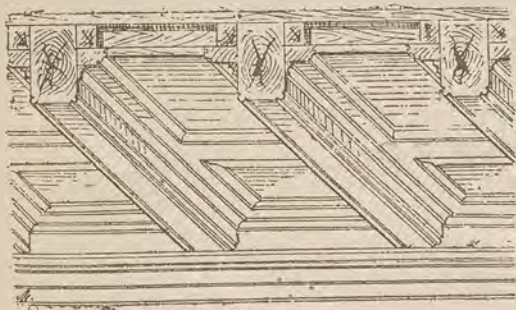


Fig. 193.

celli sono rinforzate da listelli sagomati o sono direttamente sostenuti da questi (fig. id.), si ha così un motivo di maggior decorazione. Se l'assito di tavole trasversali è armato di una intelaiatura a ri-

quadri geometrici si ottiene il coperto così detto a *specchiature* riprodotto in vista dal disotto nella fig. 193 per un solaio con travicelli.

Interponendo fra i travicelli dei pezzi di trave di *cavallo* o di *chiave* aventi la medesima sezione dei travicelli, si può dividere a cassettoni la superficie inferiore del solaio; si hanno così, come per le volte, i solai di legno a *cassettoni* o *lacunari* (fig. 2, tavola XXVII). Perchè la struttura di un simile solaio non riesca oltremodo pesante i pezzi di cavallo anzichè essere massicci sogliono essere fatti di tavole. Generalmente la profondità e le dimensioni dei cassettoni o lacunari, come accade per le volte, sono determinate in armonia delle dimensioni dell'ambiente. Per ottenere quell'armonia desiderabile per un buon effetto estetico i cassettoni saranno tanto più piccoli quanto più piccolo è l'ambiente e tanto meno profondi quanto più l'ambiente è basso.

CAPITOLO II.

I SOLAI DI FERRO

§ 1.

I SOLAI COMUNI DI FERRO.

L'impiego del ferro per le travature costituenti un solaio offre vantaggi notevoli in confronto di quelli che offre il legno per la formazione delle impalcature. Il ferro non va soggetto a sensibile deterioramento a contatto delle umidità delle murature, la sua durata perciò è lunghissima, e costantemente efficace riesce il collegamento delle murature che con le travi di ferro si esercita, allorchè le medesime sono provviste di capichiavi e bolzoni ed agiscono da tiranti. Con le travi in ferro inoltre si consegue una mag-

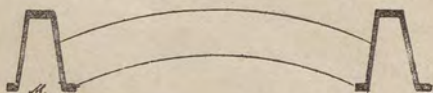


Fig. 194.

giore rigidità nei collegamenti, per cui le varie parti del solaio riescono più validamente connesse che non lo siano le impalcature di legno. I solai in ferro hanno inoltre il merito di occupare una altezza inferiore a quella occupata dai solai in legno nei quali la sezione delle travi è di gran lunga più grande di quella che occorre assegnare alle travi di ferro.

I solai di ferro si compongono generalmente, come i solai di legno, di travi di differente grossezza, di cui l'ordinamento dipende essenzialmente dalla natura del riempimento che si adatta per il compimento del solaio.

Per ambienti di comuni dimensioni la maniera più semplice di comporre un solaio è quella di impiegare dei travicelli di ferro che si dispongono paralleli ed orizzontali (fig. 197) ad una distanza fra loro variabile da m. 0.50 a 1 ed incastrati nei muri per una

profondità non inferiore a m. 0,20. La sezione che più sovente hanno i travicelli è quella a doppio *T*, raramente quella a *T* semplice e quella a *V* capovolto dei ferri Zorès, sebbene questi ultimi forniscono facilmente l'imposta delle voltine di mattoni di riempimento (fig. 194). Le travi a *T* si fabbricano al laminatoio ed hanno ordinariamente una lunghezza non eccedente i m. 8 ed altezze variabili tra 8 e 30 cm. con una larghezza delle tavole orizzontali compresa tra 4 e 12 cm. ed uno spessore delle tavole di 5 a 12 mm.

Allora quando si possono avere a modico prezzo le rotaie usate da ferrovia, queste sono eccellenti travetti rispetto alla resistenza che offrono, per cui è lecito poterli distanziare ad un intervallo maggiore di quello sopraindicato per le travi di ferro a *T*.

Per ambienti di grande portata, pei quali insufficienti riescono per lunghezza le travi a *T* del commercio, o non convenga impiegare travi molto lun-

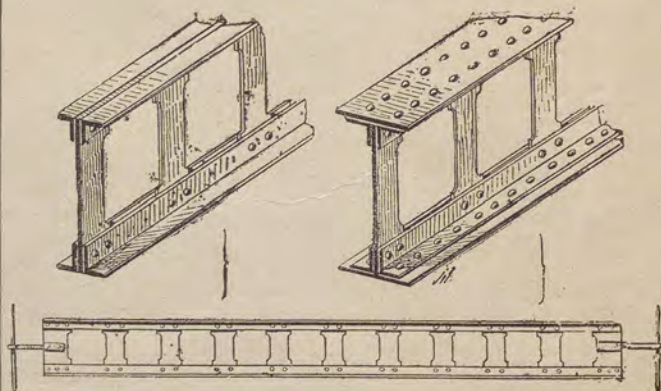


Fig. 195

ghe e pesanti, è preferibile adattare due ordini di travi, come per i solai in legno, collocando delle travi maestre fra i muri più vicini che limitano l'ambiente.

Queste travi principali dividono l'ambiente in due o più scomparti, in ciascuno dei quali si collocano i travicelli a *T* secondari con le loro estremità poggiate e collegate con due travi maestre, se lo scomparto è limitato da queste ovvero con una trave maestra ed il muro; fra i travicelli a *T* si distende la struttura di compimento del solaio.

Le travi maestre possono essere semplici o composte. Le semplici sono di forma a doppio *T* come le travi secondarie, le loro dimensioni però riescono

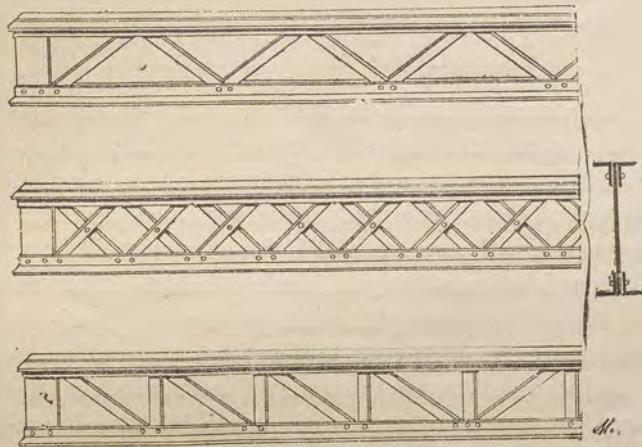


Fig. 196.

maggiori, laonde qualora si richiede che tanto i travicelli che le travi maestre terminino inferiormente e superiormente allo stesso livello bisognerà ricorrere alle travi maestre tubulari, composte cioè di due o tre travicelli accostati l'uno all'altro, ovvero per poco distanziati e collegati con tavole orizzontali (vedi relativa figura a tav. XXV).

Nel capitolo precedente abbiamo accennato le molteplici forme di travi maestre composte in ferro, con pareti piene e con pareti a graticcio; a queste già indicate aggiungiamo le seguenti le quali non sono come le prime, con pareti piene, cioè, nè con pareti a graticcio. Queste travi sono riportate nella fig. 195 dalla quale chiara appare la loro costruzione; le altre a graticcio semplice indicate nella fig. 196 completano pure la serie delle travi a graticcio che sono molto in uso nella costruzione degli edifici.

Speciale cura bisogna usare nella posa in opera delle travi secondarie incastrandole con le murature e nel loro collegamento con le travi maestre. Se la struttura murale può resistere alla pressione della trave e del carico che questa sopporta, allora la loro posa in opera consiste nello spianare la muratura a livello del piano d'imposta del solaio e nel collocare le travi a dovuta distanza con le loro teste inter-

nate sul piano della muratura, per poi continuare la costruzione in modo da avviluppare con la muratura

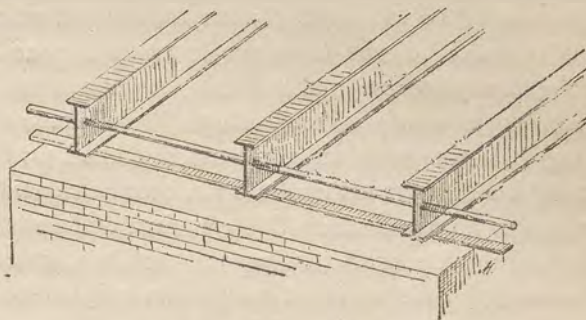


Fig. 197.

le estremità delle travi. Se invece la struttura murale non è abbastanza solida da resistere alla pressione concentrata della trave, queste si collocano sopra pietre dure e sufficientemente larghe immurate

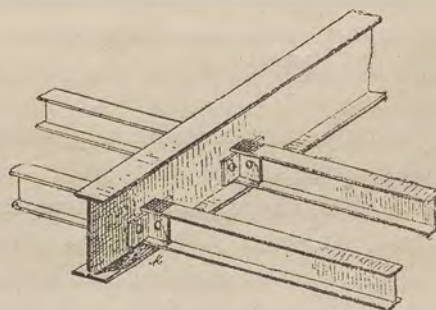


Fig. 198.

nella struttura del muro, come è praticato per la trave maestra nella fig. 1 della tav. XXVIII ovvero sotto le teste dei travicelli si dispone una lamiera di ferro o semplicemente una o due rigchette

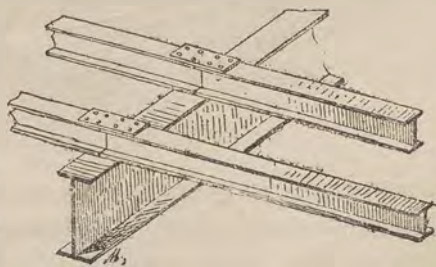


Fig. 199.

di ferro (fig. 197) che valgono ad allargare la superficie di posa delle travi ed a diminuirne quindi la pressione unitaria

Per collegare fra di loro i muri di una fabbrica giova molto servirsi delle medesime travi impiegate per l'impalcatura in ferro dei solai. Basterà a tal uopo munire la testata di ciascun travetto di un capochiave e di bolzone come per le travi di legno. E poichè il capochiave implica una spesa non indifferente, specialmente se tale sistema di collegamento si voglia estendere a tutte le travi, sogliono i pratici conseguire il medesimo risultato più economicamente, praticando ad una distanza di 8 cm. circa dalla estremità della trave, sulla sua parete verticale, un orificio circolare, nel quale si conficca un unico bolzone cilindrico orizzontale (fig. 197) che resterà internato longitudinalmente nel muro. Economico pure riesce il foggare l'estremità della trave a coda di rondine nella maniera indicata dalla fig. 1. tav. XXVIII, poichè questa estremità rimanendo impigliata nella muratura farà le veci del bolzone. Se il solaio è fatto con travi maestre e travi secondarie, il collegamento delle travi maestre con i muri si fa con capochiavi e bolzoni, quello dei travetti allora potrà farsi a coda di rondine.

L'appoggio delle travi secondarie sulla trave maestra ha luogo quasi sempre sulle tavole orizzontali (figure 198 e 199). Appoggiando le travi sulla tavola orizzontale inferiore si ha il vantaggio che il solaio occupa il minore spazio possibile. Tale appoggio si consolida mediante ferri d'angolo inchiodati alla trave principale da una parte ed alla estremità di ciascuna trave secondaria dall'altra. Tal-

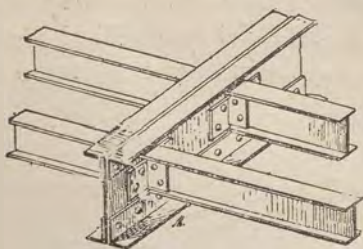


Fig. 200.

volta la struttura di riempimento potrà esigere che le travi secondarie siano collegate alla trave maestra verso la metà della parete verticale (fig. 200); in questo caso l'estremità della trave si affida ai due ferri d'angolo. A maggior chiarimento diamo nella fig. 2, tavola XXVIII la planimetrica disposizione delle travi per un solaio di ferro che copre un edificio.

Questo solaio è in parte formato con travicelli, ed

in parte con travi maestre e travicelli. Nella medesima tavola alla fig. 1 si ha la vista prospettica di una parte di detta impalcatura e precisamente quella composta con le travi maestre ed i travicelli.

Laddove si hanno nei muri canne da camino, piattabande poco robuste, ecc. l'incastro delle travi secondarie nelle murature, riuscendo pericoloso, si evita con l'adozione di un travicello corto (*cavallo*) nella maniera indicata per i solai con travi di legno.

§. 2.

IL COMPIMENTO DEI SOLAI DI FERRO.

L'orditura dei solai in ferro si completa allorchè nello spazio compreso fra le travi di ferro si distende una struttura di riempimento che può essere di legno, di muratura od anche metallica, destinata a sostenere il pavimento del piano superiore.

Una delle maniere più spiccie e meno costose di formare il coperto dei solai di ferro è quella di incastrare fra i travetti di ferro dei travicelli di legno lunghi esattamente quanto l'intervallo che separa i travetti di ferro, alti quanto l'altezza di questi ferri, spessi da 5 a 6 cm., collocati ad una distanza di circa 50 cm. l'uno dall'altro ed allineati nel senso perpendicolare alla direzione delle travi metalliche nella maniera chiaramente addimostrata dalla fig. 7 tav. XXII. A tal'uopo le teste dei travicelli di legno sono profilate in maniera da penetrare esattamente fra le tavole orizzontali delle travi di ferro sulle quali si appoggiano. È sopra i travicelli di legno che si distende e si inchioda il tavolato sul quale riposa la struttura del pavimento superiore. I travicelli di legno si collegano fra loro con grappe di ferro (fig. 6 tav. id. e figg. 3, 4 tavola XXVIII e sovente se ne sbatacchiano le estremità con pezzi di tavola grezza per impedirne qualsiasi minimo loro spostamento (fig. 3, tav. id.). In un solaio di questo genere il soffitto stuoiato si può applicare sulla faccia inferiore dei travicelli di legno. Collocando delle tavelle sottili di cotto fra le travi di ferro (fig. 4 tav. id.) in maniera da occupare lo spazio compreso tra i travicelli di legno sulla faccia inferiore delle tavelle si può applicare direttamente l'intonaco del soffitto.

Un coperto anche poco costoso e di rapida esecuzione è quello fatto con un impasto di malta di gesso e calcinacci provenienti dalle demolizioni. Impiegando invece un calcestruzzo formato con malta idraulica

e pietre tenere o pomice si ottiene una costruzione egualmente rapida che resiste meglio all'umidità che non la precedente. Queste strutture di getto richie-

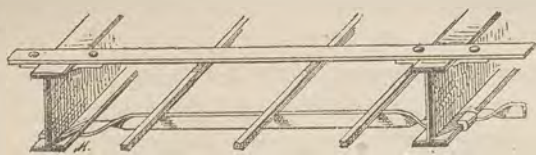


Fig. 201.

dono l'uso di piccoli ferri di rinforzo, necessarii anche a sostenere l'impasto finchè non abbia fatta buona presa; questi ferri si dispongono in due ordini, nel senso cioè trasversale e longitudinale per rispetto alla direzione delle travi.

Le figg. 5 e 6, tav. XXVIII mostrano la costruzione di un solaio di ferro dove il ripieno è fatto con un getto di malta di gesso e calcinacci nel quale sono interposti traverse di ferro che possono avere sezione quadrata o rettangolare ed essere accavalcate con le estremità opportunamente ripiegate sul dorso dei ferri a *T* (fig. 5) od alla tavola inferiore dei medesimi ferri (fig. 201) ovvero bulonate alla parete verticale (fig. 202 e fig. 6, tav. XXVIII) ad una distanza costante di un metro circa l'una dall'altra. Quest'ultima disposizione ha il vantaggio di eliminare la spinta che la muratura di gesso produce sulle travi per effetto del rigonfiamento cui tale

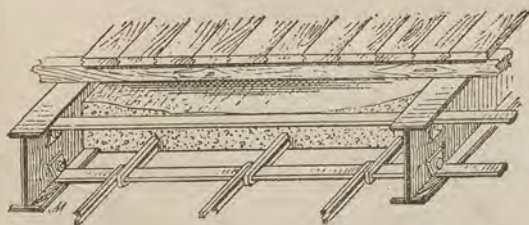


Fig. 202.

impasto va soggetto all'istante in cui fa presa. Sopra queste traverse sono collocate delle spranghette sottili a sezione quadrata o circolare disposte nel senso longitudinale delle travi. Il getto di gesso o di cemento avvolge questa sottile struttura metallica e suolsi estradossare in piano, al livello della faccia superiore delle travi, (fig. 6, tav. id.) quando devi sopramurare un pavimento di quadrelli con relativo sottofondo, in caso contrario, quando ad esempio devi distendere sul solaio un pavimento di legno a palchetto, basterà estradossarlo in curva come nella fig. 202 e fig. 5, tav. id.

La costruzione di questi ripieni esige l'uso di una armatura piana che si potrà costruire facilmente con

tavole e traverse estese, a tutto il pavimento, sostenute da ritzi verticali.

Però i più comuni sistemi di riempimento dei solai con intelaiatura di ferro sono quelli fatti con laterizi. Si hanno di questi coperti che presentano piane le due superficie viste dal di sotto e dal di sopra; se ne hanno degli altri che presentano piana l'inferiore, curva la superiore; altri infine che si presentano curvi nelle due faccie. A questa ultima categoria appartengono i solai costruiti con travi di ferro e voltine di mattoni. Usando poi laterizi pieni o vuoti o di forma speciale, si ottengono tutte quelle molteplici maniere di costruire i solai di ferro e laterizi delle quali citeremo qui le principali e più convenienti.

I solai di ferro e laterizi si allestiscono costruendo fra trave e trave delle voltine di mattoni comuni con sesto ribassato aventi circa $\frac{1}{12}$ di freccia e lo spessore di una testa (fig. 6, tav. XXIX). L'armatura che si richiede per la costruzione di queste voltine è fatta di tavole, e del genere di quelle scorrevoli; con speciali ferri di trattenimento queste armature si sospendono alle travi medesime sulle quali si imposta la voltina. L'apparecchio di queste volte è quello indicato generalmente per le volte a botte di mattoni; i filari di mattoni cioè possono essere diretti nel senso medesimo delle generatrici dell'imbotte ovvero nel senso normale alle generatrici come si è visto nella fig. 65.

Assegnando ai filari la disposizione anulare delle figg. 68 e 69 si potranno costruire le voltine senza far uso di alcuna armatura di sostegno.

Per solai sottoposti a carichi di poca entità, come generalmente avviene negli

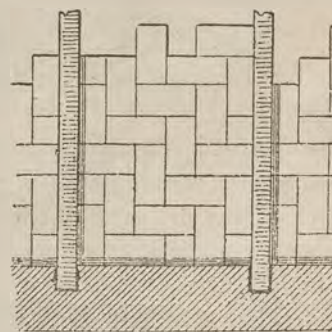


Fig. 203.

edifici, di comune abitazione alle volte di una testa, relativamente pesanti, si sostituiscono le voltine di mattoni in foglio (*volterrane*) aventi uno spessore di 6 o 7 cm. Si costruiscono le volterrane fra le travi di ferro di un solaio generalmente senza uso di armatura, usando malta cementizia e la disposizione dei mattoni può essere quella a spina di pesce (fig. 203) ovvero l'altra (fig. 5, tav. id.) con filari longitudinali di mattoni e giunti trasversali alter-

nativi. Costruite le voltine vi si stende sopra una struttura di getto poco costoso fino a raggiungere il livello delle faccie superiori delle travi.

Impiegando per le voltine di una testa e per quelle



Fig. 204.

in foglio mattoni cavi, fig. 204, si ottiene una maggior leggerezza nella struttura del solaio, perchè a parità di resistenza è minore il peso unitario delle

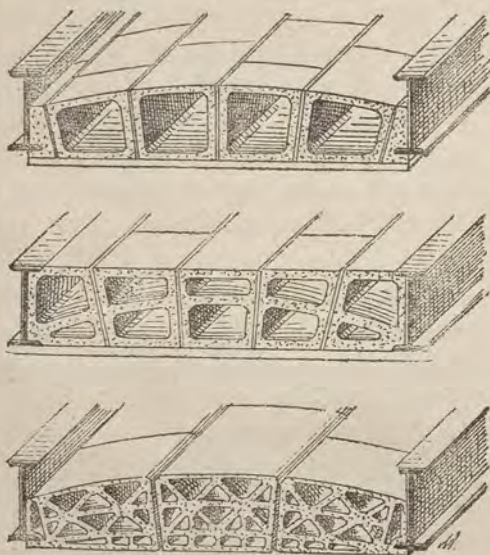


Fig. 205.

vòlte, per cui si potranno anche impiegare travi di ferro aventi una sezione più piccola.

Per mezzo di traversine di ferro con sezione a T capovolto, collocate trasversalmente sulle ali infe-

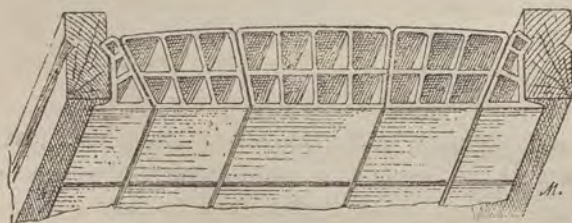


Fig. 206.

riori delle travi e di pianelle di cotto adagate sulle traverse (fig. 4, tav. XXIX) si può completare un solaio metallico, allora quando sopra di esso deve installarsi un pavimento di legno. Distendendo sull'or-

ditura del ripieno uno strato di getto di poco costo sino al livello delle faccie superiori delle travi, questo partito si presta anche per installarvi sopra il pavimento in muratura e sotto il soffitto coll'aggiunta di un semplice intonaco.

Le pianelle impiegate per il ripieno del solaio possono esser fatte anche di gesso o di cemento; in questo caso converrà che siano vuote se si vuole evitare un eccessivo peso gravante sulle travi.

Oggidi per la costruzione di voltine per solaio sono in voga una grande varietà di laterizi vuoti aventi forme e dimensioni diverse per ogni singola fabbrica che li produce. La medesima fornace sovente ne fabbrica delle forme differenti. Alcune di queste voltine sono state indicate nella tav. XXV, fig. 5-10, Vol. I e precisamente quelle corrispondenti ai tipi forniti dagli stabilimenti Repellini e Ferrari di Cremona costruite con 3 a 5 mattoni oltre i copriferri di imposta per distanze variabili fra le travi di ferro di m. 0,80 a 1,30. Altre ne sono riportate nelle figure 205-207 differenti fra loro per forma e dimensioni adattabili a travature di ferro o di legno, però quelle che veramente differiscono dalle altre finora citate, nelle quali i mattoni hanno avuto sempre giunti longitudinali concorrenti in un punto, sono le volterane del tipo Foster a superficie inferiore e superiore orizzontali. In queste voltine i mattoni cavi sono disposti nel senso normale alla direzione delle travi

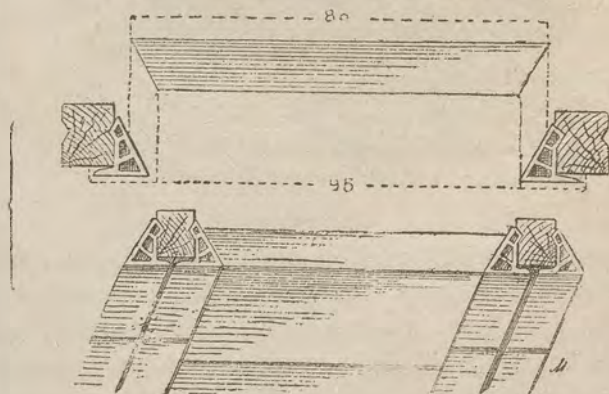


Fig. 207.

di ferro (fig. 3, tav. XXIX) con giunti alternati per ogni filare; impostano le voltine sopra copriferri od anche direttamente sulle travi di ferro come in figura. Tutti i mattoni hanno la medesima sezione trasversale, soltanto la lunghezza varia, avendosi mattoni interi e mezzi mattoni. Le dimensioni del mattone intero sono cm. $25 \times 10 \times 13$; come si vede dalla fig. 208 il mattone è foggato a faccie parallele ma

le laterali sono spezzate in modo che la parte superiore è inclinata rispetto la verticale in senso opposto alla inferiore, con una faccetta intermedia di raccordo. Questa disposizione fa sì che la metà supe-

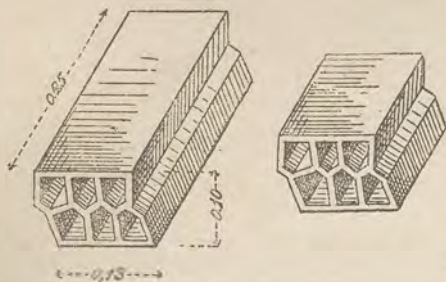


Fig. 208.

riore di un giunto fa cuneo con la metà inferiore del successivo e ne risulta quindi una struttura che lavora come una volta. Il risalto tagliente di un filare

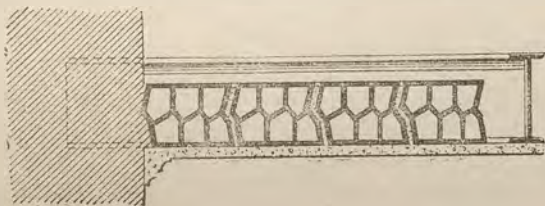


Fig. 209.

appoggiandosi sul risalto rientrante del filare contiguo assicura maggiormente la stabilità dei filari come

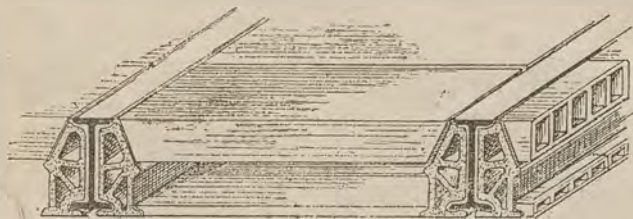


Fig. 210.

facilmente si arguisce dalla sezione indicata nella fig. 209.

Lo spazio fra le travi si può coprire con tavelloni pieni o vuoti, coll'uso di copriferri o senza, piani o curvi (figg. 6, 5, 1) tav. XXV, Vol. I). Si costruiscono travelloni per solaio della lunghezza di 40 a 80 cm. grossi cm. 8 circa, coi fori ricavati nel senso longitudinale del tavellone. Le figg. 2 e 3 della medesima tavola riproducono tavelloni forati più sottili che impiegati come i precedenti servono esclusivamente per stabilirvi il soffitto. Nella fig. 210 si ha l'accoppiamento di tavelloni piani tanto per solaio che per soffitto con copriferri muniti della doppia imposta.

Per solai destinati a sostenere pavimenti rotabili si usano convenientemente le voltine metalliche. Le lamiere ondulate e le curve cilindriche (figg. 1 e 2, tav. XXIX) forniscono le migliori voltine del genere. Sulle voltine metalliche si stabilisce una struttura muraria di riempimento.

Il peso per mq. di superficie dei solai di ferro varia secondo la natura del riempimento e per lo stesso riempimento secondo l'ampiezza del solaio. Le stesse voltine di mattoni pesano diversamente secondo lo spessore e la luce. Generalmente il peso di un solaio completo costruito con travi e traverse di ferro e con ripieno di getto di gesso o di cemento per portate comuni varia dai 225 ai 260 Kg. per mq.; quello di un solaio di ferro con voltine di mattoni pieni dello spessore di 1 testa (0,11 di spess.) dai 230 ai 280 Kg.; con mattoni vuoti dello spessore di 1 testa il peso

unitario diminuisce di circa $\frac{1}{9}$, con tavelloni vuoti diminuisce di circa $\frac{1}{4}$ potendosi in questo caso abbassare l'altezza delle travi e diminuire quindi lo spessore del solaio.

§ 3.

LA DETERMINAZIONE DELLA SEZIONE DELLE TRAVI DI UN SOLAIO DI LEGNO O DI FERRO.

Per determinare la sezione delle travi di un solaio occorre conoscere: 1.° la portata delle travi; 2.° la distanza da asse ad asse che le travi conservano; 3.° il peso proprio ed il sopracarico per mq. di solaio. La portata delle travi è data dai piani prestabiliti dall'ingegnere, così pure la distanza fra le travi; il peso proprio si determina facilmente dietro una semplice analisi dei pesi delle varie membrature componenti il solaio; il sopracarico è variabile a seconda della destinazione dell'ambiente.

Nella pratica generalmente si determinano le dimensioni più usuali da assegnare alla sezione retta dei travicelli di legno di un solaio composto con travicelli e delle travi maestre di legno di un solaio composto di travi maestre e di travicelli con le tavole date nel capitolo precedente alle quali per rendere facile il compito uniamo le seguenti che rileviamo del Colombo. E cioè pel calcolo dei travicelli e panconi:

Portata	Travicelli				L'anconi	
	Solai leggeri distanza		Solai pesanti distanza		Solai ordinari distanza	
	m. 0,40	m. 0,50	m. 0,40	m. 0,50	m. 0,40	m. 0,50
m.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
3	90 × 120	100 × 140	95 × 135	110 × 160	50 × 180	60 × 190
4	100 × 150	120 × 170	110 × 160	140 × 180	60 × 220	70 × 230
5	120 × 170	140 × 200	140 × 180	160 × 210	70 × 260	80 × 280

Per il calcolo delle travi maestre:

Portata	Carico totale 300-400 Kg. per mq.			Carico totale 500-600 Kg. per mq.		
	distanza delle travi da asse ad asse			distanza delle travi da asse ad asse		
	3 m.	4 m.	5 m.	3 m.	4 m.	5 m.
m.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
3	26 × 18	28 × 30	30 × 20	30 × 21	32 × 23	35 × 25
4	31 × 22	33 × 24	36 × 25	35 × 25	38 × 27	42 × 30
5	35 × 25	38 × 27	42 × 30	42 × 30	45 × 32	47 × 33
6	39 × 28	43 × 31	47 × 33	47 × 33	52 × 37	56 × 40
7	43 × 31	47 × 33	52 × 37	52 × 37	58 × 41	62 × 44
8	47 × 33	52 × 37	58 × 41	56 × 40	62 × 44	67 × 48

Stabilita con l'uso della tabella più conveniente la sezione più opportuna da assegnare ai travicelli od alle travi maestre, se ne può verificare la stabilità con la nota formola relativa alla sollecitazione a flessione

$$\frac{Ql}{8} \leq R \frac{I}{n} \quad (1)$$

nella quale il primo membro è l'espressione del momento flettente o delle forze esterne per rispetto alla sezione media dei travicelli che si suppongono caricati uniformemente di un carico totale Q che si ottiene eseguendo il prodotto $q.d.l.$ dove

q = carico uniforme che grava sopra un metro quadrato di solaio;

d = distanza fra asse ad asse dei travicelli;

l = portata dei medesimi.

Nel secondo membro della (1) R è il coefficiente di sicurezza che per il legno è 600.000 Kg. per mq.

ossia Kg. 0,6 per mmq. di sezione, $\frac{I}{n}$ = momento di

resistenza della sezione laddove I = momento di inerzia per rispetto l'asse neutro ed n = distanza dell'asse neutro dalle fibre più lontane della sezione

ossia nel nostro caso eguale a metà altezza della trave. In questa equazione che si può scrivere

$$\frac{I}{n} \leq \frac{Ql}{8R}$$

il secondo membro è noto, si ha quindi facilmente

il valore del momento di resistenza della sezione $\frac{I}{n}$

il quale alla sua volta per una sezione rettangolare si può esprimere per

$$\frac{I}{n} = \frac{1}{6} b a^2$$

dove b = base, a = altezza della sezione, onde con questo facilmente si potranno determinare i lati della medesima, ovvero se la sezione è preventivamente stabilita con una delle precedenti tabelle, come anzi si disse, si potrà verificare se ha luogo la condizione che il momento flettente sia eguale o minore del momento resistente.

Analogamente per le travi di un solaio con travi di ferro a T si potrà determinare la sezione più opportuna con la tabella seguente, che si riferisce ai ferri forniti della Società degli Alti forni, Fonderie ed Acciaierie di Terni, (Colombo), nella quale p = peso

per metro della trave, H = altezza, B = larghezza, γ e δ spessori dell'asta e delle ali, F = sezione in mmq. Nella medesima tabella si ha il carico totale che le travi diverse possono portare dipendente-

mente dalla portata, supposto il coefficiente di sicurezza sia di 8 Kg. per mmq. di sezione, ed è indicato il momento $\frac{I}{n}$ di resistenza riferito al mm.

H	B	r	δ	p	F	$\frac{I}{n}$	Carico totale ($K=8$ Kg. per mm ²) su una portata di metri								
							3	4	5	6	7	8	9	10	11
mm.	mm.	mm.	mm.	Kg.	mm ² .	mm ³ .	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
80	38,5	4 —	7,5	6,40	821	20710	441	332	—	—	—	—	—	—	—
80	40,5	6 —	»	7,65	981	22842	487	366	292	—	—	—	—	—	—
80	42,5	8 —	»	8,90	1141	24974	533	400	320	—	—	—	—	—	—
80	44 —	9,5	»	9,85	1261	26574	568	425	340	—	—	—	—	—	—
100	41,5	4,5	8,25	8,15	1042	32402	692	519	415	346	—	—	—	—	—
100	43 —	6 —	»	9,32	1192	34901	744	558	447	372	—	—	—	—	—
100	45 —	8 —	»	10,88	1392	38233	816	612	489	408	—	—	—	—	—
100	47 —	10 —	»	12,45	1592	41566	888	665	532	444	—	—	—	—	—
120	43,5	5 —	9,25	9,95	1274	46543	993	745	596	497	427	—	—	—	—
120	45,5	7 —	»	11,82	1514	51346	1095	822	657	549	467	—	—	—	—
120	47,5	9 —	»	13,70	1754	56148	1198	898	719	601	511	—	—	—	—
120	49 —	10,5	»	15,10	1934	59750	1275	956	765	637	547	478	—	—	—
140	47,25	5,5	10,25	12,55	1605	68090	1453	1089	872	727	624	545	—	—	—
140	49,75	8 —	»	15,28	1955	76253	1626	1220	976	816	694	610	541	—	—
140	51,75	10 —	»	17,46	2235	82784	1766	1325	1060	886	753	662	588	—	—
140	53,25	11,5	»	19,10	2445	87682	1872	1404	1123	936	803	703	623	561	—
160	52 —	6 —	11 —	15,38	1972	95701	2043	1532	1225	1021	876	767	680	613	—
160	54 —	8 —	»	17,88	2292	104231	2223	1668	1334	1115	949	834	740	667	—
160	56 —	10 —	»	20,38	2612	112761	2405	1804	1443	1207	1026	902	801	722	654

Nella seguente altra tabella sono riportati i dati analoghi relativi ai tipi del Creusot e delle ferriere di Vobarno (*Colombo*).

Come è stato indicato per le travi di legno anche

per quelle di ferro, adottata la sezione più conveniente, se ne può verificare la stabilità nella maniera analoga, facendo uso della formola (1) relativa alla sollecitazione a flessione.

H	B	γ	δ	p	Carico totale ($K=8$ Kg. per mm ²) su una portata di metri					
					3	4	5	6	7	8
mm.	mm.	mm.	mm.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
80	43	5 —	6 —	7 —	423	317	—	—	—	—
100	43	5 —	6 —	8,25	620	465	372	—	—	—
120	45	4,5	6 —	9,20	811	608	487	405	347	—
140	49	6 —	8,5	12,25	1381	1036	829	690	592	518
160	54	6,5	9,25	14,50	1800	1350	1079	900	771	675
180	58	8 —	10 —	18,75	2595	1947	1557	1297	1112	973
200	60	8 —	10,5	20,25	3140	2355	1884	1570	1345	1177
220	64	8,5	10 —	25,20	3902	2926	2341	1951	1672	1463
250	115	10 —	12 —	38,00	7720	5790	4635	3860	3308	2895

§ 4.

LE COLONNE DI GHISA PER IL SOSTEGNO DEI SOLAI.

Per sostenere in punti intermedi le travi maestre dei solai di legno o di ferro composti con travi maestre e travicelli, allora quando eccessiva ne è la portata e forte il sopracarico, si impiegano, come anzi

si disse, anche le colonne di ghisa le quali hanno quasi sempre forma cilindrica e possono essere munite di base e di capitello più o meno decorato. Il fusto delle colonne di ghisa è generalmente cavo; il suo diametro esterno e lo spessore si determinano col calcolo usando la formola relativa allo sforzo di presso-flessione cui le colonne vanno soggette dipendentemente dal sopracarico e dalla loro lunghezza.

Per comodità del costruttore riportiamo la tabella seguente (*Colombo*) nella quale è indicato il carico in quintali di 100 Kg. cui possono assoggettarsi con sicurezza le colonne di ghisa cave in corrispondenza del diametro e della loro lunghezza.

Meritano speciale considerazione nelle colonne di ghisa la base ed il capitello, la prima per l'appoggio sul terreno, il secondo per il sostegno delle travi di legno o di ferro del solaio.

Con la loro base le colonne si incastrano general-

Diametro esterno mm.	Spessore mm.	Massimo carico in quintali per altezze di metri									
		3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
100	10	165	120	95	75	60	—	—	—	—	—
»	12	185	135	105	80	65	—	—	—	—	—
»	15	210	145	120	95	75	—	—	—	—	—
120	10	—	220	170	135	107	75	55	—	—	—
»	15	—	285	220	175	140	95	70	—	—	—
»	20	—	340	260	210	170	110	80	—	—	—
140	12	—	—	310	250	200	140	100	80	60	—
»	16	—	—	380	310	250	170	125	95	75	—
»	20	—	—	450	360	280	200	140	110	85	—
160	15	—	—	—	460	370	260	190	145	110	90
»	18	—	—	—	520	420	300	220	160	130	105
»	20	—	—	—	550	450	320	230	170	140	115
180	15	—	—	—	—	540	380	280	210	170	135
»	20	—	—	—	—	670	470	340	260	200	165
»	24	—	—	—	—	750	520	380	290	240	190
200	20	—	—	—	—	—	660	480	370	290	240
»	24	—	—	—	—	—	740	540	410	320	270
»	28	—	—	—	—	—	810	600	450	360	290
250	20	—	—	—	—	—	—	1000	760	600	490
»	25	—	—	—	—	—	—	1170	900	700	570
»	30	—	—	—	—	—	—	1320	1000	800	650
300	20	—	—	—	—	—	—	—	—	1080	880
»	25	—	—	—	—	—	—	—	—	1300	1050
»	30	—	—	—	—	—	—	—	—	1480	1200

mente in un ampio zoccolo di pietra, il quale serve a trasmettere la pressione che riceve sopra una più larga superficie delle fondazioni e la maniera più semplice per incastrarle è quella indicata dalla figura 211 nella quale un prolungo della base della

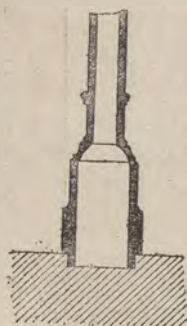


Fig. 211.

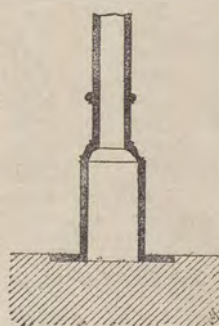


Fig. 212.

colonna penetra in una cavità praticata sullo zoccolo di pietra per una profondità di 10 a 15 cm. Proiettando la base a forma di corona circolare come mostra la fig. 212, si aumenta la superficie di posa della colonna e l'appoggio si rende più perfetto se

tra la colonna e lo zoccolo di pietra si interpone una lamiera di piombo, la quale, sotto la forte pressione cui va sottoposta, andrà a riempire tutti gli interstizi che potranno esistere fra le due superficie di contatto.

Certamente l'appoggio di una colonna di ghisa sopra la muratura riuscirà più solido se si fa incastrare la sua base in una piastra di ghisa, munita a tal'uopo di opportuna cavità (fig. 213) e rinforzata all'ingiro di alie aggettanti dal disopra o dal di sotto della piastra.

Una piastra simile si può fissare alla muratura per mezzo di un bulone centrale che resta imprigionato nella muratura per mezzo di cemento o di piombo fuso (fig. 214). E se si vuole avere la base della colonna fissa con la muratura, di maniera, cioè che la colonna possa resistere, oltre agli sforzi di pressoflessione, anche a quelli di tensione, come avviene per le colonne destinate a sostenere delle tettoie che dal vento possono essere spinte in alto, basterà fare di un solo pezzo fuso la colonna e la piastra di base

e fissare questa alla muratura con buloni a vite imprigionati nella medesima (fig. 215).

I capitelli delle colonne di ghisa hanno forma e dimensioni diverse secondo che le travi che vi pog-

gianno con mensole offre il vantaggio di accorciare la lunghezza del fusto della colonna e diminuire le portate libere della trave.

Se due colonne si sovrappongono l'una sul prolungamento dell'altra, non conviene mai interporre fra il capitello della prima e la base dell'altra una trave di legno, perchè il legname, disseccandosi, si restringe e la colonna che vi sta sopra con tutta l'impalcatura da questa sostenuta risentirebbe del cedimento di quello. Ed allora se le travi maestre sono di legno fra le due colonne si interpone una scatola di ghisa la quale porta una sola cavità quando la trave maestra unica attraversa parte a parte detta scatola, porta due cavità quando sono due le testate delle travi che si connettono alla colonna, e quattro quando le testate delle travi sono quattro.

Nella fig. 218 è rappresentata la vista di una scatola di ghisa del

primo tipo, fusa di un sol pezzo col capitello inferiore, capace di ricevere e di far scorrere facilmente la trave maestra, alla quale si fissa mediante una chiodatura a vite. Superiormente la scatola porta un maschio che si introduce nella base della colonna superiore.

La scatola rappresentata della fig. 213 a, contiene due cavità per ricevere le estremità di due travi maestre. Anche questa scatola porta sull'intradosso e sull'estradosso un maschio che si introduce rispettivamente nel capitello della colonna inferiore e nella base della colonna superiore. Due

perni a vite servono a collegare rigidamente le testate delle travi di legno con la scatola e questa col capitello e la base delle colonne nella maniera indicata chiaramente nella figura.

Nella fig. 219 si ha la vista di una scatola di ghisa simile portante 4 cavità per ricevere altrettante testate di travi di legno. La scatola può essere fusa

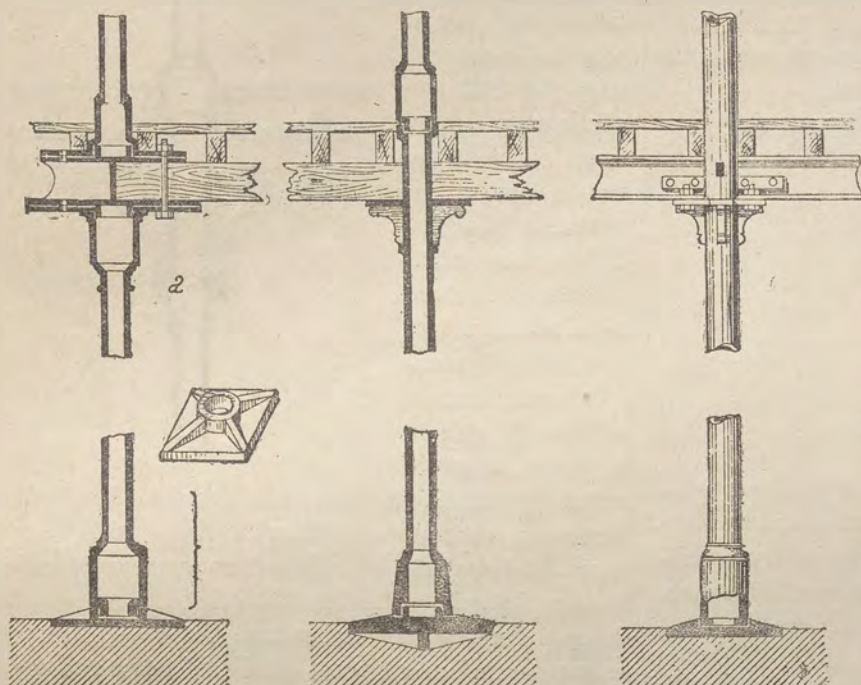


Fig. 213.

giano sono di legno o di ferro, sono in numero di due o di quattro. Generalmente quando la trave è di legno, la tegola del capitello si fa larga abbastanza per potere abbracciare tutta la larghezza della trave alla quale si collega per mezzo di due appendici e di chiodatura a vite nella maniera indicata dalla fi-

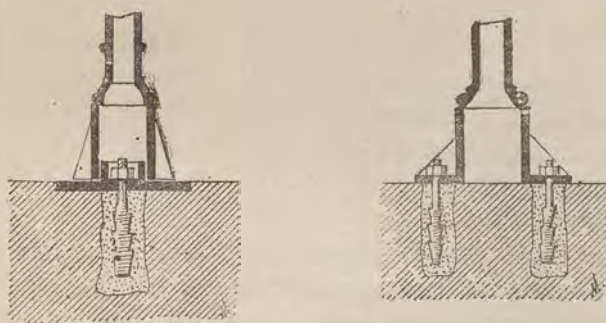


Fig. 214.

Fig. 215.

gura 216, quando debbasi sostenere un solaio soltanto. Un sostegno più efficace si ottiene se si fa poggiare la trave sopra due mensole di ghisa collegate da un lato mediante perni a vite (ovvero di un solo pezzo) con un prolunco prismatico della colonna al di sopra del capitello (fig. 217) e dall'altro alla trave di legno mediante chiodature a vite. Il soste-

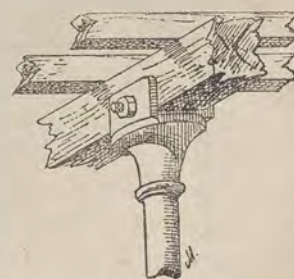


Fig. 216.

di un sol pezzo col capitello della colonna inferiore od essere unita al medesimo capitello come di solito è unita alla base della colonna superiore, mediante maschio. Delle chiavarde a vite fermano le testate delle travi maestre alla scatola.

La scatola può essere sostituita da un manicotto

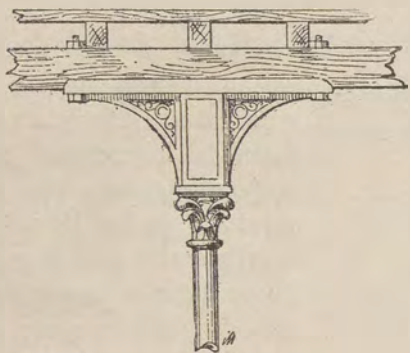


Fig. 217.

cilindrico fuso di un sol pezzo con la colonna inferiore, portante due o quattro mensole destinate a sostenere le estremità di due o di quattro travi maestre (fig. 213 b). Superiormente il manicotto termina a forma di bicchiere per ricevere la base della colonna superiore.

Una disposizione simile si adotta per travi maestre di ferro a doppio T. Il prolungo del capitello

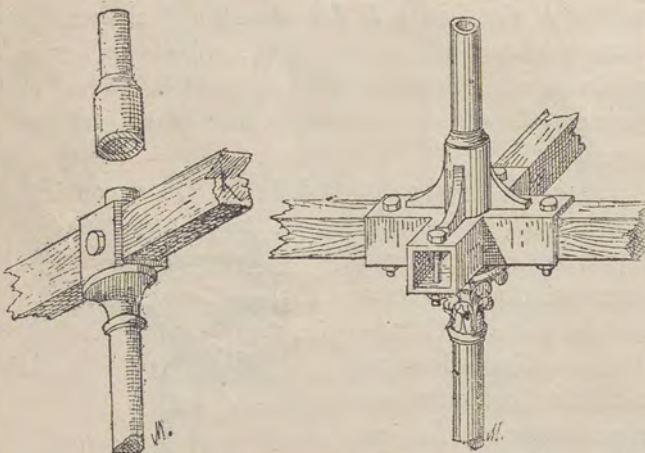


Fig. 218.

Fig. 219.

prismatico porta due piastrine fuse di un sol pezzo col medesimo, alle quali si fissano le estremità delle travi a T mediante perni a vite (fig. 220). Tale unione si rinforza mediante mensole di ghisa le quali con perni a vite si collegano al tamburo prismatico della colonna ed alla tavola inferiore delle travi di ferro. La colonna superiore penetra con la sua base nel lembo superiore del tamburo a tale scopo foggato a bicchiere.

Qualora si ritiene sufficiente il collegamento delle travi di ferro con le piastrine, conviene che queste siano rinforzate con mensole fuse di un sol pezzo con le piastrine e col tamburo (fig. 213, c) e che le travi di ferro siano collegate fra loro a due a due mediante piastrine di ferro che attraversano il tamburo nella maniera indicata dalla figura.

Allora quando la colonna di ghisa è destinata a soste-

nere degli archi in muratura che alla loro volta servono a sostenere dei muri o delle volte, sulla tegola del capitello si colloca una scatola di ghisa del tipo indicato dalla fig. 221 adatta a ricevere le imposte degli archi in muratura. Questa scatola può essere fusa di un sol pezzo con la colonna o collegata al capitello di questa mediante perni a vite come in figura.

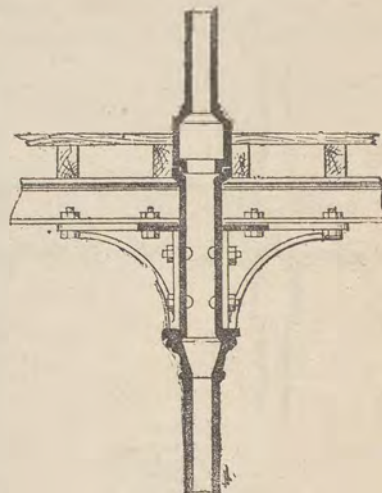


Fig. 220.

§ 5.

I SOLAI DI CEMENTO ARMATO.

Il principio sul quale si fonda la costruzione di un solaio di ferro-cemento è quello col quale si utilizzano convenientemente le proprietà dei due materiali di cui questi si compongono. Come si è visto per la costruzione dei muri e dei pilastri, il ferro sotto forma di sbarre più o meno sottili e di forma svariata viene introdotto nel cemento o nel calcestruzzo di cemento in quelle parti in cui tale struttura va soggetta a sforzi di tensione, mentre nelle parti in cui il conglomerato di cemento è sottoposto a soli sforzi di compressione disimpegna da solo il conglomerato medesimo.

La forma comune che assumono i solai di ce-

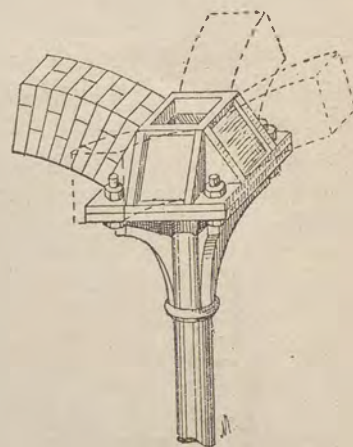


Fig. 221.

mento armato è quella di una lastra orizzontale (piattabanda) talvolta rinforzata di nervature parallele salienti dal di sotto, allora quando il solaio ha una grande portata od è fortemente caricato.

La varia disposizione delle sbarre di ferro nella

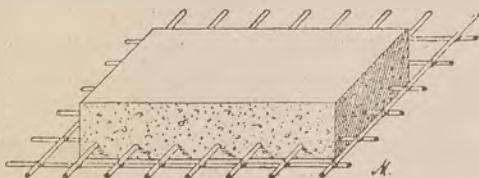


Fig. 222.

struttura cementizia ha dato luogo finora a sistemi, per così dire, diversi, quantunque costante sia il principio applicativo in tal genere di costruzioni. Questi varii sistemi sono noti per lo più col nome dei

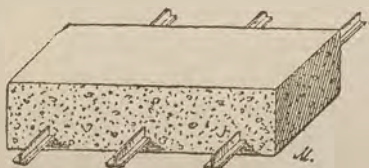


Fig. 223.

loro inventori e sono protetti da speciali brevetti.

Ciò non toglie però che tutti i costruttori eseguiscano lavori di cemento armato sia sottoponendosi alle prerogative che all'inventore offre il brevetto, sia sfuggendo a questo monopolio, bastando a tal'uopo apportare una benchè minima variante nella loro struttura. Enumerare perciò tutti questi sistemi non sarebbe proficuo nè lo spazio concessoci lo consentirebbe, ci limiteremo perciò ad enunciare i sistemi

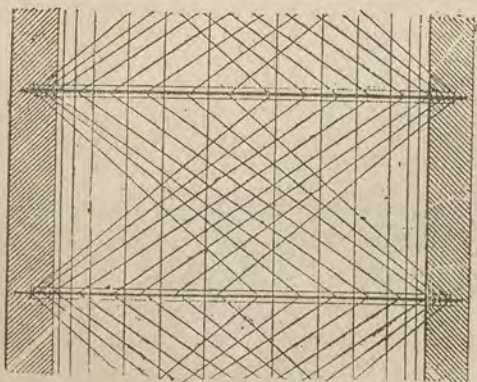


Fig. 224.

che riteniamo più opportuni e che hanno ricevuto finora più vasta applicazione.

Fra questi figurano senza dubbio quelli di Monier, il primo che diede una vasta estensione a questo ge-

nere di costruzioni, di Odorico-Matrai e di Hennebique. Gli altri di Cottacin, Bordenave, Perego, Bonna, Luipeld ecc. non sono che una variazione dei primi e specialmente dei sistemi Monier ed Hennebique.

I solai Monier consistono in una lastra di conglomerato di cemento composto con 1 di cemento e 3 a 5 di sabbia e ghiaia o sabbia e scoria, dello spessore di 6 a 12 cm. nella quale sono introdotte due serie di sbarre tonde del diam. di 4 a 5 mm. perpendicolari fra loro, come si rileva dalla fig. 222 e legate a due a due nei punti di incrocio con fili di ferro. Per lastre molto grosse e fortemente sovraccaricate si possono impiegare due o più strati di sbarre di ferro. Queste possono avere una forma differente da quella tonda, per esempio a *T* (fig. 223) ad *L*, a *V* ecc.; od essere a sezione quadrata o rettangolare. Si aumenta così la superficie di contatto tra il ferro e il cemento, ma a parità di sezione poco vantaggio se ne ottiene, bastando la rilevante forza di adesione dei due materiali (circa 40 Kgr. per cmq.) ad impedire lo scorrimento dell'uno sull'altro.

Diverso molto da quello precedentemente descritto si presenta il sistema Matrai-Odorico (1). Nella

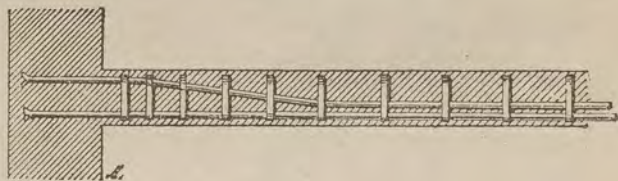


Fig. 225.

massa della struttura cementizia sono internate delle ordinarie travi di ferro a *T* doppio, talvolta anche composte, a seconda cioè della loro portata e del sovraccarico al quale detti solai sono sottoposti, collegate fra loro con catenarie di sbarre di ferro tonde inclinate a 45° circa per rispetto alla direzione delle travi e del diam. di 4 a 6 mm. (fig. 224). Tale disposizione permette di scaricare buona parte del peso del solaio per mezzo delle catenarie verso le estremità delle travi di ferro anzichè verso la loro parte media.

Per effetto di ciò il momento flettente massimo della trave è più piccolo di quel che sarebbe se il carico fosse ripartito con uniformità sulla trave e permette potere adottare una sezione minore che di ordinario si valuta come se il carico fosse di $\frac{1}{4}$ di quello effettivo. Per portate piccole si potranno omet-

(1) VACCHELLI, Costruzioni in calcestruzzo e cemento armato, 1900.

tere le travi di ferro e fissare le sbarre diagonali direttamente ai muri perimetrali.

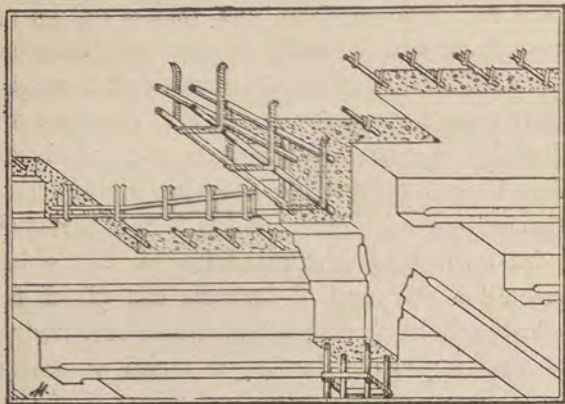


Fig. 226.

La natura diversa delle sollecitazioni a cui vanno soggette le due porzioni superiore ed inferiore di una lastra o di un trave in ferro-cemento (pressione nella

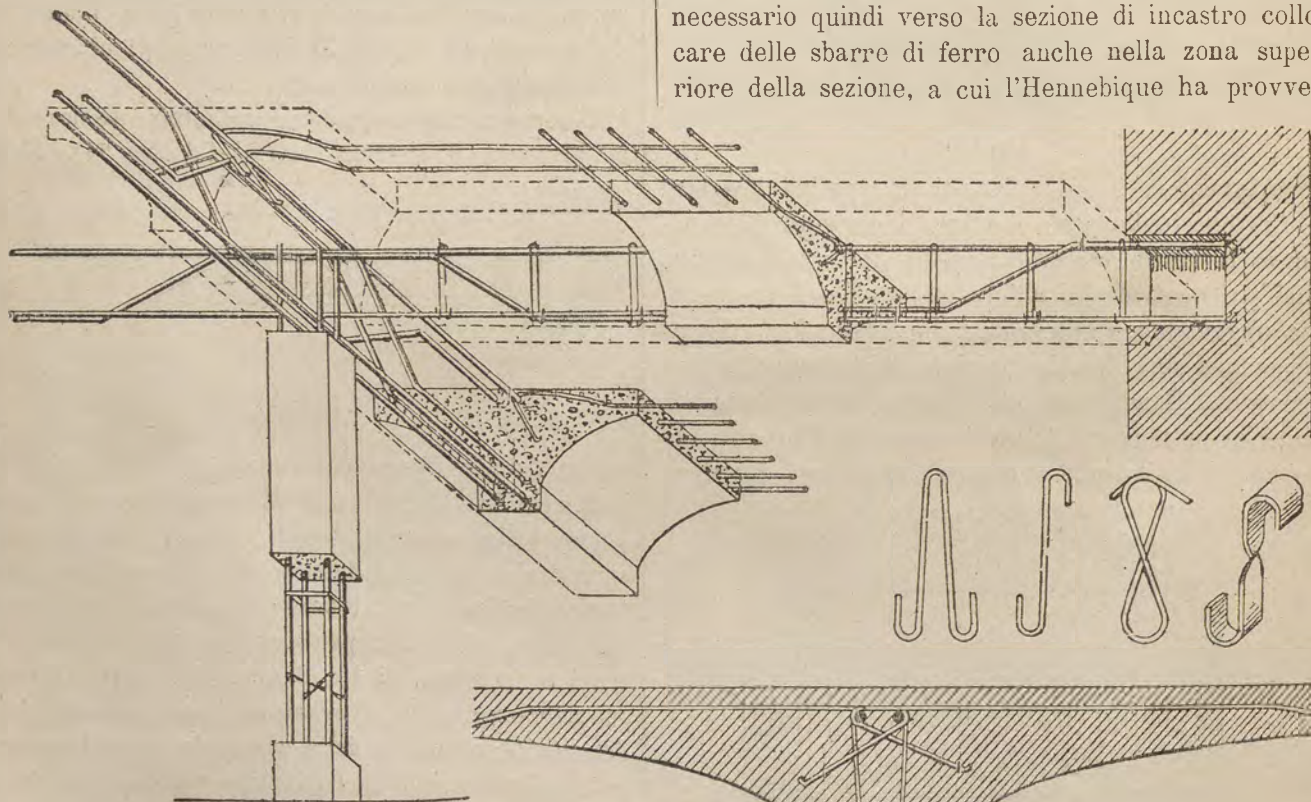


Fig. 227.

metà superiore e tensione nella metà inferiore) tende a produrre uno scorrimento longitudinale di una zona sull'altra secondo la linea dell'asse neutro. Ciò potrebbe determinare un distacco fra le due zone specialmente se queste sono costituite di materiale diverso. Ad ovviare questo pericolo nelle travi di ferro-cemento si assicurano le sbarre anche alla zona superiore del

conglomerato mediante chiavi, grappe, staffe od altri mezzi di collegamento, sia infine per effetto di disposizioni accessorie per modo che le due zone riescano solidamente unite e tutta la massa cementizia riesca interessata nelle sollecitazioni.

È questo il principio secondo cui i solai in ferro-cemento dell'ing. Hennebique differiscono dai precedenti; in questi solai si ha inoltre un solo ordine di sbarre parallele le quali sono collegate alla struttura cementizia per mezzo di staffe di ferro piatto aventi la sezione di 20 a 30 mm. per 1,5 a 2 mm. collocate a distanza variabile l'una dall'altra di 10 a 60 cm. mantenendole d'ordinario più vicine agli appoggi.

Poichè inoltre, nel punto in cui una lastra od una trave si appoggia sopra un'altra struttura, verificandosi le condizioni di incastro, si avrà uno sforzo di tensione anche nella zona superiore della sezione; è necessario quindi verso la sezione di incastro collocare delle sbarre di ferro anche nella zona superiore della sezione, a cui l'Hennebique ha provvede-

duto ripiegando opportunamente alcune delle sbarre medesime che sono situate nella zona inferiore del conglomerato. La fig. 225 rappresenta la sezione longitudinale di un solaio o di un trave ed in essa è

segnata la disposizione longitudinale dei ferri; la fig. 226 dà una idea più chiara della composizione dei grandi solai Hennebique, formati con una lastra cementizia armata e con nervature aggettanti dalla superficie inferiore della lastra che fanno le veci di travicelli e di travi maestre, queste ultime potendo essere sostenute da colonne del medesimo materiale. Dalla medesima figura nelle parti denudate si rileva la disposizione delle sbarre di ferro e delle staffe. Nei punti in cui una lastra od una nervatura saliente si appoggia ad altra struttura od è sostenuta da colonna, ivi una terza parte delle sbarre di ferro della zona inferiore sono ripiegate e condotte nella zona superiore.

Nel tipo di solaio con nervature del sistema Luitpold, a differenza del sistema Hennebique, i lastroni possono essere armati di due ordini di sbarrette tonde ortogonali, incontrantesi a graticcio (fig. 227), le nervature sono armate tanto nella zona inferiore che in quella superiore della sezione, e la superficie di intradosso dei lastroni è raccordata con quella verticale delle nervature mediante un guscio. Con que-

sta disposizione riescono migliorate le condizioni di incastro dei lastroni sugli appoggi, specialmente se si ripiegano parte dei ferri della zona inferiore di maniera che attraversino in quel posto la zona superiore della sezione. Assicurato così l'incastro si ottiene per effetto una maggiore rigidità del sistema. Per garantire la solidarietà indispensabile fra l'armatura superiore ed inferiore da una parte e le travi ed i lastroni dell'altra, si distribuiscono lungo le travi maestre e le nervature della struttura, delle staffe di diverse foggie, riprodotte nella figura medesima, le quali a seconda dei casi oppongono resistenza sia agli sforzi di compressione e di tensione che agli sforzi di taglio.

Nella seguente tabella che rileviamo dal libro del Vacchelli sono riassunti i dati principali relativi ai lastroni da solaio di ferro-cemento, forniti dalla ditta Linder di Basilea, di cui il numero delle sbarre di ferro si determina facilmente dalla sezione complessiva, tenuto conto che le sbarre si collocano a distanza di 10 a 20 cm.

Spessore del lastrone del solaio in cm.	Peso proprio della struttura per mq. n Kg.	Portata in m.	Suporf. complessiva della sezione delle sbarre di ferro in mm. ² per m. l. e per sovracarico a m. ² di Kg.									
			200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1500
8	200	1,50	150	150	170	200	262	321	450	614	788	—
		2,00	276	321	370	500	667	842	1333	—	—	—
		2,50	543	670	780	1172	—	—	—	—	—	—
10	250	2,00	188	213	244	302	375	447	618	833	1240	1594
		2,50	342	390	452	580	733	900	1370	2060	—	—
		3,00	579	703	825	1083	1467	1912	—	—	—	—
		3,50	984	1224	1465	—	—	—	—	—	—	—
12	300	2,00	—	—	—	229	262	316	415	530	652	878
		2,50	260	300	335	413	500	586	800	1069	1379	2083
		3,00	432	495	551	700	878	1066	1550	—	—	—
		3,50	680	784	896	1192	1531	—	—	—	—	—
		4,00	1052	1222	1455	2000	—	—	—	—	—	—
14	350	2,00	—	—	—	187	218	250	320	391	477	616
		2,50	220	247	270	326	385	450	590	740	914	1230
		3,00	354	391	436	536	638	750	1014	1350	1750	—
		3,50	535	602	675	850	1041	1232	1761	2432	—	—
		4,00	786	906	1020	1304	1658	2054	—	—	—	—
		4,50	1160	1350	1530	2052	—	—	—	—	—	—
16	400	2,00	—	—	—	—	—	210	270	318	381	481
		2,50	214	236	278	320	368	470	470	576	700	899
		3,00	303	336	371	444	520	600	782	984	1220	1644
		3,50	454	504	564	680	800	942	1267	1650	2130	—
		4,00	658	732	824	1016	1220	1455	2042	2800	—	—
		4,50	935	1044	1181	1473	1823	2250	3375	—	—	—
		5,00	1293	1505	1716	2174	2812	3571	—	—	—	—
		5,50	1815	2137	2463	—	—	—	—	—	—	—

Le nervature salienti di un solaio di ferro-cemento possono farsi esclusivamente in ferro; si hanno allora propriamente i solai con travi di ferro e vol-

tine o piattabande di ferro-cemento, ovvero le dette nervature si possono costruire separatamente in cantiere, facendo il getto di cemento in apposite forme

con la relativa armatura e quindi trasportare e mettere in opera come travi comuni di legno o di ferro. Nell'ultima Esposizione d'arte di Torino figuravano alcune travi di ferro-cemento trasportabili (sistema Corradini brevettato) delle quali crediamo utile dare

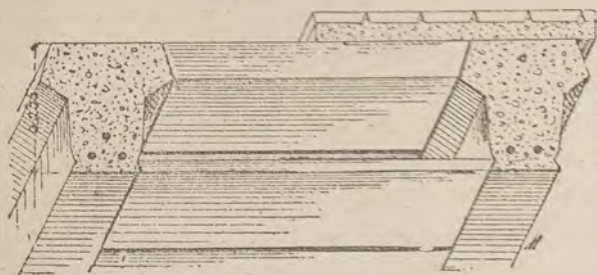


Fig. 228.

qui un cenno, perchè ritenute convenienti sia dal punto di vista economico tanto da potere rivaleggiare per il costo anche con i comuni solai di legno, come per il loro peso specialmente se alle travi di cemento

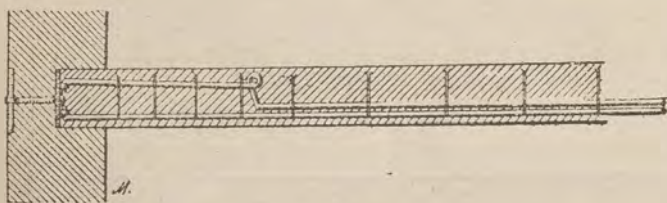


Fig. 229.

si accoppia un ripieno di tavelloni di cotto. La trave Corradini ha una sezione a *T* semplice costante per qualsiasi portata (fig. 228), foggjata a pieduccio sulle ali per ricevervi l'imposta dei tavelloni forati che in-

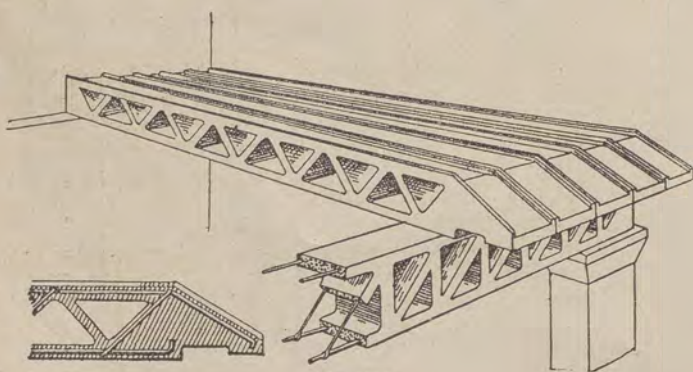


Fig. 230.

dividuano il palco su cui si estende in seguito il pavimento e provvista di un incavo al lembo inferiore della sezione sul quale si appoggiano le tavelline sottili destinate a ricevere la stabilitura del soffitto. La disposizione dei ferri nel conglomerato è simile a quella dell'Hennebique, soltanto le staffe, anzichè essere di lamiera, sono di fili di ferro, ed il getto di calce-

struzzo è preferibilmente composto con scorie di carbon fossile anzichè di ghiaia. Nella fig. 229 è dato lo schema della sezione longitudinale di una di queste travi-solaio che possono avere una lunghezza dai 3 ai m. 5,80; essendo costante la sezione, col variare della portata, variano la distanza delle travi e la sezione delle sbarre dell'armatura metallica.

Con le travi-solaio trasportabili del sistema Corradini si ha il vantaggio di potere montare speditamente un solaio, essendo facile la provvista di tavelloni, i quali si hanno sempre pronti nel commercio della lunghezza di m. 0,30 a m. 1 e di 5 in 5 cm. e la possibilità di potere montare un solaio così composto anche nella stagione invernale, ciò che non è concesso con gli altri sistemi.

Analoghi vantaggi presentano le travi di cemento a traliccio inventate dall'ingegnere Franz Visintini di Zurigo che hanno già avuto larga applicazione all'estero. Queste travi si compongono d'una soletta superiore, di una soletta inferiore e di solette trasversali e diagonali (fig. 230).

La soletta inferiore è armata di ferri longitudinali collegati coi tiranti delle diagonali onde rendere più rigido il traliccio dell'armatura.

Ponendo le travi Visintini le une accanto alle altre, murate alle due estremità o posate su travi principali dello stesso sistema, si vengono a formare dei solai semplici o composti come quelli a tipo ordinario in cemento armato.

Tali travi, allo scopo di impedire che possano flettersi separatamente per effetto del carico, vengono poi saldate fra di loro in modo speciale che assicura la continuità del solaio.

Una volta che il solaio è ultimato, i vuoti fra le due solette e le diagonali formano dei canali perpendicolari alla direzione delle travi e si ha quindi una doppia soletta che presenta il vantaggio di essere isolante al suono ed al calore per effetto dell'aria in essa contenuta.

Queste travi sono massiccie alle estremità; quelle destinate per terrazze o per tetti sono provviste alle loro estremità di una sporgenza e di un gocciolatoio. Esse vengono poste le une accanto le altre, come si è detto, saldate fra loro e con quell'inclinazione che più si crede conveniente per lo scolo delle acque; quindi vengono ricoperte da uno strato di asfalto per rendere impermeabile la copertura. La figura 230 rappresenta una simile terrazza appoggiante su una trave trasversale a traliccio.

Anche la ditta Ghilardi di Milano costruisce una grande varietà di solai composti di cemento, brevettati, alcuni dei quali veramente nuovi. Crediamo utile enumerarne qui i principali tipi che ricaviamo da apposito album della casa.

La fig. 231 dà la sezione trasversale di alcuni so-

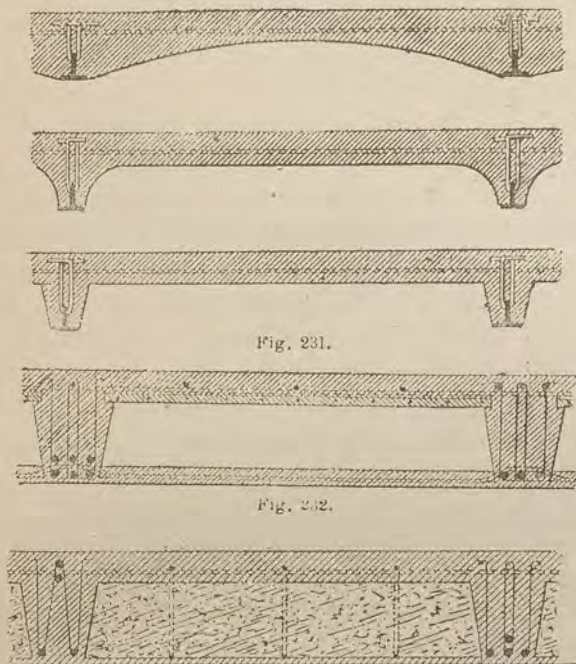


Fig. 231.

Fig. 232.

Fig. 233.

lai ordinari con travi armate di ferro a *T* semplice capovolti ed aventi la soletta intermedia a voltina curva, semipiana od a piattabanda. Il ferro a *T* inferiore è collegato al massiccio della zona superiore mediante grappe di ferro opportunamente distribuite. La soletta è pure armata di sbarre di ferro.

Nella fig. 232 si ha la sezione di un solaio con

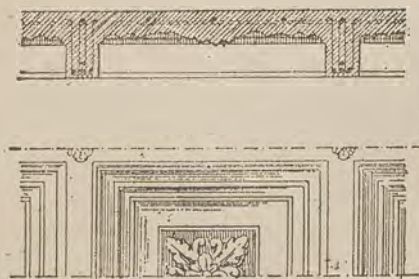


Fig. 231.

sottoposto soffitto pure in cemento armato, il quale viene costruito in opera contemporaneamente al resto del solaio. Ai ferri tondi che costituiscono l'armatura del soffitto si può sostituire una rete di filo di ferro accavalcantesi ai tiranti inferiori dei travetti. I vani fra i travetti si possono riempire di materie

leggieri (fig. 233) quali un béton di pomice, un agglomerato di cascami di sughero od un aggrovigliato di lana di legno con gesso o cemento. Le pareti delle travi e l'intradosso della soletta possono con-



Fig. 235.

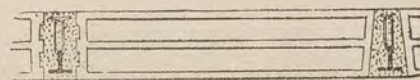


Fig. 236.

venientemente sagomarsi per costituire un soffitto a cassettoni (fig. 234).

La fig. 235 mostra la sezione di un solaio di mattoni vuoti di cemento o di cotto, di forma speciale ed aventi uno spessore sufficiente nella zona superiore per resistere da soli alla compressione e mu-



Fig. 237.

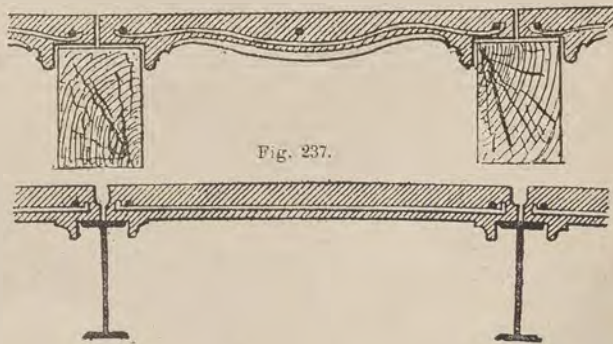


Fig. 238.

niti inferiormente di scanalature per ricevere dei tiranti metallici orizzontali correnti lungo tutto il soffitto sino agli appoggi su cui vengono impostati. Nella stessa figura si vedono le diverse sezioni che si possono assegnare tanto ai tiranti che ai mattoni vuoti.

La fig. 236 rappresenta alcuni solai misti in ferro e cemento, asfalto od altra pietra artificiale, con soffitto in volterrane od in tavelloni bucati di terra cotta o di altro materiale. Tanto in questi solai, quanto

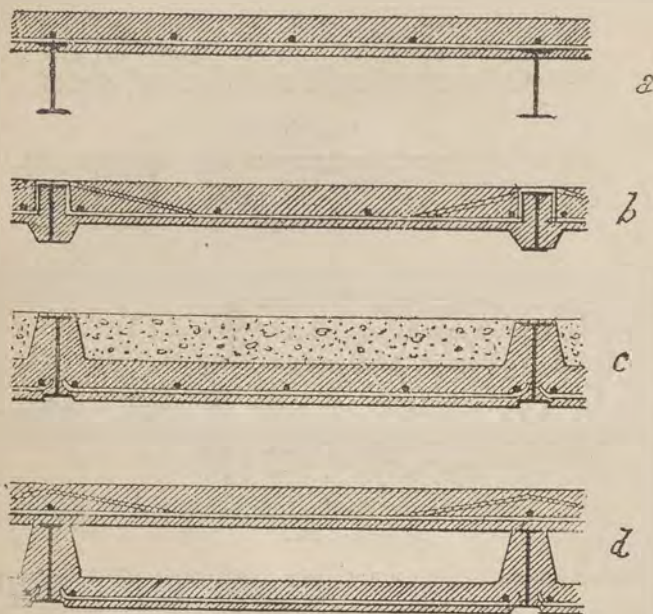


Fig. 236.

nell'altro indicato nella fig. 235 nelle superficie di giunzione si cola del cemento onde costituire un tutto monolitico fra i conci ed il metallo. Nella medesima figura 236 sono indicati i diversi modi di impostare i tavelloni sulle travi in ferro-cemento. Delle grappe speciali metalliche impediscono il distacco e lo scorrimento orizzontale tra la parte superiore (compressa)

e la inferiore (tesa) per la resistenza della quale non si fa alcun assegnamento sul materiale. La forma delle travi e dei mattoni può essere svariata come quella dei tiranti e dei loro collegamenti.

Nei tipi seguenti di solai le travi sono di ferro a doppio *T* o di legno; il lastrone del solaio è fatto in vari pezzi che si costruiscono nel cantiere e si collocano in opera quando sono completamente stagionate.

Nella fig. 237 si hanno travi di legno e lastre in ferro-cemento che funzionano da pavimento o da soffitto. Queste servono per solai di costruzione ordinaria a travi distanti da m. 0,50 a 1 m. Nel tipo segnato dalla fig. 238 le analoghe lastre servono per la costruzione di solai per terrazze scoperte. In questo caso le lastre nei giunti longitudinali presentano una scanalatura entro la quale viene colato un mastice che impedisce il passaggio dell'acqua. Al di sopra di tale solaio, ridotto impermeabile, si costruisce un pavimento qualsiasi e preferibilmente di mattonelle di cemento che sono pure impermeabili.

I tipi di solai rappresentati dalla fig. 239 vengono costruiti in posto direttamente. Si eseguono ordinariamente per distanze di poutrelles che variano da m. 0,70 a 2 m. Si osservi che in alcuni tipi della fig. 239 le poutrelles sono avvolte nel béton per preservarle dalla ruggine. I tipi *b* e *c* della fig. 239 sono destinati a ricevere superiormente un pavimento, nei tipi *a* e *d* la lastra superiore, liscia e rigata o rullettata, può funzionare essa stessa da pavimento; liscia greggia può riceverne qualunque altro.

LA COSTRUZIONE DEI PAVIMENTI E DEI SOFFITTI

CAPITOLO I.

I PAVIMENTI

§ 1.

LE GENERALITÀ.

I pavimenti si costruiscono allo scopo di stabilire sui solai, sulle vòlte od anche sul terreno naturale una superficie piana orizzontale o quasi orizzontale per potervi camminare comodamente o transitare con veicoli. Secondo l'uso al quale sono destinati gli ambienti nei quali si costruiscono, questi pavimenti possono assumere svariate specie dipendentemente anche dai materiali di cui si compongono e dal disegno con cui questi si predispongono. Per gli atrii, gli androni, i vestiboli ed i cortili pei quali oltre i pedoni possono transitare i veicoli, secondo il peso di questi e l'intensità del transito possono convenire i pavimenti di *ciottoli*, i pavimenti *lastricati*, quelli così detti *selciati*, i pavimenti di *pietrini di cemento compresso* e di *pietrini di terra cotta*, i *battuti comuni di cemento* ed i pavimenti fatti con *dadi di legno*. Per gli ambienti interni degli edifici a seconda della loro destinazione, della loro finitezza ed eleganza possono impiegarsi i pavimenti di *mattoni* e di *pianelle di cotto*, quelli di *piastrelle esagone di cotto*, quelli di *piastrelle di marmo*, i pavimenti fatti con *quadrelli od esagoni comuni di cemento* e gli altri con *quadrelli od esagoni di cemento a mosaico*, i pavimenti

battuti a mosaico così detti alla *Veneziana*, quelli fatti con *piastrelle smaltate* e di *ceramica* ed infine i pavimenti di *assicelle di legno*, così detti a *palchetto*. Per i terrazzi oltre i pavimenti in battuto comune di cemento sono in uso quelli di *asfalto* e quelli fatti con *piastrelle di asfalto compresso*.

§ 2.

I PAVIMENTI DI CIOTTOLI.

Per la formazione di questi pavimenti si impiegano ciottoli naturali quali si raccolgono nel letto dei fiumi o si ritrovano nelle terre di riporto alluvionale. Convengono specialmente i ciottoli provenienti dalle pietre dure (come, ad esempio, granito, rocce silicee, quarzose, arenarie e basaltiche) di forma oblunga con le dimensioni di m. 0,10 a 0,15 di lunghezza per m. 0,06 a 0,10 di larghezza.

Per la costruzione di questi pavimenti si dispongono e quindi si battono e si comprimono i ciottoli con la loro massima dimensione verticale (fig. 240) sopra un letto di sabbia o meglio sopra uno strato di malta dello spessore di 2 a 4 cm. disteso sul terreno preventivamente livellato o reso della necessaria pendenza (1 al 2 per cento) qualora il ciottolato debba rimanere esposto alle acque piovane.

Il fondo sul quale si distende lo strato di sabbia o di malta deve essere uniformemente duro; a tal'uopo si costipa con mazzaranghe se è sciolto e non di rado vi si interpone un sottofondo di ghiaia.

Le malte che si impiegano per la costruzione dei pavimenti di ciottoli sopra letto di malta preferibil-

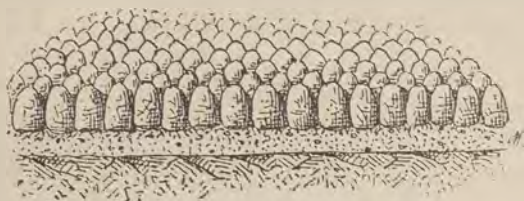


Fig. 240.

mente devono essere idrauliche e la sabbia per i pavimenti a secco deve essere priva di sostanze terrose. se si vuole che il letto riesca elastico ed incompressibile quando specialmente è bagnato. A tal uopo la sabbia deve pure essere nè grossa nè fine.

Il pavimento di ciottoli si presta ancora per il transito di pesanti veicoli e per resistere agli urti dei piedi ferrati degli animali, ma è il pavimento meno adatto per il transito dei pedoni, presentando una superficie individuata delle punte più acute dei ciottoli.

§ 3.

I PAVIMENTI LASTRICATI.

Questi pavimenti si costruiscono con pietre ridotte col taglio a forma regolare per lo più parallelepipedica. Convien che la grandezza di queste pietre non sia eccessiva, perchè i forti carichi eccentrici potrebbero spostarle facilmente con forte aggravio della loro manutenzione. Generalmente queste pietre hanno la lun-



Fig. 241.

ghezza di 30 a 60 cm. lo spessore e la larghezza di 15 a 25 cm.; sovente però queste dimensioni sono oltrepassate laddove le cave facilmente si prestano a fornire conci più grossi.

Come per i pavimenti di ciottoli le pietre nei pavimenti lastricati si collocano sopra un letto di sabbia

ovvero sopra un letto di malta stabilito in un suolo resistente e compresso.

La sabbia per i lastricati costruiti a secco sarà sempre pura, priva cioè di sostanze terrose e le malte per i lastricati sopra letto di malta saranno preferibilmente idrauliche.

Pei lastricati destinati al transito dei veicoli sono preferibili le pietre dure e fra queste quelle che meglio resistono all'attrito. Il granito, le rocce porfiritiche, le scistose, le arenaree, le lave vulcaniche, le dolomitiche, ecc. sono le più convenienti.

Se i pavimenti lastricati servono soltanto al passaggio dei pedoni, come avviene nei marciapiedi, sotto i portici ecc., i conci possono avere uno spessore minore e generalmente compreso tra 4 e 10 cm. a seconda dell'intensità del transito e della resistenza delle pietre.

Anche ai pavimenti lastricati si assegna una pendenza corrispondente ad $\frac{1}{60}$ circa, qualora questi sono

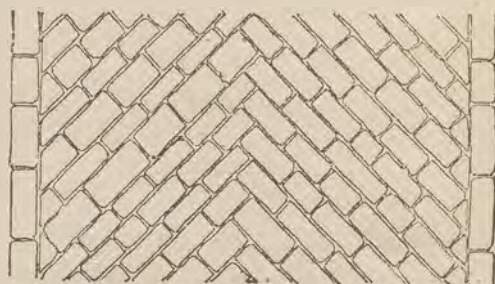


Fig. 242.

destinati a rimanere esposti alla pioggia. La disposizione dei conci più vantaggiosa per la presa dei piedi degli animali è quella con cui la loro lunghezza risulta normale alla direzione del transito (fig. 241). In questo caso i giunti trasversali si alternano irregolarmente fra i vari filari, perchè la stessa ruota ne incontri il minor numero possibile lungo il suo percorso.

La disposizione a spina pesce (fig. 242) sovente assegnata ai filari di pietre nei lastricati stradali se si presenta meno adatta per la presa dei piedi degli animali, ha il vantaggio di non presentare alcuna commessura parallela alla linea del transito; questa disposizione è per altro indispensabile nell'incrocio di due strade (fig. 243). Assegnando ai conci una forma parallelogrammica, essi potranno disporsi con la loro lunghezza in direzione perpendicolare all'asse della strada (fig. 244) senza che i giunti trasversali risultino paralleli all'asse medesimo.

Generalmente la costruzione dei pavimenti lastri-

cati procede nel seguente modo: Si comincia a scavare il fondo destinato a ricevere il lastricato fino ad un livello inferiore di quello del pavimento di quanto è lo spessore dei conci e del loro sottofondo, ed a questa profondità il terreno si livella o gli si assegna la pendenza voluta, battendolo e comprimendolo. Pei lastricati con conci posati sopra sabbia si distende sul fondo così preparato uno strato di sabbia di 15 a 20 cm. di spessore e quindi segnato con la cordicella da muratore l'allineamento di ciascun filare si collocano i conci battendoli fortemente con una mazzaranga gli uni vicini gli altri, di maniera che le commessure non risultino più larghe di mezzo centimetro. A tal'uopo i cunei sono lavorati a pelle piana lungo le quattro faccie di contatto ed a pelle rustica sulla faccia superiore. Le commessure si riempiono di sabbia fine allorchè il lastricato è stato ulti-

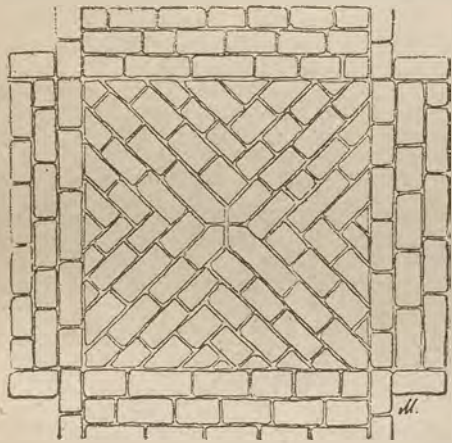


Fig. 243.

mato. Per i lastricati sopra letto di malta sul terreno congruato e battuto si distende un letto di sabbia, di calcinaccio o meglio ancora di calcestruzzo dello spessore di 8 a 12 cm. sul quale si stabilisce uno strato di malta idraulica dello spessore di 4 cm. circa. Le pietre si dispongono sulla malta come prima, facendo cioè uso della cordicella per l'allineamento dei filari, e della mazzaranga per batterle e stringerle fra loro calzandole con scaglie e stuccandone le commessure con malta fine. Analogo procedimento si tiene per la costruzione dei lastricati con pietre di piccolo spessore.

§ 4.

I PAVIMENTI SELCIATI.

I pavimenti selciati sono quelli fatti con piccoli conci aventi forma piramidale tronca ricavati di so-

lito da pietre dure, resistenti all'attrito ed inalterabili all'azione degli agenti esteriori. Per ottenerli con minore lavoro si preferiscono le pietre che con facilità si lasciano rompere regolarmente e quindi i grès, i basalti ecc.

I conci nei pavimenti selciati hanno generalmente



Fig. 244.

piccole dimensioni, sono a base quadrata con lato di cm. 8 a 20 od a base rettangolare doppia del quadrato.

La costruzione dei pavimenti selciati, come ne' pavimenti lastricati, procede disponendo le pietre sopra un letto di sabbia ovvero sopra un letto di calce; nel primo caso si hanno le selciate costruite *a secco* e nel secondo quelle costruite *in malta*.

Si comincia la costruzione col preparare il terreno che a tal'uopo si livella e si costipa, sul quale si stende un suo'o di sabbia dello spessore di 10 a 20 cm. Se i selci vanno murati si preferisce costruire il sottofondo disponendo prima uno strato di ghiaia e quindi uno strato di sabbia del complessivo spessore di 12 a 18 cm.; sopra questo sottofondo si distende uno strato di malta dello spessore di 4 cm. circa.

I selci si dispongono accostati l'uno all'altro ed allineati con l'uso della cordicella per filari diretti

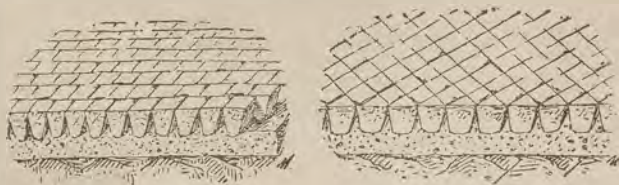


Fig. 245.

perpendicolarmente all'asse stradale ovvero inclinati a 45 gradi rispetto a questo (fig. 245). Quest'ultima disposizione è indicata per il transito dei veicoli. Le commessure si riempiono di sabbia fine nelle selciate a secco e di malta molto liquida in quelle su letto di malta.

Eseguita una grande estensione di selciati si pro-

cede alla sua pigiatura che va fatta per corsi regolari mediante mazzaranghe (fig. 246) segnando generalmente la medesima andatura con la quale i

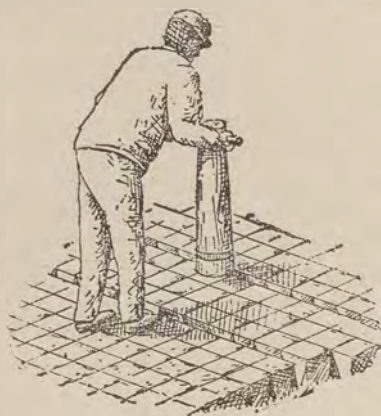


Fig. 246.

selci sono collocati a sito. Si netta quindi la superficie del pavimento della sabbia superflua o della malta affluente dalle commessure per effetto della pigiatura.

§ 5.

I PAVIMENTI CON PIETRINI DI CEMENTO COMPRESSO, O CON PIETRINI DI TERRA COTTA.

Nella loro costruzione questi pavimenti richiamano quelli selciati. Le pietre anzichè essere naturali sono artificialmente fabbricate con forme e dimensioni varie.

I pietrini di cemento sono generalmente quadrati di m. 0,20 di lato o rettangolari aventi il lato più lungo di m. 0,25 doppio del lato più piccolo, perchè convenientemente possano disporsi a spina pesce. Questi pietrini possono superiormente terminare, con una superficie unita, rigata, picchettata, a quadri più o meno grandi, o a disegno come ne fanno fede gli esemplari riprodotti nella Tav. XXX, che abbiamo potuto rilevare fra i tipi fabbricati dalla nota Ditta Ghilardi di Bergamo.

Lo spessore dei pietrini è variabile intorno ai 3 cm. secondo il peso dei veicoli e l'intensità del transito; la loro costruzione in cemento compresso ha luogo col medesimo procedimento che si segue per i quadri od esagoni di cemento di cui si dirà in seguito. I pietrini di cemento si mettono in opera sopra un letto di malta idraulica distesa sopra un sottofondo di ghiaia o di calcestruzzo di spessore variabile col peso dei veicoli.

Anche i pietrini o mattonelle di cotto di forte spessore possono avere la medesima forma dei pietrini di cemento e terminare superiormente con superficie unita, rigata, a quadri o semplicemente smussata agli spigoli. Il loro spessore varia dai 15 ai 20 mm. e si mettono in opera sopra un letto di cemento Portland disteso sopra un sottofondo di calcestruzzo dello spessore corrispondente agli sforzi cui il pavimento è destinato a sopportare. Nella Tav. XXXI figg. 1-4 sono riportati i tipi più comuni di mattonelle di questo genere a forte spessore e grande resistenza che fornisce oggi giorno la Società ceramica Ferrari di Cremona. Il tipo della fig. 1 è costituito da quadrelli con smusso di mm. 110 di lato e di mm. 16 di spessore; nel tipo della fig. 4 i quadri nelle medesime dimensioni sono striati a disegni; nella fig. 2 si hanno mattonelle rettangolari a semplice smusso di mm. 144 × 72 con lo spessore di mm. 18. Il pavimento del tipo segnato nella fig. 3 si compone di mattonelle di mm. 156 × 40 di superficie e dello spessore di 55 mm., posate a secco sopra uno strato di sabbia di 8 mm. circa di spessore, disteso sopra un fondo ben sistemato e sufficientemente solido; le commessure si riempiono con cemento a lenta presa molto diluito.

Questi pavimenti di cotto, riuscendo inattaccabili agli acidi, trovano conveniente applicazione oltre che per atri, cortili, marciapiedi, scuderie anche per gallerie di caldaie o di macchine, per stabilimenti chimici, per caseifici, ecc.

§ 6.

I PAVIMENTI DI BATTUTO COMUNE DI CEMENTO.

I pavimenti di battuto comune di cemento si compongono di pietruzze rilegate fra loro con malta idraulica o cementizia. Questi pavimenti si eseguono con preparare anzitutto il terreno sul quale devono stabilirsi, scavandolo per 10 a 20 cm. circa al di sotto del livello che deve avere il pavimento, congruagliandolo e pilonandolo con mazzaranghe, finchè non sia ridotto solido.

Sul terreno così apparecchiato si stende uno strato di 5 a 15 cm. di calcestruzzo impastato in cantiere ovvero sul posto disponendo a strati alternati pietrisco e malta idraulica che si battono strato per strato finchè ogni strato di pietrisco non si sia bene internato nel sottoposto strato di malta. Indi sul letto di calcestruzzo si distende uno strato di beton di

ghiaietta alto cm. 3,5 che si batte e si comprime con cura. Talora al calcestruzzo si sostituisce semplicemente uno strato di ghiaia di 10 cm. circa di spessore e quindi lo strato di béton di ghiaietta

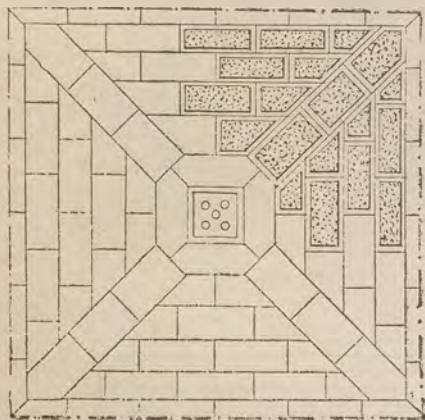


Fig. 247.

alto 8 cm. sul quale in ultimo si distende uno strato di malta di cemento Portland dello spessore di 3 cm. che costituisce il pavimento propriamente detto, ovvero uno strato di malta idraulica composta con parti uguali di calce viva, sabbia e ottima pozzolana, piuttosto densa e ben manipolata che si batterà mantenendola costantemente umida due volte al giorno fino al suo completo consolidamento.

A questo battuto di cemento si può dare l'aspetto di un pavimento lastricato con pietre (fig. 247) tracciandovi sopra finte commessure e buchere, e l'andone la superficie con apposito cilindro o semplicemente martellinandola.

§ 7.

I PAVIMENTI CON DADI DI LEGNO.

Anche i pavimenti fatti con dadi di legno richiamano da vicino per la loro costruzione quelli fatti con prismi di pietra. Un pavimento in legno si può fare in diverse maniere ed in ogni caso esso consta di due parti distinte, del sottofondo, cioè, e del pavimento in legno.

I prismi di legno possono avere la base quadrata o rettangolare, qualche rara volta hanno base poligonale o circolare. Le loro dimensioni variano col variare degli sforzi ai quali si sottopone il pavimento. Per gli atrii, i vestiboli, le rimesse, le stalle, ecc. dove il consumo non è forte i primi a base quadrata si fanno di 12 a 15 cm. di lato ed altrettanto di altezza. A Berlino per la pavimentazione stradale si è adottata l'altezza di 13 cm.; a Parigi si pavimentano strade con prismi di pianta rettangolare di m. $0,22 \times 0,08$ di larghezza per 15 cm. di altezza, a Londra i medesimi prismi hanno le dimensioni di cm. 20 a 25×10 e 16 cm. d'altezza. Per marcia-

piedi, portici, ecc., per passaggi pedestri, l'altezza dei prismi si può limitare a 10 e perfino a 8 cm.

I legnami più adatti per ricavarne dei prismi sono l'abete di Germania e il pino-pece d'America. Questo ha il vantaggio di essere più resinoso e quindi

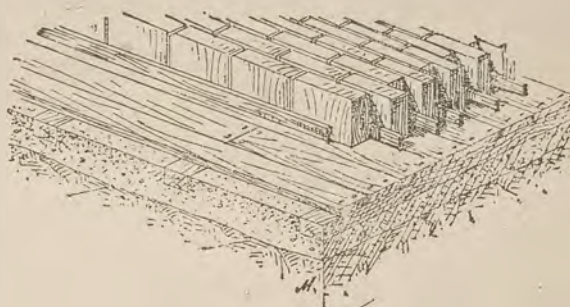


Fig. 248.

di lasciarsi marcire più difficilmente all'umidità, l'altro invece è più dolce e si consuma più uniformemente alla sua superficie.

I prismi di legno vanno ricavati con le fibre legnose disposte nel senso della loro altezza. Generalmente si fanno imbevare di catrame, di creosoto, di carbolina o di una soluzione di cloruro di zinco prima di essere collocati in opera.

La costruzione dei pavimenti con mattonelle di legno può procedere nella seguente maniera: Si congraglia e si costipa il terreno sul quale si deve costruire il pavimento ad una profondità corrispondente all'altezza dei dadi aumentato dello spessore del sottofondo. Sul medesimo ad una distanza di m. 1,50 circa si dispongono delle lungherine di legno

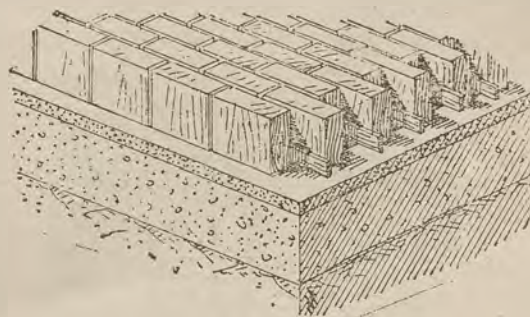


Fig. 249.

parallele in maniera che la loro faccia superiore stia allo stesso livello del terreno; sulle lungherine si inchioda un robusto tavolato di legno dello spessore di 5 cm. circa, avendo cura di lasciare una piccola distanza fra le tavole, perchè l'acqua piovana non rimanga stagnante sul tavolato. Sopra di questo si collocano i prismi disponendoli allineati per filari con

direzione normale all'asse stradale. I prismi si tengono fra loro distanziati di 5 mm. circa, a tale scopo fra due filari consecutivi si interpone un correntino di legname incatramato che fissato con un chiodo

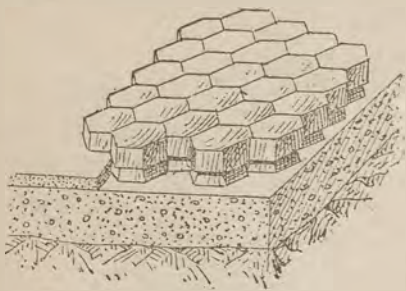


Fig. 250.

ad ogni dado mantiene questi distanziati fra loro. Si riempiono quindi le commessure di malta idraulica ovvero di sabbia o di ghiaietta nella quale si fa colare dell'asfalto o del catrame liquido. Un pavimento di questo genere riesce più duraturo se il palco di tavole con lungherine che costituisce il sottofondo si fa poggiare sopra uno strato di sabbia frapposto tra il palco ed il terreno naturale (fig. 248).

Il miglior sistema di costruire un pavimento con prismi di legno è senza dubbio quello in cui il sottofondo è costituito di uno strato di calcestruzzo di spessore compreso fra i 10 e i 20 cm., variabile secondo il peso dei veicoli che vi devono transitare sopra, ricoperto di uno strato di malta di cemento spianato con cura (fig. 249). Il letto di calcestruzzo offre il vantaggio di preservare il legno dall'umidità del sottosuolo. Fra il letto di calcestruzzo ed i prismi di legno suolsi interporre uno strato di circa 1 cm. di spessore di sabbia asciutta allo scopo di rendere elastico il pavimento.

Nella fig. 250 si ha la vista di un pavimento con dadi di legno a base esagonale, che si mette in opera

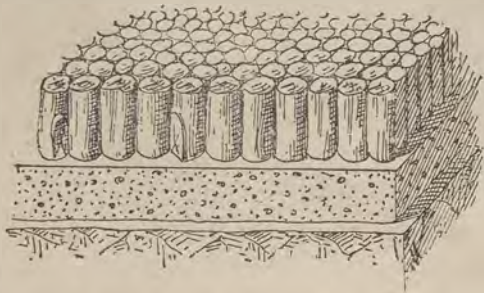


Fig. 251.

per lo più a bagno di malta; nella fig. 251 un pavimento costruito con dadi ricavati da tronchi d'albero del diametro di 5 a 10 cm. conveniente il primo per locali non soggetti a forte transito, il secondo anche per pubbliche strade.

§ 8.

I PAVIMENTI DI MATTONI O DI PIANELLE DI COTTO.

Nei pavimenti di cotto od ammattonati i mattoni e le pianelle (figg. 1-3, Tav. XXXIV, Vol. I) possono essere messe in opera di piatto, di costa e più raramente di punta. Questi pavimenti si eseguono a secco ovvero sopra un letto di malta, in ambo i casi sopra un terreno bene congruato e compresso a cui si dà la pendenza che si vuole assegnare all'amattonato e coll'intermezzo di un sottofondo di terra o di muratura disteso sul terreno.

I mattonati a secco si eseguono con pianelle o

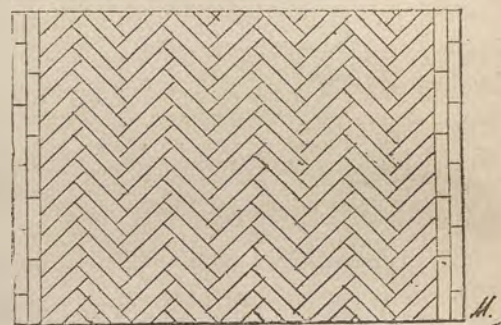


Fig. 252.

con mattonelle situate di costa sopra un sottofondo di sabbia asciutta dello spessore di 2 cm. circa direttamente posato sul terreno preparato come sopra si disse. I mattoni si dispongono per filari bene allineati per mezzo della cordicella e diretti perpendicolarmente alla direzione del passaggio con giunti alternativi per ogni filare ovvero a spina di pesce (fig. 252) ed in tale posizione si battono leggermente col manico del martello e dopo averli bene assestati se ne riempiono le commessure con sabbia fine.

I mattonati sopra letto di malta si possono costruire di costa, ma più sovente i mattoni e le pianelle si dispongono di piatto. A tal'uopo sul terreno preparato, sul solaio o sulle volte rinfiancate in piano si distende un letto di sabbia, di calcinacci o

di calcestruzzo, se il pavimento deve preservarsi dell'umidità del sottosuolo, ovvero non deve lasciar passare l'umidità come avviene per i terrazzi, alto circa 5 cm. che si conguaglia e si comprime. Sopra

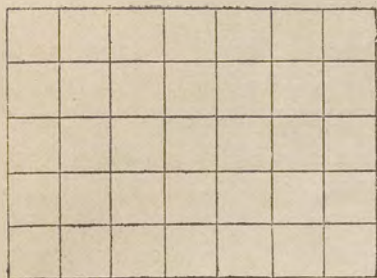


Fig. 253.

questo sottofondo si distende uno strato di malta che sarà comune se il sottofondo è di sabbia, di calcinacci, idraulica se il sottofondo è di calcestruzzo, spesso circa mm. 25 sul quale si dispon-

gono i mattoni quadri di piatto secondo filari diretti parallelamente ai muri (fig. 253) o nel senso diagonale (fig. 254) ovvero anche a spina di pesce se in luogo di mattoni si fa uso di piastrelle (fig. 255). I mattoni si mettono in opera dopo averli imbevuti di acqua per evitare che essi assorbano l'acqua dalle malte a questa necessaria per far presa. Si mettono in opera i mattoni facendoli scorrere sulla malta nel senso diagonale per ri-

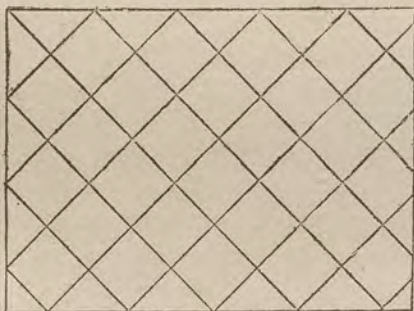


Fig. 254.

spetto alla direzione del filare di maniera che la malta affluisca dalle giunture e quindi si battono leggermente col manico del martello o della cazzuola finché la loro faccia superiore non si riduca a livello cui essa deve esattamente rimanere.

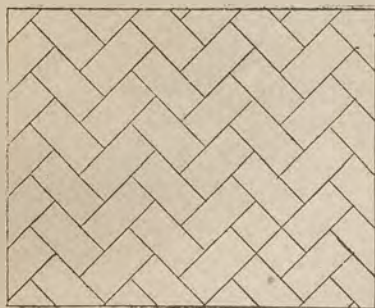


Fig. 255.

Terminata la posa di tutti i mattoni se ne stuccano le commesse con malta fine cementizia e tosto si puliscono perché la loro superficie resti pulita. I pavimenti con mattoni o piastrelle di cotto presentano l'inconveniente di produrre molta polvere; essi perciò poco si addicono per le stanze di abitazione, mentre trovano vasta applicazione nei magazzini, nelle bot-

teghe, nelle cantine, nel dipartimento della servitù, degli appartamenti, ecc.

§ 9.

I PAVIMENTI CON PIASTRELLE DI COTTO.

Le piastrelle di cotto a differenza delle piastrelle sono costruite con terra fine speciale ferruginosa esenti di materie calcaree; sono anche compresse e colorate a tinta unita in rosso, giallo e nero, od a tinte variate secondo speciali disegni. Comunemente alle piastrelle si assegna la forma di un esagono regolare con m. 0,10 a 0,22 di distanza dai lati opposti e con lo spessore di m. 0,01 a 0,027; possono però anche essere quadrate od assumere la forma di un ottagono con dimensioni svariate. Accoppiate insieme ad uno, due o tre colori possono dare luogo a svariatissimi disegni di cui ne riproduciamo alcuni nella Tav. XXXII, che ricaviamo dai tipi forniti dalla rinomata Società ceramica Ferrari di Cremona. I medesimi pavimenti costruiti con quadri di terra cotta greificata, a tinte varie bene disegnate, possono riuscire di una eleganza che difficilmente si può raggiungere con altri materiali del genere. Nella Tav. XXXIII sono rappresentati alcuni tipi di questi pavimenti che ricaviamo da un catalogo della medesima Ditta. Il loro costo per quelli a tinta unita varia da 3 a 4 lire a mq. e per quelli a vario disegno da 7 a 10 lire, esclusa la posa in opera.

Per la costruzione di questi impianti il piano di posa deve essere bene battuto, solido e perfettamente regolare, più basso di 14 a 30 mm. del piano finito. Si otterrà un buon piano stendendo sul suolo o sul solaio uno strato di béton di ghiaietta e calce idraulica dello spessore di 5 cm. battendolo e spianandolo diligentemente. Avanti la posa delle piastrelle il béton deve essere sufficientemente indurito. La posa si fa con cemento Portland o con calce idraulica, per cui le piastrelle fanno fortissima presa, specialmente se prima vengono bagnate a saturazione. Sui pavimenti appena ultimati si stende della segatura di legno che vi si lascia per 3 o 4 giorni, quindi per pulirli si soffregano con uno strofinaccio imbevuto di una soluzione di acido cloridrico.

I pavimenti a disegno con esagoni a tinta unita si usano in generale senza bordi; se si vuole il bordo si dispongono nel perimetro soltanto gli esagoni rossi, limitando così il disegno ad una superficie più ristretta.

§ 10.

I PAVIMENTI CON PIASTRELLE DI MARMO.

I pavimenti con pastrelle di marmo non differiscono dai pavimenti con mattoni e piastrelle di cotto che per il materiale di cui sono fatti. La loro posa in opera richiede le norme medesime che sono state indicate per quelli.

Le piastrelle di marmo possono avere forma qualsiasi, quadrata, esagonale, rettangolare, a losanga, ecc. e colori differenti se fatti con marmi diversi; fatti dello stesso marmo possono avere colore più o meno intenso per cui è sempre possibile disporli a disegni svariati. Gli architetti romani e del Rinascimento ne fecero grandissimo uso non essendo allora in uso molti dei materiali che si impiegano oggi.

§ 11.

I PAVIMENTI DI QUADRELLI ED ESAGONI

DI CEMENTO COMPRESSO.

La proprietà che ha il cemento Portland di indurire potentemente in un breve spazio di tempo si utilizza convenientemente non solo per la costruzione dei pavimenti di getto (battuti) come si è detto innanzi, ma anche per la costruzione di piastrelle quadrate od esagonali colorati od a mosaico, le quali si impiegano nella costruzione dei pavimenti in sostituzione di quelli di cotto, rispetto alle quali presentano maggiore solidità ed eleganza.

La costruzione dei quadrelli e degli esagoni di cemento procede nella seguente maniera: Sul fondo di uno stampo di ferro di dimensioni corrispondenti a quelli della pianella che si vuole costruire, si introduce una rete di ottone le cui maglie hanno la forma corrispondente al disegno che si vuole dare alla superficie della pianella. In ciascun scomparto della rete si versa con un cucchiaino una quantità nota di cemento Portland colorato diversamente, conforme disegno, ridotto in pasta tenera che si spalma e leggermente si comprime sul fondo dello stampo. Levata la rete si colma lo stampo con malta del medesimo cemento senza colore alcuno; indi si versa sopra del cemento secco ed il tutto si sottopone all'azione di una pressa idraulica capace di produrre una pressione di 140 Kg. circa per cm. quadrato di superficie. Levata la pianella dallo stampo si immerge nell'acqua per un paio d'ore, quindi si leva e si fa asciugare all'aria libera ed all'ombra.

Per gli svariati e ricchi colori, nonché per i molteplici disegni che si possono imprimere ai quadri ed esagoni di cemento, questi materiali si prestano per dare pavimenti molto decorativi ad un prezzo relativamente mite per rispetto agli altri materiali consimili. Nella Tav. XXXIV abbiamo voluto produrre alcuni dei tipi più comunemente usati di questi pavimenti quali vengono costruiti da molte fabbriche fra le quali primeggia senza dubbio la Ditta Ghilardi con sedi a Bergamo, Genova, Palermo, Monza, e Milano. In questa tavola si hanno indicati alcuni pavimenti con mattonelle, così dette in cemento semplice e le relative bordure che servono a costituire la fascia o controbordo intorno al pavimento di fondo. I bordi per i pavimenti però non sono necessari; specialmente nei locali non esattamente rettangolari e di lati assai disuguali si consiglia di escluderli ed in tal caso il disegno di fondo si estende fino alle pareti.

Nella Tav. XXX sono riprodotti alcuni pavimenti di mattonelle così dette *a mosaico* e le relative bordure le quali si costruiscono col medesimo procedimento, mettendo cioè nello stampo prima di colare il cemento liquido piccole scheggie di marmi colorati che conglomerati dal cemento danno il colore alle mattonelle per le quali perciò non occorre che la pasta di cemento sia preventivamente colorata.

Per la posa in opera di un pavimento in mattonelle di cemento la Società italiana per le calce ed i cementi prescrive alcune norme utili a conoscersi perchè dalla loro osservanza dipende in gran parte la buona riuscita del pavimento.

Per la posa di un pavimento non basta avere a propria disposizione un ottimo cemento od una buonissima calce, occorre disporre di esperti operai i quali sappiano osservare a dovere quanto segue: Quando si tratta di adagiare un pavimento sopra un fondo ordinario e buono, si comincerà coll'eseguirvi un letto di béton di calce idraulica di 5 cm. circa di spessore. Se il sottosuolo è cattivo converrà prima costiparlo ed assegnare al letto di béton almeno 10 cm. di spessore. Quando lo strato di béton ha fatto presa non bisognerà dimenticare di spruzzarlo ed anche lavarlo, se del caso, ripetutamente con acqua fino ad imbibimento completo per ottenere la minima aderenza della malta, la quale si preparerà assai ricca di cemento od impastata molto tenera.

La malta si stende sul béton in uno strato di 2 cm. circa e vi si comprime leggermente a mezzo

della cazzuola; sopra questo strato si adagia il quadrello battendolo cautamente col manico della cazzuola stessa fino a perfetta aderenza. Bisogna curare che il quadrello sia preventivamente bene imbevuto d'acqua.

Quando il pavimento è completo e le malte bene indurite si procede alla sua levigatura. A tale scopo si lava accuratamente con acqua abbondante la superficie dei quadrelli e poscia con una pietra arenarea finissima o meglio ancora con un blocco di pietra pomice assicurato all'estremità di un manico di legno si strofina energicamente la superficie del pavimento in presenza di eccesso d'acqua. In tal modo si ottiene una lisciatura perfetta e si asporta qualsiasi piccola asperità dovuta ad una posa non troppo accurata.

In ultimo si può procedere anche alla sua lucidatura dopo averlo levigato nella maniera anzidetta. Ciò si consegue con apposita vernice che a riprese con uno strofinaccio di tela si distende sul pavimento e si strofina con un pezzo di sughero ricoperto di uno o due strati di tela perchè, la vernice rimanga assorbita dai quadrelli. Questa ultima operazione però non sempre è necessaria, perchè i pavimenti di mattonelle di cemento coll'uso riescono sempre più levigati e lucidi.

§ 12.

I PAVIMENTI A MOSAICO ALLA VENEZIANA.

Questi pavimenti a rigore non dovrebbero stabilirsi sopra solai molto elastici come sarebbero quelli fatti con travi di legno, tuttavia avendo cura di stabilire un sottofondo sufficientemente rigido e resistente questi pavimenti possono impiegarsi ovunque.

Per costruire i pavimenti a mosaico, sul suolo, preventivamente spianato, o sul solaio si stende un primo strato di calcestruzzo, detto *massiccata*, dello spessore di 4 a 12 cm. composto di calce idraulica, sabbia e coccio, ovvero di calce, buona pozzolana e polvere non stacciata di marmo, che si conguaglia, si batte e si comprime finchè non si sia ridotta a metà della sua grossezza. Allorchè questo primo sottofondo si è consolidato, vi si stende sopra uno strato di malta cementizia dello spessore di 25 mm. formato con calcina grassa bene manipolata con polvere di coccio ovvero con calcina, pozzolana o polvere stacciata di marmo, detta volgarmente *stucco*, che si fa asciugare per alcune ore e finchè non si sia indurita al punto da potervi scalfire sopra con

uno stile il disegno a scomparti od a fiorami che deve presentare il pavimento. Indi si collocano le pietruzze di marmi che devono formare il mosaico, seguendo il disegno già segnato sullo stucco ed i colori indicati sul disegno fornito dall'ingegnere.

Ordinariamente si distinguono due qualità di pavimenti a mosaico e cioè quelli in cui le pietruzze di forma cubica, ricavate da marmi colorati, sono ordinate e messe in opera una per una in maniera da formare il disegno di fiori, di ornamenti, di figure, di veri quadri, ecc.: come si suppose praticato nella Tav. XXXV che riproduciamo dal Trattato del Breyman e precisamente nelle soglie e nelle fascie o bordure situate all'ingiro del mosaico che costituisce il fondo del pavimento e quelli in cui le pietruzze marmoree hanno forma irregolare e si mettono in opera seminandole senza ordine, detti perciò *a mosaico seminato*, dopo avere conficcato nello stucco alcuni cubetti di marmo, l'uno presso l'altro in modo da fare i contorni delle diverse figure. Nella Tav. XXXV sopra citata sarebbe mosaico seminato soltanto quello del fondo del pavimento più piccolo, circondato da una fascia dello stesso genere di mosaico, mentre il fondo del pavimento più vasto apparterrebbe al primo genere di mosaico.

Comunque collocate le pietruzze si procede tosto ad affondarle nello stucco, il quale a tale scopo deve essere tuttavia sufficientemente tenero umettandolo occorrendo con acqua, servendosi di un rullo metallico, il quale serve ancora a raddrizzare le pietruzze quando sono seminate, di maniera da farle presentare alla superficie del pavimento con una faccetta piana e quando tutte le pietruzze sono scomparse nello stucco si versa sopra una malta di cemento liquido destinata ad otturare tutti i vuoti e quando si è sicuri, dopo alcuni giorni di riposo che la malta si è perfettamente essiccata si procede alla *rotatura* del pavimento,

Questa operazione si compie per mezzo di una pietra arenarea ampia quanto un mattone, fissata all'estremità di un bastone, con la quale si soffrega il pavimento dapprima con la presenza dell'acqua e di polvere di marmo o sabbia fine, poscia a secco finchè la superficie del pavimento non si sia perfettamente levigata. Operato quindi un buon lavacro e fatta asciugare la superficie, si procede infine alla sua lustratura con cera vergine sciolta in essenza di trebentina che si distende e si stropiccia con uno straccio di lana fino a perfetta lucidatura.

§ 13.

I PAVIMENTI CON PIASTRELLE
DI TERRA COTTA SMALTATA E DI CERAMICA.

I pavimenti di terra cotta smaltata sono comunissimi in Italia specialmente nelle provincie meridionali ove se ne fabbricano a prezzo veramente mite.

Le piastrelle di terra cotta smaltata costano delle piastrelle propriamente dette in terra cotta e dello smalto disteso sulla sua faccia superiore. Le piastrelle in terra cotta non hanno nulla di diverso dei mattoni e delle pianelle comuni; per la loro costruzione sono preferibili le terre argillose piuttosto fini dotate della proprietà di fortemente indurire allorchè vengono cotte.

Le piastrelle di ceramica si distinguono dalle precedenti per la qualità della terra cotta che è più fine, che si avvicina più alla maiolica anziché alla terraglia.

Le piastrelle prima di ricevere lo smalto devono presentare bene spianata la faccia destinata a riavere lo smalto e molto ruvida la faccia opposta perchè possa fare facile presa con le malte.

Lo smalto è un composto vetroso contenente silice e allumina uniti talvolta a qualche fondente. Si ottiene facilmente stendendo a freddo col pennello sulla superficie delle piastrelle un impasto fluido di polvere di vetro con acqua e provocandone la fusione sottoponendo la piastrella ad un'alta temperatura.

Lo smalto si colora coll'aggiunta di ossidi metallici. Per avere lo smalto colorato in bianco delle ordinarie mattonelle da cucina si impiega un miscuglio di vetro pestato con ossido di piombo (88 p.) ed ossido di stagno (12 p.). Le sostanze che comunemente si impiegano per la colorazione degli smalti sono l'ossido di cobalto per la colorazione in bleu, l'ossido di rame e l'ossido di cromo per la colorazione in verde, l'ossido di antimonio ed il cloruro d'argento per la colorazione in giallo, l'ossido di manganese per la colorazione in viola. Un buon smalto giallo si compone di smalto bianco 91, giallo di Napoli, (ossido di antimonio) 9; lo smalto azzurro di smalto bianco 95, azzurro di cobalto 5; lo smalto verde di smalto bianco 95, battitura di rame 5 ovvero smalto bianco 94, ossido ramoso 4, giallo di Napoli 2; lo smalto violetto con smalto bianco 96, biossido di manganese 4.

Coll'applicazione degli smalti colorati si ottengono piastrelle che danno pavimenti riccamente decorati, specialmente se i colori sono dati a disegno.

Nelle Tav. XXXVI e XXXVII sono riprodotti alcuni tipi di piastrelle per pavimenti e per rivestimenti di parete smaltate al gran fuoco; nella Tav. XXXVI sono dati quelle a due colori, bianco avorio e celeste, per cucine, latrine, stanze da bagno ecc.: le cui dimensioni variano per i quadri di m. 0,10 a 0,20 di lato, per gli esagoni da m. 0,12 a m. 0,16 di diametro e per gli ottagonni da m. 0,14 a 0,16. Nella Tav. XXXVII sono riportati alcuni svariati disegni di piastrelle per rivestimenti che rileviamo dai tipi fabbricati dalla Società Ceramica Richard-Ginori di Milano.

§ 14.

I PAVIMENTI DI LEGNO A PALCHETTO.

I pavimenti così detti *apalchetto* (parquet) sono da distinguersi dai pavimenti di tavole di cui abbiamo dato un cenno trattando della costruzione dei solai, in quanto che costano questi pavimenti di assicelle larghe dai 6 ai 15 cm. e dello spessore costante compreso tra 17 a 34 mm. unite fra loro a semplice linguetta od a linguetta riportata (fig. 256), mentre nei pavimenti comuni di tavole raramente queste hanno una larghezza inferiore ai 25 cm. e semplicemente accostate a filo piano le une alle altre sono direttamente chiodate sui travicelli che sostengono il solaio.

I pavimenti di legno sono indicati per le regioni



Fig. 256.

fredde perchè oltre alla pulitezza ed eleganza offrono il vantaggio di comportarsi da isolanti per rispetto al calore racchiuso negli ambienti.

I legnami che più comunemente si impiegano per la costruzione dei pavimenti a palchetto sono l'abete, la quercia ed il pino-pece. Non si escludono le altre essenze di legnami e specialmente di quelli più fini e diversamente colorati, ciò dipendendo dal grado di eleganza che si vuole raggiungere nel pavimento.

In ogni caso è condizione indispensabile che i legnami destinati alla costruzione dei pavimenti siano perfettamente stagionati e che in tale stato siano tenuti al coperto ed in luogo asciutto fino al momento in cui devono essere impiegati.

Una speciale cura si avrà nella lavorazione delle

assicelle perchè queste riescano tutte del medesimo spessore, perfettamente spianate e combacianti nei giunti; le linguette saranno tagliate con esattezza

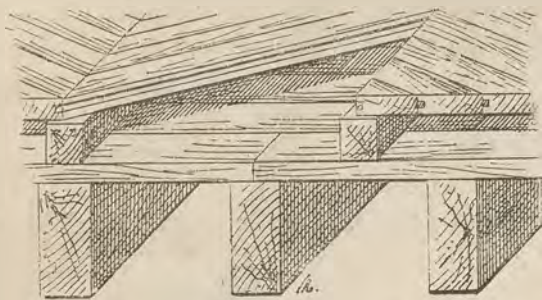


Fig. 257.

di maniera che serrino perfettamente le scanalature nelle quali vanno ad incastrarsi.

Le assicelle possono essere collocate in opera isolatamente, ovvero possono accoppiarsi comunque a quadri e scomparti con o senza intelaiatura. Nel primo caso si hanno i pavimenti di legno *comuni* o a *spina-pesce*, nel secondo i pavimenti così detti a *specchiature*. Gli uni e gli altri si posano sopra una serie di correntini di legno livellati a perfezione e disposti parallelamente ad una distanza costante di circa m. 0,70 compatibile con la larghezza delle assicelle o la larghezza dei quadri. I correntini hanno la sezione di m. $0,04 \times 0,08$ circa e si collocano sul tavolato (fig. 257) o direttamente sui travicelli dei comuni solai di legno o di ferro (fig. 258) ovvero sopra pilastri di mattoni se il palco sta impostato al di sopra di una volta (fig. 259).

Se il pavimento deve essere installato al piano terra conviene procedere ad uno scavo di terra sufficientemente profondo per collocarvi uno strato di ghiaia dello spessore di 10 a 20 cm. e sopra di questo erigere i pilastri di mattoni destinati a so-

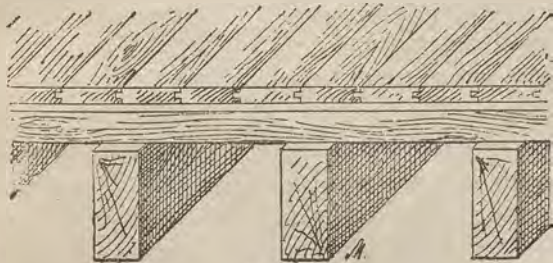


Fig. 258.

stenere i correntini. Conviene ancora di riempire con ghiaietta asciutta o con calcinacci lo spazio compreso fra i correntini e che questi siano incatramati allora quando il radiciamento è posto nel piano terreno.

Le assicelle e i quadri si fissano ai correntini per mezzo di chiodi conficcati attraverso la scanalatura praticata per ricevere la linguetta come è indicato nella fig. 260. Nei pavimenti di legno più semplici

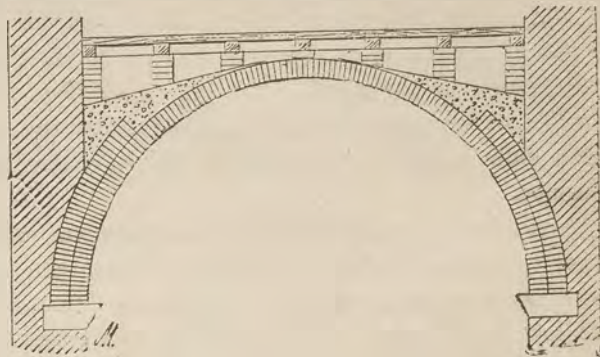


Fig. 259.

le assicelle larghe m. 0,10 a 0,15 sono disposte perpendicolarmente alla direzione dei correntini (fig. 261) ed hanno d'ordinario tutte la medesima lunghezza. Le loro testate si fanno capitare sul mezzo dei correnti a commessure alternate per ogni corrente ovvero tutte allineate sul medesimo corrente. La prima

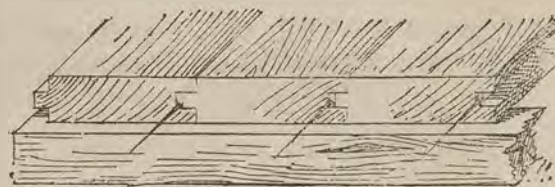


Fig. 260.

disposizione è migliore per estetica e contribuisce inoltre a rendere più solido il parquet.

La disposizione a spina-pesce rappresentata nelle figg. 1 e 2 a Tav. XXXVIII è certamente più elegante della precedente; le assicelle della larghezza di m. 0,08 a 0,12 si dispongono inclinate rispetto la direzione dei correntini di un angolo eguale o maggiore di

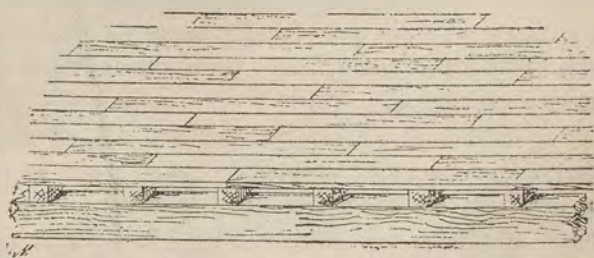


Fig. 261.

45 gradi, perchè più quest'angolo è grande, minore riesce la fessurazione che si verifica nei giunti per effetto del restringimento che il legname subisce col tempo. Nei tavolati a spina di pesce le assicelle pos-

sono essere tagliate ad unghiatura come è indicato nella fig. 257, ovvero a squadra come nelle figg. 1 e 2 della Tav. XXXVIII. Un palchetto così costruito è tenuto a posto mediante una fascia di tavole (fig. 13, Tav. id.) per la maggior parte dei casi impellicciate, disposte all'ingiro del pavimento; questa fascia che figura anche nei pavimenti delle figg. 3-12, Tav. id. è munita di scanalatura nella quale si incastrano le testate delle assicelle che vanno a finire contro la medesima.

I pavimenti a specchiature si costruiscono con quadri o scomparti di 40 a 50 cm. di lato che si ottengono unendo a tenore e mortisa le assicelle dell'intelaiatura (figg. 7, 8, 11 Tav. id.) e riempiendone lo spazio con assicelle di vario colore disposte secondo disegno ed unite a scanalatura e linguette; queste assicelle possono essere massiccie ovvero impiallicciate.

Per la disposizione complicata che possono assumere le assicelle negli scomparti, questi talvolta riescono tanto leggeri da non permettere di posarli direttamente sui correntini; in questo caso converrà inchiodare sui correntini un solido tavolato comune e sopra di questo collocare il palchetto a scomparti.

§ 15.

I PAVIMENTI DI ASFALTO E DI PIASTRE DI ASFALTO COMPRESSO.

In altra parte di questo Trattato, al capitolo *Materiali bituminosi*, Vol. I, abbiamo descritto la preparazione del mastice di asfalto ed accennato all'impiego nelle costruzioni dell'asfalto naturale e del mastice di asfalto. Tanto l'uno che l'altro servono per la costruzione di lastrici sia per pavimenti di strade o di terrazze come per la copertura dei tetti. Abbiamo ivi segnato anche il procedimento che ordinariamente si tiene per l'applicazione dell'asfalto ed alla maniera di comprimerlo per averlo liscio e resistente all'attrito.

Un pavimento di asfalto non produce nè polvere nè fango, perchè quasi insensibile riesce il suo consumo coll'uso; ciò costituisce una superiorità del pavimento di asfalto per rispetto agli altri generi di pavimentazione stradale, riuscendo anche insonoro ed elastico per cui minimo riesce il frastuono ed il traballamento dei veicoli.

Prima di applicare l'asfalto il sottosuolo va convenientemente preparato qualora il pavimento non

si debba stabilire sopra un'opera murale, come sarebbe una volta rinfiata in piano od un solaio di ferro e mattoni, ecc. Quando il pavimento di asfalto va eseguito al piano terreno, si pratica lo scavo, quindi si batte e si comprime il terreno con mazza-ranghe e sopra di questo si stende uno strato di calcestruzzo dello spessore di 5 a 10 cm. che a sua volta si batte e si fa bene asciugare prima di distendervi l'asfalto.

All'asfalto si assegna per le strade rotabili lo spes-

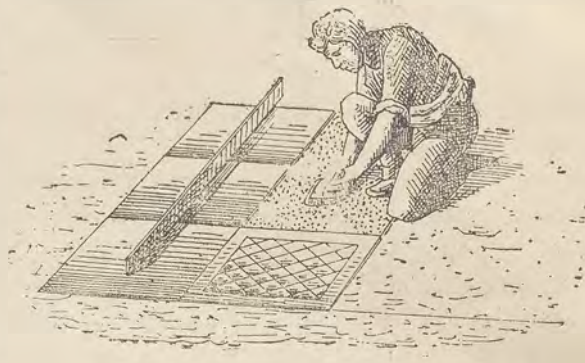


Fig. 262.

sore di 7 cm. che si riduce a 5 cm. dietro la pilonatura; per marciapiedi, atri, cortili, ecc. nei quali il transito è limitato, basterà assegnare all'asfalto lo spessore di 4 cm. per ridurlo a 3 con la battitura. Lo spessore si limita a 2 cm. e 1,5 con la battitura allora quando si tratti di pavimenti interni e di terrazze.

Cospargendo di sabbia con cura la superficie dell'asfalto allora quando è ancora caldo e non finita l'operazione della compressione, si impedisce che esso si attacchi ai piedi e si rammolisca sensibilmente sotto l'azione dei raggi solari.

Per pavimentare vasti locali si impiegano convenientemente le lastre di asfalto. Si ottengono queste lastre comprimendo l'asfalto naturale in polvere entro appositi stampi.

Queste lastre hanno generalmente forma quadrata o rettangolare e possono presentarsi lisce alla superficie, ovvero picchettate o quadrettate (fig. 262). Preparato il terreno sul quale si deve stendere il pavimento, le lastre di asfalto si adattano sul medesimo dopo averle leggermente riscaldate, disponendole allineate ed accostate le une alle altre come negli ammattonati. Saldando i bordi delle piastre asfaltiche con asfalto arricchito di bitume, si ottiene un pavimento di un solo pezzo come quando si cola e si distende l'asfalto in massa continua.

CAPITOLO II.

I SOFFITTI

§ 1.

LE GENERALITÀ.

I soffitti o plaffoni sono quelle strutture di tenue spessore composte per lo più con esili legnami e con stuoie di canne, di tela o di rete metallica sulle quali si distende un regolare strato di intonaco, che servono a ricoprire la faccia inferiore rustica dei solai, onde toglierne la cattiva vista e regolarizzare la forma degli ambienti.

I soffitti possono presentare piana la loro superficie ovvero curva come le volte di muratura. Nel primo caso i soffitti prendono il nome di *soffitti piani*, od *a piattabanda*, nel secondo *soffitti centinati*. I soffitti piani si applicano ai solai con travicelli ed a quelli composti con travicelli e travi maestre, mentre i soffitti centinati si impiegano sovente in luogo delle volte, allora quando i muri sui quali impostano non sono capaci a resistere al peso ed alle spinte provenienti da una volta reale.

Stando al materiale di riempimento i soffitti possono distinguersi in *soffitti di tavole o di assicelle*, *soffitti con stuoie*, *soffitti imbottiti senza stuoie*, *soffitti di tela*, *soffitti di rete metallica* o *soffitti di cemento*.

§ 2.

I SOFFITTI PIANI DI TAVOLE.

Applicando un regolare strato di tavole piallate accostate a filo piano o con scanalatura e linguetta, sulla faccia inferiore dei travicelli di un solaio com-

posto soltanto con travicelli, si può costruire un soffitto in legno di cui è dato un esempio nella fig. 1 a tav. XXXVII.

Questo genere di soffitti è applicabile anche nel caso in cui il solaio è composto con travicelli e travi maestre fissando le assicelle di legno alla faccia inferiore dei travicelli e lasciando in vista le travi maestre alle quali a tal'uopo si assegnano faccie piallate talvolta con sagome sugli spigoli o con sagome sopra listelli di riporto (fig. 2, Tav. XXXIX).

Quando le travi maestre sono formate con alberi semplicemente scortecciati o provvisti soltanto di grossolana squadratura, converrà regolarizzare la

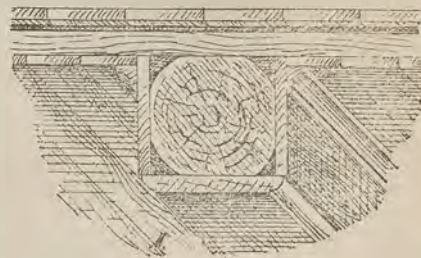


Fig. 203.

superficie con l'aggiunta di due tavole verticali e di una orizzontale, applicate a ciascuna trave maestra grezza nella maniera indicata dalla fig. 263, sovente anche con sagome ricavate nello spessore delle tavole o riportate sulle medesime con listelli.

I soffitti di tavole possono anche presentarsi con la loro superficie divisa a scomparti di forma quadrata, rettangolare e poligonale qualsiasi, chiamati *lacunari* o *cassettoni*. Nella fig. 2 della medesima Tav. XXVII è rappresentato uno di questi soffitti nel quale le costole dei lacunari sono individuate parte dai medesimi travicelli del solaio piallati ed opportunamente

sagomati, parte invece sono finte travi, vuote nel mezzo, composte con due tavole verticali che formano i fianchi della costola e da una tavola orizzontale, a queste ultime calettata, che costituisce la faccia inferiore della costola. Le unioni delle costole con il tavolato di fondo dei lacunari sono nascoste con sagome riportate, che unitamente ad altri ornamenti concorrono a decorare gli scomparti.

Talvolta lo stesso assito del solaio può servire a individuare il soffitto, se si coprono le unioni delle tavole con listelli sagomati che si riportano anche lungo gli spigoli sul fianco dei travicelli e delle travi maestre, dando luogo a dei soffitti con riquadri poco profondi di cui si ha la vista dal di sotto e la sezione nella fig. 5 a Tav. XXXIX.

Esigenze estetiche talora richiedono che le travi maestre lasciate in vista nei soffitti con tavole od in quelli a lacunari si presentino con una larghezza maggiore di quella che fosse necessaria per la loro stabilità. La disposizione che può assumere la trave maestra in questo caso è quella indicata dalla fig. 3, Tav. id. o l'altra della fig. 4, Tav. id. Nella prima la trave maestra è costituita da due travi gemelle accoppiate a distanza opportuna e ricoperte di tavole con sagome riportate; nella seconda per le travi accoppiate a maggior distanza è interposta una tavola orizzontale che coll'aggiunta di listelli sagomati individua una lunga incassatura che serve a rendere esteticamente più leggiera la grossa trave. Nella fig. 3, Tav. XL, si ha rappresentato il rivestimento di una trave maestra di ferro a doppio T abbastanza chiaro dalla semplice figura.

I soffitti a lacunari ebbero la loro prima applicazione in Italia nel Medio Evo, in seguito però, nei secoli XVI e XVII ebbero grandissimo sviluppo, riscontrandosi spesso nelle grandi sale dei palazzi del Rinascimento e nelle grandi navate delle chiese. Rinomati in Italia per le loro dimensioni e per ricchezza di decorazione, sono i soffitti che coprono le grandi navate di alcune basiliche romane, e principalmente belli sono quelli di S. Maria Maggiore e di S. Paolo fuori le mura di Roma, quello che copre il salone del Palazzo Vecchio a Firenze, il soffitto della Sinagoga di Torino, della chiesa di S. Genaro a Napoli, ecc.

Soffitti di questo genere si impiegano anche oggidì per la copertura di grandi ambienti nei palazzi signorili. Gli scomparti possono avere le medesime dimensioni, come nel soffitto di legno rappresentato

nella fig. 2 a Tav. XXXVII, ovvero possono avere forme e dimensioni svariate come nel soffitto rappresentato nella Tav. XXXIX fig. 1 (1), in vista prospettica ed in sezione longitudinale parallela alle travi del solaio. Questo soffitto si compone di tre superficie a scaglioni per rispetto alla loro altezza, in maniera che il campo centrale *a* si trova un poco più alto della fascia *b* che gli gira intorno ed entrambi i riparti *a* e *b* sopraccegnati sono alla loro volta contornati da un architrave *d* situato ad un livello meno alto. Il riparto centrale *a* consta di una superficie liscia da dipingersi addossata immediatamente sotto i travicelli del solaio. Segue la cornice attigua la quale consta di un rivestimento di legno fermato ai pezzi di tavola *e* ed ai listelli *f*, *f*. Dopo la posizione in opera dei pezzi gemelli di tavola *g*, i quali abbracciano i correntini *i* con un incavo praticato in *k* e dopo la collocazione in opera dei listelli *h*, si può compiere tutta la parte del coperto che costituisce il soffitto propriamente detto.

§ 3.

I SOFFITTI PIANI STUOIATI.

Questi soffitti convengono quando i travicelli dell'armatura del solaio hanno la loro faccia inferiore al medesimo livello. Essi si costruiscono inchiodando sulla faccia inferiore dei travicelli una panconcellatura di correntini di legno a sezione quadrata (cm. 4 × 4) o rettangolare (cm. 4 × 6) a distanza di m. 0,20 l'uno dall'altro (fig. 2, Tav. XL). Contro questa esile orditura di listelli si fissano le stuoie di canna e contro le stuoie si applica l'intonaco.

Le stuoie che si impiegano per la formazione dei soffitti hanno le dimensioni di m. 3 × 1,50 circa e sono costituite da un tessuto intrecciato di canne acciaccate disposte in maniera che la parte convessa e liscia delle medesime si trovi sempre dal medesimo lato della stuoia. Le stuoie perciò si applicano ai correntini dalla faccia liscia, affinché presentino in vista la faccia ruvida e l'intonaco possa così meglio aderirvi.

Le stuoie, le quali possono essere fatte anche di giunco o di canne palustri a grosso stelo, bene stagionate, si fissano ai listelli della panconcellatura per mezzo di chiodi a larga testa detti *bollettoni* o

(1) Breymann, Costruzioni in legno.

brocconi e le unioni di due stuoie consecutive si fanno capitare sopra un medesimo listello, senza sovrapporne i bordi; perchè è condizione indispensabile che la superficie delle stuoie individui un piano perfettamente orizzontale. I bollettoni con cui si inchiodano le stuoie si distribuiscono a circa 20 cm. di distanza l'uno dall'altro, eccezione fatta lungo i bordi dove se ne dispongono un maggior numero per meglio fissare le stuoie ed impedire che queste si stacchino col peso dell'intonaco che vi si applica sopra.

Le stuoie meglio si uniscono ai listelli della pancellatura per mezzo di un reticolato di filo di ferro del diametro di 1 mm. che a maglie romboidali si tesse fra i bollettoni; a tale scopo questi chiodi dapprima si fissano sui listelli per metà della loro lunghezza e si ribadiscono interamente solo quando è stata tessuta la rete di filo di ferro le di cui maglie possono avere i lati disposti a 45° per rispetto la direzione dei listelli, ovvero riuscire parte in direzione parallela e parte in direzione normale ai listelli stessi.

Le stuoie si rinzauffano da principio con uno strato di malta di gesso molto diluita e quando questo si è lapidificato si applica sopra uno strato di densa malta bastarda e quindi uno di malta comune tenendo presente che lo spessore complessivo dell'intonaco, per non riuscire troppo pesante, non deve superare i 25 mm.

Lungo gli spigoli di unione del soffitto piano con

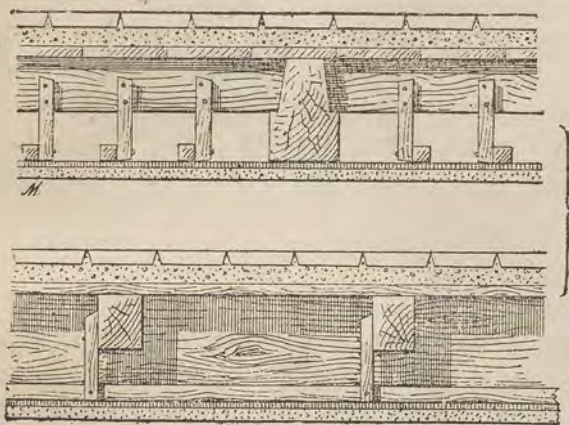


Fig. 264.

le pareti verticali si pratica un raccordo curvilineo detto *zancia*, che si ottiene con lo stesso intonaco, ovvero si dispone una cornicetta più o meno ricca di sagome e talora di ornati in stucco.

Nella fig. 1, Tav. XL, è rappresentata l'orditura

di uno di questi soffitti piani stuoiati con una pianta ed una sezione trasversale. Nel campo *a* di questo si ha la vista dal di sotto del soffitto intonacato quale esso si presenta ad opera compiuta, nel campo *b* si ha la vista del reticolato, nel campo *c* quella delle

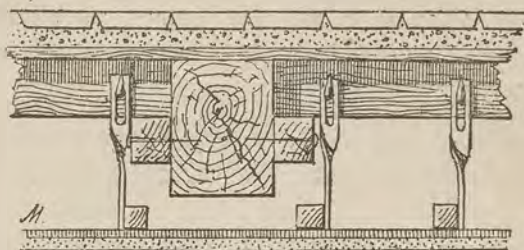


Fig. 265.

stuoie di canna, e nel campo *d* quella dei correntini e dei travicelli del solaio.

Questi soffitti si applicano ai travicelli anche nel caso che il solaio è composto con travicelli e travi maestre, lasciando in vista le travi maestre, le quali perciò conviene che abbiano le loro faccie viste piallate e, volendosi, anche sagomate, ovvero si ricoprono con le medesime stuoie con cui si riveste il soffitto ed al pari di queste si intonacano con malta

Quando si vuole che le travi maestre rimangano mascherate dietro il soffitto, si sospendono i listelli che costituiscono l'armatura del soffitto ai travicelli del solaio per mezzo di piccoli listelli di legno verticali aventi la medesima sezione dei primi ed inchiodati con una estremità ai travicelli, con l'altra sul fianco dei listelli orizzontali nella maniera meglio indicata dalla fig. 264. Per tale disposizione dell'armatura questi soffitti si dicono anche *plaffoni a bilancino* e *tiranti* e *bilancini* si chiamano i listelli di sostenimento. Si compiscono questi soffitti con stuoie e con intonaco applicato sulle stuoie come si pratica per i soffitti piani fissi.

I soffitti con stuoie addossati direttamente ai travicelli e quelli a bilancino, presentano però l'inconveniente di risentire le medesime oscillazioni che subiscono i solai, per cui facilmente si guastano nell'intonaco allora quando il solaio è soggetto a frequente e sensibile traballamento. A mitigare questo inconveniente giova sospendere i listelli dell'armatura del soffitto ai travicelli del solaio per mezzo di piastrelle di ferro che inchiodate con una estremità ai listelli con l'altra si fissano ai travicelli per mezzo di un chiodo a testa ripiegata che attraversa un orificio oblungo praticato nella estremità opposta della piastrelle di ferro (fig. 265). Con tale dispo-

sizione le oscillazioni del solaio non si trasmettono per intero all'orditura del soffitto.

Si elimina totalmente l'inconveniente sopra lamentato fissando l'armatura del soffitto anzichè ai travicelli del solaio ad un altro sistema di travicelli paralleli ai primi, aventi una sezione più piccola e situati con la loro faccia inferiore poco più bassa

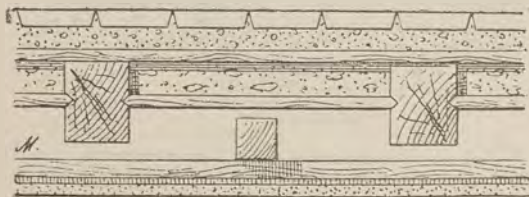


Fig. 266.

della faccia inferiore dei travicelli del solaio (fig. 266). Le due strutture riuscendo allora indipendenti, le oscillazioni dell'una non si trasmettono all'altra.

Negli ambienti di sottotetto, qualora si vogliano preservare questi dal freddo e dal caldo, in luogo della panconcellatura di listelli si può fissare con convenienza un assito di tavolette di pioppo accostate a filo piano ed inchiodate sui travicelli. A questa orditura di tavole si attaccano le stuoie che si ricoprono di intonaco come avanti si disse.

Questo tavolato di pioppo riesce utile anche per preservare da possibili guasti il soffitto per la caduta di tegole costituenti la copertura del tetto.

§ 4.

I SOFFITTI IMBOTTITI.

Questi soffitti differiscono da quelli precedentemente descritti perchè constano di una orditura di listelli senza verun impiego di stuoie. A tal'uopo sulla faccia inferiore dei travicelli del solaio si inchiodano dei piccoli listelli di legno dolce vicini talmente da lasciare fra di loro una distanza costante di 2 a 3 cm. e si applica l'intonaco direttamente a questa panconcellatura. Si comincia dapprima ad avvolgere i listelli con uno strato di malta di gesso la quale serve a diminuire o ad otturare completamente gli spazi lasciati fra i listelli, e quando questi danno luogo ad una superficie continua si ricopre tutto il plafone dell'ordinario intonaco.

§ 5.

I SOFFITTI DI TELA.

Questi soffitti convengono per costruzioni provvisorie come sarebbero gli edifici di esposizione, i padiglioni per spettacoli, ecc.

Si ordiscono questi soffitti applicando della tela direttamente ai travicelli del tetto ovvero ad intelaiature di listelli di legno appositamente disposte, inchiodandola con bollette di ferro a larga testa.

Alla tela si incolla della tappezzeria di carta ovvero s'applica col pennello la tinteggiatura anco variegata, come nelle pareti.

§ 6.

I SOFFITTI DI CEMENTO.

Questi soffittini potrebbero chiamarsi soffitti in cemento armato, in quanto che questi consistono spesso in una struttura di cemento provvista di una esile armatura di fili di ferro.

Si costruiscono questi soffitti distendendo ed inchiodando sulla faccia inferiore dei travicelli del solaio o sopra travicelli indipendenti da quelli del solaio una rete metallica a maglie grosse dai 6 ai 10 mm. fatte con filo di ferro cotto del diametro di 0,8 a 1 mm. ed intonacando da una parte e dall'altra questa rete metallica con malta di cemento del complessivo spessore di 2 cm.

Soffittini di cemento armato con sbarrette di ferro più o meno robuste si possono stabilire fra le travi di ferro a doppio T come nel tipo di soffitto già rappresentato nella fig. 238 e 239. Di ordinario questi soffitti si costruiscono sul posto, ma possono con maggior convenienza costruirsi in cantiere con lo stampo in vari pezzi sagomati, a riquadri, più o meno ricchi di ornati ed essere quindi trasportati e posti in opera come si pratica per le strutture congeneri in terra cotta o in gesso. I soffitti di cemento sono indicati per coprire gli atri, i portici, ecc. per quei luoghi cioè ne quali restano esposti all'aria libera.

§ 7.

I SOFFITTI CENTINATI.

Assegnando ai soffitti una superficie curva in luogo di una piana, essi acquistano una forma più elegante e svelta. I soffitti curvilinei, detti *soffitti centinati*, perchè sorretti da centini di legno, si impiegano sovente in sostituzione delle volte, eccezione fatta per tutte le volte le cui generatrici siano curvilinee, allora quando i muri nei quali impostansi le centini sono insufficientemente solidi per resistere al peso ed alla spinta di una volta reale di mattoni.

Si impiegano inoltre i soffitti centinati con molta convenienza nelle camere di abitazione sottoposte al

toito perchè con la loro curvatura possono questi soffitti occupare parte dello spazio destinati al sottotetto con guadagno in altezza degli ambienti coperti dal soffitto.

L'armatura di questi soffitti consiste in centini di tavole disposte verticali e presentanti inferiormente la curvatura che si vuole assegnare al soffitto. Le tavole hanno lo spessore di 20 o 25 mm. e si accoppiano con 2 a 4 strati secondo la portata delle centini.

Le centini appoggiano con la loro estremità sui muri e sono sospese in punti intermedi all'armatura del solaio o del tetto soprastante per mezzo di tiranti di pioppo inchiodati per una estremità sul fianco delle centini e per l'altro alle travi della superiore armatura. In sostituzione dei listelli di pioppo si possono impiegare dei nastri di ferro (*moietta*) i quali, essendo flessibili, presentano il vantaggio sull'altro sistema di sospensione di non trasmettere all'armatura del solaio per carichi accidentali e quella del tetto per la pressione dei venti o il peso della neve.

Si dispongono le centine lungo gli spigoli della volta e secondo la direttrice delle varie superficie che la compongono. Nella fig. 4, Tav. XL è rappresentato, per mezzo della pianta e di una sezione longitudinale, un soffitto centinato per una volta a botte con teste di padiglione provvista di lunette. In questo soffitto si hanno quattro mezze centini disposte una per ogni spigolo della volta a padiglione, due centini intiere passanti per il vertice delle centini diagonali e dirette parallelamente alla direttrice della volta a botte lunettata, quattro porzioni di centini dirette secondo gli spigoli delle due lunette e delle porzioni di centine dirette parallelamente alle direttrici delle volte nelle parti comprese fra

le centini diagonali e fra i muri e le centini diagonali. Le centini si dispongono alla distanza di m. 0,8 a 1 l'una dall'altra, le mezze centini si appoggiano con una estremità al muro, con l'altro si inchiodano alle centini diagonali.

Contro le centini si applica un tavolato dello spessore di 2 cm. diretto secondo le generatrici della

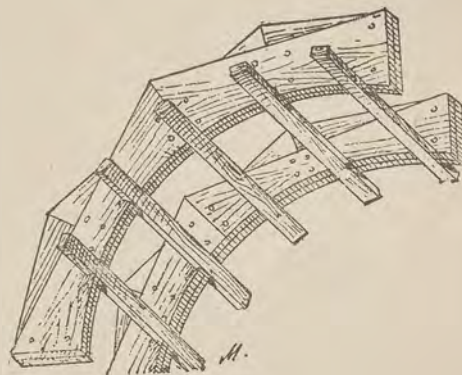


Fig. 267

volta e contro il tavolato si fissano le stuoie di canne, rinforzate dal reticolato di filo di ferro, sulle quali si applica l'intonaco. Vi ha chi però alle centini fissa la solita panconcellatura di listelli di legno (fig. 267) a distanza di 20-30 cm. ed applica le stuoie contro i listelli e contro le centini, con notevole economia di materiale, quando specialmente non si ha alcuna necessità di dovere preservare gli ambienti dal caldo e dal freddo.

Come avanti si disse con i soffitti centinati si possono imitare le volte a crociera, le volte a padiglione e le volte cilindriche anche lunettate: le volte a vela e quelle a bacino riescono costruibili con questo sistema quando grande sia la loro curvatura, perchè soltanto allora si potrà con tavole non molto lunghe costruire l'assito di legno e seguire la curvatura della volta.

LA COSTRUZIONE DELLE SCALE

CAPITOLO I.

LA DISPOSIZIONE DELLE SCALE

§ 1.

LE GENERALITÀ.

Le scale negli edifici hanno lo scopo di mettere in comunicazione fra loro i diversi piani della fabbrica, prolungando fino alle porte di ingresso dei vari appartamenti la viabilità esterna. Esse perciò devono essere collocate, per quanto è possibile, in vicinanza della porta principale di ingresso dell'edificio od immediatamente dopo gli atri, i portici ed i vestiboli, perchè riescano facilmente visibili fin dall'ingresso nell'edificio.

Si usa di avvertire la presenza di una scala, quando questa non riesce visibile dalla porta di ingresso, per mezzo di pochi scalini situati sul limitare della porta di accesso alle scale; questo piccolo nucleo di scalini destinato a tale ufficio prende il nome speciale di *invito*.

Le varie parti costituenti una scala sono:

a) Lo *scalino* che ne è l'elemento principale limitato superiormente da un piano orizzontale sul quale si posa il piede, detto perciò *pedata*, e di fronte da un piano verticale il quale separa due pedate fra di loro e si chiama *alzata* e più raramente *frontalino*. Gli scalini si dicono propriamente *gradini*, quando il loro insieme costituisce una scala situata tutta all'esterno dell'edificio.

b) La *branca*, *rampa* o *rampante* dicesi quel nucleo di scalini i quali si succedono senza interruzione.

c) Il *ripiano* o *pianerottolo* chiamasi quello scalino di ampiezza maggiore degli ordinari scalini, che si interpone di solito fra due rampanti consecutivi di una scala per cambiarne la direzione o per stabilirvi un luogo di riposo ed in cima all'ultimo rampante delle scale come luogo di arrivo sul quale

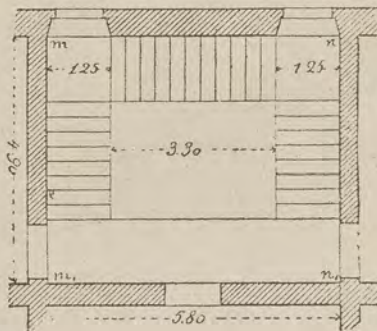


Fig. 268.

sono disposte le varie porte di ingresso. Anche i pianerottoli intermedi possono avere questo doppio ufficio per cui questi quasi sempre si fanno corrispondere al livello medesimo dei piani della fabbrica, acciocchè vi si possono stabilire le porte di ingresso.

d) Prende il nome di *gabbia* della scala l'am-

biente che di ordinario si estende per tutta l'altezza dell'edificio, entro al quale si sviluppa la scala.

Avuto riguardo alla disposizione dei rampanti e

muri di contorno, lasciando nel mezzo uno spazio che si chiama *pozzo*, se è vuoto (fig. 268) ed *anima* se è pieno comunque di struttura murale. Gli scalini di una scala a pozzo possono essere incastrati nel

muro della gabbia ed in questo caso la scala dicesi propriamente *scala a sbalzo*, ovvero possono essere sostenuti da volte che impostano sui muri della gabbia. Nelle scale a sbalzo la solidità degli scalini è dovuta non solo all'incastro dei medesimi nei muri, ma anche all'appoggio che ciascun scalino offre a quello immediatamente superiore.

b) *Scale a volo*, ossia quelle nelle quali i rampanti sono sostenuti da volte o strutture congeneri che non si appoggiano ai muri adiacenti della gabbia, ma bensì sopra due pianerottoli consecutivi, come ad esempio è stato praticato nel grandioso scalone del Teatro dell'Opera di Parigi (fig. 269) o sopra due muri opposti della medesima gabbia.

Allorquando le volte che sostengono i rampanti nelle scale a volo sono anche adiacenti ai muri di periferia della gabbia, come nelle scale di tipo piemontese (fig. 270), allora queste si dicono propriamente *scale a collo*.

c) *Scale elicoidali od a chiocciola*, quelle che si sviluppano dentro una gabbia di pianta circolare, ovale od ellittica, della quale ne seguono l'andamento svolgen-

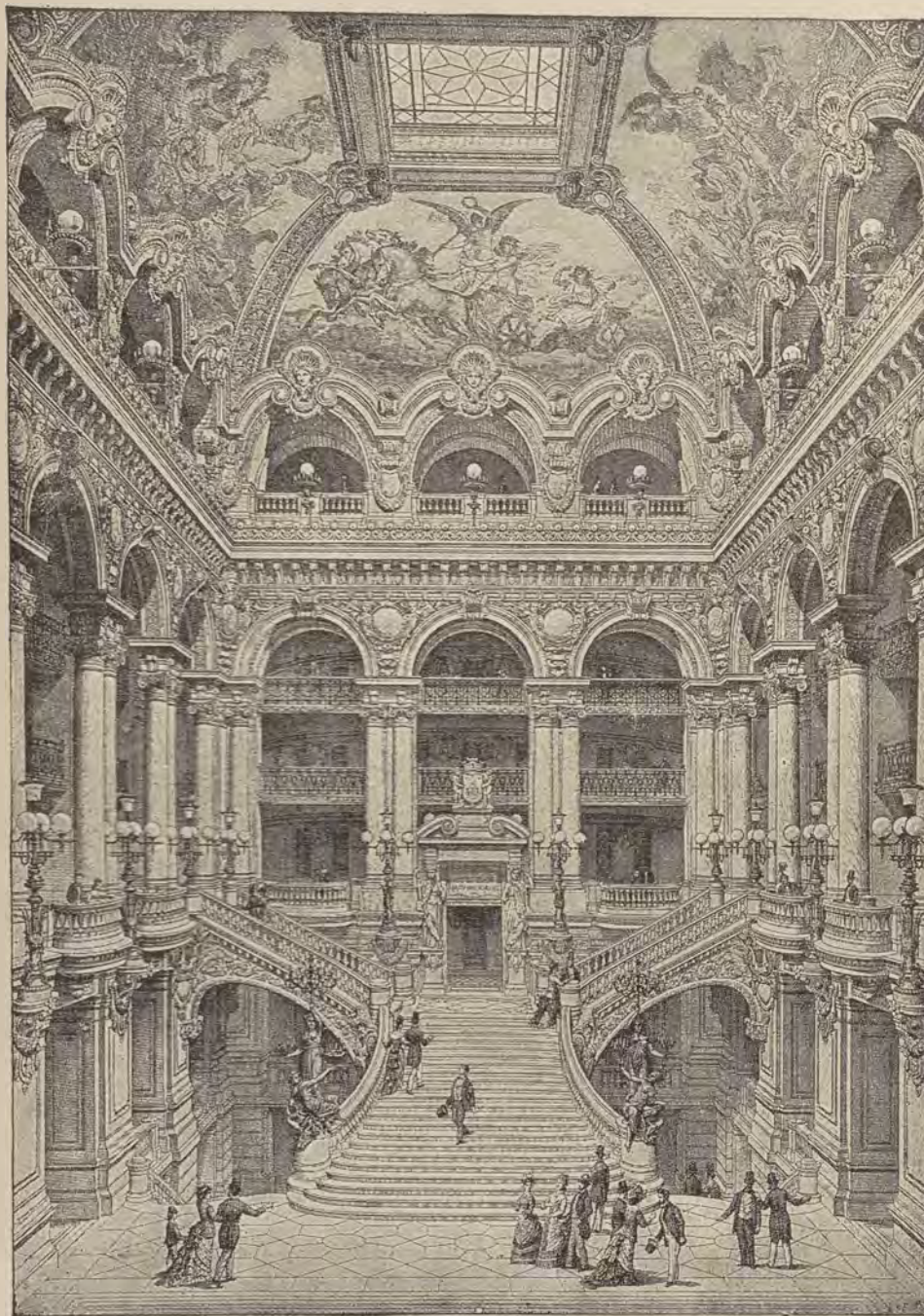


Fig. 269.

dei pianerottoli per rispetto alla gabbia, le scale si possono distinguere in

a) *Scale a pozzo*, le più comunemente usate, ossia quelle che hanno i rampanti ed i pianerottoli disposti lungo la periferia della gabbia, aggettanti dai

dosi ad elica e proiettandosi prospetticamente dal di sotto come le spire di una lumaca (fig. 274). Queste scale possono essere a collo, ossia avere i rampanti aggettanti dal muro di periferia della gabbia, lasciando il pozzo nel loro mezzo, come si vede

praticato nella scala rappresentata nella fig. 271, ovvero possono essere provviste di anima massiccia come nella scala della fig. 272, ovvero di anima costituita da pilastri o da colonne che servono a sostenere

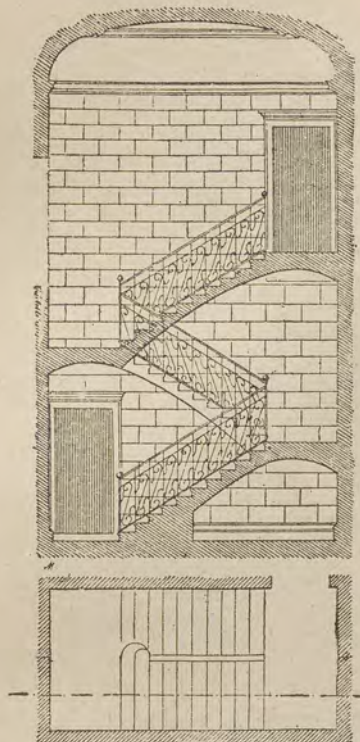


Fig. 270.

lungo l'orlo del pozzo la volta elicoidale del rampante. Di quest'ultimo tipo di scale, che riescono le più sontuose e monumentali, si hanno bellissimi esempi in Italia nello scalone del palazzo Farnesiano di Caprarola, su pianta circolare, architettura del Vignola, rappresentato in pianta nella fig. 273 ed in vista dal di sotto nella fig. 274 e nello scalone del palazzo Barberini in Roma su pianta ovale, opera del Borromini, rappresentato in pianta e sezione nella fig. 275.

Secondo la loro importanza ed l'ufficio al quale adempiono, le scale prendono il nome di.

« *Scaloni*, ossia quelle grandi scale aventi le rampe larghe dai 2 ai 4 m., le quali riescono convenienti per edifici pubblici grandiosi e monumentali;

« *Scale principali*, quelle aventi una larghezza variabile di m. 1,20 a m. 2 che si addicono con convenienza alle case signorili, ai grandi casamenti da pigione ed ai palazzi di ordinaria importanza;

« *Scale secondarie o di servizio*, quelle sca-

lette larghe dai m. 1 a m. 1,20 destinate alle persone di servizio o ad una parte degli inquilini di un casamento;

« *Scale segrete*, quelle altre ancora più piccole, larghe da m. 0,60 a m. 1 le quali servono a mettere in comunicazione le parti di uno stesso appartamento, quando queste non sono situate al medesimo piano.

Le scale segrete per ciò si estendono soltanto ai due piani costituenti il medesimo appartamento, men-

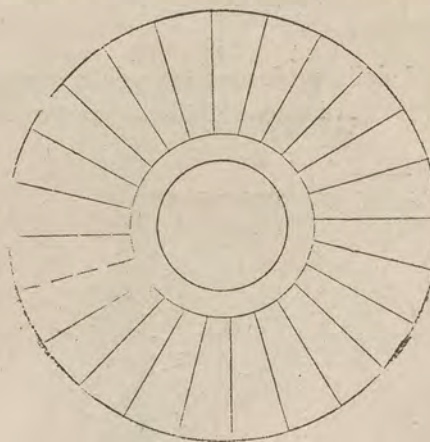
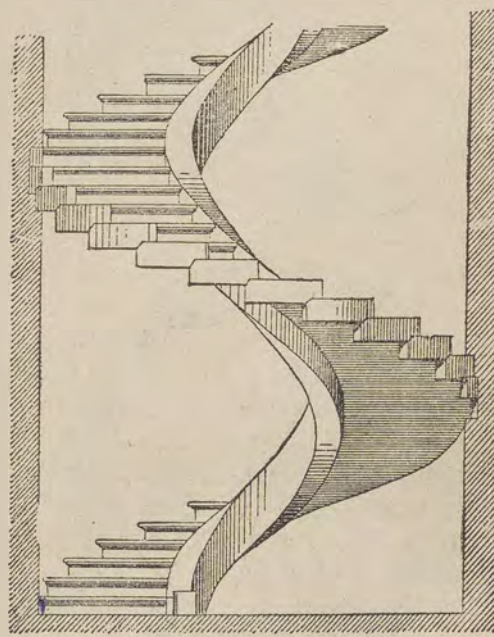


Fig. 271.

tre le scale secondarie e di servizio abbracciano di ordinario tutta l'altezza dell'edificio. Egualmente si può dire delle scale principali, le quali si estenderanno da cima a fondo della casa, allora quando

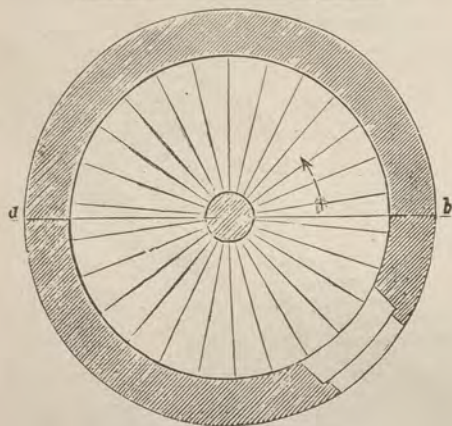
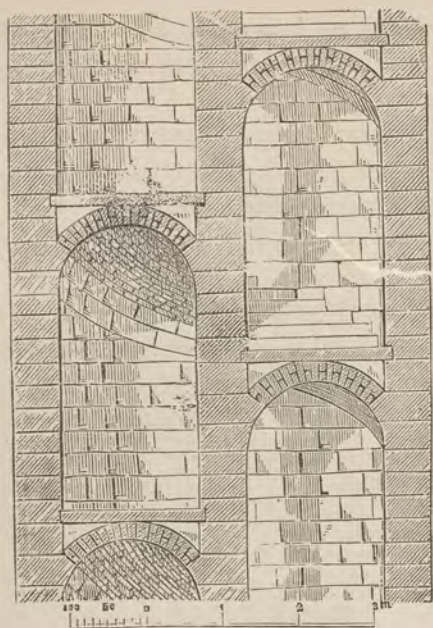


Fig. 272.

tutti i piani della medesima sono della stessa importanza. Gli scaloni invece si limitano sempre dal piano

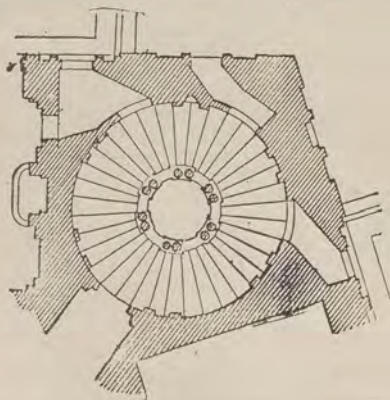


Fig. 273.

terreno al piano mobile dell'edificio ed a partire da questo piano si prolunga la via fino ai piani superiori

facendo uso di una gabbia attigua nella quale si svolgono rampanti di secondaria importanza, come è stato praticato nel sopra mentovato Teatro dell'Opera



Fig. 274.

di Parigi, nel quale lo scalone (figg. 269 e 276) arriva fino al primo ordine di palchi e delle scale secondarie situate a destra ed a sinistra dello scalone servono per l'accesso agli ordini superiori.

Secondo il materiale con cui si costruiscono le scale, si distinguono in scale in *muratura*, scale di *legno* e scale di *ferro*.

§ 2.

L'UBICAZIONE DELLE SCALE.

Nel precedente paragrafo furono edotte le ragioni per cui le scale in un edificio devono trovar posto in vicinanza della porta principale di ingresso. In un solo caso si può derogare da questo principio, allora quando si tratti di stabilire la scala in un fabbricato a due od anche a tre piani, che debba servire per l'abitazione di una sola famiglia. In un villino la scala essendo ad esclusivo uso dei membri della stessa famiglia, non ha bisogno di essere messa in vista dell'ingresso principale, poichè le sale di ricevimento e le altre nelle quali possono avere accesso le persone estranee alla famiglia sono quasi sempre

situate al piano terreno dell'edificio e la scala con maggior comodità potrà trovare posto in luogo più appartato e più conveniente in attinenza alla distribuzione degli ambienti.

Le scale non devono essere numerose, perchè sono

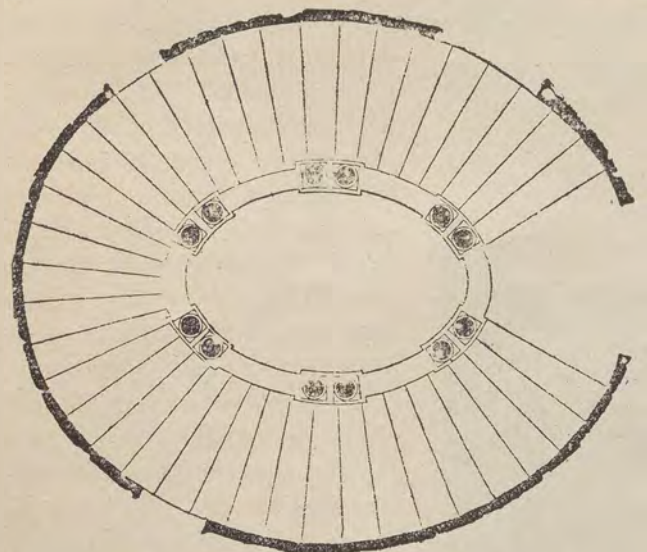
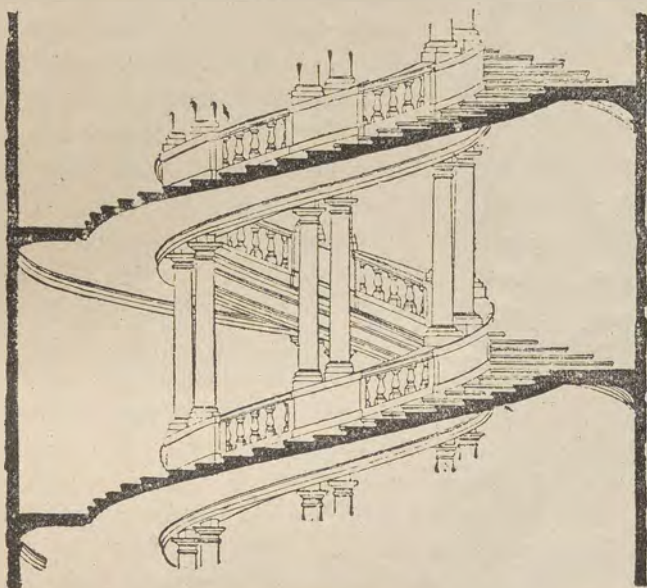


Fig. 275.

di struttura piuttosto costosa e principalmente perchè lo spazio da loro occupato non si utilizza che come via di passaggio. Esse per ciò possono riuscire di imbarazzo all'architetto nello studio della distribuzione della pianta di un edificio, se non si avrà cura di situarle in quei punti nei quali non si frappongono fra le diverse parti di uno stesso appartamento.

Le scale occupano sempre la parte meno preziosa dell'area, mai per ciò stanno contro i muri dei prospetti principali, ma bensì contro quelli dei cortili o nel mezzo dell'area fabbricata. Cosicchè in un edificio avente pianta quadrata o rettangolare conviene disporre la scala nella parte centrale dell'area od almeno in maniera che il pianerottolo di arrivo stia verso il centro dell'area, perchè dalla sala di ingresso, che immediatamente segue al detto pianerottolo, si possa facilmente pervenire al maggior numero di ambienti che le stanno intorno. Così è stato praticato nella pianta riportata dalla fig. 1, Tav. XLI, che è quella del villino Cattoretto a Casorate Sempione e nell'altra con scalone centrale riportata nella fig. 2 Tav. id., che è quella della villa Philipson presso Pistoia.

Se l'edificio è costituito da due corpi di fabbrica che si intersecano ad angolo retto o ad angolo qualsiasi, converrà disporre le scale verso l'angolo rientrante individuato dai corpi di fabbrica, rivolgendole per modo che i pianerottoli di arrivo riescano internati verso il centro della fabbrica (fig. 3, Tav. id.). Nella fig. 4, Tav. id., è riportata la pianta della casa Lanza sul corso del Valentino a Torino, nella quale si hanno scale disposte nella maniera sopraindicata.

Se sono tre o quattro i corpi di fabbrica che si intersecano in un edificio, le scale occuperanno convenientemente la parte centrale del nucleo secondo cui si incontrano i corpi di fabbrica, rendendosi così una medesima scala utile a tutti i corpi di fabbrica (fig. 5, Tav. id.). Inoltre potendo le scale essere illuminate dall'alto, specialmente quando esse sono provviste di pozzo, seguendo la sopra esposta disposizione si evita che nella pianta rimangano ambienti non illuminati dall'esterno.

Le scale per rispetto alla loro ubicazione possono trovarsi anche all'esterno di una fabbrica. In questo caso esse hanno lo scopo di arrivare al livello del piano terreno dell'edificio quando questo piano trovasi sopraelevato per rispetto al circostante terreno, ovvero servono a far pervenire in un terrazzo o piazzale situato al livello del piano terreno. Talvolta due o più gradinate esterne si seguono per arrivare a livello del piano terreno, quando questo piano trovasi ad un livello più alto di quello di uno o più terrazzi o piazzali situati all'esterno del fabbricato. Nelle figg. 1-3, Tav. XLII, si hanno alcuni esempi di piante di scale esterne semplici che immettono direttamente al piano terreno, nelle figg. 4-10, Tav.

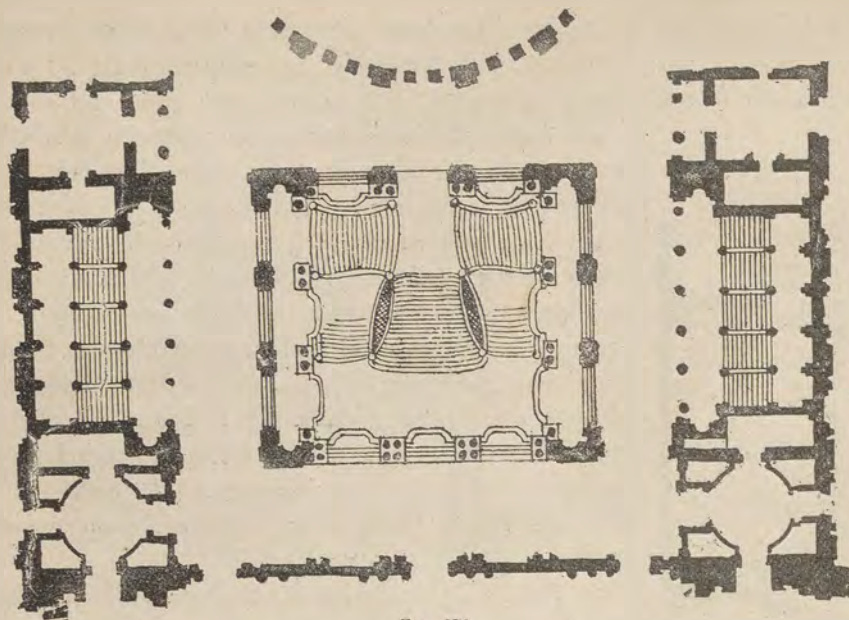


Fig. 276.

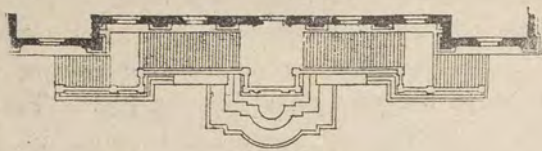


Fig. 277.

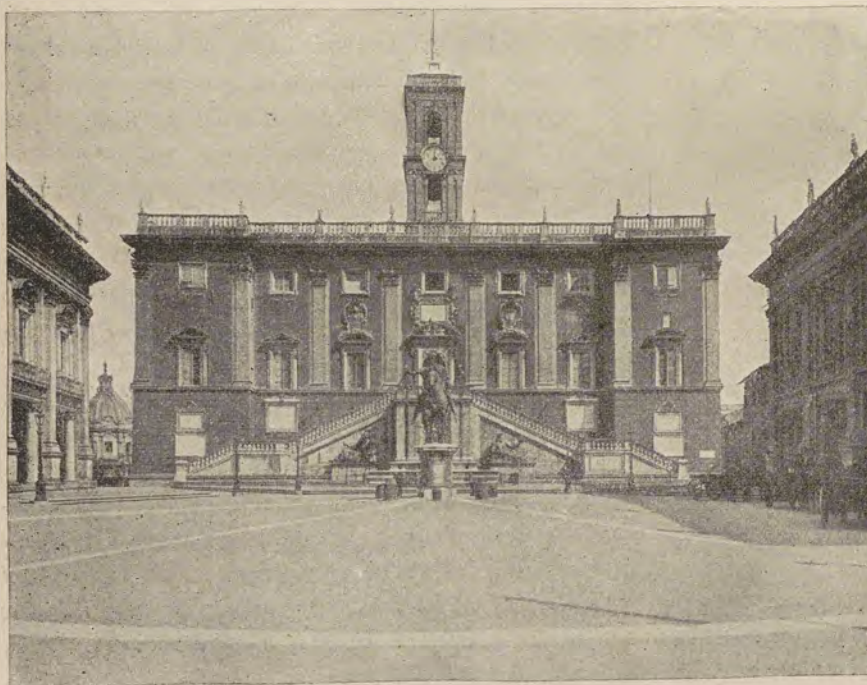


Fig. 278.

esempi di gradinate esterne si hanno rappresentati nelle figg. 277 e 278 che rappresentano con pianta e vista la gradinata eretta da Michelangelo dinanzi al palazzo dei Conservatori al Campidoglio in Roma e nella fig. 279 che ci dà la vista della gradinata della Trinità dei Monti pure in Roma, la quale serve a mettere in comunicazione piazza di Spagna col soprastante viale del Pincio.

Non sempre le gradinate esterne hanno i rampanti composti con gradini. Nei grandiosi edifici, nelle piazze monumentali, ecc., spesso ai rampanti di gradini per maggiore comodità si sostituiscono *rampe a cordonata*, costituite cioè da gradini che

hanno piccola l'alzata (m. 0,8 a 0,12) ed ampia la pedata (m. 0,60 a 1,8) con una pendenza di 10 a 15 cm. per ogni pedata.

L'orlo dei gradini nelle cordonate si suol fare di pietra o di mattoni collocati di costa e di ciottoli, di asfalto, di mattoni o semplicemente di terra si fa la rimanente parte della pedata. Bellissimo esempio di grandiosa cordonatura offre l'accesso al piazzale del Campidoglio da parte di piazza dell'Aracoeli in Roma (fig. 280), con gradini di pietra e di asfalto, adorna con balaustre in pietra di travertino o con gruppi statuari di grande valore. Altro esempio di cordonata a due rampe si ha nel sopracitato palazzo Farnese in Caprarola, di cui si ha una vista di insieme nella fig. 281, con doppia cordonata di ciottoli e parapetto in muratura.

Nelle scale esteriori, come pe le cordonate, è condizione indispensabile che la pedata dei gradini sia pendente verso l'orlo esterno almeno di 1 cm., perchè

id., si hanno esempi di piante di scale che pervengono in un ripiano e in un terrazzo o in un piazzale situato a livello del piano terreno. Splendidi

l'acqua piovana possa facilmente scorrere e smaltirsi dalle scale (fig. 282). La pendenza verso l'interno (fig. 283) suggerita da qualche costruttore,

perchè essa dà luogo ad una migliore posa del piede, impedendo così di potere scivolare, non è molto consigliabile sia perchè chi sale è costretto a superare un dislivello maggiore di quello necessario per ogni gradino, sia perchè tal disposizione richiede la costruzione di una cunetta situata al di sotto del rampante destinata a ricevere lo scolo delle acque pluviali, non sempre di facile esecuzione.

§ 3.

LA FORMA E LE DIMENSIONI

DELLE SCALE.

Una scala deve presentare un grado di comodità proporzionato all'uso al quale essa è destinata. Tale comodità dipende essenzialmente dalla forma della scala e dalla inclinazione del piano o della superficie individuata dagli spigoli esterni degli scalini, epperò dal rapporto che passa tra l'alzata e la pedata dei medesimi.

Essendosi provato che riescono scomode le alzate non comprese tra m. 0,12 e m. 0,18 e le pedate non comprese tra m. 0,25 e m. 0,40, si può stabilire che alle grandi scale e scaloni, dovendo corrispondere la massima comodità, conviene assegnare una alzata compresa tra m. 0,12 e m. 0,14 ed una pedata compresa tra m. 0,35 e m. 0,40; alle scale principali di solito meno sontuose degli scaloni una alzata compresa tra m. 0,14 e m. 0,15 ed una pedata compresa tra m. 0,30 e m. 0,35; per le scale secondarie o di servizio una alzata compresa tra m. 0,15 e m. 0,16 ed una pe-

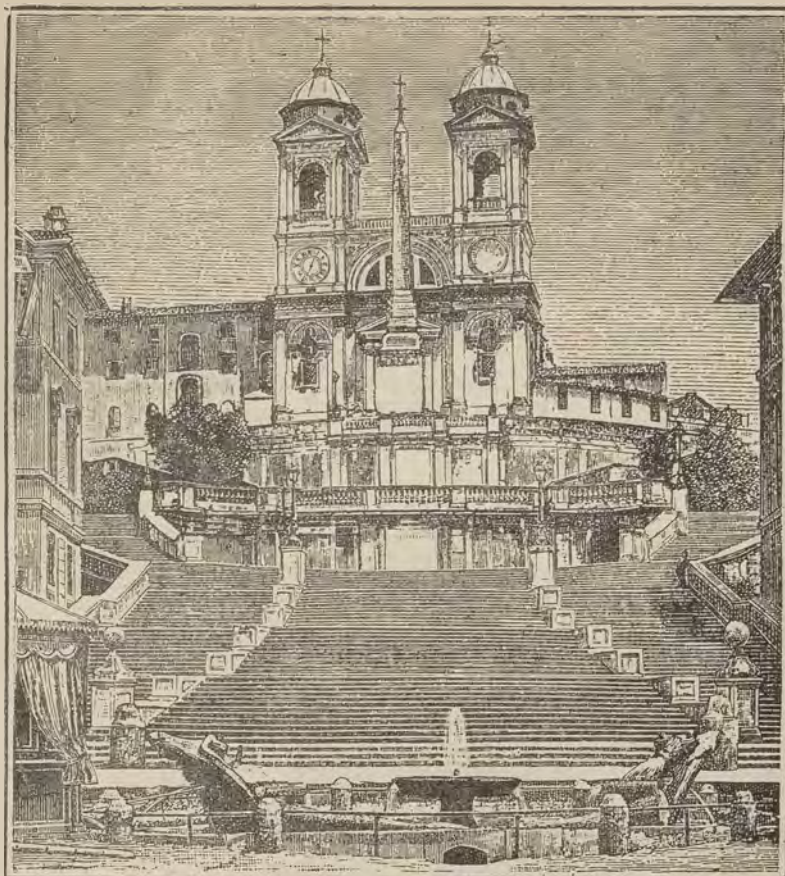


Fig. 279

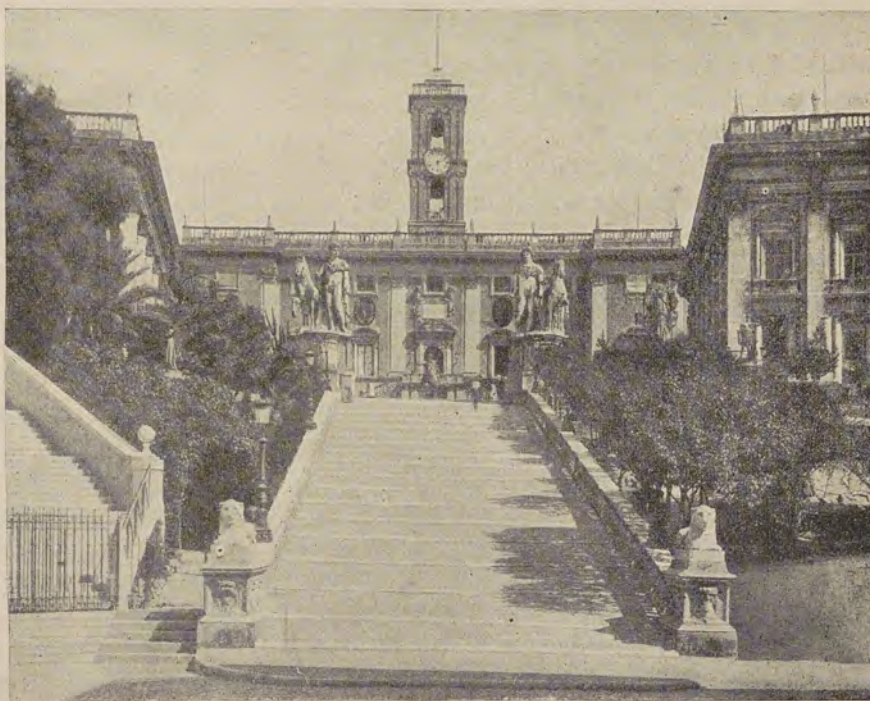


Fig. 280.

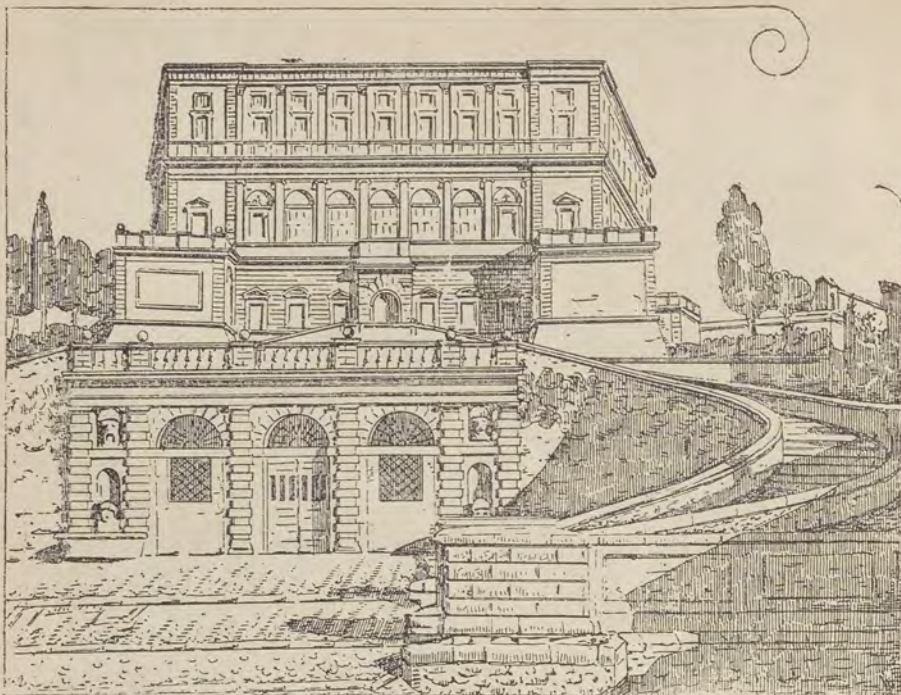


Fig. 281.

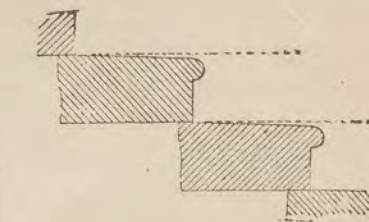


Fig. 282.

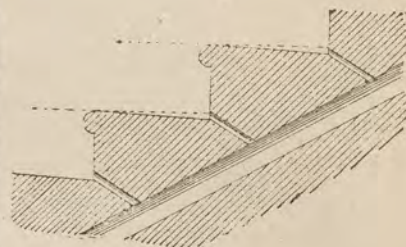


Fig. 283.

data tra m. 0,28 e m. 0,30 e per le scale segrete finalmente una alzata compresa tra m. 0,17 e m. 0,19 ed una pedata compresa tra m. 0,25 e m. 0,28.

L'ingegnere per altro nell'assegnare all'alzata di una scala quel valore che egli ritiene più conveniente, deve verificare se l'intero dislivello da superare, la distanza verticale tra due piani cioè, sia esattamente divisibile per questo valore; in caso contrario, dovendo il numero degli scalini essere intero dovrà appigliarsi a quell'alzata, che dividendo esattamente il dislivello, più si avvicina a quella di maggior convenienza.

È facile anche comprendere come col crescere dell'alzata sia necessario diminuire la pedata e viceversa, poichè lo sforzo muscolare di chi sale crescendo coll'aumentare dell'alzata, deve in pari tempo essere compensato con una diminuzione della pedata per mantenersi pressochè costante in ogni scalino. Orbene, siccome si è anche provato che una variazione dell'alzata è giustamente compensata da una variazione doppia all'incirca della pedata in senso opposto alla prima, i pratici costruttori usano nel proporzionare gli scalini la seguente relazione:

$$2a + p = z.$$

dove a = alzata, p = pedata, z è una costante per la stessa scala compresa tra m. 0,62 e m. 0,66 secondo

che si vuole nella scala una maggiore od una minore comodità.

Altri costruttori suggeriscono invece la relazione

$$a + p = 0,45.$$

Evidentemente però questa relazione dà scalini meno comodi della precedente, per cui sembra indicata più per le scale di servizio e le secondarie che per le scale principali.

Dalle formole sopra citate si deduce il valore della pedata, quando si è assegnato per l'alzata un valore conveniente. Effettivamente però in costruzione la pedata risulta di una larghezza maggiore di quella così calcolata, perchè le lastre di pietra che individuano le pedate si provvedono lungo il loro orlo esterno di sagomature salienti dal vivo del frontalino per 3 a 5 cm. Il profilo di queste sagome consta generalmente di un tondino a cui fa seguito nelle scale più di lusso un listello e talvolta anche un guscio. Al tondino si può sostituire un ampio listello a cui segue un altro listello ed il guscio. Nella fig. 284 sono riportati alcuni profili provvisti di listellone, nell'altra fig. 285 si hanno alcuni profili in cui la modanatura principale è un tondino od un ovolo.

Perchè le scale riescano comode devono soddisfare ai seguenti requisiti:

1. I ripiani intercalati fra i rampanti hanno l'ufficio non solo di poter cambiare la direzione di

questi ultimi, ma anche quello di offrirsi come luogo di riposo. Convien perciò che i rampanti delle scale non debbano contenere più di 17 o 18 scalini. Sembra inverò che una branca diritta e lunga dovesse ascendersi con piacere per il suo bello effetto; in



Fig. 284.

pratica però accade al contrario; un lungo rampante più che l'effetto della bellezza desta nella mente di chi monta le scale lo sgomento della fatica necessaria per fare la lunga salita. I rampanti più lunghi della misura sopraccennata affaticano e stancano.

2. Il ripiano lungo di una scala, che forma cioè testata di due rampanti paralleli ed ascendenti in senso contrario deve avere una larghezza mai inferiore a quella dei medesimi rampanti, il ripiano essendo appunto il luogo dove le persone più volentieri attendono lo scambio con altre e dove quasi sempre sono praticate le porte di ingresso agli appartamenti. Talchè è necessario, se le porte sono situate sulle testate del ripiano, che questo abbia una larghezza almeno di pochi centimetri più ampia di quella degli usci.

3. Fra due rampanti o tra due pianerottoli sovrapposti, è assolutamente necessario conservare una

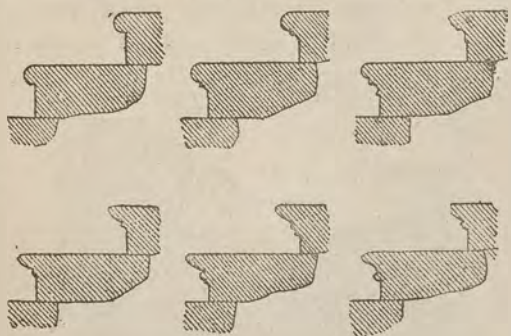


Fig. 285.

altezza libera che non sia mai inferiore ai m. 2 per dar luogo ad un comodo passaggio delle persone. Laonde la differenza di livello fra due ripiani corrispondenti e fra le pedate di due scalini sovrapposti, deve almeno essere eguale a m. 2 più la grossezza

della volta che sostiene il ripiano o il gradino che non può essere minore di m. 0,20. Lo stesso dicasi quando al di sopra di una scala havvi un solaio od una volta: l'altezza del solaio o della volta deve essere almeno di 2 m. al di sopra di quella dell'ultimo ripiano.

4. Negli edifici a più piani, per esempio, nei casamenti a pigione, svolgendosi i rampanti ed i pianerottoli nella stessa maniera per ognuno di essi, sovente anche con lo stesso

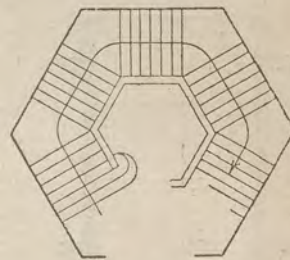


Fig. 286.

numero di scalini essendo diversa per ognuno l'altezza, se ne ha in corrispondenza una differente alzata nei gradini. L'ingegnere studiando la scala per il tratto relativo al piano più alto, che sovente è il primo piano principale, adottando la medesima disposizione di rampanti e di scalini per gli altri piani più bassi, fa sì che l'alzata opportunamente diminuisca nei piani superiori dove chi sale le scale si trova già stanco. Se il piano



Fig. 287.

terreno riuscisse per caso più alto del primo piano principale, per non aumentare l'alzata degli scalini, si provvederà al maggiore dislivello, aggiungendo uno, due o più scalini sull'ingresso della gabbia della scala, formando un invito.

5. Le scale devono avere una costante larghezza per



Fig. 288.

tutta la loro altezza, occorre, pertanto, quando le scale sono a pozzo ed illuminate dall'alto per mezzo di lucernale, che il pozzo vada allargandosi dal basso verso l'alto. Ciò si ottiene restringendo mano mano la larghezza dei rampanti e dei pianerottoli, ovvero lasciando costante la larghezza delle branche e dei

pianerottoli, e distanziandoli maggiormente profittando della risega dei muri.

6. Sono da schivarsi finalmente i rampanti costituiti di uno o due scalini, perchè facilmente possono non essere veduti, e per quanto si può gli scalini obliqui od a ventaglio, perchè incomodi, ed in generale i cambiamenti rapidi di larghezza delle alzate e delle pedate, perchè riescono pericolosi pei bambini e per chi scende sbadatamente.

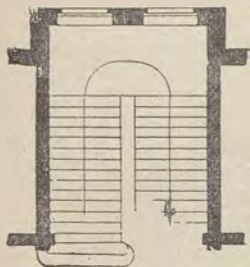


Fig. 289.

Facendo seguito a quanto si disse al n. 4 per stabilire la pianta di una scala in un casamento da pigione a più piani, si divide l'altezza del piano più alto per l'alzata che si vuole assegnare agli scalini, si ottiene così il numero delle alzate che concorrono alla formazione di quella por-

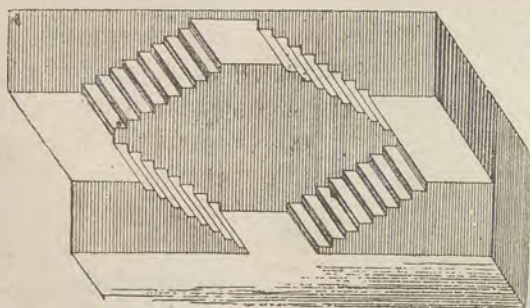


Fig. 290.

zione di scala corrispondente cioè al dislivello tra il pavimento del piano in considerazione e quello del piano superiore ed allora fissato il numero dei rampanti e la larghezza da assegnare ai medesimi, tenendo presente che in ogni rampante al numero

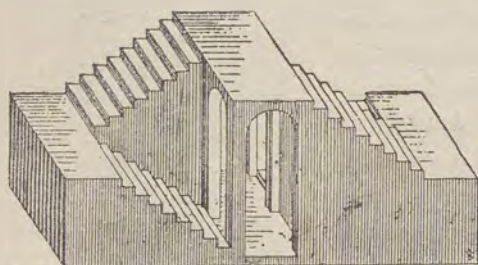


Fig. 291.

delle alzate corrisponde un numero eguale di pedate diminuito di uno, sarà facile compito dell'architetto quello di determinare le dimensioni della gabbia della scala e di disporre in questa i pianerottoli, i ram-

panti e gli scalini. Così ad esempio, supponendo che due muri della gabbia siano già muri maestri della fabbrica distanti fra loro di m. 4,90 (fig. 268) e si voglia fissare la distanza degli altri due muri della

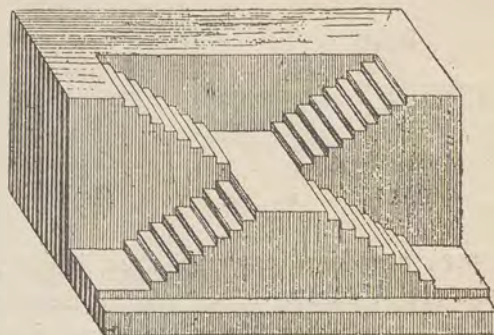


Fig. 292.

gabbia mm_1 ed nn_1 , dato che l'altezza del dislivello da superare sia di m. 4,50 l'altezza dell'alzata degli scalini sia di m. 0,15, il numero dei rampanti sia 3 e la larghezza dei medesimi m. 1,25 e che i pianerottoli abbiano la medesima larghezza dei rampanti. Dividendo il dislivello m. 4,50 per m. 0,15 si ottiene 30 quale numero complessivo degli scalini di cui la pedata (dalla formola $a + p = 0,45$) sarà m. 0,30. Questi scalini si potranno distribuire nei tre rampanti in maniera che due di essi ne contengano 9, ossia 8 pedate, ed uno 12, ossia 11 pedate come è indicato nella figura ed allora la distanza fra i muri trasversali mm_1 ed nn_1 della gabbia risulterà di

$$11 \times m. 0,30 + m. 1,25 + m. 1,25 = m. 5,80.$$

Le scale più comode e le più comuni sono quelle che hanno gli scalini e i rampanti di pianta rettangolare. Allorchè, perciò, la gabbia della scala è di

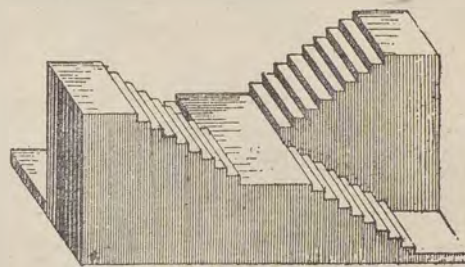


Fig. 293.

pianta poligonale e le scale sono con pozzo converrà, lasciando rettangolari gli scalini ed i rampanti, che l'irregolarità della pianta venga del tutto a concentrarsi nei pianerottoli (fig. 286), essendo questi di numero molto più limitato degli scalini.

Diamo nelle figg. 287 e 288 la vista prospettica delle scale più semplici e più rozze che si possono immaginare. Queste scale infatti convengono per magazzini, molini, granai, ecc. ed in genere per tutte

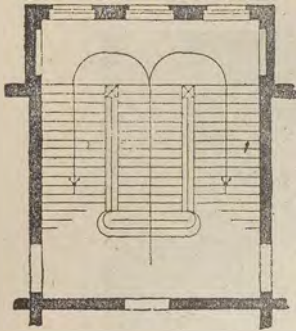


Fig. 284.

quelle costruzioni rustiche nelle quali si disponga di poco spazio per sviluppare le scale. La prima di esse è una scala avente gli scalini di forma triangolare di maniera che a due gli scalini sono contenuti nel medesimo rettangolo. La seconda scala consta di due rampanti distinti, paralleli e contigui ed ascendenti nel medesimo senso, ciascuno dei quali ha una alzata doppia della normale e disposti in modo che gli scalini dell'uno sono situati a metà altezza degli scalini dell'altro, così un rampante riesce di sussidio all'altro.

Nei palazzi del Rinascimento furono molto in uso le scale con due rampanti rettilinei, paralleli, ascendenti in senso contrario e disposti dentro una gabbia di pianta rettangolare (fig. 289). Questi rampanti erano congiunti alle due testate da pianerottoli lunghi il doppio della larghezza del rampante.

Talora queste scale si accoppiarono a due a due fra

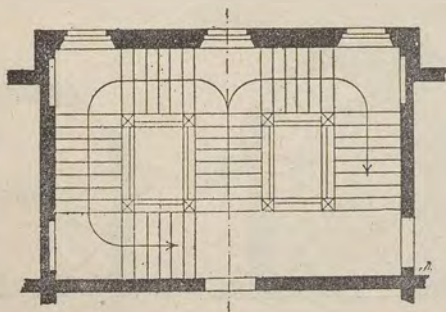


Fig. 296.

loro, dando luogo a scaloni vasti e sontuosi degni di essere menzionati. Unendo due di queste scale coi pianerottoli di arrivo, si hanno due scale diverse a doppia branca (figg. 290 e 291), secondo che si tro-

vano sullo stesso prolungamento di fronte fra loro i due rampanti più alti e i due più bassi, ovvero a ciascuno dei più alti corrisponde uno dei bassi. Di queste due grandi scale è certamente più bella la prima più che la seconda.

Unendo due scale coi pianerottoli di riposo che si trovano a metà di altezza, si hanno pure due scale a doppio rampante diverse dalle prime (figg. 292 e 293) secondo che si corrispondono sullo stesso prolungamento i due rampanti più alti e i due più bassi,

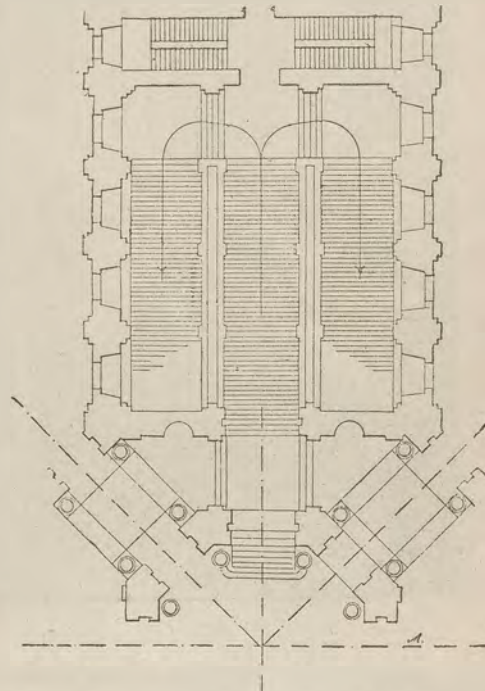


Fig. 297.

ovvero alternativamente uno dei più alti con uno dei più bassi. Anche di queste due scale è più bella la prima che non la seconda. Questi scaloni ampi e vasti per disposizione propria, possono convenire per grandi edifici pubblici e per quelli altri nei quali grande è il numero delle persone che vi accedono.

Fra le scale più belle occupa certamente uno dei primi posti quella così detta a *tenaglia* (fig. 294), che si può costruire tanto in grande che in piccola proporzione. Consta questa scala di tre rampanti rettilinei paralleli dei quali il centrale ascende in senso opposto ai due laterali, congiunti nelle testate da due pianerottoli lunghi quanto la somma della larghezza dei rampanti. Talora il movimento ascendente comincia col rampante centrale (fig. 294), tal'al-

tra coi due laterali (fig. 295); di queste disposizioni è migliore quella che ha più basso il rampante centrale e più alti i due laterali.

Questa scala a tenaglia può rendersi più ampia con

l'aggiunta di rampe trasversali, situate al posto del pianerottolo di riposo che si trova a metà d'altezza. Si ha così una scala a tenaglia con *pozzi* (fig. 296) perchè provvista effettivamente di due pozzi laterali

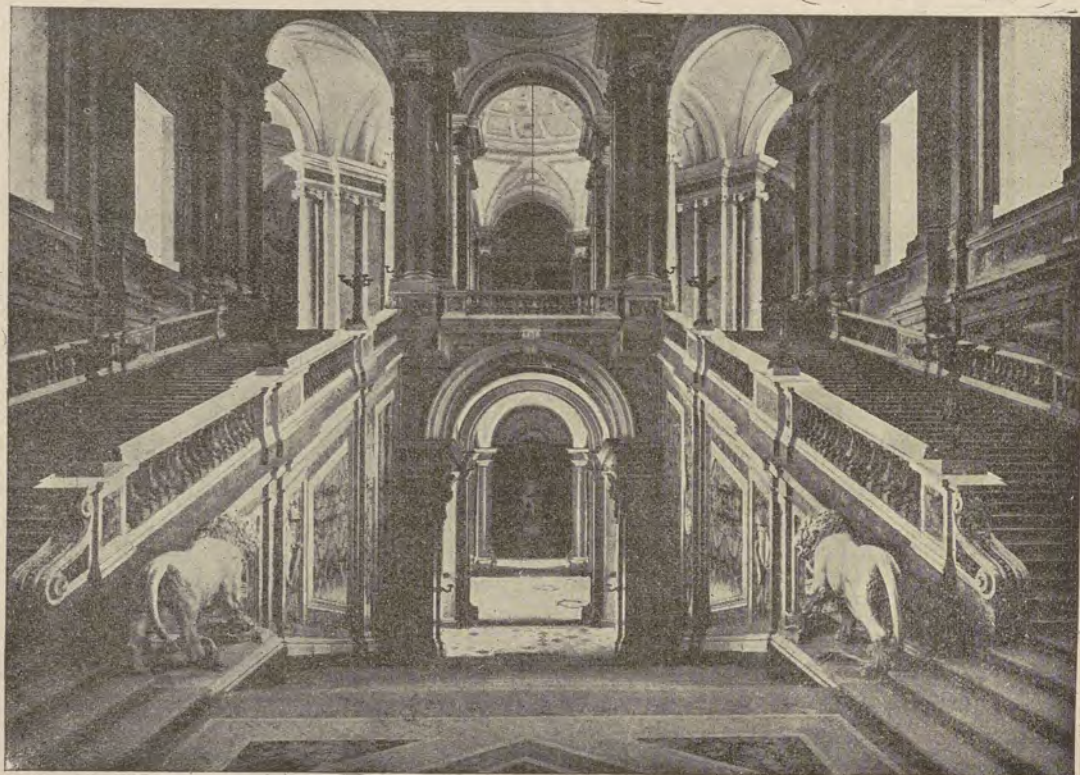


Fig. 298.

alla branca centrale. Mantenendo il rampante centrale più largo dei due laterali le scale a tenaglia riescono indicate nei grandiosi edifici pubblici, nei palazzi di lusso, ecc. Il palazzo reale di Caserta, archit-

Le scale a tenaglia si possono costruire anche con pianta semicircolare, disponendo un primo rampante rettilineo centrale (fig. 299), due rettilinei trasversali e due curvilinei laterali che immettono in un pia-

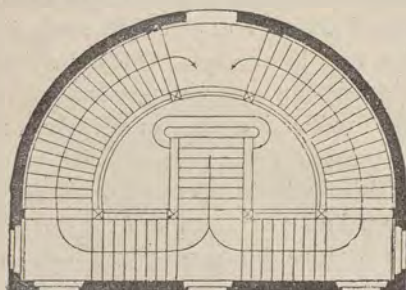


Fig. 299.

tura del Vanvitelli, offre un bellissimo esempio di scalone a tenaglia, rappresentato in pianta nella fig. 297 ed in vista nella fig. 298. Questo scalone, riesce sontuoso sia per la forma che per le sue dimensioni.

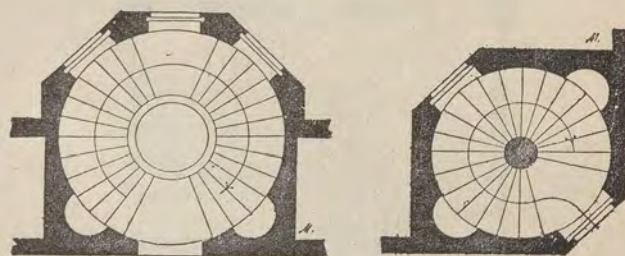


Fig. 300.

Fig. 301.

nerottolo di arrivo dal quale potrà spiccarsi un secondo rampante rettilineo a volo come il primo.

Scaloni più cospicui si ottengono assegnando alla gabbia una pianta circolare o poligonale di grande

diametro e disponendovi gli scalini ed i pianerottoli a ventaglio con pozzo (fig. 300) ovvero con anima (fig. 301). Il castello dei Farnese a Caprarola del Vignola (figg. 273 e 274) ed il palazzo del Barberini

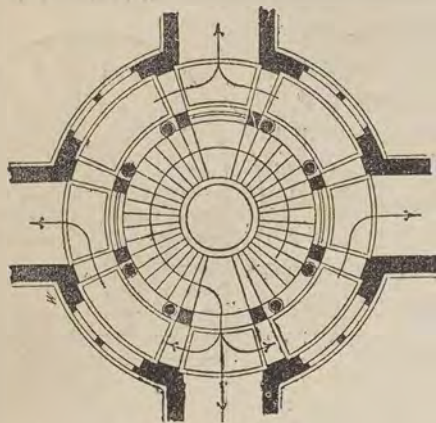


Fig. 302.

in Roma (fig. 275), contengono i più belli esempi di scaloni simili, sia per la loro decorazione come per il loro effetto scenico. I rampanti delle scale sono sostenuti dal muro della gabbia e lungo l'orlo da un colonnato che si sviluppa ad elica seguendo l'andamento dei rampanti.

Costruendo una scala elicoidale con una galleria all'ingiro per ogni pianerottolo di arrivo, si può provvedere per mezzo della medesima (fig. 302) all'accesso dei molteplici appartamenti ed anche a quello di più corpi di fabbrica.

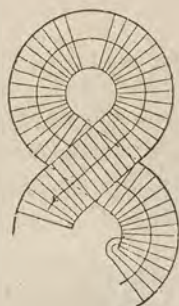


Fig. 303.

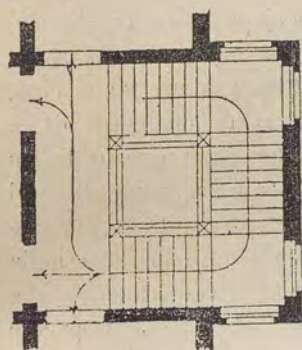


Fig. 304.

la pianta rettangolare (fig. 304); lungo tre lati della gabbia si sviluppano tre branche tra le quali sono situati due pianerottoli quadrati di riposo e questo

terminano superiormente con un pianerottolo lungo addossato al quarto lato della gabbia. Queste scale note col nome di *scale alla romana*, anche perchè sono sostenute per mezzo di una speciale disposizione delle voltine di mattoni, permettono in ogni piano l'accesso sino a quattro appartamenti disponendone gli usci sul pianerottolo di testa.

§ 4.

LA DISPOSIZIONE DEGLI SCALINI NEI RAMPANTI CURVILINEI.

Sovente per non aumentare l'estensione di una gabbia o per non diminuire la larghezza delle pedate, volendo aumentare il numero degli scalini non compatibile con le dimensioni della gabbia, si è costretti a raccordare due rampanti rettilinei con una rampa curvilinea, dando luogo ad un rampante unico non più rettilineo (fig. 305). Il muro della gabbia si può raccordare con la branca curvilinea seguendone la curvatura come è segnato nella fig. 306.

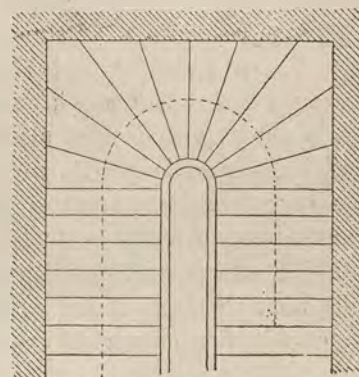


Fig. 305.

Negli scalini a ventaglio del rampante curvilineo il rapporto tra l'alzata e la pedata, che abbiamo raccomandato doversi mantenere costante in una scala e con rigore negli scalini di uno stesso rampante, varia da un punto all'altro dello stesso scalino. E per ciò indispensabile che tale rapporto riesca costante ed eguale al rapporto identico degli scalini dei rampanti rettilinei, lungo la linea di percorso più probabile, la quale può variare di posizione secondo la larghezza della scala, la forma e la pendenza. Questa linea speciale, detta *linea di passaggio*, nella quale si misurano le pedate in una scala curvilinea, è per le scale di media larghezza, fissata dai pratici ad una distanza di m. 0,55 circa dall'orlo del pozzo, siccome la linea di percorso più breve e più comoda alle persone per stendere la mano sul bracciolo della ringhiera. Per queste ragioni in un rampante curvilineo, di pianta circolare, le pedate vanno contate sopra di una circonferenza concentrica a quella degli orli del rampante e distante dall'orlo interno di

m. 0,55. Per questi punti di divisione passeranno gli spigoli degli scalini a ventaglio e saranno diretti al centro nelle scale di grande curvatura e di piccola larghezza (fig. 307). Nelle scale però di piccola curvatura gli scalini distribuiti nella maniera precedente,

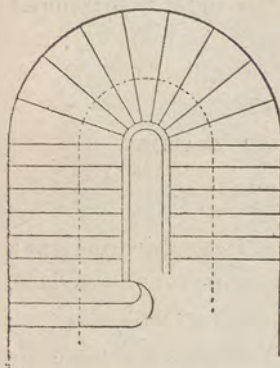


Fig. 306.

pure presentando la medesima pedata degli scalini rettilinei, lungo la linea di passaggio (fig. 306) hanno una pedata lungo l'orlo del pozzo la quale passa bruscamente dalla larghezza normale degli scalini dei rampanti rettilinei a quella stretta degli scalini obliqui del rampante curvilineo, riuscendo oltremodo incomoda per le persone, le

quali sono costrette a prestare maggiore attenzione nel collocare i piedi durante il loro movimento, pericolosa poi ai bambini per la loro sbadataggine ed ai vecchi per la loro povera energia.

E' indispensabile perciò, nelle scale curve di piccolo raggio, adottare una speciale disposizione per gli scalini, in virtù della quale la larghezza delle pedate diminuisca gradatamente lungo l'orlo del pozzo dalla normale degli scalini rettilinei alla più stretta dei curvilinei e cresca parimenti nell'altro ramo di scale, dalla più stretta degli scalini a ventaglio alla normale degli scalini rettilinei. Per ottenere questo raccordo fra i due rampanti rettilinei ed il rampante curvilineo, che abbiamo segnato con linee continue nella fig. 308, si comincerà a diminuire la pedata lungo l'orlo del pozzo nel rampante rettilineo a cominciare, per esempio, dalla quarta pedata contata prima di arrivare alla scala a ventaglio. Tale diminuzione sarà determinata da una quantità costante tale che si pervenga alla pedata normale del rampante curvilineo alla quarta pedata di questo. Ed egualmente si accrescerà la pedata normale del rampante curvilineo lungo l'orlo del pozzo a cominciare dalla quarta pedata contata prima di arrivare al rampante rettilineo della medesima quantità costante, di maniera che si pervenga alla pedata normale

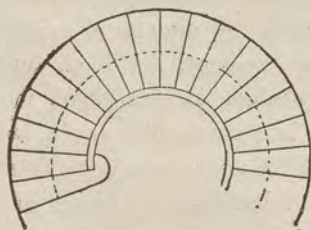


Fig. 307.

degli scalini rettilinei alla quarta pedata dopo il rampante a ventaglio.

Allora se con n indichiamo il numero degli scalini compresi nel rampante curvilineo che partecipano nel raccordo e se ne considerano altrettanti nel rampante rettilineo, se p è la pedata normale degli scalini rettilinei e p_1 la pedata normale di quelli a ventaglio misurata sull'orlo del pozzo (fig. 308) sarà $n(p + p_1)$ lo sviluppo dell'orlo del pozzo lungo l'intervallo abbracciato dai $2n$ scalini; volendo dividere tale lunghezza in $2n$ parti variabili in proporzione arit

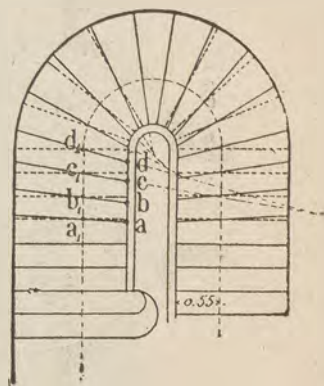


Fig. 308.

metica, talmente cioè che la prima sia $p-d$ e la ultima sia p_1 , ove d sia la differenza tra le pedate, si dovrà avere:

$$p = p_1 + d(2n-1)$$

della quale $d = \frac{p-p_1}{2n-1}$ è l'espressione della quan-

tità di cui deve variare la pedata p per mezzo della quale si possono segnare sull'orlo del pozzo i vari segmenti corrispondenti alle pedate di decrescente larghezza. I punti a, b, c, d, \dots (fig. 308), che così si ottengono, congiunti coi punti $a_1, b_1, c_1, d_1, \dots$ tracciati sulla linea di passaggio che individuano la pedata normale nelle branche rettilinee e curvilinee,

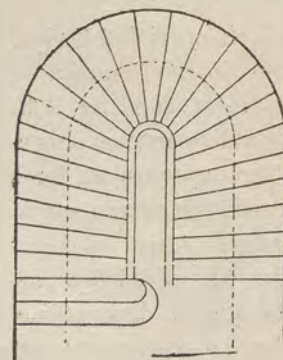


Fig. 309.

ci daranno la proiezione degli scalini costituenti il raccordo. Il numero n di scalini che si prendono in considerazione nelle due branche, rettilinea e curvilinea cioè, non si fa maggiore di 4, perchè oltre questo limite gli scalini a ventaglio del rampante rettilineo, già raccordato col curvilineo nella maniera avanti menzionata,

riuscirebbero troppo obliqui rispetto alla parete della gabbia, come chiaramente appare nella fig. 309 dove si è adottato per n il numero 6.

Tracciando lo sviluppo della linea tangente agli spigoli lungo l'orlo del pozzo di una scala curvilinea nella quale non si è ancora proceduto al raccordo

degli scalini, nei rampanti si avrà una spezzata $ABCD$ (fig. 310) nella quale il tratto BC corrispondente alla parte curvilinea riesce di maggiore pendenza, perchè più grande è il rapporto in essa tra l'alzata e la pedata che non nel tratto rettilineo. Se in questo disegno tracciamo anche lo sviluppo degli scalini di-

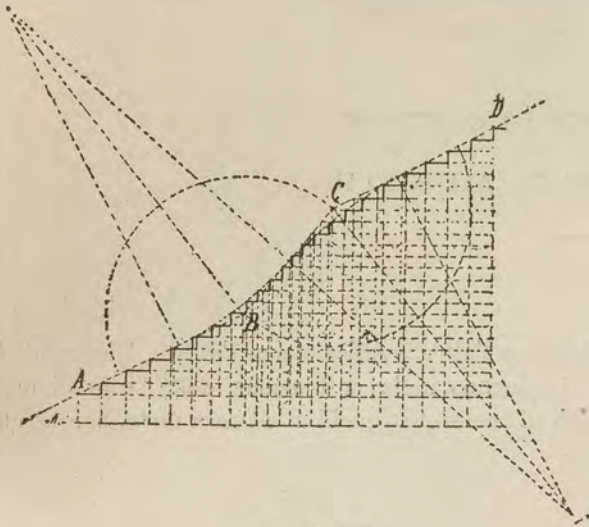


Fig. 310.

istribuiti col primo sistema e quello col secondo, ciò che nella figura è stato fatto rispettivamente con punteggiata e con linea continua, si deduce che questa ultima disposizione di scalini oltre a riuscire meno incomoda e meno pericolosa, toglie quella discontinuità che presenta la linea di pendenza delle scale,

sull'orlo del pozzo, nei punti in cui i rampanti rettilinei si congiungono col curvilineo, discontinuità che sarebbe resa più manifesta dal bracciolo del parapetto e da tutte le linee architettoniche (cornici, fasce, sagome, ecc.) che sogliono accompagnare le scale nella loro pendenza.

Questa considerazione suggerisce un metodo grafico per distribuire gli scalini nei raccordamenti curvilinei, che riesce abbastanza esatto se la grandezza del disegno della scala non è molto piccola. Si traccia la spezzata $ABCD$ sviluppo della linea di pendenza dell'orlo del pozzo, come se gli scalini a ventaglio concorressero nel centro (fig. 310). Si traccia la bisettrice degli angoli ottusi in B e C e, se il rampante curvilineo non contiene più di 9 pedate, con centri posti sopra le bisettrici, si tracciano due circonferenze del maggior diametro possibile, tangenti fra loro e tangenti ai lati AB , CD della spezzata. Si avrà così un nuovo sviluppo della linea di pendenza raccordata con una curva in modo continuo. Prolungando le pedate sino al suo incontro, la linea di pendenza verrà divisa in segmenti, la proiezione orizzontale dei quali ci dà la lunghezza grafica che devono avere le pedate sull'orlo del pozzo; questa lunghezza riportata in pianta sull'orlo interno del pozzo nei tratti ab , bc , cd , (fig. 308) ci dà i punti di divisione a , b , c , ... che uniti coi punti a_1 , b_1 , c_1 , ... della linea di passaggio, individuano la proiezione orizzontale degli spigoli dei gradini obliqui.

CAPITOLO II.

LA COSTRUZIONE DELLE SCALE DI LEGNO, DI FERRO E DI MURATURA

§ 1.

LE SCALE DI LEGNO.

Le scale di legname, come quelle di ferro, si usano comunemente per il servizio delle botteghe, degli ammezzati o si interpongono fra le diverse parti di un appartamento allora quando queste sono situate in piani differenti. In Germania, in Francia, in Inghilterra le scale di legno sono molto più in uso che non in Italia; hanno il difetto però di essere facilmente incendiabili e di riuscire di grave disturbo per il rumore che generano col passaggio delle persone. Pur tuttavia, se queste scale vengono costruite, se ne deve l'uso alla facilità di lavorazione del legname, alla loro non comune leggerezza e al grado di pulimento di cui sono suscettibili, specialmente se sono costruite con legnami di lusso.

La maniera più semplice di costruire una scala di legno potrebbe aver luogo tagliando gli scalini di un sol pezzo di legname massiccio come usasi per le scale di pietra ed al pari di queste sovrapponendoli ed incastrandoli nei muri della gabbia di guisa che ciascuno di essi si appoggi anche sul precedente (fig. 311). Queste scale esigono invero una mano d'opera minima e sono solide quando quelle in muratura, ciò non pertanto vengono rarissimamente usate per il grande volume di legname necessario per costruire gli scalini.

Sogliono perciò le scale di legno costruire più comunemente individuando ogni scalino con due tavole, una delle quali disposta orizzontale per costruirne la

pedata e l'altra verticale per l'alzata. I legnami che si impiegano nella costruzione delle scale di legno sono di preferenza quelli di essenza forte, perchè que-

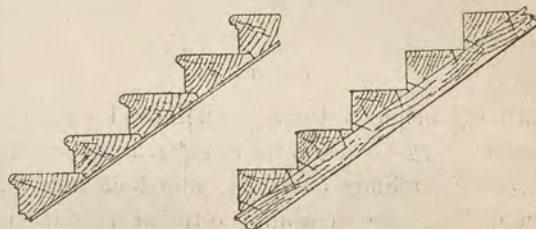


Fig. 311.

sti resistono meglio all'attrito e sono suscettibili di bel pulimento. I legnami dolci potranno sostituire i

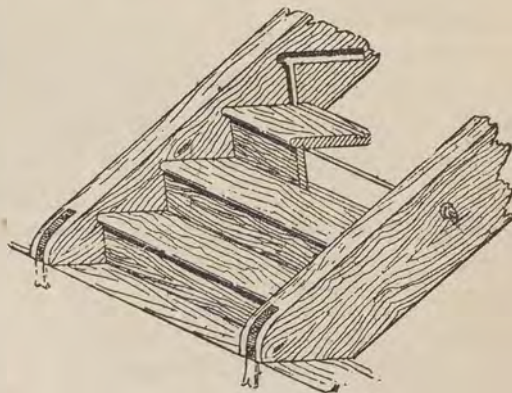


Fig. 312

forti nelle parti della scalameno soggette a consumo, come, ad esempio, nei frontalini, nei parapetti, ecc.; in questo caso però è necessario ricoprire la scala con uno strato di colore. Per la formazione delle

pedate si avrà cura di evitare le tavole contenenti dei nodi, perchè questi essendo più resistenti, fanno sì che il consumo della tavola non riescirà uniforme.

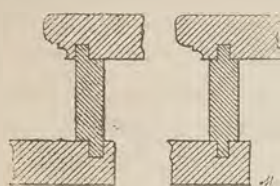


Fig. 313.

Per la medesima ragione le tavole delle pedate saranno ricavate dal libro e non dall'alburno del tronco e dopo che il legname sia bene secco e stagionato per evitare contorcimenti e screpolature che

diminuiscono il valore dell'opera compiuta. Anche la loro lavorazione deve essere condotta con molta accuratezza, dipendendo in gran parte dalla abilità e

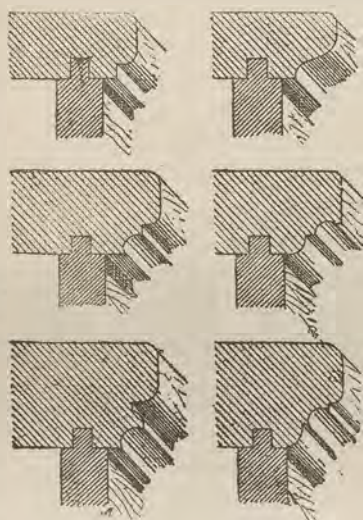


Fig. 314.

dalla diligenza del carpentiere la riuscita di questi lavori che si possono annoverare fra i più difficili dell'arte del falegname.

Le scale di legno possono essere *rettilinee* od *elicoidali* ed entrambe possono essere *a collo* od *a volo*, secondo che si dispongono o no con i loro rampanti addossati ai muri della gabbia. Un rampante rettilineo si può costruire facendo sostenere gli scalini da due *correnti* o *fianchi* che sono due pezzi di tavolone grosso dai 6 agli 8 cm. situati di costa nel senso della pendenza delle scale, larghi poco più di quanto bisognerebbe per contenere gli scalini (fig. 312).

Le tavole che costituiscono le alzate e le pedate si calettono fra loro a linguetta (fig. 313) e si uni-

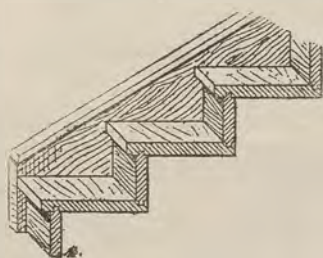


Fig. 315.

scono ai correnti con incastri profondi circa cm. 3 per tutta la loro larghezza. Queste tavole hanno la grossezza di 4 a 5 cm. per le pedate e di 2 a 3 cm.

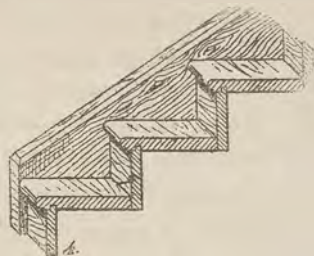


Fig. 316.

per le alzate. Le tavole delle pedate lungo lo spigolo anteriore sono fornite di profilo curvilineo sporgente 3 a 5 cm. dal frontalino. Nella fig. 314 sono dati alcuni di questi profili nei quali le sagome

variano di numero a seconda del grado di ornamentazione che si vuole raggiungere nella scala. Lo spigolo posteriore di ciascuna pedata si troverà allo stesso piano con la faccia posteriore del frontalino (fig. 315) o con la

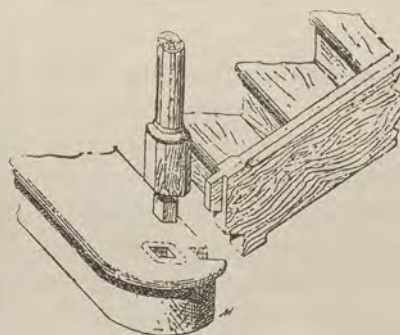


Fig. 317.

faccia anteriore del medesimo (fig. 316). Di queste due disposizioni è però preferibile la prima, potendo la seconda dar luogo all'apertura della commessura con molto danno dell'estetica. Nei lavori meno eleganti le tavole delle pedate si inchiodano alle tavole dei frontalini senza calettature.

E' necessario in queste scale che i correnti abbiano solidi appoggi alle loro estremità, contro i pianerottoli, ai quali si collegano anche per mezzo di apposite feramenta. Nelle scale rettilinee ad una sola branca,

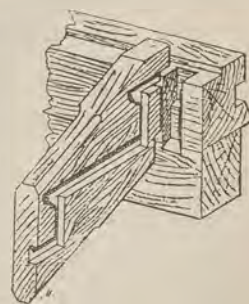


Fig. 318.

l'estremità inferiore dei correnti si assicura contro il gradino di invito che per lo più è di legno massiccio o di pietra ed il parapetto della scala al colonnino che si suole fissare sul medesimo scalino (fig. 317). L'unione del corrente con lo scalino è fatto con incastro ad unghiatura e richiede che lo

scalino di invito sia solidamente fissato sul terreno mediante un conveniente sottostrato di muratura di fondazione. Come si vede dalla fig. 317 anche il colonnino si unisce con incastro al corrente e con dente

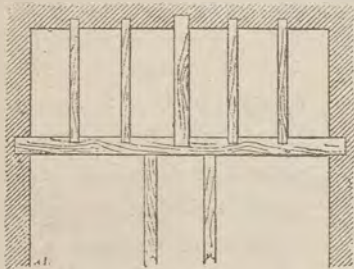


Fig. 319.

allo scalino d'invito. L'estremità superiore del corrente si fissa mediante incastro alla trave, che disposta a guisa di cavallo, sostiene il margine del pianerottolo (fig. 318). Per evitare i contorcimenti è anche indispensabile che i correnti molto lunghi siano tenuti vicini fra loro e stretti contro le testate degli scalini per mezzo di chiavarde di ferro a vite, del diametro di 1 cm. circa, lunghe quanto tutta la larghezza della branca (fig. 312), le quali rimangono nascoste sotto gli scalini.

I pianerottoli lunghi di queste scale (fig. 319) sono costruiti a guisa di solaio collocando cioè una trave robusta lungo il margine di esso, sulla quale si appoggiano e si inchiodano i travicelli trasversali destinati a sostenere la copertura del pianerottolo. Sulla stessa trave, nelle scale non molto larghe, si possono semplicemente appoggiare i correnti ascendenti dei rampanti (fig. 320) allorquando non è temibile una sensibile inflessione da parte del cavallo; in tal caso se ne rinforzano i collegamenti mediante ferramenta fissate con chiodi a vite.

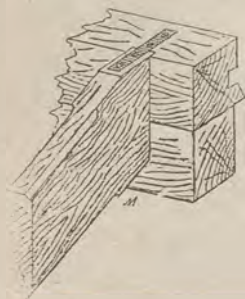


Fig. 320.

Il cavallo si sostiene nel suo mezzo con una colonnetta quando riesce molto lungo (fig. 321), ovvero si rinforza con un travetto piegato ad arco, convenientemente sagomato, nella maniera indicata della fig. 322 ed allora anche il pianerottolo dalla parte inferiore si riveste di tavole di maniera che tale coperto riesce separato dalla gabbia della scala e la cornice di questo piccolo soffitto si fa proseguire lungo il sopporto sopracennato. Se il pianerottolo è quadrato ed occupa l'angolo di due

muri della gabbia, esso è sostenuto da due travi corte, situati lungo i lati liberi, incastrati nei muri e collegati fra loro a mezza grossezza negli estremi liberi.

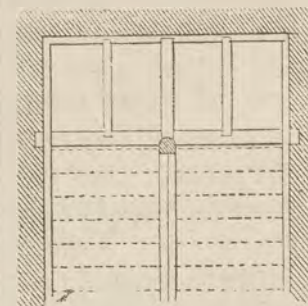


Fig. 321.

Talvolta a rinforzo dei medesimi (fig. 323) si aggiunge un travicello nel senso diagonale o si sostiene con un colonnino di legno o di ghisa l'estremità libera delle travi, quando la portata della scala è considerevole.

Il collegamento dei correnti con le travi del pianerottolo quadrato si fa come prima con incastro o semplicemente appoggiando le estremità dei correnti

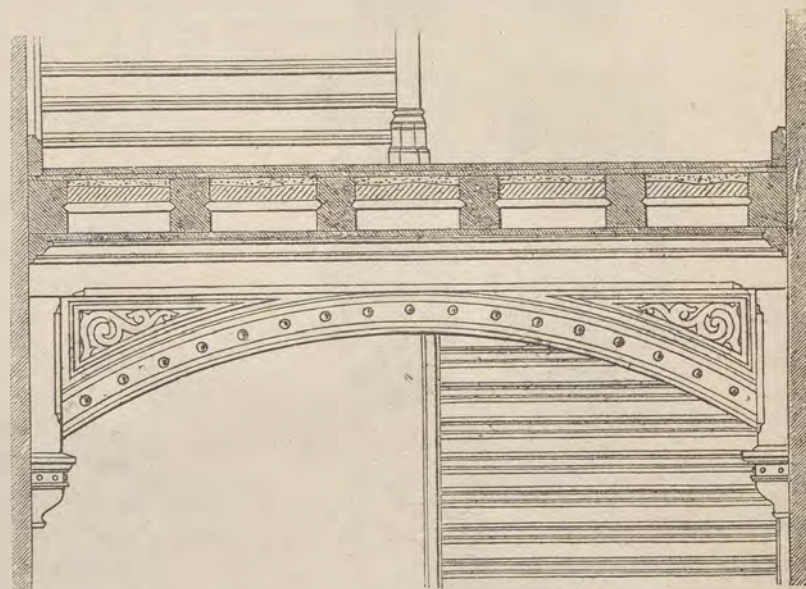


Fig. 322.

ascendenti che si collegano alle travi per mezzo di ferramenta.

Talora sullo spigolo del pianerottolo quadrato si colloca un colonnino alla cui estremità superiore si attacca il bracciolo del parapetto. In questo caso, come nell'altro avanti cennato, in cui il pianerottolo quadrato è sostenuto da un colonnino, converrà incastrare la colonnetta col corrente diagonale del ripiano (fig. 324) ed allora perchè le traverse t non abbiano ad indebolire troppo l'estremità del corrente diagonale si tengono con il

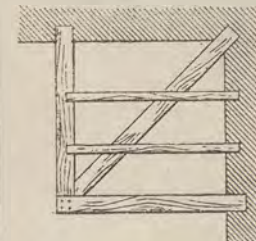


Fig. 323.

loro estremo incastrato alquanto distante dall'estremità del diagonale come si vede in figura. Contro il colonnino si appoggiano e si incastrano i correnti interni dei rampanti rettilinei (fig. 325), mentre quelli esterni si fissano al muro o si appoggiano contro le traverse *t*. Si usa anche arrotondare in questo caso lo spigolo esterno tanto dell'ultimo scalino della rampa inferiore quanto del primo gradino del rampante superiore per lasciare maggior posto all'incastrò del corrente diagonale.

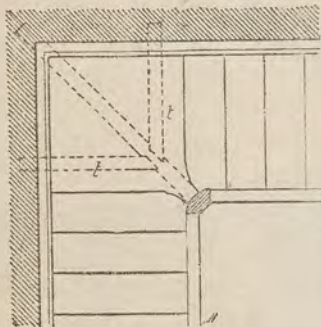


Fig. 324.

Talvolta si preferisce costruire i correnti tagliandoli sul dorso superiore a dente di sega, aventi i lati corrispondenti alle alzate ed alle pedate degli scalini (fig. 326) e sopra questi denti si inchiodano le tavole che individuano le alzate e le pedate medesime. Tali correnti devonsi ricavare dal taglio di tavoloni più larghi, se non si vuole riportare sopra il loro dorso i denti ricavati dal taglio di altri pezzi

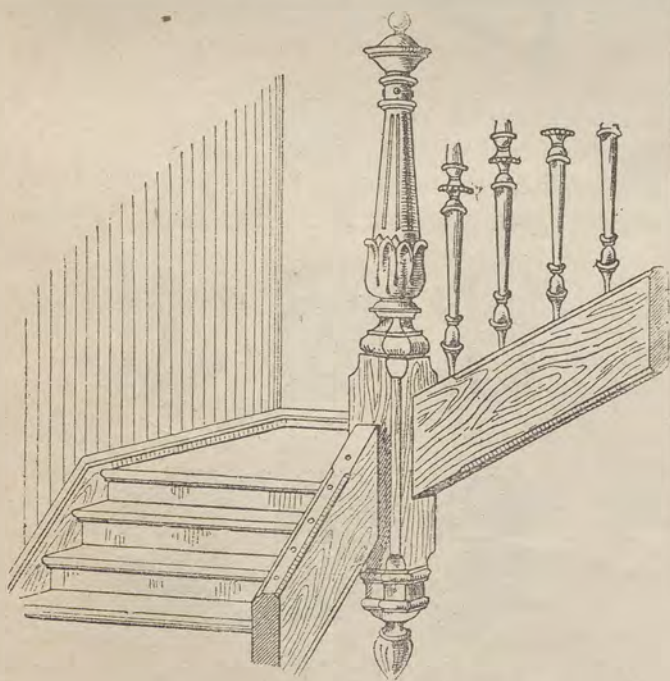


Fig. 325.

di legno e inchiodarveli sopra, nel quale caso gli scalini non abbondano di solidità.

Riescono perciò queste scale più costose, sebbene non occorre in esse stringere i correnti con chia-

varde, riuscendo sufficiente il collegamento con chiodi che offrono le tavole delle alzate e delle pedate.

I rampanti così costruiti presentano l'inconveniente

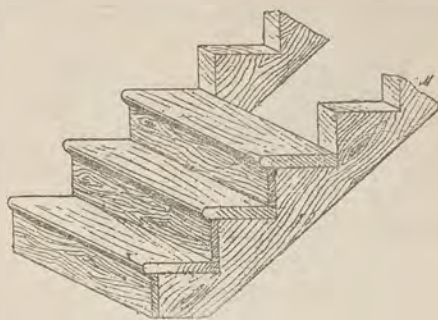


Fig. 326.

di avere gli scalini, nelle branche a collo, direttamente a contatto coll'intonaco delle pareti della gab-

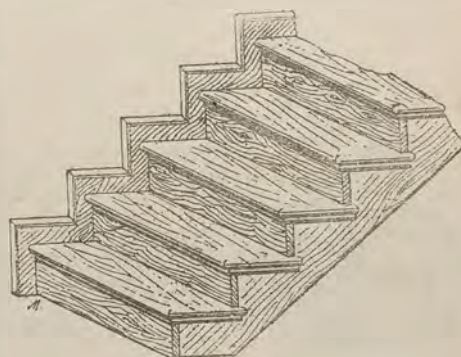


Fig. 327.

bia; facilmente perciò l'intonaco si guasta specialmente quando si sottopone a lavature la scala. A tal uopo conviene fissare alla parete uno zoccolo di tavole disposto come si vede nella fig. 327 o nell'altra fig. 328, decorandone il profilo con qualche modanatura.

Le tavole delle pedate terminano lungo lo spigolo anteriore con un profilo curvo che si ripete anche lungo lo spigolo laterale esterno; ma poi-



Fig. 328.

chè le tavole hanno le fibre disposte nel senso della loro lunghezza, difficilmente la testata si lascia profilare. La scorniciatura allora si riporta sulla testata a mezzo di un listello (fig. 329).

Gli scalini delle scale di legno possono lasciarsi scoperti dalla parte sottostante, come sono quelli della fig. 312, ovvero si possono nascondere per mezzo di tavole, tagnate a lunghezza opportuna, poste a con-

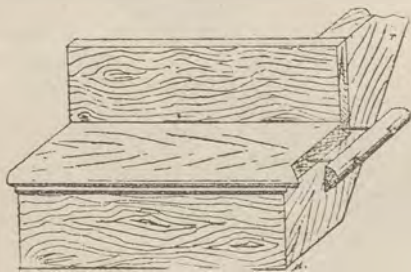


Fig. 329.

tatto e inchiodate sul dorso inferiore dei correnti, come è praticato nella fig. 330.

Nelle scale di lusso gli scalini scoperti possono convenientemente sagomarsi ed intagliare con modanature, a riquadri, a specchiature, ecc. come si vede nella fig. 331. La faccia inferiore degli scalini si può nascondere con un regolare plafone, fatto cioè con stuoie ed intonaco, quando non si vuole lasciare con la faccia vista gli scalini. Le stuoie si inchiodano direttamente sugli spigoli interni delle pedate opportunamente smussate (fig. 332), ovvero sopra travicelli paralleli a questi spigoli sop-



Fig. 330.

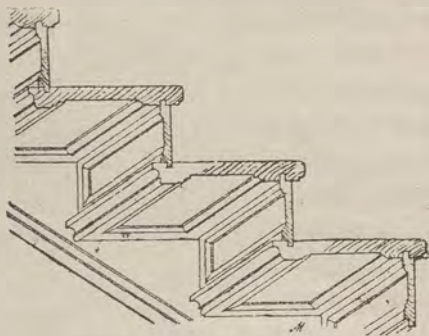


Fig. 331.

portati dai correnti se si vuole che il soffitto risenta meno dalle oscillazioni degli scalini (fig. 333).

Talvolta nelle scale di legno si omettono le tavole che individuano le alzate come si vede nella fig. 330. In tal caso le pedate potendo collocarsi di

maniera che lo spigolo anteriore stia più innanzi che non lo spigolo posteriore dello scalino precedente, i rampanti di queste scale possono avere una mag-

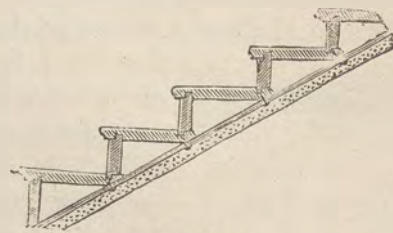


Fig. 332.

giore pendenza senza che per ciò riescano meno comodi.

Sulle faccie verticali esterne dei correnti e lungo i loro spigoli possono stabilirsi delle scorniciature decorative di cui sono dati alcuni profili nella fig. 334.

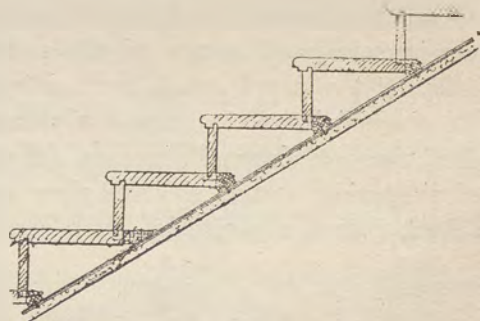


Fig. 333.

Sul dorso dei medesimi correnti si stabiliscono le ringhiere di difesa, le quali sovente sono di legno, ma possono anche essere di ferro. Talvolta le ringhiere

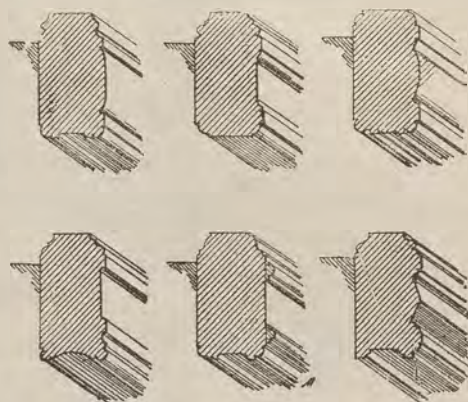


Fig. 334.

sono rigidamente unite ai correnti, specialmente se sono di ferro, ed allora servono anche a rinforzare il corrente.

Le ringhiere di legno sono costituite dal *corrimano* e dalle *colonnelle*. Le colonnette hanno di solito una

delle forme indicate dalla fig. 335, ovvero sono fatte di tavole intagliate con contorno a disegno, con trafori od ornati. Il corrimano è rotondo sul dorso per-

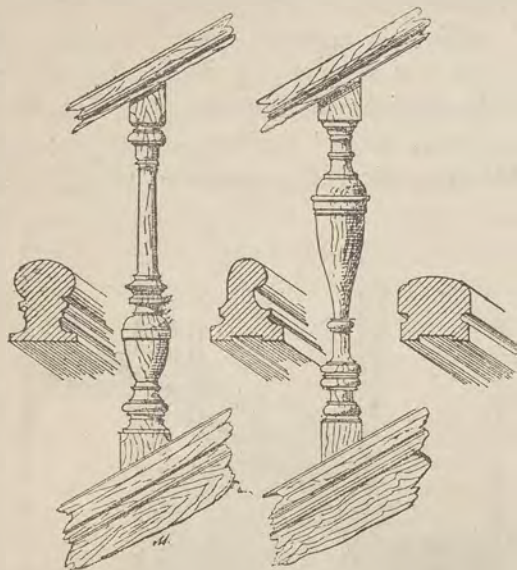


Fig. 335.

chè la mano possa appoggiarvisi comodamente. Nella fig. 335 sono riportati i profili più comuni che si assegnano al corrimano, il quale conviene sia fatto

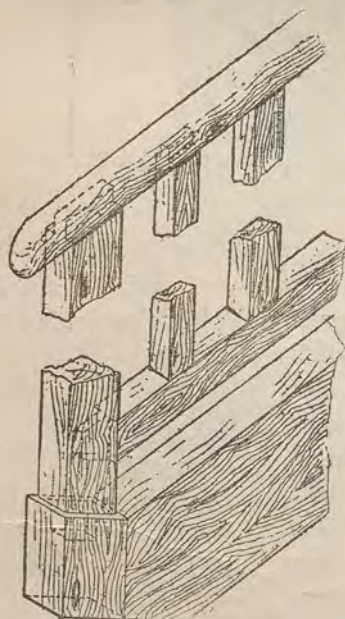


Fig. 336.

di legno forte e ben levigato. Le colonnine si fissano con incastro con la loro estremità superiore al corrimano, coll'inferiore al corrente come si rileva dalla medesima figura. Parapetti ancora più semplici di quelli sopraesposti possono farsi col solito corrimano e con colonnette quadre nella maniera indicata dalla fig. 336, ovvero nell'altra della fig. 337. Il parapetto di ferro ha sempre il corrimano

di legno, le sue colonnine possono essere di ferro tondo (fig. 338) o di ghisa con decorazioni più o meno semplici (fig. 339). Generalmente le colonnette di ferro si fissano sul fianco del corrente nella maniera indicata dalla fig. 340.

Per il disegno di queste colonnette potrà riferirsi al paragrafo *scale di ferro*. Lo stesso si dica per le forme svariate che può assumere il colonnino d'an-

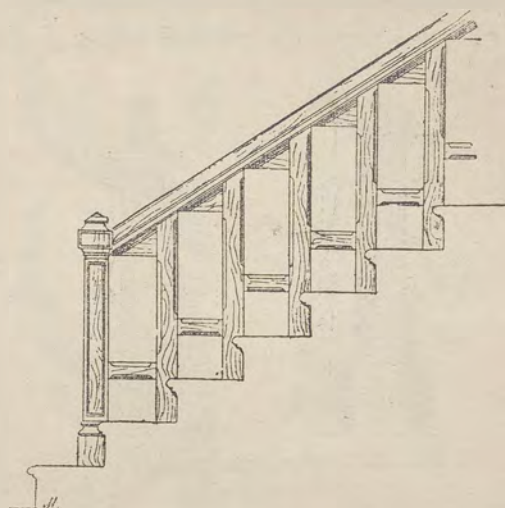


Fig. 337.

golo con cui si inizia la ringhiera a cominciare dallo scalino di invito, allora quando anche il colonnino è di ferro. Nella fig. 341 sono riportati alcuni di questi colonnini d'angolo di legno, il disegno dei quali

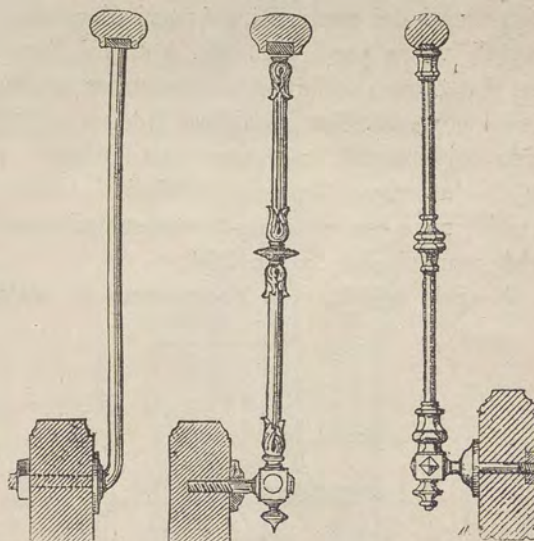


Fig. 338.

Fig. 339.

Fig. 340.

può variare in mille modi secondo che meglio accomoda all'architetto.

Allo scopo di risparmiare i legnami di grossa sezione o quando si dispongano soltanto di legnami esili, torna conveniente costruire le scale di legno, aventi gabbia e branche rettangolari, del tipo della fig. 342, facendo appoggiare i rampanti ed i pianerottoli sui

muri della gabbia da una parte e sopra quattro colonnine pure di legname, situate agli angoli del pozzo della scala.

Si mettono in opera queste scale collocando sulle colonnine e sui muri della gabbia i palchi di ciascun

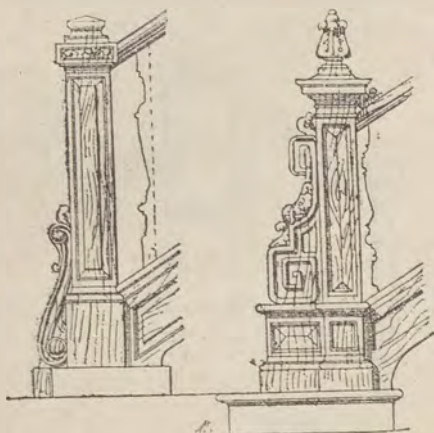


Fig. 341.

pianerottolo composti coi loro correnti, travicelli e tavolato, appoggiando contro le faccie dei pezzi di cavallo dei pianerottoli i rampanti inclinati già preparati e costruiti nel cantiere. Per mezzo di pezzi di legno tagliati ad arco (fig. 343) si possono sostenere i correnti dei rampanti e i pezzi di cavallo dei pianerottoli verso punti centrali, e si può foggare ad arco il contorno dell'apertura compresa tra le colonne ed i correnti. Una ringhiera di legno collocata sul dorso dei correnti ha lo scopo di difendere i passanti e di rinforzare i correnti medesimi. Una scala simile può anche essere costruita con scalini massicci incastrati come indica la fig. 344.

Fra le scale elicoidali si distinguono le scale a

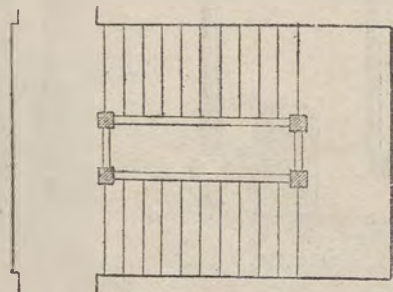


Fig. 342.

chiocciola od a *lumaca* con anima o con pozzo (figure 300 e 301) da quelle che servono di raccordo ai rampanti rettilinei come abbiám visto in precedenza nella fig. 308.

La costruzione delle scale elicoidali in legno procede in modo analogo di quelle rettilinee; gli sca-

lini, cioè, sono sostenuti da due correnti uno dei quali per le scale a chiocciola consiste in una trave cilindrica disposta verticale che costituisce l'anima della scala, l'altro è un trave di sezione rettangolare curvata o tagliata di maniera che una sezione qualsiasi normale di essa si trovi coi vertici disposti secondo eliche concentriche di diametro differente per ogni coppia di essi, ma del medesimo passo (fig. 345).

Nelle scale elicoidali a pozzo e nelle porzioni di

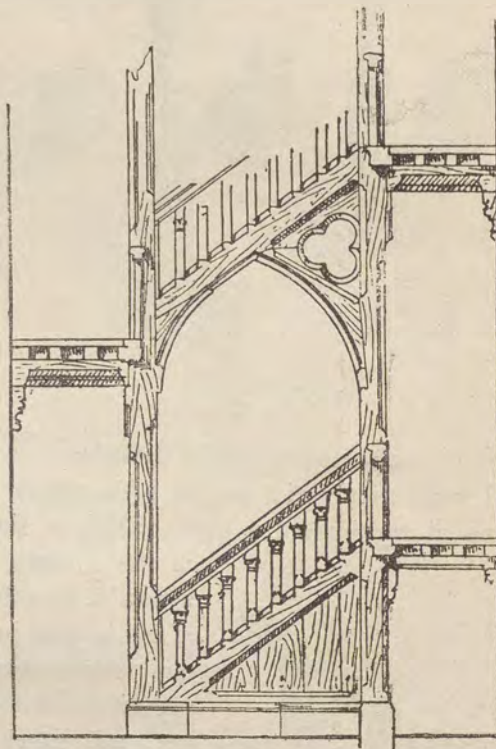


Fig. 343.

scale elicoidali destinate a raccordare i rampanti rettilinei fra loro, gli scalini sono sostenuti sopra due correnti che hanno la forma dell'ultimo corrente descritto, ma di curvatura differente in corrispondenza alla curvatura dell'orlo del pozzo e del contorno della gabbia.

I correnti curvilinei, non essendo possibile farli di un sol pezzo, si costruiscono con diversi pezzi riuniti fra loro a mezza altezza (fig. 346 a)

o con semplice o doppio dente a maschio e femina (fig. 346 b, c) e sono rinforzate nelle giunture con righette di ferro fissate con chiodi a vite. I giunti fra i vari pezzi si mantengono verticali di modo che le linee di giunto coincidono con le generatrici della

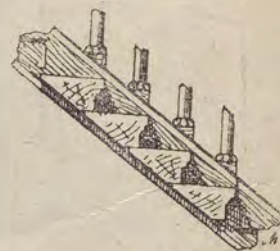


Fig. 344.

superficie cilindrica che limita il corrente medesimo. Una connessione più solida si ottiene serrando le estremità di due pezzi contigui mediante una chiavarda provvista di dado a vite alle due estremità, la quale si dispone nascosta fra lo spessore della trave nella maniera più chiaramente indicata dalla fig. 346 *d*. I dadi a vite di queste chiavarde possono essere di quelli comuni, prismatici, ma meglio corrispondono quelli con contorno a dentiera (fig. 346 *e*), perchè possono più facilmente serrarsi coll'aiuto di un martello e di uno scalpello. Le due cavità praticate per contenere i dadi, dopo serrati i pezzi, si ricoprono con pezzi di legno, continuando la venatura di questi con

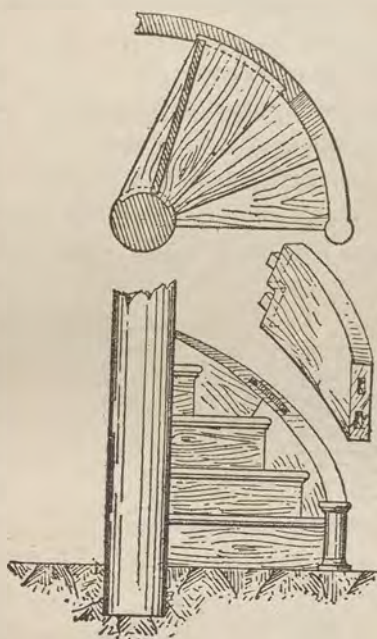


Fig. 345.

quella dei correnti. Quando non basta una sola di queste connessioni, si impiegano entrambe insieme.

Le tavole che individuano le pedate sono congiunte ai correnti con incastro lungo la loro larghezza; le tavole delle pedate si inchiodano a quelle delle alzate lungo i bordi anteriore e posteriore, ovvero si uniscono con linguette; le tavole delle alzate si congiungono anche coi correnti per mezzo di incastro.

Nelle scale a chiocciola le tavole delle pedate terminano verso la colonna verticale (anima) con un piccolo lato mai inferiore a 5 cm. Il numero degli scalini in ogni giro completo di una scala a chiocciola si determina in maniera che fra due scalini, aventi la medesima proiezione orizzontale facenti parte di due giri consecutivi di scala, sia una distanza

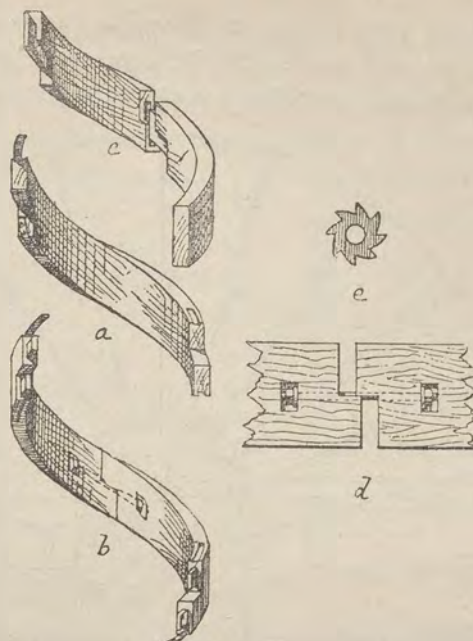


Fig. 346.

verticale libera non inferiore ai m. 2,20 per potervi passare senza urtare contro gli spigoli degli scanni superiori.

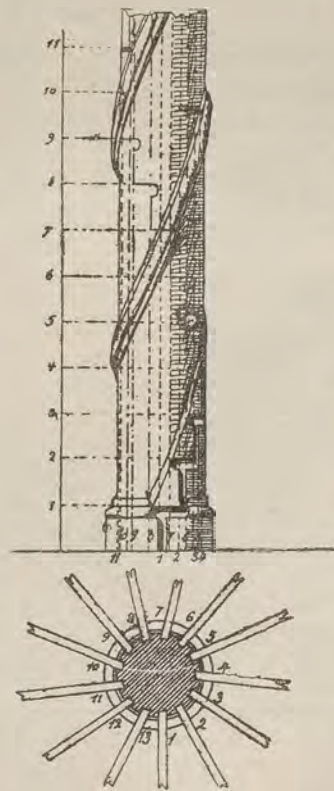


Fig. 347.

periori. Quindi il numero n degli scalini che fan parte di un giro completo di scala sarà dato dall'altezza

limite divisa per l'alzata che si vuole assegnare agli scalini. Converrà inoltre che l'alzata sia compresa tra 16 e 19 cm. perchè con la pedata misurata sulla

linea di passaggio, situata a circa 50 cm. dalla colonna verticale, sodisfi una delle note relazioni:

$$2a + p = 0,65 \text{ ovvero } a + p = 0,45.$$

Conosciuto così il numero n delle pedate, il cui lato più piccolo, come avanti si è detto, sia di 5 cm., il diametro della colonna verticale, che costituisce l'anima, sarà dato dalla relazione $d = \frac{5n}{\pi}$.

Per segnare sull'anima di queste scale le incavature per incastrarvi gli scalini si procede nel modo seguente:

Si divide la periferia dell'anima in tante parti quante sono le n pedate che costituiscono un giro completo di scale (fig. 347), che si numerano da 1 ad $n = 13$ nella nostra figura; si disegnano quindi sulla superficie cilindrica dell'anima le generatrici corrispondenti a queste divisioni che si numerano con gli stessi numeri. Riportata l'alzata n volte sopra una di queste

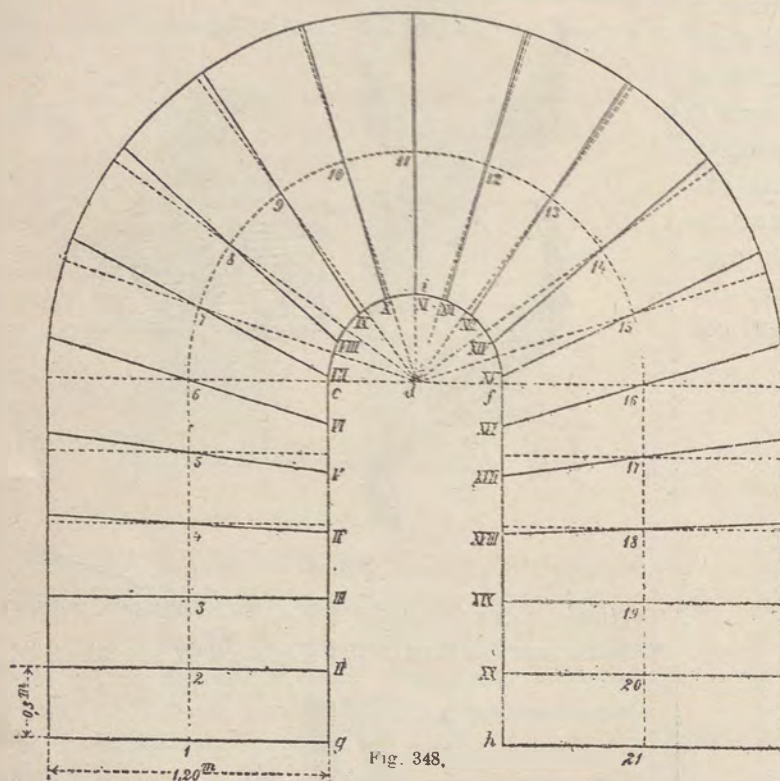


Fig. 348.

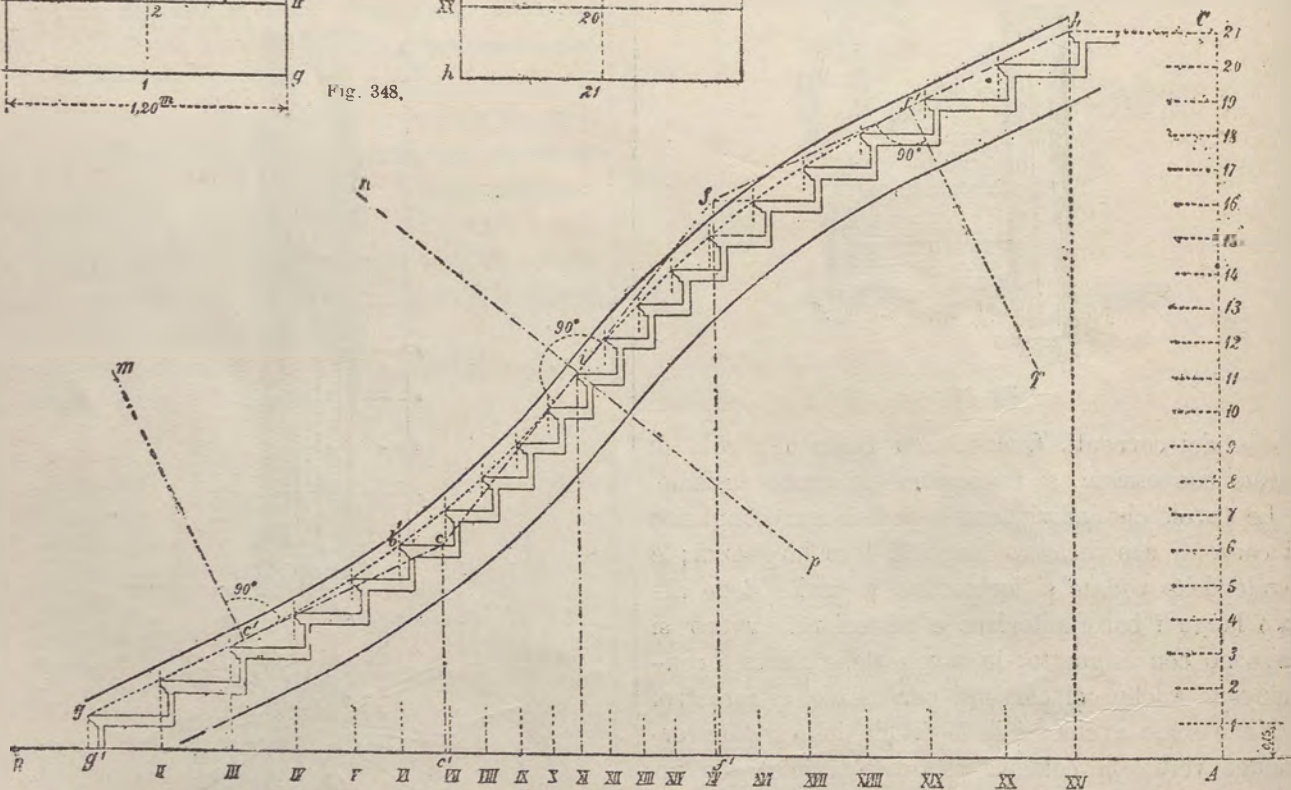


Fig. 349.

generatrici o sopra una retta a queste parallela a partire dal livello del pavimento, numerandone le divisioni e conducendo da questi punti delle oriz-

zontali sarà facile tracciare tra le rispettive generatrici le linee secondo cui le pedate incontrano la colonna e quindi praticare le incavature nelle quali

devono incastrarsi le tavole delle pedate e le tavole delle alzate. Nel praticare queste incavature si terrà conto che le tavole delle pedate aggetteranno lungo lo spigolo anteriore di 4 cm. circa dai frontali. Se la scala conta più di un giro si ripeterà per ogni giro la medesima operazione per fare le incavature.

Per costruire ciascuno dei pezzi che costituiscono

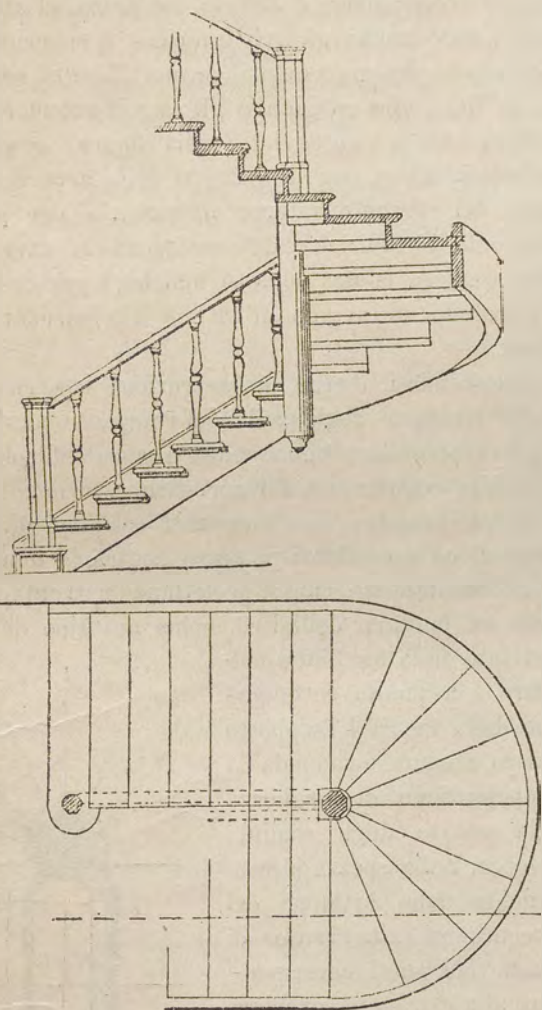


Fig. 350.

il corrente esterno della scala si terrà il procedimento che andremo ad indicare per la costruzione dei raccordamenti curvilinei ad angolo di 90 gradi dei rampanti rettilinei.

Se il muro della gabbia segue la curvatura della scala, il corrente esterno si potrà collegare al muro per mezzo di staffe e di mensole di ferro.

Talvolta il corrente esterno non si appoggia al muro di contorno della gabbia ed invece è sostenuto

da colonne verticali; tal'altra il corrente esterno, affidato a sè medesimo, dà luogo ad un rampante elicoidale a volo propriamente detto nel quale gli scalini sono sostenuti esclusivamente dall'anima.

È necessario che l'anima della scala sia mantenuta fissa alle due estremità nelle scale elicoidali con rampante a volo, e fisso almeno al piede nelle scale a collo aventi il corrente esterno collegato con la parete.

È necessario pure nelle scale elicoidali a volo che il corrente esterno sia strettamente serrato all'anima. Tale collegamento si ottiene per mezzo di tiranti di ferro che restano nascosti sotto gli scalini. Occorre inoltre ben consolidare il corrente esterno unendolo rigidamente al parapetto, il quale, a tal'uopo, conviene che sia di ferro perchè efficacemente concorra a rinforzare il corrente; le giunture verticali del corrente saranno serrate non solo da chiavarde, ma anche da una lama di ferro continua incastrata nella faccia inferiore del corrente medesimo come si vede nella fig. 1 tav. XLIII, nella quale è rappresentata la vista di una scala a chiocciola di legno a volo con anima, nella quale i bastoni di ferro della ringhiera attraversando il corrente, con la loro estremità inferiore si uniscono rigidamente alla lama di ferro,

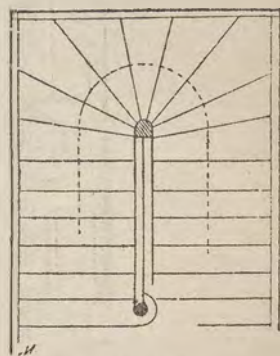


Fig. 351.

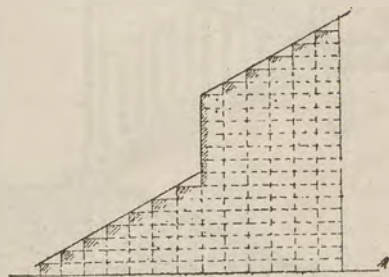


Fig. 352.

che rinforza il corrente e con l'estremità superiore con una lama analoga incastrata nella faccia inferiore del corrimano di legno.

Nella fig. 2, tav. id., abbiamo invece rappresentata una scala a chiocciola con pozzo. Le scale di legno di questo tipo sono quasi sempre a volo perchè raramente sono sostenute da colonne lungo l'orlo del pozzo. Il corrente esterno si fa sostenere dal muro della gabbia e quello interno si tiene in equilibrio

perchè i vari pezzi che lo costituiscono sono saldamento collegati con dente a maschio e femmina, con chiavarde e con lama di ferro incastrata nella loro

faccia inferiore. Anche il parapetto di ferro, costruito come quello della figura 1, tav. id., contribuisce a rendere più solida la costruzione.

Due rampanti rettilinei paralleli ed ascendenti in senso contrario si possono raccordare con un rampante curvilineo, la di cui pianta sia un semicerchio.

Una delle forme più usitate di queste scale è quella provvista di pozzo riportata nella fig. 348.

Per diminuire a gradi l'ampiezza degli scalini dalla larghezza normale degli scalini nei rampanti rettilinei a quella a ventaglio del rampante curvilineo abbiamo ricorso alla costruzione medesima

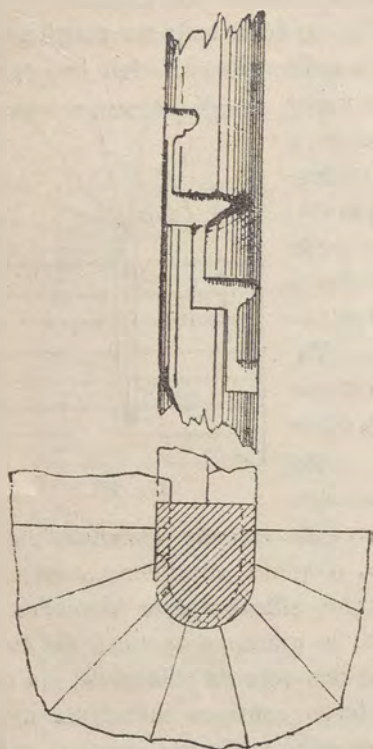


Fig. 353.

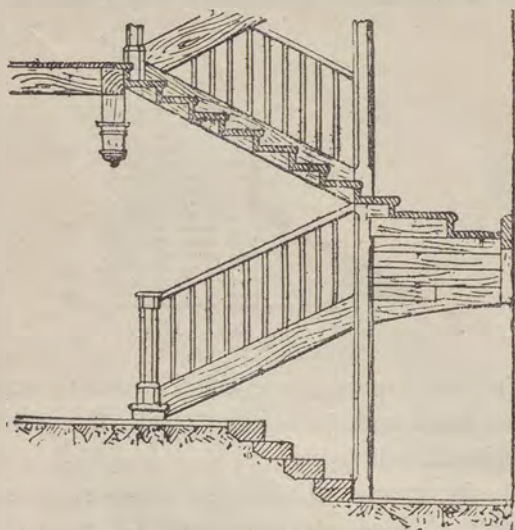


Fig. 354.

già descritta al § 4 di questo capitolo. La figura nella quale abbiamo operato e ripetuta questa costruzione è la fig. 349; con essa abbiamo potuto segnare in pianta

con linee continue gli spigoli degli scalini compensati, cominciando dal 4.^o al 18.^o scalino, servendoci della linea mediana come linea di passaggio, sulla quale abbiamo riportato la larghezza normale delle pedate. Costruendo nella fig. 349 la spezzata costituita dalle linee verticali delle alzate e dalle linee orizzontali delle pedate, abbiamo segnato anche l'ampiezza delle incavature da praticare nel corrente interno corrispondente all'orlo del pozzo ed abbiamo determinato anche gli orli inferiore e superiore del corrente medesimo assegnando una distanza costante tra la linea che congiunge gli spigoli anteriori degli scalini, che è punteggiata nella figura, e gli orli medesimi. Si ha così lo sviluppo della superficie interna del corrente interno necessaria per procedere alla costruzione del medesimo in vari pezzi nella maniera istessa come si indicherà per costruire il raccordo ad angolo di 90° di due correnti rettilinei.

Conoscendosi, dietro la costruzione descritta, la esatta posizione degli scalini del rampante curvilineo, si potrà procedere egualmente e senza difficoltà alcuna alla costruzione del corrente esterno.

Allora quando i due rampanti rettilinei di legno paralleli ed ascendenti in senso contrario non comprendono un pozzo, cioè si proiettano orizzontalmente l'uno sul limitare dell'altro, come nel tipo di scala

riportato dalla fig. 350 e nell'altro con pianta rettangolare della fig. 351, supposto ancora che non si richieda la compensazione di larghezza nelle pedate degli scalini, avendosi nella spezzata proveniente dallo sviluppo dei correnti, un salto brusco di questa nei punti corrispondenti alla estremità superiore del primo corrente ed all'estremità inferiore del secondo (fig. 352), in virtù degli scalini a ventaglio che

terminano con la loro estremità acuta nello stesso punto in cui terminano i due correnti rettilinei, è necessario in questo punto disporre un colonnino con superficie arrotondata per una estensione di 180 gradi (fig. 350-351), lungo la quale si dispongono le incavature per l'incastro delle tavole delle alzate e delle pedate nella maniera stessa delle scale a chio-

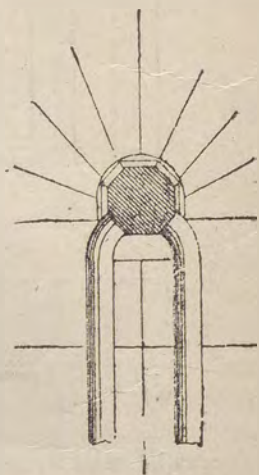


Fig. 355.

ciola di legno, come in particolare si vede nella fig. 353. Contro questo colonnino che può abbracciare tutti i rampanti sovrapposti (fig. 354), ovvero essere sospeso a ciascun rampante curvilineo, come

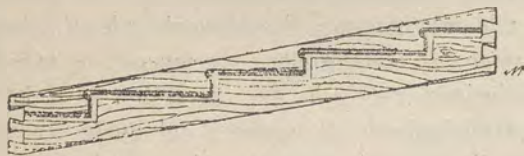


Fig. 355.

è indicato nella fig. 350, terminano i parapetti dei due rampanti rettilinei, per cui quivi si ha una poco comoda discontinuità del corrimano. Nella fig. 355 si ha il particolare in proiezione orizzontale dell'attacco del corrimano al colonnino, che al di sopra degli scalini si faccetta con otto lati eguali ovvero si arrotonda completamente.

Il corrente esterno nella costruzione delle scale di legno con raccordo a ventaglio contenuto in una pianta rettangolare non potrà avere la medesima altezza dei correnti rettilinei, sarà però facile ricavarne la loro forma, avendo gli spigoli degli scalini una determinata posizione. Lungo il loro incastro negli spigoli della gabbia i correnti esterni si connettono con denti a coda di rondine, come mostra la fig. 356, e per non indebolire tale connessione si avrà cura, nella distribuzione degli scalini a ventaglio, che nessuno spigolo di scalino passi per lo spigolo della gabbia, diversamente la tavola della corrispondente alzata dovrebbe incastrarsi in una cavità praticata nel punto in cui i due correnti si collegano con le dentature soprariferite.

Due rampanti rettilinei di legno si possono raccordare con un rampante curvilineo avente la pianta

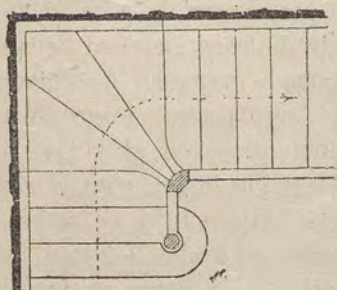


Fig. 357.

compresa in un quadrante di cerchio come si vede nella figura 357. La costruzione di questo segmento di scala a chiocciola di legno è del tutto identica a quella precedente, se non che il colonnino destinato

a ricevere le testate piccole degli scalini a ventaglio si arrotonda a tal'uopo soltanto per 90 gradi.

In una scala composta con rampanti rettilinei separati da pianerottoli larghi quanto i rampanti medesimi come nel tipo di scala rappresentato nella fig. 358, è necessario, se si vuole curare anche l'estetica che i correnti interni presentino una continuità lungo tutto il margine del pozzo. Tale continuità si consegue facilmente, se i due correnti si raccordano con un corrente curvilineo esteso per 90 gradi, come è indicato nella medesima figura.

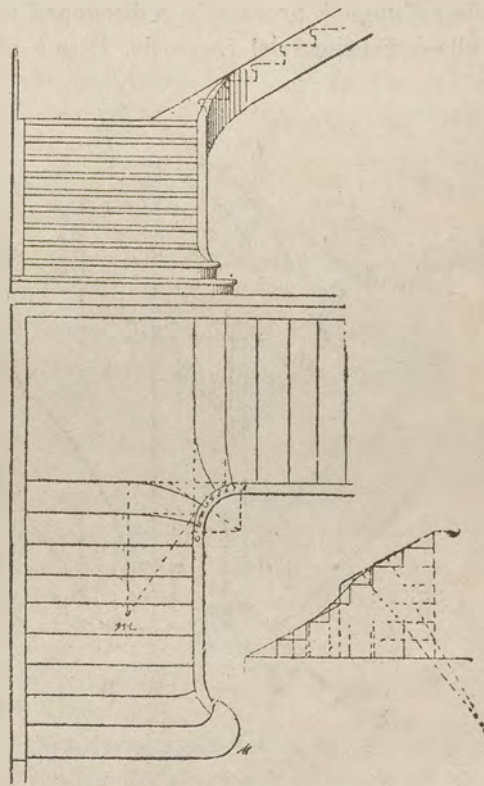


Fig. 358.

Il quadrante entro cui insiste il raccordo curvilineo dei correnti si fa grande di solito in maniera da comprendere il primo scalino e metà del secondo di ciascuno dei due rampanti congiunti dal pianerottolo. Convien che gli spigoli dei quattro gradini impegnati nel risvolto risultino normali al raccordo curvilineo lungo l'orlo del pozzo. La parte curvilinea di ciascuno spigolo si traccerà allora nella maniera seguente: Si divide l'arco che segna il contorno interno del raccordo in 8 parti eguali, che si numerano da 0 ad 8, e per le divisioni dispari 1, 3, 5, 7 si conducono i raggi del quadrante di cerchio. Con la costruzione indicata per il punto di divisione 3, chiara dalla semplice figura, si trova il centro *m* dell'arco

che segna lo spigolo dello scalino normale nel punto 3, al raccordo curvilineo. Una analoga costruzione ripetuta pei punti 1, 5 e 7 ci darà gli spigoli curvi degli scalini normali al raccordo in questi punti. Sulla destra nella medesima figura è segnato lo sviluppo dell'orlo del pozzo col profilo degli scalini; la linea che passa per gli spigoli degli scalini ci serve per segnare lo sviluppo del raccordo curvilineo dei correnti, i cui contorni superiore ed inferiore saranno rappresentati nello sviluppo da linee parallele a quest'ultime.

Questo sviluppo è necessario a disegnarsi per procedere alla costruzione del raccordo. Esso è comple-

tamente rappresentato nella parte A della fig. 359, limitatamente alle verticali 0 ed 8 corrispondenti alle generatrici omonime della sua proiezione orizzontale segnata in B nella stessa figura. Col semplice metodo delle proiezioni è ricavata in C la proiezione verticale del raccordo. Il rettangolo $abcd$, tracciato in maniera da comprendere con una piccola eccedenza la proiezione verticale del raccordo, sarà la base del parallelepipedo di legname dal quale si potrà ricavare il raccordo medesimo di cui l'altezza è data dalla distanza 44' della figura B.

Costruita allora in C una sezione del raccordo secondo un piano normale alla faccia $abcd$ e pa-

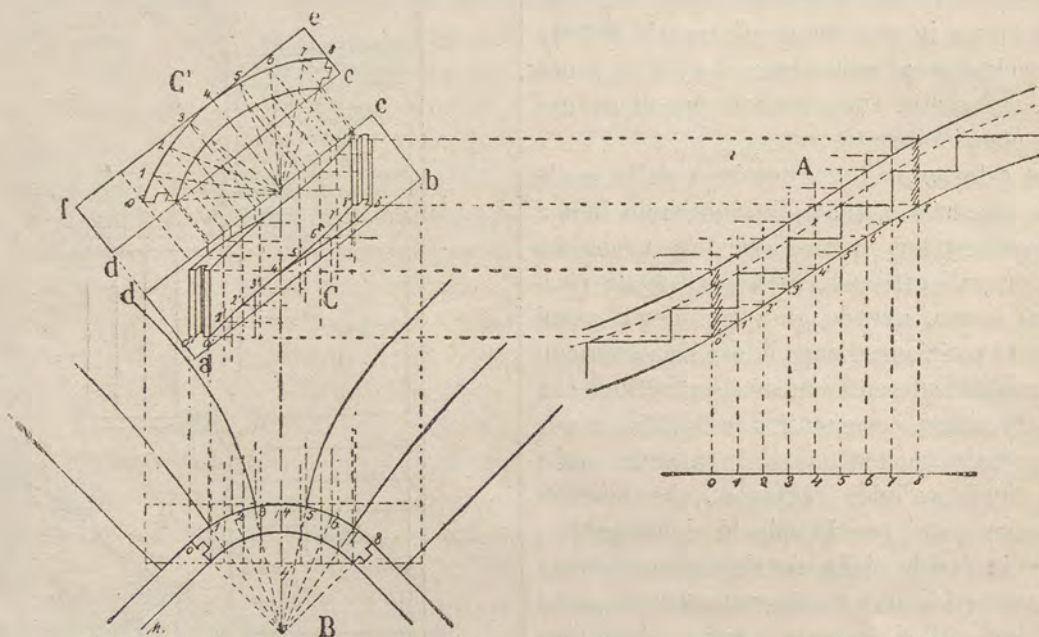


Fig. 359.

rallelo a dc , il rettangolo $dcef$ comprendente detta sezione rappresenterà l'altra faccia del parallelepipedo, che così resta individuato. Si procederà quindi facilmente al taglio del raccordo seguendo le regole dettate in questi casi dalla stereotomia e con l'aiuto delle proiezioni e della sezione tracciata in C.

§ 2.

LE GENERALITÀ SULLE SCALE DI FERRO.

Le scale di ferro per rispetto a quell'e di legno presentano il vantaggio di essere incombustibili, di offrire una maggiore solidità e di riuscire più dure, poichè le parti di esse incastrate nei muri difficilmente si lasciano alterare. La loro incombustibi-

lità non toglie però che la gabbia della scala debba assolutamente preservarsi dalla invasione delle fiamme, poichè le scale di ferro riescono egualmente impraticabili allorquando vengono fortemente riscaldate.

Le scale di ferro possono essere fatte di ferro laminato e fucinato ovvero di ghisa; per lo più si fanno di ghisa le lastre che individuano le alzate e le pedate e di ferro battuto tutti gli accessori che servono a collegare gli scalini fra loro. Sovente queste scale sono anche di struttura mista, di ferro e legno, cioè, di ferro e lastre di pietra, ovvero di ferro e muratura.

Quanto alle loro forme le scale di ferro possono essere a branche rettilinee ovvero a branche curvilinee od elicoidali. Quest'ultime trovano una vasta

applicazione nella formazione delle scale di servizio che mettono in comunicazione le botteghe con i sovrastanti laboratori, i diversi piani di un edificio industriale, le parti diverse di un appartamento, quando queste sono situate in piani differenti, ecc.

Le scale metalliche, specialmente se sono fatte di ghisa, si prestano bene ad una elegante decorazione più che non lo riescano quelle costruite di legno o di altri materiali.

§ 3.

LE SCALE DI GHISA.

Nelle scale di ghisa gli scalini possono essere fusi di un sol pezzo. Lo spessore delle pareti che costituiscono le alzate, le pedate, e le mensole di collegamento può variare dagli 8 ai 15 mm. secondo la larghezza della scala.

Raramente si fanno di ghisa le scale con branche rettilinee e di grande portata, perchè a cagione della

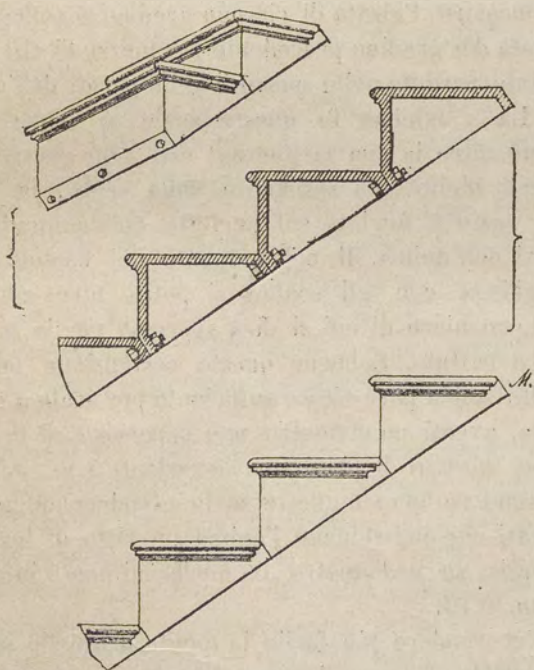


Fig. 360.

loro struttura la loro solidità dà poco affidamento. Gli scalini in queste scale fusi in un pezzo solo possono avere la forma indicata nella fig. 360, limitati, cioè, da sei facce piane, due delle quali, le più grandi, rettangolari, individuano rispettivamente l'alzata e la pedata, due triangolari formano le due testate dello scalino, e due rettangolari molto strette sono dirette normalmente alla pendenza della scala e funzionano come piani di giunto tra due scalini consecutivi. Si met-

tono in opera queste scale serrando fortemente con perni a vite gli scalini fra loro come è indicato nella

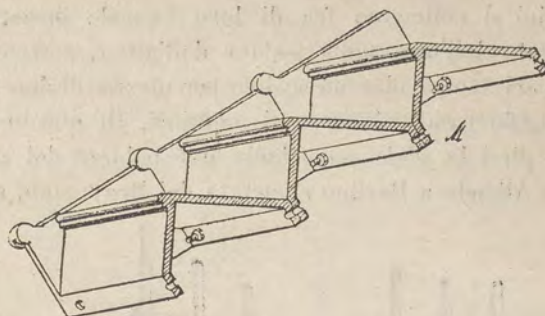


Fig. 361.

figura. Le branche riescono così salde come se fossero di un sol pezzo e possono avere una larghezza fino a 2 metri.

Si comprende però facilmente, essendo la resistenza della scala dovuta esclusivamente a questi collegamenti, che le branche non possono essere molto lunghe e devono perciò comporsi con un numero limitato di scalini. Si migliora la stabilità di

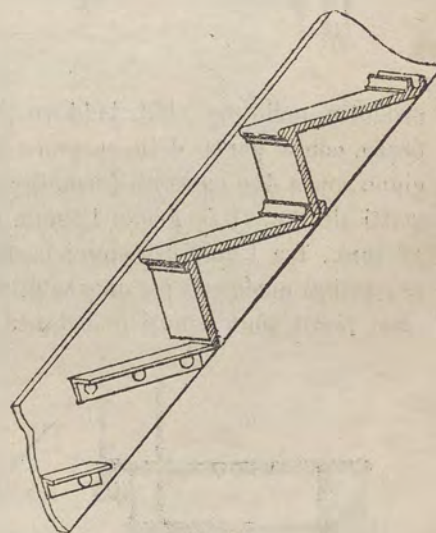


Fig. 362.

queste scale munendo gli scalini di appendici salienti dalla parte della pedata, nella maniera meglio indi-

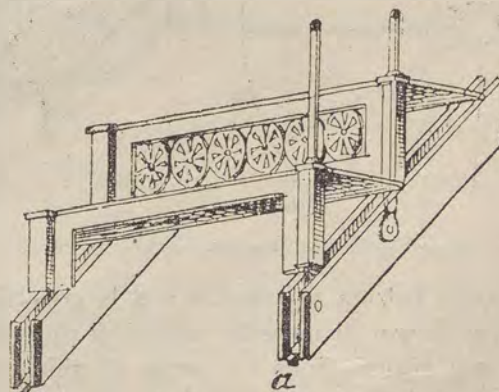


Fig. 363.

cata dalla fig. 361; queste appendici contrastandosi fra loro rendono meno elastico il sistema.

Nell'altro tipo di scala riportato alla fig. 362 l'alzata e la pedata sono altresì di un solo pezzo, e gli scalini si collegano fra di loro facendo incastrare l'alzata dell'uno nella pedata dell'altro, sostenendo in pari tempo ciascun scalino per mezzo di due ferri d'angolo fissati ai correnti metallici. Di questo tipo può dirsi la scala secondaria del palazzo del principe Alberto a Berlino riportata dal Breymann, e ri-

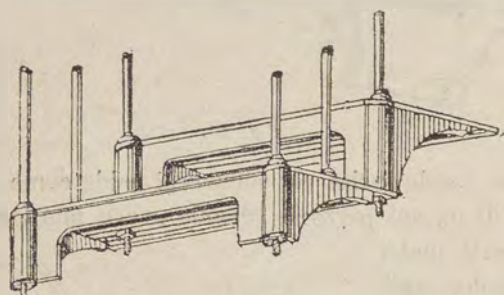


Fig. 361.

prodotta nella fig. 363, laddove gli scalini di un sol pezzo, con le pareti dello spessore di 1 cm., si appoggiano sopra due correnti formati ciascuno di due ferri piatti alti cm. 10,5, grossi 13 mm. e distanti fra loro 16 mm., fra i quali passano i bastoni della ringhiera avvitati ai medesimi per mezzo di un occhio. Questi ferri piatti sono tenuti a distanza da un bastone *a*.

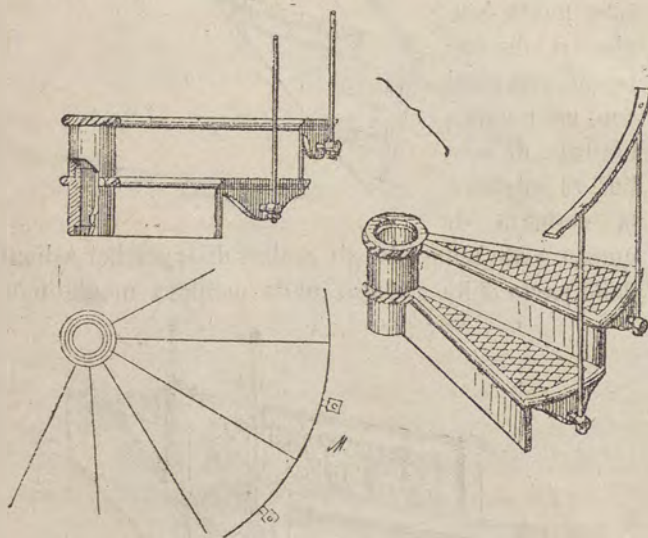


Fig. 365.

Qualora l'alzata è collegata con la rispettiva pedata per mezzo di mensole laterali di rinforzo nelle scale con scalini di un sol pezzo di ghisa, il collegamento degli scalini fra di loro può effettuarsi nella maniera indicata nella fig. 361. Ciascun scalino, cioè, appoggia sul precedente al quale si unisce per mezzo di perni a vite con cui terminano le aste del

parapetto. A tal uopo la lastra rettangolare dell'alzata è provvista alle due estremità di due manicotti che si lasciano attraversare dei bastoni del parapetto. In questa scala concorre molto a dare rigidità al sistema il parapetto composto di robuste aste verticali di ferro imperniate inferiormente con gli scalini e superiormente con una sbarra di ferro nascosta nel corrimano di legno.

Più comuni ancora delle scale di ghisa a branche rettilinee sono le scale elicoidali di ghisa, volgarmente dette *scale a chiocciola* di ferro. Si possono comporre queste scale con gradini fusi di un pezzo solo, aventi forma a ventaglio, con pedate ed alzate striate ovvero traforate a disegno. Un'appendice cilindrica cava unita allo scalino nell'angolo suo più acuto serve ad individuare l'anima della scala la quale, quando tutti i gradini sono messi in opera, viene ad avere l'apparenza di piena. I vari pezzi, che costituiscono l'anima, si uniscono fra di loro (fig. 365) con dente ad incastro; l'alzata di ciascun gradino si collega alla pedata del gradino precedente per mezzo di viti *a* che restano perdute nello spessore delle pareti dell'alzata.

La ringhiera in queste scale si trova sporgente oltre la sua larghezza; essa non contribuisce quindi molto alla resistenza della scala, la quale del resto è fondata sul perfetto collegamento dei pezzi dell'anima. Il collegamento dei bastoni della ringhiera con gli scalini si potrà fare con una delle maniere di cui si dirà appresso per le scale di ferro battuto. Sebbene questa costruzione non sia molto solida pure riesce sufficiente per scale a chiocciola, aventi un diametro non superiore ai m. 1,50 e per altezze di piani non eccedenti i m. 3,50. Si possono rinforzare queste scale introducendo nei manicotti che individuano l'anima un ritto di legno di quercia, se il diametro dei medesimi non è inferiore ai m. 0,10.

Per rendere più facile la montatura delle scale a chiocciola di ferro si possono fondere separatamente l'alzata e la pedata di ciascun scalino, nonchè i vari pezzi di rinforzo. Questi pezzi si collegano fra di loro per mezzo di perni a vite. Per cui comunemente le scale a chiocciola hanno gli scalini composti con due lastre di ghisa, delle quali una a ventaglio per la pedata (fig. 4, tav. XLIV) è munita di occhio, largo circa cm. 5, nell'angolo più acuto, e di due occhioli più piccoli, del diametro di cm. 1 circa, negli altri due spigoli; l'altra lastra è di forma rettangolare (fig. 3, tav. id.), serve per costituirne l'alzata ed è

fusa di un sol pezzo con due tubi cilindrici, uno avente il diametro interno di cm. 5, quanto l'occhiolo grande della pedata, e l'altro di cm. 1 quanto l'occhiolo piccolo della medesima.

Una parte essenziale per la costruzione di queste scale a chiocciola è un asse cilindrico di ferro detto, come nelle scale di legno, *anima* della scala, il quale può essere sostituito anche da un tubo di ferro. L'anima si dispone verticale nel centro dell'area occupata dalla scala e deve essere solidamente fissata nel suo piede; ha il diametro di cm. 5 circa, quanto quello interno dell'occhiolo grande della pedata ed in essa si infilano alternativamente un'alzata ed una pedata, disponendole in modo tale che l'orlo anteriore di una pedata corrisponda verticalmente sull'orlo posteriore della pedata precedente e l'alzata occupa la posizione del piano individuato dagli orli, corrispondentisi verticalmente, di due pedate sovrapposte ed in modo tale che il tubo cilindrico più stretto, di cui esso è provvisto, possa essere attraversato da un bastone di ferro cilindrico, del diametro di cm. 1, munito all'estremità inferiore di dado a vite, insieme agli occhioli delle due pedate tra le quali l'alzata è interposta. Il tutto comprendente le due pedate e il tubo cilindrico dell'alzata è ben rinserrato per mezzo di questo bastone a vite, il quale essendo più lungo del necessario di cm. 80 circa, ha anche lo scopo di sostenere il bracciolo del parapetto. Quando la scala è interamente posta in opera (figg. 1 e 5, tav. id.) gli scalini vanno stretti tutti fra loro anche dall'asse centrale il quale a questo scopo termina superiormente pure con dado a vite.

Una scala a chiocciola di ferro si può costruire in modo più semplice e perciò meno costoso omettendo le maniere di ghisa che individuano le alzate come nella scala indicata nella fig. 4, tav. XLV; in tal caso occorre introdurre nell'anima, fra le pedate, alternativamente un manicotto di ghisa per mezzo del quale si mantengono a distanza costante le pedate fra loro ed un altro manicotto di diametro più piccolo tra le pedate in corrispondenza degli occhioli che devono essere attraversati dall'asta del parapetto.

Il bracciolo del parapetto può essere fatto in legno o in ferro; riesce comodo impiegare all'uopo un tubo di ferro convenientemente curvato.

Lo spessore delle lamiere di ghisa in queste scale è di circa 1 cm., però le pedate possono essere rinforzate mediante bordi in risalto disposti lungo gli orli della pedata medesima e situati sulla faccia sottostante.

Le più economiche scale a chiocciola di ferro provviste di anima possono avere il diametro di m. 1,25 e gli scalini alti m. 0,18.

Le scale a chiocciola di ferro possono anche essere a collo, provviste, cioè, di pozzo (fig. 366). Il principio costruttivo che informa la costruzione di questo ge-

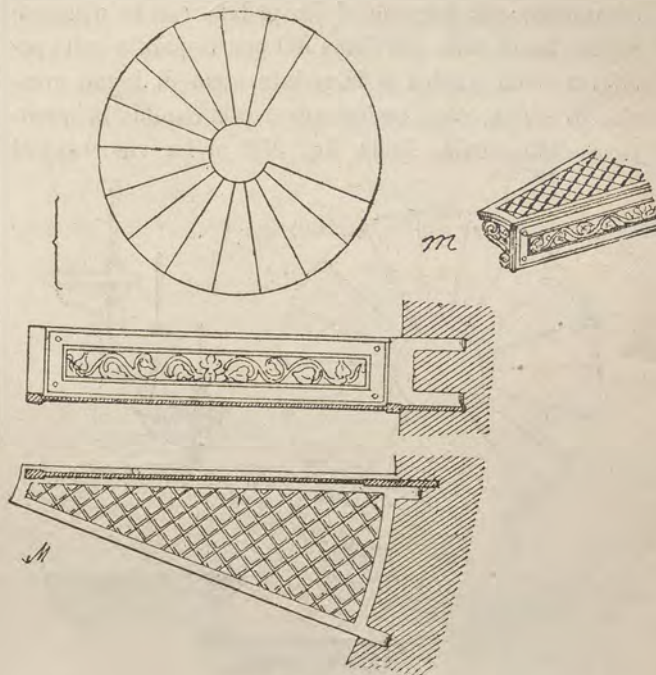


Fig. 366.

nere di scale è quello di incastrare nel muro per una estremità la piastra rettangolare che costituisce l'alzata e di appoggiare le piastre a ventaglio della pedata per un bordo sopra l'alzata sottostante che funziona per l'incastro da mensola, mentre per l'al-



Fig. 367.

tro bordo si collega all'alzata soprastante per mezzo di viti a testa perduta.

Tale è la scala riportata nella fig. 366, nella quale le due piastre sono anche rinforzate lungo la periferia del pozzo mediante mensole *m* di ghisa collegate con viti alle piastre suddette. Questo collegamento unitamente alla resistenza opposta dalla ringhiera composta di bastoni fissati negli scalini e di una sbarra di ferro nascosto in un corrimano di legno o di tubo di ferro, dà alla scala una valida re-

sistenza lungo l'orlo del pozzo che viene interrotta soltanto dai ripiani i quali sono anch'essi sostenuti da mensole (fig. 367) incastrate solidamente nel muro della gabbia.

Una scala simile funziona nel palazzo imperiale di Berlino (fig. 368) con la sola differenza che il collegamento con mensole delle pedate con le alzate è esteso tanto sulla periferia del pozzo quanto sulla periferia della gabbia e le pedate sono di legno anziché di ghisa, ciò che del resto non cambia la struttura della scala. Nella fig. 368 si ha riportato il

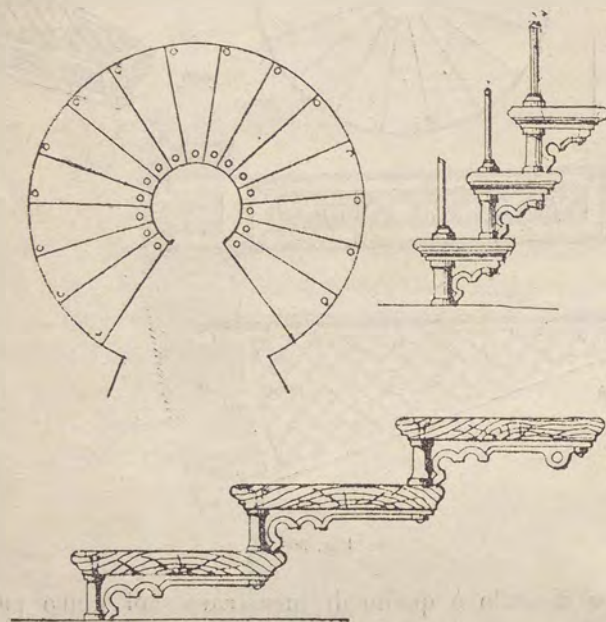


Fig. 368.

profilo interno ed il profilo esterno di detta scala e la sua pianta.

Le scale a chiocciola con pozzo presentano il vantaggio di potersi facilmente illuminare dall'alto di giorno e per mezzo di lumi sospesi nella gabbia di notte; a tal uopo occorrerà che il pozzo abbia un diametro di 50 cm. almeno. Se il pozzo ha poi conveniente larghezza può anche servire per stabilirvi un ascensore per il sollevamento di persone o di mercanzie.

§ 4.

LE SCALE DI FERRO, DI FERRO E LEGNO, DI FERRO E LASTRE DI PIETRA.

Nelle scale di ferro e nelle altre di struttura mista di ferro e lastre di pietra gli scalini sono sostenuti da correnti di ferro che, a seconda della larghezza della scala e della resistenza che la medesima

deve offrire, potranno avere sezioni differenti: di queste la più semplice è quella di un ferro piatto (fig. 369, a) avente uno spessore di 5-10 mm. ed una larghezza di 15 a 35 cm. Per resistenze maggiori servono i ferri ad U semplice o con ferri d'angolo riportati (fig. 369, b),

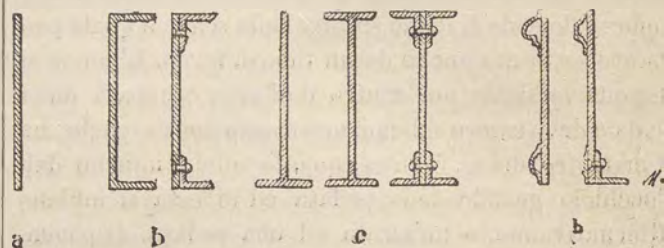


Fig. 369.

i ferri a semplice o doppio T a sezione continua o con ferri d'angolo riportati (fig. 369, c) od infine, allora quando i correnti rimangono a faccia vista decorata, convengono i ferri piatti rinforzati da ferri sagomati all'esterno ed, ove abbisogna, da ferri d'angolo nella faccia interna (fig. 369, d).

Anche nelle scale di ferro e legno gli scalini sono sostenuti da correnti i quali possono essere di ferro come quelli indicati in precedenza, ovvero di legno rinforzati a tal uopo da parti di ferro piatto, in una delle maniere indicate dalla fig. 370 che si uniscono al corrente di legno per mezzo di viti. Con i correnti misti così composti, mentre si può raggiungere lo stesso grado di resistenza dei correnti di ferro, si ottiene un maggior spessore nel corrente medesimo; ciò talvolta riesce utile per la decorazione della scala.

Generalmente, per scale di larghezza comune, non eccedente, cioè, i m. 1 50, possono bastare due soli



Fig. 370.

correnti, disposti sotto le estremità degli scalini di maniera che uno corrisponda all'orlo del pozzo delle scale e l'altro alla periferia della gabbia. Spesso però quest'ultimo corrente è soppresso e gli scalini sono incastrati nel muro periferico della gabbia; talvolta anche per larghezze maggiori di scale o per conse-

guire una maggiore resistenza nelle medesime si potrà impiegare un terzo corrente, il quale occuperà una posizione intermedia ai primi due, o intermedio al corrente interno e al muro della gabbia, quando manca il corrente esterno.

Allorchè i correnti sono di lamiera semplice (fig. 369, *a*) si possono tagliare superiormente con un profilo corrispondente a quello delle alzate e delle pedate (fig. 371) con insenature rettilinee o curvilinee destinate a ricevere le lastre delle pedate rispettivamente di ferro o di legno.

La giuntura di due lamiera costituenti il medesimo corrente si pratica per mezzo di coprigiunto, che di ordinario si fa corrispondere nella sezione più stretta del corrente, come è indicato nella medesima figura.

I correnti di lamiera di ferro che in parte sono

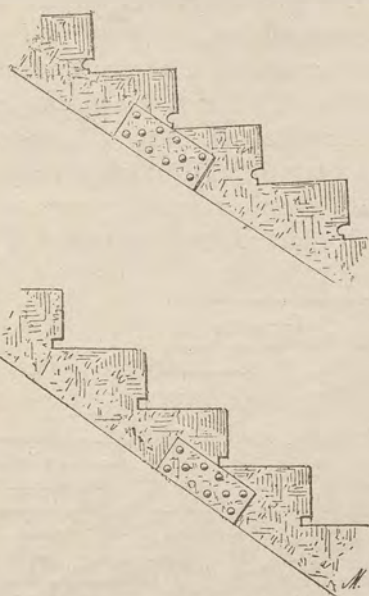


Fig. 371.

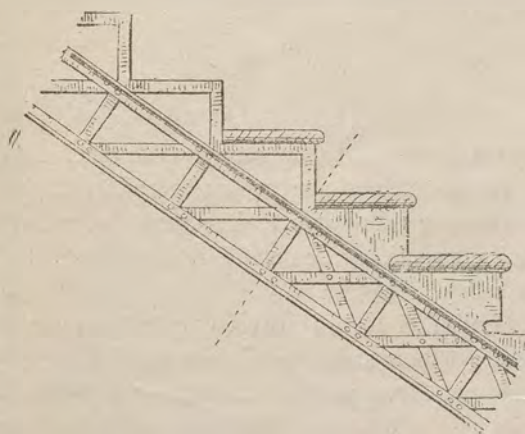


Fig. 372.

fatti a graticcio, nella maniera indicata dalla fig. 372, mentre possono offrire lo stesso grado di resistenza dei correnti a parete piena, realizzano una forte economia di materiali e si rendono più leggieri.

Quando non si potrà profilare il corrente se-

condo l'andatura delle alzate e delle pedate, come accade allora quando la sezione dei ferri che costituiscono i correnti è ad *U* ovvero a *T*, è necessario comprendere gli scalini nello spessore del corrente, come indicasi nella fig. 5, tav. XLV ovvero, se la larghezza del corrente non torna sufficiente a comprenderli, si uniscono a questi dei ferri d'angolo in corrispondenza delle pedate, sporgenti dal contorno superiore del corrente, che supporteranno direttamente gli scalini nella maniera indicata dalla fig. 373, ovvero si impermia sul dorso del corrente un ferro piatto ripiegato secondo l'andamento delle alzate e delle pedate sul quale si fissano con viti le lamiere o le lastre che individuano sì le une che le altre (fig. 6, tav. id.).

Nei raccordi curvilinei delle rampe rettilinee i correnti rettilinei saranno raccordati da un corrente cur-

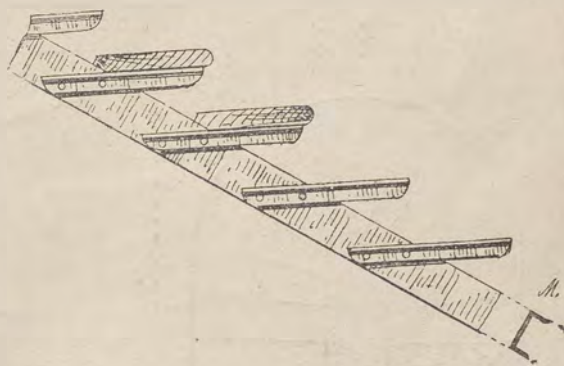


Fig. 373.

vilineo. Tale raccordamento di ordinario si pratica tagliando la lamiera che individua il corrente intero sviluppato col profilo superiore secondo le alzate e le pedate misurate rispettivamente sull'orlo del pozzo e sulla periferia della gabbia. Laonde disegnata la pianta della scala con gli scalini a ventaglio compensati colla maniera come si disse a Cap. I, § 4 e figg. 310, 348, si tratterà lo sviluppo delle testate degli scalini lungo l'orlo del pozzo in *A* (fig. 374) e lo sviluppo delle testate dei medesimi lungo la periferia della gabbia in *B* della medesima figura. Per fare ciò basterà dividere l'altezza totale da superare con la scala in tante parti eguali quanto è il numero degli scalini, numerandoli con 1, 2, 3, ...; indi col compasso si riporteranno successivamente le differenti larghezze degli scalini sopra una orizzontale e da questi punti di divisione 1', 2', 3', ... si innalzeranno altrettante verticali fino all'incontro delle orizzontali condotte per i primitivi punti di divisione 1, 2, 3, ...

Dopo ciò facendo centro negli spigoli rientranti di questo profilo con un'apertura costante di compasso eguale alla larghezza che si vuol assegnare al corrente, si segneranno altrettante circonferenze il di cui inviluppo con una linea continua, come indicasi nella figura, costituirà il profilo inferiore da assegnare al corrente, al quale, dopo essere stato sottoposto al taglio, non resta che essere ripiegato opportunamente secondo la curvatura planimetrica delle rampe.

Nelle figure che seguono sono rappresentate le strutture di alcune scale corrispondentemente alle indicazioni sopra enunciate.

La fig. 2, tav. XLVI ci rappresenta una scala co-

struita intieramente in ferro, avente di lamiera i correnti, le alzate e le pedate. Le lamiere che individuano le pedate sono generalmente striate a disegno allo scopo di impedire la possibilità di sdrucciolare. I correnti tagliati superiormente secondo il profilo delle alzate e delle pedate, portano collegati con perni in corrispondenza di questo profilo dei ferri d'angolo che servono a ricevere le lamiere delle alzate e delle pedate, le quali agli stessi si uniranno con perni.

Talvolta nelle scale di questo genere si omettono le alzate (fig. 375); in ogni caso la lamiera delle pedate è rinforzata, come appare dalle figure, lungo il bordo anteriore per mezzo di un ferro d'angolo e

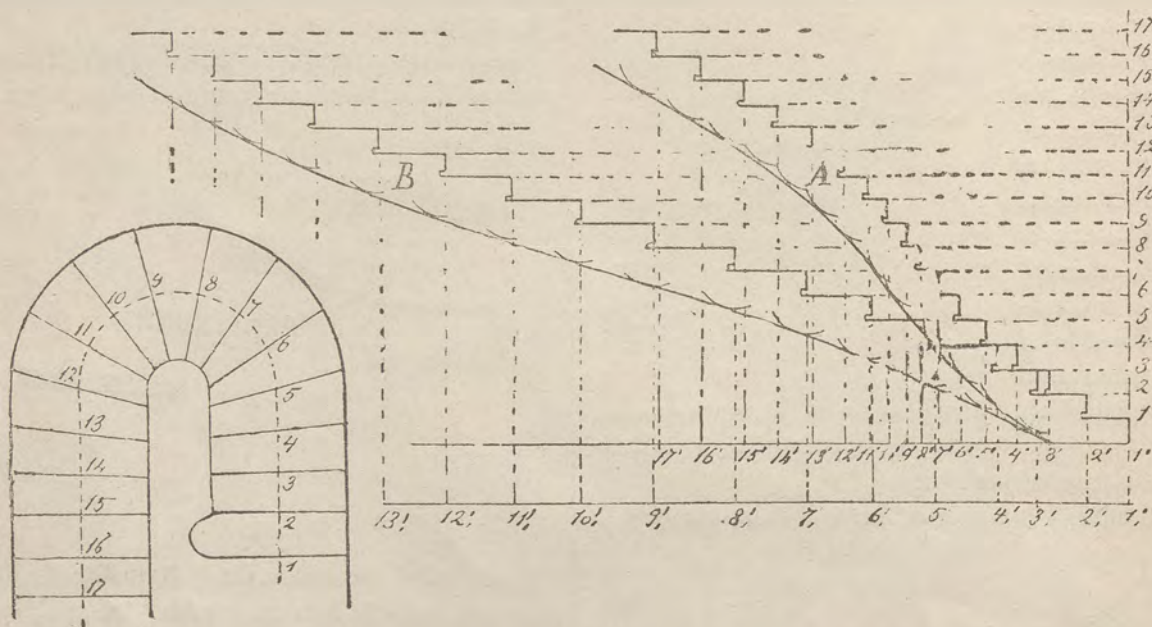


Fig. 374.

di altro ferro d'angolo si munisce pure l'orlo suo posteriore allorchè lo scalino è provvisto di alzata a rinforzo di quest'ultima e della pedata, come facilmente si arguisce dalla medesima figura.

Nella stessa tav. XLV, la fig. 5 riporta la vista di una scala costruita con correnti di ferro con sezione a doppio T e gradini formati con due tavole di legno, una dello spessore di 4 a 8 cm. per la pedata e un'altra dello spessore di 3 a 4 cm. per l'alzata, e compresi nello spessore dei correnti. La tavola della pedata è sostenuta dai correnti per mezzo di ferri d'angolo ai quali la pedata è avvitata dal disotto, la tavola dell'alzata si incastra con dente nelle tavole delle due pedate che la comprendono, nella maniera chiaramente indicata nella figura. In queste scale è necessario che entrambi i correnti od

almeno uno solo non sia guernito di ferri d'angolo nella faccia interna per potere introdurre le tavole delle alzate e delle pedate, diversamente, collocati in opera i correnti, sarà impossibile introdurre fra questi le suddette tavole.

Gli scalini di legno costruiti nella maniera sopra indicata, possono stabilirsi all'esterno dei correnti. A tal uopo un ferro piatto inchiodato con perni al corrente e ripiegato opportunamente secondo l'andamento delle facce degli scalini, servirà ad accogliere le tavole delle alzate e delle pedate alle quali si avvita dal disotto (fig. 6, tav. id.).

Una scala con gradini misti di legno o ferro è rappresentata nella fig. 1, tav. XLVI. I correnti di lamiera di ferro sono muniti di ferri d'angolo in corrispondenza del profilo degli scalini; allo

porzioni verticali di ferro d'angolo si fissano dei ferri ad *L* che individuano le alzate. Ciascuno di questi ferri con la sua ala orizzontale serve, unitamente alle porzioni orizzontali di ferro d'angolo, di

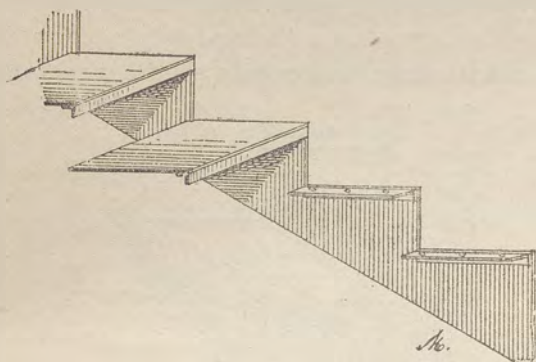


Fig. 375.

sostegno alla tavola delle pedate; con l'ala verticale che sporge dal contorno del corrente di 5 a 10 mm. si incastra nella pedata soprastante, la quale così resta fissata ed in tale posizione è strettamente tenuta dai ferri d'angolo delle testate per mezzo di viti.

Una montatura più semplice si ha nell'altra scala riportata dalla fig. 376 avente pure gli scalini di ferro e legno, nella quale al ferro ad *L* per individuare l'alzata, è sostituita una semplice lamiera che si incastra nelle tavole di legno di due pedate consecutive, ciascuna delle quali è rinforzata da un ferro d'angolo situato lungo la linea di congiungimento di una alzata con la soprastante pedata, come chiaramente si vede in figura.

Nella fig. 4, tav. id., è indicata la costruzione di una scala simile la quale presenta il vantaggio

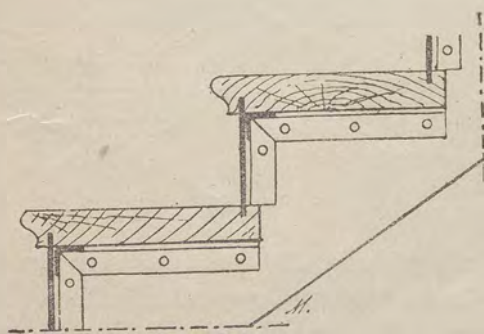


Fig. 376.

di potere facilmente ricambiare le tavole delle pedate allora quando con l'uso diventano logore. Ciascuna pedata di legno porta inchiodata lungo l'orlo posteriore un listello pure di legno a sezione qua-

drata di 5 a 6 cm. di lato, contro il quale si avvita la lamiera che costituisce l'alzata. Questa lamiera è soltanto incastrata nella faccia inferiore della pedata soprastante. La tavola della pedata è sostenuta dai ferri d'angolo delle testate e rinforzata da due ferri d'angolo sui due orli anteriore e posteriore.

Svitando dal di fuori le viti che fermano una alzata al listello di legno unito alla pedata sottostante

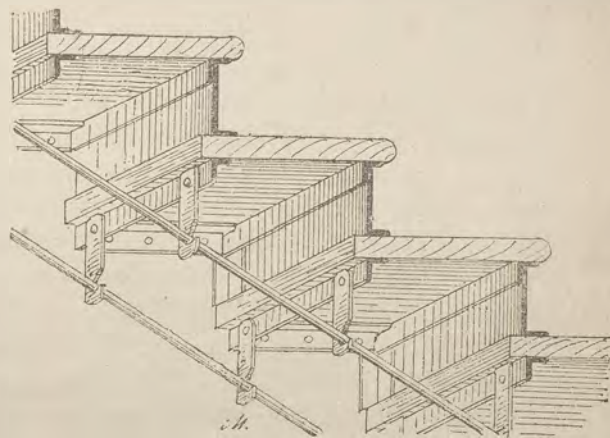


Fig. 377.

e dal di sotto le viti che fissano l'alzata ai ferri d'angolo del corrente, la lamiera dell'alzata potrà liberamente estrarsi. Ed allora per estrarre la pedata soprastante basterà svitare dal di sotto le viti



Fig. 378.

che fissano questa tavola al ferro d'angolo che la sostiene lungo il bordo anteriore.

Scalini pure smontabili si hanno nella scala riportata nella fig. 377, laddove la pedata riposa sopra quattro ferri di angolo, due dei quali la fissano ai correnti di lamiera di ferro; l'alzata è individuata da un ferro ad *L* il quale colla sua ala orizzontale si appoggia sulla pedata e si avvita ai correnti per mezzo di ferri d'angolo. La tavola della pedata liberata dalle viti che la fissano ai correnti potrà facilmente estrarsi per essere ricambiata.

Seguendo una maniera analoga si costruiscono le

scale con gradini di struttura mista, ferro e lastre di marmo, di granito, ecc. Queste lastre avranno uno spessore mai inferiore a 4 cm. e saranno sostenute dai ferri d'angolo delle testate che l'uniscono ai correnti (fig. 3, tav. XLVI), da un ferro d'angolo diritto e capovolto lungo il suo orlo posteriore e sul davanti da un ferro ad *L* capovolto che con ferri d'angolo alle sue estremità si fissa ai correnti. La pedata è poi trattenuta da viti che la fissano al ferro ad *L* dell'alzata.

Le rampe con scalini di struttura mista possono rivestirsi dal di sotto con un soffitto che ne toglie la mala vista. Questi soffitti si fanno ordinariamente di cemento, di gesso o di incannucciata. Le assicelle di ferro per la costruzione di un soffitto di cemento o di gesso e quelle di legno nel caso della struttura con stuoie di canne, sono sospese ai ferri d'angolo, che sostengono le pedate lungo il loro orlo posteriore, per mezzo di *zanche* di ferro piatto, come è indicato nella figura 378, o di ferro quadralino, come è indicato nella fig. 5, tav. XLVI. Nel primo caso la zanca di ferro piatto, foggata ad uncino nella sua estremità inferiore, si può anche fissare sul dorso posteriore delle pedate di legno per mezzo di viti e per mezzo di perni sulla lamiera dell'alzata (fig. 378); nel secondo, la zanca è foggata ad uncino nelle due estremità con una delle quali si attacca al ferro d'angolo in buchi praticati nel medesimo.

§ 5.

LE SCALE MISTE DI MURATURA E DI FERRO.

Le scale di muratura, della cui struttura fa parte il ferro, si fanno spesso senza correnti di ferro, con i loro rampanti, cioè, sostenuti da due muri paralleli, seguendo la medesima disposizione indicata per le scale a due rampanti inclinati in senso contrario con anima in muratura (fig. 289). Le scale di ferro e muratura sono indicate come scale di servizio per i teatri, perchè, riuscendo incombustibili, provvedono con sicurezza all'uscita del pubblico in caso di incendio. Gli scalini di queste scale si possono semplicemente comporre con ferri ad *U* che, disposti di costa, individuano le alzate e sostengono le pedate (fig. 379), che in tal caso si possono fare con lastre di marmo o di granito. Agli scalini di queste scale si può assegnare qualunque lunghezza, basterà a tal'uopo variare opportunamente la sezione del ferro ad *U* mantendone costante l'altezza che è quella cor-

rispondente all'alzata degli scalini. Le lastre per le pedate si fanno di uno spessore non inferiore a 6 cm. e si appoggiano, come indica la figura, coi due orli anteriore e posteriore rispettivamente sopra il dorso di un ferro ad *U* e sopra l'ala inferiore del ferro consecutivo; a tale scopo l'orlo posteriore della lastra va intagliato convenientemente perchè trovi comodo

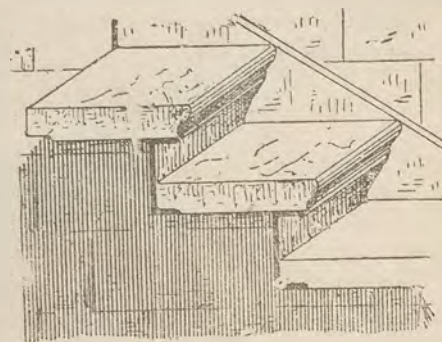


Fig. 379.

assetto, sull'ala del ferro. Perchè le lastre stiano ferme al loro posto basterà immurarne le testate per pochi centimetri, ovvero basterà munire di 2 perni il ferro ad *U* anteriore e far penetrare questi perni per pochi centimetri in apposite cavità praticate nelle lastre che li contengono esattamente.

Migliore disposizione hanno i ferri nella scala rap-

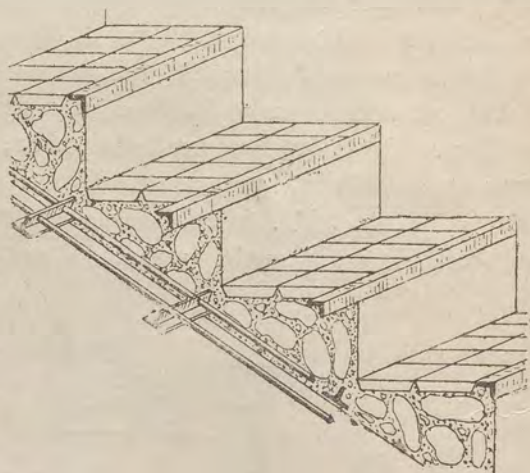


Fig. 380.

presentata dalla fig. 380, nella quale essi rimangono nascosti nella muratura, per cui difficilmente possono riscaldarsi a contatto delle fiamme. Ciascun scalino in questi rampanti, che di solito si appoggiano sopra due muri paralleli, è sostenuto da due ferri a *T* semplice, di cui uno capovolto individua propriamente lo spigolo dello scalino, l'altro diritto, disposto quasi nello stesso piano verticale dello spigolo, è confic-

cato nelle pareti a sostegno della struttura di pietrame e malta cementizia che costituisce gli scalini, in seno alla quale resta nascosto. Sopra questi ferri sostenitori si appoggiano o si introducono in appositi fori praticati sulla tavola verticale di ciascun

ripiano e dei travicelli a *T* semplice o doppio, secondo la portata del ripiano, situati nel senso normale alla trave principale, i quali servono a sostenere delle voltine di mattoni in foglio.

Anche i rampanti si costruiscono ugualmente con due correnti di ferro a doppio *T* inclinati secondo la pendenza della scala, i quali sostengono i travicelli di ferro disposti nel senso normale a loro e paralleli agli spigoli degli scalini, destinati a ricevere le imposte di voltine zoppe di mattoni in foglio che coprono il rampante.

Un ripiano quadrato, che serve a cambiare direzione a due rampanti, si costruisce sostenendo le due estremità dei due correnti che si congiungono nello spigolo saliente al pianerottolo, per mezzo di una trave diagonale incastrata nel muro per una profondità non inferiore a 30 cm. rinforzata, ove occorra, da un travetto disposto normale al primo, ed incastrato con le sue estremità nel muro, che lo sostenga a bilancino verso il suo punto medio, come indica la fig. 382.

Qualora i rampanti si incontrano col pianerottolo lungo ad angolo ottuso (fig. 383), per la costruzione di questo ripiano si possono usufruire le travi di ferro del solaio adiacente, prolungandole opportu-

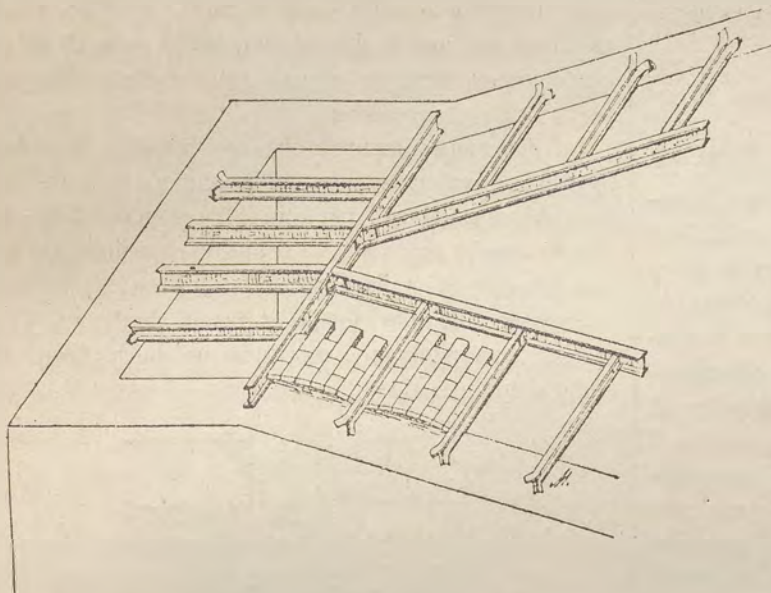


Fig. 381.

ferro a *T*, dei piccoli ferri tondi, i quali assicurano meglio la stabilità della muratura della scala, costituendo con i ferri a *T* una orditura metallica che richiama quella delle costruzioni in ferro-cemento del Monier.

Gli scalini si completano rivestendoli di intonaco sulla parete delle alzate e con quadrelli o lastre di marmo immurate sulle pedate.

Negli edifici moderni di abitazione coll'intervento di una struttura di mattoni, si fanno scale di ferro rettilinee a due branche ascendenti in senso contrario molto

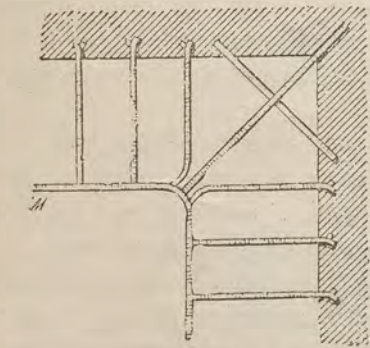


Fig. 382.

leggiere, le quali per la loro solidità e durevolezza, sono preferite a quelle fatte interamente di ferro od a quelle di pietra.

I pianerottoli lunghi di queste scale (fig. 381) si costruiscono nello stesso modo come si costruisce un solaio di ferro con voltine di mattoni, disponendo cioè un trave di ferro a doppio *T* lungo l'orlo del

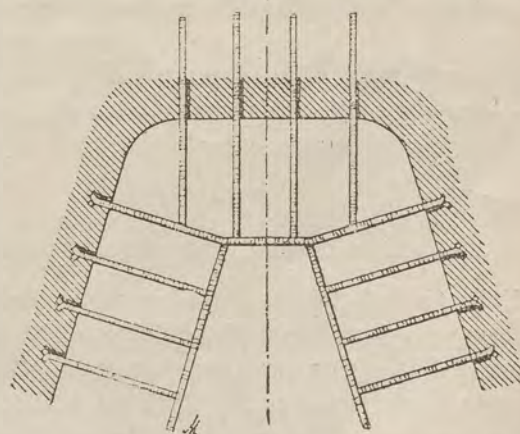


Fig. 383.

namente sino a sostenere il trave situato sul limitare del pianerottolo.

Analoga disposizione si dà alle travi di sostegno dei pianerottoli allora quando i correnti sono fatti con lamiera di ferro nelle scale esclusivamente di ferro o di struttura mista.

Si termina la struttura della scala costruendo, sopra l'orditura di travi e voltine di mattoni, gli scalini con pietrame minuto e malta di calce i quali possono poi ultimarsi ricoprendoli con lastre di marmo sulla faccia delle alzate e delle pedate e semplicemente con lastre di ardesia e di intonaco rispettivamente nella pedata e nell'alzata.

§ 6.

LE GENERALITÀ SULLE SCALE DI MURATURA.

In uno dei paragrafi precedenti abbiamo enumerate le condizioni generali a cui deve soddisfare una scala, sia questa fatta di legno, come di ferro o di muratura. Le pietre che si impiegano per la costruzione degli scalini nelle scale di pietra si scelgono fra quelle più dure e meno friabili e fra queste sono preferibili quelle a grana fina alle altre di grana più grossa. Il granito, il gneiss, la sienite, il marmo, le arenarie, ecc. sono le pietre comunemente impiegate per farne degli scalini, siano essi massicci, che in lastre. Allora quando condizioni imprescindibili di estetica non lo richiedono, si preferisce martellinare la loro superficie anzichè levigarla, specialmente sulla faccia della pedata, poichè riescono meno sdruciolevoli e quindi più sicuro il loro percorso.

Secondo il materiale con cui si costruiscono le scale, queste si distinguono in *scale di pietra* ed in *scale di laterizi*. Relativamente alla ubicazione le scale di muratura negli edifici possono essere *esterne* od *interne*; quest'ultime si suddividono in *scale con scalini appoggiati sopra due muri* od *a collo*, *scale sostenute da vòlte*, *scale a volo* od *a sbalzo*, *scale a chiocciola* od *a vite* e *scale elicoidali a giorno*.

§ 7.

I PROFILI E LE SEZIONI DEGLI SCALINI MASSICCI.

Nelle scale fatte con scalini in pietra da taglio la forma più semplice degli scalini è quella rettangolare per la pianta dello scalino e rettangolare anche per la sua sezione (fig. 384). Lo scalino viene così ad avere sei faccie, due delle quali costituiscono le testate negli scalini di un sol pezzo e le faccie di giunto negli scalini di più pezzi, due individuano l'alzata e la pedata e le altre due costituiscono il soffitto o la faccia vista di sotto della scala. Queste ultime si lavorano come le prime ed eventualmente si sagomano allora quando entrano a far parte della decorazione della scala.

Di sovente il profilo esterno degli scalini presenta una rientranza nella faccia dell'alzata (fig. 385) allo scopo di assegnare una maggiore estensione alla pedata. Tale rientranza che si estende da 2 a 4 cm. si consegue con un semplice piano inclinato nelle scale rustiche e nelle scale di molto traffico, e con modanature, una o due al più, nelle scale di maggiore importanza, nelle quali tali membrature fanno parte della decorazione.

La maggiore ampiezza che così acquista la pedata si utilizza evidentemente nell'ascendere le scale, non così nel discendere, per cui è raccomandabile che questo sporto non sorpassi il limite sopraindicato per non riescire di imbarazzo nella discesa.

Sovente alle due faccie inferiori degli scalini a sezione rettangolare è sostituita un'unica faccia inclinata, nelle scale a faccia vista di sotto; il succe-

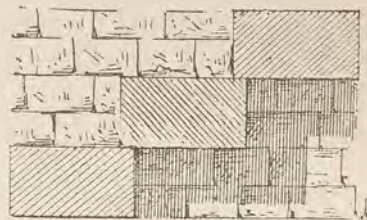


Fig. 384.

dersi di queste faccie inclinate costituisce il soffitto piano inclinato del rampante. In tal caso gli scalini assumono una sezione pressochè triangolare e si dicono *sgusciati* (fig. 386).

La sovrapposizione degli scalini ha luogo diversamente secondo che questi sono poggiati od incastrati con una o con entrambe le testate entro muri o fianchi.

Quando gli scalini sono poggiati od incastrati con entrambe le testate sopra due muri o sopra due fianchi di pietra da taglio, restando fisse le loro estremità, è loro impedito qualsiasi scorrimento, in questo caso la posa di uno scalino sul precedente ha unicamente lo scopo di mascherare l'orlo posteriore dei medesimi, per cui basterà che la sovrapposizione in piano abbia luogo per pochi centimetri di larghezza (3 a 5 cm.) (fig. 384).

Quando gli scalini si appoggiano o si incastrano soltanto con una sola delle loro testate in un muro della gabbia della scala, l'altra testata può distaccarsi facilmente; egualmente si può dire quando gli scalini non sono incastrati, ma semplicemente appoggiati sopra una struttura murale di sostegno; in

questi casi bisognerà provvedere all'appoggio degli scalini, l'uno nell'altro, di maniera che sia impedito ogni loro scorrimento. Ciò si consegue facilmente se si assegna agli scalini una delle sezioni riportate

riseghe aventi le dimensioni delle testate degli scalini in corrispondenza della ripartizione della scala (fig. 389), profonde 8 a 12 cm. se gli scalini si devono semplicemente appoggiare, 20 a 40 cm. se gli scalini debbonsi incastrare nei muri.]

A rinforzare maggiormente gli scalini, posti in opera quando la fabbrica è ultimata nella sua struttura, servono le mensole *m* (fig. 390), ovvero una cornice di pietra o di cotto che, sporgendo dal muro di 12 a 18 cm., serve a ricevere la testata degli scalini od a prolungare l'incastro come indica la fig. 391.

Se le pietre non hanno lo spessore corrispondente all'alzata degli scalini, ma sono semplicemente delle

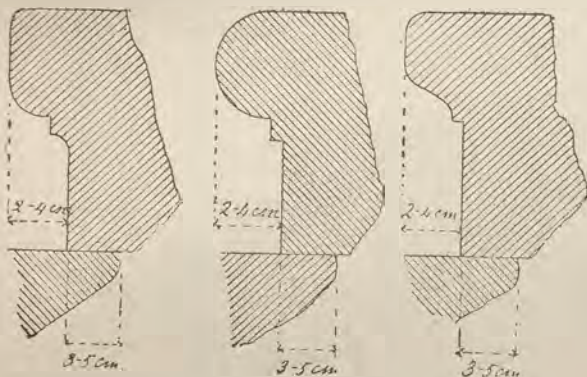
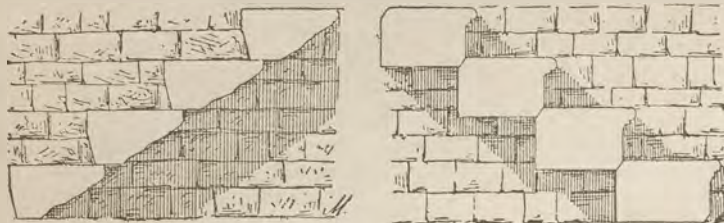


Fig. 385.

dalla fig. 387, dalle quali si rileva anche la loro sovrapposizione, bene inteso che la sovrapposizione ad incavatura, riportata dalla fig. 386, è usata per le scale che devono rimanere a faccia di sotto in vista ed il taglio simile con rialzo riportato dalla fig. 388, è indicato per le scale all'aperto, laddove, in virtù di questo rialzo, l'acqua piovana, non potendo penetrare nella commessura, non può danneggiare la struttura di queste scale.]

Le scale con gradini di un solo pezzo incastrati fra due muri, si mettono in opera durante la costruzione delle murature; ad ogni due o tre scalini posti in opera si elevano di un filare le murature. A questa pratica talvolta si preferisce l'altra di assestare gli scalini allora quando sono ultimate le murature della fabbrica, e questa è stata coperta col tetto; si ha così il vantaggio di evitare i possibili guasti che i lavoranti potrebbero apportare agli scalini quando questi sono posti in opera prima che siano ultimati i lavori di rustico delle fabbrica. A tale scopo, durante la costruzione nei muri della gabbia, si lasciano alcune

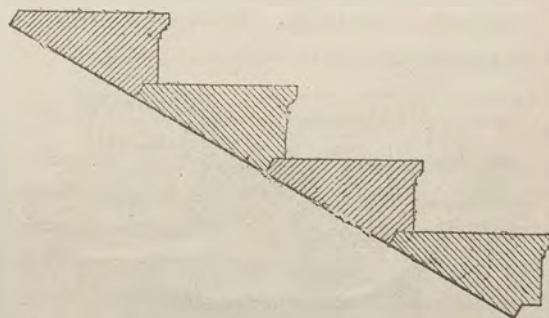


Fig. 386.

lastre, allora per la costruzione degli scalini si può ricorrere alla pratica indicata nella fig. 392, lasciando aperto lo spazio compreso fra due lastre

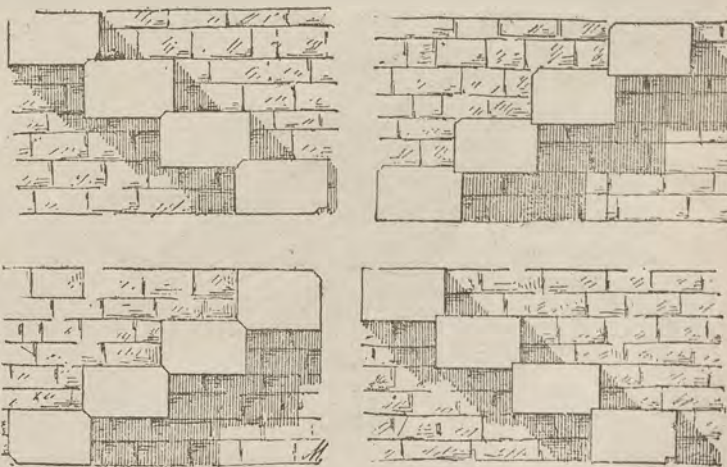


Fig. 387.

consecutive, ovvero chiudendolo con un tavolato di mattoni.

Allora quando le scale massiccie sono situate all'esterno della fabbrica, come sarebbero quello che

provengono al piano terreno, quando questo è ad un livello superiore del terreno esteriore, è necessario che gli scalini riposino sopra una fondazione

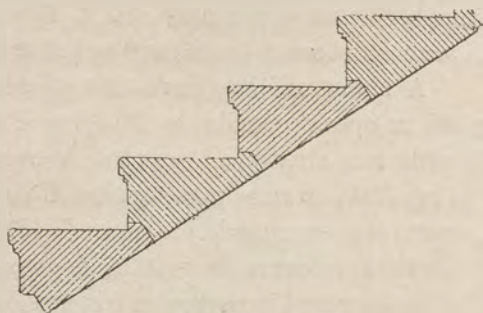


Fig. 388.

che per buona regola si deve eseguire contemporaneamente a quelle della fabbrica, con la quale deve rimanere bene unita, perchè col tempo non assuma un assestamento diverso da quello della fab-



Fig. 389.

brica, per cui si manifesterebbero lesioni o distacchi fra gli scalini e distacchi più sensibili fra la gradinata ed i muri della fabbrica.

Può bastare però che nelle murature di fonda-

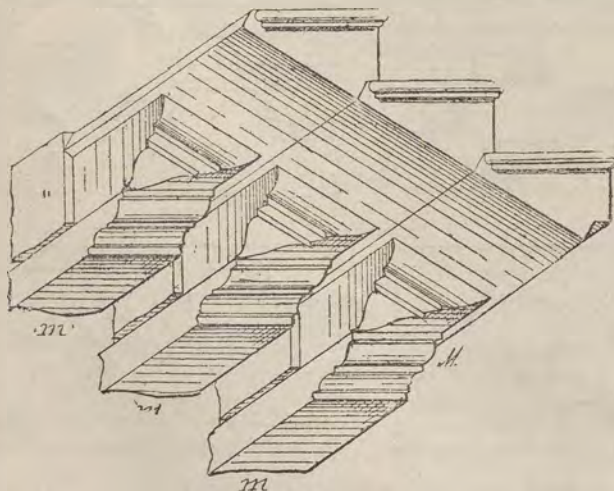


Fig. 390.

zione della fabbrica si lascino opportune addentellature che serviranno ad unirle alla fondazione della gradinata, qualora ragioni speciali ne impediscano l'esecuzione nello stesso tempo.

La fondazione delle scale deve essere fatta con molta accuratezza e deve comporsi con materiali buoni e resistenti all'umidità, cementati con malta

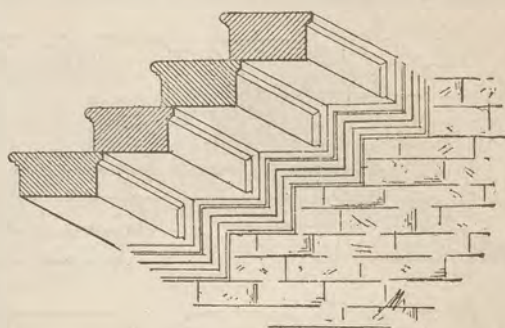


Fig. 391.

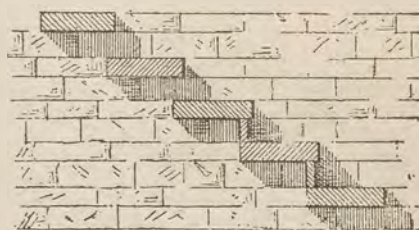


Fig. 392.

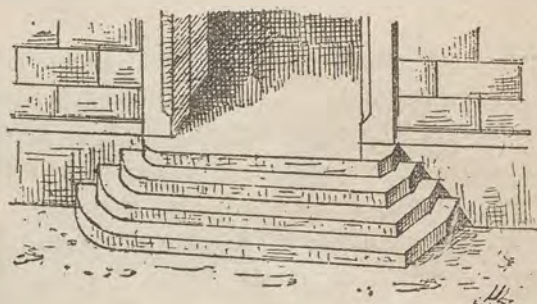


Fig. 393.

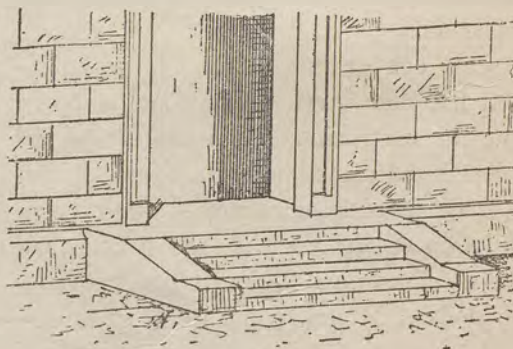


Fig. 394.

idraulica; generalmente si terminano le fondazioni con una superficie a scaglioni in corrispondenza degli scalini, di maniera che questi vengono collocati direttamente sopra le riseghe.

Nella fig. 393 è segnata la costruzione del tipo più semplice di scala esterna, con gradini dritti

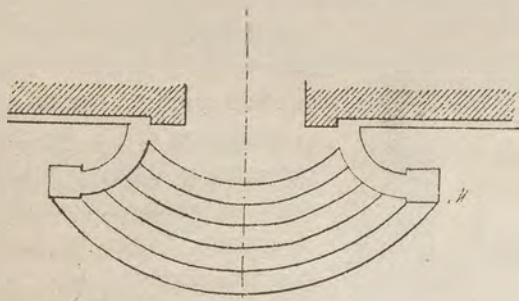


Fig. 395.

aventi le testate curvilinee o smussate perchè alla scala si possa salire da ogni verso.

Nella fig. 394 si ha la vista di una scala analoga nella quale i gradini pure rettilinei, i quali però evidentemente possono essere curvilinei come nella fig. 395, hanno le testate nascoste fra due muri di sponda, sopra i quali gli scalini, se sono di un solo

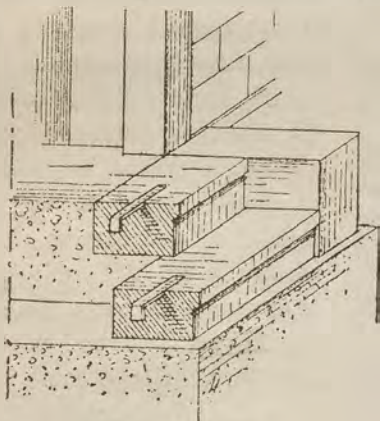


Fig. 396.

pezzo, potranno riposare, bastando a tal uopo sottofondare soltanto le sponde.

I gradini all'aperto, se sono fatti di buon materiale, possono raggiungere una lunghezza fino a 4 m. Ma se la scala ha una larghezza superiore a questo limite, ovvero se non è possibile avere gradini oltre una certa lunghezza, è necessario far capitare i giunti, disponendoli in piani diversi alternativamente e fare riposare le testate interne degli scalini sopra un muro o sopra un arco ben fondato, qualora la fondazione della scala non si estenda per tutta la sua larghezza.

I gradini di solito si immurano nella loro fonda-

zione; ma per evitare ogni benchè minimo distacco delle loro testate interne, sogliono unirsi

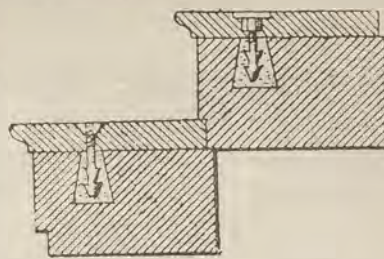


Fig. 397.

con arpesi impiombate sulla loro faccia superiore (fig. 396) ovvero, qualora sono fatti di lastre, si fissano con perni e dadi a vite, la di cui estremità in-

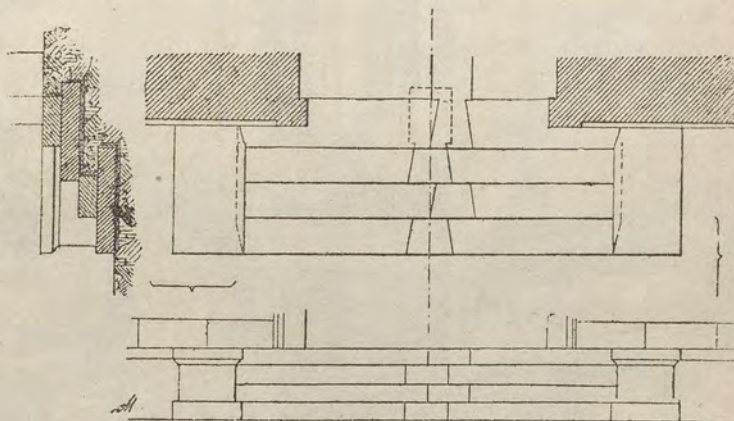


Fig. 398.

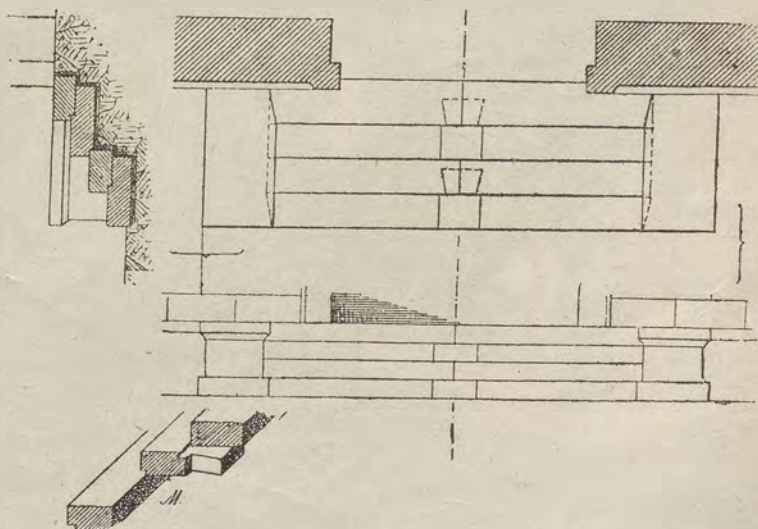


Fig. 399.

feriore trovasi perduta fra la struttura di fondazione secondo una delle maniere indicate nella fig. 397.

Tale congiungimento dei gradini fra loro presenta però qualche inconveniente che talvolta bisogna scon-

giurare; così, ad esempio, quello in particolare della ruggine delle arpesi, per cui è da preferirsi il si-

stra la fig. 398, assegnando ai pezzi in chiave la forma a coda di rondine munita di appendice rustica

che si approfondisce nella muratura di fondazione. Ciascun gradino comincia con un pezzo in grossezza da cui fa seguito un pezzo in chiave, quindi un pezzo in grossezza e così via di seguito. I pezzi in chiave si faranno corrispondere in ciascun gradino di maniera che una commessura dell'uno stia nella mezzadria del pezzo in chiave sovrastante, come mostra l'elevato della figura medesima.

La coda di rondine invece di mostrarsi in vista nello scalino, come nell'esempio precedente, potrà essere nascosta nella muratura, si ha con ciò il vantaggio di avere in vista tutte commessure normali agli spigoli degli scalini. A tal'uopo gli scalini si muniscono di un risalto di guisa che ciascuno di questi serve di trattenimento al consecutivo, come mostra la fig. 399, nella quale le commessure sono alternate in ciascun gradino. Si comprende facilmente come i pezzi in chiave nel mezzo dei quali si fanno terminare le testate dei pezzi in grossezza dello scalino superiore, servono efficacemente a trattenerli da ogni possibile dissestamento.

Nel Medio Evo e nei secoli successivi si impiegarono le scale esterne anche come motivo di decorazione, oggi giorno si preferisce situare le scale tutte all'interno, meno nel caso eccezionale di dislivello fra il suolo esterno ed il piano terreno della fabbrica, in cui



Fig. 400.

stema di comporre i gradini con pezzi disposti alternativamente in chiave ed in grossezza, come mo-

può giovare lasciare i pochi gradini fuori della fabbrica. Queste scale generalmente diritte erano

quasi sempre addossate ad un muro della fabbrica negli edifici del Medio Evo e talora anche curve e staccate dai muri perimetrali della fabbrica negli edifici del Rinascimento. Lo scalone dei Conservatori in Campidoglio a Roma che abbiamo riportato

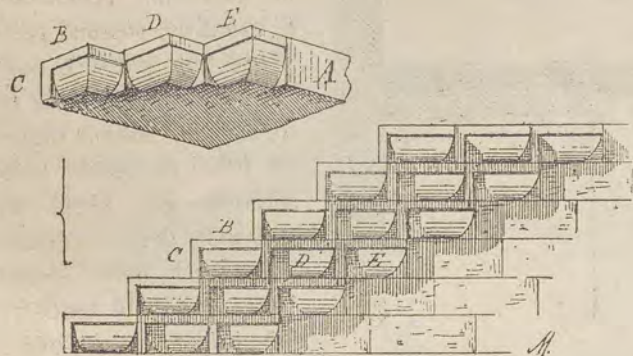


Fig. 401.

nella fig. 278 è uno degli esemplari più rimarchevoli, per la sua monumentalità, di quest'ultimo genere di scale. Nella fig. 400 si ha la vista della scala esterna del palazzo municipale di Gorizia riportata dal Breymann nel suo libro (1), pure nello stile del Rinascimento costruita con gradini massicci addossati alle sponde e sostenuti da volte.

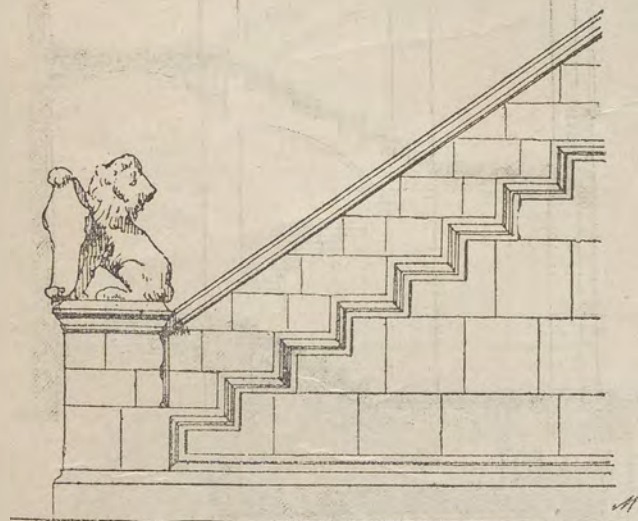


Fig. 402.

Il Viollet-le-Duc nella sua opera (2) riporta una scala che noi riproduciamo nella fig. 401 con parte della fronte, e la vista prospettica di uno scalino, la quale segna il tipo delle scale esterne negli edifici medioevali. La parte A degli scalini, rozza-

mente disgrossata, è destinata a rimanere incastrata nel muro, la faccia B costituisce la pedata dello scalino, la faccia C l'alzata, le due mensole D ed E, che in qualche esemplare è unica, formano un pezzo solo con lo scalino e servono di sostegno al gradino superiore. Generalmente nelle scale del Medio Evo è segnatamente marcato con un partito decorativo, costituito da mensole o da modanature, il profilo superiore della scala, anche quando questa è munita di parapetto (fig. 402).

§ 8.

LE SCALE DI PIETRA COMPRESSE FRA DUE MURI.

Come si è visto nel precedente paragrafo anche queste scale possono trovarsi all'esterno o all'interno delle fabbriche; possono avere inoltre gli scalini massicci di un sol pezzo o di più pezzi e scalini di lastre. Nel primo caso gli scalini si incastrano

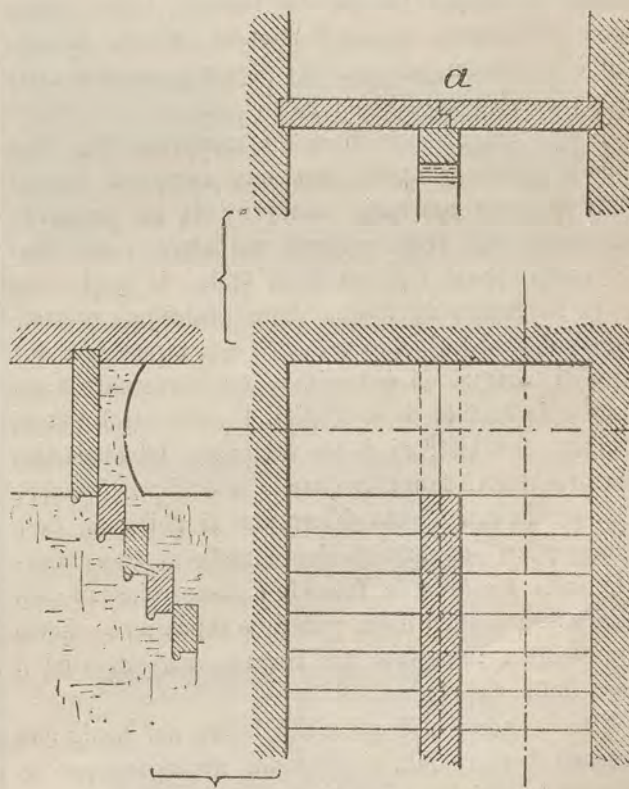


Fig. 403.

con le loro testate nella struttura dei due muri, destinati a sostenerli, nella stessa maniera come fu precedentemente indicato nella fig. 389, avendo cura di procedere alla posa degli scalini sovrapponendoli per 3 a 5 cm. l'uno sull'altro per l'intera lunghezza

(1) *Die Konstruktionen in Stein.*

(2) *Dictionnaire raisonné de l'Architecture française.*

mano mano che si inalzano le murature, non potendosi incastrare gli scalini allora quando le mu-

scalini massicci. Questi archi rampanti possono avere lo stesso spessore del muro dell'anima, come mostra

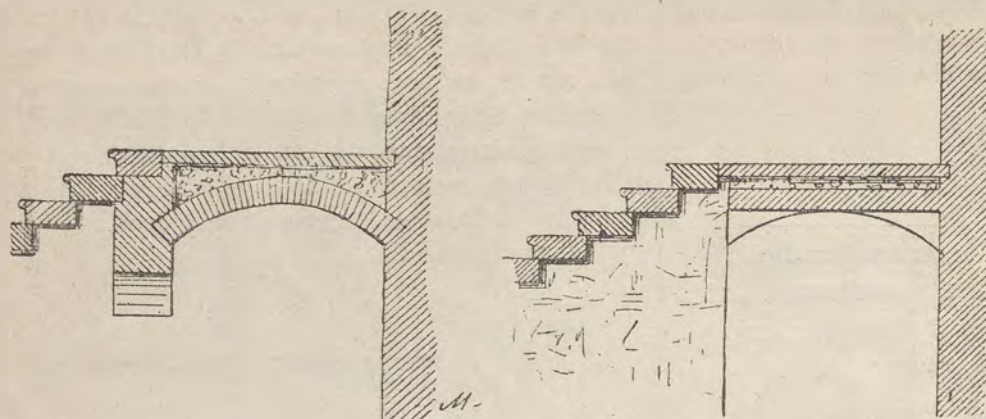


Fig. 404.

rature sono ultimate, a meno che le riseghe lasciate in uno dei due muri per ricevere le teste degli scalini non siano più ampie del necessario e profonde almeno il doppio perchè la testata dello scalino possa introdursi e quindi ritrarsi allorchè lo scalino è giunto in posizione da potere penetrare nella risega corrispondente del muro opposto.

Il tipo più comune di scale comprese fra due muri è quello composto con due rampanti ascendenti in senso contrario, congiunti da un pianerotolo lungo (fig. 403), separati dal muro o dai muri che costituiscono l'anima della scala, la quale così ha la lunghezza medesima della proiezione orizzontale dei rampanti, uno spessore non inferiore a due teste di mattoni ed è destinata esclusivamente a sostenere le testate degli scalini. I pianerottoli lunghi si fanno con lastroni di un sol pezzo del medesimo spessore degli scalini, e quando non si può disporre di lastre aventi queste dimensioni si potranno fare in due pezzi congiunti a dente nella maniera indicata dalla fig. 403, *a*, facendo riposare ciascuno dei pezzi sopra i muri della gabbia e sopra un archetto di muratura impostato tra il muro dell'anima ed il muro della gabbia.

Non avendosi a disposizione lastre del medesimo spessore degli scalini, si potranno impiegare per la costruzione dei pianerottoli delle lastre di spessore più esile che si sostengono mediante vòltine di mattoni del genere di quelle indicate nella fig. 404.

L'anima nelle scale di questo tipo può anche non essere massiccia epperò individuata come indica la fig. 405, con due pilastri sui quali si impostano degli archi rampanti destinati a sostenere le testate degli

la figura precedente; in questo caso hanno tutti la medesima proiezione orizzontale; possono però avere uno spessore corrispondente alla metà di quello dell'anima (figura 406); in questo caso soltanto gli archi di sostegno delle branche ascendenti nello stesso verso hanno la medesima proiezione orizzontale.

Allora quando gli scalini constano di più pezzi è necessario sostenerli per mezzo di vòlte zoppe ovvero

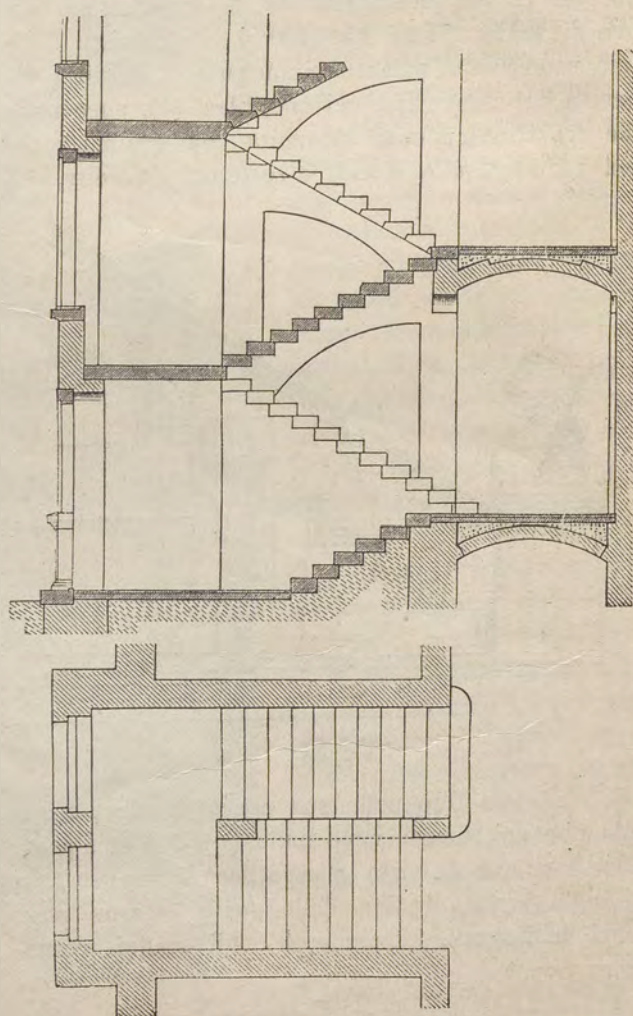


Fig. 405.

per mezzo di volte rampanti impostate fra il muro della gabbia e il muro dell'anima. Così si pratica ancora allorquando gli scalini sono fatti di lastre;

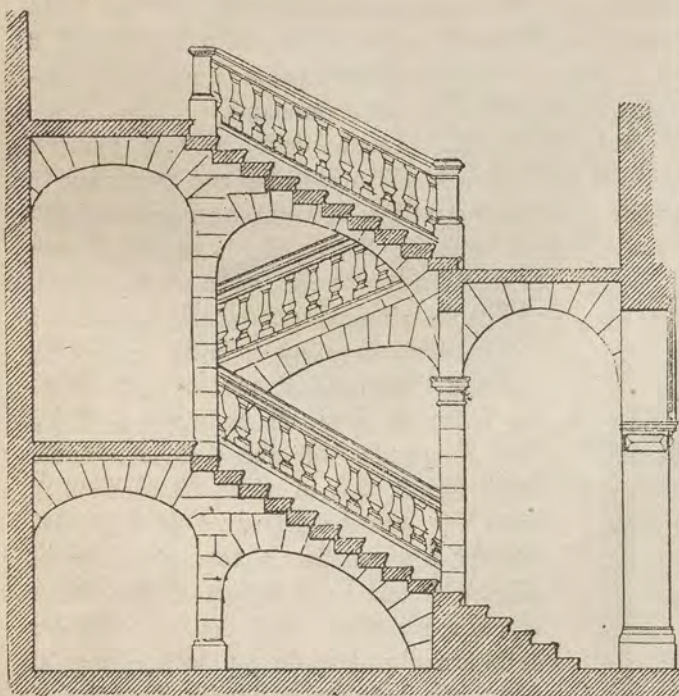


Fig. 406.

queste si collocheranno sulla volta di sostegno, interponendo fra la volta e gli scalini una struttura murale che segna il loro andamento.

§ 9.

LE SCALE SOSTENUTE DA VÔLTE.

La volta più comunemente impiegata per sostenere una branca di scala è quella a botte rampante (fig. 407). Questa volta esige che il rampante di scale sia compreso fra due muri, sui quali la volta si imposta. Di tal guisa si possono costruire i rampanti delle scale a branche rettilinee provviste

di anima (fig. 403) e le altre in cui l'anima, anzichè essere massiccia, è costituita da due pilastri e da arcate di sostegno impostate sopra i pilastri (figg. 405-406).

Ad eliminare la spinta che la volta a botte ram-

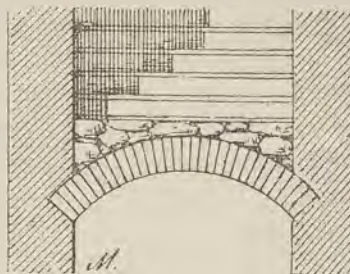


Fig. 407.

pante dà sugli archi di sponda, suolsi armare di chiavi la volta medesima. Nella fig. 408 è indicata la disposizione che, rispetto la sezione del rampante,

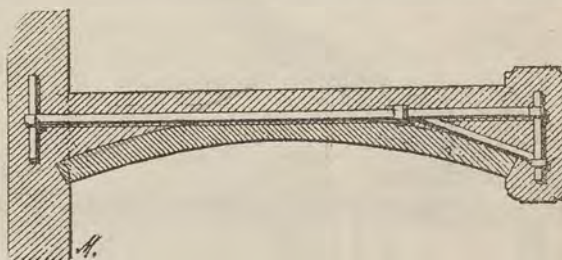


Fig. 408.

ha la chiave ancorata nel muro della gabbia. Le chiavi si dispongono ad una distanza di m. 1 a m. 1.50 l'una dall'altra a seconda della portata delle scale e

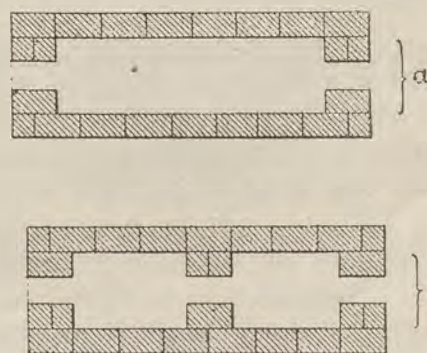


Fig. 409.

della grossezza dell'arco di sponda. Quando questo è molto robusto, potrà farsi a meno delle chiavi per scale di piccola portata. Sull'estradosso della volta si adagiano gli scalini massicci o fatti di lastre dopo di avere costruita la struttura di riempimento.

Nel tipo di scale alla piemontese gli scalini sono sostenuti da vólte a botte zoppe. Queste vólte a sezione circolare o policentrica impostano sugli archi o sulle vólte di sostegno dei ripiani (fig. 1, tav. XLVII): alla corda di tal curva si assegna una direzione parallela alla tangente degli spigoli degli scalini, la monta si fa di $\frac{1}{5}$ circa della corda e lo spessore della vólta si fa di una testa per scale di ordinarie dimensioni. Per le scale di grande portata si aumenta lo spessore verso le imposte, ovvero per non rendere molto pesante la vólta, basterà munirla di

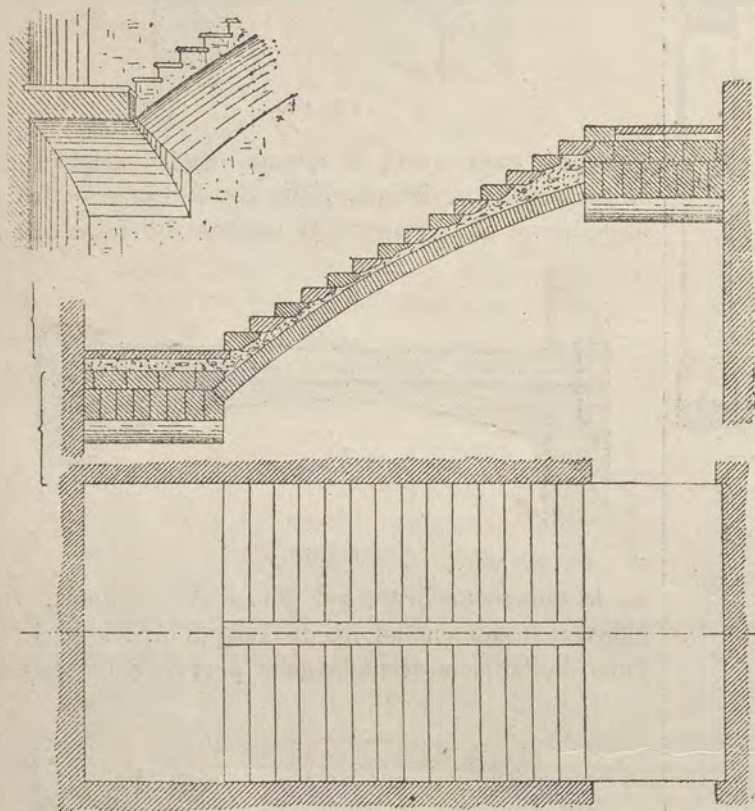


Fig. 410.

due costole di maggiore spessore disposte lungo i margini (fig. 409, a) ed, occorrendone una terza, si dispone nel mezzo (fig. 409, b). Queste costole si dispongono sporgenti dall'estradosso od anche dall'intradosso, se ragioni estetiche lo consigliano.

A sostegno dei ripiani lunghi si possono impiegare le vólte a botte, le vólte a crociera, quelle a vela ed anche le vólte a padiglione ribassate. Qualunque sia la vólta che sostiene il pianerottolo, bisogna costruire un arco sotto il margine del ripiano, il quale serve di imposta alle vóltine di sostegno del medesimo e nello stesso tempo alle vólte rampanti delle branche ascendenti e discendenti (fig. 1, ta-

vola XLVII). Quest'arco però riesce pesante, ed il poterlo sopprimere aggiunge certamente leggerezza alle vólte. Epperò sotto il pianerottolo si può distendere una vólta a botte ribassata (fig. 410) nel senso della lunghezza del pianerottolo, dello spessore di 2 a 3 teste, sufficiente perchè possa la sua fronte servire di imposta alle vólte rampanti.

A sostegno delle branche delle scale si possono altresì impiegare le vólte a padiglione rampanti, le vólte a vela rampanti e le vólte a crociera rampanti. Diamo nella fig. 2, tav. id., la sezione di una

branca sostenuta da vólta a padiglione rampante ribassata; naturalmente questa vólta, come la vólta a botte rampante, richiede l'esistenza di due muri di imposta o per lo meno di un muro e di un arco di sponda o di due archi di sponda. Nella fig. 3, tav. id., si ha un esempio di scala con branche sostenute da vólte veloidiche e nella fig. 4, tav. id., si ha la sezione di una scala avente delle vólte a crociera rampanti come vólte di sostegno delle branche. Uno dei più belli esempi di scale con branche sostenute da vólte a crociera rampanti è senza dubbio lo scalone del palazzo Braschi in Roma, di cui si ha una vista prospettica nella fig. 411; i ripiani di questo scalone sono sostenuti da vólte a vela che, unitamente alle crociere rampanti, impostano sopra arcate sostenute da colonne disposte sul limitare della scala lungo la periferia del pozzo.

A Roma, nelle nuove costruzioni edilizie, si impiegano vólte speciali, per cui si dissero *vólte alla Romana*, per sostenere le branche delle scale. L'impiego di

queste vólte si riferisce a quella speciale distribuzione delle branche e dei pianerottoli che si trova riportata nella fig. 1, tav. XLVIII, per cui la scala risulta costituita di tre branche, di due pianerottoli quadrati e di un pianerottolo lungo di arrivo nel quale si possono stabilire fino a quattro porte di ingresso per appartamenti.

In queste scale ciascuno dei due pianerottoli quadrati è sostenuto per mezzo di un quarto di vólta a padiglione avente per direttrice un quarto di circolo od un quarto di ellisse (fig. 2, tav. id.). L'apparecchio dei mattoni è quello ordinario per questo genere di vólte, cioè i filari sono diretti nel senso

delle generatrici dell'imbotte, parallelamente quindi alle linee di imposta. Con analoghi quarti di padiglione sono sostenute le porzioni quadrate 1, 2, 3, 4 e 5, 6, 7, 8 del pianerottolo lungo, sebbene questi quarti di padiglione facciano parte dell'intera volta che sostiene il pianerottolo lungo, di cui l'apparecchio si descriverà qui appresso.

Sulle testate dei quarti di padiglione si impostano le volte che sostengono le branche, ciascuna delle quali ha per imposte lungo la parete del muro una retta ascendente nel medesimo senso della scala e passante per le origini degli archi di testa dei quarti di padiglione ed è limitata lungo la parete del pozzo da un arco rampante 8, 8', di piccolissima monta, di guisa che detta volta presenta un intradosso che non è cilindrico, ma pressochè veloidico, da cui dipende in parte la stabilità della medesima.

L'apparecchio di mattoni in queste volte rampanti consta di anelli orizzontali i quali si ottengono tracciando sulla superficie di intradosso ossia sul manto della centinatura, che serve a sostenere la volta durante la sua costruzione, delle linee orizzontali; i filari avranno per direttrici le linee così tracciate, che sono intersezioni dell'imbotte con piani orizzontali, e sono anche, diretti con le loro superficie di giunto concave, normali alla superficie di intradosso. Di tal maniera ciascun filare, come meglio si può arguire dalla figura prospettica della tav. XLVIII, riposa sul precedente e sul muro della gabbia, ed i filari più bassi finiscono per appoggiarsi sul quarto di volta a padiglione e sul muro della gabbia. Così si spiega la stabilità di queste volte di cui la costruzione si inizia dalla parte più bassa e si prosegue successivamente fino alla sommità.

Anche la superficie di intradosso della volta che sostiene il pianerottolo lungo e precisamente la parte 3, 4, 8, 7, compresa tra i quarti di padiglione ha per imposta sul muro la medesima retta di imposta dei segmenti di padiglione ed è limitata lungo



Fig. 411.

la parete del pozzo da un arco di circolo a leggerissima monta. Così l'intradosso della volta non risulta cilindrico, ma si può supporre generato da un arco di circolo a piano costantemente verticale, il cui raggio diventa sempre più grande mano a mano che si allontana dalla parete del pozzo, per ridursi infinitamente grande nell'imposta. L'apparecchio si pratica diversamente delle volte rampanti: sull'orlo

del pozzo si stabilisce un arco retto 4, 8, 9, 10, mentre per la porzione rimanente si dispongono i filari dirigendoli parallelamente alla parete, come nelle volte a padiglione, con giunti normali all'intradosso.

Concorre molto alla solidità di queste volte l'impiego di una buona malta di calce e pozzolana che coi mattoni fa ottima presa. Per questo genere di

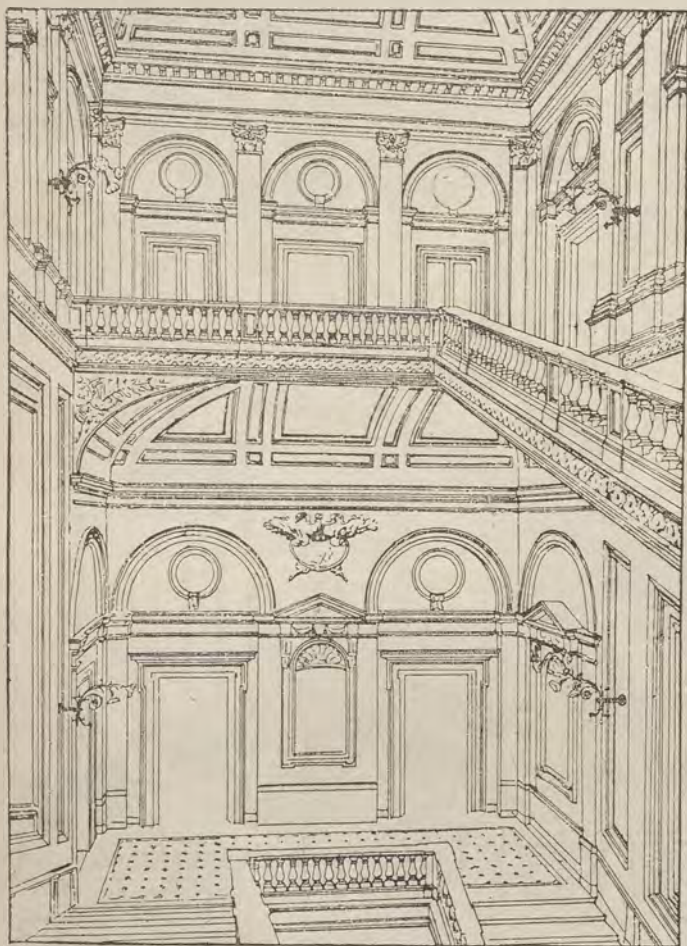


Fig. 412.

volte è sufficiente lo spessore di una testa per ampiezze di scala non eccedenti i m. 1,40. Per larghezze maggiori si aumenta il numero delle teste in proporzione circa della portata. Lo scalone di onore del Palazzo della Banca di Italia in Roma, che abbiamo voluto riprodurre nella fig. 412, è uno dei più belli esemplari di scala alla romana, così costruita, sia per arditezza che per sontuosità, avendo ciascuna branca la larghezza di m. 3,30 e la lunghezza di m. 13.

§ 10.

LE SCALE DI PIETRA A SBALZO.

Le scale a sbalzo hanno le branche composte con scalini di un sol pezzo massiccio di pietra, aventi libera l'estremità verso il pozzo ed incastrata nella muratura della gabbia l'estremità opposta per una profondità non inferiore a 20 cm. In alcune regioni d'Italia le scale a sbalzo si fanno con scalini in lastre incastrate, come gli scalini massicci, per una estremità nel muro della gabbia.

Gli scalini massicci nelle scale a sbalzo sono quasi sempre limitati nella parte sporgente dal muro dalle due facce piane che individuano rispettivamente l'alzata e la pedata, dalla testata interna e da una faccia piana, inclinata per rispetto alle prime in corrispondenza del soffitto piano del rampante (fig. 386); nella parte incastrata nel muro presentano invece una sezione rettangolare generalmente rustica.⁵ La stabilità di questi scalini è dovuta in massima parte all'incastro nel muro della loro estremità rustica; però concorre a renderne ferma la posizione il fatto che ogni scalino si appoggia anche sul precedente. A tal'uopo lungo il margine inferiore della loro alzata si pratica una incavatura composta con due faccette piane, larghe ciascuna 3 a 4 cm. e lunghe quanto lo spigolo dello scalino, di cui una parallela alla faccia della pedata, l'altra normale alla pendenza della scala; si smussa poi terminandola con una faccetta piana identica a quest'ultima, anche l'orlo posteriore della pedata, di guisa che gli scalini, appoggiandosi l'uno sull'altro, si contrastano nei disassamenti in senso verticale e nel senso della pendenza della scala. È necessario inoltre che il primo gradino del primo rampante, cioè il gradino di invito della scala, abbia una sezione costantemente rettangolare, perchè possa ripo-

sare bene sulle fondamenta ed offrire valido appoggio al susseguente.¹

Il pianerottolo lungo di queste scale consta di una lastra di pietra, avente lo stesso spessore degli scalini, la quale si incastra per tre lati nei muri. Diamo nella fig. 413 la vista in iscorcio della medesima per mettere in evidenza il profilo che la lastra deve presentare laddove deve congiungersi coll'ultimo scalino della prima branca di scale e col primo della seconda.

Ciascuna branca così compiuta presenta la sua faccia inferiore piana inclinata di aspetto gradevole. Si capisce bene però come col sagomare convenientemente la faccia inferiore di ciascuno scalino si possa facilmente assegnare ai rampanti una decorazione più o meno capricciosa come ne fanno fede gli esemplari riprodotti nella fig. 414 *a* e *b*.

L'estremità libera degli scalini nelle scale a sbalzo può essere provvista di ingrossamento che sporge di 6 a 10 cm. dalla faccia inferiore dello scalino (fig. 415, *b*), ovvero dagli spigoli esterni del medesimo (fig. 415, *a*) o da entrambe le facce (fig. 415, *c*). Come si rileva da queste figure la successione di questi ingrossamenti costituisce una costola di rinforzo del rampante di scala; queste costole inoltre bene si prestano, come vedremo, in seguito per l'attacco del parapetto. Però delle due maniere

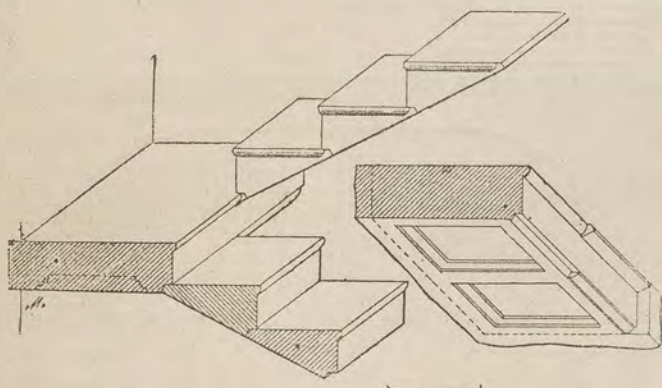


Fig. 413.

di individuare la costola di rinforzo, l'una cioè sporgente dal di sopra del rampante, l'altra dal di sotto, è certamente preferibile quest'ultima, siccome quella che permette di usufruire di tutta la larghezza della scala specialmente se si attacca il parapetto con braccioli sporgenti dal vivo del rampante. La prima invece ha il vantaggio di potere attaccare direttamente il parapetto sul dorso della costola.

In Lombardia si costruiscono le scale a sbalzo con gradini di lastre di *beora* o *beura* (gneiss venato) dello spessore di 5 a 6 cm. lavorati con tondino e listello o con semplice tondino sul dorso anteriore e sul fianco. Di *beura* si fanno le pedate ed i pianerottoli (figg. 1, 2, tav. XLIX), mentre le alzate si costruiscono con tavolato di mattoni in foglio il quale serve anche a sostenere la pedata soprastante. Tale frontalino si completa intonacandolo regolarmente sopra le due

facce. Il parapetto si fissa alle lastre delle pedate come meglio si dirà in seguito.

La portata delle scale a sbalzo di solito non su-

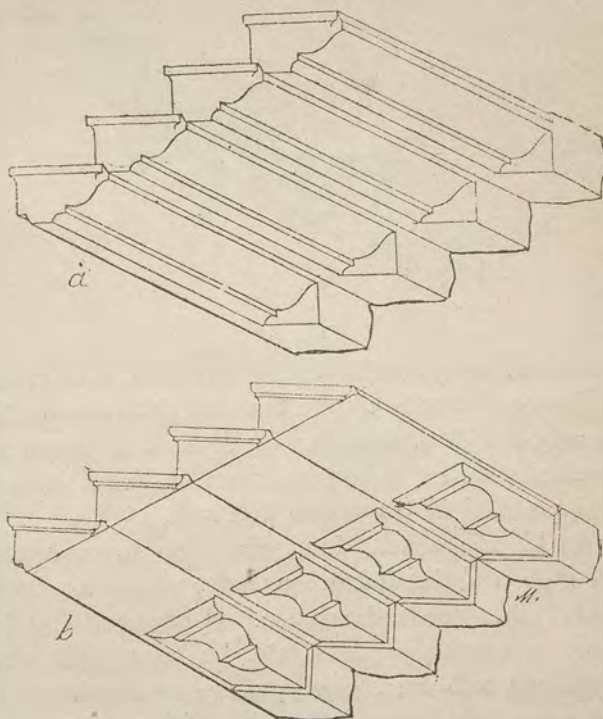


Fig. 414.

pera i m. 1,40, essendo questa una larghezza sufficiente per il disimpegno delle comuni case di abitazione, nelle quali queste scale trovano posto facilmente.

Spesso le scale con gradini di lastre si rivestono dalla parte di sotto con una struttura leggera di frammenti di cotto e malta bastarda, allo scopo di togliere la vista disagiata che presentano siffatti

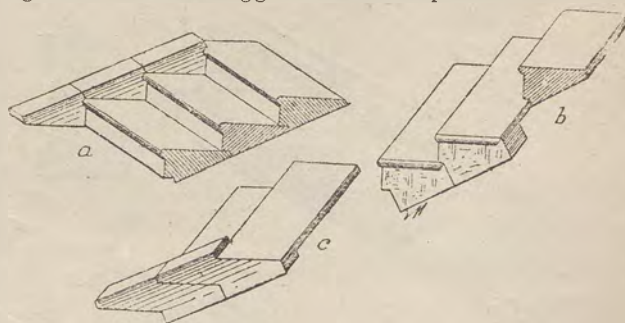


Fig. 415.

rampanti. Tale struttura di riempimento si termina secondo una superficie piana parallela agli spigoli degli scalini e si compie a più riprese o strati, come è indicato nella fig. 416, spesso coll'intermezzo di sostegni di nastro di ferro, in numero di 2 o 3 per ogni

scalino, disposti nella maniera indicata nella figura per rendere più stabile il materiale di riempimento.

In Piemonte i gradini delle scale a sbalzo si ese-

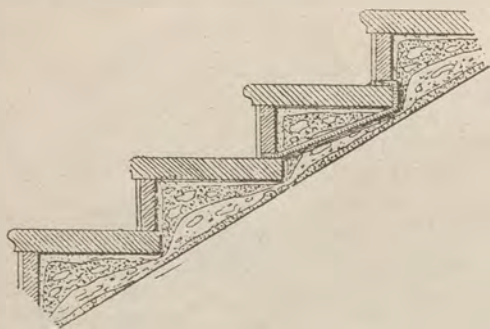


Fig. 416

guiscono, come quelle avanti descritte, con gradini di lastre di gneiss (*lose* o *loserne*) delle cave di Malanaggio o di S. Giorgio; in Toscana si fanno con gradini massicci di pietra serena, in Roma con scalini massicci di travertino di Tivoli.

In Liguria e nella Lunigiana sono invece comuni le scale a sbalzo fatte con lastre di marmo impiegate tanto per la formazione dei pianerottoli e delle pedate, quanto per le alzate. Le lastre delle alzate grosse 4 a 5 cm., cioè qualche centimetro o due di meno delle lastre delle pedate, si incastrano egualmente nel muro come quelle delle pedate, si appoggiano, con piccola incastratura, sopra di queste come si rileva dalle figg. 3, 4, tav. XLIX, nelle quali sono in

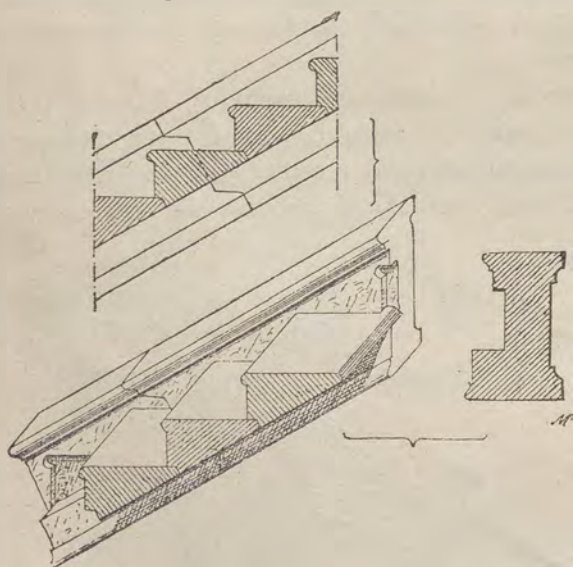


Fig. 417.

dicati tutti i particolari costruttivi di queste scale; le lastre delle alzate quindi agiscono come mensole di sostegno delle pedate soprastanti. Queste scale riescono molto solide, specialmente se si pone molta cura nella loro esecuzione.

Se i muri della scala sono costruiti con materiale che poco cede alla compressione derivante dall'innalzamento delle fabbriche, converrà collocare in opera le scale a sbalzo nello stesso tempo che si elevano i muri della gabbia della scala. Tale posa in opera ha luogo sostenendo gli scalini ed i pianerottoli con

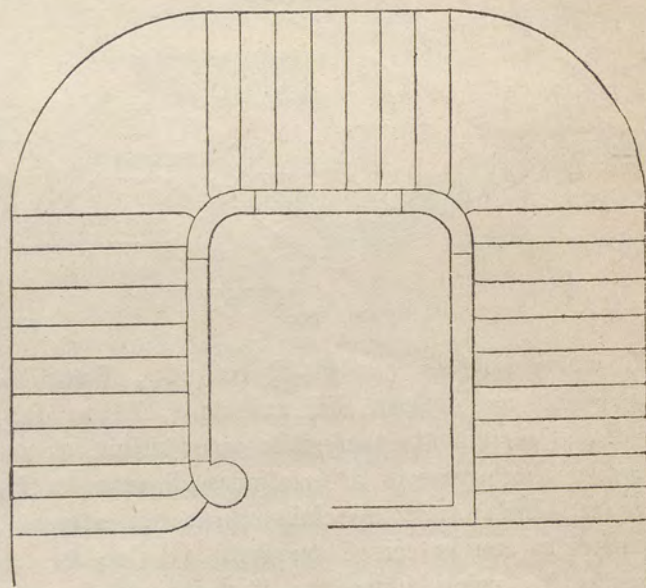
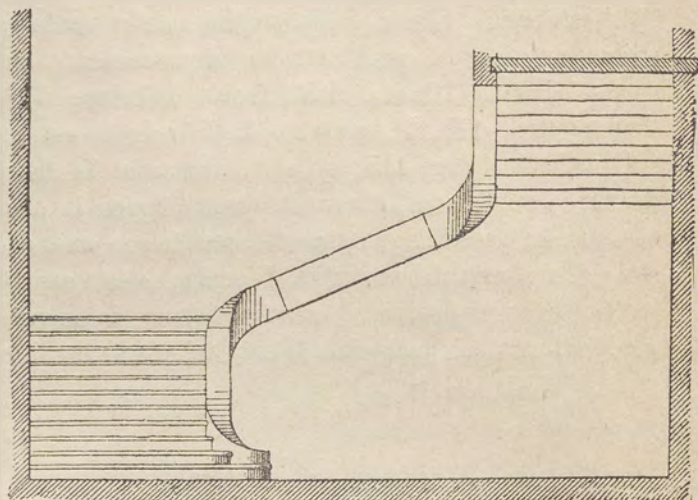


Fig. 418.

speciali armature, finchè le malte delle murature non siano sufficientemente indurite. Converrà in ogni caso tenere più alte di qualche frazione di centimetro le testate libere degli scalini durante la loro posa in opera, perchè, allorquando vengono disarmati, dietro l'assetamento, possano disporsi perfettamente orizzontali.

Se la struttura murale è invece del genere di quelle che nell'assetamento si comprimono sensibilmente, converrà mettere in opera gli scalini allora

quando la fabbrica è compiuta e le malte abbiano fatta presa, lasciando a tal'uopo le opportune riseghe per l'incastro degli scalini e dei pianerottoli, nella maniera esposta a fig. 389, ovvero se si vogliono mettere in opera nello stesso tempo che si elevano le murature, sarà necessario allentare mano mano le armature di sostegno degli scalini secondo il progressivo cedimento dei muri, perchè altrimenti gli scalini potrebbero spezzarsi, quando non possono accompagnare i muri nel loro assettamento.

Le scale a sbalzo con gradini massicci si costruiscono anche con fianchi a rinforzo delle testate libere, nei quali queste testate penetrano per 3 a 6 centim. I fianchi, i quali possono essere fatti con un solo pezzo o con più pezzi, hanno propriamente lo scopo di impedire i possibili dissestamenti delle testate degli scalini; essi hanno una sezione pressochè rettan-

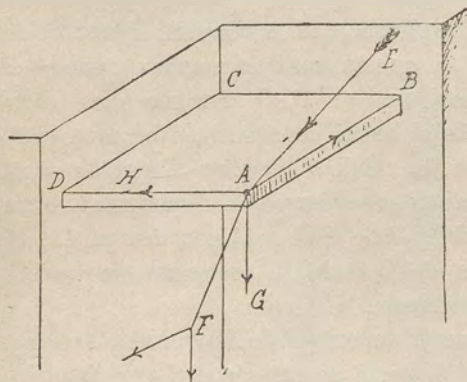


Fig. 419.

golare, e sono muniti di un piccolo sporto inferiore come si rileva dalla fig. 417, nella quale si ha anche la sezione del fianco, e sopra di questo sporto meglio si appoggiano le testate degli scalini.

I fianchi si appoggiano alle due estremità sopra pezzi speciali di angolo, detti *risvolti*, i quali hanno anche lo scopo di raccordare in maniera continua due fianchi consecutivi; questi risvolti sono limitati in proiezione orizzontale ad un quarto di circolo, il cui raggio non abbraccia più di 2 scalini (fig. 418); ai medesimi si connettono i fianchi con commessure piane normali alla pendenza del fianco. Se il fianco è fatto in più pezzi, riescono più efficaci i giunti a gomito, con angoli diedri maggiori di 90° , come è indicato nella stessa fig. 417, nel qual caso si porrà cura che ciascun giunto capiti nel mezzo della testata di uno scalino e giammai contro le unioni degli scalini medesimi.

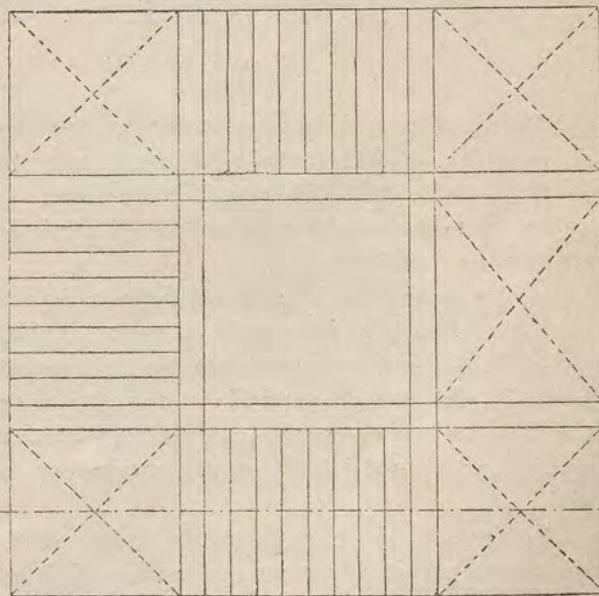
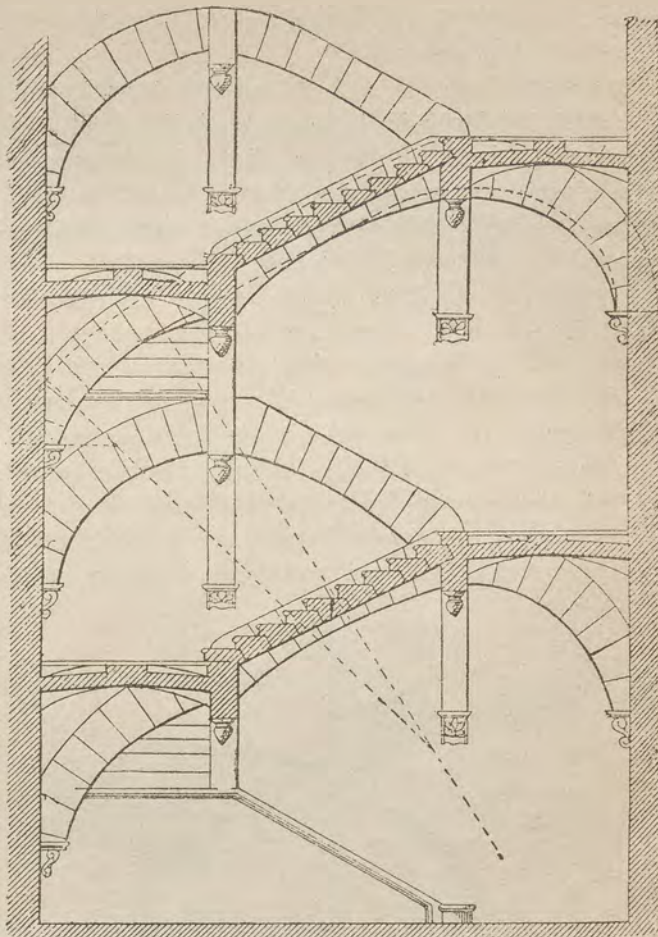


Fig. 420.

Per comprendere come i fianchi delle scale a sbalzo possono reggersi non solo, ma essere sufficienti da so-

portare il peso degli scalini, basterà considerare la lastra di un pianerottolo $ABCD$ (fig. 4'9), il fianco ascendente secondo AE ed il fianco discendente secondo AF appoggiati contro lo spigolo A del pianerottolo, e le forze che per effetto di tale appoggio si esercitano contro detto spigolo. Si immagini inoltre fisso invariabilmente al suolo o sopra altro pianerottolo l'estremo F del fianco discendente; allora scomponendo la forza diretta secondo AE nella verticale AG e nella orizzontale AH , la componente AH se i muri della gabbia sono abbastanza forti, viene eliminata dalla resistenza del muro; la componente verticale AG , si scompone in due forze, l'una inclinata diretta secondo AF , l'altra orizzontale secondo AB . Anche questa componente orizzontale è eliminata dalla resistenza del muro, quindi della forza diretta secondo AE , non resta che una componente

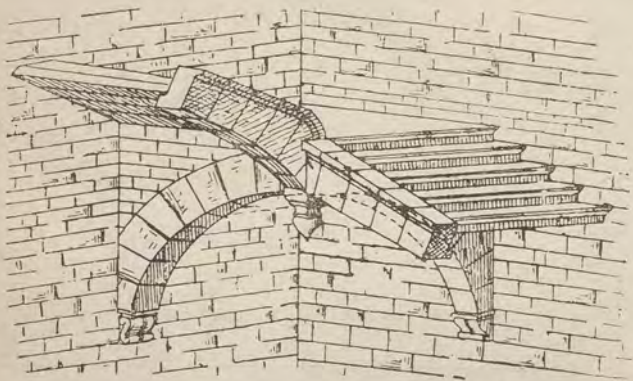


Fig. 421.

diretta secondo AF , la quale potendosi decomporre a sua volta in una verticale ed in una orizzontale, basterà che il punto di appoggio F del fianco discendente sia tale che non ceda nel senso verticale nè nel senso orizzontale.

Un altro esemplare di scala a sbalzo, i cui fianchi sono apparecchiati come archi di pietra, l'abbiamo nella fig. 420 rappresentata con pianta e sezione e nella fig. 421 con un particolare prospettico dell'attacco di due branche con un pianerottolo, che prendiamo a prestito dal libro del Breymann con la descrizione.

Per formare il fianco di queste scale, usate così spesso in Francia, si prestano in modo speciale le pietre tenere con le quali si possono ottenere i conci a spigoli vivi e quindi serrare bene l'arco e per conseguenza lavorare anche il pieduccio e la cornice dei gradini; lavorazione, che, se deve essere fatta con

precisione, presenta molte difficoltà quando la pietra è dura. La pianta della gabbia di scala forma un quadrato di m. 6,90 di lato, e la scala è disposta in modo da potere essere illuminata dall'alto. La larghezza della scala misura m. 1,88, la pedata cm. 31,38, l'alzata cm. 15,7. La scala consta di tre rampe rettilinee, di due pianerottoli intermedi e di un terzo finale lungo m. 6,90 e largo 1,88. I gradini poggiano con una testa sui muri di perimetro e coll'altra su archi muniti di incavatura come si rileva dalla figura prospettica. I pianerottoli sono sostenuti da volte a crociera, i cui spigoli sono rinforzati per di sopra. Queste volte non si appoggiano solo ai muri di perimetro, ma anche agli archetti a sbalzo che contrastano coi fianchi e che trasmettono la pressione di questi sui muri di perimetro, come addimosttra la sezione rappresentata nella fig. 420. Siccome i contorni inferiori degli archi, se si immaginano prolungati, si tagliano, così sembrerà alquanto dubbia la solidità di questa costruzione; ma quando si consideri che i veri archi di sostegno sono interni nella massa degli archi apparenti e formano linee curve continue, le quali si vedono disegnate punteggiate nella sezione, e sulle quali si dispongono normalmente giunti dei conci, ogni dubbio si dissipa. Le linee punteggiate degli archi di sostegno sono costituite di molti segmenti di circolo.

La faccia superiore degli archi è piana e parallela ai gradini da cui sporge circa 6 cm. Essendo gli scalini appoggiati ai fianchi arcuati su un pieduccio a piano inclinato largo da 6 a 9 cm. il primo gradino di ogni branca della scala si fissa con chiavella al sottostante arco e sotto si interna nella lastra di ripiano, perchè non si verifichi dissestamento alcuno negli scalini. Le volte a crociera si fanno ribassate il più possibile, perchè i conci di serraglia, contro i quali in apparenza si infrangono gli archi, non riescono troppo lunghi.

Le scale a sbalzo coi fianchi non sono molto indicate per le comuni fabbriche per abitazioni civili, perchè la stabilità dei fianchi non dà molto affidamento, bastando un benchè piccolo cedimento del muro della gabbia per compromettere la stabilità della scala e perchè occorre molta lavorazione e un grande volume di materiale per la loro costruzione, per cui queste scale riescono anche molto costose.

Diamo infine nella fig. 422 il prospetto e la pianta dell'armatura che si impiega a sostegno dei rampanti e dei pianerottoli nelle scale a sbalzo, i cui gradini

e pianerottoli si mettono in opera mano mano che si elevano le murature.

Se la scala è a tre branche, provvista di pozzo, si dispongono quattro antenne verticali α nei quattro

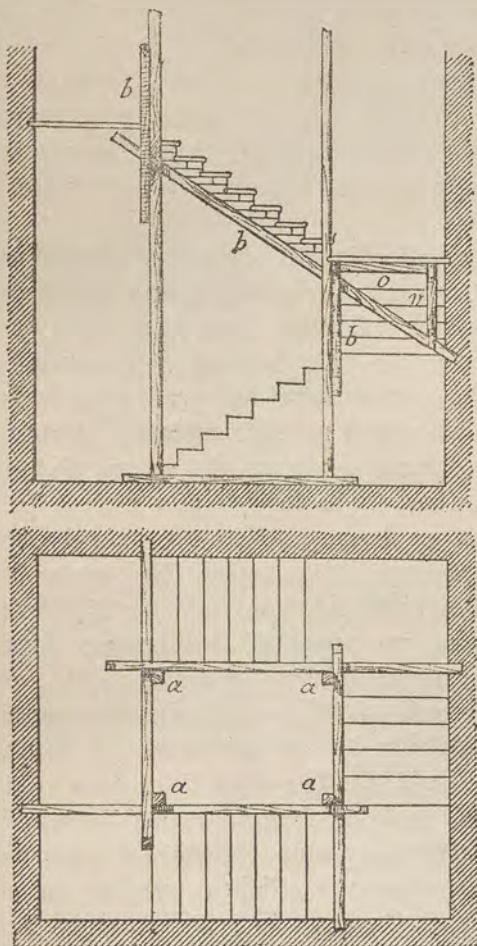


Fig. 422.

spigoli del pozzo che si collegano a due a due, col mezzo di gattelli e di fasciami di corda o di nastro di ferro, con travi b inclinate in corrispondenza delle branche; queste travi servono a sostenere le testate libere degli scalini per cui, ove occorra, si rinforzano con saettoni applicati in punti intermedi. Sopra queste travi si appoggiano i travetti verticali v e gli orizzontali o per sostenere i pianerottoli.

Il disarmo si affettua con ogni cura, perchè gli scalini non subiscano sensibili dannosi movimenti allora quando viene tolta l'armatura. A tal'uopo sotto ogni trave o sotto ogni scalino converrà disporre dei cunei che si leveranno gradatamente allo scopo di effettuare un abbassamento dell'armatura lento ed uniforme.

Perchè l'incastro di uno scalino possa effettuarsi

è necessario che al di sopra della testa di scalino internata nel muro vi sia una altezza di muratura sufficiente perchè lo scalino non si rovesci. Tale altezza, che si può calcolare sulla base del rapporto dei momenti statici, è ritenuta dai pratici almeno eguale alla portata della scala. Laddove perciò capitano vani di porte o di finestre in prossimità

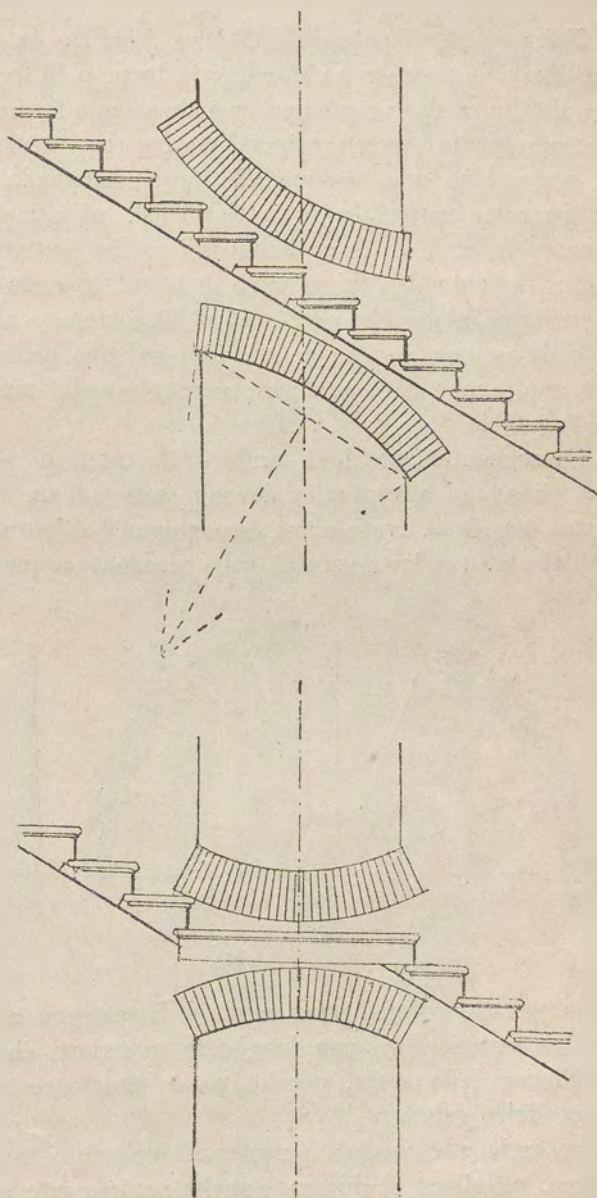


Fig. 423.

delle testate dei gradini o dei pianerottoli incastriati, è necessario serrare la muratura comprendente dette testate, o le testate medesime, fra due arcate, l'una diritta, l'altra rovescia, come indica

la fig. 423, nella quale si ha rappresentata tale disposizione nel caso che si debbano sostenere degli scalini a sbalzo o un pianerottolo.

§ 11.

LE SCALE A CHIOCCIOLA E LE SCALE ELICOIDALI IN MURATURA.

Nei precedenti paragrafi abbiamo descritto la costruzione delle scale a chiocciola in legno o in ferro ed abbiamo veduto come queste scale sieno informate esclusivamente a questi materiali per cui questi sistemi di costruzione non possono adattarsi impiegando la pietra come materiale costruttivo. Così, ad esempio, mentre le scale di ferro hanno gli scalini sostenuti esclusivamente dall'anima pure di ferro, le scale di pietra richiedono che ogni scalino sia sostenuto non solo dall'anima, in quelle scale che ne sono provviste, ma anche dallo scalino precedente e dal muro della gabbia.

Conseguentemente nelle scale a chiocciola di pietra gli scalini a ventaglio devono essere di un sol pezzo massiccio, avere uno spessore uguale all'altezza dell'alzata, una larghezza di poco eccedente a quella

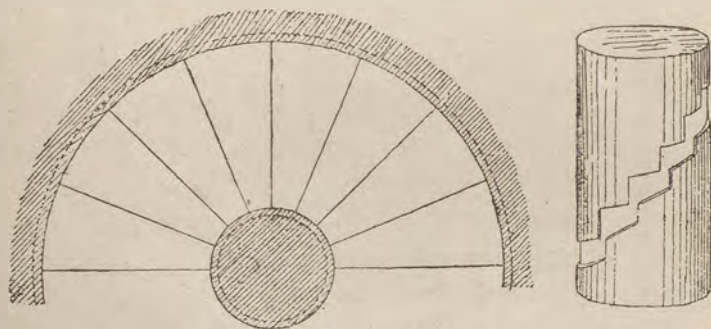


Fig. 424.

della pedata, perchè possa servire di sostegno allo scalino superiore ed una lunghezza maggiore della larghezza della scala, perchè possa penetrare nel muro della gabbia.

Le scale a chiocciola possono essere provviste di anima, ed allora si chiamano anche *scale a vite*, ovvero possono essere munite di pozzo ed allora prendono propriamente il nome di *scale elicoidali* o *scale a giorno*. Nel primo caso possono gli scalini stessi, mediante un ingrossamento della loro testata interna costituire l'anima della scala, come possono internarsi con la loro testata interna, nella struttura murale dell'anima costruita a parte, come si pratica nelle

scale a chiocciola di legno (fig. 424); queste scale però sono poco preferite, perchè richiedono molto accurato lavoro e grande quantità di materiale.

Nella scala a chiocciola con anima gli scalini possono anche sostenersi mediante una volta elicoidale; di queste scale abbiamo dato un esempio nella fig. 272. Nelle scale elicoidali, in genere, sostenute da volte, non è necessario che gli scalini penetrino coi loro estremi nelle strutture murali fiancheggianti, essendo sufficiente che essi siano murati sul dorso della volta rampante.

Nelle scale elicoidali a giorno gli scalini penetrano e si incastrano con la loro testata esterna nel muro della gabbia ed hanno libera la testata interna. Perciò queste scale richiamano da vicino le scale a sbalzo di cui si è trattato nel paragrafo precedente e come queste gli scalini nel loro estremo interno possono anche formare un fianco che sporge al disopra o al di sotto, ovvero la loro testata interna può penetrare in un fianco costruito con pezzi di pietra indipendentemente dagli scalini. Una scala di questo genere si vede disegnata nella fig. 271 dove però il fianco ha, per semplicità, una sezione rettangolare, priva cioè di quelle sagomature che svolgendosi secondo eliche, come il rampante, tanta leggerezza infondono in questo genere di scale.

Nella fig. 425 si ha l'elevato e la pianta, di una scala a chiocciola nella quale gli scalini penetrano con un estremo nel muro della gabbia e portano all'altro estremo un nodo che forma l'anima cilindrica della scala. Quanto più gli spigoli degli scalini a ventaglio sono convergenti verso il centro del nodo, cioè quanto più il collo *a* dello scalino è stretto (fig. 425) tanto più l'anima acquista rilievo dagli scalini; nelle nostre figure si sono supposti gli spigoli

tangenti ad un circolo più piccolo delle base del nodo. Così che per allargare le pedate dello scalino verso il nodo, là dove, cioè, questo riesce stretto ed angusto, si suole fare concava la faccia dell'alzata e di una concavità tale che cresca dalla periferia verso il nodo, come facilmente si rileva dalla figura stessa. Gli scalini di queste scale anzichè penetrare nel muro della gabbia con le loro estremità esterne possono appoggiarsi a delle colonnette; poichè tale disposizione non altera le condizioni di stabilità della scala, queste scale spesso furono usate a maggior decorazione degli edifici del Medio Evo (fig. 426).

Gli scalini delle scale a chiocciola aventi sezione rettangolare si appoggiano l'uno sull'altro, di maniera che la faccia inferiore di uno scalino copra per poco la pedata dello scalino precedente (fig. 427). Più sovente però i giunti fra gli scalini si praticano

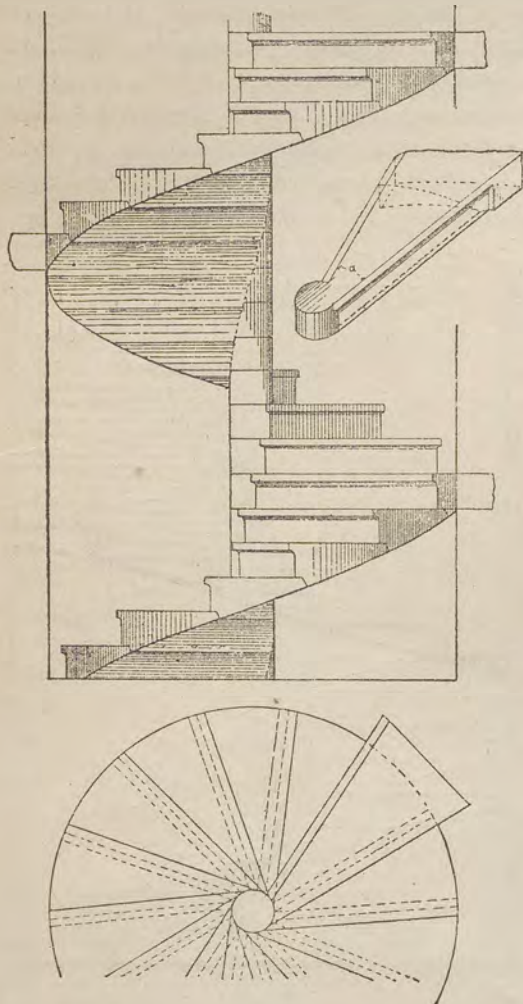


Fig. 425.

ad incavature, come si è visto per le scale a sbalzo a branche rettilinee. Questa incavatura essendo costituita da un pianetto orizzontale e da una faccia normale, alla pendenza delle scale (fig. 425) vale ad impedire che gli scalini si disestino nel senso verticale e nel senso orizzontale. Gli scalini, inoltre si possono limitare dal di sotto con una faccia inclinata, di cui la continuità individua una superficie elicoidale molto più gradita, in questo genere di scale, che non la superficie a scaglioni della fig. 427.

Nel praticare la incavatura negli scalini alla faccetta normale alla pendenza della scala si assegna di solito la direzione normale alla pendenza media

delle due testate degli scalini; a tal'uopo si disegna lo sviluppo delle testate interne degli scalini (fig. 4, a tav. L) quindi lo sviluppo delle testate esterne (fig. id., b) si conducono le normali n e p alle due pendenze inclinate diversamente e per direzione del giunto si assume la bisettrice m dell'angolo formato dalle due normali n e p .

Nelle scale a chiocciola del Medio Evo l'anima massiccia era spesso sagomata con tondini o gusci che seguivano la scala nel suo andamento a spirale. La costruzione di queste scale non differisce da quella precedente, eccezione fatta per il nodo destinato a formare l'anima della scala, il quale ha per basi il medesimo profilo, girato intorno l'asse dell'anima del-

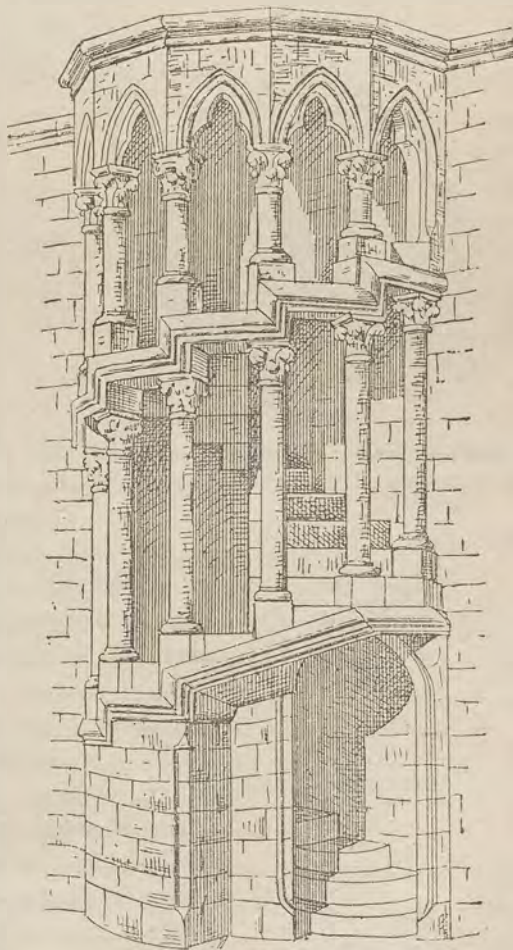


Fig. 426.

l'ampiezza angolare di una pedata, come facilmente si arguisce dalla fig. 428 nella quale è disegnata la proiezione verticale e la pianta dell'anima di una scala di questo genere. Una sezione parallela intermedia alle due basi, avrà lo stesso profilo, la costru-

zione quindi del nodo si riduce al suo taglio diretto secondo questi profili.

Nella fig. 2, tav. L si ha l'elevato e la pianta

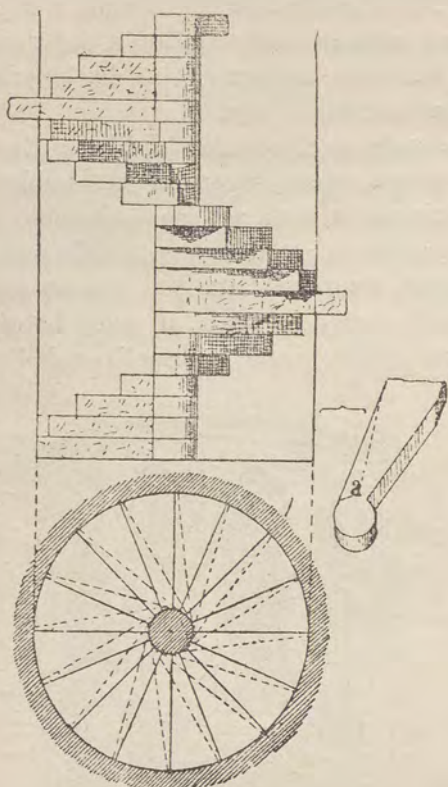


Fig. 427.

di una scala elicoidale a giorno i cui scalini hanno una testata incastrata nel muro e libera l'altra testata lungo la periferia del pozzo; nella stessa figura è data la vista prospettica di uno scalino. In questa scala la superficie di giunto normale alla faccia di sotto del rampante è pure elicoidale e scelta di maniera che i due elicoidi riescano normali fra loro, come si arguisce facilmente anche dalla fig. 1 della medesima tavola.

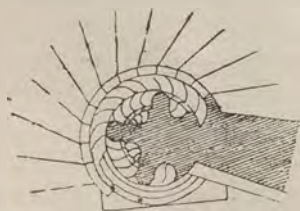
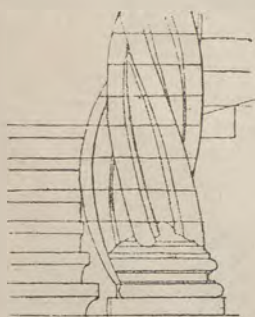


Fig. 428.

Nella fig. 5, tav. id è rappresentato la pianta e l'elevato di una scala a giorno i cui scalini terminano verso il pozzo con un ingrossamento per formare un fianco sporgente in su. Il fianco può essere

sagomato come nella scala riportata a fig. 429; come può essere separato dagli scalini e servire di appoggio ai medesimi nella maniera praticata a fig. 430. La costruzione del fianco in questa scala procede per conci come si rileva dalla medesima figura. Per determinare la faccia di commessura dei pezzi del fianco si conducono da un punto qualunque m (fig. 3, tav. L) dello sviluppo s della parete interna del fianco una perpendicolare alla linea di pendenza p ed una perpendicolare alla linea di pendenza p_1 dello sviluppo s_1 della parete esterna dello stesso fianco; la bisettrice b dell'angolo formato dalle due per-

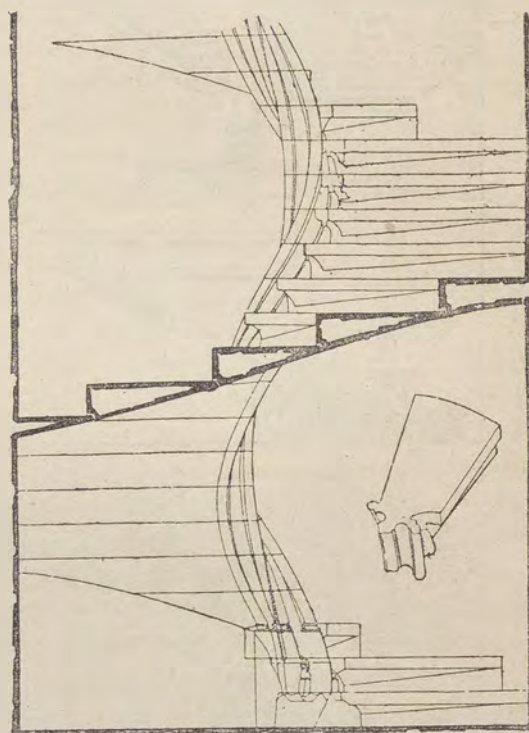


Fig. 429.

pendicolari, si prende come direzione del giunto che così risulta perpendicolare alla linea mediana del fianco.

Quando le scale elicoidali a giorno assumono vaste proporzioni, riesce difficile costruirle con gradini di pietra di un solo pezzo. Per queste scale conviene stabilire una volta elicoidale di mattoni impostata sul muro della gabbia e sopra delle colonne disposte lungo il margine del pozzo e sopra la volta si appoggiano gli scalini. Con questo partito furono costruiti gli scaloni elicoidali già citati nel Palazzo Barberini in Roma (fig. 275) e nel palazzo Farnese di Caprarola (figg. 273-74).

Due scale elicoidali a giorno possono installarsi

in una medesima gabbia dando luogo a un sistema di scale così detto *doppio*. Una stessa gabbia quindi può servire per due scale, purchè queste vengano di-

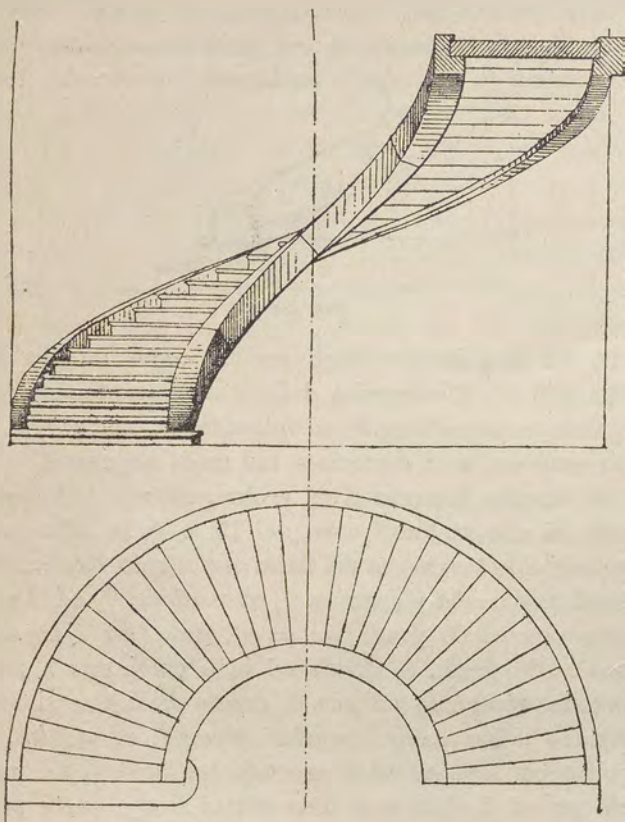


Fig. 430.

sposte di maniera che fra il soffitto dell'una ed i gradini dell'altra vi sia lo spazio sufficiente per ascen-

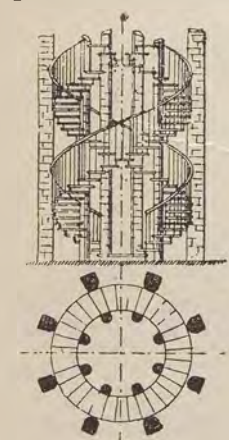


Fig. 431.

dervi; ciò si ottiene facilmente, quando il pozzo è molto vasto, collocando gli scalini di invito delle due scale sopra una diagonale della gabbia. Una scala doppia di questo genere, posta in una gabbia a pianta ellittica, serve attualmente a disimpegnare i due reparti, maschile e femminile, della scuola elementare Vittorio da Feltre in Roma, di cui abbiamo dato un disegnano planimetrico a tav. XLI, fig. 5. La scala rappresentata nella fig. 431 costruita dall'Antonelli nella aguglia della sua Mole di Torino è informata a questo principio. Questa scala ha la gabbia, come l'anima, costituita da otto pilastri che sostengono gli scalini.

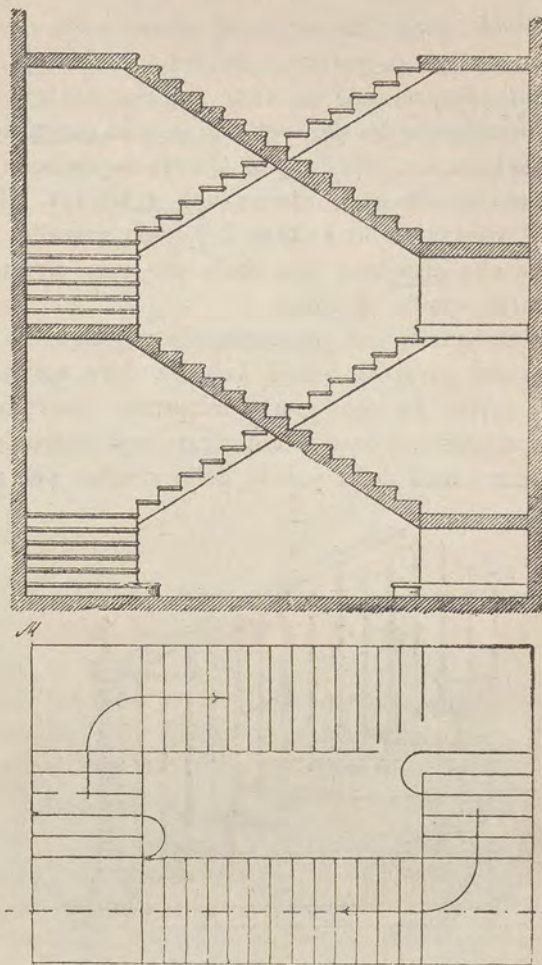


Fig. 432.

Le scale doppie possono comporsi anche con branche rettilinee dentro una gabbia quadrata, rettangolare ed anche poligonale. La fig. 432 riproduce la pianta e l'elevato di una simile scala a pianta rettangolare.

§ 12.

GLI SCALINI DI INVITO,

I PARAPETTI E LE RINGHIERE NELLE SCALE.

Fra i particolari di maggiore importanza nella costruzione delle scale si annoverano la forma degli scalini di *invito* del primo rampante, la forma e le dimensioni dei parapetti in muratura o di pietra intagliata e la costruzione delle ringhiere in ferro generalmente preferite per eleganza ed economia, sia per le scale in muratura, che per quelle di struttura mista.

Sovente per ragioni di estetica, allo scopo di assegnare al primo rampante di scale una maggiore

grandiosità, suolsi allungare il primo scalino od i primi due, tre o quattro, più della larghezza del rampante, formandone un invito di guisa che la proiezione orizzontale del parapetto si inizi in curva nella maniera indicata dalla fig. 433. Questa disposizione più spesso usata nelle scale interne (figg. 4, 10, tav. XLII) offre il vantaggio di evitare il brusco risvolto alle persone che accedono alla scala per una direzione diversa da quella di fronte.

Per assegnare una più razionale posizione al colonnino del parapetto suolsi talvolta dare agli scalini di invito un contorno planimetrico curvilineo; il colonnino in tal caso è incastrato nel centro della parte curvilinea della pedata dello scalino più alto

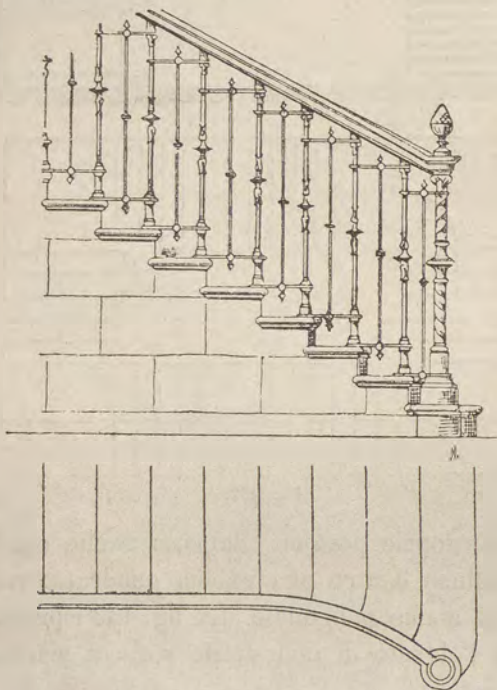


Fig. 433.

che fa parte dell'invito. Le figg. 1 e 4, tav. LI mostrano la maniera di comporre gli scalini dell'invito nel caso che questo sia costituito di uno, di due o di tre scalini ed il rampante sia provvisto di ringhiera di ferro; mentre le fig. 5 e 6, tav. id. rappresentano altre disposizioni degli scalini di invito, allorchè il rampante è munito di un fianco in pietra da taglio. L'estremità del fianco si incastra sulla faccia orizzontale del primo scalino, attraversa pure con incastro verticalmente il secondo e riposa sulla faccia orizzontale di questo. Generalmente anche questa prima parte del fianco, per una certa lunghezza si svolge in curva sugli scalini di invito, allora quando questi si allargano in curva verso la base. ed è li-

mitata superiormente con una faccia di giunto *g* (fig. 434) destinata a ricevere la parte dritta del fianco in pietra da taglio.

Nel periodo del Rinascimento, nel quale, come è noto, le volute giocarono una parte grandissima, questa forma fu introdotta anche nel termine dei fian-

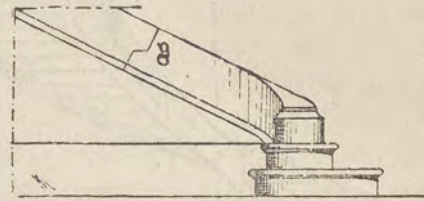


Fig. 434.

chi ed al principio degli scalini come mostra la fig. 435 (1). L'estremità dello scalino arrotondata in questo esempio forma un volvente, la cui voluta è un esagono, e si costruisce nel modo seguente.

Si sceglie il punto *d* sul prolungamento dello spigolo di uno scalino, p. es. del IV e si fa $hd = gh$ eguale alla larghezza del fianco e l'angolo $hdc = 60$ gradi; $cd = hd$ poi $ac = \frac{1}{4} cd$ e $ab = \frac{1}{6} cd$, l'angolo $vaw = 60$ gradi; $ae = cd$, $ax = a5$ l'angolo $Iaa = 90$ gradi. Si divide $e5$ in 5 parti, eguali e si prende af eguale ad una di queste parti. Ora si terminano i due esagoni regolari $abnopq$, ed $afiklm$, il primo col lato ab ed il secondo col lato af . Gli archi gv ed hc hanno il loro centro in *d* e quelli per gli archi vw , ux , xy , yz , $z\beta$ e βc si trovano nei punti *a*, *q*, *p*, *o*, *n* e *b*. Parimente si possono descri-

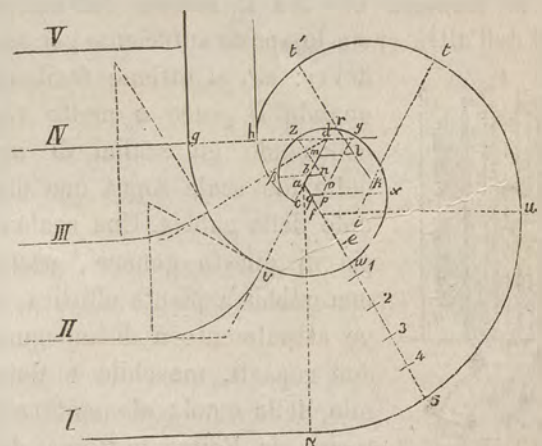


Fig. 435.

vere gli archi $a5$, $5u$, ut , tt' , dai punti *a*, *f*, *i* e *k* e si determina pure il centro dell'arco th che ancora manca prolungando la retta hd fino ad incontrare kt' in *r*, che è il punto cercato. L'unione dei gradini II e III si comprende osservando la figura.

(1) Breymann. Costruzioni murarie.

Il colonnino della ringhiera in ferro ed il pilastro del parapetto in muratura di solito essendo impiantati sulla pedata dell'ultimo scalino dell'invito, lasciano senza riparo i primi scalini del medesimo. Ad ovviare questo inconveniente, allorchè l'invito è costituito di più di due scalini, suolsi aggiungere al colonnino di ferro una evoluta dello stesso metallo fissata con un estremo al colonnino e coll'altro sulla pedata dello scalino di base nella maniera indicata dalle fig. 436 ovvero adottare il sistema del colonnino aggettante nella maniera indicata dalla fig. 437. Egualmente al pilastro di partenza di un parapetto di muratura



Fig. 436.

si addossa una mensola rovescia appoggiata sugli scalini (fig. 438). Questi partiti costituiscono uno dei principali motivi decorativi delle scale; trattati con ricchezza in armonia con la decorazione dei rampanti, delle ringhiere o dei parapetti, essi servono a marcare l'inizio della scala con quell'effetto artistico che l'architetto si propone di conseguire. Nell'atrio dell'Università di Genova (fig. 439) opera pregevolissima del secolo XVII (architetto Bartolomeo

Bianco) sull'invito dello scalone si hanno due superbi leoni che iniziano il parapetto.

I parapetti nelle scale possono farsi in muratura, in pietra da taglio ovvero in metallo.

I parapetti in muratura difficilmente rispondono alle esigenze estetiche; riuscendo molto pesanti, non si impiegano che in quelle scale sulle quali i rampanti sono sostenuti da muri, da arcate o da pilastri lungo l'orlo del pozzo, mai perciò nelle scale a sbalzo.

I parapetti di muratura constano di tre parti, della base, del vivo e della fascia, copertina o cimasa. La base e la cimasa sono le parti più o meno sagomate in conformità del grado di ornamentazione della scale e corrono con le loro linee secondo la pendenza dei rampanti (fig. 438); il vivo, contenuto tra la base e la cimasa è costituito da un muretto a faccie ver-

ticali, dello spessore di 25 a 30 cm., portante talvolta sulla faccia esteriore riquadri o rincassi, ovvero trafori a tutta grossezza allo scopo di alleggerirne il peso e renderne decorata la parete (figg. 438



Fig. 437.

e 440). L'altezza complessiva del parapetto, misurata verticalmente, varia da 85 a 95 cm.

Nei vasti scaloni del Rinascimento ed in molti scaloni moderni in sostituzione del parapetto in muratura furono meravigliosamente impiegati i parapetti con balaustri di marmo o di altra pietra da taglio. I balaustri sostituiscono il vivo dei parapetti in muratura e come questo sono interposti tra la base e la cimasa del parapetto, col loro asse verticale e distanti l'uno dall'altro di maniera che il vuoto compreso tra i medesimi faccia equilibrio alla parte piena del balaustro. I balaustri possono avere una sezione quadrata o circolare ed un profilo che può variare in mille modi; le linee delle sagomature si mantengono orizzontali, come nel parapetto riportato dalle figg. 6 e 10. tav. LI. ovvero inclinate secondo la

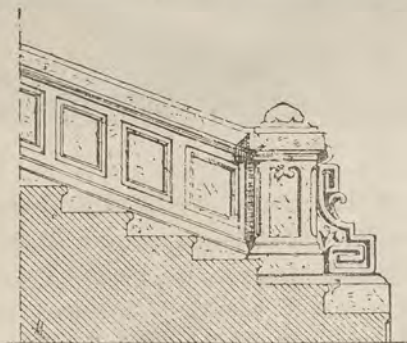


Fig. 438.

pendenza dei rampanti (figg. 7 e 12, tav. id.). I balaustri sono accoppiati fra loro a scomparti, quando i rampanti sono molto lunghi, separando uno scomparto dall'altro, mediante un pilastro pieno che ne consolida la costruzione (fig. 12, tav. id.).

I balaustri come le colonne si compongono del capitello, del fusto e della basetta. Il capitello e la basetta sono generalmente sagomate, al fusto oltre le sagome possono essere applicati degli ornati, delle volute, dei fogliami, ecc. per cui i parapetti con balaustri riescono molto decorativi. Nelle figg. 8 e 11, tav. id. sono riportati alcuni motivi di decorazione di balaustri per parapetti rampanti. La base e il capitello di questi balaustri, che hanno sagomature orizzontali, sono unite a dadi prismatici



Fig. 439.

terminanti con una faccia di giunto inclinata con la quale si uniscono alla cimasa ed alla base del parapetto, ed il collegamento ha luogo per mezzo di un perno cilindrico di bronzo o di ferro galvanizzato. Non mancano però esempi di scale in cui ciascun balaustro si appoggia direttamente sulla pedata di ciascun gradino (fig. 10, tav. id.). Lo stesso scalone del palazzo dell'Università di Genova (fig. 439) ne è un bell'esempio; in questo caso la distanza tra i balaustri essendo dipendente dalla larghezza degli scalini, non di rado si è costretti a derogare

dalla norma sopraccennata che regola la distanza fra i balaustri.

Il già mentovato scalone del Palazzo Braschi

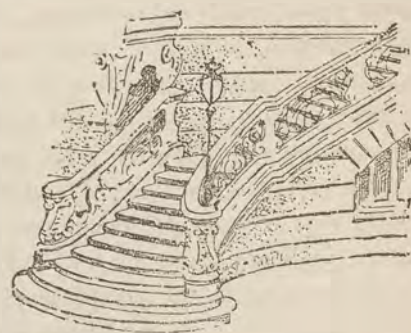


Fig. 440.

(fig. 411) e lo scalone a sbalzo del Palazzo della Banca di Italia in Roma (fig. 412) hanno balaustre di

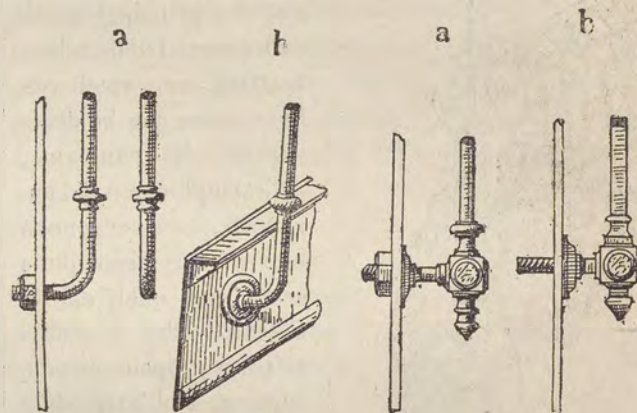


Fig. 441.

Fig. 442.

marmo con balaustri disposti nella maniera generale anzidetta.

Il raccordo dei parapetti in muratura e dei para-

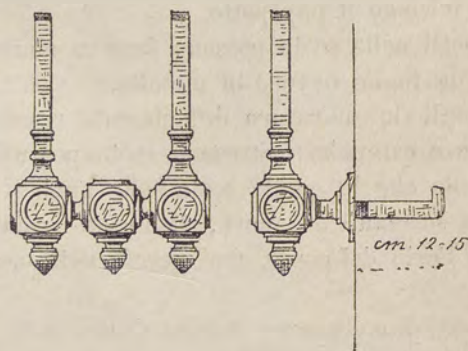


Fig. 443.

petti con balaustri nelle risvolte di due rampe consecutive, ascendenti in senso contrario, non potendo essere continuo, sovente si maschera con un pilastro, con una mensola o voluta che abbraccia entrambi

i parapetti, come ne fanno fede gli esempi già riportati (fig. 411).

I parapetti di metallo si adattano facilmente a tutte le scale. Questi prendono propriamente il nome di ringhiere e si possono costruire di ferro, di ghisa o di ferro e ghisa. Facendo in rame o in bronzo alcune parti decorative ed in ferro l'ossatura principale del parapetto si ottengono ringhiere di bellissimo effetto. Le ringhiere sono molto indicate per le scale a sbalzo perchè riescono molto leggiere in confronto ai parapetti in muratura ed alle balastrate. Offrono anche il vantaggio di poter utilizzare tutta la larghezza della scala, specialmente se sono aggettate all'esterno del rampante.

L'ossatura di una ringhiera consiste principalmente in due ferri, detti correnti, disposti parallelamente alla pendenza della scala, ai quali si uniscono dei regoli verticali. Questi regoli potendosi foggare in mille modi, si possono ottenere ringhiere che dalle semplici vanno alle più eleganti.

Al primo colonnino della ringhiera fissato di solito



Fig. 444.

sullo scalino di invito sovente si dà forma di balaustro con decorazione di fogliami, ornati, frutti o figure di altro genere sormontato superiormente da un pomo di bronzo, di vetro o di porcellana, ovvero da un candelabro (figg. 433 e 436),

Nella costruzione delle ringhiere per scale appartenenti a edifici ove coabitano molteplici famiglie, come sarebbero case di abitazione, edifici industriali, ecc.,

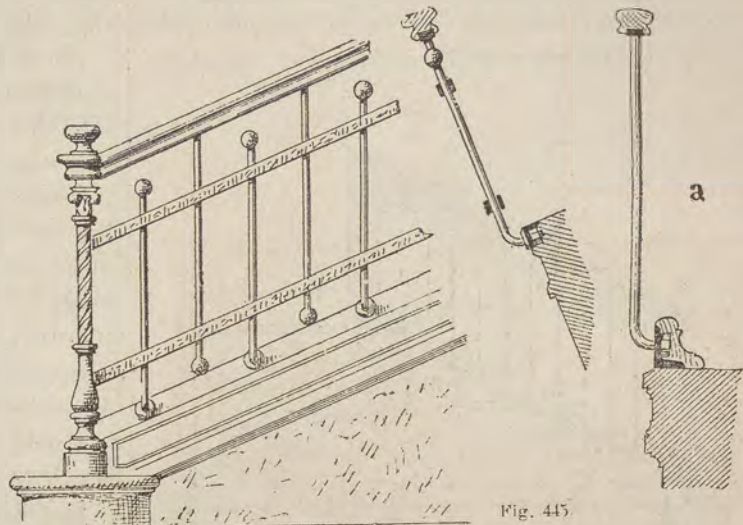


Fig. 445.

è buona norma evitare gli ornamenti minuti di ferro o di ghisa, poichè queste parti essendo suscettibili di facile deterioramento, riescono in breve spazio di tempo nocive alla estetica.

Il corrimano o bracciolo nelle ringhiere è costituito di solito da un rigone di legno, convenientemente sagomato e lisciato per potervi comodamente scorrere la mano; esso è unito con viti al corrente superiore del parapetto. Talora è il corrente superiore medesimo che funziona da corrimano; in tal caso esso è costituito da un ferro tondo, semitondo o tubulare.

Le ringhiere si fissano ai rampanti della scala in maniere diverse secondo la forma e la struttura della scala.

Se i rampanti sono sostenuti da correnti di lamiera

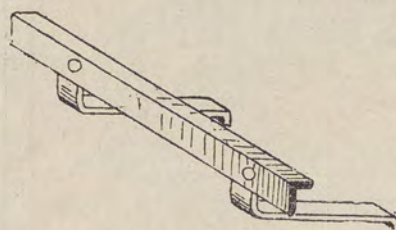


Fig. 446.



Fig. 447.

di ferro o a doppio T, la maniera più comune di fissare i bastoni del parapetto alla lamiera del corrente è quella indicata nella fig. 441. I bastoni cilindrici del diametro di circa 18 mm. inferiormente ripiegati a gomito penetrano con la loro estremità in un ori-

ficio praticato nella tavola della lamiera, alla quale si fissano per mezzo di dado a vite. Si ha una maggiore solidità se si applica una borchia di ghisa (fig. 441, *b*) alla parete del corrente. La ringhiera riesce così disposta tutto allo esterno del rampante per cui tutta la larghezza della scala viene utilizzata.

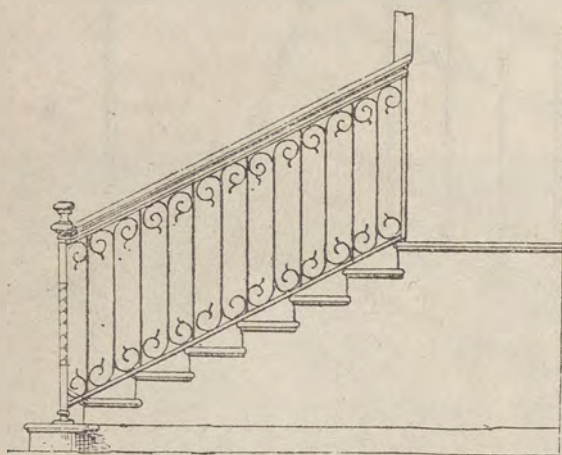


Fig. 448.

I bastoni di una ringhiera a sbalzo possono anche fissarsi ai correnti per mezzo di un gomito di ghisa collegato al corrente nella maniera anzi descritta, nella cui estremità provvista di un ingrossamento cu-

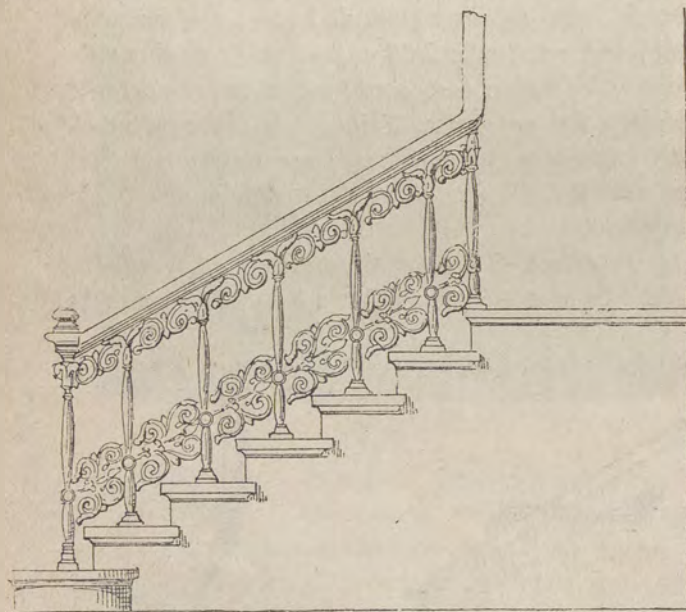


Fig. 449.

biforme è conficcata l'estremità inferiore del bastone (fig. 442, *a*) ed ivi fissata per mezzo di vite o di perno nascosto. Il bastone, come mostra la fig. 442, *b*, può avere anche una sezione quadrata.

I bastoni si tengono a distanza di 15 a 16 cm. l'uno dall'altro, quando questi sono semplici; occorrono

perciò due bastoni per ogni pedata. Per non applicare due gomiti ad ogni scalino, perciò, torna conveniente impiegare un gomito biforcuto di ghisa adatto a ricevere due bastoni, come indicasi nella (fig. 443).

Se ai bastoni sono aggiunti degli ornati in ghisa o in ferro battuto in maniera da renderli piatti, la loro distanza può aumentarsi secondo l'ampiezza dei medesimi, come nel caso della fig. 444.

Nelle scale di muratura i parapetti a sbalzo si fissano in maniera del tutto analoga. I gomiti di ghisa sono provvisti di una corda a rampino (fig. 443) lunga 12 a 15 cm. con la quale si incastrano nella struttura murale del rampante. Se gli scalini sono massicci in pietra da taglio, la coda del gomito si può tenere più corta, bastando 6 a 8 cm. per essere impiombata nello scalino.

In Piemonte usasi fissare il piede dei bastoncini nelle scale in muratura sopra un corrente di ferro, d'angolo od a sezione rettangolare di 45 × 65 mm. circa, disposto, secondo la pendenza degli scalini, con una delle ali collocata in alto o in basso nella maniera indicata nella fig. 445. I vani triangolari che rimangono fra i ferri e gli scalini si chiudono con tavelle per formare la fascia più o meno sagomata che si presenta verso il pozzo. I ferri d'angolo si fissano alla muratura mediante zanche (fig. 446) e nei risvolti sono piegati a doppia curvatura (447). Il ferro d'angolo si può anche mascherare ricoprendolo con un listellone sagomato come è indicato nella fig. 445, *a*, il quale concorre a formare la decorazione della fascia.

Le ringhiere a sbalzo aggettano 6 a 10 cm. dal vivo del rampante, tale essendo la lunghezza del gomito o la ripiegatura dell'estremo inferiore dei bastoni. Ne segue che i parapetti a sbalzo sono possibili soltanto quando il pozzo della scala ha una larghezza maggiore di 30 cm. perchè soltanto allora i braccioli di legno di due ringhiere consecutive ascendenti in senso contrario non si intersecano.

Quando il pozzo nelle scale a due branche parallele è talmente stretto da non permettere l'impiego delle ringhiere a sbalzo, è necessario ricorrere alla disposizione indicata dalla fig. 448, nella quale le ringhiere sono collocate sul margine dei rampanti

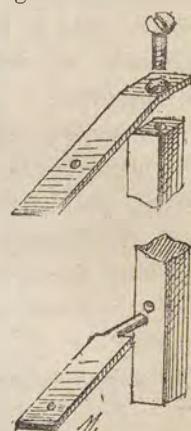


Fig. 450.

ed i bastoni sono inchiodati sui due correnti paralleli alla pendenza della scala.

Si possono anche impiegare balaustri di ghisa piatti e larghi quasi quanto la pedata di uno scalino, collocandone uno in corrispondenza di ogni scalino, come indica la fig. 449 e fissandoli inferiormente alla pedata, superiormente al corrente che porta il corrimano; le ringhiere così costruite riescono però generalmente pesanti.

Le ringhiere di ferro situate nel margine dei rampanti sono mantenute a posto fissandole alle colonnine d'angolo, dette anche *colonnine maestre* o *piantoni* del parapetto. Le loro unioni col piantone si fanno

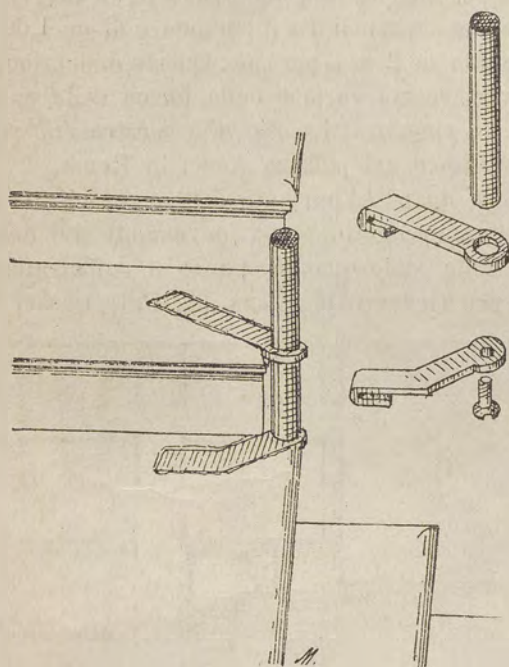


Fig. 451.

a spina per il corrente inferiore e con ripiegatura orizzontale e vite per il corrente superiore (fig. 450). Il piantone si fissa alla muratura del rampante con due zanche di ferro piatto, nella maniera indicata dalla fig. 451, se i gradini sono di pietra, incastrando con impiombatura una zanca nel pianerottolo ed una nella pedata del primo scalino del rampante successivo. Come si vede dalla figura la zanca inferiore è fissata con vite alla estremità del piantone e la zanca superiore ad anello riceve il colonnino.

Se la scala è in muratura e gli scalini hanno le pedate di lastra sottile di marmo, non potendosi sulle pedate incastrare le zanche, queste si fanno poco più lunghe e si internano nella struttura murale del rampante al di sotto delle lastre delle pedate.

D'ordinario per rampanti non molto lunghi la ringhiera di una scala è divisa in tanti scomparti quanti sono i rampanti ed i pianerottoli lunghi della scala, di maniera che la montatura del parapetto si comincia dal basso col fissare il primo colonnino, quindi

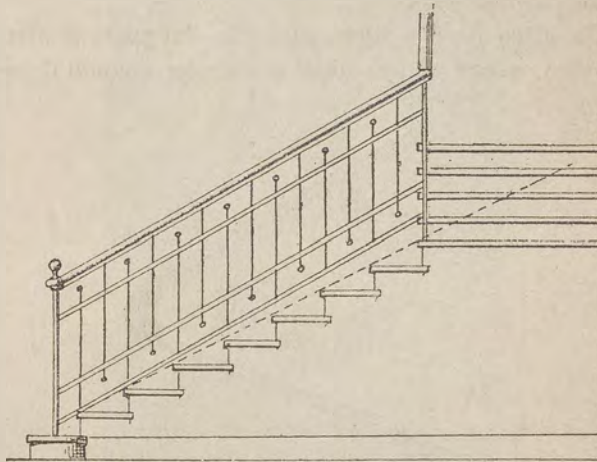


Fig. 452.

il primo scomparto di ringhiera, infilando e ribadendo nel colonnino la spina del corrente inferiore ed avviando il corrente superiore; indi si fissa il secondo piantone in corrispondenza dello spigolo del primo pianerottolo sul quale si infilano e si ribadiscono le spine dei correnti del primo e del secondo scomparto di ringhiera e così di seguito.

Le ringhiere di ferro come i parapetti in muratura offrono difficoltà nei raccordi fra gli scomparti corri-

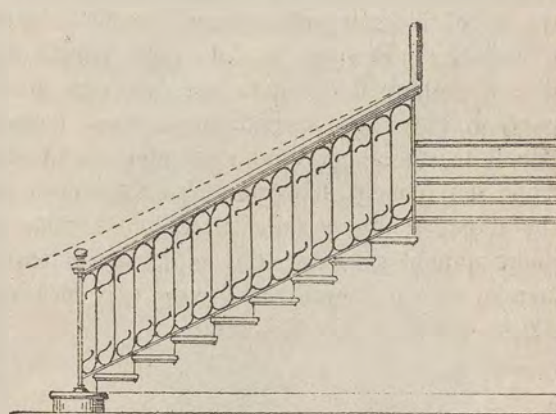


Fig. 453.

spondenti a due rampanti consecutivi, poichè è evidente che se la ringhiera è appoggiata sul margine degli scalini ed è costante la sua altezza, il bracciolo nel punto in cui due scomparti si uniscono nel colonnino d'angolo subisce un salto equivalente ad una alzata.

Un ripiego, non molto consigliabile però, sarebbe quello di non tenere i correnti della ringhiera paralleli al pendio della scala, di appoggiare il corrente inferiore sul margine del primo scalino del rampante e sul margine del primo scalino del rampante consecutivo (fig. 452).

Un altro ripiego meno sgradito dal punto di vista estetico, e che si può adottare anche quando il pa-

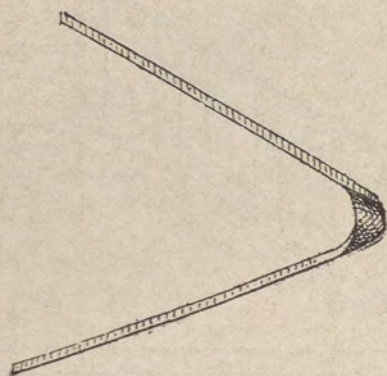


Fig. 454.

rapetto è a sbalzo e composto con bastoncini piuttosto semplici, è quello di allungare mano mano i bastoncini di maniera, che mentre il corrente inferiore della ringhiera si mantiene parallelo alla pendenza della scala, il corrente superiore, sul quale è avvitato il corrimano, si presenta parallelo alla retta che passa per il margine del primo scalino di due rampanti consecutivi (fig. 453).

Il migliore partito è senza dubbio quello di raccordare ad elica i correnti e quindi anche il corrimano. Nella fig. 454 si ha la vista della doppia curvatura che assume il corrente nel raccordo di due scomparti di ringhiera ascendenti in senso contrario. Per il tratto di corrimano del risvolto ad elica occorrono dei tronchi di legno molto voluminosi per rispetto al pezzo che se ne ricava. Questa parte del corrimano quindi richiede molto ed accurato lavoro, costituendo, se è costruito con grazia, uno dei lavori più difficili dell'arte del falegname.

§ 13.

GLI ASCENSORI.

Negli alberghi, nei palazzi signorili, nelle case di abitazioni, negli edifici a più piani industriali o destinati ad uffici, ecc., per rendere più comodi e pregevoli i piani più alti, si completa la costruzione delle scale con l'impianto di un elevatore per persone ed occorrendo anche per merci e bagagli. Questi elevatori

sono noti col nome di *ascensori* o *lift* e constano di tre parti essenziali: della *macchina motrice*, della *cabina* o *gabbia*, e del *pozzo* nel quale si muove la cabina per effetto del lavoro fornito dalla macchina motrice.

Nella ripartizione della pianta di un edificio e in particolare nella distribuzione delle scale deve quindi l'architetto provvedere a tempo allo spazio da destinarsi come pozzo, quando l'edificio è del genere di quelli che possono richiedere l'uso immediato o meno dell'ascensore.

La migliore posizione da assegnarsi al pozzo trovasi nel prolungamento dei pianerottoli di arrivo della scala e per esso basterà uno spazio di m. $1,80 \times 1,20$ per cabine capaci di 4 a 5 persone e di m. $1,60 \times 1$ per cabine di 2 a 3 persone. Queste dimensioni possono variare col variare della forma della cabina e della sua eleganza. La fig. 455 mostra l'ubicazione dell'ascensore nel palazzo Amici in Roma.

Allora quando l'impianto dell'ascensore non viene previsto nel progetto, torna conveniente stabilirlo nel pozzo delle scale quando questo è sufficientemente largo per ricevere la cabina (fig. 456); questa dispo-

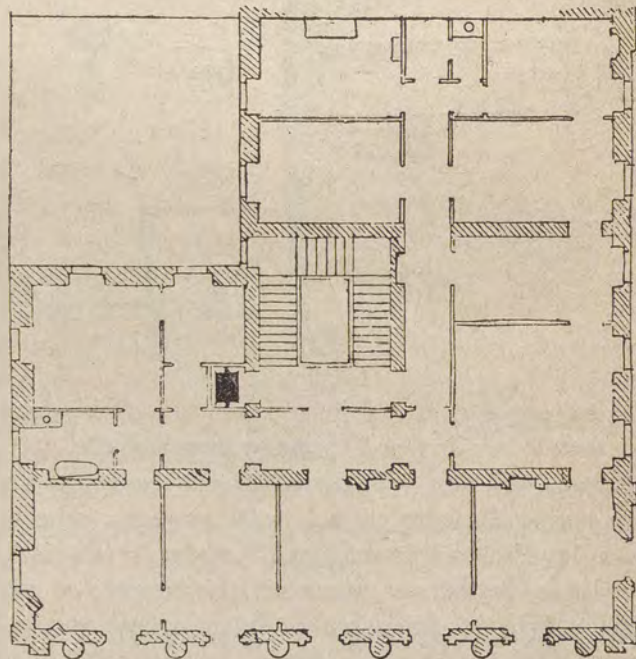


Fig. 455.

sizione infatti, come la precedente, è molto opportuna dovendo l'ascensore quasi sostituire la scala stessa. È necessario che il pozzo nelle scale sia di 30 cm. almeno più largo all'ingiro della cabina, perchè le persone sporgendosi col capo o con le braccia fuori del parapetto non siano urtate dalla cabina in

discesa. È questa spesso la causa delle disgrazie finora lamentate cui hanno dato luogo gli ascensori per cui molta cura deve porsi nello studio di un simile impianto.

Nelle scale provviste di ascensore i pianerottoli di fermata sono muniti di balconcini sporgenti che permettono l'entrata e l'uscita delle persone dalla cabina, ed il cancellino che chiude l'imbocco del pianerottolo è dotato di meccanismo, perchè possa chiudersi automaticamente alla partenza del veicolo

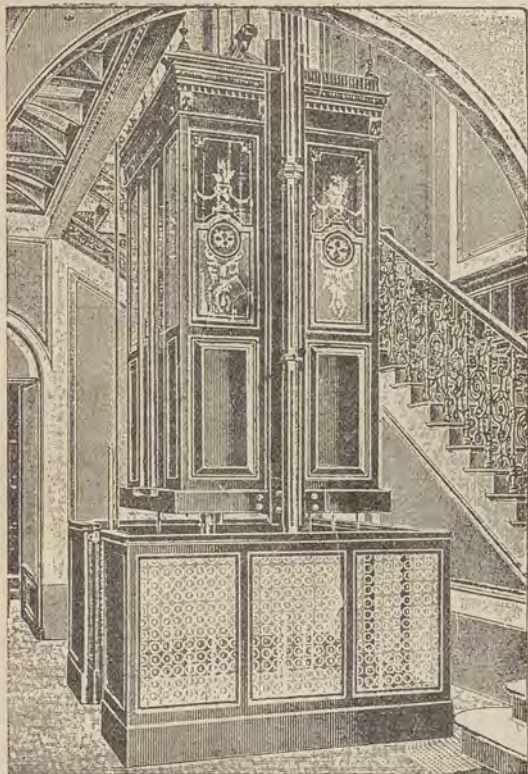


Fig. 456.

ed aprirsi soltanto quando questo si trova di fronte al medesimo.

Allora quando le ringhiere delle scale sono molto vicine alla cabina, conviene munirle di ripari che impediscano lo sporgersi di qualsiasi parte del corpo umano.

Mancando lo spazio adatto all'impianto dell'ascensore nell'interno di un fabbricato, questo si potrà collocare all'esterno, fissandone le colonnine di guida, ad esempio, al muro perimetrale del cortile, sempre però possibilmente in corrispondenza dei pianerottoli della scala perchè l'ascensore possa servire per tutti gli appartamenti. Nella fig. 457 si ha la vista di un impianto simile eseguito sull'angolo di un cortile.

Dal punto di vista economico l'apparecchio motore più conveniente è quello dell'ascensore idraulico; esso

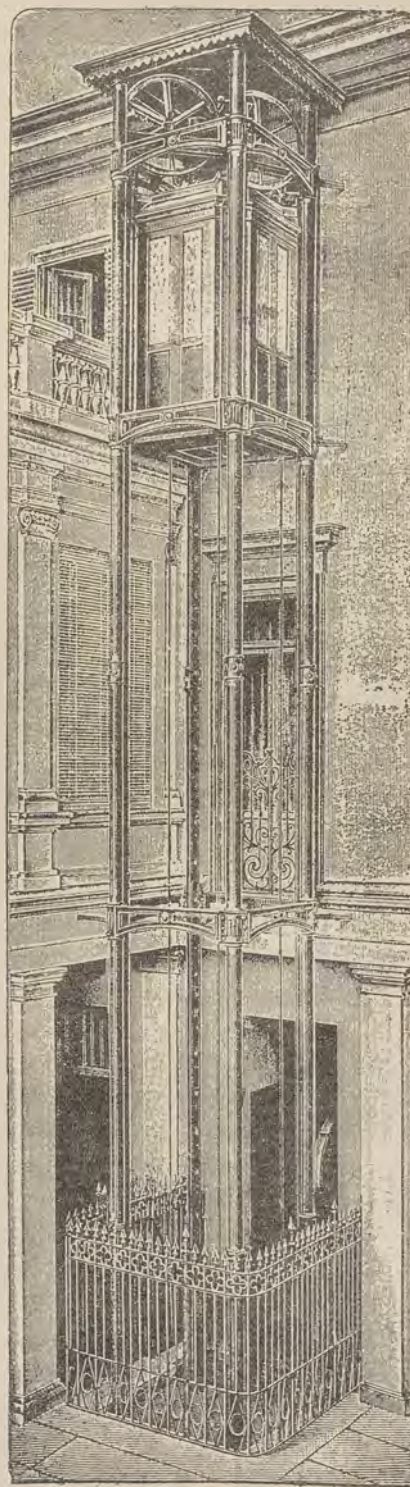


Fig. 457.

offre anche maggiori garanzie di sicurezza. Il motore idraulico può essere ad azione *diretta* o *indiretta*.

Nell'ascensore idraulico ad azione diretta la pressione dell'acqua si esercita sopra uno stantuffo che sostiene e solleva direttamente la cabina; in quello ad azione indiretta allo stantuffo è collegata la fune di sospensione della cabina che viene innalzato coll'intermezzo di un sistema di puleggie.

I motori a vapore ed a gaz sono poco preferibili

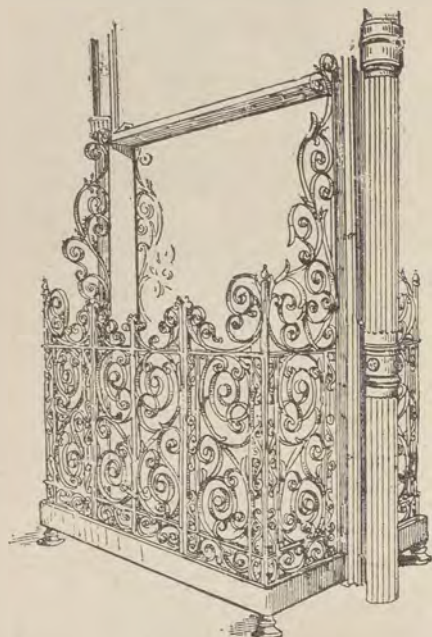


Fig. 458.

per gli ascensori destinati al sollevamento di persone, perchè danno luogo a taluni inconvenienti che furono spesso causa di disastri. Questi motori riescono invece vantaggiosi pei montacarichi destinati al sollevamento di merci e bagagli. I motori elettrici non sono ancora tanto generalizzati, quanto quelli idraulici, negli impianti relativi ad alberghi, case di abitazione, ecc.

Le cabine negli ascensori idraulici sono generalmente di legno, talvolta hanno intelaiatura di ferro o sono semplicemente rafforzate con parti di ferro, quando servono al sollevamento di molte persone. Possono però le cabine essere fatte esclusivamente di ferro; una di queste cabine, costruita dalla Ditta Stigler di Milano, che fece l'impianto del relativo ascensore, funziona attualmente nel magazzino Bocconi in Roma e di questa è data la vista nella fig. 459.

Le cabine di legno sono generalmente condotte con molta eleganza; sono provviste soventi di impiallaccature di noce o di altri legnami di lusso, talvolta con dorature, intarsi, ecc. e portano nell'interno dei sedili ricoperti di stoffe o di velluti. Nella fig. 459, è data la vista di una di queste cabine che suole

costruire con legnami di lusso la sopraccennata Ditta Stigler.

Oltre la cabina ed il motore formano parte essenziale di un ascensore le colonne o montanti che servono a guidare la cabina nel suo movimento ascendente e discendente, le funi a cui è sospesa la cabina negli ascensori ad azione indiretta, gli apparecchi di sicurezza, ecc.; queste parti meglio studieremo in seguito trattando dei principali tipi di ascensori.

Gli ascensori ad azione idraulica diretta (fig. 460) constano di un cilindro motore verticale *A* lungo quanto il percorso che deve effettuare la cabina, nel quale si tuffa con premi-stoppa in *C* lo stantuffo *B* che

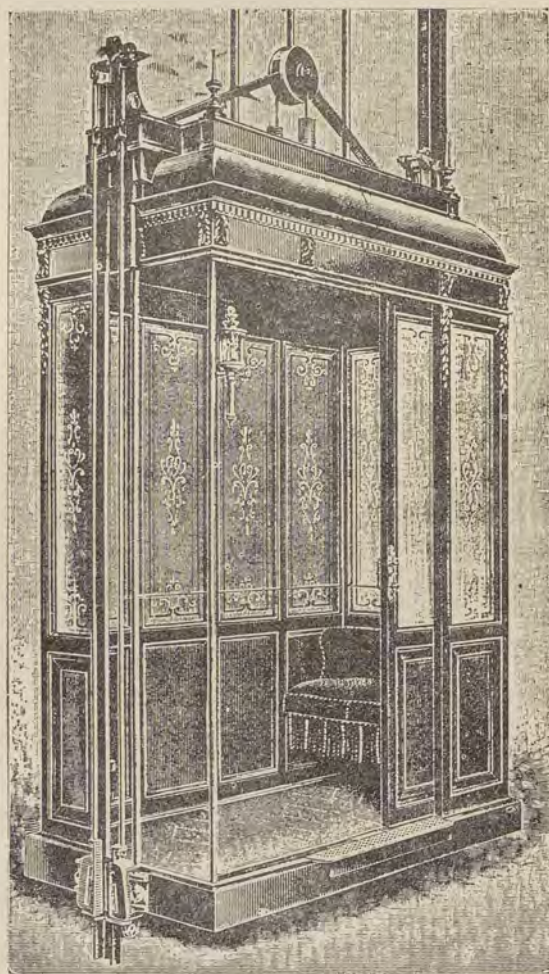


Fig. 459.

sostiene la cabina. L'acqua in pressione proveniente da un serbatoio *S* situato in alto arriva sul fondo del cilindro motore ed il suo ingresso nel cilindro è regolato da una valvola che si manovra con un tirante situato nell'interno della cabina stessa, notevole vantaggio per la sua manovra, di maniera che

sollevando in alto il tirante, la valvola si apre, e l'acqua entra nel cilindro e lo stantuffo sale innalzando la cabina; per una posizione media del tirante la valvola si chiude e, cessando l'acqua di entrare nello stantuffo, la cabina si ferma appoggiata sulla colonna d'acqua; abbassando il tirante si apre invece il tubo di scarico dell'acqua del cilindro; l'acqua, uscendo, determina la discesa dello stantuffo e quindi della cabina. La fig. 461 fa vedere in particolare un impianto simile con la costruzione della cabina del sistema Stigler. Facilmente si intuisce come ad un massimo

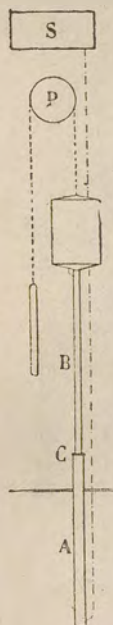


Fig. 460.

di sicurezza in questi ascensori si unisce un dolce movimento di ascesa e di discesa della cabina di cui il peso morto, unitamente a quello dello stantuffo, può essere compensato da un contrappeso P (fig. 460) unito alla sommità della cabina per mezzo di una catena che si avvolge sopra una puleggia fissa, ciò che rende più agevole il lavoro di sollevamento. L'area dello stantuffo in questi apparecchi deve essere perciò proporzionata alla pressione dell'acqua ed al carico accidentale che l'ascensore può sollevare.

Gli ascensori idraulici ad azione diretta costruiti per la prima volta da Edoux nel 1867, come è facile notare, presentano il grave difetto di richiedere lo scavo di un pozzo della profondità eguale a quella del cilindro motore ossia del percorso della cabina. Orbene non sempre questo scavo riesce possibile, quando, ad esempio, il sottosuolo è costituito da roccia dura e compatta, ovvero quando il sottosuolo è invaso dalle acque. In ogni caso l'impianto di un simile ascensore riesce costosissimo.

Negli ascensori idraulici ad azione indiretta l'apparecchio motore consiste in un cilindro orizzontale, verticale od anche inclinato, secondo le esigenze del locale ove va collocato, nel quale scorre uno stantuffo con breve percorrenza. Il movimento rettilineo che lo stantuffo effettua sotto l'azione dell'acqua in pressione, per mezzo di un sistema di pulegge, si trasmette alla fune di sospensione della cabina. Questi ascensori perciò presentano tutti i pericoli inerenti all'uso delle funi o delle catene di sospensione; tuttavia essi sono molto in uso, perchè provvisti di apparecchi di sicurezza che entrano in immediata funzione colla rottura della fune o della catena.

Dei vari sistemi finora conosciuti i più notevoli sono: in Italia l'ascensore Stigler, negli Stati Uniti di America quello costruito dalla Ditta Otis, da cui prende il nome. Questi due ascensori tipici, universalmente accolti presso tutte le nazioni, si somigliano ma non sono identici specialmente nella costruzione e nel funzionamento dell'apparecchio idraulico.

L'ascensore idraulico sistema Otis rappresentato in vista sulla fig. 1, tav. LII ed in elevato nella fig. 462,

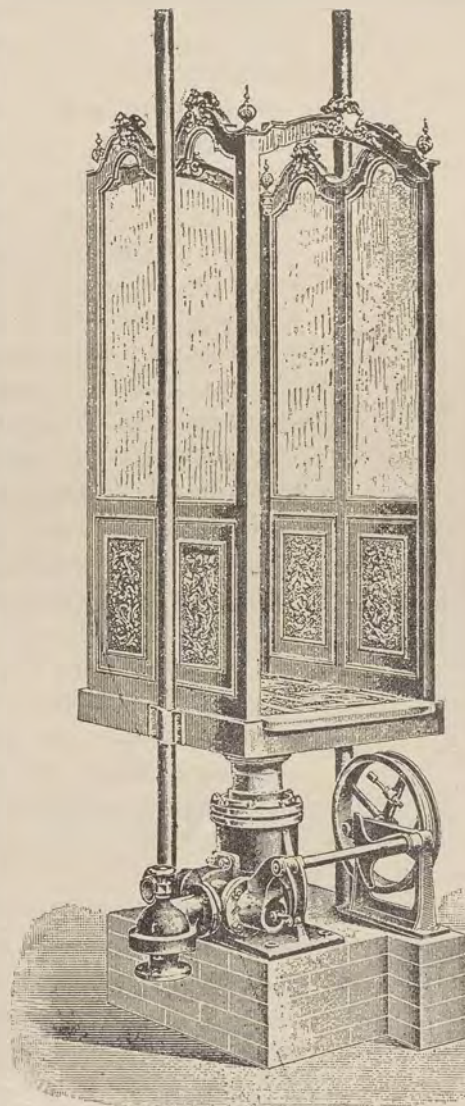


Fig. 461.

con sezione dell'apparecchio motore, è così descritto dal Mazzola nella sua monografia (1): Il motore è un cilindro idraulico alimentato da un serbatoio disposto nel punto più alto dell'edificio. La pressione

(1) *Macchine per sollevare e trasportare pesi.* « Enc. Arti e Industrie », Torino.

quindi è moderata e non raggiunge che rare volte una trentina di metri. Si può anche adoperare l'acqua sotto pressione fornita dalle condotte della città, ma in queste condizioni il funzionamento è meno economico. La lunghezza del cilindro, o, più esattamente, la corsa dello stantuffo è una parte aliquota della corsa totale della gabbia, ordinariamente una metà od un terzo, in modo però che la lunghezza del cilindro non oltrepassi 10 m. Vedremo per poco perchè tale condizione sia necessaria.

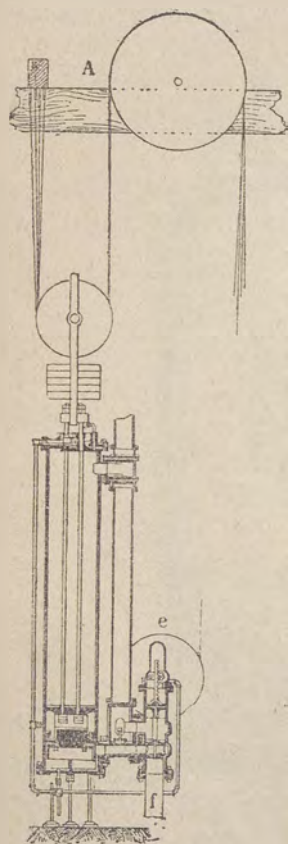


Fig. 462.

Per ottenere un buon funzionamento della macchina è indispensabile che la pressione esercitata sullo stantuffo sia costante per tutta la durata della corsa; ma, quando lo stantuffo discende per produrre il sollevamento, il carico effettivo aumenta, e quando p. es. l'altezza del cilindro motore è la metà di quella del sollevamento, detto carico varia da 1 a 2. Per evitare questa variazione si fa in modo che il cilindro sia costantemente pieno d'acqua, sia al di sopra che al disotto dello stantuffo. In tal modo l'aumento della pressione sulla faccia superiore dello stantuffo è continuamente compensato dall'aumento relativo della contro-

pressione sull'altra faccia.

La faccia superiore dello stantuffo è continuamente in comunicazione con l'acqua sotto pressione e la faccia inferiore è posta in comunicazione ora con l'acqua sotto pressione, ora con la scarica, secondo che si vuol fare discendere o salire l'ascensore.

Quando la gabbia è in riposo, la luce di scarico è chiusa. Le fig. 462 e 463, *a*, rappresentano il meccanismo motore quando la gabbia si trova all'estremità superiore della sua corsa. Tirando una cordicella di manovra, la quale si avvolge inferiormente sopra una puleggia *e*, in modo da portare lo stantuffo dell'apparecchio distributore dalla posizione rappresentata dalla fig. 463, *a*, a quella indicata dalla fig. 463, *b*, le due faccie superiore e inferiore dello stantuffo mo-

tore si trovano sottomesse alla pressione dell'acqua, e quindi esso prenderà a salire sotto l'azione del peso della gabbia, e sposterà l'acqua, senza però consumarne.

Se, al contrario, si vuol far salire la gabbia, basta portare lo stantuffo o tiretto di distribuzione nella posizione indicata dalla fig. 463, *c*. In questa posizione il fondo del cilindro è in comunicazione col tubo di scarico *f* e la faccia inferiore dello stantuffo motore è soggetta ad una contro-pressione che aumenta a misura che lo stantuffo discende. Questa contro-pressione non può annullarsi che quando la colonna d'acqua che si trova sotto allo stantuffo fa-

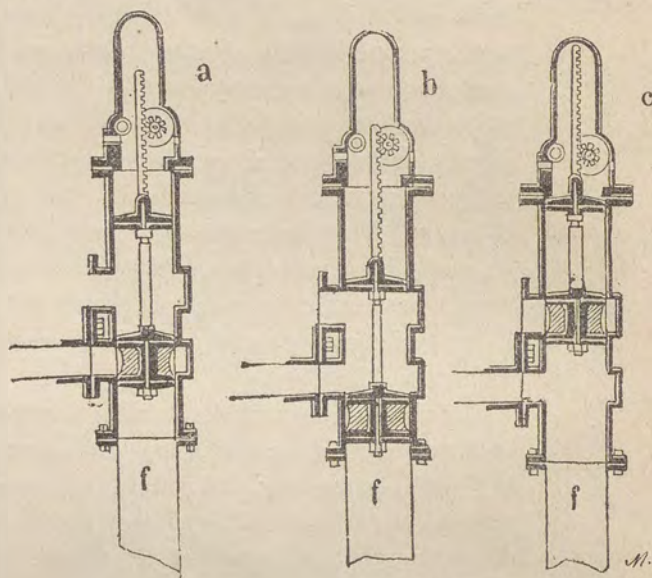


Fig. 463.

cesse equilibrio alla pressione atmosferica. Gli è perciò che il cilindro idraulico non deve avere un'altezza superiore ai 10 metri.

La faccia superiore dello stantuffo è soggetta ad una pressione misurata da una colonna d'acqua avente per altezza la distanza fra questa faccia ed il livello superiore dell'acqua nel serbatoio. Sotto l'influenza di tale pressione lo stantuffo discende e fa salire la gabbia.

I particolari del distributore d'acqua sono chiaramente rappresentati dalle figg. 463, *a*, *b* e *c*.

La velocità di questo ascensore è, nei casi medi di 100 metri al minuto, ma può arrivare, in casi speciali, fino a 150.

L'ascensore Otis è provvisto di uno speciale apparecchio di sicurezza a leva ed a cunei operanti sopra guide lisce di legno. Lo stantuffo motore è munito di due gambi, le cui estremità superiori portano un

contrappeso a dischi ed una puleggia a quattro gole, di cui il peso eguale a quello della gabbia vuota fa a questo equilibrio. La gabbia è sospesa per mezzo di 4 funi che ancorate per un estremo alla sommità del pozzo discendono sotto la puleggia sovraccennata, indi risalgono ad accavalcarsi sopra un'altra puleggia di diametro maggiore pure a 4 gole ed infine discendono ad attaccarsi alla cabina, per mezzo di 4 staffe *S* (fig. 464 e fig. 1, tav. LII), le cui estremità inferiori per mezzo di dadi a vite contrastano due a due rispettivamente con un bilanciere trasversale *B*. Alla rottura di una delle due funi od al semplice rallen-

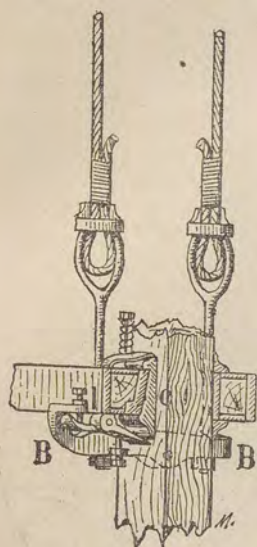


Fig. 464.

tamento di una di esse, qualunque fosse, il bilanciere *B* gira intorno al suo fulcro in un senso o nell'altro agendo sopra uno o l'altro braccio della leva ad angolo *l*, la quale viene a spingere il cuneo *c* disposto fra la guida e la traversa, di modo che la fermata avviene in virtù dell'attrito di questo cuneo. Nè l'arresto cagiona la menoma scossa alla cabina, perchè prodotto da attrito crescente.

Le quattro funi sono così assicurate all'armatura che sta al disotto della cabina; è evitato quindi il pericolo, sia pure

remoto, ma possibile, del distacco del cielo dal resto della cabina. Ciascuna fune da sé sola è poi sufficiente a sostenere la cabina carica.

Anche nell'ascensore idraulico ad azione indiretta sistema Stigler, il cilindro motore può essere disposto orizzontalmente o verticalmente od in senso inclinato a seconda delle condizioni locali.

Nella fig. 465 è segnata schematicamente la disposizione generale degli ascensori Stigler, supponendo il motore orizzontale situato nel sotterraneo. Nella fig. 2, tav. LII si ha la vista di insieme del medesimo ascensore provvisto di motore verticale. Ne ricaviamo la descrizione da una particolareggiata relazione che ne ha fatto il prof. Escher del politecnico di Zurigo.

La fune di trazione *A* (fig. 465), alla quale è attaccata la cabina *F'*, scorre sopra una carrucola *c* fissata nella parte superiore del vano di percorso e di là ridiscende verso la macchina ove si avvolge

ad un tamburo *S*. Questo tamburo riceve il suo movimento a mezzo dell'asta doppia *Z* dello stantuffo motore, la quale ha la forma di cremagliera ed ingrana con un pignone *G*, il quale si trova fissato sull'asse del tamburo stesso.

Il cilindro idraulico è ad effetto semplice, cioè

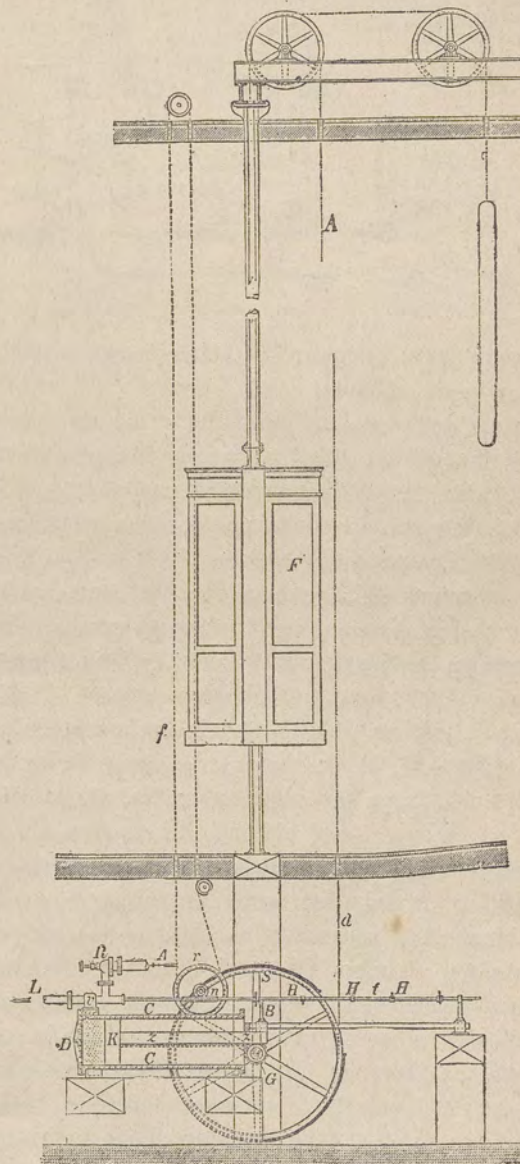


Fig. 465.

l'acqua in pressione entra solo dalla parte posteriore. L'altra estremità del cilindro è aperta. Se si lascia arrivare l'acqua sotto al pistone, quest'ultimo viene spinto verso l'estremità opposta del cilindro. L'asta del pistone imprime al tamburo un movimento rotativo in modo che la fune di trazione si avvolge

sopra di esso, tirando così in alto la cabina. Il movimento di questo cessa istantaneamente appena si interrompe l'entrata dell'acqua.

Se si mette il cilindro in comunicazione col canale di scarico dell'acqua, il peso della cabina agisce in modo che il pistone viene spinto indietro nel cilindro

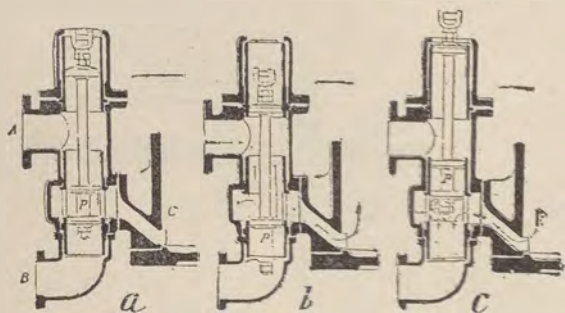


Fig. 466.

cacciando fuori l'acqua; la cabina discende finché lo scarico viene chiuso.

Il peso della cabina è più che sufficiente per scaricare l'acqua del cilindro, quando è aperto l'orificio di scarica. Si può compensare una parte del peso della cabina con un contrappeso, ottenendosi così un notevole risparmio di acqua.

Le manovre della cabina si effettuano mediante l'apparecchio distributore *R*. Questo consiste in un robinetto a tre vie (fig. 466). Per l'orificio *A* perviene l'acqua in pressione nel cilindro motore *C* allora, quando il pistone *P* è nel termine inferiore della sua corsa (fig. 466, *b*), in tal caso è messo in azione il cilindro motore e la cabina si in alza. Questo si fermerà tutte le volte il pistone di manovra del distributore si trova nella posizione media segnata dalla fig. 466 *a*; in tal caso tutte le luci sono chiuse e la cabina resta sospesa alla colonna d'acqua imprigionata nel cilindro. Portando il pistone di manovra al limite superiore della sua corsa (fig. 466 *c*) l'acqua del cilindro è messa in comunicazione con lo scarico e la cabina discende. Il pistone di manovra è messo in moto mediante la fune senza fine *f* e dell'asta di manovra *t* (fig. 465) la quale si mette in movimento mediante ingranaggio di parte di essa col pignone della carrucola *r* comandata dalla fune senza fine, che può attraversare la cabina per modo che il comando si può effettuare anche dall'interno della medesima. Una tirata di corda tanto in alto che in basso imprime alla cabina un movimento di ascesa o di discesa.

Perché la cabina non abbia ad oltrepassare nella

sua corsa i due punti estremi fissati, sono collocati sull'asta due arresti a disco *O* e *3* (fig. 467). Appena lo stantuffo arriva ad uno dei suoi limiti di corsa un braccio *A* fissato sull'estremità della cremagliera viene ad urtare contro uno dei due arresti e porta così il pistone distributore nella posizione media di modo che il movimento dell'ascensore viene interrotto.

A mezzo di un apparecchio speciale la manovra può essere disposta di maniera che l'ascensore si fermi automaticamente non appena la cabina abbia raggiunto un punto fissato, p. es. un piano qualunque. Sull'asta di manovra *St*, fig. 467 sono fissate fra i due perni a disco altre coppie di arresti *1* e *2*. Questi sono fatti a cerniera e movibili in modo che l'arresto inferiore di ciascuna coppia possa cedere verso l'alto, mentre l'arresto superiore cede in senso opposto, cioè in basso. Se, p. es., lo stantuffo si alza, esso solleverà prima l'arresto inferiore, indi tocca contro quello superiore, che non può cedere verso l'alto, ed obbliga quindi l'asta di manovra a seguire il movimento dello stantuffo; il distributore viene alzato nella posizione media ed in seguito di ciò la macchina elevatrice si ferma.

Se il braccio dello stantuffo scende dall'alto verso gli arresti, quello superiore cede alla sua pressione, mentre quello di sotto viene urtato dal braccio e spinge il pistone del distributore nuovamente nella posizione media, determinando così la fermata dell'ascensore.

Sull'asta di manovra sono applicate tante coppie di arresti a diverse altezze quanti sono i piani intermedi che l'ascensore deve percorrere. Onde la

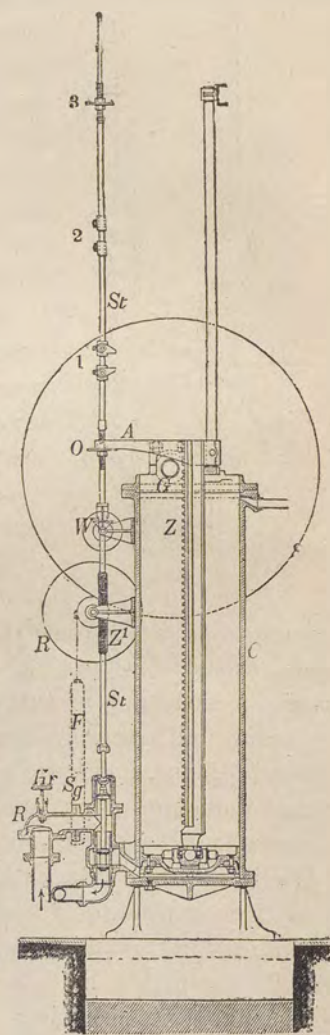


Fig. 467.

cabina giunta direttamente al piano desiderato, vi è da osservare che il braccio della cremagliera si metta a contatto con la coppia di arresti corrispondenti a quel piano. A tale scopo questi ultimi sono disposti sull'asta di manovra in direzione diversa una dall'altra.

L'asta di manovra è girevole su sè stessa, in modo che con una girata conveniente, ciascuna coppia di arresti possa venire alla portata del braccio, indipendentemente da tutte le altre coppie.

Qualora un paio di arresti avesse cagionato la fermata della cabina e si volesse proseguire in avanti per un altro piano, si gira in modo conveniente l'asta di comando. Gli arresti che hanno testè prodotta la fermata si trovano così scartati e quindi si può nuo-

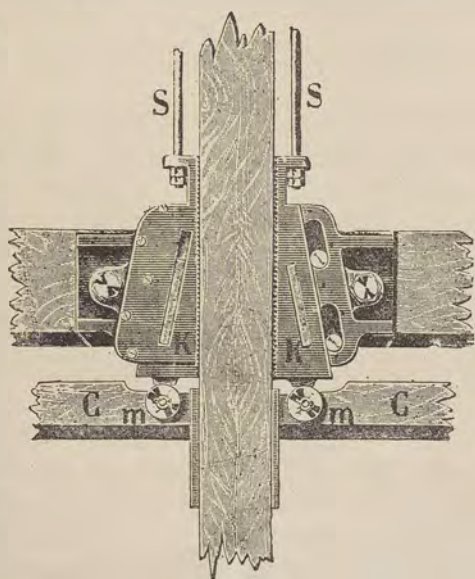


Fig. 468.

vamente muovere il sistema del distributore. L'ascensore si mette di nuovo in movimento sino a quando il braccio della cremagliera andrà a toccare l'altra coppia di arresti. Onde l'asta di manovra possa venire girata bisogna che la barra dentata *n* sulla quale si ingrana la piccola ruota che le dà il movimento, sia conformata in modo adatto a questo scopo, perciò i denti sono fatti a forma di anelli. Il movimento girevole all'asta si imprime mediante un ingranaggio conico comandato da una fune senza fine la quale porta ad ogni piano un indice che si muove sopra una scala fissa.

L'ascensore Stigler è provvisto di un apparecchio di sicurezza destinato ad entrare immediatamente in funzione con la rottura della fune di sospensione

o di un dente della cremagliera, o di altro qualsiasi pezzo per cui la cabina cadrebbe in fondo del vano di percorso.

La cabina scorre fra due guide in noce le quali sono fissate a due guide in ferro per tutto il percorso

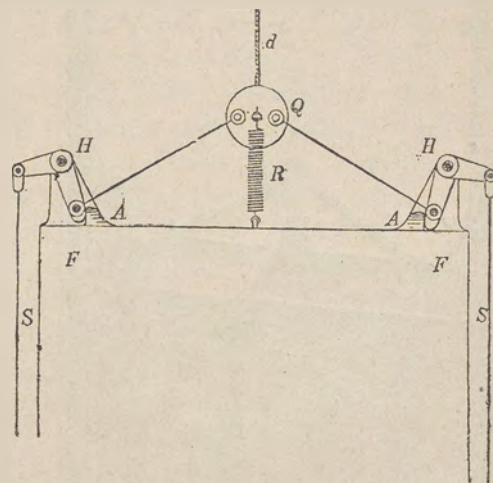


Fig. 469.

dell'ascensore. La forma delle guide di ferro varia a seconda del locale ove la cabina è collocata.

Se il canale è chiuso intorno da muri, basta che le guide di ferro siano piane; se l'ascensore è collocato nel pozzo di una scala alle guide, si dà la forma di colonne ornate più o meno in armonia con la decorazione della scala stessa.

La cabina abbraccia alle due estremità superiore ed inferiore queste travi di legno e si guida così fra esse per tutto il percorso.

Al fondo della cabina sono fissati due cunei *k* (fig. 468) i quali ordinariamente non sono così attaccati alla cabina, che le loro pareti interne dentate stanno a piccolissima distanza dalle pareti laterali delle guide. Premendo questi cunei, anche leggermente dal basso all'alto, mentre la cabina discende, i denti si incastrano subito nel legno ed i cunei costringono

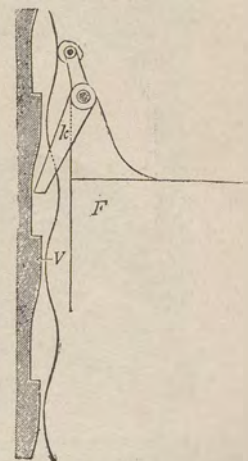


Fig. 470.

la cabina a fermarsi istantaneamente. L'innalzamento dei cunei si può effettuare con diversi mezzi che possono venire disposti l'uno vicino all'altro, in modo che se uno di loro mancasse di funzionare, l'altro certamente produrrebbe l'effetto richiesto.

La fig. 469 dimostra la congiunzione della fune di trazione con la cabina *F*. La fune si attacca al

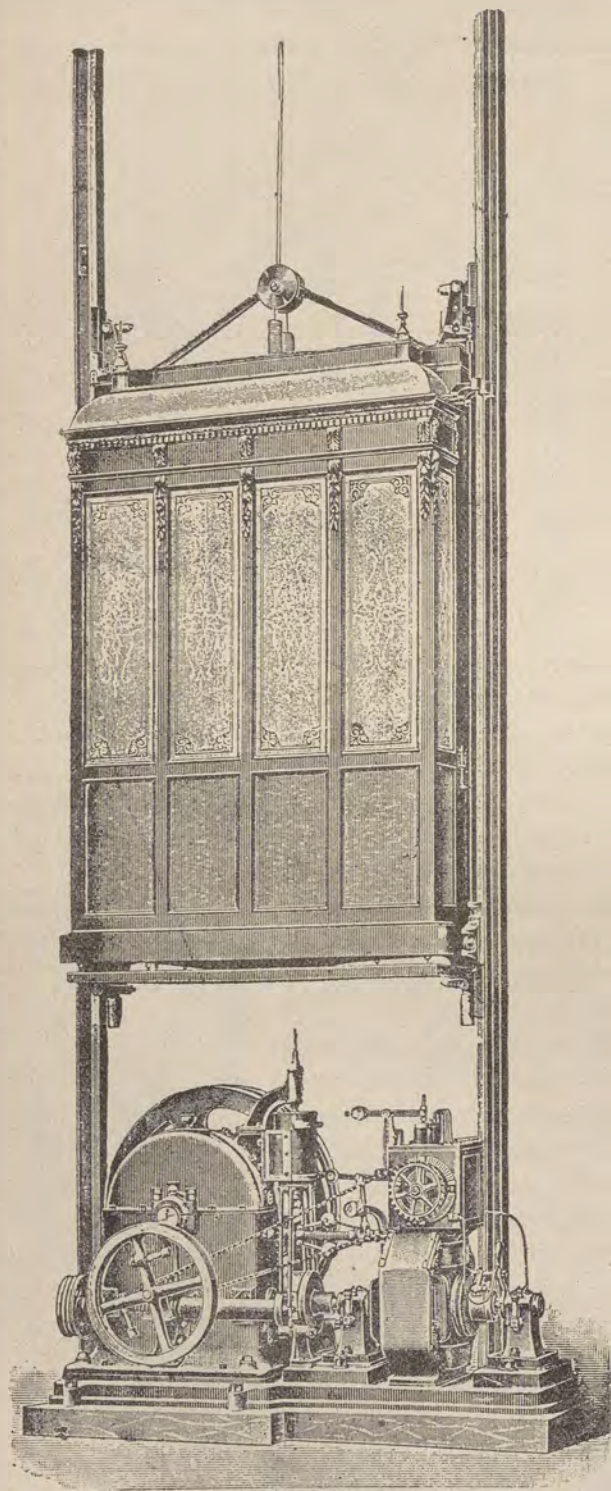


Fig. 471.

pezzo *Q*, da questo partono due tiranti che vanno a raggiungere le due leve angolari *H* le quali sono

fissate alla cabina. Queste leve sono trattenute dagli arresti *A* che loro impediscono di ripiegarsi più di quanto è necessitato dalla trazione effettuata dai tiranti e nel contempo esse trasmettono alla cabina l'effetto di trazione della fune. Ai bracci sporgenti delle leve angolari *H* si trovano attaccati i cunei di arresto a mezzo delle aste *S*.

Fra il pezzo *Q* e la cabina è tesa una molla *R*. Se quindi la fune in seguito a una rottura inattesa perdesse la sua tensione, questa molla accelererà il movimento del pezzo *Q* che già sta cadendo per il proprio peso.

Questo movimento viene trasferito a mezzo dei tiranti, leve d'angolo ed aste *S* ai 4 cunei di arresto. Questi si alzano e si incastrano nelle guide e producono una fermata così rapida della cabina che questa ha appena il tempo di discendere per qualche centimetro.

Se la cabina trovasse un impedimento nella discesa, p. es. una persona che si trovasse nel vano, oppure che si sporgesse dal parapetto, o qualunque altro impedimento, allora i cunei vengono subito azionati dal seguente altro apparecchio. Al disotto della cabina (fig. 468) vi è una intelaiatura *C* con sopra stesavi della stoffa. Questo telaio è fissato e contro-bilanciato con leve e contrappesi in senso parallelo alla sua posizione iniziale.

Quattro rotelle *m* applicate a questa intelaiatura si attaccano sotto ai quattro cunei. Alzandosi l'intelaiatura per avere urtato contro qualche ostacolo, essa preme in alto i cunei e da ciò deriva l'istantanea fermata della cabina, prima che possa succedere qualche disgrazia.

Questo telaio è così facilmente mobile che nelle grandi cabine con considerevole superficie di pavimento, la forza di resistenza dell'aria nelle discese troppo rapide è già sufficiente essa stessa per farlo sollevare. Se colui che trovasi nell'ascensore volesse discendere troppo presto, la sua imprudenza per tal fatto sarebbe presto stornata, perchè la cabina si fermerebbe ad un tratto. Tutto ciò non ha altro svantaggio, perchè a mezzo di un piccolo movimento all'insù la cabina rilascia i cunei automaticamente, in modo che la corsa di discesa, prosegue senza altro impedimento. Il piccolo disturbo ha fatto solo notare al conduttore che non bisogna correre troppo.

In genere gli apparecchi di sicurezza funzioneranno prontamente fino a tanto che si troveranno in condizione di facile movimento. Se i cunei fossero ar-

rugginiti ed i perni ingranati, oppure i meccanismi non fossero in completo ordine, questi allora, o non funzioneranno, o lo faranno con ritardo. La sicurezza del pubblico dipende quindi dalla solerzia del proprietario dell'ascensore, dal modo scrupoloso, cioè, con cui gli apparecchi sono mantenuti.

È perciò che lo Stigler ha applicato al suo ascensore un terzo apparecchio di sicurezza, il quale con gli altri, entra in funzione prontamente, appena che il suo facile movimento viene alterato per una ragione qualsiasi. Se questo apparecchio, come vedremo, non può muoversi, l'ascensore non può discendere ed allora si è informati che è giunto il momento di esaminare o pulire anche gli altri apparecchi per rimetterli in buono stato.

Questo apparecchio viene dimostrato dalla fig. 470 ed ha le seguenti proprietà. Al disopra della cabina *F* sono fissati dirimpetto alle guide due bilancieri a pendolo *k* i quali hanno alla loro estremità superiore una rotella. Il contrappeso dell'estremità inferiore del pendolo induce queste rotelle ad adagiarsi sopra una guida ondulata. Se la cabina nella discesa oltrepassa la velocità normale in seguito ad una rottura, oppure ad inavvertenza del conduttore, allora per effetto del movimento oscillante delle masse, resta impedito il transito regolare delle rotelle del rialzo all'incavo delle guide e l'estremità inferiore del pendolo si impiglia in una delle incavature *V* e produce la fermata della cabina. Nel caso peggiore la cabina non potrà percorrere che il tratto fra un incastrò e l'altro.

Questa fermata produrrebbe certamente una forte scossa che a parte della sua sgradevolezza potrebbe anche arrecare danno alla cabina e perciò da qualche tempo fu apportato un altro miglioramento, facendo in modo che l'asse del pendolo possa spostarsi in su azionando i cunei di arresto a mezzo dei tiranti già sopra citati. In tal modo la fermata della cabina viene eseguita anche in questo caso per mezzo dei

cunei di arresto, e siccome questi per la loro costruzione funzionano meno bruscamente che le suddette incassature, ne deriva che l'arresto della cabina si effettua in modo più tranquillo.

Se ora l'asse del pendolo si troverà in cattive condizioni di manutenzione allora i pendoli non oscilleranno più affatto e la cabina si fermerà appena si cercherà di farla discendere.

Gli ascensori elettrici non differiscono da quelli idraulici che nell'apparato motore. Essi nulla presentano di nuovo all'infuori della macchina elevatrice elettrica. La trazione della cabina, come si vede dalla fig. 471 sulla quale si ha la vista di un ascensore elettrico costruito dalla sopramentovata ditta Stigler, è identica in tutte le particolarità a quella degli ascensori idraulici della medesima casa costruttrice.

La macchina elevatrice elettrica sistema Stigler si compone di un comune motore elettrico e di un argano destinato alla trazione della fune di sollevamento. Fanno parte della macchina un regolatore determinante l'arresto dolce ed esatto della cabina ai differenti piani, un freno elettrico ed un commutatore automatico.

Allorchè chiudesi il circuito l'elettrocalamita che agisce sul freno si solleva e libera il freno stesso; l'elettromotore si mette allora in movimento. Esso è accoppiato all'argano mediante un giunto elastico. La vite che è fissata sull'albero motore, mette in movimento un ingranaggio elicoidale, sul cui asse trovasi calettato il tamburo sul quale si avvolgono le funi di trazione e del contrappeso. La manovra è assolutamente eguale a quella degli ascensori idraulici e viene effettuata nell'istesso modo.

La fermata automatica ai piani prestabiliti viene determinata dalla macchina stessa, senza scossa alcuna ed in modo esatto, servendosi di un quadro di distribuzione della manovra elettrica, ovvero di un apparecchio simile a quello descritto per gli ascensori idraulici.

LA COSTRUZIONE DEI TETTI

LE GENERALITÀ.

I tetti servono a coprire e difendere le fabbriche dalle intemperie. La loro forma quindi può dipendere dalle esigenze estetiche inerenti alla decorazione dell'edificio e dalle condizioni climateriche del paese dove il tetto è costruito e in parte anche dai materiali di cui si dispone per la composizione della sua armatura e dalla relativa copertura. L'inclinazione infatti delle falde di un tetto è maggiore nei paesi settentrionali, molto più esposti alla pioggia ed alla neve che non nelle regioni meridionali, allo scopo di smaltire facilmente le acque piovose e di diminuire gli effetti dovuti al peso della neve. Parimenti un tetto avente la copertura metallica potrà evidentemente farsi meno inclinato che un tetto coperto di cotto o di lastre di pietre.

La copertura di un tetto è sostenuta da una armatura più o meno semplice dipendentemente dalla forma del tetto e dalle sue dimensioni. L'armatura è costituita da una combinazione di travi tendente a ridurre verticali tutte le pressioni provenienti dal peso proprio e dal carico accidentale, di maniera che i muri della fabbrica, sui quali il tetto si appoggia, non risentano alcuna spinta a vuoto.

La composizione dell'armatura di un tetto dipende ancora dalla natura del materiale di coperta, specialmente per ciò che riguarda quella parte di armatura che sostiene direttamente la copertura e che chiamasi propriamente *orditura* del tetto, epperò ad ogni qualità di copertura generalmente corrisponde un sistema diverso di orditura del tetto.

I tetti possono essere terminati con falde piane o con falde curve. Le falde quasi sempre sono inclinate; le falde piane possono bensì essere orizzontali o pressochè orizzontali per modo che vi si possa anche camminare sopra; in questo caso i tetti si dicono *piani* o *terrazzi*.

Le falde inclinate di un tetto si intersecano a due a due secondo una linea, la quale, quando è inclinata e forma spigolo di un angolo saliente, prende il nome di *displuvio* e quando è spigolo di un angolo rientrante si chiama *compluvio*. Il displuvio ed il compluvio corrispondono perciò rispettivamente ad un angolo saliente e ad un angolo rientrante della fabbrica ed hanno per proiezione la bisettrice di questi angoli, se le falde sono egualmente inclinate.

Fra le linee di displuvio, quella orizzontale, che è intersezione di due falde piane oppostamente inclinate, prende il nome di linea di *colmo* o di *colmareccio* o di *comignolo* del tetto. Linea di *gronda* chiamasi infine la linea secondo la quale il tetto imposta sopra i muri.

Per rispetto alla inclinazione delle falde i tetti a

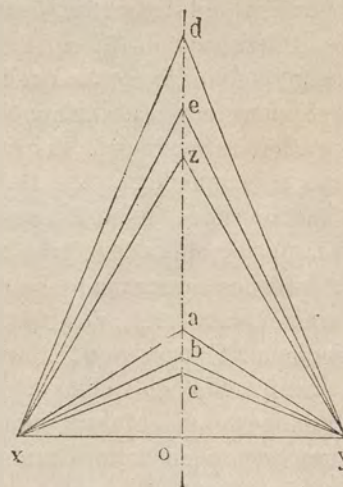


Fig. 472.

falde piane si distinguono in tetti di *terzo*, di *quarto*, di *quinto*, ecc.: allora quando il rapporto fra l'altezza e la base del triangolo che si ottiene sezionando il

tetto con un piano verticale, normale alla linea dicomignolo,

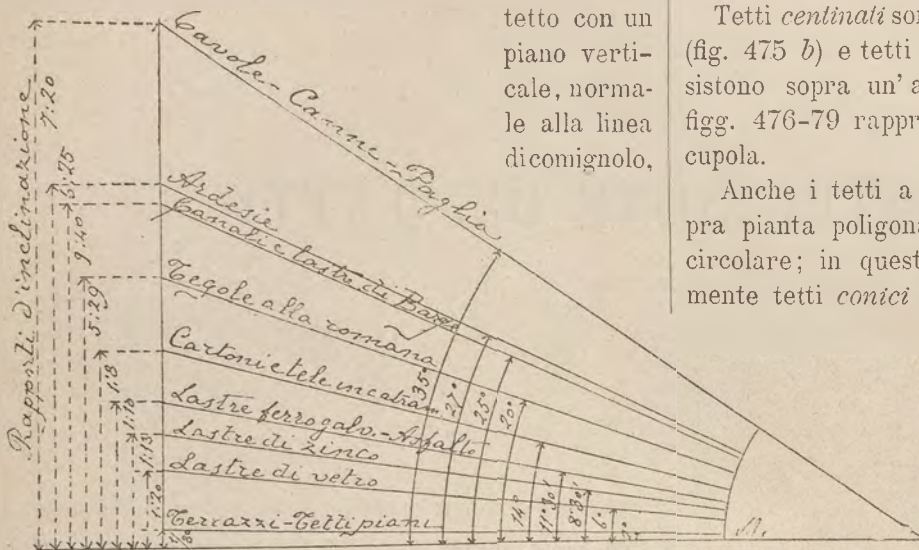


Fig. 47.

è rispettivamente di $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, ecc. ossia quando la monta *oa*, *ob*, *oc*, ecc. (fig. 472) è rispettivamente $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, ecc. della portata *xy* del tetto.

Per *tetto gotico* si intende poi un tetto a due pioventi in cui l'altezza *od* è maggiore della base *xy*; *tetto tedesco* quello in cui l'altezza *oe* è eguale alla base *xy* e *tetto francese* quello *xyz* (fig. 472) che ha per sezione retta un triangolo equilatero. In Italia la pendenza ordinaria dei tetti è compresa tra il terzo ed il quarto.

L'inclinazione del tetto essendo dipendente anche dal materiale della copertura indichiamo sulla fig. 473 l'inclinazione minima che si suole assegnare alle falde secondo il materiale di copertura, non tenuto conto del clima del paese ove il tetto si debba costruire. In conformità del clima il costruttore aumenterà la pendenza indicata nel quadro riassunto in questa figura, seguendo criteri conformi agli usi locali meglio rispondenti allo scopo, non perdendo di vista l'economia del lavoro, perchè aumentando troppo la pendenza delle falde cresce a dismisura il costo del tetto per il maggiore sviluppo di superficie delle falde medesime.

I tetti a falde piane possono constare di una sola falda (fig. 474, *a*); di due falde (fig. 474, *b*) (*tetto a due pioventi* o *a sella*); di tre falde o altrimenti detti *tetti a mezzo padiglione* (fig. 474, *c*); di quattro falde eguali o di un *padiglione* (fig. 474, *d*); di quattro falde eguali a due a due (*tetto con teste di padi-*

glione) (fig. 474, *e*). Tetti alla *Mansard* si chiamano quelli a padiglione aventi le falde interrotte, con la parte inferiore più inclinata che la superiore (fig. 475, *a*).

Tetti *centinati* sono quelli terminati con falde curve (fig. 475 *b*) e tetti a *cupola*, quelli centinati che insistono sopra un'area poligonale o circolare. Le figg. 476-79 rappresentano forme diverse di tetti a cupola.

Anche i tetti a padiglione possono insistere sopra pianta poligonale (fig. 480, *a*) o sopra pianta circolare; in quest'ultimo caso si dicono propriamente tetti *conici* (fig. 480, *b*).

Tetti *a dente di sega* (figure 481-82) sono quelli composti con un certo numero di tetti a due pioventi della stessa o di diversa inclinazione. Questi tetti sono quelli che comunemente servono a coprire le officine e gli stabilimenti industriali.

Le torri campanarie infine offrono varietà diverse di copertura. La fig. 483 ne mostra alcune di que-

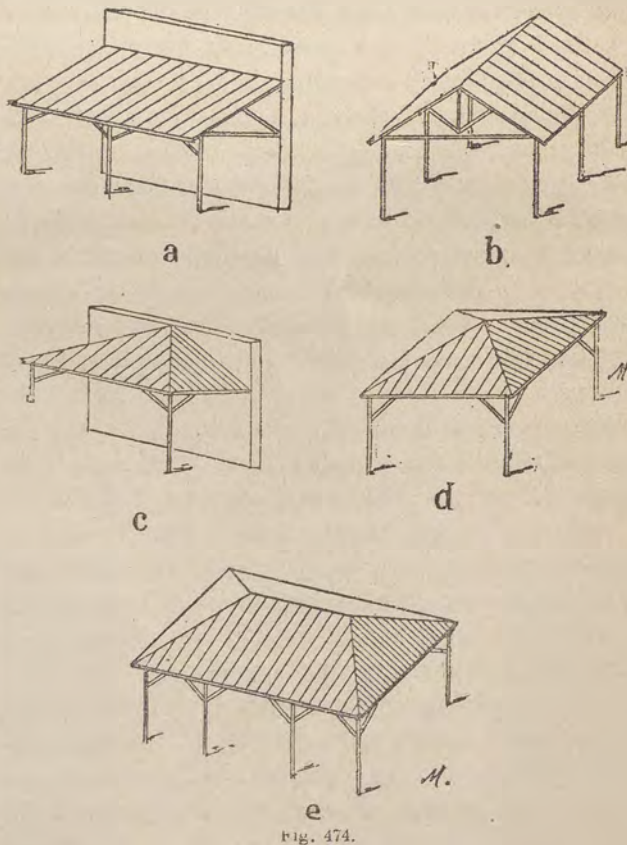


Fig. 474.

ste varietà; esse hanno generalmente forma piramidale a base quadrata od ottagonale raccordata

con una piramide tronca con le pareti del campanile. Questo partito è in parte dovuto ad esigenze tecniche non essendo infatti prudente appoggiare il

uso della regola che i compluvi e i displuvi hanno per proiezione orizzontale le bisettrici degli angoli della pianta. La linea di colmareccio, quando vi fosse, in questo caso risulta orizzontale e le falde hanno tutte la medesima pendenza.

Per le piante aventi forma di poligono irregolare può servire la medesima regola, ed allora le falde riescono egualmente inclinate, ma la linea di colmareccio non risulta orizzontale (fig. 484, *a*), ciò che effettivamente non è desiderabile. Si preferisce scegliere la linea di colmo orizzontale mantenendola parallela alla linea di gronda di una delle fronti (fig. 484, *b*) e lasciare che la faccia opposta a questa fronte risulti storta; però la

soluzione più logica è quella di scindere in due facce piane la faccia storta, introducendo una linea *e* di compluvio (fig. 484, *c*).

Per costruire la planimetria di un tetto composto converrà considerarlo come diviso in tanti

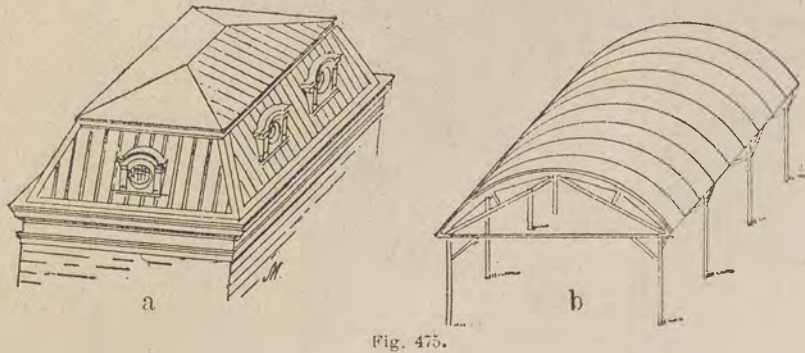


Fig. 475.

tetto direttamente sul cornicione di coronamento della torre, ma bensì ad un livello più basso, onde il raccordo riesce inevitabile.

I tetti si distinguono inoltre in tetti *semplici* ed in tetti *composti*. Chiamansi tetti semplici quelli che insistono sopra pianta avente soltanto spigoli salienti ossia quei tetti che presentano soltanto linee di di-

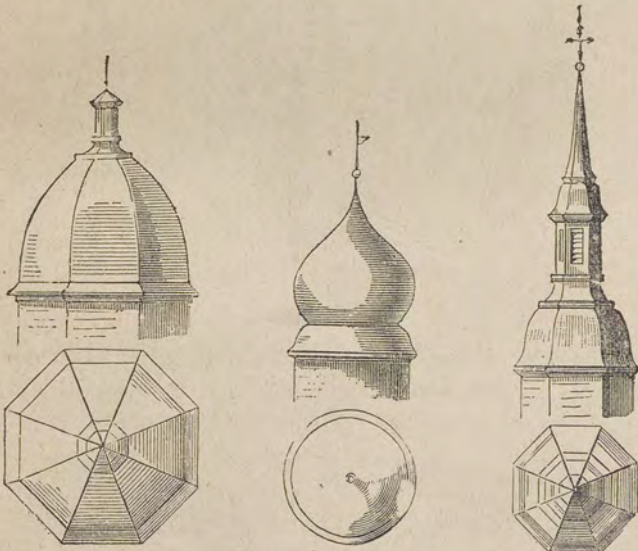


Fig. 476.

Fig. 477.

Fig. 478.

spluvio; chiamansi composti gli altri tetti in cui fra gli spigoli vi siano anche dei compluvi; questi tetti insistono sopra una pianta provvista di angoli salienti e rientranti.

L'architetto nel progettare l'armatura di un tetto comincia col fissare il numero e la forma delle falde tracciandone la proiezione orizzontale. Per eseguire questo tracciamento nelle piante rettangolari e nelle altre aventi forma di poligono regolare si fa

tetti semplici, e determinare l'intersezione delle rispettive falde seguendo il metodo delle bisettrici degli angoli per il tracciamento dei compluvi e dei

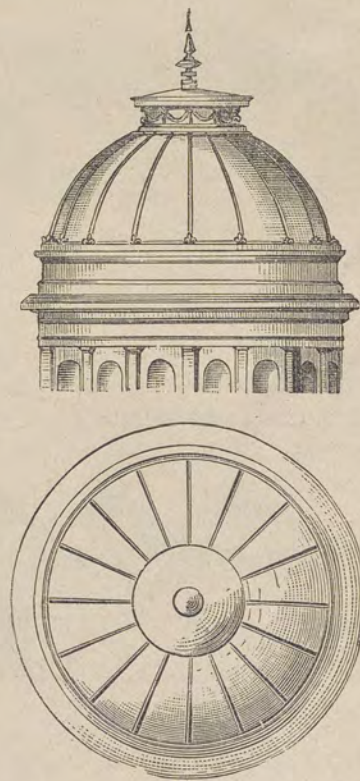


Fig. 479.

displuvi e le linee di comignolo orizzontali. Così che se si hanno due corpi di fabbrica c'è e si incontrano ad angolo retto aventi la medesima larghezza (fig. 485 A) le linee di comignolo saranno alla stessa altezza e si avrà nella linea *ab* un compluvio e nella *bc* un displuvio. Lo stesso dicasi per due corpi di fabbrica

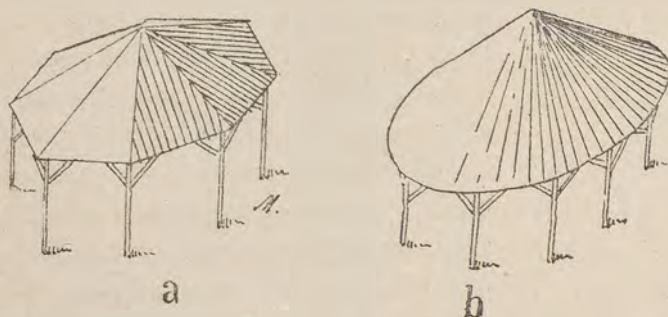


Fig. 480.

della medesima larghezza che si incontrano sotto un angolo acuto od ottuso (figura 485 B e C).

Se i due corpi di fabbrica che si incontrano ad angolo qualsiasi hanno larghezza diversa (fig. 486) converrà prolungare la linea di gronda *ab* del corpo

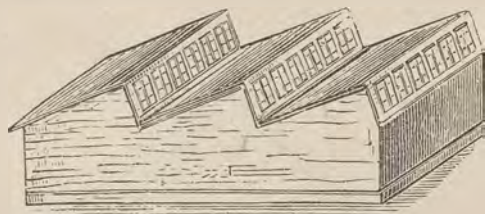


Fig. 481.

di fabbrica più grande fino a *c* e, mediante le bisettrici degli angoli in *c* e *d* determinare il punto *e* per cui passa la linea di comignolo *ef* di questo corpo di fabbrica. Prolungando la linea di comignolo del corpo di fabbrica più stretto fino all'incontro in

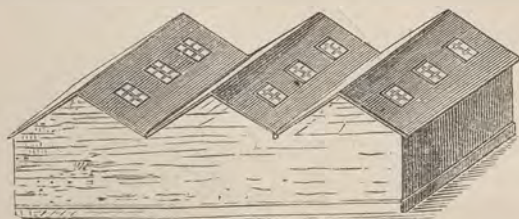


Fig. 482.

g della linea *ce* ed unendo *g* con *b* si avranno in *de*, *eg* delle linee di displuvio ed in *gb* un compluvio. In questo caso i comignoli essendo a differenti altezze si dicono *sfasati*.

Due corpi di fabbrica si possono incontrare l'uno sul mezzo dell'altro tanto ad angolo retto quanto ad

angolo acuto od ottuso, come pure essi possono avere la stessa larghezza (fig. 487), ovvero larghezza di-

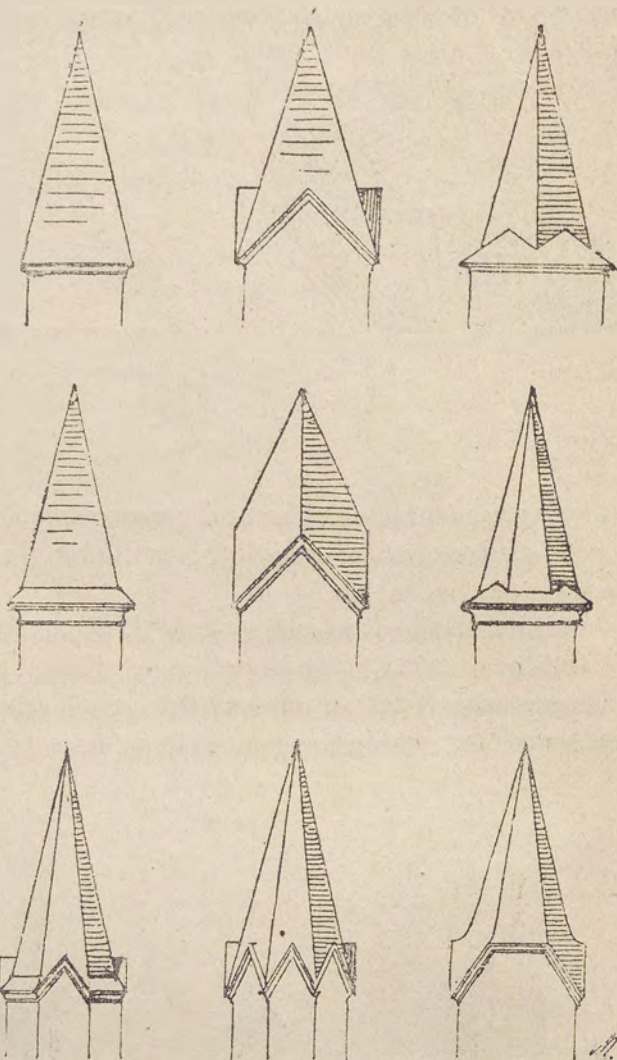


Fig. 483.

versa (fig. 488). Nei casi della (fig. 487) si hanno in *ab*, *bc* due linee di compluvio e le linee di col-

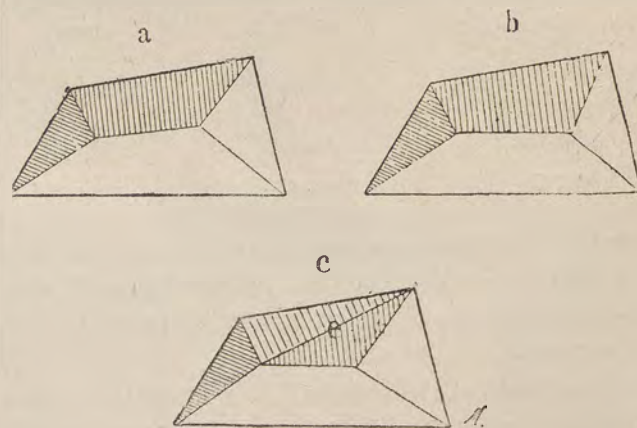


Fig. 484.

mareccio saranno alla stessa altezza, perchè eguale è la larghezza nei due corpi di fabbrica. Per lar-

ghezze diverse (fig. 488) le linee di comignolo saranno sfalsate. Il tracciamento nel caso speciale della

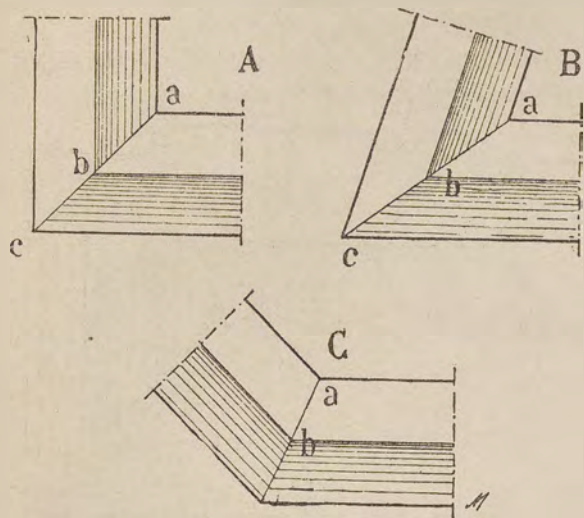


Fig. 485.

fig. 488 B è stato eseguito disegnando prima la testa

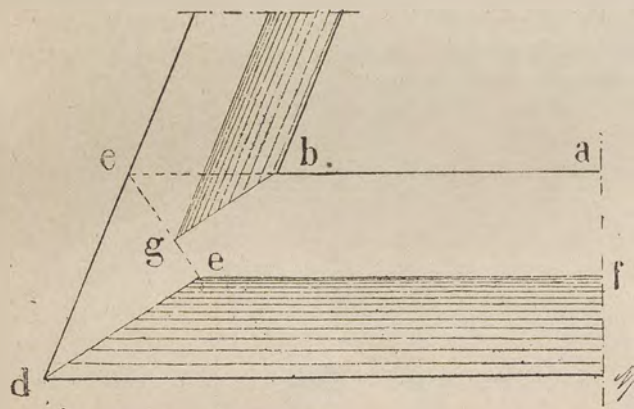


Fig. 486.

di padiglione del corpo di fabbrica più largo e, prendendo dei displuvi le parti utili eb , ec , fino cioè all'incontro con le bisettrici in a e d che saranno dei compluvi. L'intersezione delle falde è così individuata dalla spezzata $abecd$.

Quando più corpi di fabbrica si incontrano e sono tutti di larghezza diversa, come avviene ad esempio nella fig. 489, si avranno altrettanti comignoli sfalsati i quali, unitamente alle spezzature d dei displuvi rendono manifestamente il tetto irregolare e di poco gradevole effetto. Ad ovviare questo inconveniente,

fabbrica non è eccessiva giova scegliere un comignolo unico per tutti all'altezza massima, variando l'inclinazione di alcune falde e quindi la direzione di alcune linee di compluvio e di displuvio. La fig. 490 mostra tale disposizione adottata per la medesima pianta della figura precedente nella quale si erano tracciate le falde col metodo generale.

L'ossatura di un tetto generalmente si compone di un ordine di grosse travi orizzontali che si appoggiano con le loro teste sui muri maestri della fab-

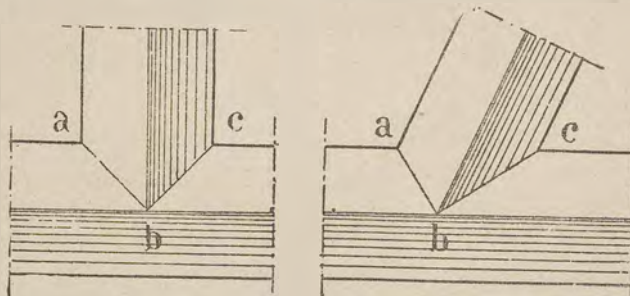


Fig. 487.

brica, destinate a sostenere un ordine di travi più esili disposte nel senso della pendenza della falda o semplicemente il tavolato sul quale si appoggia la copertura del tetto.

Le grosse travi orizzontali costituiscono la *grossa armatura* del tetto, mentre la struttura di travi minori costituisce la così detta *piccola armatura*.

In mancanza dei muri maestri per sostenere le teste delle travi grosse si impiegano speciali strutture di travi formanti generalmente un sistema triangolare. Queste strutture prendono il nome di *cavalletti*, *incavallature* o *capriate*.

Si dispongono le incavallature a distanza costante l'una dall'altra per fornire un sufficiente numero di

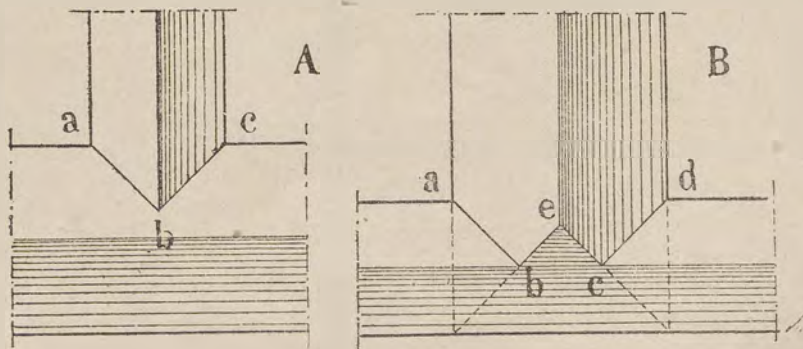


Fig. 488.

appoggi ad una serie di travi orizzontali (arcarecci) costituenti la grossa armatura del tetto.

Le incavallature si appoggiano con le loro estremità sui muri della fabbrica o sopra pilastri di muratura, di ghisa o di legno. Il numero dei pezzi di

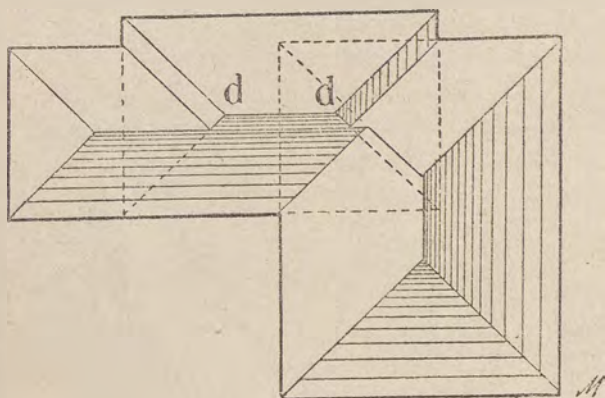


Fig. 489.

legname che entrano a fare parte di una incavallatura, le dimensioni dei medesimi ed i loro collegamenti dipendono dal carico cui l'incavallatura va sottoposta e quindi dal peso della armatura, della copertura e dal carico accidentale dovuto al peso della neve ed

all'azione dei venti e quindi anche dalla portata della capriata, dalla pendenza delle falde e dalla distanza che separa una capriata dall'altra.

Secondo la loro portata le incavallature si distinguono in incavallature di *piccola*, di *media* e di

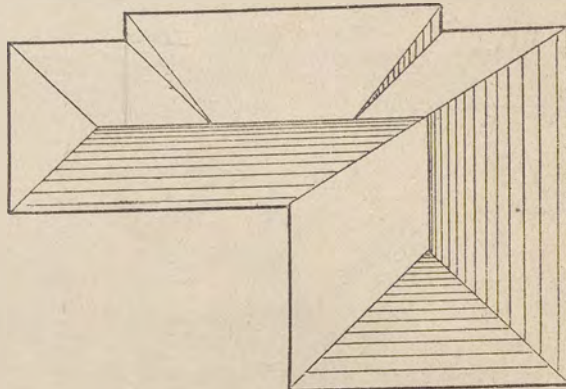


Fig. 490.

grande portata. Dipendentemente dalla loro composizione possono riunirsi in due gruppi principali e cioè *incavallature con colonnelli* ed incavallature con *sottopuntoni* senza colonnelli.

CAPITOLO I.

I TETTI DI LEGNAME

§ 1.

L'ARMATURA CON TRAVETTI DEI TETTI

A DUE FALDE.

La maniera più semplice di costruire un tetto ad una falda piana e a due falde, di dimensioni piuttosto piccole, è quella in cui l'armatura viene costituita da un ordine di travicelli, detti *puntoni*, disposti parallelamente secondo la pendenza delle falde e a distanza costante l'uno dall'altro.

I travicelli hanno le dimensioni di m. $0,12 \times 0,15$ per lunghezze rispettive di 3-4 m. e di 4-5 m. e si appoggiano con le loro estremità sopra due correnti fissati ai muri od a colonne di legno nei tetti ad una falda (fig. 491). Nel tetto a due falde i puntoni si contrastano fra di loro con la loro sommità e si appoggiano alla radice sopra un travetto orizzontale (*catena*), costituendo un cavalletto di forma triangolare (fig. 492).

I cavalletti si collegano fra di loro mediante un listellato od un tavolato sul quale si adagia la copertura.

La distanza dei travicelli nei tetti ad una falda e la distanza dei cavalletti in quelli a due falde si regola a seconda del peso della copertura e del carico accidentale. Di solito tale distanza si mantiene da m. 0,90 a 1,20 nei tetti con copertura leggera (ardesie,

lamiere metalliche, assiti di legno e di paglia, ecc.) e da m. 0,75 a m. 1 nei tetti in cui la copertura è fatta di tegole più o meno pesanti.

I travicelli si uniscono con la loro estremità superiore con incastro a fessura e caviglia e con l'estremità inferiore alla catena per mezzo di incastro obliquo, come indica la fig. 492, *b*, *c*. Quest'ultimo collegamento però richiede che la catena sia più lunga di alcuni centimetri (10 a 15). Per condurre l'acqua del tetto alla grondaia è necessario quindi l'aggiunta di un pezzo ausiliare *p* (fig. 493); però in tal caso si ha una ripiegatura della falda nel punto *c* che si può evitare collegando il puntone con un corrente orizzontale (fig. 495).

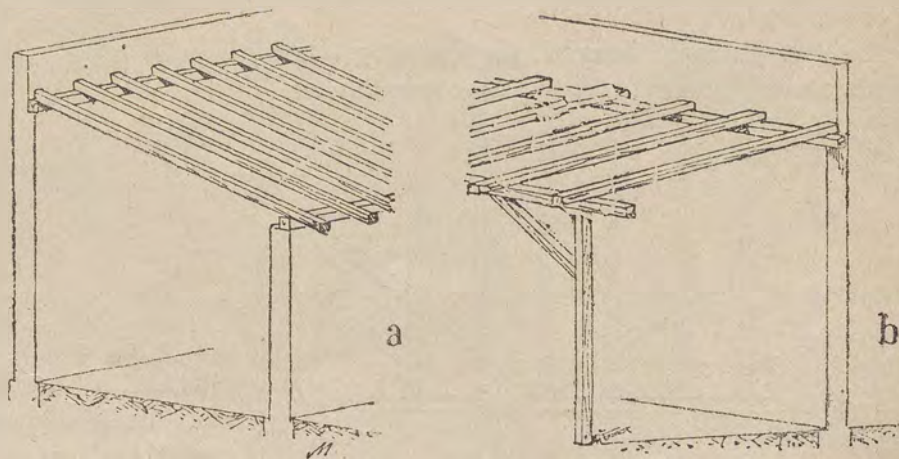


Fig. 491.

Nei tetti a due pioventi il collegamento longitudinale dei travicelli si rinforza mediante *contraventi* costituiti da correnti diagonali (fig. 495) grossi metri $0,10 \times 12$, lunghi circa 4 m., che si uniscono e

si assicurano ai travetti del di sotto mediante chiodi e talvolta anche con incastri. Le estremità superiori e inferiori di queste travi si fanno capitare rispettivamente sopra un travicello e sopra una catena.

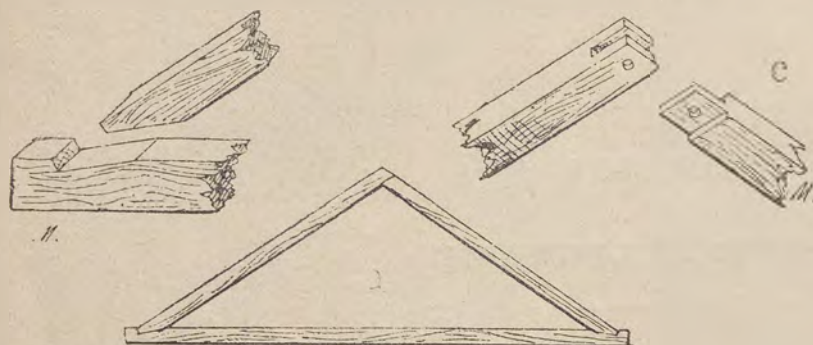


Fig. 492.

Quando la falda del tetto sporge oltre il muro d'ambito della fabbrica i puntoni e la catena si prolungano oltre la parete esterna del muro, si uniscono nella maniera indicata nella fig. 495 e si rinforza

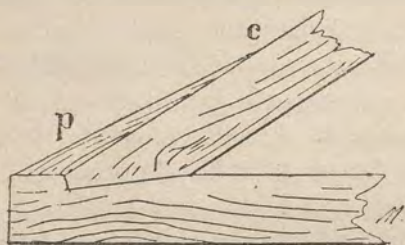


Fig. 493.

tale collegamento con un corrente orizzontale, chiamato corrente di *radice* del tetto.

La maniera sopra descritta per costruire i tetti si usa convenientemente per utilizzare lo spazio com-

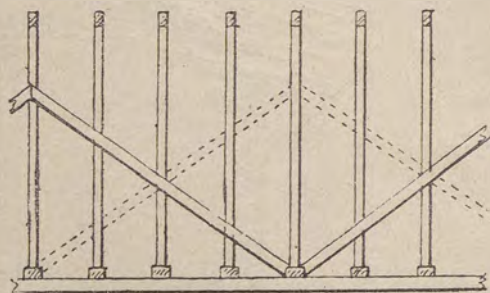


Fig. 494.

preso tra i puntoni e la catena come sottotetto. Le catene in questo caso funzionano anche come travi di impalcatura del solaio del sottotetto e possono trovarsi semplicemente appoggiate sopra muri alle due estremità, ovvero appoggiate agli estremi come sopra ed in punti intermedi sopra muri o sopra co-

lonne di legno o di ferro, quando la loro lunghezza è tale che si possano inflettere.

L'architetto allora utilizza quest'ultima circostanza, se i puntoni hanno una lunghezza superiore ai 5 m., per sostenerli in punti intermedi mediante razzi verticali, noti comunemente col nome di *colonnelli* o per mezzo di membrature inclinate, dette *saeltoni* o *sottopuntoni*, che si appoggiano alla catena verso i punti in cui questa è sorretta. Nella fig. 496 sono rappresentati dei cavalletti per la costruzione di simili tetti con puntoni sostenuti in punti intermedi da colonnelli verticali; nella fig. 497 si hanno invece dei cavalletti in cui i puntoni sono sostenuti

da saettoni inclinati che mettono capo nei punti in cui la catena si appoggia. I puntoni si possono sostenere ancora nel loro punto di mezzo mediante una controcatena orizzontale, costituita nei cavalletti di

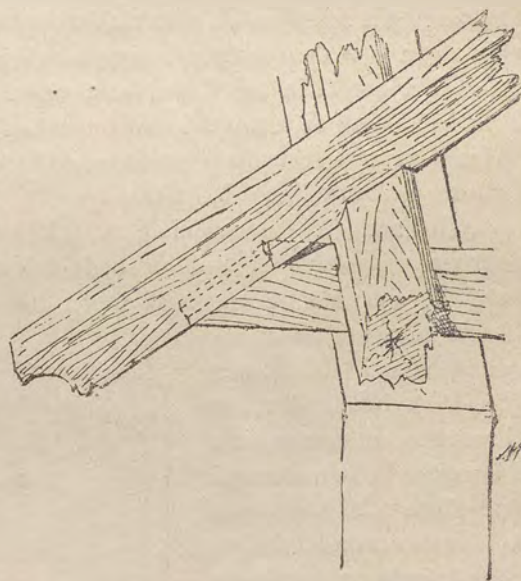


Fig. 495.

piccole dimensioni da due tavole che con le loro estremità abbracciano i puntoni ovvero da un travetto simile al puntone ed a questo collegato con dente con coda di rondine ed a mezza grossezza (fig. 498). Converrà sempre applicare la controcatena nel punto medio dei puntoni; ma se si vuole utilizzare un maggiore spazio per il sottotetto, la controcatena potrà disporsi ad un livello più alto di quello precedentemente indicato.

Accoppiando la controcatena con i colonnelli per

sostegno dei puntoni, questi possono essere sostenuti in più punti intermedi, come indicano gli esemplari

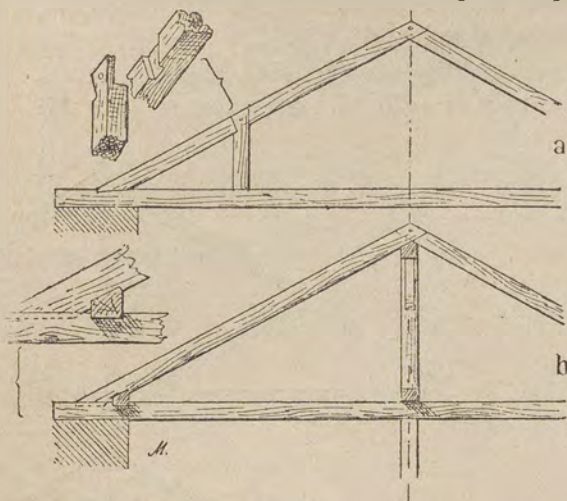


Fig. 496.

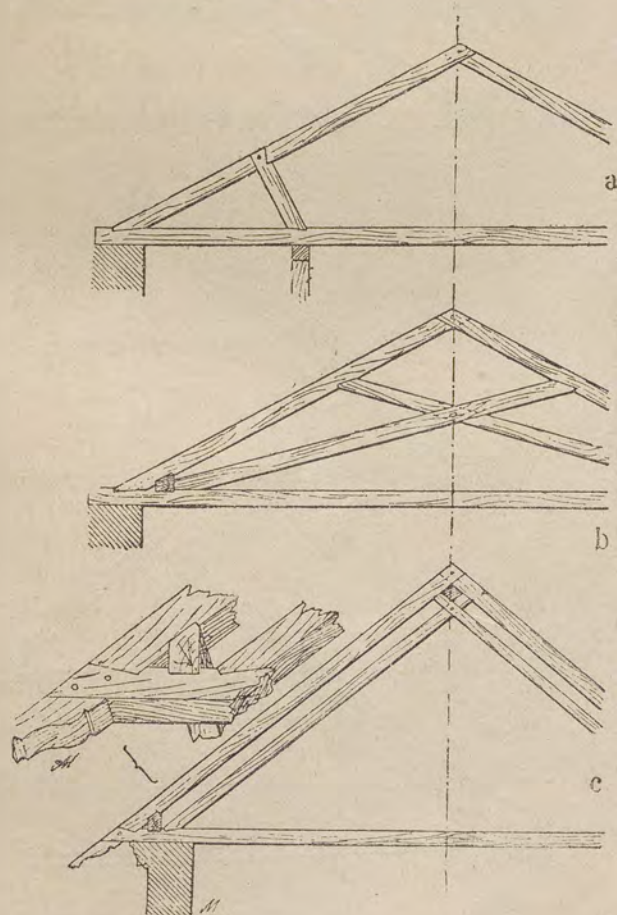


Fig. 497.

riportati nella fig. 499. Accoppiando la controcatena con i saettoni si possono sostenere i puntoni ugualmente in più punti come negli esemplari della fig. 500.

L'architetto quindi farà dipendere la scelta del tipo di cavalletto dal numero dei sostegni della catena, dalla portata del tetto, ossia dalla lunghezza dei puntoni, ed infine dallo spazio che si vuole utilizzare come sottotetto tra questi e la catena.

I tetti così costruiti però richiedono uno spreco di legnami che può economizzarsi disponendo dei cavalletti più robusti ad intervallo costante l'uno dall'altro e dei semplici puntoni negli spazi intermedi. Si sostengono questi puntoni per mezzo di un corrente di radice al piede e di un corrente di colmo all'estremità superiore ed occorrendo con correnti orizzontali intermedi fra i correnti estremi. I correnti (*arcarecci*) si appoggiano con le loro estremità sui caval-

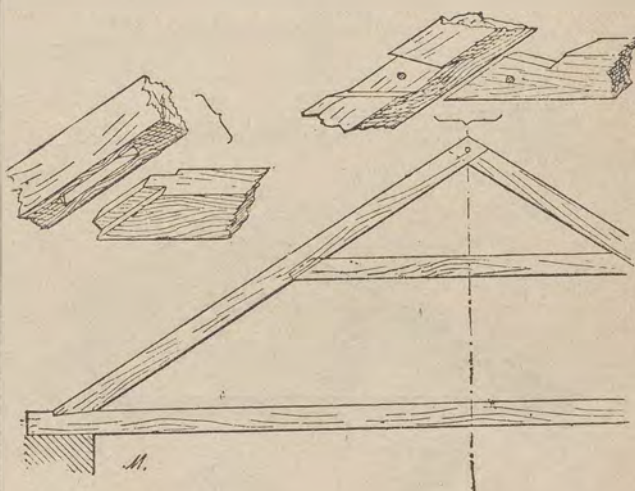


Fig. 498.

letti più robusti che perciò si chiamano *cavalletti principali*. I cavalletti riportati nelle figg. 499, *b*, *d*, *e* e 500, *b*, *c*, *d* sono di questo tipo, servono cioè a sostenere i correnti sui quali si appoggiano i puntoni secondari.

Il cavalletto della fig. 496 *b* è provvisto di un corrente di colmo sostenuto da un colonnello e di due correnti di radice; nel cavalletto simile della fig. 497, *c* il corrente di colmo è sostenuto da due contropuntoni incrociantisi; nei cavalletti della fig. 499, *b* e 500, *b* si hanno i due correnti di radice e due correnti nei punti di incontro dei puntoni con la controcatena e vi manca il corrente di colmo: nell'altro cavalletto della fig. 500, *c* e 499, *d* si ha anche quest'ultimo corrente. Nel cavalletto della fig. 499, *e* si hanno due correnti intermedi per ogni puntone oltre i correnti estremi; questi cavalletti si prestano quindi per grandi portate. Nel cavalletto

della fig. 499, *a* adatto per i tetti acuti, non si hanno che due correnti di radice ai quali si innestano con collegamento a coda di rondine, come ap-

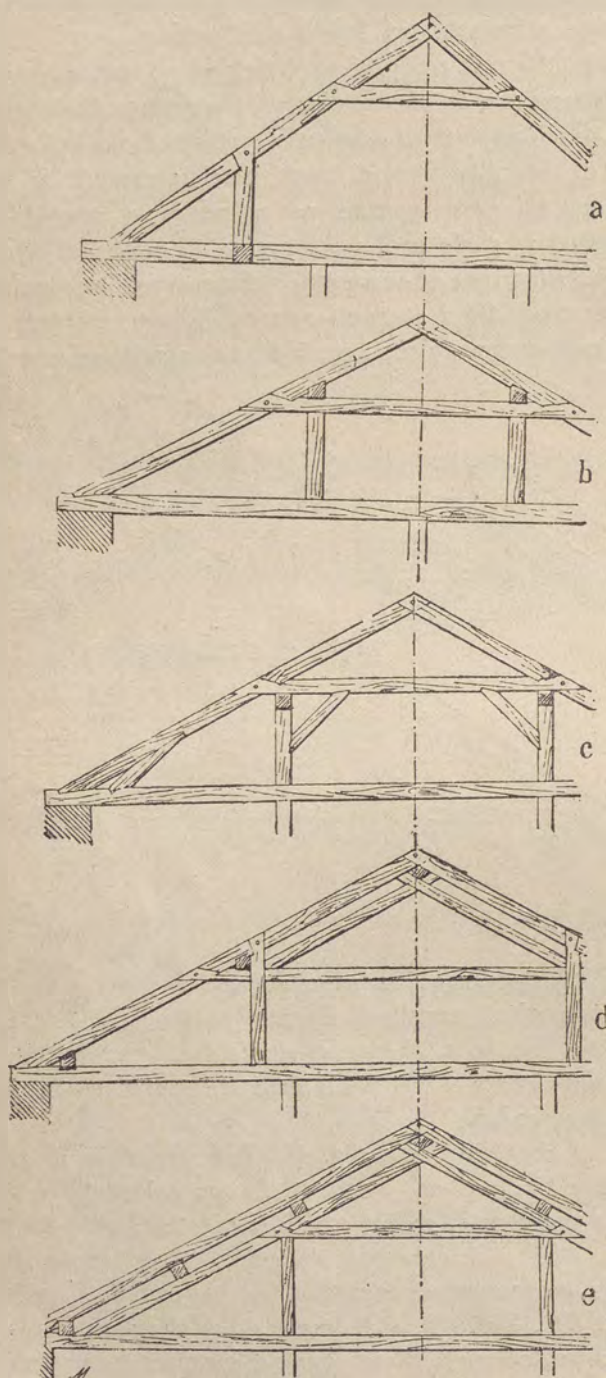


Fig. 499.

parisce dalla pianta (fig. 501) dei segmenti di catena destinati a ricevere le estremità dei puntoni secondari.

Il corrente di colmo e gli altri posti fra questo

e il corrente di radice si possono rinforzare sostenendoli in punti intermedi mediante saettoni che si appoggiano ai colonnelli (fig. 496, *b* e 500, *c*); così anche le controcatene (fig. 500, *c*, *d*).

I cavalletti molto rialzati riportati nella fig. 502

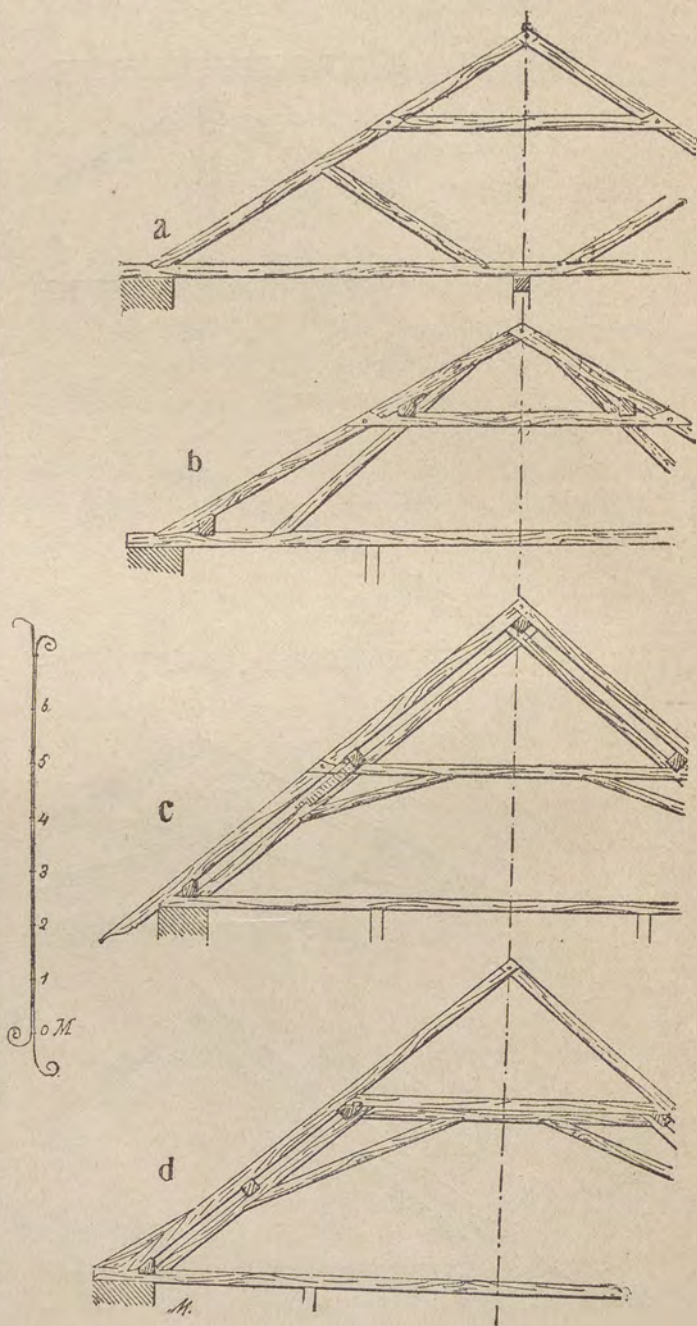


Fig. 500.

meglio si prestano per utilizzare lo spazio sottotetto, non avendosi colonnelli verticali ingombranti, ma soltanto saettoni inclinati.

Meglio corrispondono a questo scopo i cavalletti riportati dalla fig. 503 anche quando le falde non abbiano una forte pendenza. I puntoni di questi cavalletti non si collegano direttamente alla catena,

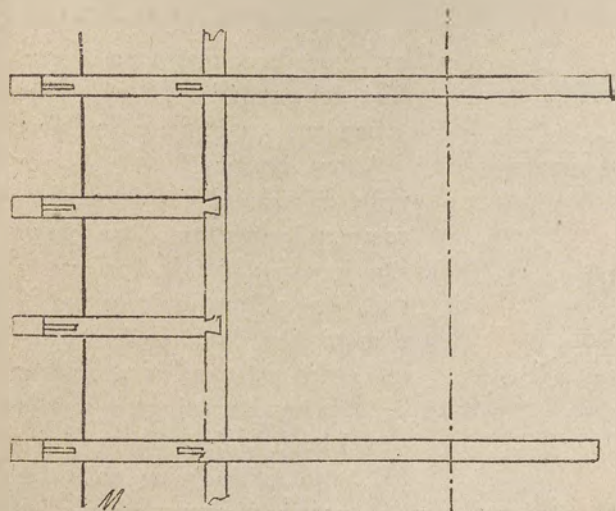


Fig. 501.

ma bensì a un corrente di radice situato sul dorso del muro d'ambito a un livello più alto di quello delle catene. Questo corrente è meglio sostenuto mediante ritti verticali, detti *colonnelli di radice*, che si appoggiano alle catene e si immurano nella struttura del muro ed in tale posizione si mantengono

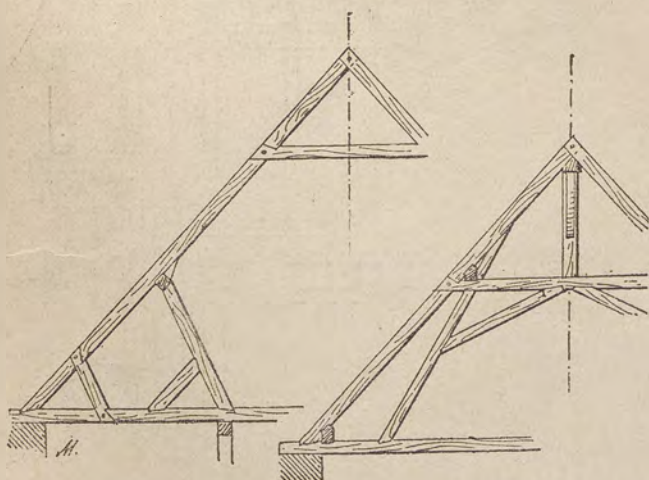


Fig. 502.

salde rigidamente mediante doppie traverse che abbracciano il puntone, il colonnello ed un saettone inclinato che contrastando con la catena e la controcatena od il puntone elimina la spinta di quest'ultimo.

Il tutto è rinserrato nei collegamenti mediante chiodi a vite. Come si rileva dalla figura medesima questi cavalletti si possono comporre con colonnelli verticali o con saettoni o con entrambe queste membrature, come nei cavalletti ordinari avanti descritti.

I tetti con travetti (puntoni) si possono costruire

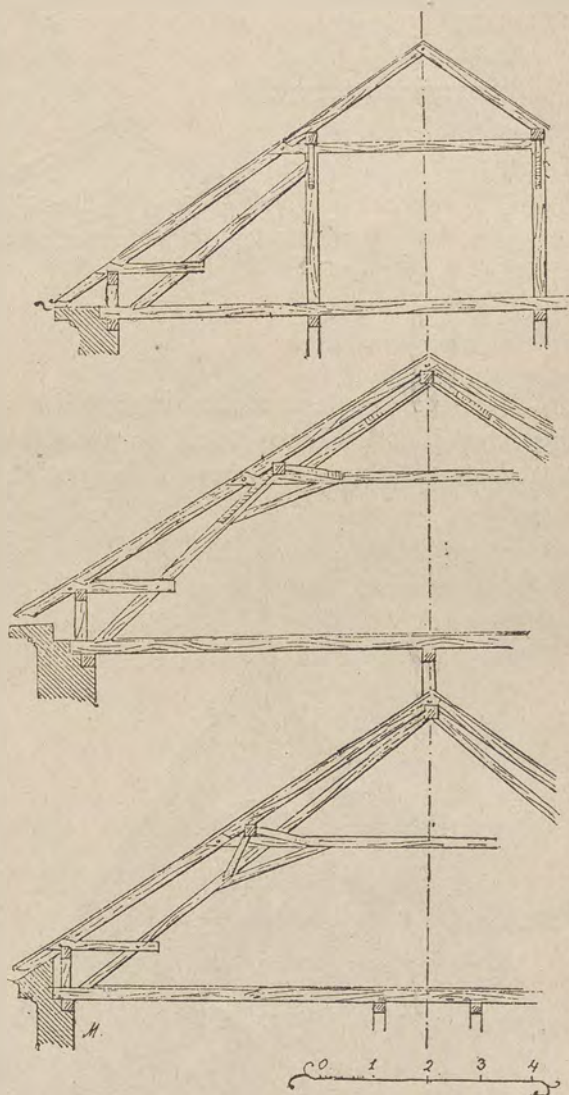


Fig. 503.

finalmente senza catena, allorquando si deve dar luogo allo sviluppo di una volta nello spazio compreso tra la catena, la controcatena e i puntoni. La fig. 504 riporta qualche esempio di cavalletto di questo genere. Non potendosi impiegare la catena per eliminare la spinta che i correnti di radice ricevono dai puntoni, perchè questa invaderebbe lo spazio occupato dalla volta sottostante, si può collegare rigida-

mente con saettoni la controcatena colle estremità inferiori dei puntoni e quindi coi pezzi di radice, mediante saettoni inclinati, come nel caso della fig. 504, a

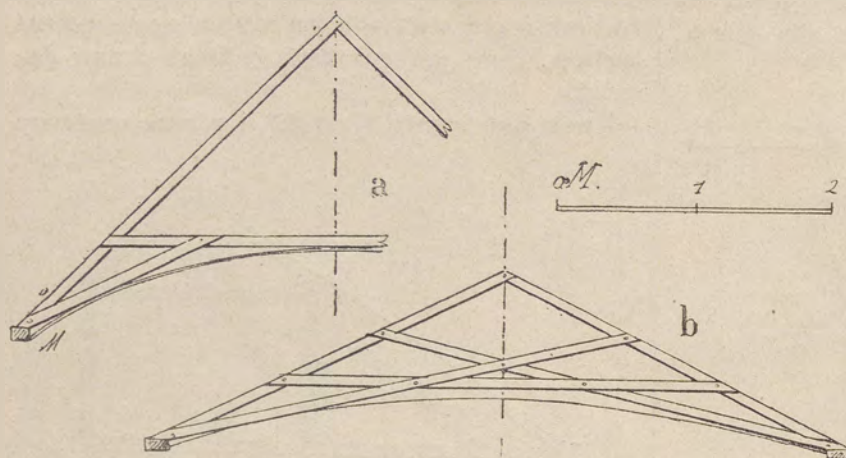


Fig. 504.

ovvero direttamente i puntoni coi pezzi di radice mediante saettoni disposti a croce di S. Andrea ed abbraccianti la controcatena come nel caso della fig. 504, b.

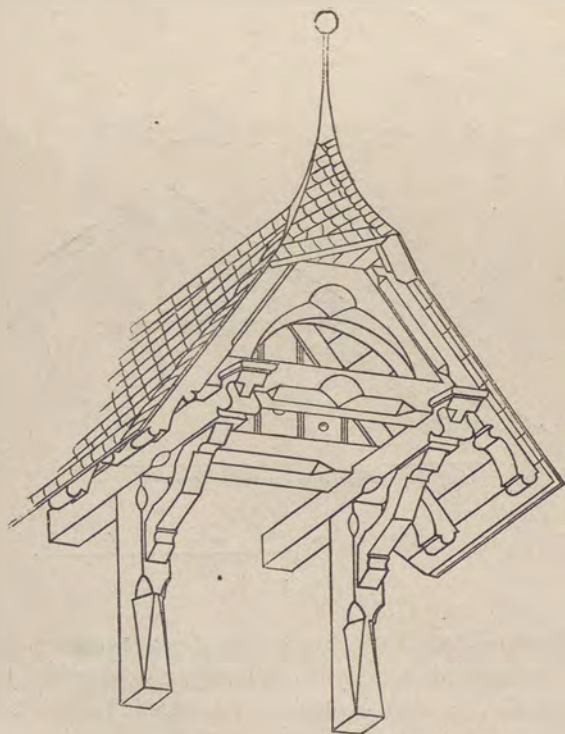


Fig. 505.

Facilmente si arguisce da queste figure come tali cavalletti si prestino inoltre per sostenere l'orditura del soffitto sottostante, se questo vien fatto nella

maniera più comune, cioè, con costole, listelli e incannucciato.

Nei tetti costruiti con travetti lungo le linee di compluvio e di displuvio si disporrà un puntone detto *cantonale di compluvio* o *di displuvio*, il quale serve a sostenere l'estremità dei puntoni corti che necessariamente capitano in quel posto.

Allora quando il tetto è provvisto di abbaini conviene interrompere la struttura altro che nel sito in cui capita la finestra dell'abbaino. Tale interruzione dei puntoni si effettua coll'interporre un pezzo di cavallo a sostegno delle estremità dei puntoni troncati. Lungo le linee di intersezione del tetto dell'abbaino colla falda

del tetto non occorre perciò disporre dei cantonali di compluvio. I ritti che sostengono il tetto dell'abbaino si appoggiano sopra i due puntoni laterali che possono appartenere a cavalletti principali o secondari. L'insieme di questa costruzione si vede rappresentata nelle figg. 505 e 506. Nella fig. 507, si

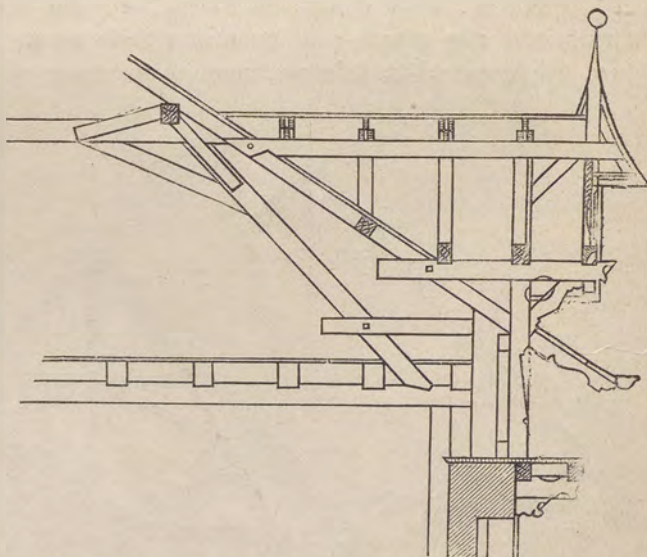


Fig. 506.

ha la vista della struttura di un simile abbaino impostato sopra un tetto composto di cavalletti del tipo rialzato riportato dalla fig. 503.

Nella tav. LIII, fig. 5 si ha la vista prospettica dell'armatura di un tetto con cavalletti principali e

secondari del genere di quelli riportati nella fig. 499, dalla quale si rilevano tutte le particolarità dei collegamenti e il rinforzo dei correnti e dei puntoni

separa fra loro i muri e le incavallature che sostengono gli arcarecci (non superiore a m. 5), dalla distanza fra asse ed asse degli arcarecci medesimi e dal carico che ciascuno di questi deve sopportare.

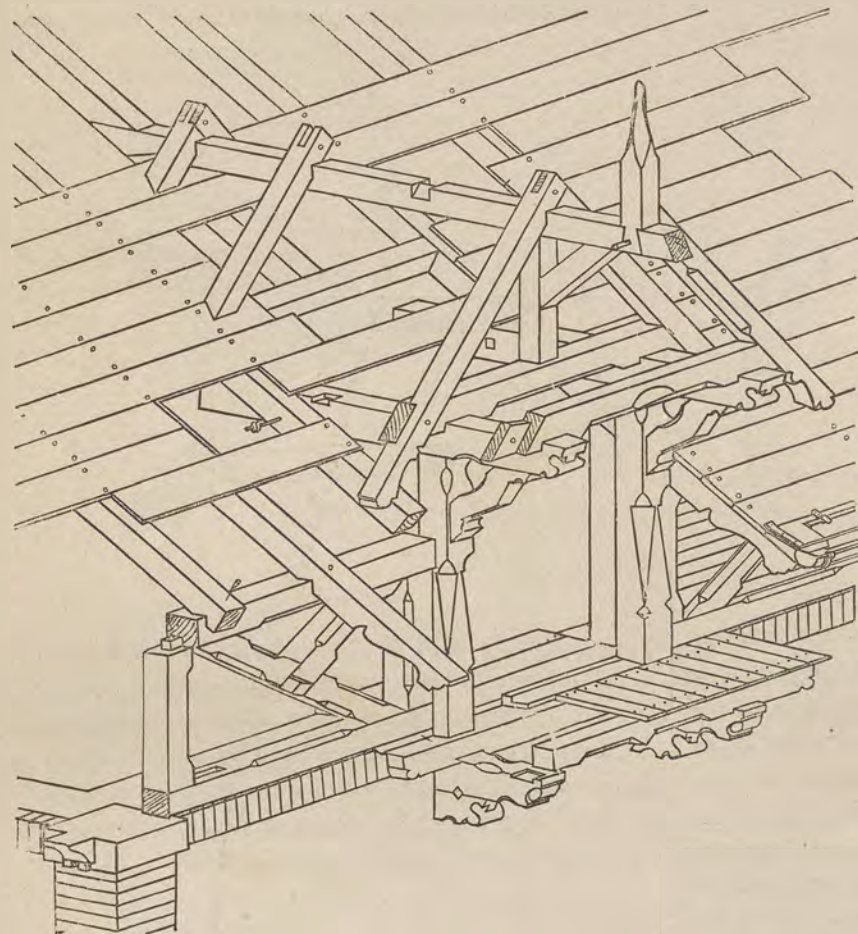


Fig. 507.

per mezzo di saettoni; nella fig. 508 si ha la vista in sezione dell'armatura di un tetto composto con cavalletti del genere di quelli a pareti rialzate con 3 colonnelli e con 2 controcatene a sostegno dei correnti.

§ 2.

L'ARMATURA CON ARCARECCI DEI TETTI A DUE FALDE.

LE INCAVALLATURE.

Un'altra maniera di costruire l'armatura di un tetto è quella di disporre delle travi orizzontali (*arcarecci*) appoggiandoli con le loro estremità sopra muri o sopra incavallature. Si collocano gli arcarecci, come i travetti nei tetti a puntoni ad una distanza di m. 0,80 a m. 1, contata fra asse e asse, variabile con le dimensioni che si danno ai medesimi. Queste dimensioni dipendono dalla distanza che

Se gli arcarecci sono tondi si appoggiano sul puntone della capriata sovrapponendo le loro estremità l'una sull'altra nella maniera indicata della fig. 510 inchiodandovele con chiodi da carpentiere, ovvero fissandole con grappe di ferro che li uniscono fra loro e col puntone; un gattello di legno inchiodato sul puntone contrasta con le estremità degli arcarecci e ne assicura maggiormente l'appoggio.

Quando il puntone è uno di quelli di compluvio o di displuvio, sarà

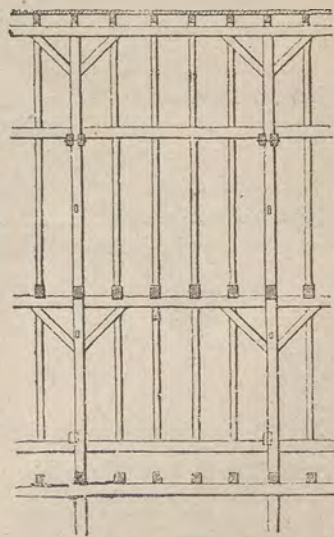


Fig. 508.

necessario disporre le due estremità degli arcarecci l'una sull'altra nella maniera meglio indicata in pianta dalla fig. 511, collegandole fra loro e col puntone per mezzo di grappe di ferro.

Se gli arcarecci sono squadrati si appoggiano sul

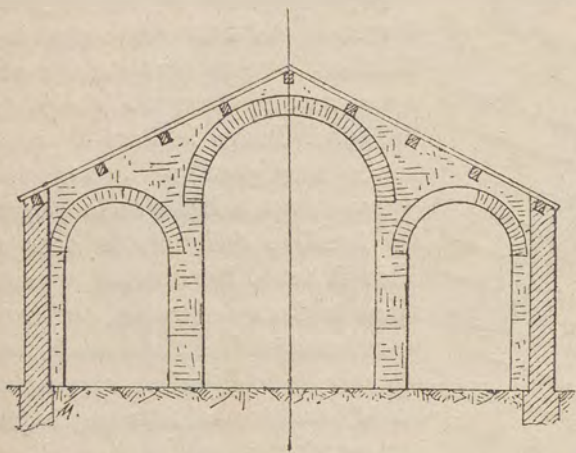


Fig. 509.

puntone per metà della grossezza di questo l'uno sul prolungamento dell'altro nella maniera meglio indicata dalla fig. 512, collegandone con grappe le estremità fra loro e col puntone e rinforzandone l'appoggio mediante un gattello di legno come nel caso degli arcarecci a sezione circolare. Nella fig. 513, *a* è segnata la posa degli arcarecci, tagliati diagonalmente, sopra un puntone cantonale di compluvio, e sulla fig. 514, *a* sopra un puntone cantonale di di-

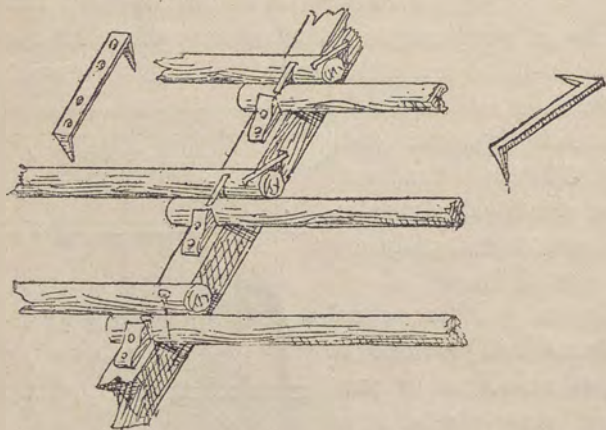


Fig. 510.

spluvio. È giuocoforza aggiungere al cantonale una grossezza di trave eguale a quella degli arcarecci, (fig. 515), perchè i listelli od il tavolato della piccola armatura possano inchiodarvi sopra. Se si vuole

evitare di aggiungere questa grossezza di trave, si potrà disporre il cantonale ad un livello più alto ed appoggiare le estremità degli arcarecci sopra due fianchi inchiodate al cantonale nella maniera indicata dalla fig. 513 *b* per un cantonale di complu-

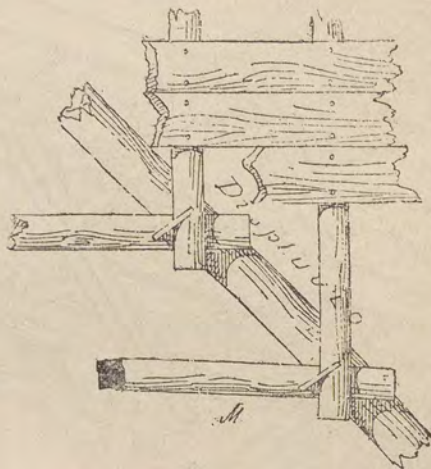


Fig. 511.

vio e nella fig. 514 *b* per un cantonale di displuvio; a tal'uopo si fa osservare che nel primo caso occorrerà fissare con grappe al puntone le due estremità degli arcarecci per evitare lo scorrimento in basso delle medesime, mentre nel secondo, tale movimento essendo impedito dallo stesso cantonale, non occorrerà applicare le grappe di collegamento. A sostegno degli arcarecci, quando i muri trasversali della

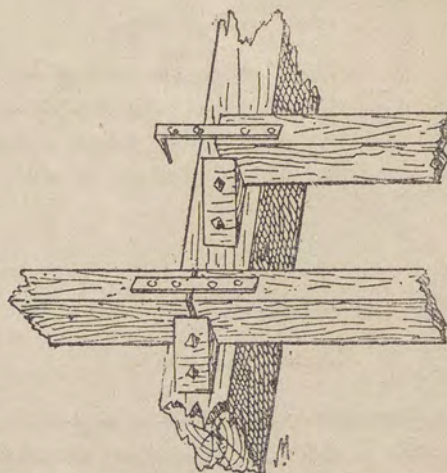


Fig. 512.

fabbrica sono a una distanza maggiore di 5 m. si impiegano le incavallature, che sono armature robuste di legname o miste di legname e ferro, formanti un sistema triangolare rigido. J

Nelle incavallature la catena è appoggiata soltanto alle due estremità e serve unicamente ad eliminare la spinta dei puntoni; essa non sostiene perciò alcuna parte della incavallatura, ma è invece sostenuta in uno o più punti intermedi, mediante tiranti, specialmente quando per effetto della sua lunghezza, vi sia pericolo di inflessione ovvero quando serve inoltre per sostenere l'impalcatura di un solaio sottotetto.

Le incavallature si distinguono secondo la loro portata; si hanno perciò incavallature di *piccola*, di *media* e di *grande portata*. Si hanno inoltre *incavallature senza catena* quando in luogo della catena esistono delle membrature, per lo più inclinate, che ne fanno le veci, ed *incavallature miste* quando gli elementi che le compongono sono parte in legno e parte in ferro. Le une e le altre poi si dicono ribassate se l'angolo che i puntoni formano fra loro

mentre serve di appoggio ai puntoni, coll'intermezzo di una staffa di ferro *p* sostiene la catena nel suo punto di mezzo impedendone l'incurvamento per

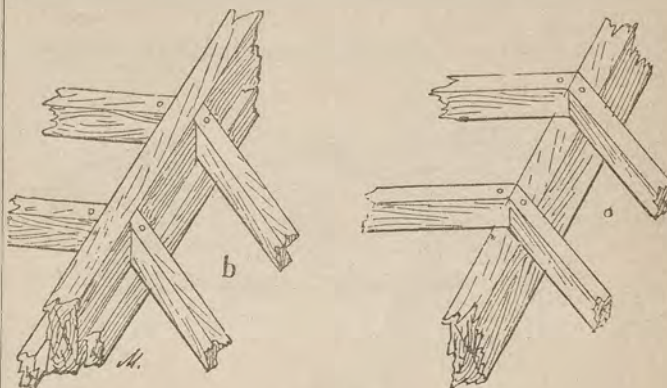


Fig. 514.

azione del proprio peso o per quello del carico dell'impalcatura che la medesima eventualmente può

sostenere. L'unione dei puntoni con la catena si fa come per la precedente incavallatura con semplice o con doppio dente cuneiforme, ovvero con semplice dente cuneiforme e maschio nascosto come è in-

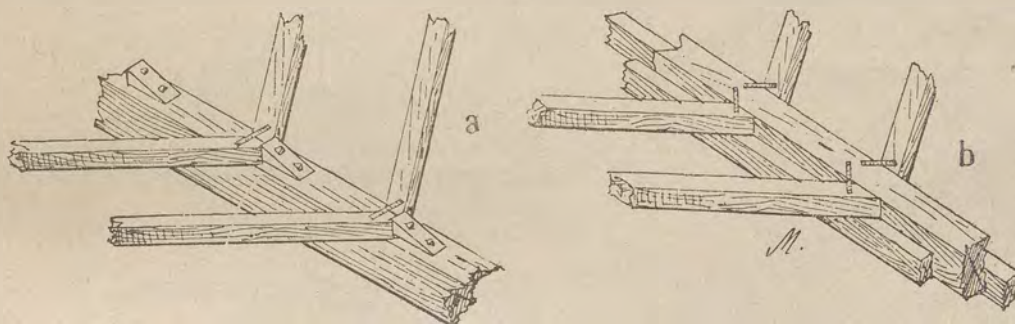


Fig. 513.

è maggiore di 90 gradi e rialzate se questo angolo è minore di 90 gradi.

Per piccole portate, cioè fino ai 7 m., può comporsi una incavallatura semplicemente con tre pezzi e cioè con due puntoni e una catena (fig. 516, *a*). I puntoni si fanno contrastare con la loro estremità superiore per mezzo di giunto verticale ovvero con giunto a mezza grossezza e caviglia o con maschio riportato, come mostra la medesima figura. L'unione delle loro estremità inferiori con la catena potrà farsi con semplice dente cuneiforme e fasciatura di nastro di ferro o con doppio dente cuneiforme, allora quando non si voglia troppo intaccare l'estremità della catena.

Per portate medie, comprese, cioè, tra 7 e 15 m., può comporsi una incavallatura con due puntoni e la catena e tre pezzi ausiliari di rinforzo di cui uno verticale *m* (fig. 516, *b*) che si chiama *monaco* od *ometto* e due inclinati *s* (*saettoni*), coi quali si sostengono i puntoni verso punti intermedi. Il monaco

è indicato nella fig. 4, tav. LIII. Questo medesimo collegamento è impiegato nelle unioni dei puntoni col

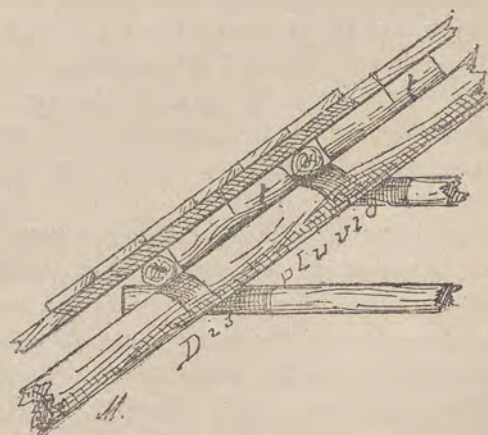


Fig. 515.

monaco (fig. I, tav. *id*) ed occorrendo anche in quelle dei saettoni col monaco, mentre l'estremità superiore dei saettoni si ferma ai puntoni con un semplice gat-

tello di legno inchiodato al puntone, oppure impiegando la connessione a *tenone e mortisa* ossia a *maschio e femina*, di cui si ha una rappresentazione nella fig. 516, c.]

Per portate medie si possono adottare le inca-

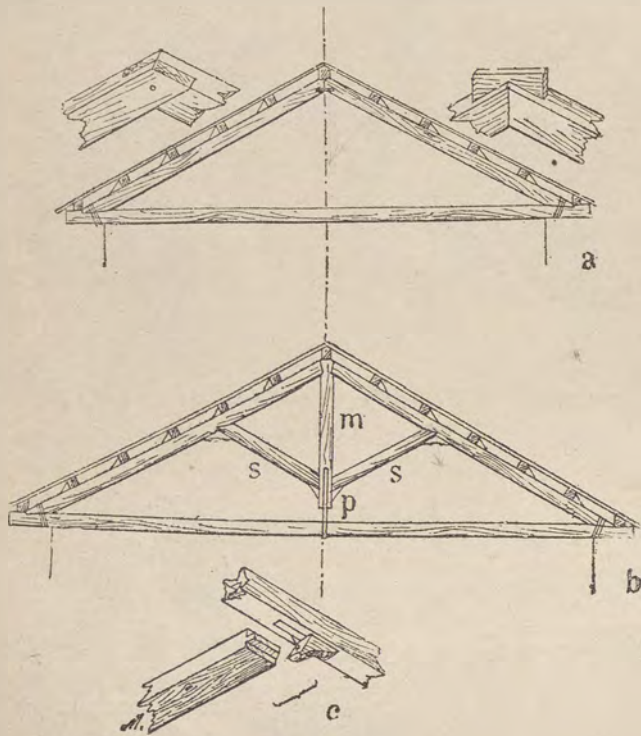


Fig. 516.

vallature del tipo segnato dalla fig. 517 a. Questa incavallatura è composta della catena e di due puntoni rinforzati da due sottopuntoni *s* e da una controcatena *c* situata poco al di sopra il loro punto di mezzo ($\frac{2}{3}$ d'altezza circa), la quale riuscendo compressa impedisce l'inflessione dei puntoni. Come si rileva dalla figura il puntone si connette a semplice dente cuneiforme e maschio nascosto alla catena ed il sottopuntone soltanto con dente cuneiforme.

Questo sistema di incavallatura non avendo alcun membro che sostenga la catena, non può convenire per portate maggiori a 10 m. Perchè lo stesso tipo di capriata possa servire per portate maggiori basterà armare di ometti i collegamenti della controcatena coi sottopuntoni (fig. 517 b); si ha così il mezzo di potere sostenere la catena in due punti equidistanti dai suoi estremi.]

Un sistema più conveniente di incavallatura quando la portata si avvicina al limite superiore delle medie portate (15 m.) è quella riportata nella fig. 517 c.

Questa capriata rappresenta un tipo medio fra quelle indicate nelle figg. 516, b e 517 a. In essa i puntoni sono rinforzati da sottopuntoni che contrastano con i due saettoni che sostengono i puntoni. La catena è sostenuta dal monaco mediante staffa nel suo punto di mezzo ed occorrendo nelle sue estremità mediante mensole di pietra o di legname sporgenti dai muri che ne diminuiscono la lunghezza come è segnato nella fig. 517 b.]

La fig. 6, tav. LIII, rappresenta il tipo di incavallatura conveniente per portate superiori ai 15 m. e fino ai 26. Questa incavallatura, nota col nome di *capriata alla Palladio*, può avere i puntoni di un sol pezzo o di due pezzi, quando non è possibile averli di un pezzo solo. Essa contiene inoltre tre monaci; due di questi, *m*, servono a dare appoggio alla con-

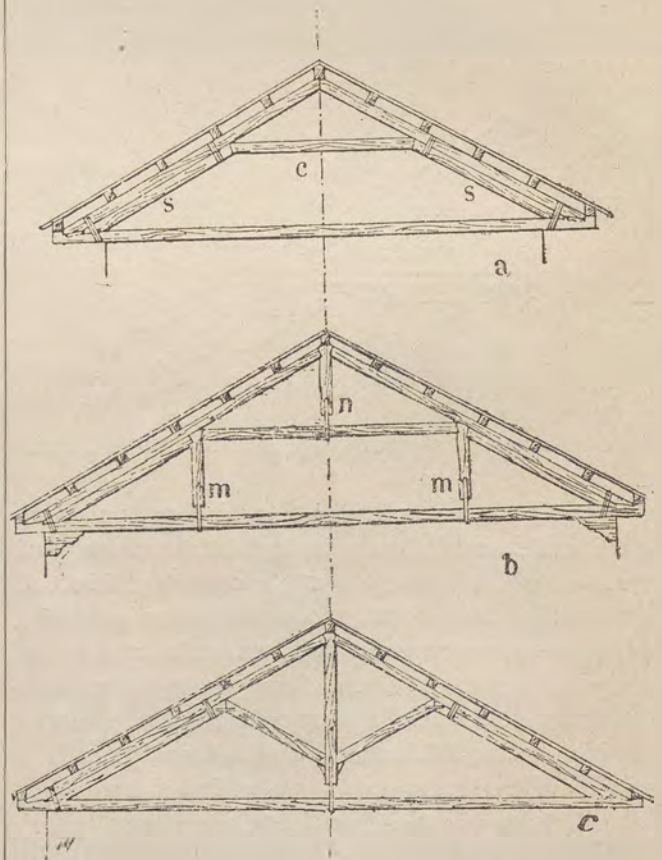


Fig. 517.

trocatena ed ai sottopuntoni, come indicasi nella fig. 515, b, ovvero alla controcatena ed i pezzi inferiori dei puntoni come nella fig. b tav. LIII. Servono questi monaci per sostenere col mezzo di staffe la catena in due punti equidistanti dai punti di appoggio. Un terzo monaco *n* serve di appoggio alle

estremità superiori dei puntoni e sostiene la controcatena nel punto di mezzo, come nel tipo di capriata della fig. 515 *a* ed a sostenere anche la catena nel suo punto medio. Quest'ultimo collegamento, non potendosi il monaco centrale prolungare al di sotto della controcatena, si effettua mediante due morse di legname che costituiscono il monaco e comprendono ad un tempo la controcatena e la catena (fig. 518). Le altre unioni in questa incavallatura del resto non differiscono da quelle descritte per le capriate analoghe di minore portata. Anche la catena, non potendosi fare di un sol pezzo, si farà in 2 o in 3 pezzi,

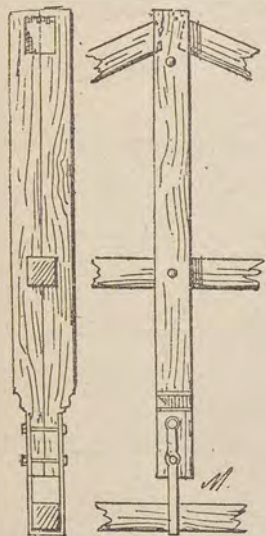


Fig. 518.

facendo capitare le congiunzioni nei punti in cui essa è sospesa ai monaci. Tali collegamenti si fanno a zig-zag coll'introduzione di una o di due biette e con fasciature di nastro di ferro come indica la fig. 6, tav. LIII e figg. 8-11, tav. XXXIII, vol. I.

Nella fig. 3, tav. LIII, si ha finalmente la rappresentazione del rinforzo che si pratica sul collegamento del monaco coi puntoni e del monaco col puntone e la controcatena per mezzo di una grappa di ferro della forma di un T conficcata con le

sue tre punte ed inchiodata. Nella stessa fig. 3 si ha anche la vista della staffa di ferro con cui si effettua la sospensione della controcatena.

Diamo infine nella fig. 2, tav. LIII, la veduta prospettica di un tetto composto con capriate e con arcarecci orizzontali e sovrapposta piccola armatura di listelli e tavole.

Evidentemente le incavallature, che abbiamo sopra indicate per la costruzione dei tetti con arcarecci, possono servire anche per costruire i tetti a travetti inclinati; basterà a tal uopo disporre sul dorso delle incavallature un corrente di radice, uno di colmo ed uno o due intermedi sui quali si appoggiano i puntoni secondari. Questi, coll'aggiunta di pezzi ausiliari potranno anche disporsi rialzati per rispetto ai principali, di maniera da dare luogo ad uno spazio sottotetto più vasto.

Nella fig. 519 si trovano riprodotte alcune di queste incavallature adottate per la costruzione di si-

mili tetti, nella fig. 519 *c* si ha la capriata ad un solo monaco ed un solo corrente intermedio mantenuto dalla controcatena costituita da due morse inchiodate al monaco, ai puntoni ed ai travetti del tetto. La catena è sospesa nel mezzo dal monaco e

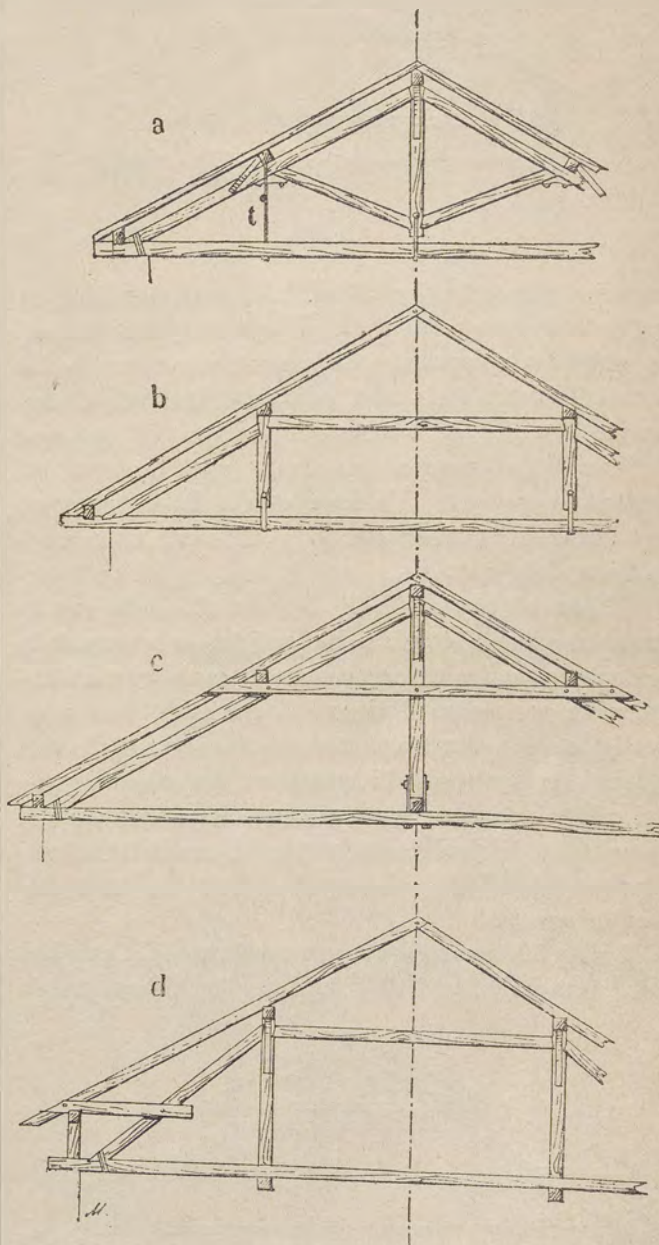


Fig. 519.

tra questo e la catena è disposta una trave orizzontale longitudinale che serve per l'analoga sospensione delle catene secondarie. Il pavimento del solaio del sottotetto riesce così interrotto lungo la linea mediana longitudinale; ciò riesce utile quando l'am-

biente sottotetto va diviso in mezzo; nel caso contrario, perchè il pavimento non riesca deturpato, le travi longitudinali di sostegno delle catene secondarie si potranno disporre sotto le catene, anzichè

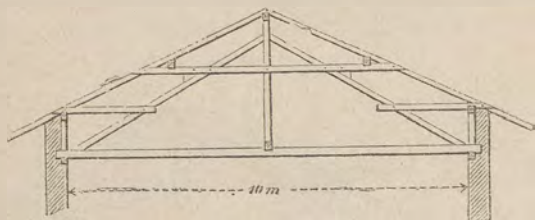


Fig. 520.

sopra, come nella fig. 519 *d*. L'incavallatura rappresentata in questa figura è di quelle a due monaci e quindi la sospensione della catena avviene in due punti. Il tetto è rialzato, per cui i travetti, il corrente di radice ed i colonnelli che li sostengono sono assicurati al puntone mediante una traversa; vi manca il corrente di colmo, perchè la controcatena ed i correnti laterali stanno al di sopra della metà altezza della capriata.

L'incavallatura della fig. 519 *a* è di quelle con un monaco e due saettoni; si ha quindi sospensione della catena nel mezzo ed occorrendo in due altri punti intermedi per mezzo di tiranti di ferro *t*. Questa incavallatura è provvista di tre correnti principali rinforzati da saettoni e l'impalcatura del solaio quando vi esiste è formata con travicelli disposti secondo la lunghezza del fabbricato, per cui i cavalletti secondari sono costituiti soltanto da travetti inclinati fissati ai correnti.

La fig. 520 rappresenta una variante della capriata riportata dalla fig. 519 *c*, e si applica allora quando

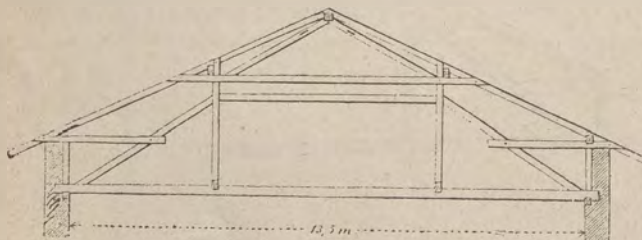


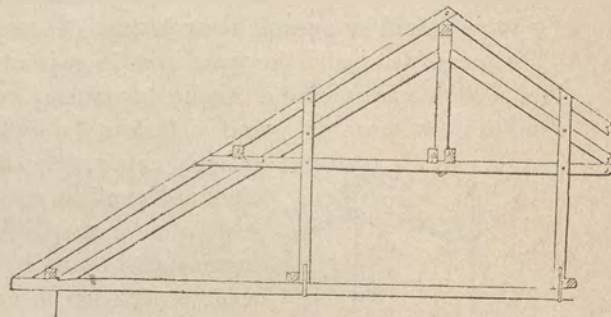
Fig. 521.

le pareti delle soffitta sono rialzate e la fig. 521 non è che la capriata a due sottopuntoni della fig. 519 *d*, quando si voglia aggiungere il corrente di colmo.

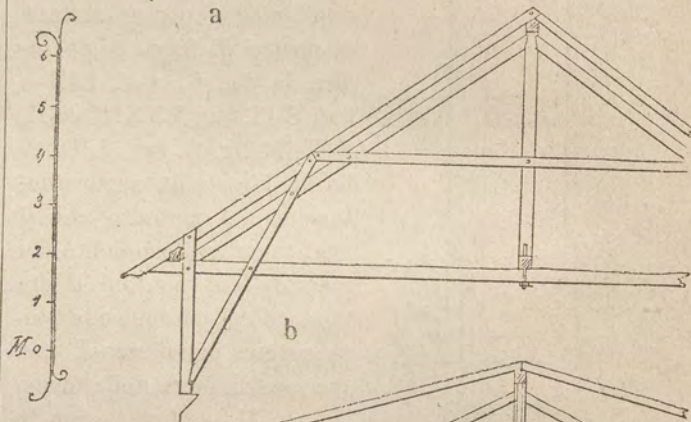
Delle incavallature analoghe rappresentate nella fig. 522 quella segnata con *a* si distingue da quella

riportata dalla fig. 519 *c*, perchè il monaco centrale non scende fino alla catena ma solo fino alla controcatena che sostiene nel punto medio; a sostegno della catena si hanno invece due ometti laterali binati a fascia. In questa incavallatura si possono collocare uno o due correnti intermedi per parte.

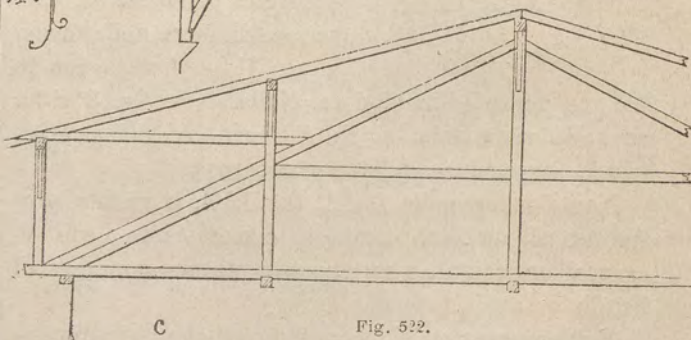
A sostegno della catena in luogo dei due ometti



a



b



c

Fig. 522.

si possono applicare nella medesima incavallatura (fig. 522 *b*) due saettoni inclinati, appoggiandoli con l'estremità inferiore alle pareti od alle colonne di sostegno della capriata.

L'incavallatura della fig. 523 *a* ha i puntoni rinforzati da sottopuntoni e due correnti intermedi sopra ciascun puntone; la fig. 522 *c* rappresenta la medesima incavallatura quando le pareti delle soffitta sono molto rialzate. I collegamenti longitudinali di queste incavallature si praticano per mezzo dei correnti e per mezzo di due filagne accoppiate abbrac-

cianti il monaco centrale nel punto in cui questo si unisce alla controcatena; dei saettoni inclinati contrastanti fra loro e tra il corrente di colmo e le filagne ne corroborano il sistema (fig. 523 b).

Nella medesima guisa con cui la catena può sostenere il palco di un solaio per il sottotetto, così

correnti sono disposti alla distanza orizzontale di 3 m. l'uno dall'altro; i monaci sono gemelli ed hanno la

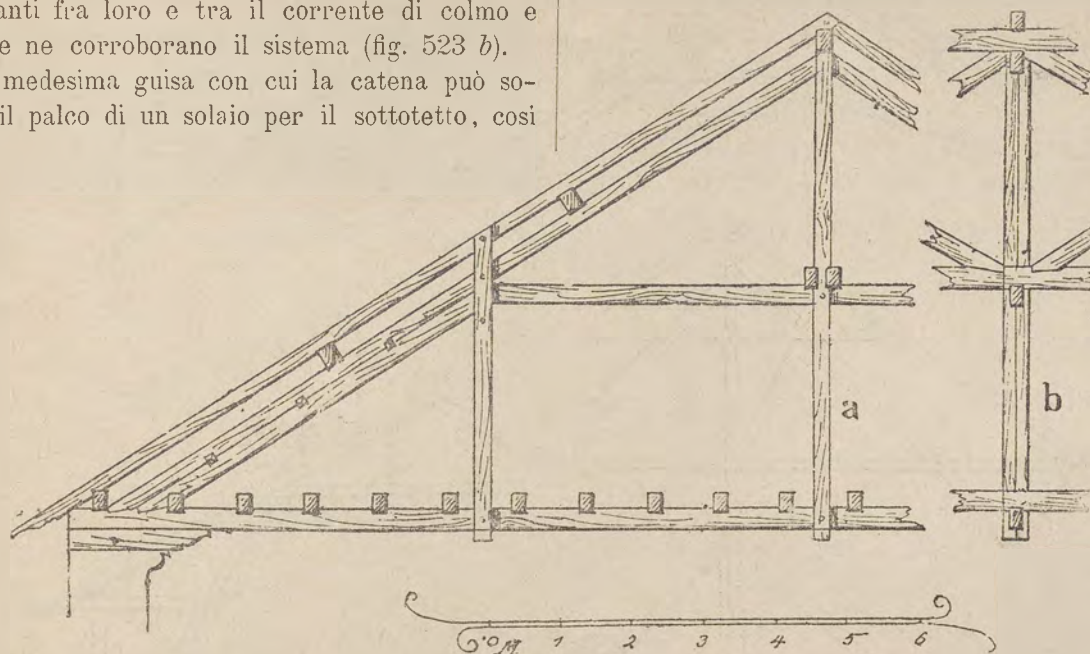


Fig. 523.

quest'impalcatura potrà fissarsi sulla controcatena anziché sulla catena, ovvero tanto sull'una che sull'altra, quando si vogliono due solai nel sottotetto, come spesso si pratica nei granai, negli edifici industriali, ecc.

Tal'altra, in luogo del solaio, con la catena si sostiene l'orditura del soffitto dell'ambiente sottostante, come si praticò durante il secolo XVI nella trasformazione delle Basiliche romane.

Il soffitto, come il solaio, potrà analogamente applicarsi alla controcatena anziché sulla catena, e quindi anche alla porzione inferiore dei puntoni. Naturalmente la parte inferiore dell'incavallatura del tetto resterà visibile dal di sotto, ma ciò non toglie che questo possa riuscire di argomento decorativo del soffitto medesimo come nell'esemplare riportato dalla fig. 1-3, tav. LIV nella quale è riprodotto il tetto applicato da Eisenlohr ad una costruzione della Cursaal in Badenweiler (1). Il tetto ha la lunghezza di m. 12,5 ed è coperto con ardesie; i

forma molto razionale, che si osserva nel Medio Evo,

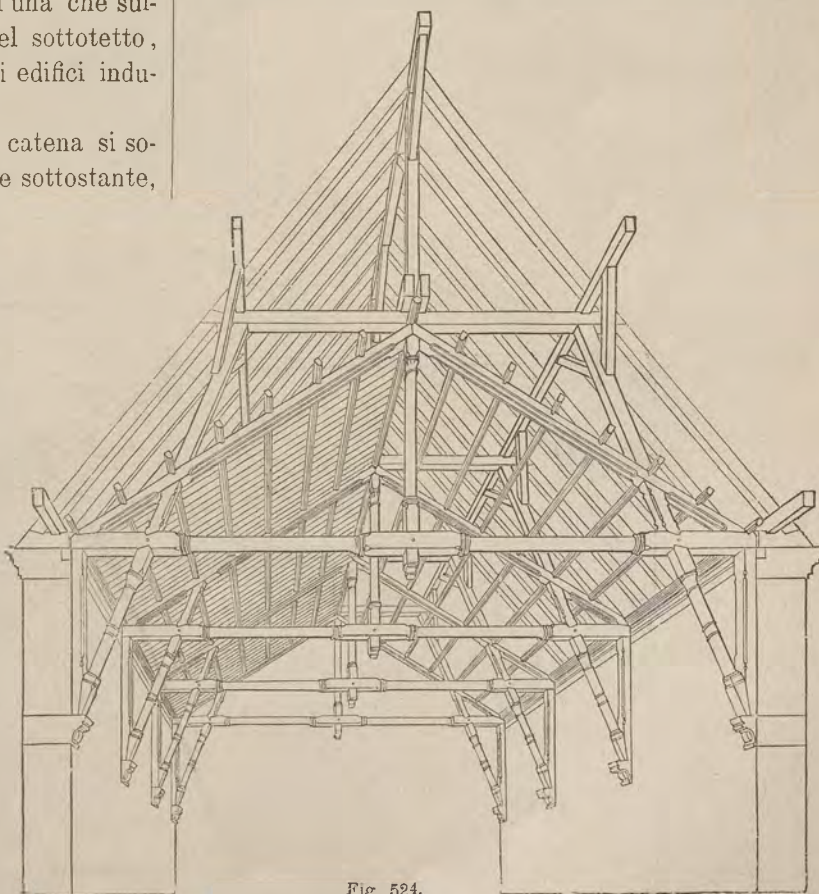


Fig. 524.

(1) Dreyman, *Die Konstruktionen in Holz*.

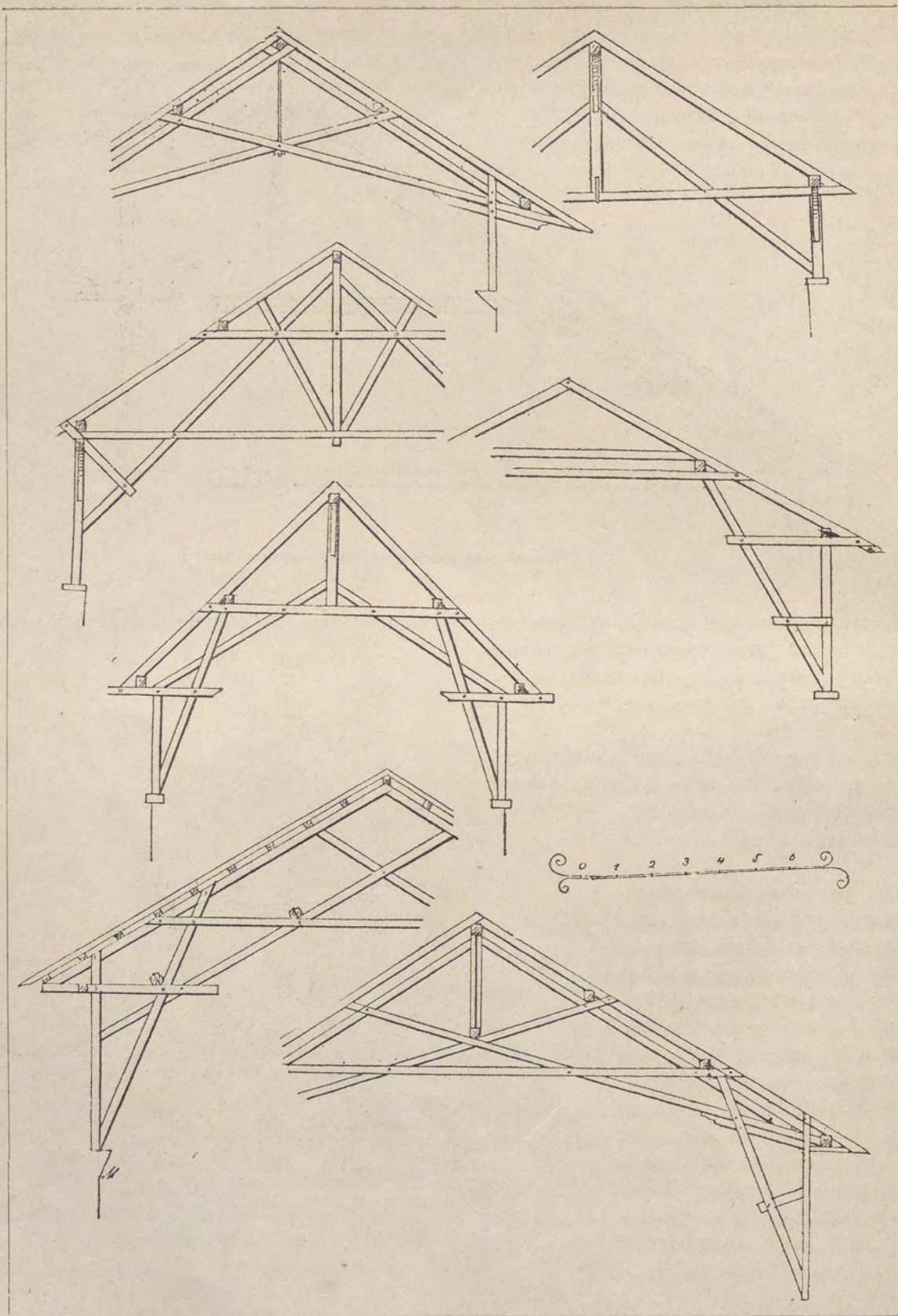


Fig. 525.

cioè conservano l'intero loro spessore in corrispondenza ai collegamenti e nei punti intermedi sono indeboliti da incisioni, giacchè sono cimentati da trazione semplice. I travetti del solaio del soffitto sono collegati a sovrapposizione completa coi travetti dell'incavallatura e si appoggiano sui correnti intermedi disposti lateralmente ai monaci per aumentare

compreso cioè tra le catene ed i puntoni e non si voglia lasciare in vista alcuna parte dell'armatura del tetto, come è praticato nell'esemplare riportato nella fig. 1-3, tav. LIV, è necessario impiegare, a sostegno delle falde del tetto, delle incavallature prive di catena e di tiranti orizzontali, per dar posto alla stabilitura del soffitto. Queste incavallature

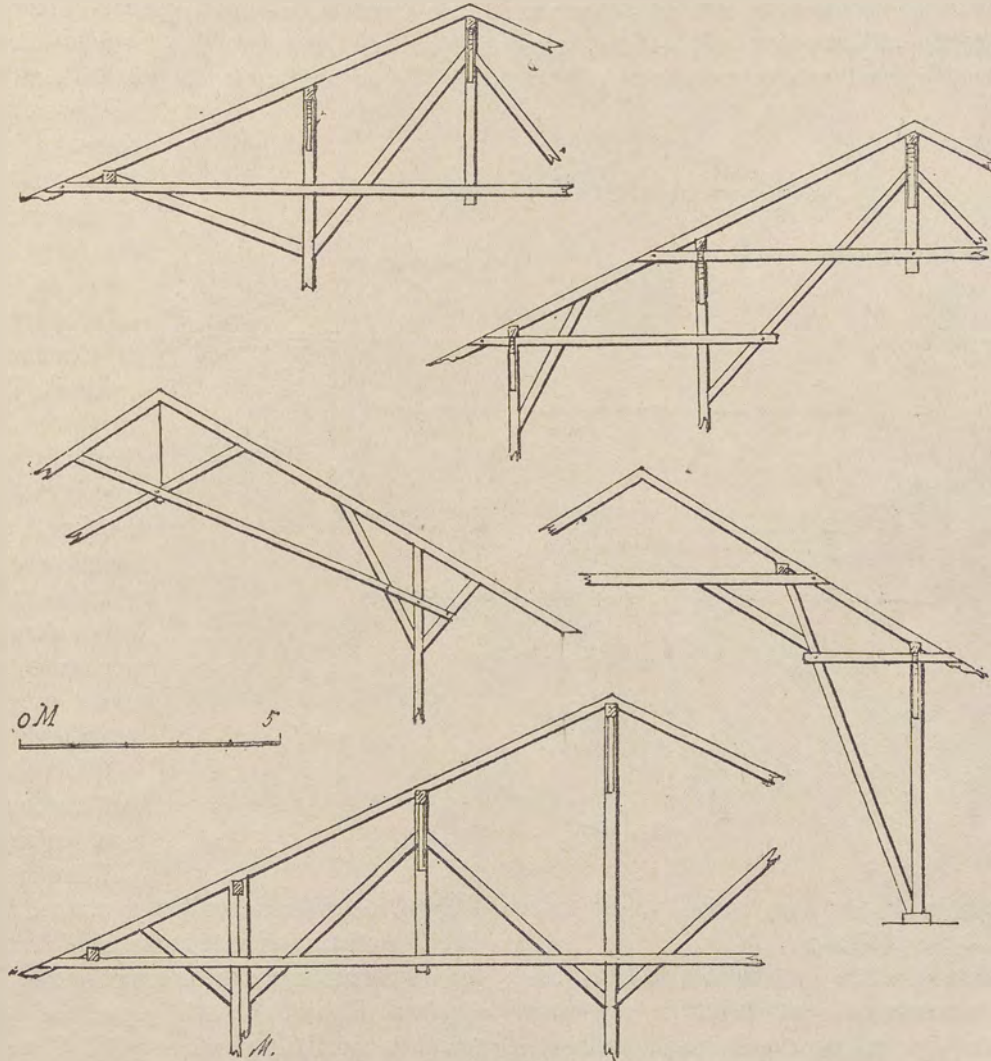


Fig. 526.

il collegamento longitudinale, come pure per le travi maestre incastrate nei monaci centrali.

Nel motivo di tetto per chiesa riportato dalla fig. 524 il soffitto in legno è applicato ai saettoni di sostegno della controcatena.

§ 3.

LE INCAVALLATURE DI LEGNO SENZA CATENA.

Allora quando l'ambiente coperto di tetto si voglia estendere fino allo spazio abbracciato dal sottotetto,

possono essere composte con legnami esclusivamente rettilinei ovvero misti, parte cioè rettilinei e parte curvilinei; in quest'ultimo caso si hanno più propriamente le *capriate centinate* di cui si dirà in seguito.

L'ufficio principale della catena che è quello di eliminare la spinta prodotta dai puntoni sui muri della fabbrica, nelle capriate senza catena è disimpegnato da altre membrature, diversamente inclinate, opportunamente collegate coi puntoni, con i monaci e coi piedritti, le quali hanno per effetto di rendere rigido

una coppia di filagne abbraccia ed è incavigliata al monaco; le altre si attaccano a quest'ultima con collegamenti in ferro a fascia. Appoggiati sopra i puntoni per un estremo e sopra i due ordini di correnti orizzontali si disposero i travetti o puntoni secondari. Analogamente si procedette per stabilire la corona circolare esterna delle falde basse.

interno della medesima, riescono tangenti all'arco direttore, per cui l'incavallatura prende la forma poligonale.

Queste capriate sono note anche col nome di incavallature di tipo Ardant, dal nome dell'ingegnere che ne studiò la proprietà dal punto di vista statico ed economico, deducendo che queste sono da preferirsi a quelle centinate a parità di volume di mate-

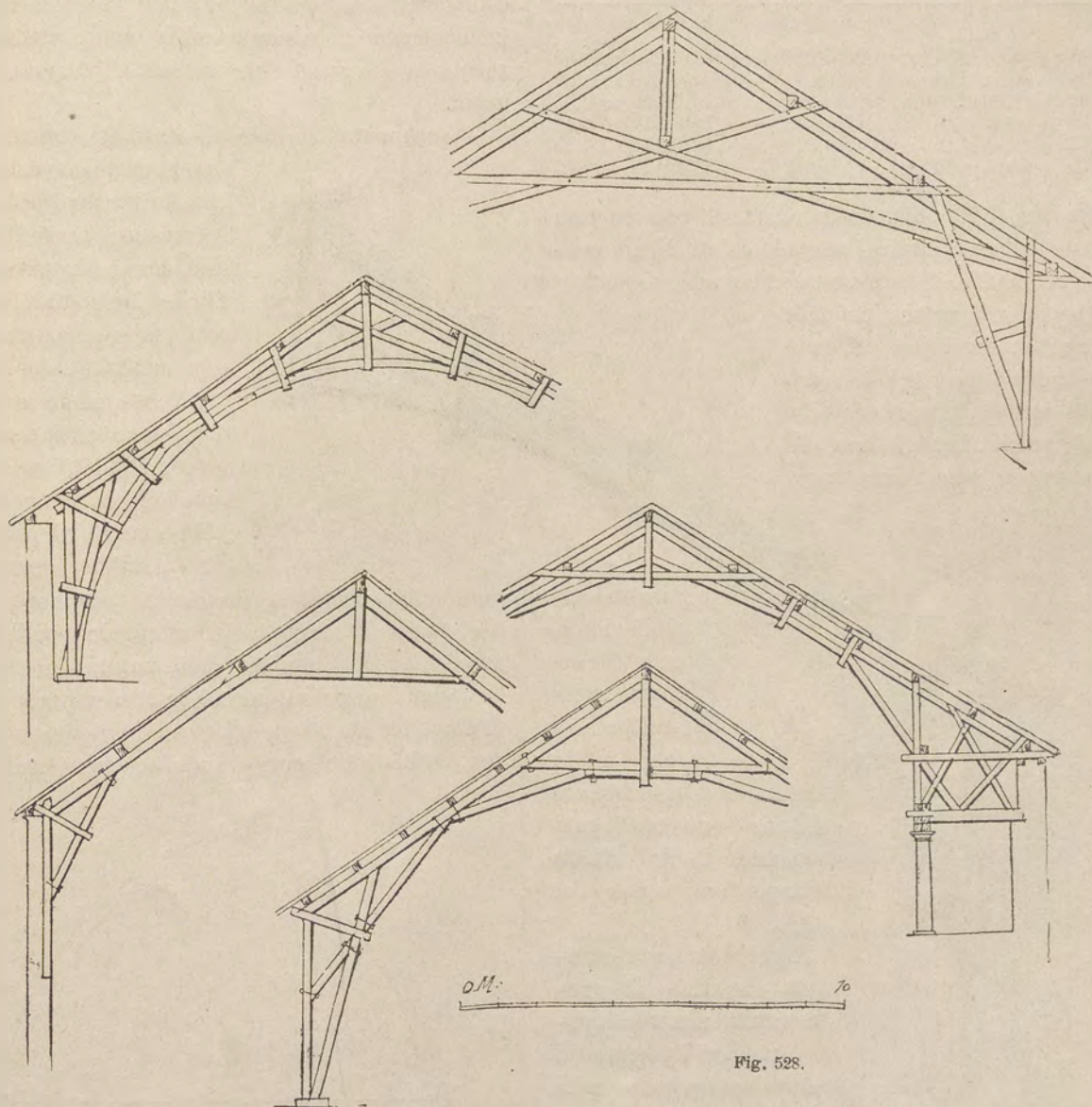


Fig. 528.

Del sistema di incavallatura senza catena fanno parte, come avanti si disse, quelle a contorno interno poligonale. In queste capriate invece di costruire il contorno interno ad arco di circolo, come nelle incavallature centinate, si prende la circonferenza solo come guida, di maniera che le diverse membrature della capriata, costituenti il contorno

riale impiegato per resistenza alla flessione e che tale resistenza può riuscire perfino quadrupla ed a parità di resistenza per l'economia sensibile di materiale.

Nella fig. 528 sono riportati alcuni esempi di incavallature di sistema poligonale per le quali lo stesso Ardant suggerisce la seguente tabella per le dimensioni delle membrature principali, nell'ipotesi che l'al-

tezza del tetto stia alla corda come 1:3 e che i puntoni siano caricati di un peso eguale a 300 kg. per ogni metro di proiezione orizzontale.

largo in m.	Sezione in metri							
	del puntone		del sotto puntone e del tirante		di ciascuno dei pezzi di cui consta il puntone AB (fig. 529)		della gamba di rinforzo	
	larg.	alt.	larg.	alt.	larg.	alt.	larg.	alt.
24	0,20	per 0,25	0,20	per 0,20	0,125	per 0,25	0,20	per 0,25
22	0,20	» 0,22	0,20	» 0,20	0,125	» 0,22	0,20	» 0,25
20	0,20	» 0,20	0,20	» 0,20	0,125	» 0,20	0,20	» 0,15
18	0,15	» 0,20	0,15	» 0,20	0,125	» 0,18	0,15	» 0,15
16	0,15	» 0,18	0,15	» 0,15	0,120	» 0,16	0,15	» 0,15
14	0,15	» 0,15	0,15	» 0,15	0,120	» 0,15	0,15	» 0,15

Nella fig. 529 abbiamo la vista di una centina composta di pezzi disposti secondo i lati di un poligono, prolungati superiormente per modo da riuscire di sostegno ai puntoni inclinati. Gli angoli interni del poligono sono riempiti con travi di legno tagliate secondo un arco di circolo, le quali oltre a dare alle centine la opportuna curvatura,

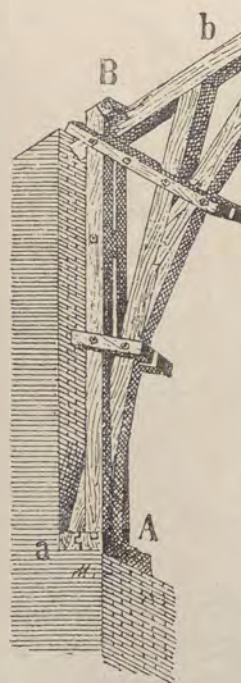


Fig. 529.

hanno lo scopo di rinforzare l'intelaiatura poligonale. Anche qui la centina e il sovrapposto puntone sono collegati mediante fascie binate disposte nel senso dei raggi.

Riguardo alla costruzione materiale di queste incavallature composte, non vi è niente da osservare rispetto a quella delle incavallature semplici, solo che bisogna possibilmente evitare nelle unioni dei pezzi l'usanza di tagliarli fino a metà

Queste incavallature possono essere a contorno curvilineo soltanto nell'estradosso o nell'intradosso, ovvero in entrambi questi profili. Quest'ultimo tipo di capriata è usato sovente per la costruzione di quelle cupole di legname nelle quali si vuole utilizzare tutto lo spazio che sta sotto l'armatura della cupola.

Generalmente le capriate centinate hanno l'estradosso rettilineo e danno luogo a tetti a due falde piane. A tale scopo la centina porta sul dorso un travicello rettilineo inclinato (puntone), sul quale si appoggia la piccola armatura del tetto.

Allora quando le centine sopportano direttamente la copertura del tetto, come nelle cupole e nei tetti a falde curve, all'estradosso delle centine dovrà asse-

gnarsi una curvatura tale che la tangente in qualsiasi punto sia inclinata di un angolo eguale o maggiore di quello ammesso dalla natura del materiale di coperta impiegato, perchè in nessun punto si abbia il ristagno delle acque piovane. Per questa ragione per i tetti a falde curve si suole scegliere come curva

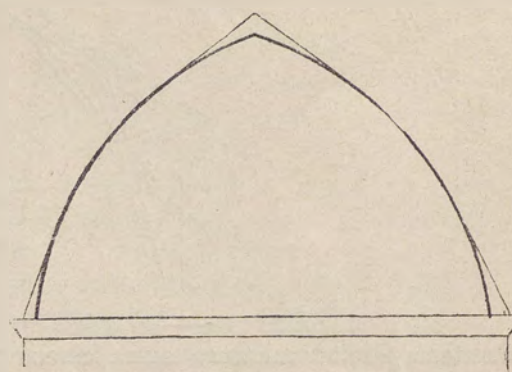


Fig. 530.

direttrice dell'estradosso quella dell'arco acuto, e se non si vuole adottare questa curva, basterà nelle capriate a pieno centro o a sesto ribassato, aggiungere un pezzo di tavola, come schematicamente indica la fig. 530, per formare un colmo più inclinato, perchè

è sul colmo dei tetti a pieno centro od o sesto ribassato che si verificherebbe il sopraccennato inconveniente.

Le centine si costruiscono con tavole di spessore e numero variabile, disposte di costa ovvero di piatto.

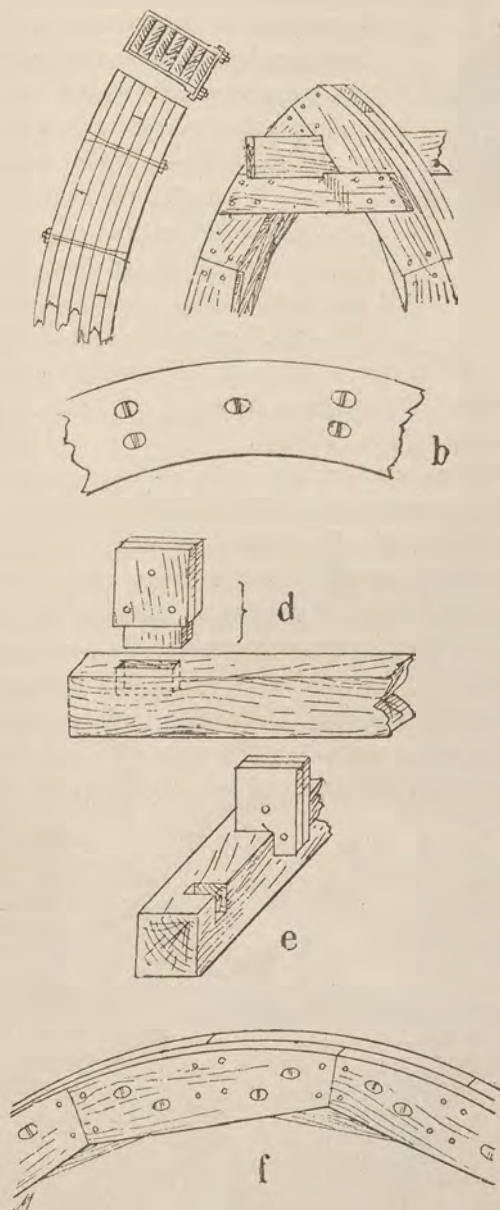


Fig. 531.

Le centine con tavole di costa (fig. 531 f) sono chiamate centine alla Delorme, dal nome dell'inventore, morto nell'anno 1577, e consistono in tavole, per lo più di eguale lunghezza, tagliate secondo la curvatura richiesta da una parte o da entrambi i profili ed inchiodate con la loro faccia verticale a due o più strati nella maniera indicata dalla figura,

avendo cura che le giunture trasversali delle tavole normali alla curva, riescano alternate in ciascuno strato nelle centine a due strati, nelle centine a tre o più strati che le giunture riescano sfalsate di maniera che in una stessa sezione trasversale delle centine non capiti più di una giuntura.

Si uniscono le tavole in queste centine per mezzo di chiodi ribaditi e con perni di legno strettamente serrati con piccoli cunei (fig. 531 b) e le tavole si lasciano gregge per meglio aderire fra di loro e

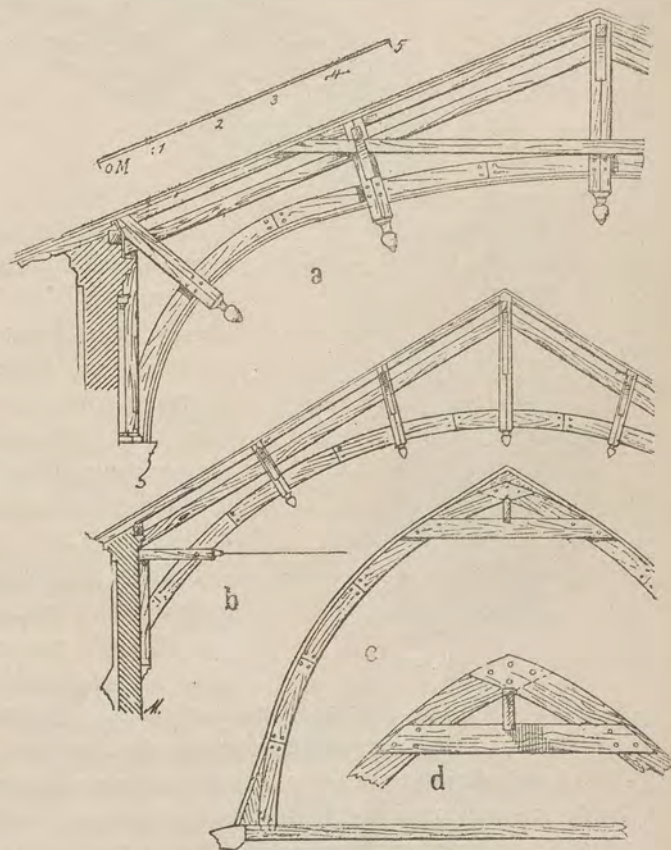


Fig. 532.

soltanto in casi speciali se ne piallano le facce esterne.

Una centina ad arco acuto si costruisce unendo due centine circolari. Il collegamento al colmo, quando la centina consta di due soli strati di tavole, si pratica a metà grossezza, e con incastro a mortisa quando la centina è costruita con 3 strati di tavole, come si vede praticato nella fig. 531 c. Si rinforza tale collegamento con una tavola trasversale inchiodata a guisa di traversa o controcattina alle due centine ed il collegamento longitudinale delle centine al colmo si effettua per mezzo di una tavola longitudinale incastrata per pochi centimetri alla traversa ed alla

centina nel colmo, come si rileva dalla fig. 531 *c* e fig. 532 *d*. Così alla radice la centina si unisce alla catena per mezzo di incastro a maschio e femmina. (ridotto il maschio di 2 a 3 cm. di spessore, fig. 531 *d*) e se in sostituzione della catena si abbia un corrente di radice, si praticherà un incastro parziale come dimostra la fig. 531 *e*.

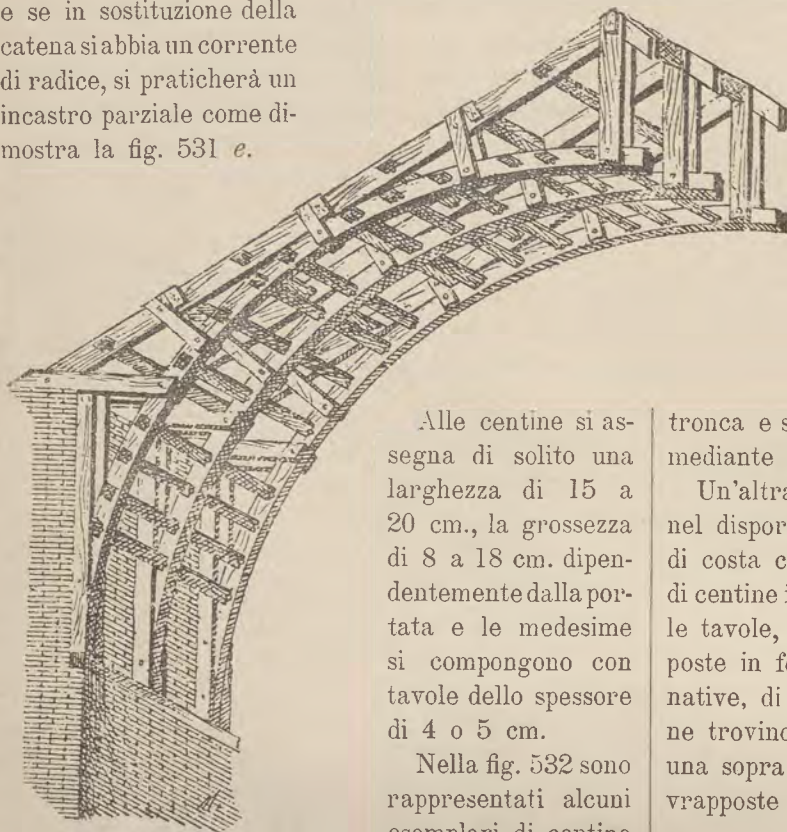


Fig. 533.

fig. 532 *b* si ha una incavallatura centinata per tetto a sesto ribassato, necessariamente munito di catene in ferro per eliminare la forte spinta che essa eserciterebbe sugli appoggi, se avesse liberi gli estremi, nella fig. 532 *c* si ha una analogacentina per un tetto a falde curve a sesto acuto; nella fig. 532 *a* si ha una centina a sesto ellittico e nella fig. 533 una centina rivestita esteriormente di legnami diritti per un tetto a due falde piane con intradosso cilindrico. Da questa figura si rileva chiaramente l'orditura di un tetto di tal genere. Le incavallature sono situate ad una distanza di circa m. 1,50 l'una dall'altra e ciascuna di esse porta sul dorso due puntone rettilinei costituiti con strati di tavole sovrapposte come le centine, i quali individuano le falde piane del tetto. Le centine sono unite ai sovrapposti puntone mediante fascie di legno binate abbraccianti puntone e centine, inchiodate e disposte nel senso radiale ed il consolidamento delle varie incavallature fra loro è ottenuto mediante ta-

vole di legno, le quali attraversando due o più capriate nelle loro principali membrature (puntone e centine), le congiungono a mezzo di biette. Si avrà cura nella costruzione di queste incavallature di far coincidere le commessure delle tavole di collegamento in centine alternative.

Le capriate centinate del sistema Delorme si possono impiegare come incavallature principali in un tetto a correnti. Nella fig. 534 è rappresentata una di queste incavallature nella quale il collegamento del puntone con la centina è fatto a mezzo di un monaco binato, di una catena tronca sulla cui estremità si incastra il puntone e di due ritti binati che abbracciano il puntone e la catena

tronca e si appoggiano al muro, al quale si uniscono mediante chiavi di ferro.

Un'altra maniera di costruire le centine consiste nel disporre le tavole di piatto (fig. 531 *a*) anziché di costa come nelle centine Delorme. In questo tipo di centine ideato dal colonnello Emy, verso l'anno 1825 le tavole, lunghe il più che sia possibile, sono sovrapposte in foglio, con le commessure trasversali alternative, di maniera che in una stessa sezione non se ne trovino mai due. Le tavole si incurvano una ad una sopra apposito modello e quindi dopo averle sovrapposte si serrano con viti e con staffe di ferro.

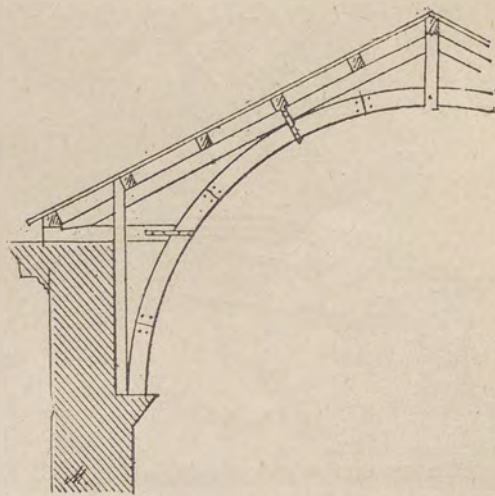


Fig. 534.

Le centinature di tavole costrutte col metodo dell'Emy bene si prestano per grandi portate, riescono però molto costose e poichè le tavole tendono a riacquistare la primitiva posizione, raddrizzandosi, eser-

citano anche per questo fatto una forte spinta sui muri, per cui sono necessarie delle opere speciali negli appoggi. Così, ad esempio, converrà sempre munire queste centine di una catena di ferro, allora quando non si debba usufruire di tutto lo spazio libero coperto dal tetto.

Nella fig. 535 è rappresentata la capriata centinata che lo stesso Emy fece

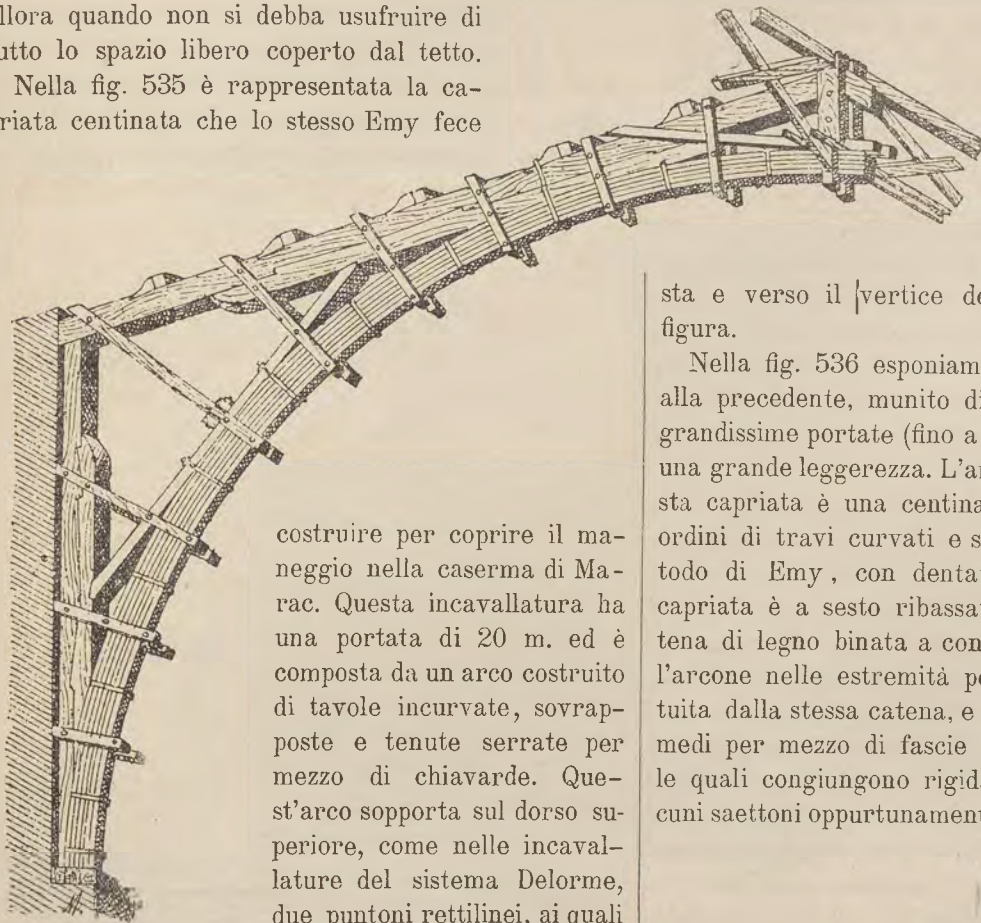


Fig. 535.

costruire per coprire il maneggio nella caserma di Marac. Questa incavallatura ha una portata di 20 m. ed è composta da un arco costruito di tavole incurvate, sovrapposte e tenute serrate per mezzo di chiavarde. Quest'arco sopporta sul dorso superiore, come nelle incavallature del sistema Delorme, due puntoni rettilinei, ai quali è collegato mediante fascie

binate di legno, inchiodate e disposte nel senso radiale.

Il numero delle tavole che fan parte dell'arco è variabile secondo le altezze. Dal piede fino

grosso m. 0,055 e largo m. 0,13. Le assi esterne dell'arco si fanno di quercia, la quale si può incurvare facilmente ed è anche abbastanza dura, perchè si possano stringere bene le viti, senza che abbiano a penetrare nel legno.

Il consolidamento delle varie centinature fra loro è fatto mediante gli arcarecci ed altre membrature orizzontali e verticali, situate verso l'impo-

sta e verso il vertice dell'arco, come rilevasi in figura.

Nella fig. 536 esponiamo un tipo di capriata simile alla precedente, munito di catena, che si adatta per grandissime portate (fino a 80 m.), riserbando sempre una grande leggerezza. L'armatura principale di questa capriata è una centina ad arco costruita con tre ordini di travi curvati e sovrapposti, secondo il metodo di Emy, con dentature e chiavarde. Questa capriata è a sesto ribassato e quindi è munita di catena di legno binata a contatto, che è collegata all'arcone nelle estremità per mezzo di morsa costituita dalla stessa catena, e in punti equidistanti intermedi per mezzo di fascie doppie di tavole verticali, le quali congiungono rigidamente le due travi. Alcuni saettoni opportunamente inclinati contrastanti fra

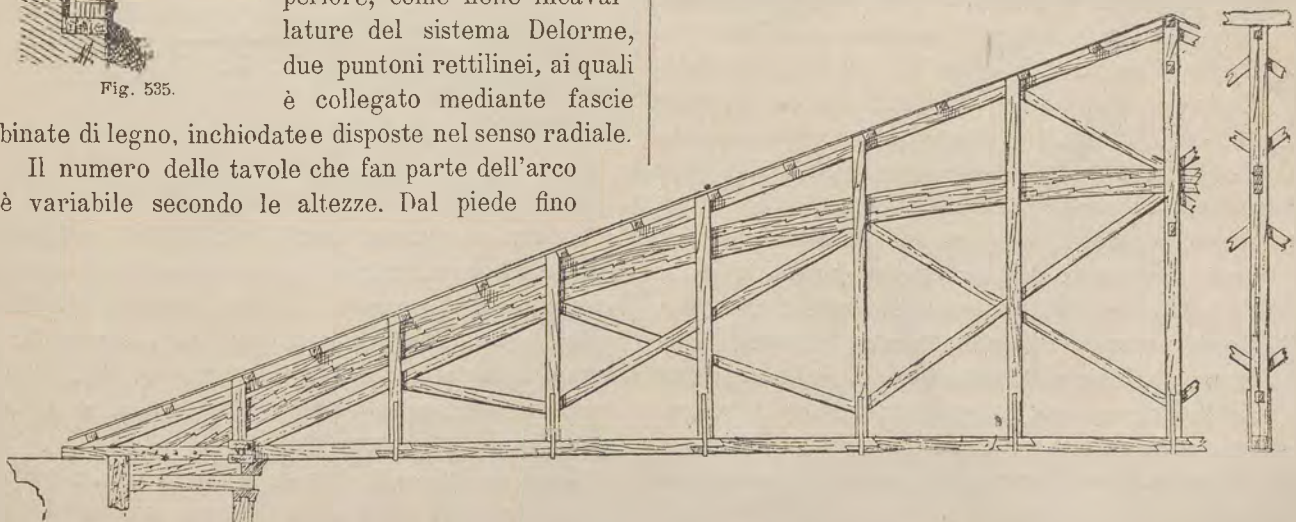


Fig. 536.

alla prima morsa, ossia finchè l'arco è unito con lo stilo, i corsi di tavole sovrapposte sono 7, quindi diventano 8; dalla settima fascia in su sono 6 e 5 dalla nona fascia al vertice; ciascuno strato di tavole è

le doppie fascie di tavole concorrono a rendere ancora più solido il sistema. Se l'incavallatura è destinata a sostenere un tetto a due falde piane, la centina porterà sul dorso due puntoni rettilinei, i quali

si collegano all'arcone, prolungando fino a loro le doppie fascie di tavole che congiungono la catena alle centine. Il consolidamento delle centine fra loro è fatto per mezzo degli arcarecci e per mezzo di membrature trasversali disposte a croce di S. Andrea nel centro della capriata, come si rileva dalla sezione annessa alla figura.

§ 5.

I TETTI PER LE CHIESE.

Per coprire le grandi navate delle chiese, specialmente in quelle costrutte nel Medio Evo, si adoperarono dei cavalletti di legname per lo più rialzati, ad elementi rettilinei provvisti di catena od anche senza, e talora ad elementi rettilinei misti con elementi curvilinei o centinati ed in questo caso quasi sempre provvisti di catena.

Nelle chiese ad una sola navata i cavalletti che entrano a far parte della orditura del tetto si appoggiano con le loro estremità sui muri perimetrali della navata, in quelle a tre navate alcuni dei loro elementi si fanno riposare anche sui muri longitudinali intermedi che dividono le navate fra loro ed anzi non è raro il caso, specialmente quando la navata centrale si eleva al di sopra delle due laterali, che si abbia un tetto a due falde che copre questa navata e due tetti a leggìo o ad una falda che coprono le navate laterali; in ogni caso questi tetti sono sempre a due pioventi continui, di cui l'angolo di inclinazione varia secondo lo stile della chiesa.

Le armature provviste di catena possono rimanere visibili dal di sotto; in questo caso, per quanto raro, tutti gli elementi che costituiscono l'orditura del tetto subiscono un certo grado di lavorazione più o meno elevata, secondo le esigenze estetiche della chiesa; generalmente però tali armature restano nascoste dalle vòlte che limitano superiormente la navata.

Le armature senza catena hanno lo scopo di poter utilizzare lo spazio del sotto tetto che viene aggiunto a quello della navata. In questo caso l'armatura deve essere composta in maniera da prestarsi ad accogliere un rivestimento di tavola che serve a individuare il soffitto.

Lo stesso si dica allorquando si vuole che la navata occupi in parte lo spazio di un sottotetto di cui l'armatura sia provvista di catena; una parte dell'armatura resta in vista al di sotto del soffitto ed allora sarà necessario aggiungere apposite membra-

ture all'armatura o combinare quelle dell'armatura medesima, come è stato praticato nell'esemplare della fig. 536, di maniera che vi si possa adattare un soffitto di tavole che limiti superiormente la navata.

Nelle costruzioni moderne i cavalletti senza catena si costruiscono preferibilmente con elementi di struttura mista, di legno cioè e di ferro; di queste capriate però ci occuperemo nel seguente capitolo.

Diamo pertanto alcuni esemplari che valgono ad illustrare le varie maniere di costruire un tetto adatto

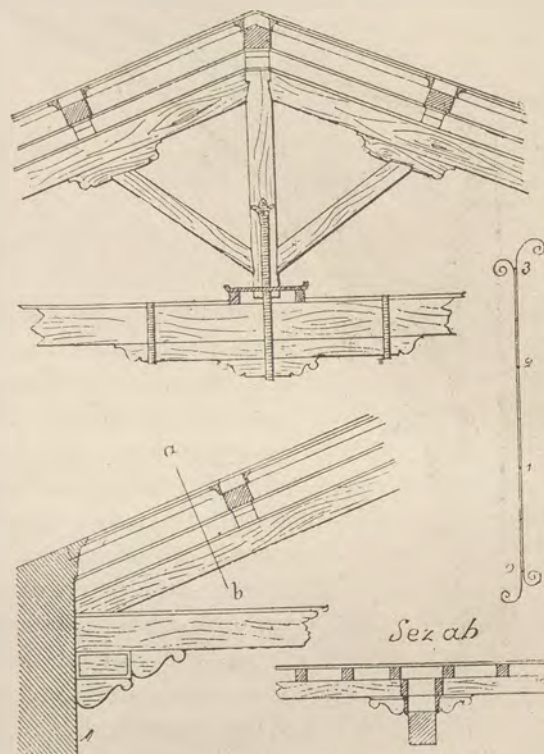


Fig. 537.

a coprire una chiesa. Questi esempi sono stati scelti fra quelli che offrono nella loro costruzione una cura speciale nei collegamenti, sia longitudinali che trasversali, di maniera che le falde non possano facilmente disstaccarsi, condizione questa precipua, perchè questi tetti riescono quasi sempre isolati e quindi molto esposti all'azione del vento.

Come tipo di tetto che copre una sola navata, avente in vista dal di sotto l'intera sua armatura, riportiamo nella fig. 537 alcuni particolari caratteristici delle incavallature della basilica di S. Miniato in Firenze (1). La catena nel mezzo è rinforzata da

(1) Breymann, *Die Konstruktionen in Holz*.

un breve tratto di sottocatena, ed alle estremità da mensole. In modo analogo sono sostenuti i puntoni

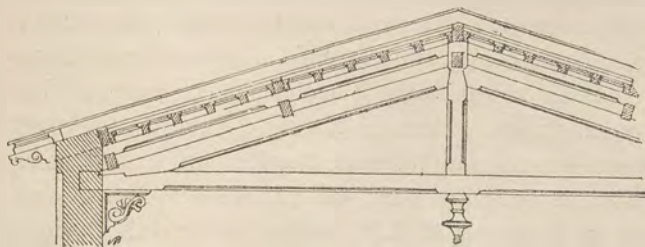


Fig. 538.

dai raggi che si diramano dal monaco, come pure gli arcarecci dai puntoni, a cui si trasmette la pressione dei primi, mediante mensole. L'orditura è co-

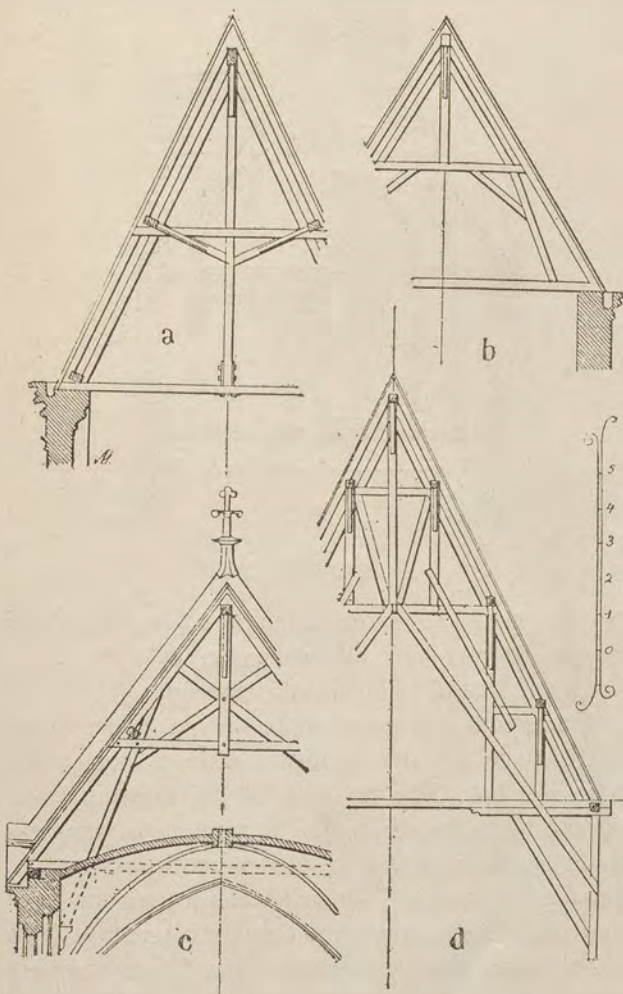


Fig. 539.

stituita dagli arcarecci, che, formando dei riparti oblungi, compresi fra le incavallature, portano un impalcato di travicelli distanti m. 0,45 fra loro e

sorreggente un tavolato. Quest'impalcato, insieme coi listelli disposti lungo i fianchi degli arcarecci, viene a formare un sistema di cassette rettangolari, che coi sottostanti riparti racchiusi fra gli arcarecci costituisce un solaio a tetto.

In modo simile Stuler ha costruito il tetto della Friedenskirche in Sansouci, largasolo 10 m. (fig. 538), con la sola differenza che per considerazioni estetiche ha disposto un doppio puntone per parte, di cui lo spazio intermedio è occupato dallo spessore degli arcarecci. Il puntone superiore più sottile sostiene direttamente il palco del soffitto a cassette, riccamente decorato. Questo palco è indipendente dalla impalcatura di tavole che sostiene la copertura, allo scopo di proteggere il soffitto dalle intemperie.

Nella fig. 539 a, b, c, d sono raggruppati alcuni

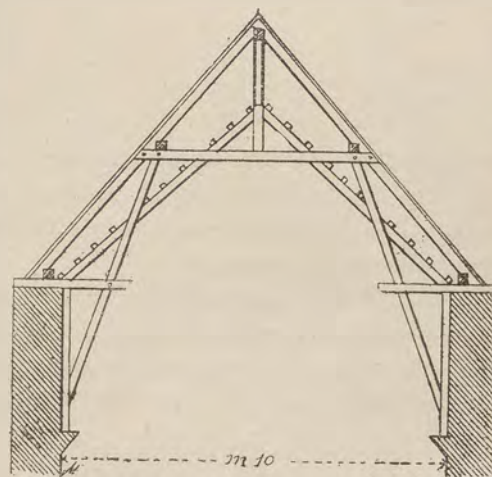


Fig. 540.

esemplari di cavalletti rialzati per chiese ad elementi esclusivamente rettilinei, provvisti di catena, la quale elimina la spinta dei puntoni destinati a rimanere coperti dalle vòlte della navata.

La costruzione di questi cavalletti risulta chiara dalla sola figura; facciamo semplicemente osservare, per maggiore intelligenza, che nella fig. 539 c, il monaco binato termina appena sotto la controcatena e che la catena pure binata è sostenuta in sua vece nel punto intermedio dagli archi trasversali della navata, che separano le campate della vòlta. Gli arcarecci intermedi sono sostenuti dalla controcatena pure doppia e da un saettone che abbracciato dalla catena e dalla controcatena finisce coll'estremità superiore contro il puntone e coll'estremità inferiore si appoggia sopra una mensola di pietra. All'opposto, nella

fig. 540 si ha una analoga incavallatura sprovvista di catena, di cui la spinta dei puntoni viene eliminata dai saettoni e dalla controcatena, che col pun-

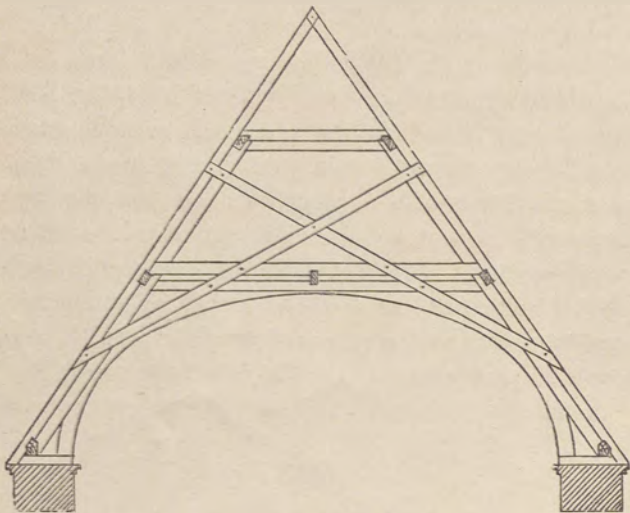


Fig. 541.

tone e sottopuntone forma un sistema rigido. Nella fig. 541 sono invece le croci di S. Andrea che eliminano la spinta, abbracciando rigidamente puntoni, sottopuntoni e controcatene.

La fig. 542 riporta un esempio di cavalletto ad elementi misti, rettilinei e centinati, provvisto di catena, che ne elimina la spinta, rimanendo necessariamente in vista con parte del monaco qualora il soffitto sia

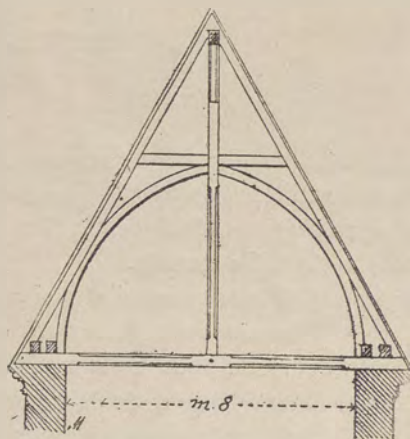


Fig. 542.

attaccato alla centina. E nella fig. 543 la catena di legno è sostituita da una catena di ferro, in un cavalletto analogo che copre una piccola chiesa di Helba presso Meiningen.

Nelle figg. 544-45 sono rappresentate due incaval-

lature per chiese a tre navate, coperte da volta. Nel primo di questi grandi cavalletti, che è quello che copre la chiesa di S. Elisabetta in Basilea, si ha un solo monaco e due controcatene doppie destinate a sostenere con le loro estremità i due arcarecci intermedi ed abbracciano il monaco ed i puntoni. Per mezzo di due colonnelli laterali parte del peso del tetto gravita sui due muri longitudinali, che dividono le tre navate fra loro, ed allo stesso scopo serve anche la coppia di falsi puntoni intermedi, i quali offrono anche un punto di appoggio alla controcatena inferiore in punti equidistanti dal centro. Per impedire la deformazione del tetto nel senso longitudinale, gli arcarecci sono collegati ai puntoni an-



Fig. 543.

che per mezzo di saette inclinate e due coppie di correnti longitudinali abbracciano e collegano le catene e gli ometti delle diverse capriate.

Eguale si è provveduto per la deformazione longitudinale nel tipo di tetto simile a due grandi falde riportato dalla fig. 545. Quivi ciascuna falda essendo larga ben 15 metri, il puntone si appoggia in due punti intermedi a due correnti sostenuti dai colonnelli verticali. I due ritti che sostengono i correnti inferiori si appoggiano sulla catena, la quale nei medesimi punti è sostenuta dai 2 muri longitudinali, che dividono le navate tra loro, e i ritti che sostengono la seconda controcatena con i due correnti superiori, sono sostenuti dalla controcatena inferiore, sostenuta alla sua volta dalla coppia di ritti mentovata in precedenza. Il tutto poi è rinforzato

mediante due falsi puntoni binati e da due saette che rendono rigido tutto il sistema nel senso trasversale del tetto, mentre per le deformazioni longitudinali provvedono le saette di cui sono provvi-

sono diversamente composti. Le figure essendo sufficientemente chiare riteniamo superflua ogni ulteriore descrizione; diremo soltanto che l'impalcatura del soffitto appoggiato ai falsi puntoni in questi tetti

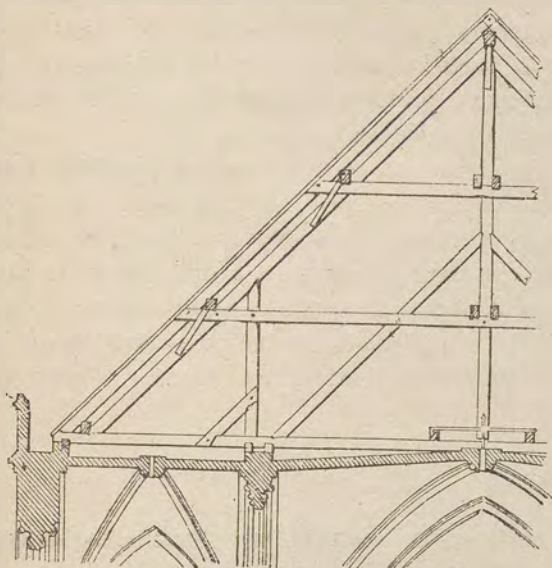


Fig. 544.

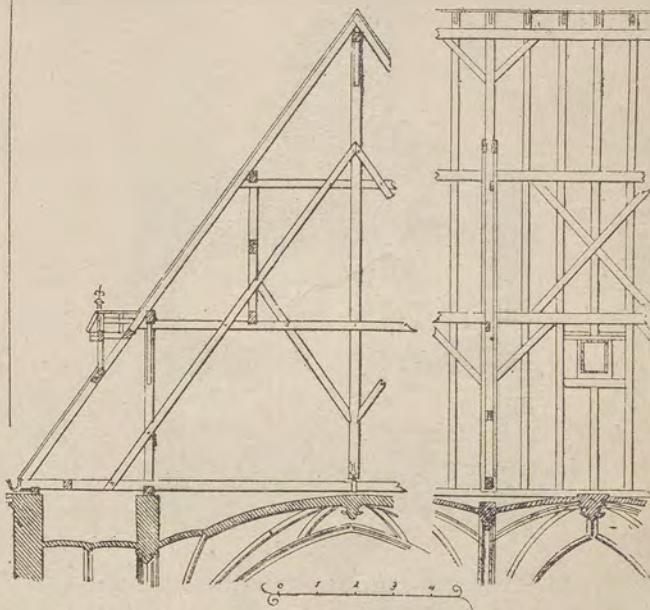


Fig. 545.

sti i correnti e le croci di S. Andrea, intercalate tra i correnti intermedi superiori e le controcatene inferiori, nella maniera meglio indicata dalla sezione longitudinale.

Nelle figg. 540-541 sono rappresentati alcuni tipi di cavalletti per chiese in cui la navata occupa anche una parte dello spazio abbracciato dal sottotetto; un tipo analogo di tetto, come abbiamo visto, è stato riportato nella fig. 524. Quivi il soffitto della navata è sostenuto da due falsi puntoni che servono a sostenere la controcatena nel suo punto medio. La catena, il monaco e la coppia di saette che sostengono la controcatena nei punti estremi, appoggiandosi sopra mensole con la loro estremità inferiore, formano un tutto rigido con la catena, i falsi puntoni e la controcatena e restano in buona parte in vista al di sotto del soffitto, epperò sono convenientemente sagomati per soddisfare all'estetica.

Nei tipi di cavalletti riportati dalle figg. 546-47 si hanno due soffitti simili a quello della fig. 524, ora descritto, in cui però i cavalletti che li sostengono

è generalmente costituita da un ordine di travetti rivestito di tavole lavorate solamente nei giunti ovvero in tutta la loro superficie, secondo un disegno prestabilito; in particolare nel tetto della fig. 547 non si ha la catena che elimina la spinta delle

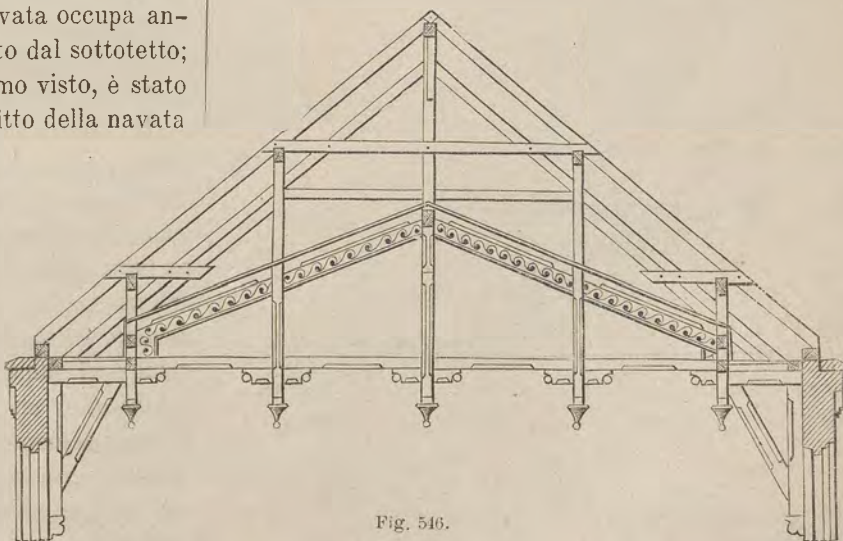


Fig. 546.

due falde ed in sua vece si hanno delle croci di S. Andrea che ad un tempo sostengono il soffitto e suppliscono nel loro effetto alla mancanza della catena.

Infine i tetti riportati nelle figg. 548-549 si compongono di incavallature ad elementi rettilinei provviste di catena di ferro che attraversando il soffitto di legno restano visibili. Nel primo di questi tetti

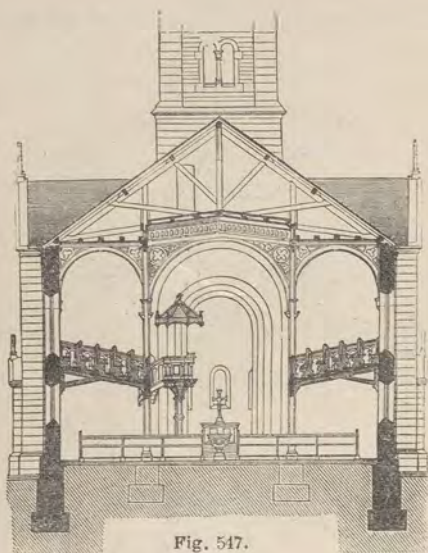


Fig. 547.

il soffitto invade lo spazio sottoffitto nella parte centrale e vi si mantiene orizzontale come le due ali laterali. La parte centrale è sostenuta direttamente

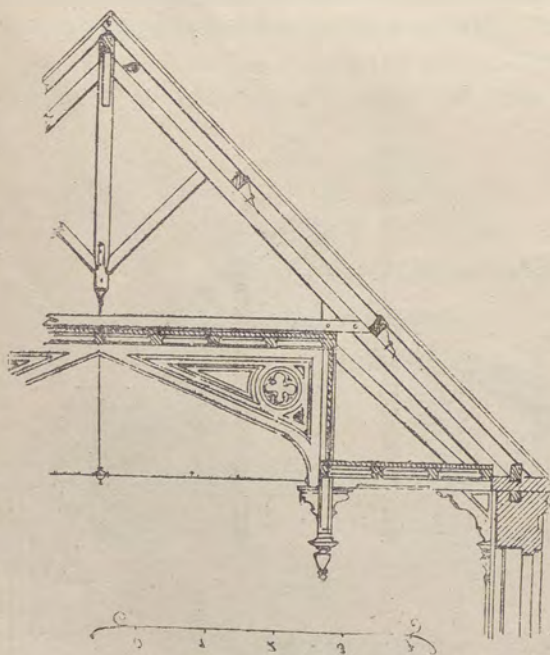


Fig. 548.

dalla controcattena, mentre le due parti laterali sono fissate alla catena che in parte è di legno ed in parte di ferro. Nel tetto rappresentato dalla fig. 549, che è

quello della grande sala *Flora* in Charlottenburg si hanno, come chiaramente risulta dalla figura, due controcattene, una catena, parte in legno e parte in ferro. visibile, due puntoni che sostengono l'orditura di coperto del tetto e due falsi puntoni sui quali si appoggiano i due palchetti inclinati del soffitto, mentre la parte orizzontale centrale del medesimo nella quale sono praticati i lucernari, è sostenuta dalla controcattena inferiore.

Alla stessa categoria appartiene il soffitto rialzato nella navata centrale riportata dalla fig. 550. In questa armatura si ha propriamente un esemplare di tetto che copre tre navate, a due piovanti continui, di cui la parte che copre la navata centrale è sostenuta da un cavalletto ordinario a due ometti e le parti laterali da cavalletti a leggio o ad una falda.

§ 6.

I TETTI A FALDE SPEZZATE ED I TETTI ALLA MANSARD.

In questa categoria di tetti si comprendono quelli a due piovanti in cui le falde non sono continue, ma sono spezzate in due parti di modo che la parte inferiore di ciascuna di esse riesca più o meno inclinata che la parte superiore. Se quest'ultima si approssima di più alla verticale che non la parte inferiore si hanno i tetti a falde spezzate propriamente detti, nel caso contrario si hanno i così detti tetti alla francese od alla Mansard, dal nome dell'inventore architetto Mansard che visse dal 1645 al 1708. In queste armature ad una falda di tetto inferiore molto inclinata, impostata direttamente sul cornicione di coronamento della fabbrica, segue una falda meno inclinata od anche pressochè orizzontale. Il Mansard ha immaginato questi tetti per stabilirvi un piano di abitazione al di sopra del piano di gronda del cornicione, evitando in tal guisa di contravvenire ai regolamenti edilizi, i quali per la massima parte fissano l'altezza di un fabbricato contandola dalla gronda, dipendentemente dalla larghezza della strada. Vi ha dubbio, però, se, dal punto di vista economico, una costruzione siffatta, quasi interamente di legname e di ferro, possa riuscire più conveniente dell'elevazione di un piano interamente in muratura; mentre quasi sempre i locali che così si ottengono sono freddi ed umidi di inverno e sovente di un calore insopportabile d'estate.

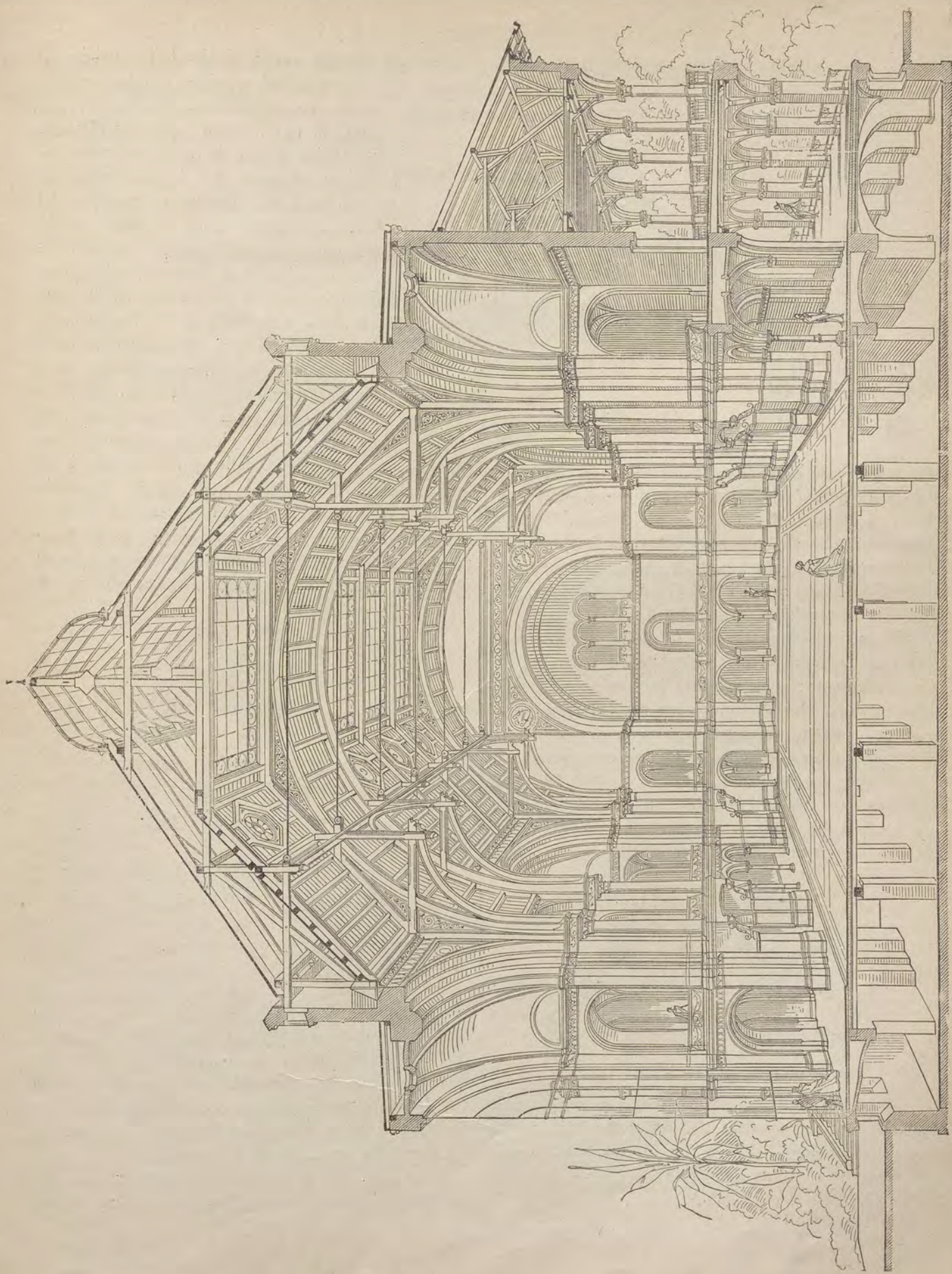


Fig. 549.

Nei tetti a falde spezzate, le due falde di un medesimo piovente danno luogo ad un angolo diedro rientrante, per cui questi tetti convengono sol-

visione così ottenuti, ovvero dividendo la semicirconferenza sopradetta in sei parti e congiungendo i punti di divisione alternativamente (fig. 552 *b*). Dal

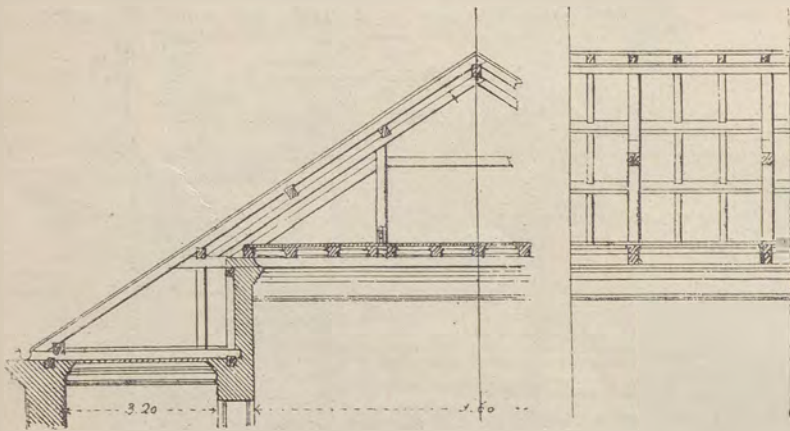


Fig. 550.

tanto nel caso che si voglia ottenere una forte inclinazione nelle falde, senza alzare molto il comignolo. Basterà in tal caso disporre poco inclinata la falda inferiore, generalmente poco estesa in larghezza ed inclinare dall'angolo voluto la falda superiore più estesa. Si hanno così dei tetti di cui le armature sono del tipo di quelle segnate nella fig. 551.

Nei tetti alla Mansard le due falde di uno stesso piovente inclinate diversamente danno luogo ad un angolo saliente; questo angolo può variare secondo l'inclinazione che si vuole assegnare alle due parti che compongono ciascuna falda. Lungo questo spigolo si stabilisce di solito la cornice e la gronda del tetto superiore. La parte superiore di questi tetti può riuscire, come avanti si disse, quasi orizzontale; in tal caso si usa coprirla con cartone imbevuto di catrame ovvero con lamiera metalliche.

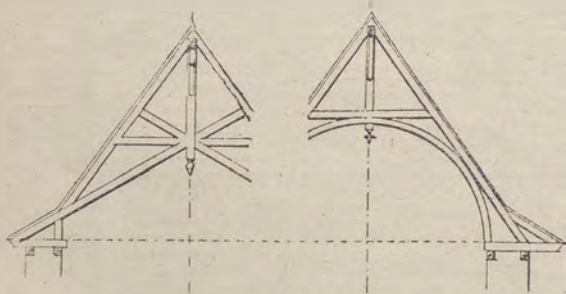


Fig. 551.

Le forme che meglio permettono di utilizzare il maggior spazio possibile del sottotetto sono quelle che si ottengono dividendo in quattro parti eguali la semicirconferenza importata sul piano del tetto (fig. 552, *a*) e congiungendo con rette i punti di di-

punto di vista statico meglio corrisponde quel tetto che ha la falda inferiore inclinata talmente che la sua proiezione orizzontale stia dentro lo spessore del muro di ambito della fabbrica, perchè allora tutto il peso del tetto grava direttamente sul muro (fig. 552 *c*), e dal punto di vista estetico l'altro in cui la falda inferiore è inclinata di $\frac{1}{3}$ alla verticale e la superiore di $\frac{1}{3}$ all'orizzontale nella maniera più chiaramente indicata dalla fig. 552 *d*. Comunque sia, i tetti alla Mansard di solito riescono pesanti; alla loro leggerezza può giovare solamente una

conveniente decorazione delle pareti inferiori ed una giudiziosa distribuzione degli abbaini. Le falde si coprono ordinariamente con squame di ardesia chiodate sull'assito di tavola di cui si riveste l'armatura del tetto, e terminano inferiormente, e lungo gli spigoli con una bordatura di lastre di piombo o di

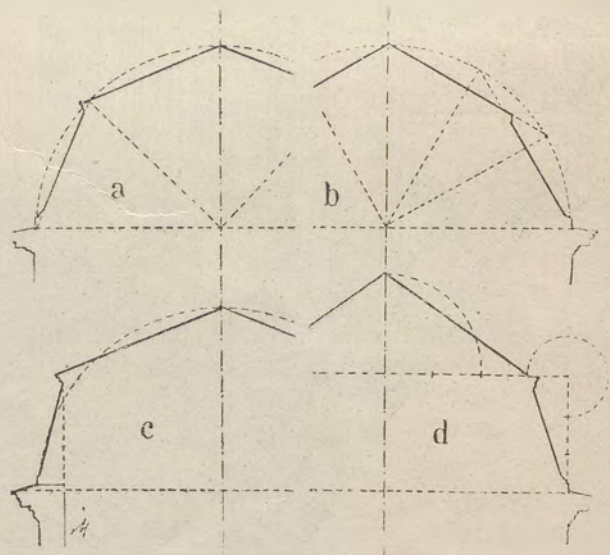


Fig. 552.

zinc e superiormente con una cornice di coronamento di lamiera metallica, a cui si unisce la gronda nella quale scolano le acque del tetto superiore. Nella tav. LV è rappresentata una delle possibili forme decorative di cui è suscettibile un tetto alla Mansard, ed una delle svariate sue costruzioni.

Nelle figg. 553 *a, b, c, d* e 554 *a, b, c*, sono rappresentati i principali sistemi di costruzione cui può

essere informato un tetto alla Mansard. Nel tipo rappresentato dalla fig. 553 *a*, l'armatura consiste in un comune cavalletto con controcatena che elimina la spinta dei due puntoni, i quali funzionano di ca-

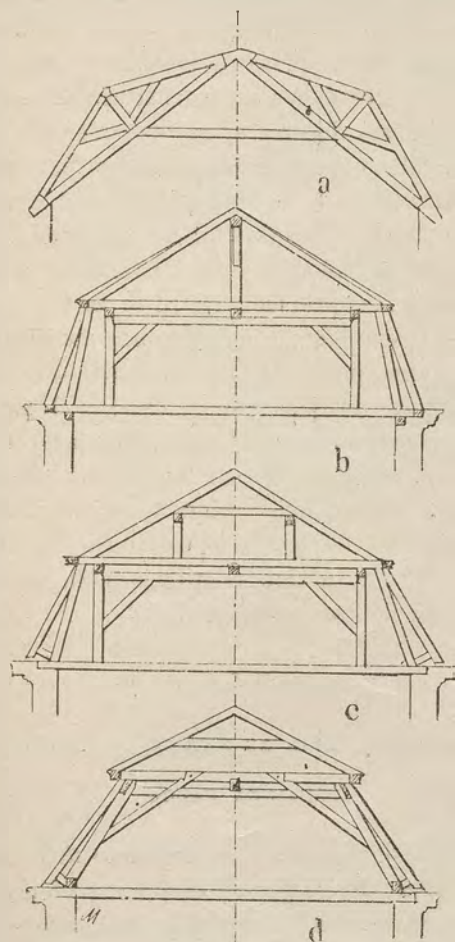


Fig. 553.

tena a due cavalletti inclinati provvisti di monaco e di saette. Nella fig. 553 *b* la catena sopporta due colonnelli che sostengono un tirante, sul cui mezzo si appoggia un corrente orizzontale, che serve a sostenere la controcatena nel suo punto intermedio, quando questa è molto lunga. I puntoni del tetto superiore possono essere sostenuti da un colonnello centrale, come è indicato nella medesima figura, ovvero da un comune cavalletto a due ometti come vedesi nella fig. 553 *c*. La fig. 553 *d* mostra un tetto a sostegni inclinati e saettoni che servono di rinforzo alla controcatena in punti equidistanti dagli estremi; coi due puntoni del tetto superiore contrasta una seconda controcatena. Nella fig. 554 *a* si ha un cavalletto ordinario a due ometti avente comune la

catena col tetto; questo cavalletto serve di appoggio alle falde del tetto superiore. La costruzione del tetto rappresentato dalla fig. 554 *b* è simile a quello della fig. 553 *d* e quello dell'altro tetto riportato dalla fig. 554 *c* è simile a quello della tav. LV nella quale è riportata la struttura più in uso per un tetto alla Mansard di non grandi dimensioni, valevole allora quando l'inclinazione delle falde inferiori supera lo spessore del muro sottostante.

Questa struttura consiste nel disporre parallelamente alle linee di gronda ed a distanza costante da queste sui muri trasversali dei correnti orizzontali *c* sui quali per mezzo di colonnelli si costruisce l'impalcatura del tetto superiore; contro i medesimi colonnelli si appoggia la struttura delle falde inferiori. A tal'uopo sui colonnelli si imposta una serie di pezzi di banchina *b*, analoghi ai correnti *c*, e sopra le banchine si adagiano le incavallature ordinarie *d* che

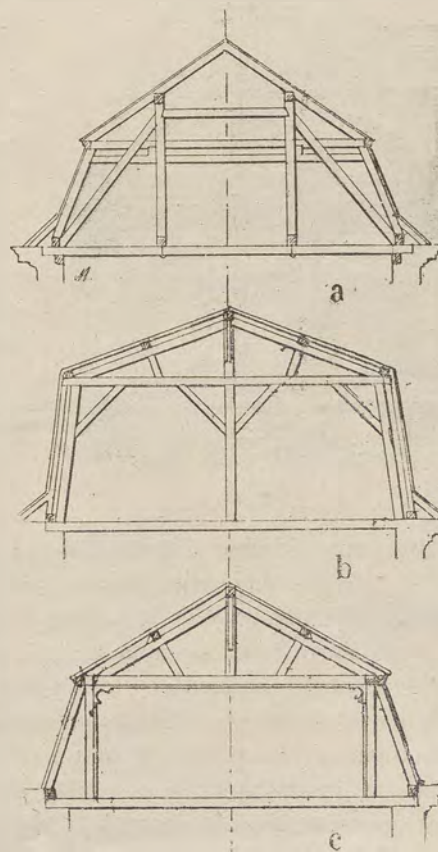


Fig. 554.

fan parte dell'impalcatura superiore che è del genere di quelle ordinarie, con la differenza che per materiale di coperta converrà impiegare delle lamiere metalliche a motivo della piccola inclinazione di cui sono do-

tate generalmente le falde superiori e perchè, coprendola con tegole, questa struttura non riesca troppo pesante. La struttura delle falde inferiori consiste nei puntoni *p*, che si adagiano con l'estremità inferiore sul muro di fronte, per mezzo di banchine *b* e col l'estremità superiore contro i colonnelli, e nel solito palco di correntini e tavole chiodato sui puntoni. La copertura di queste falde si fa di ordinario con squame di ardesia; però le falde si fanno terminare inferiormente e lungo i bordi con orlatura di lastre di zinco o di piombo ovvero di ferro galvanizzato e superiormente con una cornice metallica di coronamento, la quale è attaccata alla banchina del tetto superiore. Unita a questa cornice è la gronda in cui si raccolgono le acque del tetto superiore. I correnti inferiori e le banchine superiori si collegano fra loro

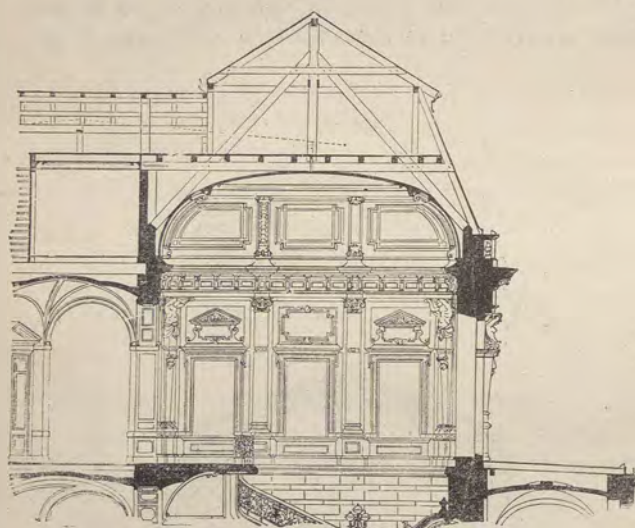


Fig. 555.

per mezzo di tiranti di ferro diagonali che ne rendono rigido il sistema come nelle travi a graticcio. Il collegamento agli angoli delle banchine *b* e dei correnti *c* fra di loro si pratica a mezza grossezza; le pareti interne degli ambienti si ottengono per mezzo di un assito di tavole, chiodato sui colonnelli, ricoperto di stuoie di canne che si intonacano con calce. Talvolta a questo assito si sostituisce un muretto di mattoni vuoti disposti in foglio. Analoga è la costruzione del soffitto di cui le stuoie si fissano sulla faccia inferiore delle catene dei cavalletti per mezzo di panconcelli. Il volume di aria così compreso tra il soffitto ed il tetto superiore e tra le pareti e le falde inferiori, serve da isolatore delle camere, riparandole dal freddo e dal caldo. Le fine-

stre semplici od a balcone si praticano di maniera che la loro apertura capiti esattamente fra due puntoni *p* e quindi fra due colonnelli. Il rivestimento esteriore di fronte delle finestre grava sul muro di ambito e si può fare in muratura, in pietra da taglio od in lamiera metallica; in questo ultimo caso è necessario che la finestra sporgente dalla falda laterale del tetto abbia una armatura di legno. I fianchi di queste finestre si possono rivestire di lastre di metallo ovvero si costruiscono con muricci di mattoni vuoti e la copertura si fa con lamiera di zinco o di ferro galvanizzato. Il cornicione di coronamento dell'edificio che forma basamento del tetto alla Mansard, copresi con lastre di ferro, le quali portano le acque pluviali nella gronda principale che raccoglie pure quelle della gronda del tetto superiore mediante appositi tubi di discesa. I tetti alla Mansard si prestano anche per accogliere lo sviluppo di una volta a botte o a bacino che copra una grande sala. La fig. 555 riporta la sezione dello scalone del palazzo del principe ereditario in Dessau, di cui la volta a bacino si sviluppa nello spazio abbracciato da un tetto alla Mansard.

§ 7.

I TETTI A SEGÀ ED I TETTI A LEGGIO

O AD UNA FALDA.

Quando si deve coprire un ambiente molto esteso, come avviene per le grandi sale di lavoro negli opifici, negli stabilimenti industriali, ecc. allo scopo di illuminare abbondantemente e in maniera uniforme tutta la superficie abbracciata dalla fabbrica conven-gono i così detti *tetti a segà* di cui la forma si è fatta avanti conoscere nelle figg. 481-82. Questi tetti consistono di una serie di tetti semplici che si seguono dando l'illusione del contorno di una enorme lama di segà, da cui proviene il nome, e poichè si costruiscono con la portata raramente eccedente i 6 m. per ogni singolo tetto, presentano anche il vantaggio non indifferente di riuscire assai più economici di un unico tetto abbracciante tutta la superficie, potendosi così assegnare ai legnami ed ai ferri che ne compongono l'armatura dimensioni di gran lunga minori.

Noi tralascieremo di occuparci di quei tetti a segà in cui le falde sono egualmente inclinate (fig. 482), perchè la loro armatura non è diversa da quella dei tetti comuni a due piovanti, eccezione fatta della

stabilitura dei lucernari di cui si tratterà in seguito in apposito paragrafo; ci fermeremo invece sullo studio di quei tetti a sega che hanno le due serie di falde inclinate differentemente. In generale le due falde opposte nente inclinate che danno luogo ad un

le acque di due falde convergenti; questo canale in lamiera metallica si fa riposare sopra un corrente di legno sopportato dalle colonne e l'acqua in esso raccolta si smaltisce attraverso le stesse colonne di ghisa ovvero mediante apposito canale di caduta posto fra due travi accoppiate, di cui si compone la colonna, se questa è in legname. Comunque sia, il canale di gronda deve essere ampio, perchè ivi si raccolgono anche le nevi, e deve riuscire praticabile per la manutenzione della copertura delle falde e per la pulizia dei vetri delle finestre. Nella fig. 558 son disegnate alcune disposizioni costruttive del canale di scolo delle acque.

I tetti ad una sola falda o a leggio fig. 474 *a*, capitano di sovente sul limitare di una proprietà, perchè, come è noto, non è lecito far scolare le acque pluviali sulla proprietà del vicino.

Nella maggior parte dei casi questi tetti si appoggiano dalla parte del colmo

contro un muro (fig. 559 *a-b*) e dalla parte inferiore sopra un muro o sopra sostegni isolati. Non è però escluso il caso che la parete di fondo sia una parete aperta (fig. 559 *c*) od anche intelaiata (fig. 560 *a, b*).

Nella costruzione di questi tetti, a cagione della loro unica pendenza, si deve tenere conto della spinta unilaterale che essi esercitano. In una falda di tetto

comignolo, si fanno incontrare fra di loro ad angolo retto e si assegna alla falda meno larga l'inclinazione di circa 65 gradi all'orizzonte; sopra le falde più inclinate che si dispongono rivolte a settentrione perchè la luce riesca più uniformemente diffusa nell'ambiente evitando la grande vivacità dei raggi solari, si distribuiscono con una certa uniformità i lucernari ai quali è d'uopo assegnare una superficie complessiva corrispondente ad un sesto circa della superficie coperta, perchè la luce penetri a sufficienza nell'ambiente coperto.

Per la costruzione di questi tetti si impiegano cavalletti di forma speciale, di cui i tipi in legname più in uso sono riportati dalla fig. 556. Questi cavalletti si appoggiano sui muri di ambito e sopra una serie di pilastri isolati in muratura ovvero sopra colonne di legno o di ghisa distribuite a distanza di 5 a 6 m. La disposizione delle varie membrature di questi cavalletti appare chiara dalla figura; lo stesso si dica per il tipo misto in ferro e legno (fig. 611) e per l'altro meno usato con una falda verticale riportato dalla fig. 557.

Due tetti contigui danno luogo ad un compluvio dove si stabilisce un canale di scolo, che raccoglie

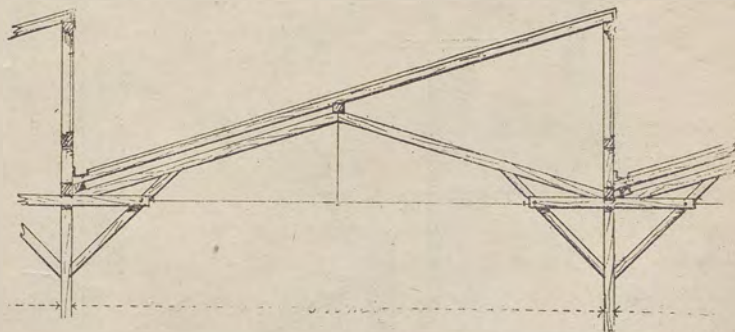


Fig. 557.

non molto ampia costruita con travicelli e sopportata da due muri (fig. 491 *a*) o da un muro verso il colmo e da sostegni isolati verso la gronda (fig. 491 *b*), perchè la spinta riesca eliminata dal momento statico offerto dai muri, basterà che i travicelli siano chiodati sopra i correnti di gronda e di colmo nel primo caso, od almeno soltanto sopra il corrente di

colmo nel secondo, se questi correnti sono assicurati nel muro. Non così avviene allorquando la portata

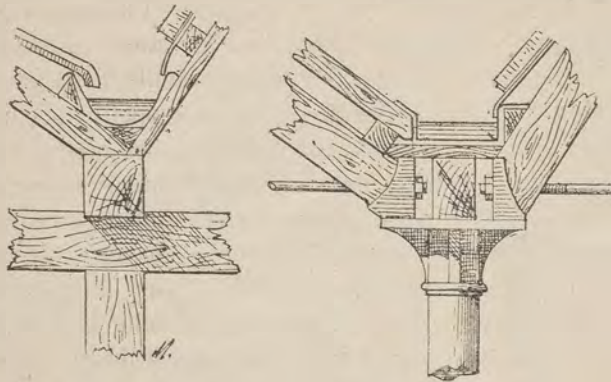


Fig. 558.

della falda è grande e quando la parete di fondo anzichè essere di muratura, è costruita con travi. In questo caso è necessario che i travicelli si appoggino con la loro estremità inferiore ad una catena e con l'altra alla parete, e dei sostegni inclinati siano introdotti a contrastare tra l'uno e l'altra perchè la spinta del travicello sia eliminata dalla catena. Le figg. 560 *a, b* mostrano la posizione dei travicelli in un tetto a leggione nei casi sopraccennati. La saetta inclinata si fissa al piede contro l'estremità della catena ed al sommo coll'intermezzo di un corrente di

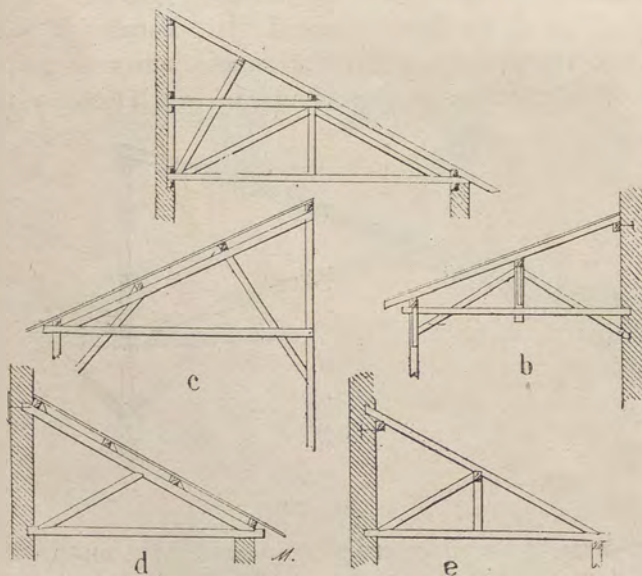


Fig. 559.

sostegno ai travicelli in direzione a questi normale o con la controcattena.

La stessa disposizione si rende necessaria per i tetti a correnti, in cui cioè l'armatura di coperta

viene a poggiare sopra due o più arcarecci orizzontali. Le figg. 559 *a-e* mostrano alcune armature per tale genere di tetti; in *d* ed *e* le saette riportano le pressioni sull'estremità della catena; in *b* e *c* invece la pressione è riportata sopra punti della catena distanti dall'estremo; quest'ultima disposizione con-

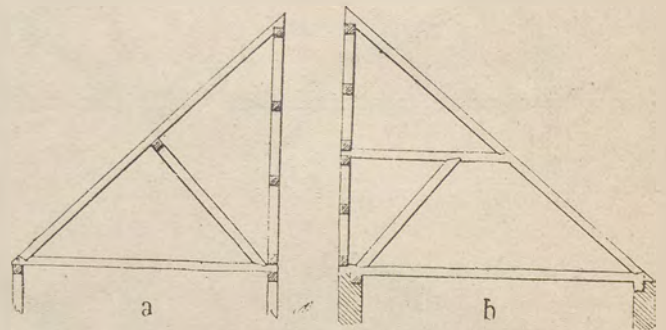


Fig. 560

viene per dar luogo a un passaggio libero nel sottotetto. In *a*, infine, si ha un cavalletto con monaco a sostegno della falda, conveniente allora quando si

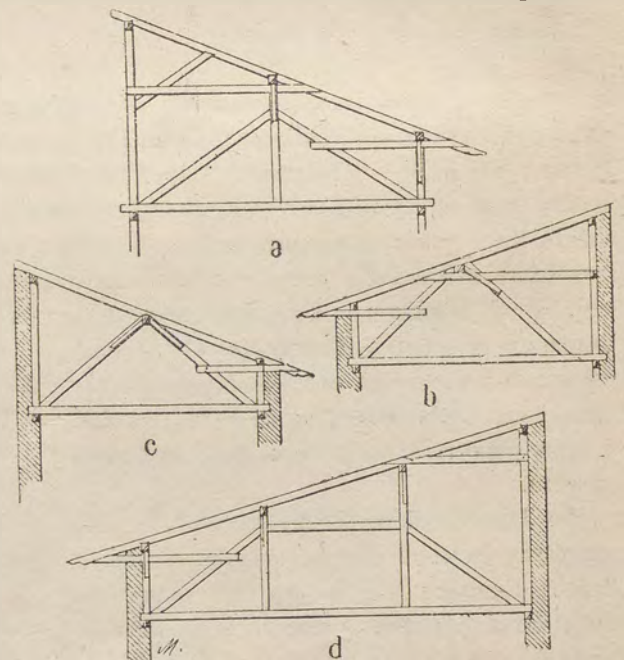


Fig. 561.

voglia anche sostenere un solaio per mezzo delle catene.

Nelle figg. 561 *a-d*, sono riprodotte le armature analoghe per tetti a leggione con pareti rialzate per soffitto; nell'armatura *c* si ha un cavalletto semplice a sostegno della falda, nell'armatura *d* si ha invece un cavalletto a due monaci, conveniente per portate fino a 12 m.

Nella categoria dei tetti ad una falda si comprendono quelli a falda pensile sostenuta soltanto da una sola parte, che sovente si impiegano a riparo degli ingressi dei teatri, delle palazzine, delle stazioni ferroviarie, ecc.

In queste pensiline la spinta verso il vuoto non può essere eliminata che dal muro nel quale si appoggiano; è necessario quindi che il puntone della pensilina od almeno la trave orizzontale che si suol disporre a sostegno del puntone (figg. 562 a-c) sia ancorata nel muro, ovvero è necessario disporre un tirante di ferro che anco-

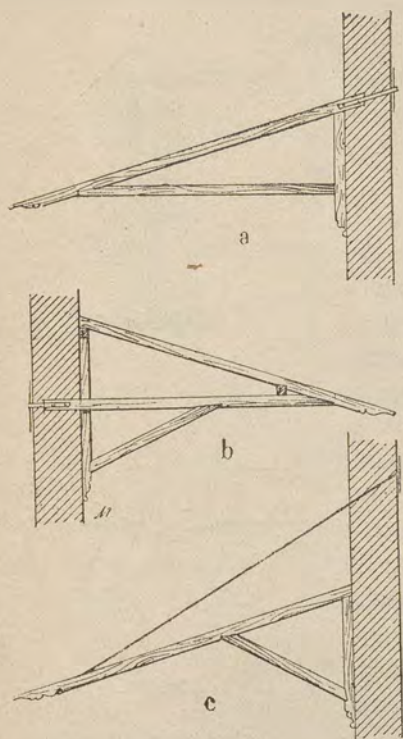


Fig. 562

rato nel muro al di sopra della tettoia sostenga l'estremità libera del puntone come chiaramente è indicato nella fig. 562 c. Una o due saette fissate a contrasto tra il puntone ed una trave verticale appoggiata alla parete servono a distribuire la pressione sopra una maggiore estensione del muro.

§ 8.

I TETTI CONICI ED I TETTI A PADIGLIONE.

Nei tetti a padiglione le falde piane insistenti sopra i lati di un poligono si incontrano in un solo vertice, quindi questi tetti si potrebbero chiamare anche *tetti a piramide*.

Se il poligono sul quale insiste il tetto, generalmente regolare, ha un numero grande di lati, la superficie esteriore del tetto prende la forma di un tetto conico, ond'è che i tetti conici, i quali hanno per base un circolo, rientrano per la loro struttura nella categoria dei tetti a padiglione.

Per l'armatura di un tetto a padiglione si dispongono tante incavallature principali quante sono le

coppie di vertici opposti nel poligono base; queste incavallature hanno un monaco unico centrale sul quale ciascun puntone si appoggia; si avrà così un puntone disposto in corrispondenza di ogni linea di dislivello del tetto.

I travicelli secondari, intermedi, si dispongono nel senso perpendicolare ai lati del poligono base e si appoggeranno con la loro estremità inferiore sopra una banchina, nel mezzo sopra uno o più correnti portati dai puntoni e in cima contro i puntoni medesimi.

Nella fig. 563 è rappresentato un tetto a padiglione costruito sopra una pianta della forma di un esagono; la fig. 564 mostra invece un tetto piramidale a base quadrata. I puntoni si uniscono al monaco per mezzo di incastri a dente e tale collegamento si adatta qualunque sia il numero dei lati del poligono; nella fig. 565, si ha la vista della estremità superiore del monaco per un tetto a base esagona.

Essendo nella fig. 564 la capriata provvista di controcatena doppia, questa serve anche a sostenere il corrente intermedio destinato ad offrire un punto di

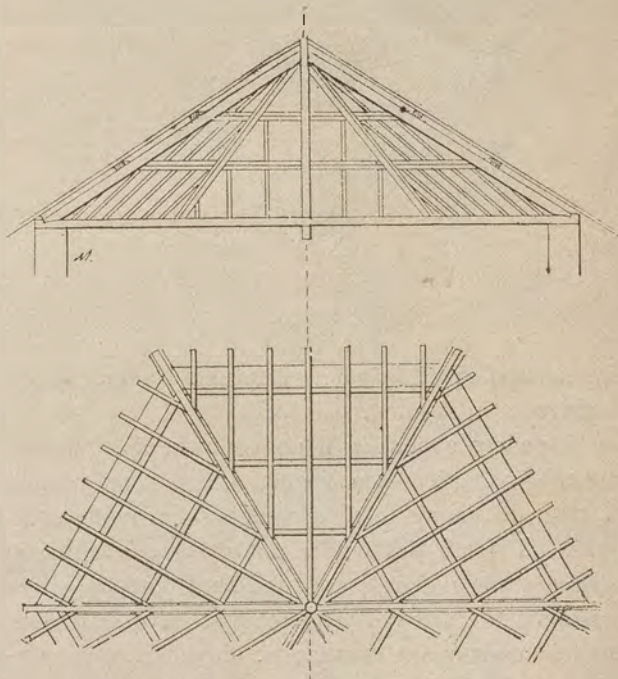


Fig. 563.

riposo ai travetti secondari che individuano la falda. Come si rileva dalla medesima figura, questo corrente è rinforzato con razze che fanno capo a 4 saettoni di rinforzo dei puntoni; questi sono altresì

rinforzati superiormente da saette che contrastano col monaco. La banchina in questo tetto è sostenuta da ritte disposti negli angoli o lungo le pareti

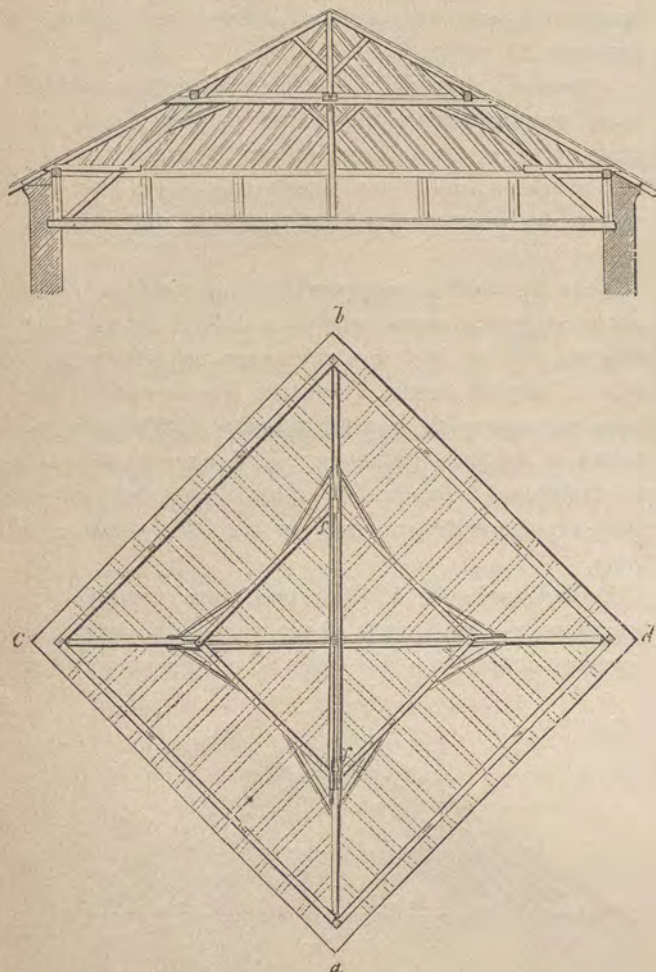


Fig. 564.

in numero di 12 e sono rinforzate da morse che li collegano ai saettoni principali.

In generale quando il poligono da coprirsi con un tetto a padiglione sia regolare, in corrispondenza a tutte le diagonali si dispongono incavallature displuviali, i cui puntoni si contrastano col monaco; siccome però queste incavallature devono portare tutta l'armatura del tetto, così si devono costruire molto solidamente, formando, dove sia appena possibile, triangoli invariabili.

Quando il poligono che costituisce la pianta sia irregolare, come si vede nella fig. 566 e due spigoli displuviali opposti non si trovino nello stesso piano verticale, allora non si può costruire una incavallatura displuviale intera. In questo caso si di-

spone una incavallatura AB normale o pressocchè a due lati che più si avvicinano ad essere paralleli e passante per il vertice del tetto e si considera questa incavallatura come cavalletto di attacco a cui mettono capo i puntoni corrispondenti agli spigoli di displuvio.

Fra le armature piramidali a base quadrata merita di essere ricordata quella eseguita dal carpentiere Luigi Valentini per il tetto della chiesa di Valmadrera, presso Lecco, eretta dagli architetti Cantoni e Boara nel 1814. La parte centrale dell'edificio è a cupola, su pianta quadrata e venne coperta da un tetto a padiglione composto nel modo che indica lo schema riprodotto a fig. 567. Trasversalmente in corrispondenza ai quattro angoli del quadrato, sono disposte quattro piccole armature robuste ab , i colmi delle quali portano, nel senso delle diagonali al quadrato stesso, due grandi capriate cd , incrociandosi in un unico monaco centrale. Una simile struttura solidissima lascia libero spazio alla cupola della chiesa eretta sopra i quattro piedritti.

La costruzione dei tetti conici non riesce difficile quantunque non sia così semplice come quella dei

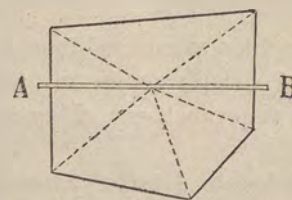


Fig. 566.

tetti piramidali. Basterà disporre dei cavalletti principali collegati col monaco centrale, appoggiare a questi cavalletti che funzionano come le capriate nei tetti a padiglione, i correnti che in questo caso devono essere circolari e far sostenere da questi correnti i travetti secondari, intermedi alla incavallatura principale, avendo cura di terminarli a quella altezza che si reputa sufficiente per inchiodarvi la tavolatura, come chiaramente si vede nella fig. 568.

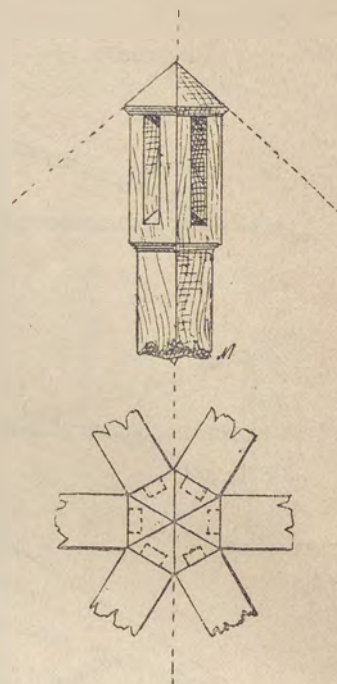


Fig. 565.

I travicelli secondari terminano liberamente alla loro sommità e si possono fare proseguire per m. 0,50 oltre l'ultimo corrente che li sostiene.

I correnti nei tetti conici devono avere la curvatura che loro viene assegnata dalla posizione che

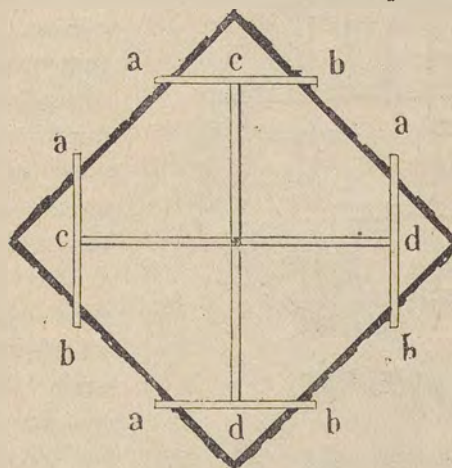


Fig. 567.

occupano per rispetto alla superficie conica. Essi si ricavano da legnami opportunamente incurvati, ov-

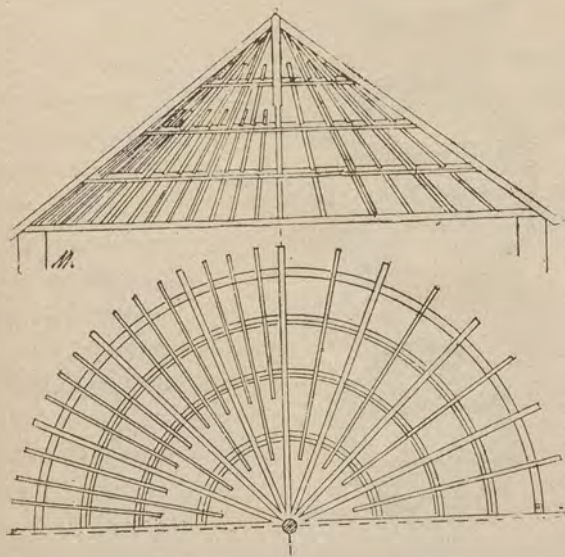


Fig. 568.

vero per mezzo di 2 o 3 strati di grosse tavole accoppiate opportunamente, intagliate a guisa di cerniere.

§ 9.

I TETTI A CUSPIDE PER LE TORRI.

I tetti secondo cui soglionsi far terminare le torri campanarie, in generale sono di forma piramidale a base di un ottagono; raramente sono a base cir-

colare. La loro struttura non differisce sostanzialmente di molto da quella dei tetti a padiglione di cui abbiamo dato un cenno nel paragrafo precedente. Non sempre agli spigoli della torre corrispondono i displuvi del tetto piramidale, anzi talvolta questi insistono sul punto di mezzo dei muri della torre. Nella fig. 482, avanti citata, sono state riportate alcune forme di tetto adatte per coprire le torri.

Negli antichi campanili si usava costruire il tetto a cuspide, introducendo a rinforzo dell'armatura (fig. 569)

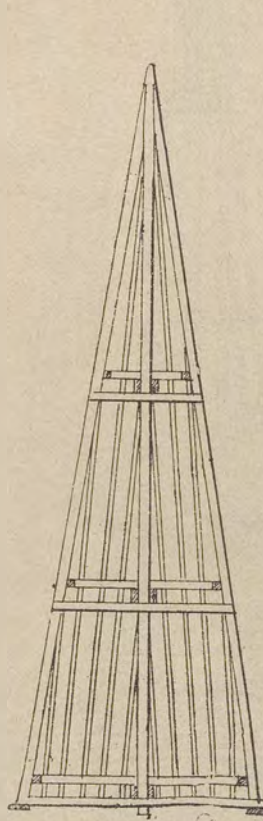


Fig. 569.

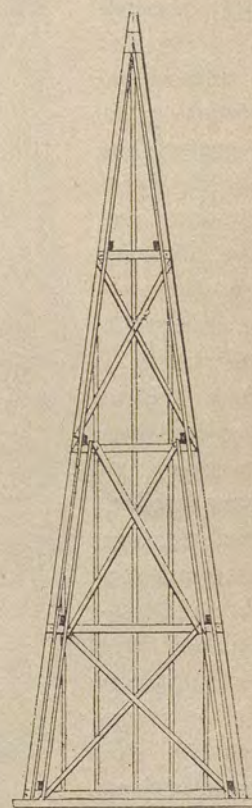


Fig. 570.

un robusto colonnello, detto *monaco reale*, il quale attraversava da cima a fondo tutta la struttura piramidale e talvolta si spingeva anche sotto l'impalcatura orizzontale, sulla quale si erigeva tutto il castello di legname che costituiva l'armatura del tetto.

Evidentemente questa lunga antenna centrale si impiegava per ancorare e consolidare vieppiù la struttura del tetto al palco di legame che costituiva la radice del tetto, allo scopo precipuo di evitare sotto l'azione dei forti venti, il disloggamento del tetto nel senso della rotazione e di colle-

gare in certo modo la struttura di legname del tetto a quella in muratura della torre.

Con evidenza queste armature riuscivano eccessivamente ingombranti e quindi più dannose che favorevoli alla stabilità della cuspide, per cui oggi sono state del tutto abbandonate, essendo stato anche provato che l'azione dei venti difficilmente può riuscire talmente intensa da rovesciare un tetto di questo genere.

Senza dubbio perciò si consegue una migliore costruzione stabilendo l'impalcatura di radice immediatamente al di sopra dei muri della torre, di maniera che la struttura in legname facendo costruzione a sè, quasi separata dalla struttura murale, non trasmette a questa tutte le oscillazioni di cui essa è suscettibile per l'azione dei venti, con grande vantaggio della preservazione delle murature da ogni danno.

Il monaco è limitato alla zona superiore ed ha l'ufficio di sostenere le estremità superiori dei puntoni principali che

si dispongono lungo i displuvi della piramide e le estremità superiori dei travicelli secondari che si

estendono fino in cima al tetto, poichè gli altri terminano contro i puntoni ovvero si appoggiano a correnti intermedi come nei tetti a padiglione. Questi correnti nei tetti di torre sono individuati da impalcature simili a quella di radice, che distribuiti come indica la figura precedente, ad intervallo costante, dividono l'altezza del tetto in diversi piani.

Nei tetti a base quadrata la costruzione delle falde è identica a quella dei tetti a padiglione in genere: ciò facilmente si rileva dalla fig. 570 che rappresenta la sezione di una armatura di questo genere. I correnti costituiscono una intelaiatura semplice alla quale si addossano e si fissano i puntoni di displuvio ed i travetti secondari e sono rinforzati da stili disposti in croce

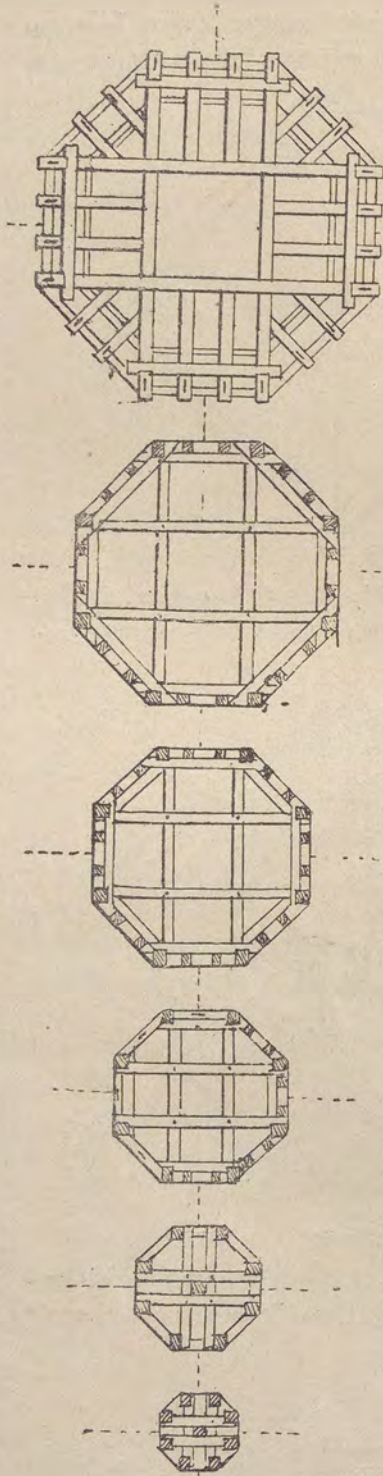


Fig. 571.

che rendono rigido ciascun scomparto della armatura delle falde.

La fig. 571 mostra la sezione verticale e le sezioni orizzontali praticate immediatamente sopra ad ogni ripiano, secondo cui il vano sottotetto è diviso, del tetto per la torre della chiesa di Friedrichsdorf (arch. Moller). Le prime quattro impalcature orizzontali presentano nel mezzo un vano libero che serve per accedere nel sottotetto e sorvegliarne l'armatura. A tal'uopo nel palco di radice sono disposte quattro catene di un sol pezzo che si incrociano in maniera da lasciare in mezzo il vano sopradetto di forma quadrata. Le estremità delle catene corrispondono agli spigoli della piramide e sostengono con collegamento ad incastro gli otto puntoni displuviali. Contro le quattro catene intere si appoggiano 16 segmenti di catene secondarie le quali, con le prime, costituiscono l'impalcatura di base che si fa appoggiare direttamente sui muri della torre coll'intermezzo di due correnti di radice disposti a corona. Nelle estremità dei segmenti di catena si incastrano analogamente i travetti secondari che individuano le otto falde. La guglia essendo alta 23 m. circa i puntoni e i travetti sono di diversi pezzi sovrapposti e fissati con viti.

Nella figura sono disegnate anche le impalcature dalla seconda alla sesta, costruite in maniera più semplice della prima; le ultime due non lasciano lo spazio libero praticabile, e con le due coppie di catene servono a sostenere e serrare il monaco che dal vertice si estende fino al penultimo ripiano. Delle croci di S. Andrea disposte in scomparti alternativi dei tre piani inferiori della piramide, a cui si fissano anche i travetti secondari, impediscono tutte le possibili deformazioni dei puntoni e dei travetti medesimi. Nella fig. 572 si ha la vista prospettica di una costruzione analoga per una cuspide di minori dimensioni.

§ 10.

I TETTI A CUPOLA.

Se ai puntoni diritti di un comune tetto a padiglione, impostato sopra pianta della forma di un poligono regolare ovvero di un circolo, si sostituiscono dei puntoni curvilinei, si generano i così detti *tetti a cupola*. I puntoni in questo caso prendono il nome di *nervature* o di *centine*; queste infatti possono ottenersi con legnami opportunamente incurvati, ovvero con la sovrapposizione di tavole che si tagliano secondo il profilo della cupola.

E se si considera che i puntoni curvilinei possono anche ottenersi col taglio di legnami addossati a puntoni rettilinei, è facile comprendere come le cupole possano costruirsi in tre maniere differenti a seconda della struttura delle loro nervature.

Come direttrice della superficie del tetto a cupola a base poligonale si può impiegare il cerchio, l'arco acuto, l'arco ellittico e l'arco parabolico; analoga-

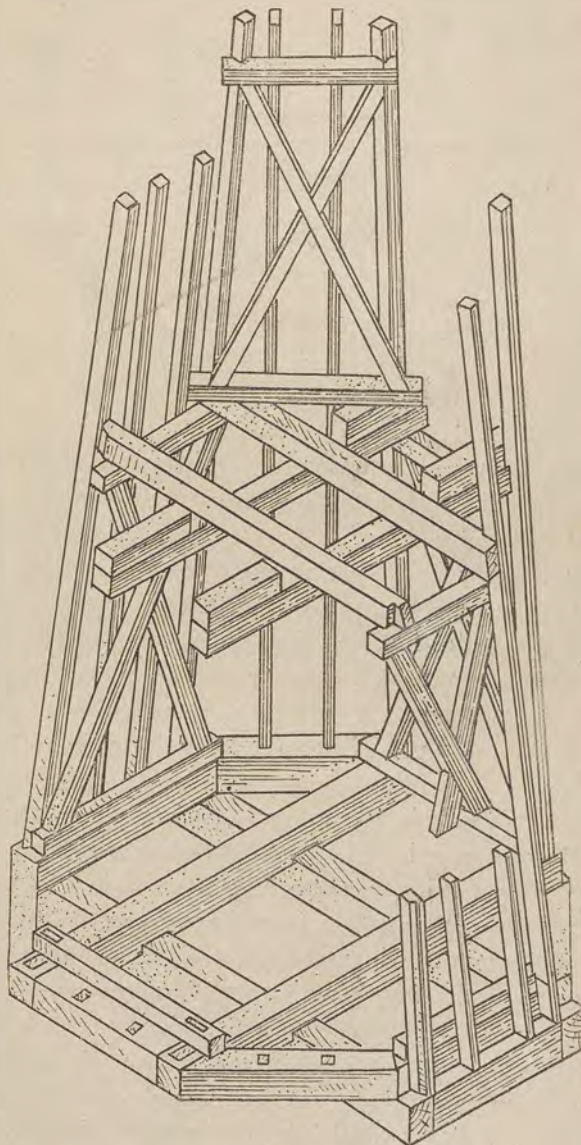


Fig. 572.

mente dicasi per la generatrice delle cupole a base circolare.

L'arco circolare è il meno preferito, perchè genera una cupola di aspetto generalmente pesante; giova in parte ad ingentilirne la massa l'aggiungere all'arco un piedritto dell'altezza di $\frac{1}{10}$ circa del diametro.

Nell'illustrare le varie maniere di costruire i tetti a cupola terremo conto anche di un altro fattore; distingueremo, cioè, il caso in cui la cupola di le-

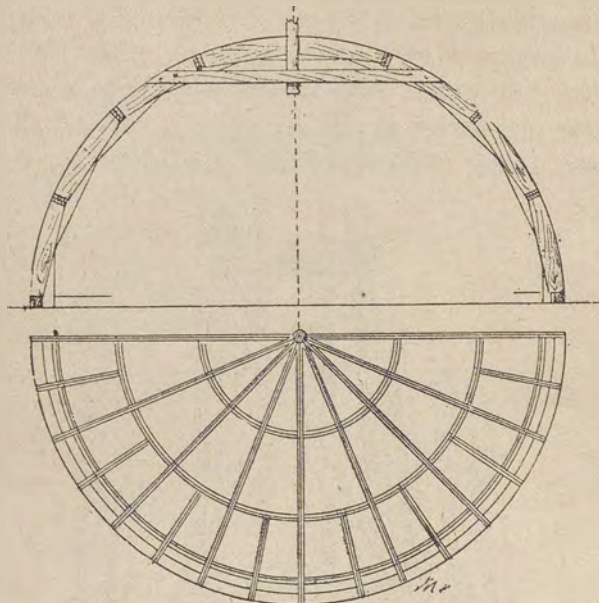


Fig. 573.

gname serve unicamente a individuare il tetto, dal caso in cui oltre al tetto serve a individuare il soffitto che copre e limita direttamente l'ambiente interno. Nel primo basterà che l'armatura abbia soltanto il contorno esterno corrispondente alla curvatura del tetto, nel secondo invece, oltre al contorno esterno l'armatura ne deve presentare uno interno in corrispondenza del soffitto dell'ambiente coperto. Se questo vano è coperto da apposita volta in muratura il tetto a cupola può avere lo scopo di assegnare alla cupola il contorno esteriore più corrispondente alla estetica che si voglia raggiungere ovvero soltanto quello di difendere dalle intemperie la volta in muratura e ciò accade principalmente quando l'intradosso della volta in muratura è destinato ad accogliere affreschi o dipinti di qualsiasi genere.

La fig. 573 rappresenta, con sezione verticale meridiana e pianta, la struttura di una cupola semisferica fatta con centine di tavole corte sovrapposte, allora quando il vano interno è coperto da volta in muratura. Le centine provviste di solo contorno curvilineo esteriore sono mantenute a posto e rinforzate da correnti rettilinei disposti a corona poligonale, allora quando la cupola insiste sopra un poligono, circolari e disposti secondo paralleli equidistanti nel caso di una cupola sferica.

Queste centinature si incastrano col loro piede in una banchina ad anello poligonale o circolare, se-

condo i due casi, solidamente costruita ed atta a potere eliminare la spinta orizzontale proveniente dalle centine.

Non occorre che tutte le centine arrivino fino all'anello del lanternino o fino al vertice della cupola, quivi, restringendosi lo spazio compreso fra di loro, è quasi necessario che alcune di esse si fermino a quel corrente parallelo, oltre il quale la larghezza fra le centine è sufficiente per addossarvi l'assito di tavole del coperto. La pianta della fig. 573 fa vedere chiaramente tale disposizione, la quale è pure mantenuta nella fig. 574 che rappresenta una cupola con centine di tavole provviste di contorno curvilineo sia all'esterno che all'interno, e capace quindi di rice-

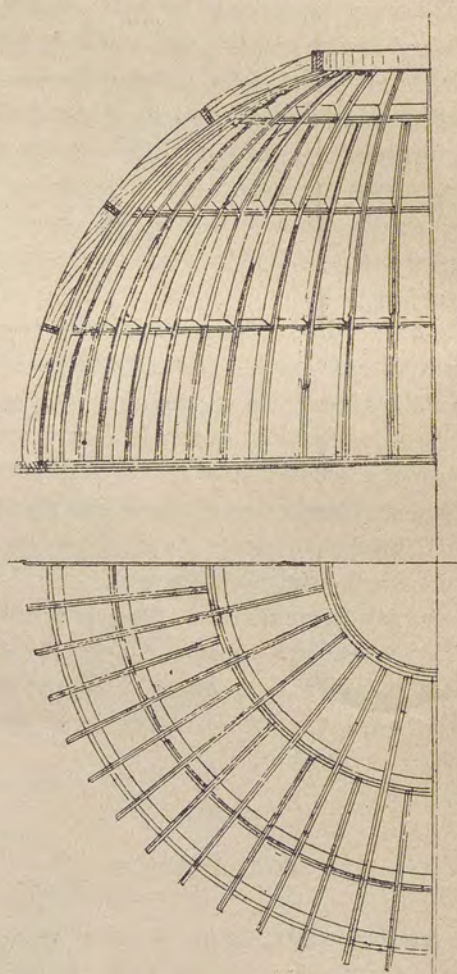


Fig. 574.

vere l'orditura della copertura del tetto e quella del soffitto.

Ad onta che queste cupole presentino l'inconveniente di lasciare stagna l'aria compresa fra le strut-

ture del tetto e del soffitto, rendendo men durevoli tali costruzioni, ed inaccessibile, in ogni modo, lo spazio compreso fra le centine per la manutenzione delle armature, tuttavia con questo sistema si sono costruite cupole anche di grandissimo diametro, riuscendo di gran lunga più economiche di quelle costruite seguendo altri metodi.

L'arch. Moller adottò questo sistema costruttivo nella cupola della chiesa cattolica di Darmstadt, di cui si ha una particolareggiata descrizione nel trattato del Breymann, Vol. II, al quale rimandiamo i lettori. Diremo qui semplicemente che questa cupola ha il diametro di m. 33,50 ed è costruita con due ordini di centine alternantisi, cioè, ad una centina composta con 5 tavole per la prima metà, della

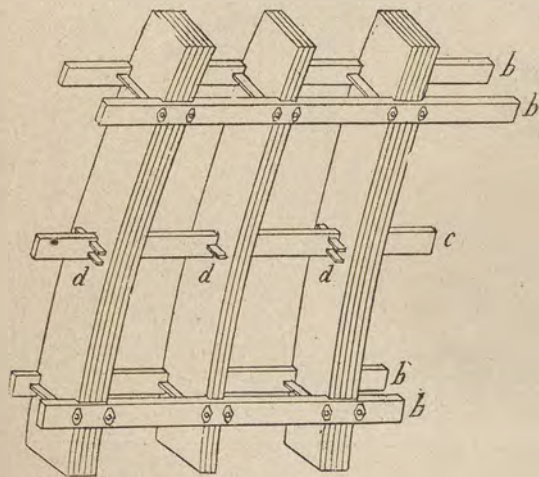


Fig. 575.

sua altezza e con 3 per la seconda metà; segue una centina lunga due terzi della prima e composta soltanto di tre tavole e così di seguito (fig. 575). In questa costruzione gli anelli *bb*, di legno di quercia fresco incurvato (cm. $10 \times 2,5$), cingono la cupola come i cerchi di una botte e servono ad impedire la deformazione delle centine verso l'esterno; le zeppe *dd* di legno di quercia secco (cm. $2,5 \times 1,25$) servono a serrare i tavoloni costituenti le centine ed impedirne la separazione sebbene inchiodati e gli anelli semplici *c* unitamente agli anelli *bb* con le loro biette sopra menzionati impediscono le deformazioni laterali delle centine.

La fig. 576 riporta l'esempio di una cupola in legno provvista di lanternino, costruita con armatura ad elementi rettilinei, destinata solamente a far da tetto ad una cupola interna in muratura.

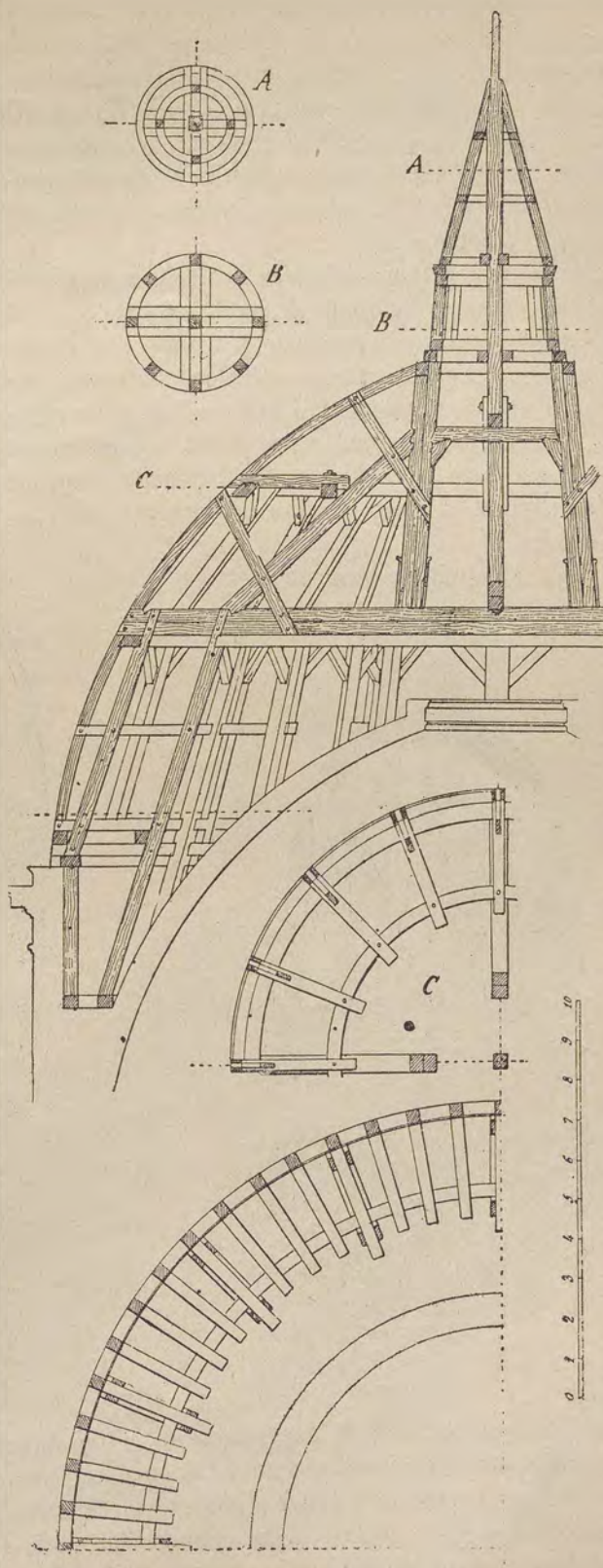


Fig. 576.

La curvatura delle centine è conseguita mediante legnami incurvati. Due controcatene principali doppie intersecantisi a croce sostengono l'armatura del lanternino, di cui il peso, mediante la capriata pensile a due ometti (costituiti dagli stessi stili dell'armatura del lanternino) è rimandato sulle estremità della controcatena e quivi per mezzo di saettoni inclinati sul muro di perimetro.

Le centine e l'incastellatura del tetto a cupola riposano sopra un corrente di radice costituito da un ordine di segmenti orizzontali di catene che si appoggiano sopra due correnti circolari concentriche, sostenuti uno direttamente dal muro e l'altro, di raggio più piccolo, dai saettoni sopra citati, i quali anche nei punti dove non sostengono il lanternino servono a sopportare il primo ordine di correnti doppi intermedio.

Sulle estremità esterne dei segmenti di catena si incastrano le cen-

Nella cupola di S. Michele in Amburgo (fig. 577) i puntoni rettilinei sono arrotondati allo esterno mediante pezzi di riporto tagliati a contorno curvilineo.

Qualora il soffitto interno sia decorato o dipinto e sia sostenuto dalla stessa armatura della cupola in legno, conviene costruire una cupola doppia, perchè si possa avere tra i due rivestimenti del tetto e del soffitto uno

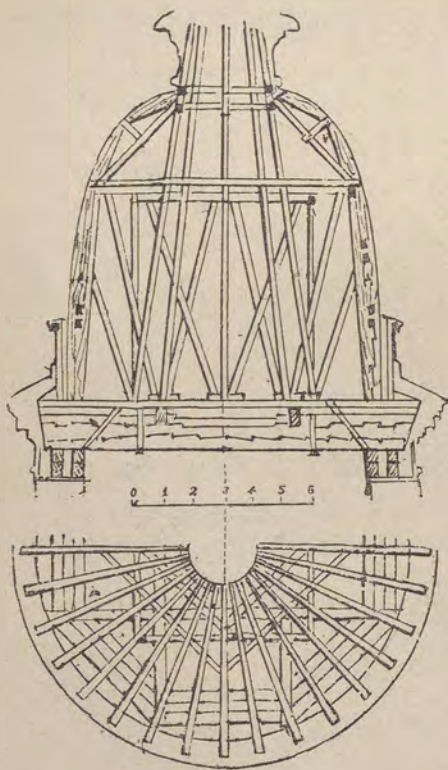


Fig. 577.

tine della cupola, le quali superiormente si innestano all'anello del lanternino sostenuto dalla armatura relativa, e si appoggiano in due punti intermedi forniti dei correnti doppi intermedi, il secondo dei quali è sostenuto dal primo mediante saettoni. Nella figura sono disegnate le piante dei diversi ordini di correnti e del corrente di radice.

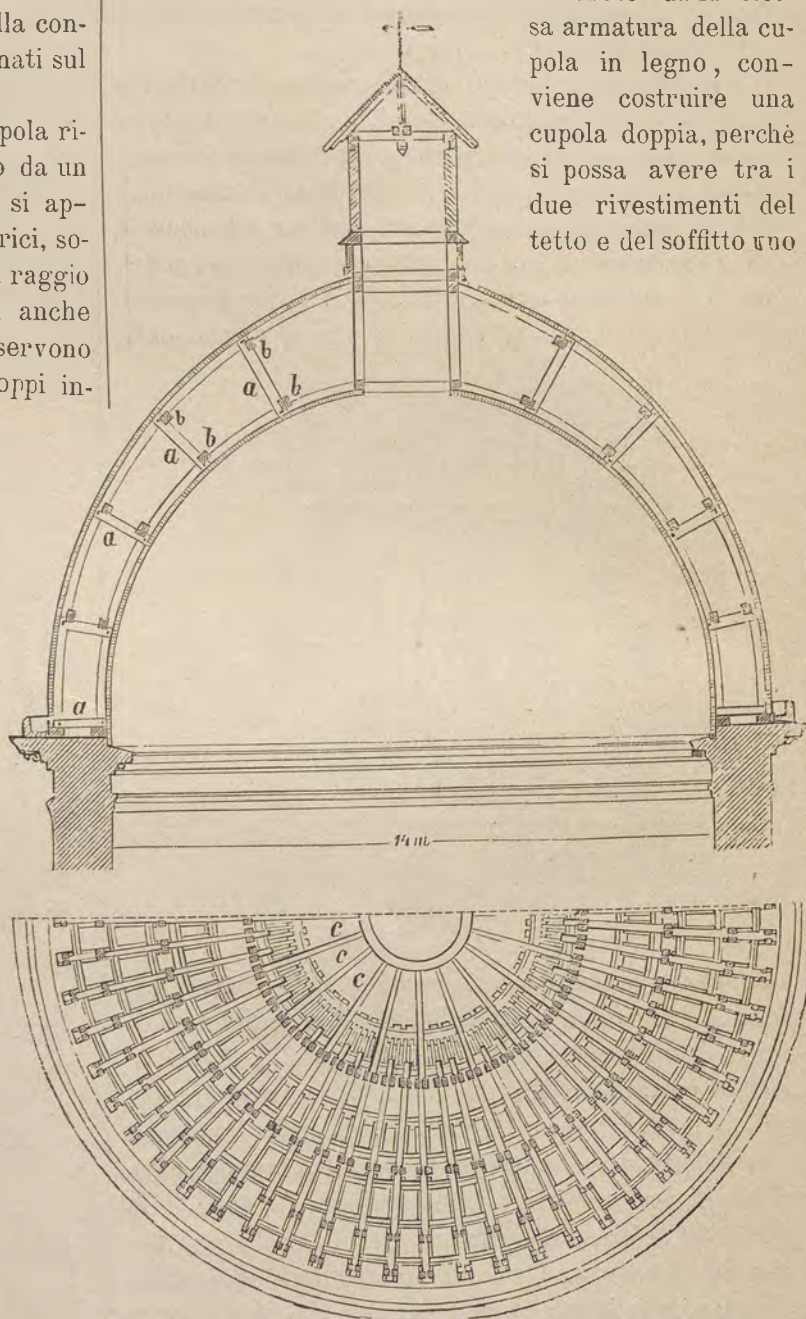


Fig. 578.

spazio ventilato e praticabile. La cupola doppia si otterrà o innalzando la esteriore per rispetto alla interna, pure appoggiandole entrambe allo stesso livello sul muro di ambito, come è stato praticato nell'esemplare riportato dalla fig. 578, ovvero, impostando la interna a un livello più basso, quando ad esempio, a tale scopo si possa disporre di un muro

a parte per l'appoggio delle stesse o di un ordine di colonne ovvero anche di una semplice risega nel muro di ambito su cui riesca possibile appoggiare il corrente di radice, come è stato praticato nella costru-

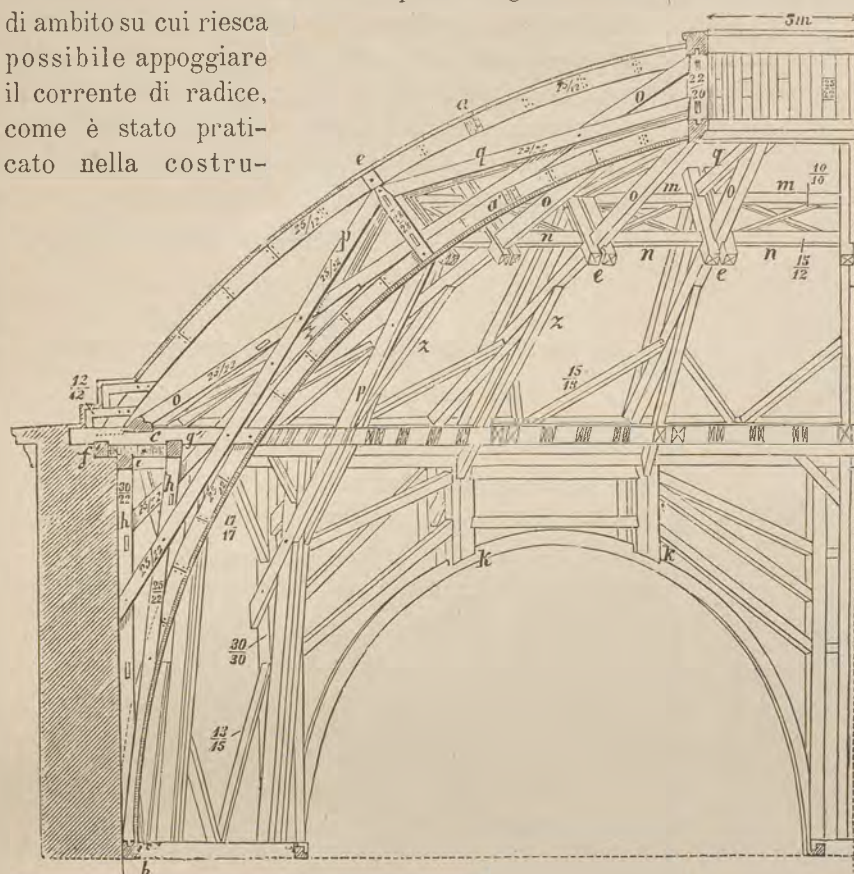


Fig. 579.

zione della chiesa cattolica di Karlsruhe (figg. 579-80).

Nel primo esempio le due cupole hanno centine principali, a sostenimento del lanternino, situate negli stessi piani a due a due collegate mediante morse, e tutte insieme serrate a posto mediante quattro ordini di correnti anulari doppi. Le centine secondarie terminano al terzo anello e quando la cupola interna è molto più piccola di quella esterna, queste centine possono non corrispondersi nel numero, perchè lo spazio compreso tra le centine principali della cupola esterna riesce maggiore di quello corrispondente della cupola interna. Tutte le centine si incastrano al piede in due correnti di radice a corona circolare, costruite molto solide possibilmente di legno di quercia o di castagno, assicurate alla muratura mediante tiranti in corrispondenza delle due periferie del muro, la esterna e l'interna.

Nella cupola della chiesa di Karlsruhe del diametro di 30 m. (figg. 579-80) si hanno centine doppie di tavole rinforzate da elementi rettilinei e cioè puntoni, monaco (doppio, a morsa) e controcatena, oltre ai ritti ed ai saettoni di sostenimento del corrente di radice costruito presso a poco nella maniera stessa di quello rappresentato nella fig. 576, con segmenti di catene radiali, cioè, i quali coll'estremità esterna sostengono con incastro le centine esteriori e colla estremità interna abbracciano le centine interne che vanno a riposare col loro piede sopra un corrente di radice impostato sopra una risega del muro.

Come si rileva chiaramente dalle figure non tutte le centine interne sono della medesima lunghezza, perchè il muro della cupola è attraversato da 4 grandi arcate, disposte due a due di contro. Le due centine corte e le rispettive incavallature in

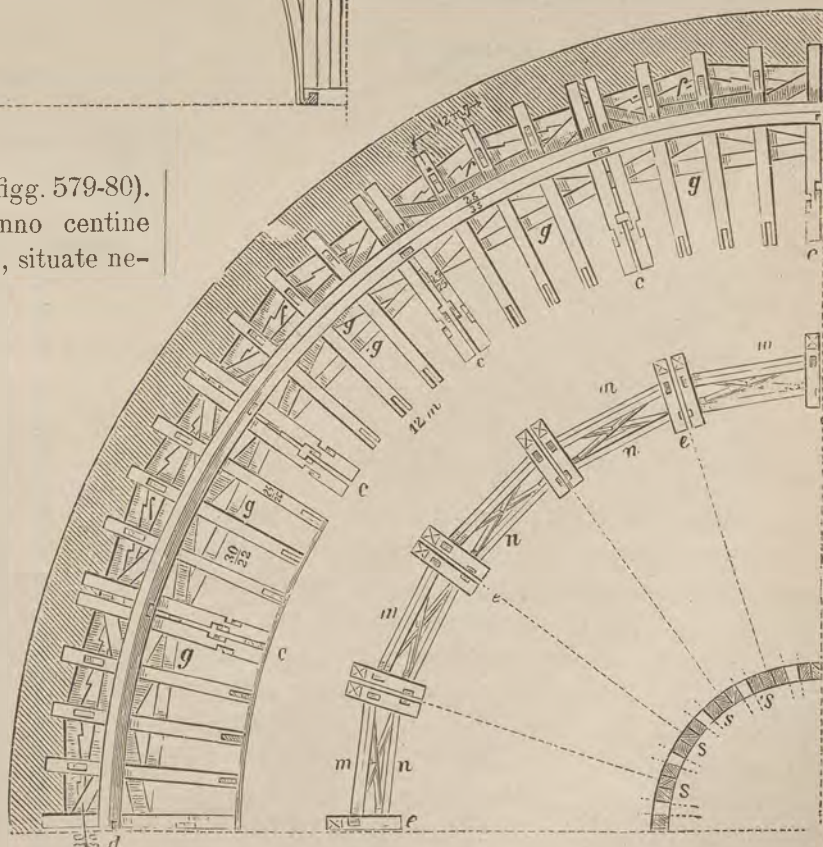


Fig. 580.

corrispondenza delle arcate sono collegate con le vicine.

§ 11.

TETTI CON LUCERNARI.

Talvolta si rende necessario, per ventilare l'ambiente coperto dal tetto o per meglio illuminarlo,

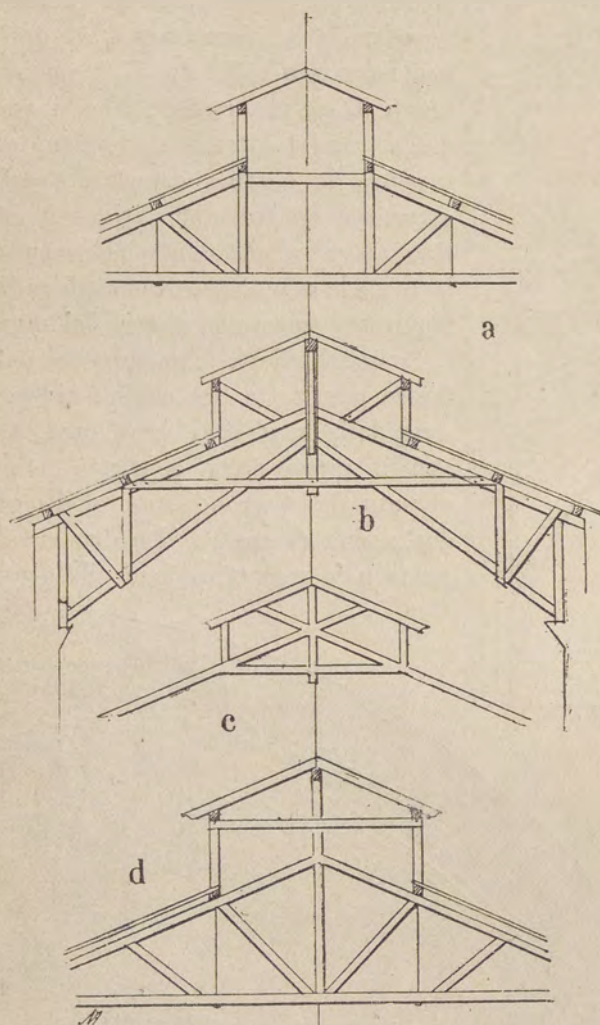


Fig. 581

aprire delle luci nella parte superiore del tetto. In questo caso si ricorre a delle piccole armature, le quali appoggiandosi ai puntoni ed ai correnti dell'armatura principale permettono di innalzare ad un livello più alto la parte superiore della copertura.

Allora le luci delle finestre si praticano nella parete verticale, che per effetto di tale innalzamento separa i due tetti.

Le finestre possono lasciarsi aperte od essere munite di vetri o di persiane.

Riportiamo nella fig. 581 alcuni esemplari di simili armature, dalle quali si può ri'evare come i pun-

toni del piccolo tetto devono essere sostenuti da ritte in corrispondenza dei puntoni principali e della parete verticale destinata alle finestre e possono anche essere sostenuti nel colmo mediante un ritto centrale, come nella fig. 581 *b, c, d*, ed essere rinforzati con raggi fig. 581 *b*, con controcatena fig. 581 *d*, o con gli stessi puntoni del grande tetto che prolungati si incrociano a croce di S. Andrea e sostengono i puntoni del piccolo tetto in punti intermedi (fig. 581 *c*).

§ 12.

[IL CALCOLO GRAFICO DEGLI SFORZI DI TENSIONE E DI COMPRESSIONE NELLE INCAVALLATURE.]

La ricerca degli sforzi nelle varie membrature che compongono una incavallatura (1) si consegue facilmente coi metodi forniti della statica grafica, prendendo a base dei calcoli i carichi per mq. di proiezione orizzontale del tetto e cioè il peso pro-

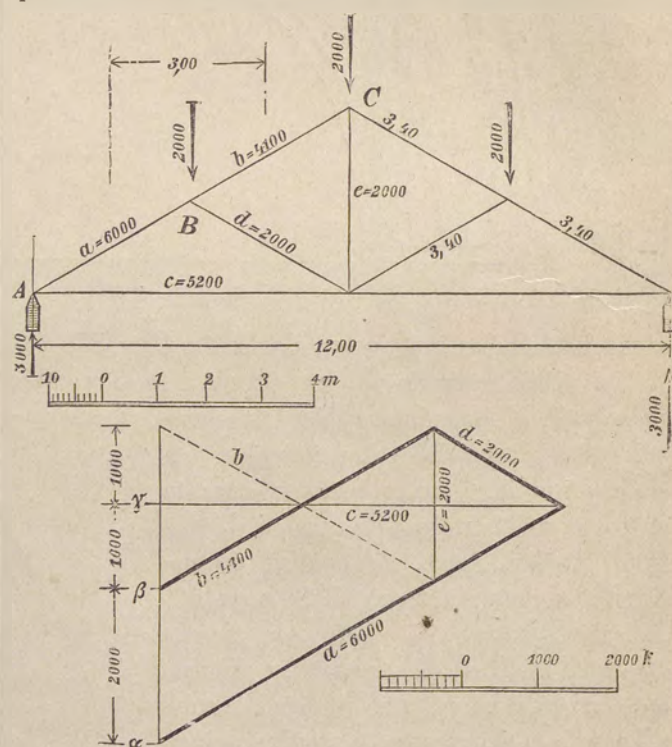


Fig. 582.

prio, le pressioni della neve e del vento, di cui l'ammontare complessivo ascende a circa:

Per il tetto di zinco	kgr. 140
» » » » ardesia	» 190
» » » » tegole di Marsiglia	» 190
» » » » comuni	» 220
» » » » » piane e ridoppi	» 250

(1) Dal BREYMANN, *Costruzioni in legno*, Vol. II.

Il seguente esempio varrà a mostrare il procedimento che si tiene per la determinazione degli sforzi:

1. *Cavalletti di 12 m. di portata* provvisti di monaco e due razze a sostegno dei puntoni, oltre le catene e i due puntoni (fig. 582).

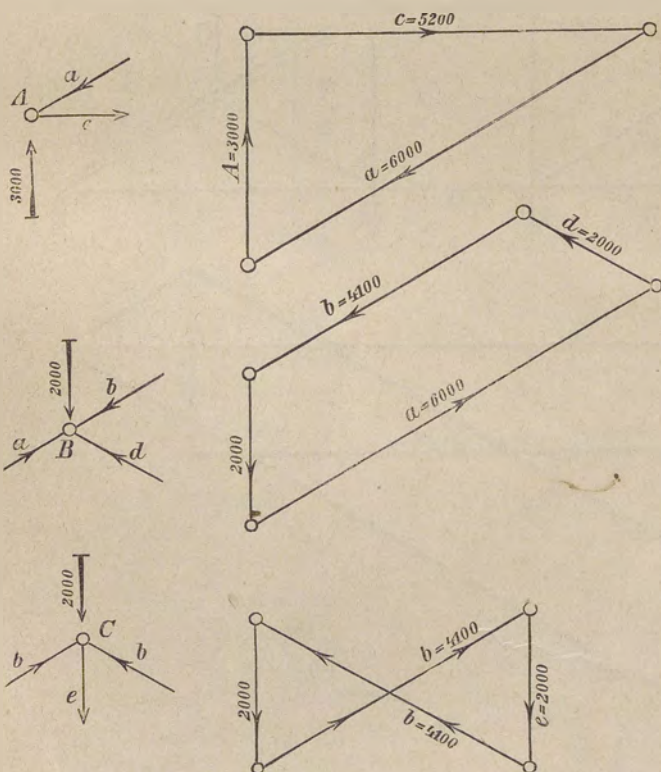
La copertura sia in ardesia e le incavallature distino m. 3,50 l'una dall'altra. Il carico in uno dei nodi sarà

$$(3,00 \times 3,50) 190 = 2000 \text{ kgr.}$$

e la reazione agli appoggi

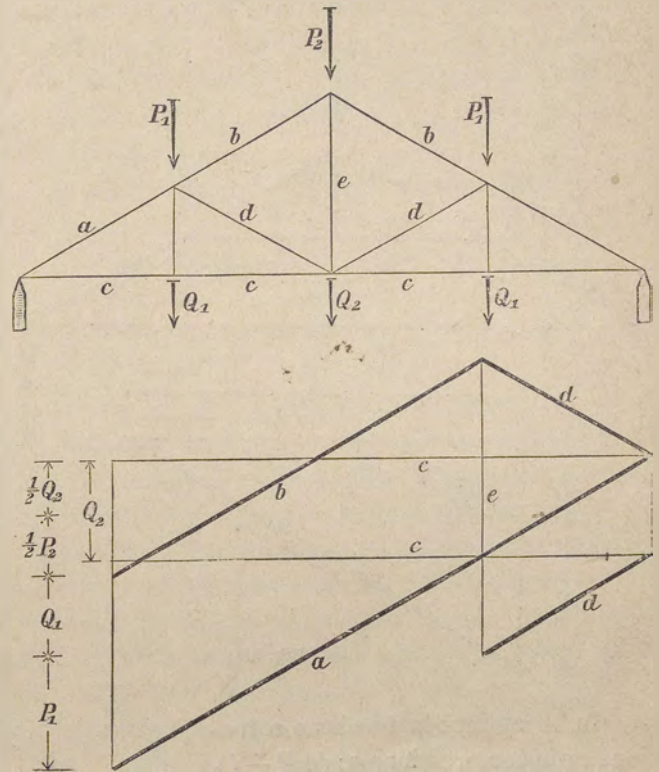
$$2000 + \frac{1}{2} 2000 = 3000 \text{ kgr.}$$

Le forze e i carichi che si concentrano in uno qualunque dei nodi debbono essere in equilibrio e quindi riportate in una data scala debbono dare un poligono chiuso e le frecce indicanti le direzioni delle forze debbono essere dirette nello stesso senso. Ma in ogni modo non vi possono essere che *due sole incognite*, perchè non si può effettuare la decomposizione in più di due direzioni.



Nel nodo A (fig. 583) è nota la reazione diretta verso l'alto $= 2000 + 1000 = \alpha\beta + \beta\gamma$ della linea delle forze e quindi sono mediante decomposizione determinate $c = 5200$ kgr. ed $a = 6000$ kgr.

La freccia di c parte dal nodo e quindi di nota trazione, mentre la freccia di a è diretta verso il nodo e quindi di nota compressione. Nel poligono



delle forze (fig. 582) abbiamo indicate le trazioni (tensioni) con linee comuni, mentre le compressioni sono rappresentate da linee più marcate.

Nel nodo B (fig. 583) sono noti: il carico di 2000 kgr. e la compressione $a = 6000$ kgr. e di qui dobbiamo ricavare

la compressione $d = 2000$ kgr.

» » » $b = 4100$ »

Nel nodo C sono noti: il carico di 2000 kgr. e la compressione $b = 4100$ kgr. e si determina

$e = 2000$ kgr. sforzo di trazione.

Tutti questi sforzi sono disposti nel poligono delle forze (fig. 583 d) in modo che ogni forza non vi è rappresentata che una sola volta e quindi la ricerca può essere fatta in modo assai semplice. Conosciuti gli sforzi si passerà facilmente alla determinazione delle sezioni sulla base del carico limite cui il materiale può essere sottoposto.

2. Nell'*armatura* pensile rappresentata schematicamente nella fig. 584 sieno P_1 e P_2 i carichi del

tetto, e Q_1 e Q_2 i carichi gravitanti sui monaci; allora la reazione in A diventa

$$A = P_1 + Q_1 + \frac{P_2}{2} + \frac{Q_2}{2}$$

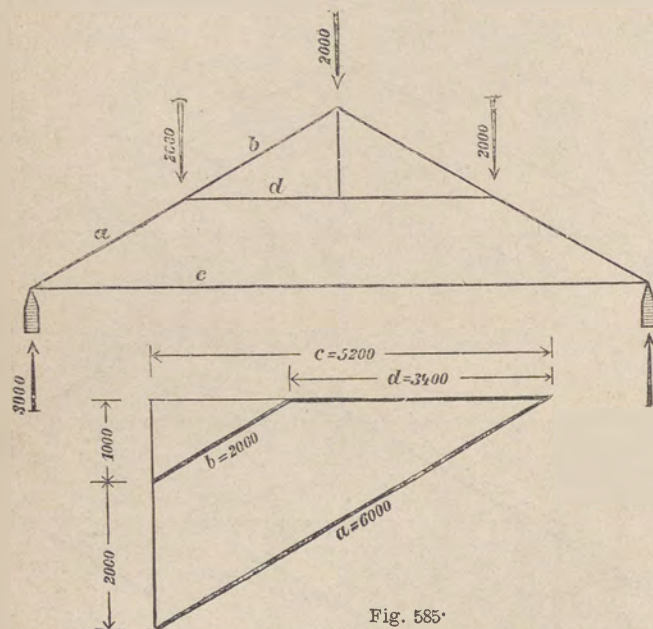


Fig. 585.

In A agisce: la tensione o trazione c e la compressione a ; da $P_1 + Q_1$ ed a risultano: tensione d e compressione b ; da d , c , Q_2 , c e d risulta: tensione e .

3. Nel sistema rappresentato dalla fig. 585 la reazione sarà $2000 + 1000 = 3000$ kgr. e si scompone nella tensione $c = 5200$ kgr. e nella compressione $a = 6000$ kgr.; dal carico ai nodi (kgr. 2000) e da a risultano: compressione $d = 3400$ kgr. e compressione $b = 2000$ kgr.

4. Nel sistema della fig. 586 la reazione diventa $P_1 + P_2 + Q_1$ e si scompone: nella tensione c e nella compressione a ; il carico P_1 ed a danno: compressione f e compressione b ; il carico P_2 e b danno: tensione e e compressione d ; gli sforzi e , f , c e Q generano: la tensione $g =$ compressione d .

5. Nel sistema della fig. 587 (tetto a sega) i carichi ai nodi sono singolarmente di 2000 kgr.; siccome la distribuzione dei carichi è asimmetrica, così a mezzo di un poligono funicolare qualunque si pos-

sono stabilire le reazioni e sarà: $A = 1700$ kgr. e $B = 2300$ kgr. Dalla reazione A risultano: tensione c e compressione a ; carico 2000 ed a danno: compressione a e compressione b . Gli sforzi d e c danno: tensione f e tensione e . Il carico 2000 e b ed e danno: compressione g .

6. Nel sistema della fig. 588 la reazione sarà $1600 + 1600 + 800$ e dà: tensione $d = 6800$ kgr. e compressione $a = 8000$ kgr.; carico 1600 ed a danno: compressione $f = 2700$ kgr. e compressione $b = 4800$ kgr.; dal carico 1600 e da b risulta: compressione $e = 1600$ kgr. e compressione $c = 3000$ kgr.;

gli sforzi e ed f danno: $\frac{g}{2} = 800$ kgr., dunque $g = 1600$ kgr.

7. Nel sistema della fig. 589 il nodo k è sostenuto da un saettone obliquo che si imposta o so-

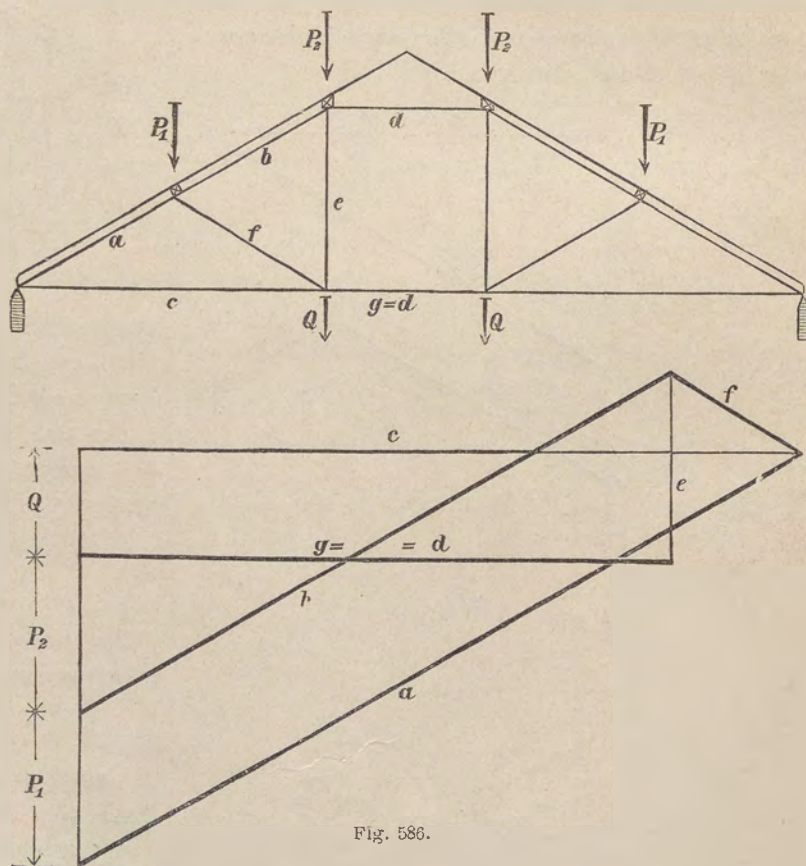


Fig. 586.

pra una trave o sopra uno stile da parete e che a seconda dell'esattezza del lavoro accoglie una maggiore o minore quantità del carico del tetto e la trasmette al piede del saettone. Sarà quindi indicato di stabilire un limite massimo ed uno minimo della quantità di carico che il saettone è capace di

sostenere ed in corrispondenza a ciò segnare i po-

kilogrammi e la compressione $c = 3200$ kilogrammi:

mentre e e d danno: $\frac{g}{2} = 800$ ossia $g = 1600$ kgr.

In un secondo poligono delle forze si deve prendere nella stessa maniera per A , $\frac{1}{3}$ e per il carico dei saettoni $\frac{2}{3}$ del carico, e ne risulteranno gli sforzi segnati nella figura. Le sezioni sono quindi da calcolarsi come segue:

il puntone a	in base a kgr.	5200
la catena f	» » » »	4500
la contro-catena d	» » » »	1200
il saettone h	» » » »	3000
il sotto-puntone c	» » » »	1600
il monaco g	» » » »	1600

Se si monta una incavallatura di questo genere sopra un ritto libero, sopra una colonna di legno isolata sarà consigliabile di calcolare le dimensioni delle membrature in modo che il saettone obliquo sia meno caricato, affine di non tenere troppo estesa la sezione del ritto cementato per flessione. Si assegnerà perciò al saettone solamente $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ del carico e si disegneranno corrispondentemente i poligoni delle forze come si fece nella fig. 589. La sollecitazione alla flessione trasmessa al ritto dal saettone genererà nelle

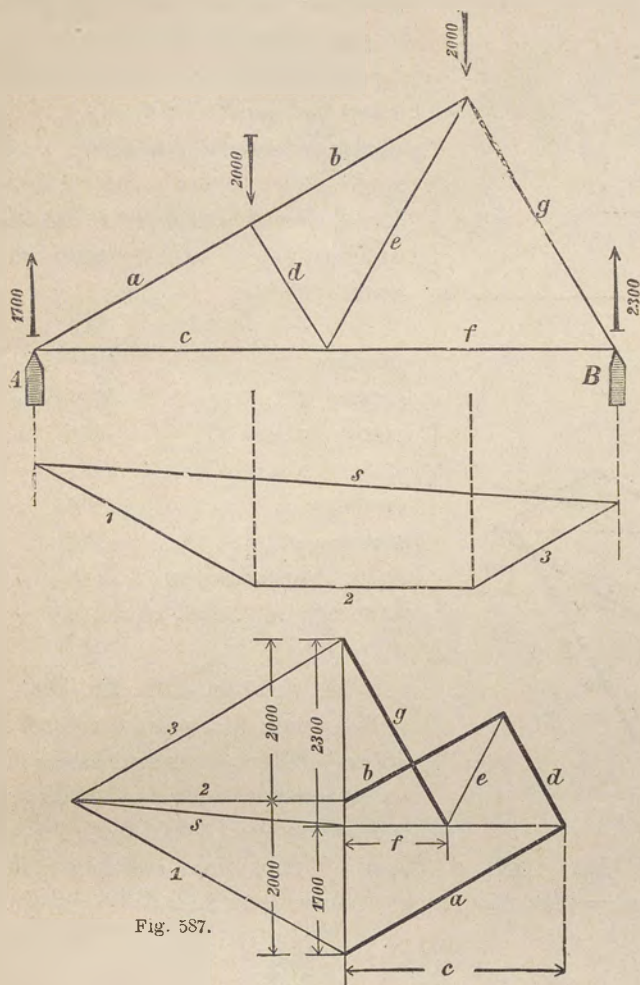


Fig. 587.

ligoni delle forze e determinare le sezioni in base agli sforzi massimi trovati. Quali limiti del carico dei saettoni si prende $\frac{1}{3}$ e $\frac{2}{3}$ della reazione degli appoggi. Sia adunque $A = \frac{2}{3} (1600 + 1600 + 800)$.

Allora risulta: tensione $f = 4500$ kgr. e compressione $a = 4200$ kgr. La pressione h si ottiene scomponendo $\frac{1}{3} A$ orizzontalmente e in direzione del saettone ed allora nel punto B dai 1600 kgr., da a e da h risulta: compressione $d = 1200$ kgr., e compressione $b = 4800$ kgr.;

il carico 1600 e b danno: compressione $e = 1600$

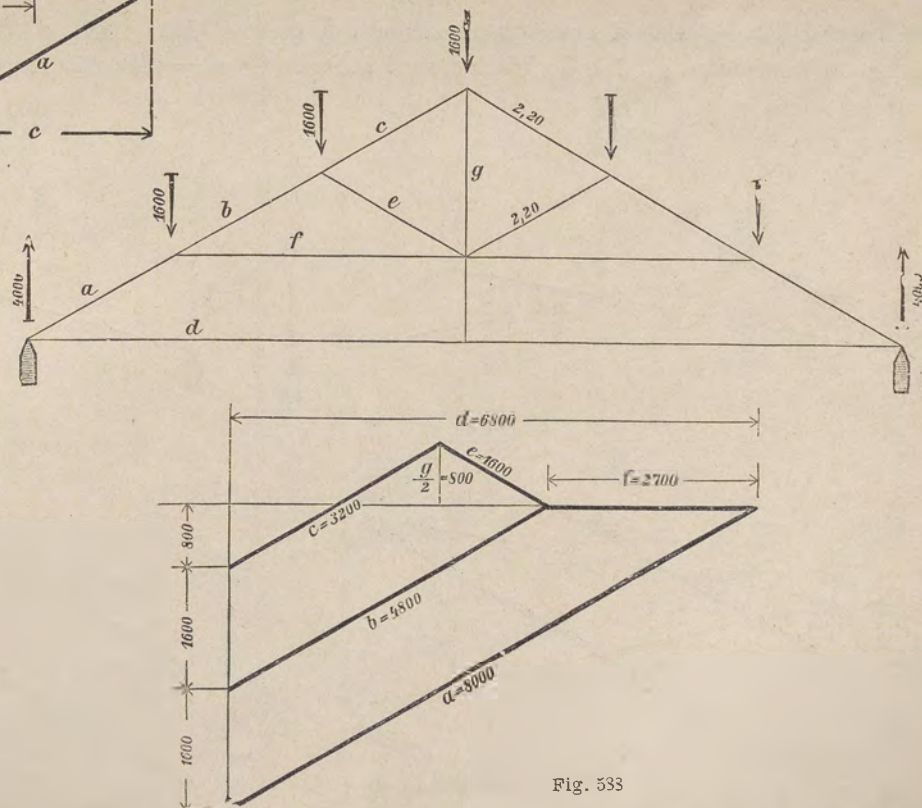


Fig. 589.

due impostature del ritto, sotto e sopra, le pressioni

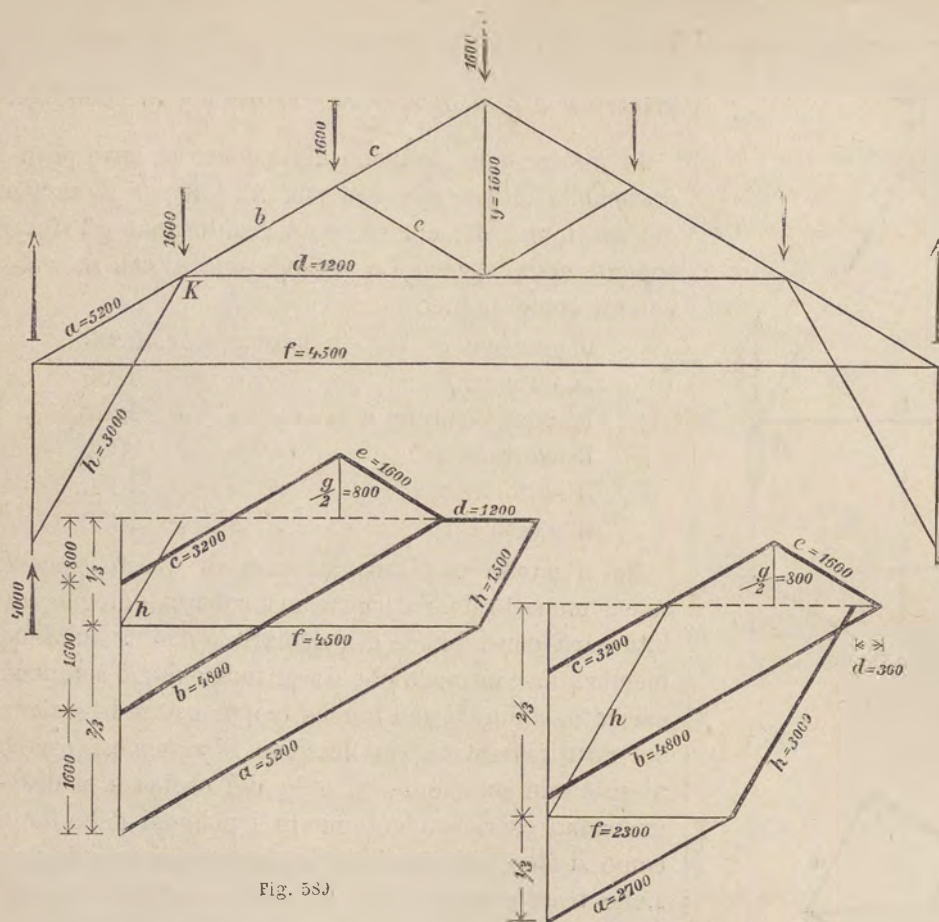


Fig. 589.

agli appoggi t e t' che si troveranno a mezzo di un poligono funicolare 1, 2 e 3; inoltre sarà indicato

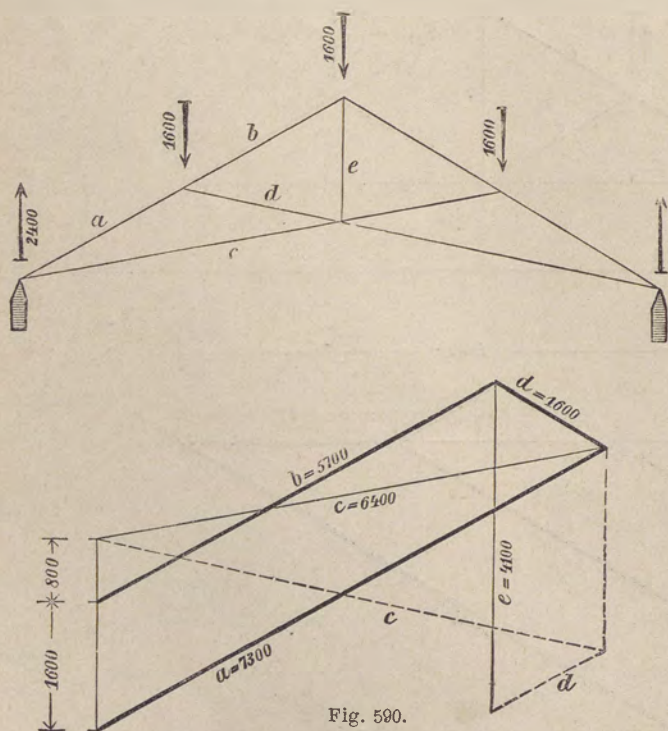


Fig. 590.

di fare coincidere il raggio funicolare 1 col ritto

ed il raggio 2 colla direzione del saettone, cosicchè tirando la linea 3 e le rispettive parallele nel poligono delle forze si otterranno immediatamente i valori t e t' . Allo sforzo originario f si unisce t nel modo indicato nei poligoni delle forze, di modo che per il calcolo delle sezioni si prenderanno i seguenti valori:

puntone a . . .	4400 kgr.
catena f . . .	4200 »
contro-catena d . .	1200 »
sotto-puntone e . .	1200 »
saettone h . . .	1800 »
monaco g . . .	1200 »
ritto: compressione.	3600 »
momento flett. $350.4,6=$	1610 »

8. Sistema della fig. 590.

Nel punto di appoggio agiscono $1600 + 800 = 2400$ kgr. da cui risulta: compressione $a = 7300$ kgr. e trazione $c = 6400$ kgr.

Da 1600 e da a si ricavano: compressione $d = 1600$ kilogr. e compressione $b = 5700$ kilogr.

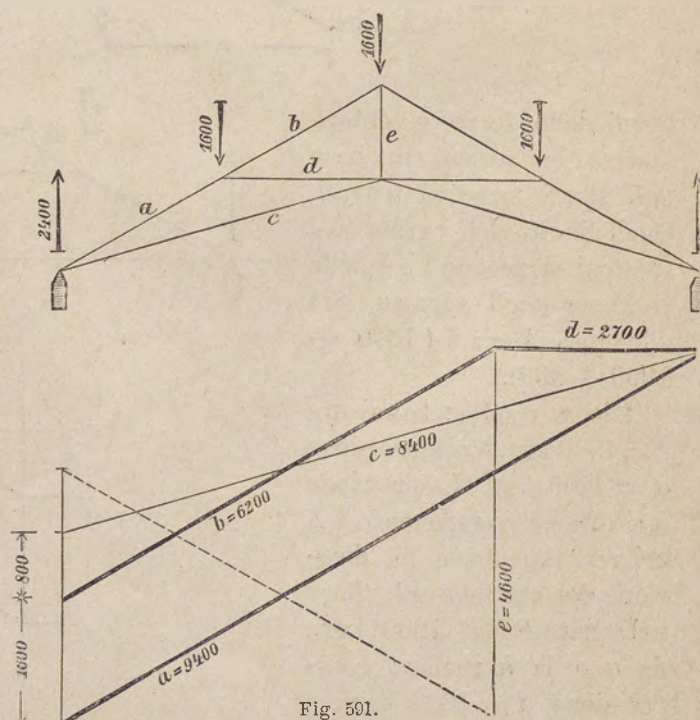


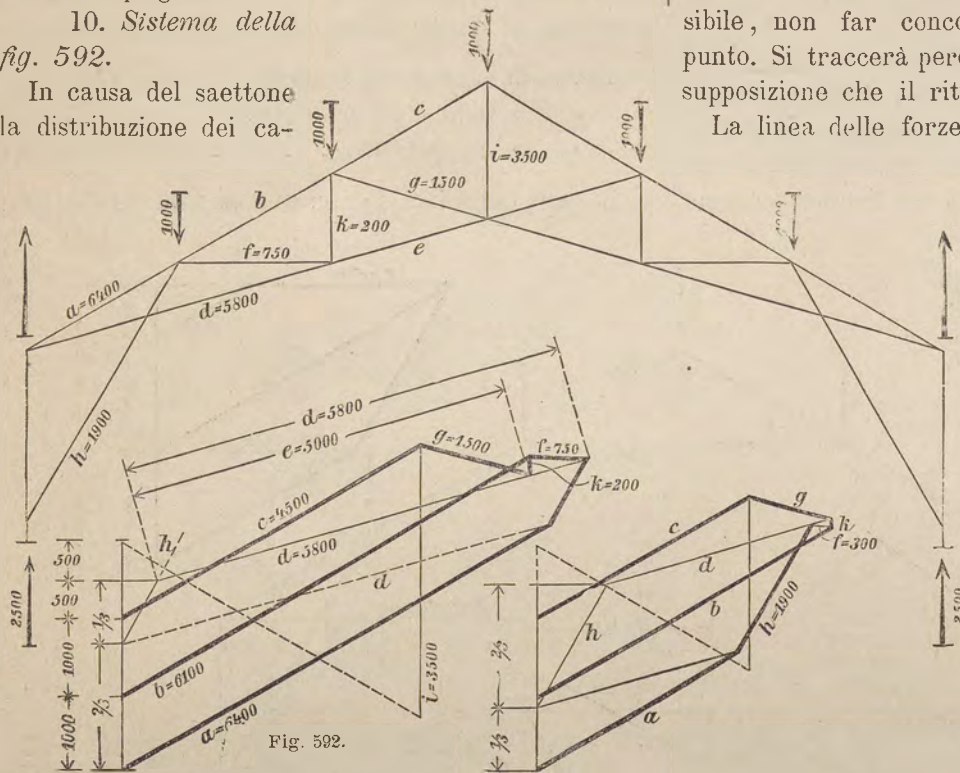
Fig. 591.

Da d , c e d si ricava: trazione $e = 4100$ kilogr.

9. Il sistema della fig. 591 non abbisogna di ulteriori spiegazioni.

10. *Sistema della*
fig. 592.

In causa del saettone
la distribuzione dei ca-



quindi tenere conto di questa circostanza sfavorevole e rinforzare le dimensioni, e, qualora sia possibile, non far concorrere i puntoni nello stesso punto. Si traccerà perciò il poligono delle forze nella supposizione che il ritto non subisca flessione alcuna.

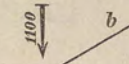
La linea delle forze è $= 1100 + 550 + 550$ kgr.

e ne risulta la compressione $f=1200$ kgr., e la compressione $d=1500$ kgr. Il carico 500 ed f danno: tensione $e=2500$ kgr. e la compressione $a=1900$ kgr.; b diventa $=a$; carico 1100, b e d danno: la compressione $e'=300$ kgr. e la compressione $c=2500$ kgr.; c , 1100 e c danno: la tensione $g==1400$ kgr.

12. *Sistema della figura 594, incavallatura Ardant.*

Il piede del puntone deve rimanere fisso quando l'incavallatura si abbassa sotto

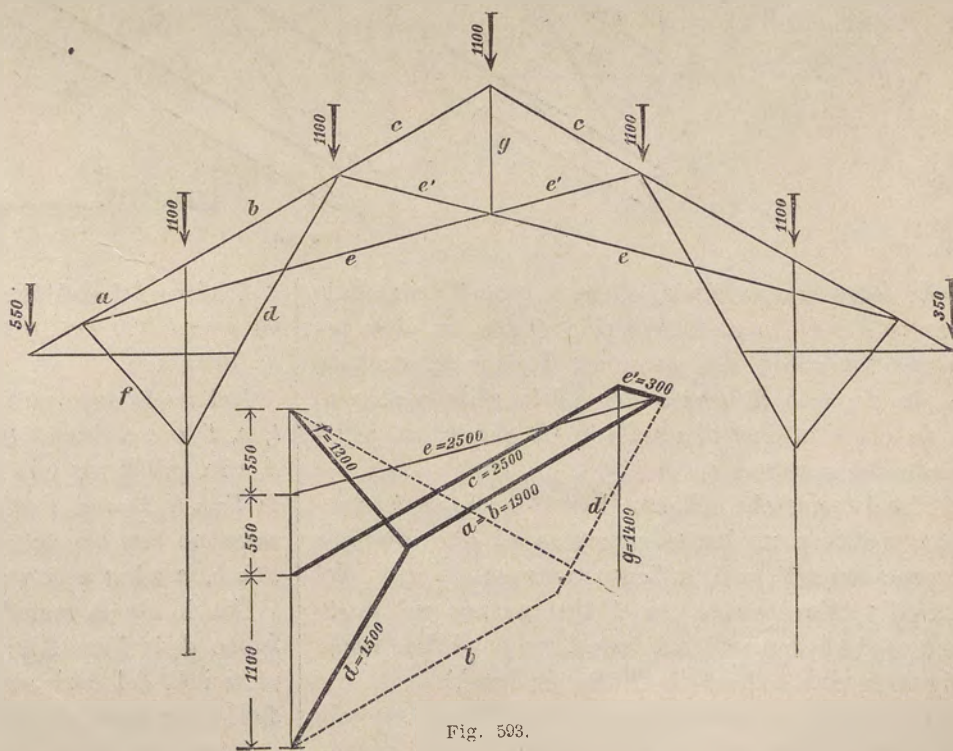
richi diventa nuovamente indeterminata e sarà possibile stabilire i limiti per il carico del saettone eguali a $\frac{1}{3}$ ed a $\frac{2}{3}$ del carico totale, dalle quali ipotesi si possono ricavare gli sforzi a mezzo di due poligoni delle forze nei modi già spiegati.



11. *Sistema della figura 593* con legamenti incrociati nella sporgenza del tetto. Qui il puntone della sporgenza controbilancia la spinta del puntone interno, quindi la cimentazione alla flessione nel ritto diventa minima, e può essere trascurata, molto più quando la morsa accoppiata passa in prossimità al vertice del saettone. D'altra parte però il saettone ed il sottopuntone

si innestano nello stesso punto del ritto, il quale quindi riceve un indebolimento rilevante. Si deve

l'azione del carico, la parte superiore del puntone si



infilette in un senso, la parte inferiore in senso opposto e queste due inflessioni devono controbilan-

la forma della fig. 594 IV con le grandezze degli sforzi indicate.

13. Sistema della fig. 595, incavallatura ad arco.

La parte superiore dell'incavallatura si appoggia nel punto h sull'inferiore e gli sforzi nelle due parti del puntone saranno in direzione opposta. Un poli-

Da A' , s , ed f : tensione $s' = 3600$ kgr., compressione $B = 10300$ kgr.

Da B : compressione $g = 2400$ kgr., compressione $B' = 10400$ kgr.

Da g , s' , a ed 800 : tensione $b = 7000$ kgr.

Allo stesso modo si sono ottenuti gli sforzi nella

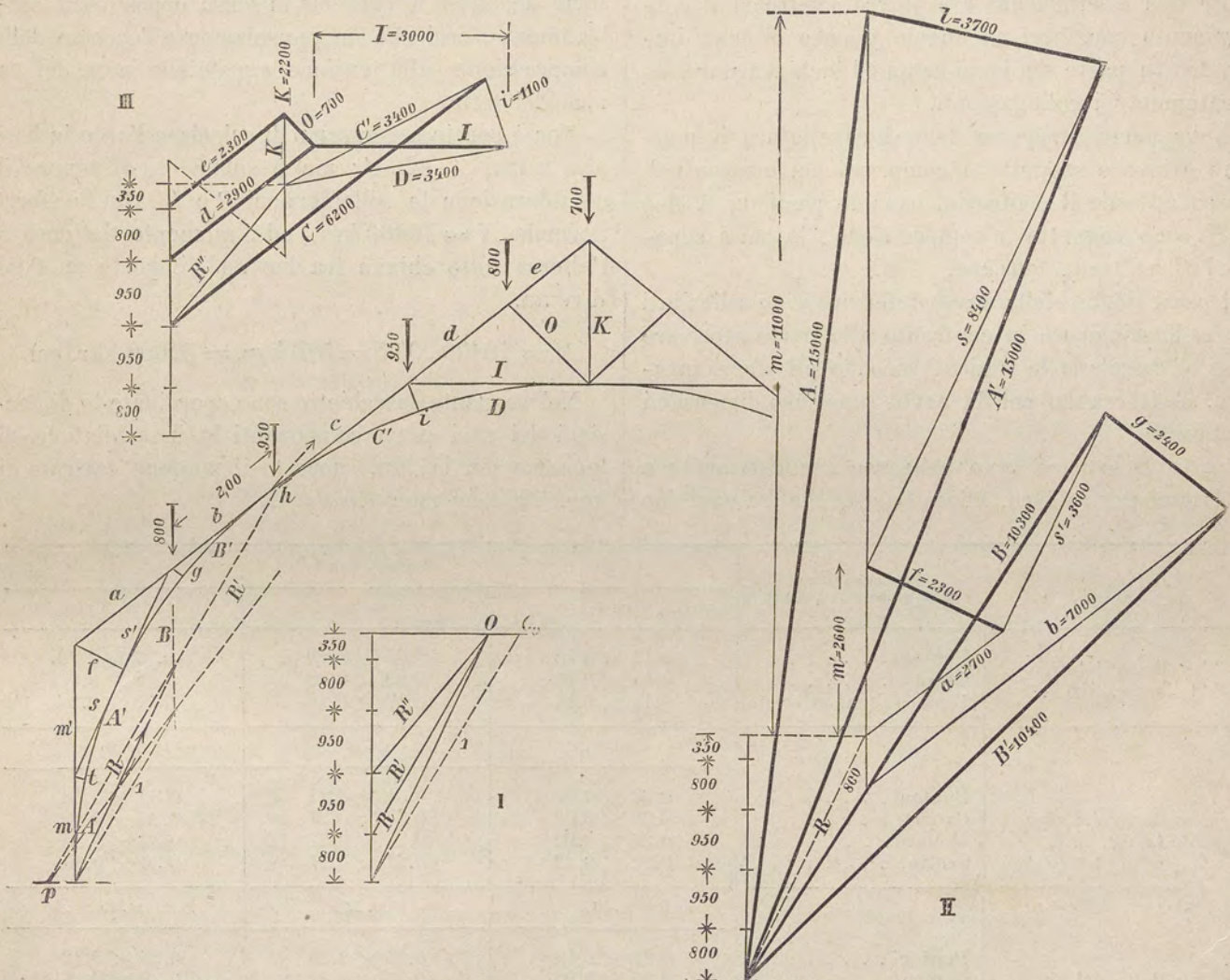


Fig. 595.

gono funicolare deve passare per il piede dell'incavallatura e per h e si otterranno le risultanti R , R' ed R'' (fig. 595 I).

Da R otteniamo (fig. 595 II); tensione $m = 11000$ kgr., compressione $A = 15000$ kgr.

Da A otteniamo: compressione $l = 3700$ kgr., compressione $A' = 15000$ kgr.

Da l ed m : tensione $m' = 2600$ kgr.; tensione $s = 8400$ kgr.

Da m' : tensione $a = 2700$ kgr., compressione $f = 2300$ kgr.

parte superiore della reazione R che agisce nel punto h .

Da R'' (fig. 595 III) otteniamo: tensione $C = 3400$ kgr., compressione $C = 6200$ kgr.

Da C' : tensione $D = 3400$ kgr., tensione $i = 1100$ kgr.

Da 950 , c ed i : compressione $l = 3000$ kgr., compressione $d = 2900$.

Da 800 e d : compressione $o = 700$ kgr.; compressione $e = 2300$ kgr.

Da 700 , e ed e : tensione $K = 2200$ kgr.

I poligoni delle forze mostrano che lo stilo addossato alla parete $m m'$, la parte inferiore ab del puntone e la saetta portante ss' , collegati mediante legamento f , sono sollecitati per trazione e non per compressione, come è il caso per costruzioni d'altro sistema. Il collegamento solito a mezzo di incastri a dente non è sufficiente e si dovrà effettuare il collegamento con ferri ad angolo oppure bisogna impiegare in parte dei legni doppi ed inchiodare accuratamente i collegamenti.

Nella parte superiore della incavallatura il puntone è invece soggetto a compressione, mentre nell'arco avviene il contrario, ossia le parti da A fino a B' sono soggette a compressione, le parti superiori C e D alla tensione.

I pezzi (legni) della parte inferiore sono sollecitati straordinariamente in confronto alla parte superiore e se si calcolano le sezioni secondo gli sforzi massimi, si otterranno per la parte superiore dimensioni esagerate.

Se tutte le parti sono collegate accuratamente e saldamente fra loro, allora l'arco, che fra ogni due

nodi è anche sollecitato alla flessione, non può realmente più incurvarsi poichè collegato saldamente cogli altri pezzi d'unione fanno un tutto d'altezza non indifferente che oppone grande resistenza alla flessione.

È da osservarsi inoltre che al piede del cavalletto la rilevante tensione del ritto m e la forte compressione dell'arco A agiscono in senso opposto sul collegamento, cosicchè rimane solamente l'eccesso della compressione sulla tensione, eguale alla metà del carico del tetto.

Non è perciò necessario di calcolare l'arco in base alle azioni A ed A' ; ma è sufficiente di tenere in considerazione le sollecitazioni B e B' . Qui lo sforzo normale $N = 10400$ kgr., ed il momento flettente se l'altezza sotto chiave fra due nodi importa m. 0,05, diventa.

$$M = 10400 \cdot 0.05 = 520 \text{ kgr.} = 52000 \text{ kgr. cm.}$$

Nel seguente specchietto sono coordinate le dimensioni dei vari pezzi componenti le incavallature di legname più in uso, supposto il puntone caricato di kgr. 720 per metro lineare.

	Denominazione delle varie membrature	Portata fino a		
		m. 4	m. 6	m. 8
Cavalletto del tipo della fig. 516 a.	Puntoni	0.14 × 0.18	0.23 × 0.19	0.28 × 0.22
	Catena	0.14 × 0.18	0.23 × 0.19	0.28 × 0.22
	Monaco (quando esiste)	0.14 × 0.14	0.19 × 0.19	0.22 × 0.22
Cavalletto del tipo della fig. 582.		m. 10	m. 12	m. 15
	Puntoni	0.28 × 0.22	0.31 × 0.27	0.36 × 0.30
	Catena	0.28 × 0.22	0.31 × 0.27	0.36 × 0.30
	Monaco	0.22 × 0.22	0.27 × 0.27	0.30 × 0.30
	Saette	0.22 × 0.22	0.27 × 0.27	0.30 × 0.30
Cavalletto del tipo della fig. 585.		m. 10	m. 12	m. 15
	Puntoni	0.22 × 0.18	0.25 × 0.20	0.28 × 0.22
	Catena	0.25 × 0.20	0.27 × 0.22	0.30 × 0.25
	Controcattena	0.20 × 0.16	0.23 × 0.18	0.26 × 0.20
	Saettoni e monaci	0.16 × 0.13	0.17 × 0.14	0.20 × 0.16
Cavalletto del tipo della fig. 588 e tav. LIII.		m. 15	m. 20	m. 25
	Puntoni	0.24 × 0.16	0.28 × 0.20	0.35 × 0.20
	Catena	0.30 × 0.25	0.35 × 0.30	0.40 × 0.35
	Controcattena, saettoni e monaci	in proporzione		

CAPITOLO II.

I TETTI DI SOLO FERRO ED I TETTI DI FERRO E DI LEGNO

§ 1.

LE GENERALITÀ.

Il costo del ferro e della ghisa notevolmente diminuito dietro il rapido estendersi delle industrie metallurgiche e le qualità proprie di questi metalli hanno contribuito non poco nella loro applicazione per la costruzione dei tetti, specialmente in quelle parti delle armature soggette a sforzi di tensione e di compressione come, ad esempio, ha luogo nelle catene delle grandi capriate, nei tiranti, nei monaci, ecc.

Soltanto quando si richiede una struttura totalmente incombustibile, si fa di ferro anche la piccola armatura di coperto del tetto, ma più generalmente di solo ferro si fanno le capriate destinate a sostegno dell'armatura di coperto. Le incavallature costruite in ogni parte in ferro presentano bensì una grande leggerezza e forme piuttosto eleganti, costruite però con i puntoni di legno e con le altre parti di ferro si prestano a preferenza per stabilirvi e fissarvi facilmente l'orditura di coperto composta di arcarecci di legno e di tavolato. Quest'ultima maniera di costruire le capriate è da raccomandarsi se si vuole realizzare la massima economia, non disgiunta ad una eleganza certamente non inferiore a quella delle capriate di solo ferro. La loro costruzione è semplicissima ed offre grande solidità e sufficiente durata, tanto da autorizzarci a ritenere che nessun altro genere di costruzione può fare loro una grande concorrenza.

I tetti di ferro ed i tetti misti di ferro e di legno possono essere a falde *piane* ovvero a falde *curve* o *circolari*: ciascuna di queste due specie si suddivide poi in un certo numero di forme e di sistemi diversi. Cosicchè di tale maniera possono costruirsi i tetti ad una sola falda (fig. 596 *a*), i tetti a due falde eguali (fig. 596 *b*), e a due falde diseguali o tetti a sega (fig. 596 *c*), i tetti a padiglione

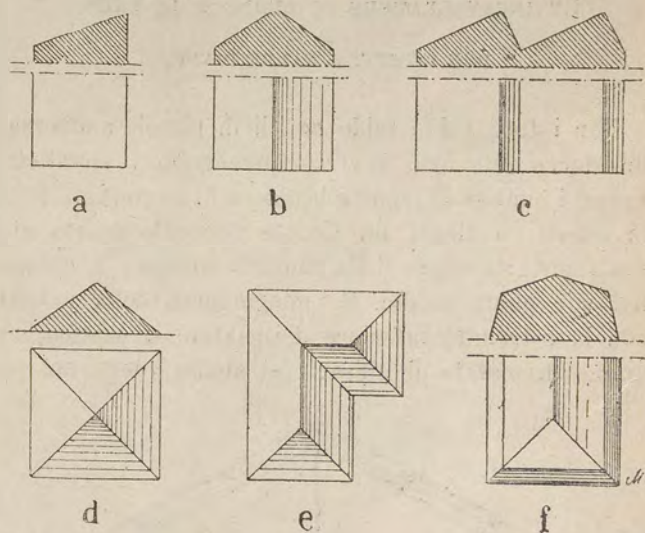


Fig. 596.

piramidale (fig. 596 *d*), e quelli con teste di padiglione (fig. 596 *e*) ed i tetti a falde spezzate del tipo Mansard (fig. 596 *f*). Dei tetti a falde curve si costruiscono sovente in ferro ovvero di struttura mista, in ferro e legno cioè i tetti ad arco con pieno centro e quelli ad arco ribassato (fig. 597 *a*, *b*) quelli a sesto ellittico (fig. 597 *c*), i tetti a sesto ogivale o

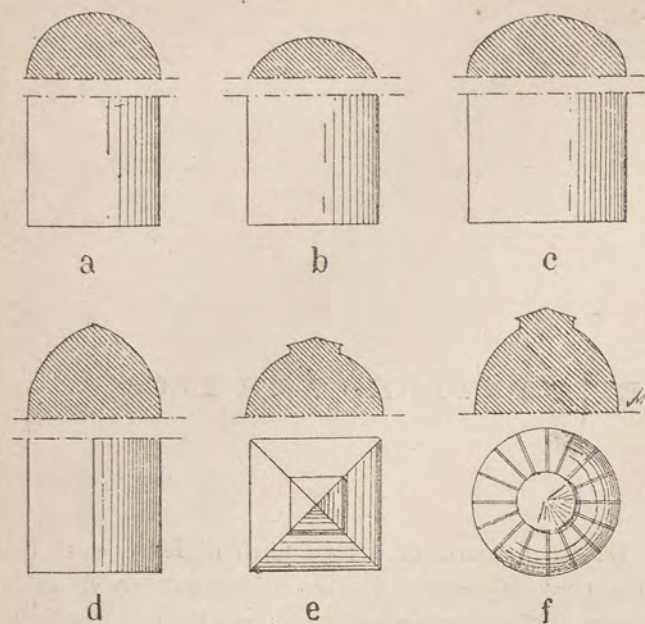


Fig. 597.

ad arco acuto (fig. 597 *d*), e quelli a cupola eretta sopra pianta quadrata, poligonale e circolare (fig. 597 *e*, *f*).

§ 2.

LE INCAVALLATURE DI LEGNO E DI FERRO

PER I TETTI A FALDE PIANE.

Per i tetti a due falde eguali di piccola ampiezza, inferiore agli otto metri, convengono i cavalletti aventi i puntoni di legno e la catena di ferro (fig. 598); in questi cavalletti un tirante verticale fissato all'estremità superiore della capriata sostiene la catena nel suo punto medio. Il collegamento della catena con la estremità inferiore dei puntoni si pratica per mezzo di scatole di ghisa, così anche quello del ti-

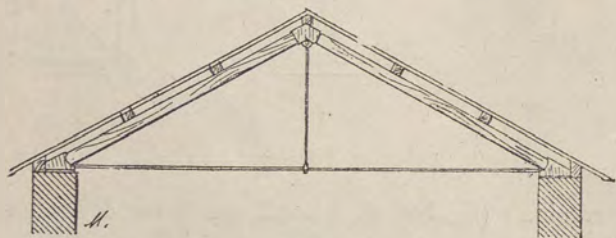


Fig. 598.

rante verticale con le estremità superiori dei puntoni.

Per portate che superano i metri 8 e che non eccedono i m. 12 sono indicate le incavallature con saette del tipo riportato dalla fig. 599, nel quale i pun-

toni e le due saette che contrastano coi puntoni sono fatti di legno e di ferro la catena e il tirante medesimo. Come nel cavalletto del tipo precedente le congiunzioni sono fatte con scatole di ghisa; così

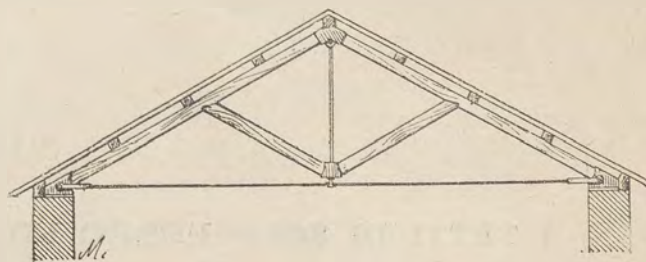


Fig. 599.

quella tra la catena di ferro e le estremità inferiori dei puntoni di legno, come le altre tra il tirante verticale e le estremità delle saette e dei puntoni.

Per portate oltre i 12 metri convengono le incavallature Polonceau, dal nome dell'architetto Camillo Polonceau, che per la prima volta le costruì a Parigi nell'anno 1840. Queste capriate benchè di so-

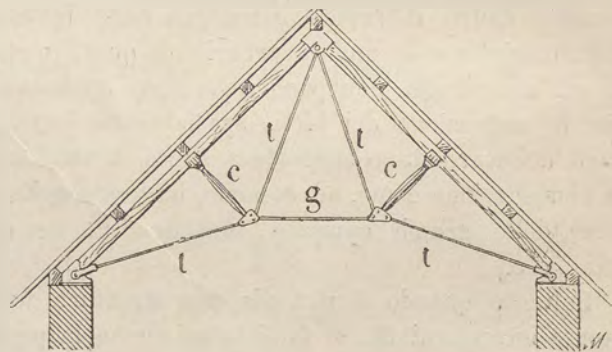


Fig. 600.

vente si costruiscano di solo ferro, convenientemente si prestano per farsi di struttura mista.

La fig. 600 riporta una capriata del tipo Polonceau, composta di due puntoni di legno, ciascuno dei quali è costituito da una trave armata di un contraffisso *c* di ghisa e di due tiranti *t* di ferro. La catena *g* rialzata è sostenuta nel suo punto di mezzo da un tirante verticale, allora quando la capriata presenta una monta piuttosto piccola, per cui la catena riesce lunga, come si vede nella capriata rappresentata nella fig. 1, Tav. LVI.

Una capriata Polonceau potrà farsi anche con contraffissi e monaco di legno: in questo caso conviene che gli uni e l'altro siano rinforzati da saette pure di legno, come mostra schematicamente la fig. 601.

I particolari che meritano un maggiore rilievo nelle capriate Polonceau di struttura mista sono:

a) Il *contraffisso* sottoposto a sforzo di compressione, generalmente di ghisa, che ha una sezione per lo più crociforme crescente verso il mezzo (fig. 7, tav. LVI); esso termina con le estremità a forma di disco provvisto di foro, con una delle quali si introduce e si fissa tra le piastre di ferro che servono a unire i tiranti e la catena tra loro e con l'altra nella scatola di ghisa sulla quale si appoggia il puntone; le estremità del contraffisso riescono così leggermente articolate. Spesso però bastando l'articolazione all'estremità inferiore del contraffisso, la scatola di ghisa è fusa di un sol pezzo col medesimo, come indica la fig. 6, tav. LVI.

b) La *scatola di ghisa* che riceve l'estremità inferiore del puntone (figg. 2 e 5 tav. LVI) e serve di attacco alla catena per mezzo di una staffa di ferro ovvero più semplicemente per mezzo di dado

mità superiori dei puntoni e serve di attacco ai tre tiranti (fig. 3, tav. LVI). Questa scatola può essere co-

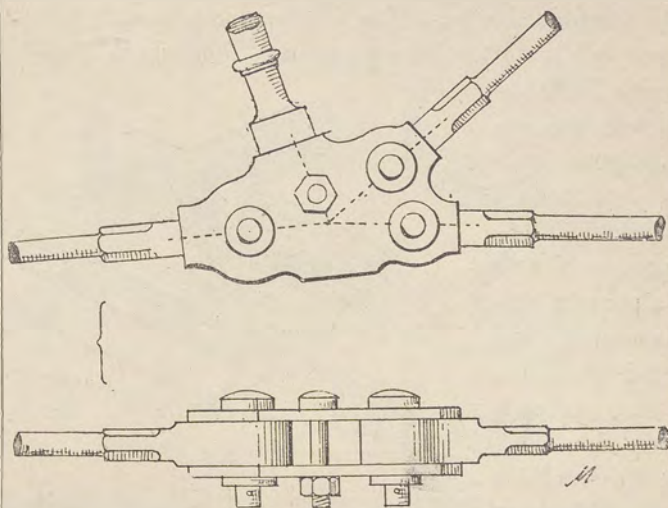


Fig. 603.

stituita dal collegamento riportato nella fig. 602 consistente in un ferro a semplice T congiunto mediante piastre a un ferro ad Y al quale con ferri d'angolo si attacca la piastra a cui si impernano i tre tiranti.

d) Le *piastre di attacco* dell'estremità della catena con quelle dei tiranti e del contraffisso (fig. 4, tav. LVI e fig. 603) di cui la disposizione risulta abbastanza chiara dalle sopracitate figure.

e) Il *manicotto tenditore* (fig. 604), che serve a tendere la catena allora quando la capriata è montata. Per portate superiori ai 20 metri soglionsi costruire le capriate del tipo Polonceau interamente in

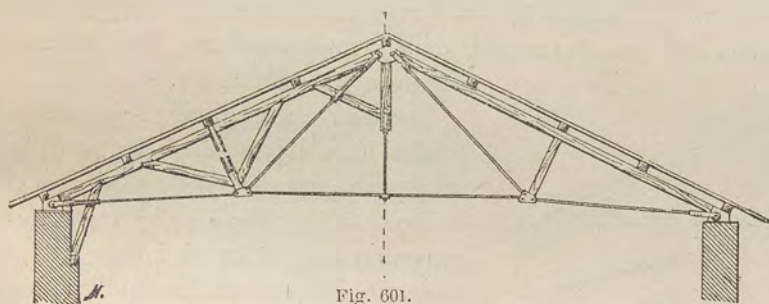


Fig. 601.

a vite come indica la fig. 5, tav. LVI; in questo caso la catena attraversa l'estremità del puntone.

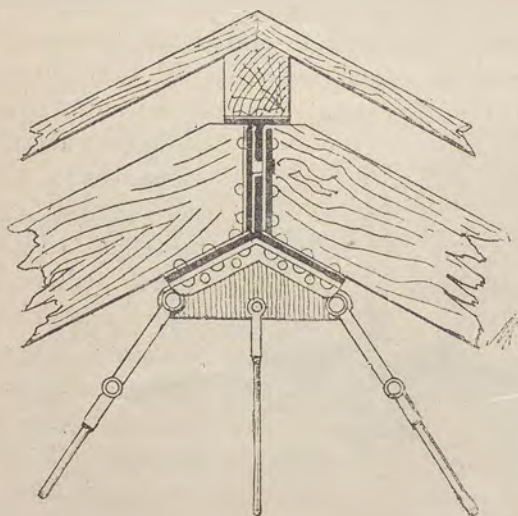


Fig. 602.

c) L'altra *scatola di ghisa* che riceve le estre-

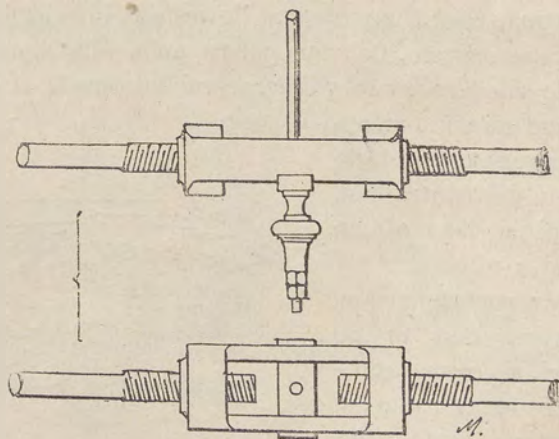


Fig. 604

ferro, essendo difficile per tali portate fare il puntone di legno di un solo pezzo. La struttura mista quindi per grandi portate nelle capriate Polonceau

non è applicabile a meno che non si trovi il mezzo di sostenere il puntone in più punti intermedi come, ad esempio, ha praticato il Breymann nella costruzione della tettoia che copre una fonderia in Carlsruhe. Nelle capriate che sostengono questa tettoia i puntoni di legno, sebbene la portata della capriata fosse di soli 18 m., sono armati con due contraffissi di ghisa (fig. 605) e tre tiranti di ferro, come nelle travi composte con due colonnelli, e la catena di ferro rialzata, disposta in quattro pezzi articolati a croce di S. Andrea unisce i nodi inferiori di

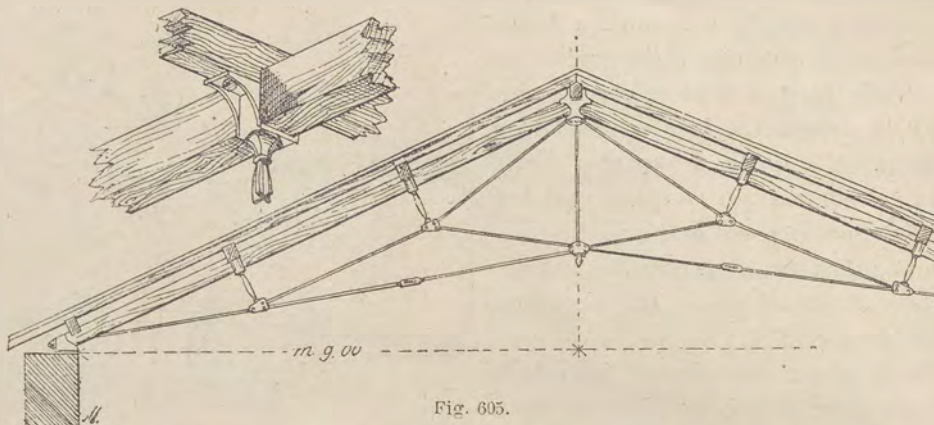


Fig. 605.

legno nel loro punto medio. La controcattena conviene sia doppia per abbracciare i puntoni e lasciare liberamente passare il tirante verticale, il quale sopporta una sella di ghisa con la sua estremità inferiore (fig. 607), sulla quale si appoggiano i 2 pezzi costituenti la controcattena ed a cui si fissano i due pezzi che individuano la catenacattena con bulloni a vite. Gli altri collegamenti si praticano con scatole di ghisa

del genere di quelle avanti menzionate. Capriate di questo tipo si hanno attualmente a sostegno della grande tettoia della rimessa-vetture della stazione ferroviaria di Stuttgart.

Per luci ancora maggiori, non potendosi fare i puntoni di legno di un solo pezzo, conviene sostenerli almeno in due punti intermedi equidistanti dagli estremi o meglio fra di loro e con le estremità del puntone. La controcattena doppia di legno sostiene allora al terzo inferiore della loro lunghezza i puntoni, i quali si appoggiano al terzo superiore sopra due contraffissi di legno

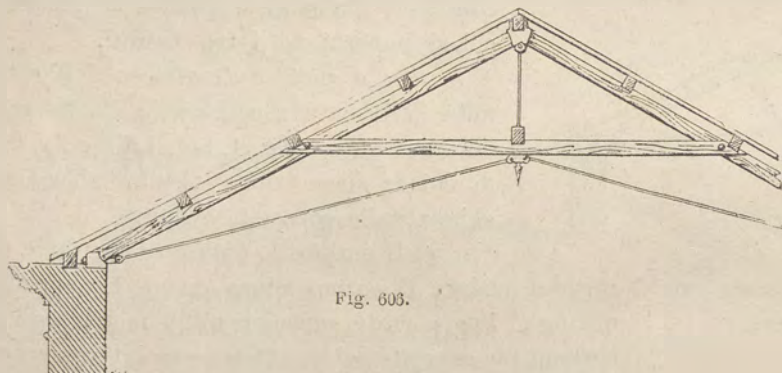


Fig. 606.

ciascuna trave composta con l'estremità inferiore del puntone opposto. Dal particolare unito alla figura è facile rilevare come gli arcarecci intermedi si collegano coi puntoni, appoggiandosi sulle teste ampie dei contraffissi, a cui si fissano con perni a vite.

Per portate ampie, sempre fino ai 20 metri, si possono comporre le capriate di struttura mista nella maniera indicata dalla fig. 606, facendo cioè di legno i puntoni e la controcattena e di ferro la catena rialzata ed il tirante verticale che sostiene la catena e la controcattena di

che contrastano colla loro estremità inferiore con la controcattena e con l'estremità del tirante verticale. Questo tipo di capriate adottate su larga scala, per

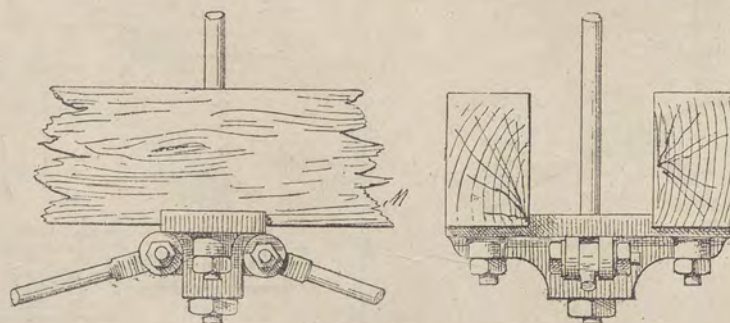


Fig. 607.

la loro facile costruzione, dalle ferrovie del Württemberg per le tettoie chiuse od aperte delle stazioni ferroviarie è rappresentato nella fig. 608, mentre la fig. 609 mostra alcuni fra i principali suoi collegamenti.

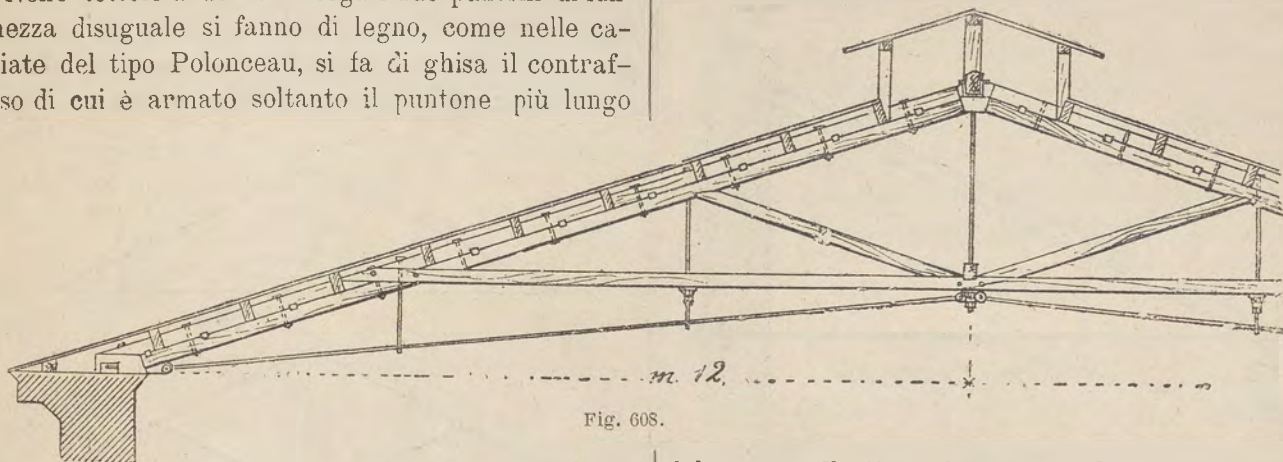
Per le grandi tettoie

aperte il puntone si appoggia direttamente ad una colonna di legno e si consolida tale collegamento mediante la mensola di ghisa, che si vede disegnata

nella fig. 610, alla quale si fissa la catena mediante la solita staffa di ferro.

Nelle tettoie a dente di sega i due puntoni di lunghezza disuguale si fanno di legno, come nelle capriate del tipo Polonceau, si fa di ghisa il contraffisso di cui è armato soltanto il puntone più lungo

tipo cui la capriata appartiene; con gli *arcarecci* situati nello spazio compreso fra due capriate, paral-



(fig. 611) e di ferro la catena orizzontale e il tirante obliquo, che fa parte della trave armata che co-

lateralmente alla linea di imposta che servono a colle-

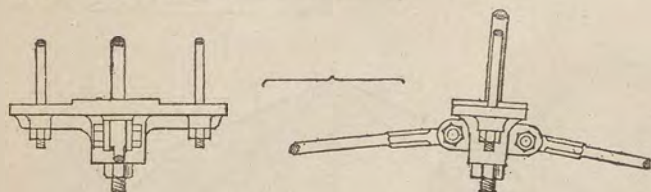
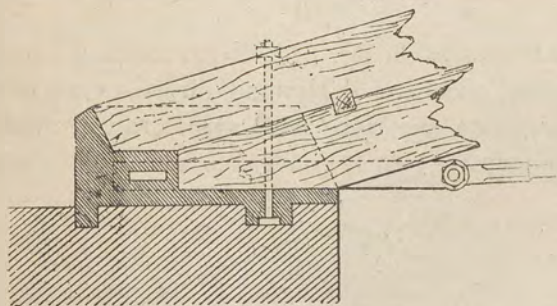


Fig. 609.

stituisce il puntone principale. I collegamenti con scatola di ghisa delle estremità dei puntoni tra loro e con la catena non differiscono dal genere di quelli finora descritti per le altre incavallature.

§ 3.

LE INCAVALLATURE DI SOLO FERRO PER I TETTI A FALDE PIANE.

Come ha luogo nella costruzione dei tetti di solo legno, un tetto di solo ferro a falde piane si compone con *capriate* di cui ciascuna consta di due puntoni, della catena, di un certo numero di contraffissi e di tiranti corrispondente al

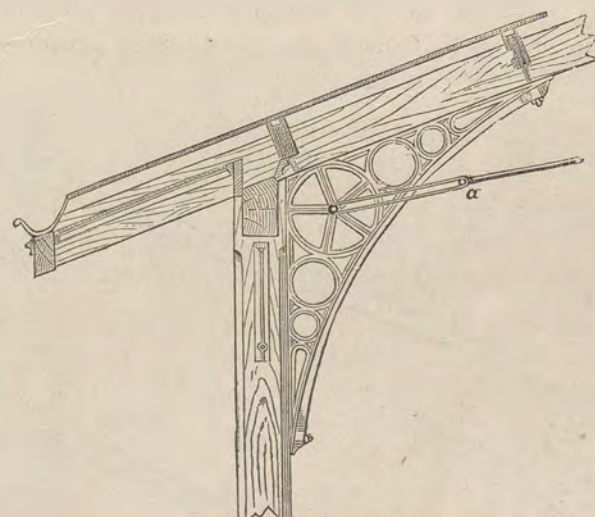


Fig. 610

gare le capriate fra loro ed a sostenere la piccola

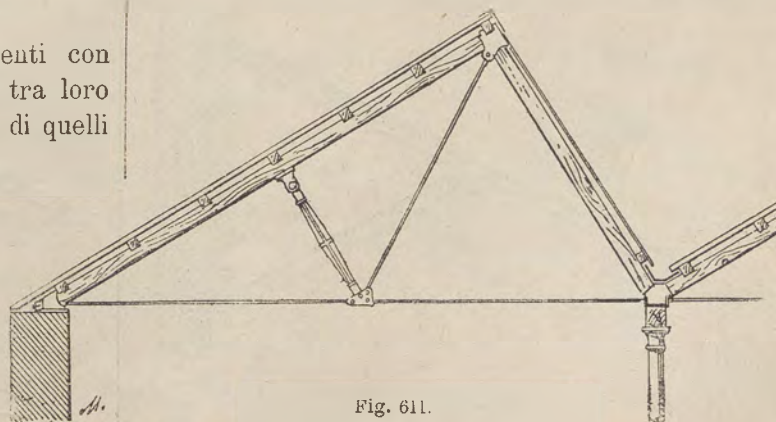


Fig. 611.

armatura del tetto composta ordinariamente di travetti diretti nel senso parallelo ai puntoni, sopra i quali si adagia il materiale di coperta del tetto.

Per piccole portate non eccedenti i m. 5 un tetto in ferro può convenientemente costruirsi con una sola falda piana e può quindi impostarsi sopra due

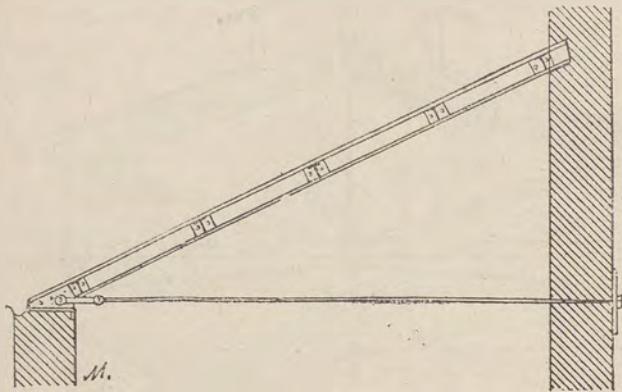


Fig. 612.

muri paralleli di cui uno si arresti ad un livello meno alto dell'altro, ovvero, come spesso accade per

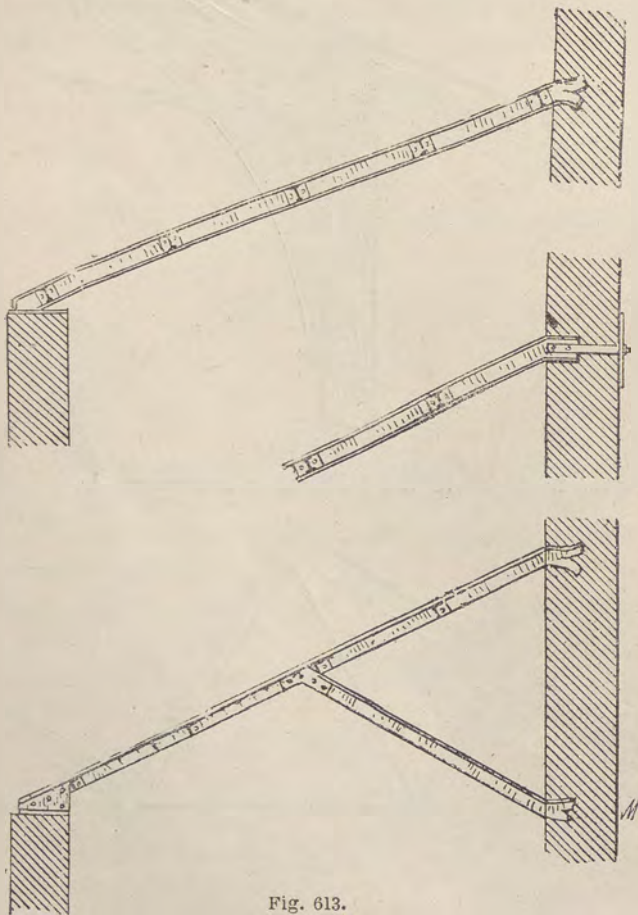


Fig. 613.

questo genere di tetti, sopra un muro in corrispondenza del colmo e sopra colonne di ferro in corrispondenza della parte più bassa della falda. E per-

chè questi tetti non esercitino una spinta contro il muro ovvero contro le colonne sulle quali si appoggiano col loro piede, è solito aggiungere un tirante orizzontale collegato ad una estremità per mezzo di una staffa al piede del cavalletto ed ancorato al muro opposto con una piastrina di ferro e con un dado a

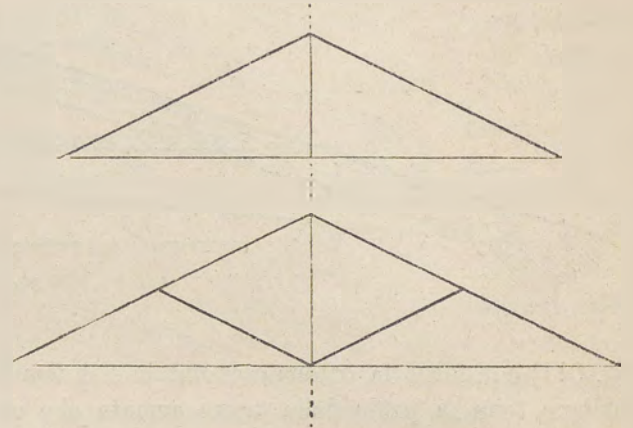


Fig. 614.

vite, come mostra la fig. 612. E più semplicemente potrà anche ancorarsi il puntone direttamente con la sua estremità superiore nella struttura del muro corrispondente al colmo, ripiegando a coda di ran-

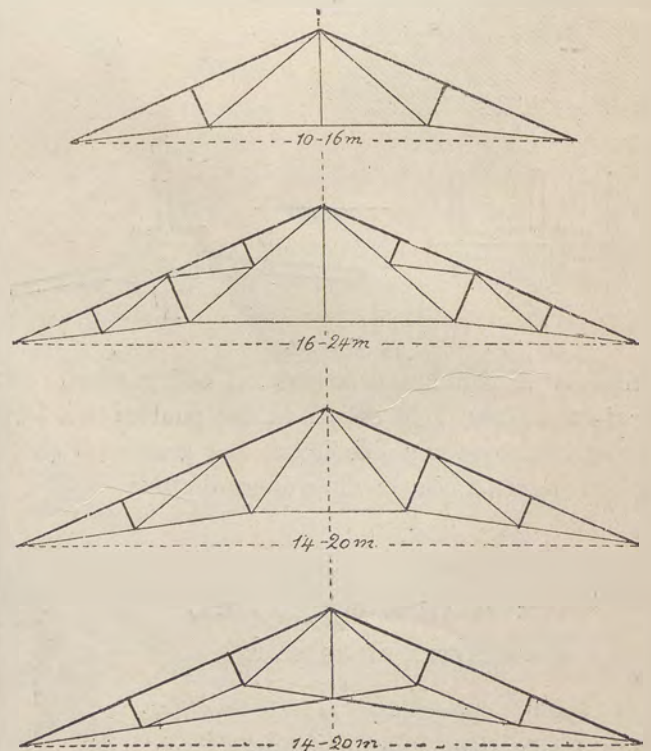


Fig. 615.

dine l'estremità del puntone medesimo, ovvero mediante staffa e piastrina, in una cioè delle maniere

indicate dalla fig. 613, e qualora occorra rinforzare il puntone si può sostenere in un punto intermedio

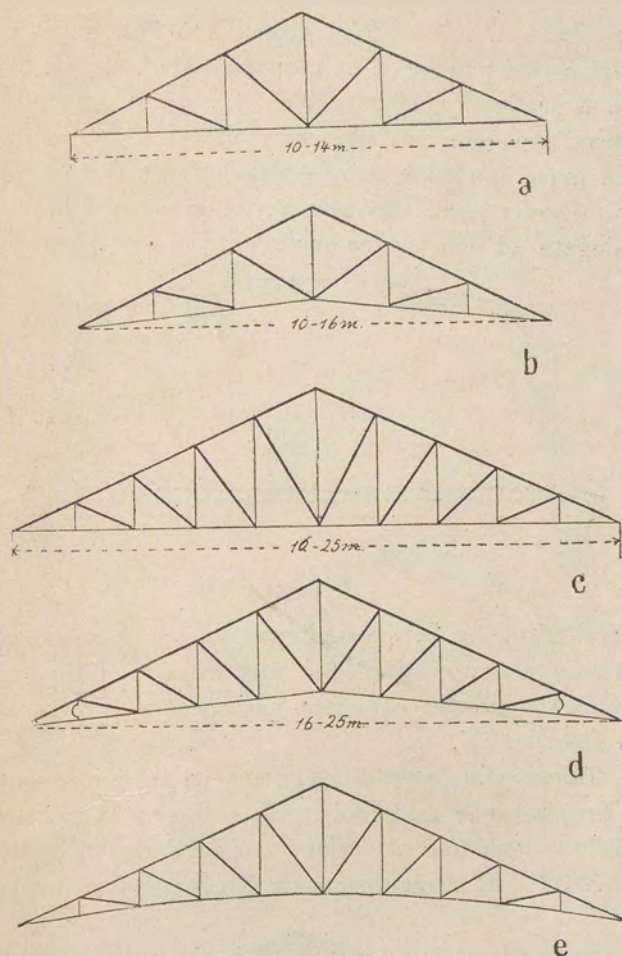


Fig. 616.

mediante un contraffisso collegato rigidamente al puntone mediante piastrine e bulloni ed ancorato colla estremità opposta a coda di rondine nel muro nella maniera chiaramente indicata dalla medesima figura. Queste disposizioni permettono di eliminare il tirante orizzontale, quando il muro corrispondente al colmo del tetto è sufficientemente solido, da potere resistere alle spinte a vuoto della falda e quindi servono ad utilizzare un maggior spazio libero sotto il tetto.

Allora quando i due muri longitudinali, sui quali si appoggia il tetto, devono fermarsi per architettonica esigenza al medesimo livello, allora conviene coprire lo spazio abbracciato fra i due muri con un tetto a due falde eguali.

Per i tetti in ferro a due falde piane i sistemi più in uso per la costruzione delle capriate sono quelli schematicamente indicati dalla fig. 614 per i

tetti che hanno una portata non eccedente i 12 metri. In questi tipi di capriate abbiamo disegnato con linee sottili le membrature soggette a sforzi di tensione e con linee più robuste le altre soggette a sforzi di compressione o di pressoflessione. Per i tetti che hanno una portata superiore ai 12 metri convergono i due tipi seguenti e cioè quello *Polonceau*, di cui abbiamo dato un cenno nel paragrafo precedente e quello noto col nome di *capriata inglese*. Entrambi questi tipi sono riportati schematicamente

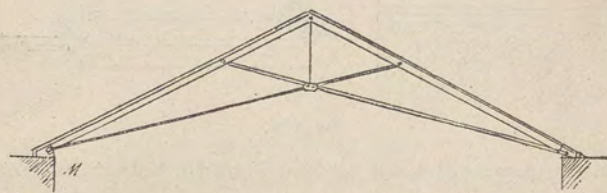


Fig. 617.

nelle figure rispettive 615 e 616, e convergono tanto per medie quanto per grandi portate, riuscendo per la loro struttura sempre indeformabili. Meno indeformabili sono invece quelle registrate dalla fig. 617, per cui non conviene applicarli per portate oltre i 6 metri. Come si rileva dalla fig. 616, le capriate di tipo inglese si compongono con due puntoni, la catena,

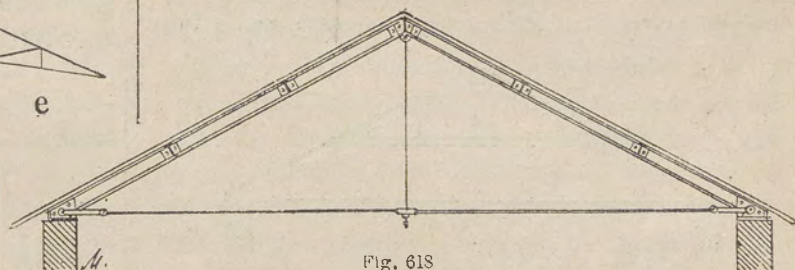


Fig. 618

un sistema di tiranti verticali, generalmente equidistanti fra loro ed un sistema di contraffissi obliqui che contrastano tra i puntoni e la catena.

Per por-

tate piccole adunque le capriate in ferro possono essere costruite semplicemente con due puntoni inclinati ed una catena orizzontale che rileghi i piedi

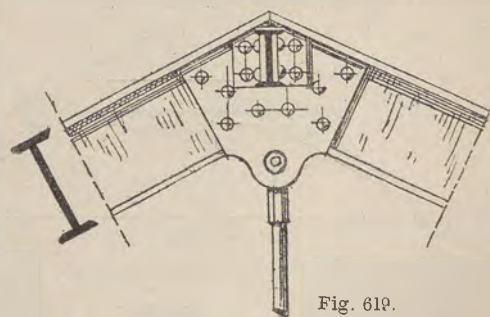


Fig. 619.

dei puntoni presso l'imposta ed allo scopo di prevenire l'inflessione per il peso proprio della catena,

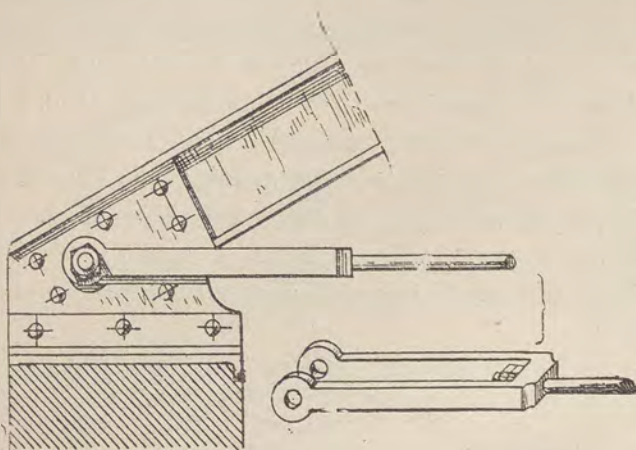


Fig. 620.

si aggiunge anche un piccolo tirante verticale, come è rappresentato nel tipo della fig. 618, il quale

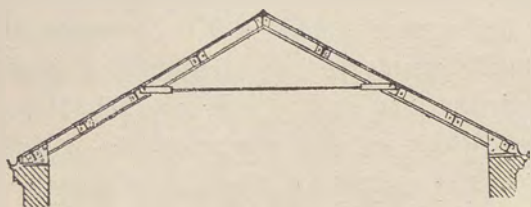


Fig. 621.

va adottato con vantaggio fino a 12 m. di luce. Per regolare la tensione della catena, questa va fatta in

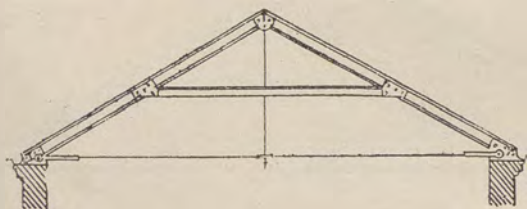


Fig. 622

due pezzi congiunti fra loro per mezzo di un manico tenditore (fig. 604).

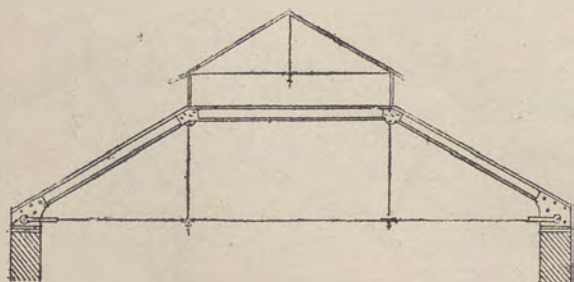


Fig. 623.

I puntoni si possono fare con ferri a doppio T od anche con ferro a T semplice ed il loro collegamento al colmo si pratica con doppie piastrine me-

talliche bullonate a caldo, come indica la fig. 619, nella quale è anche rappresentato l'attacco con ferri d'angolo dell'arcareccio di colmo e quello del tirante verticale. L'unione della catena con l'estremità inferiore del puntone si ha rappresentata nella fig. 620, ed è praticata mediante staffa. La stessa figura mostra l'appoggio dell'estremità inferiore del puntone sul muro mediante doppie piastrine metalliche congiunte con perni alla tavola verticale del puntone e rilegate ad una piastra orizzontale di sottopiede con

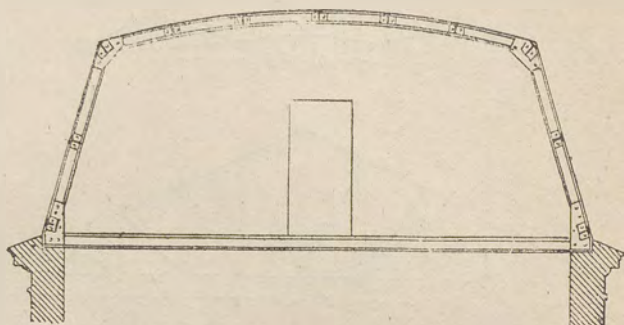


Fig. 624.

ferri d'angolo. In queste figure abbiamo supposto che il puntone sia costituito da una trave a T doppio; i collegamenti non cambiano perciò se detta trave è a semplice T.

Talora allo scopo di utilizzare un maggiore spazio libero sotto le falde del tetto si inalta la posizione della catena fino alla metà di lunghezza dei puntoni (fig. 621). Raramente questa falsa catena si munisce

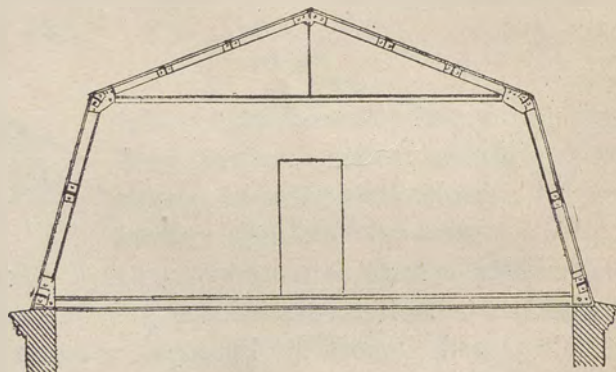


Fig. 625.

di un tenditore e si sorregge mediante un tirante, come nel caso precedente.

Tal'altra, sebbene di rado, oltre la catena con tenditore e tirante verticale (fig. 622) si interpone fra i puntoni una controcattena rigidamente collegata ai medesimi, quando occorre sostenere i puntoni nei loro punti intermedi.

Adoperando due puntoni inclinati, come nella capriata ora descritta, e rilegando questi puntoni su-

periormente con un segmento analogo orizzontale (fig. 623), ed inferiormente con una catena orizzontale sostenuta da due tiranti verticali, si ottiene una capriata di forma poligonale che si presta nei tetti a due falde piane per stabilirvi un lucernario in corrispondenza del segmento orizzontale del puntone, come indica la figura.

Per la costruzione di un tetto alla Mansard di solo ferro, si possono impiegare due puntoni assai inclinati, che si discostino di poco dalla verticale, riuniti rigidamente da una catena orizzontale all'imposta, capace di sostenere il solaio del piano sottotetto e da una controcatena che rileghi le estremità superiori dei puntoni. La controcatena può essere arcuata come nella fig. 624 se la copertura, ad esempio, è metallica, diversamente è sostituita da una capriata

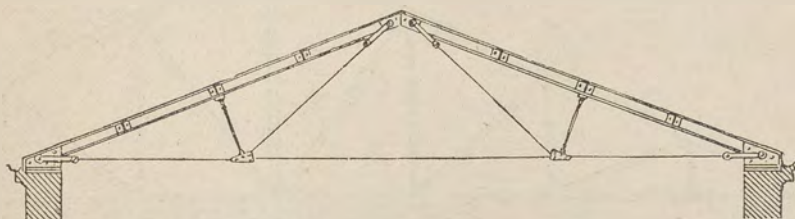


Fig. 626.

del tipo esaminato in precedenza, come indica la fig. 625 se si vuole meglio garantiti i locali del sottotetto.

Allora quando la portata debba superare i 12 m., è chiaro che i puntoni, per la loro soverchia lunghezza, più che inflettersi, si deformano, a meno che non si aumenti esageratamente la loro sezione. Allo scopo quindi di diminuire, il più che sia possibile, la quantità di metallo da impiegarsi nella costruzione dei puntoni, conviene che questi vengano sostenuti, nel loro punto di mezzo, con un contraffisso di cui si rilega l'estremità inferiore con due tiranti alle due estremità del puntone. Così si ha una capriata del tipo Polonceau che abbiamo riscontrato anche fra le incavallature di struttura mista, di cui la catena orizzontale potrà disporsi sul prolungamento dei due tiranti inferiori, allora quando si vuole che i puntoni abbiano una piccola indicazione, come nella fig. 626 allora quando la copertura è metallica od a vetri.

Generalmente la capriata Polonceau ha la catena rialzata tanto più quanto più i puntoni sono inclinati (fig. 627). Nei casi ordinari la catena si rialza di $\frac{1}{5}$ a

$\frac{1}{6}$ della monta totale della capriata. Questa disposizione (fig. 4, tav. I.VII) permette di fare più corti i contraffissi e inoltre far crescere le tensioni nei ti-

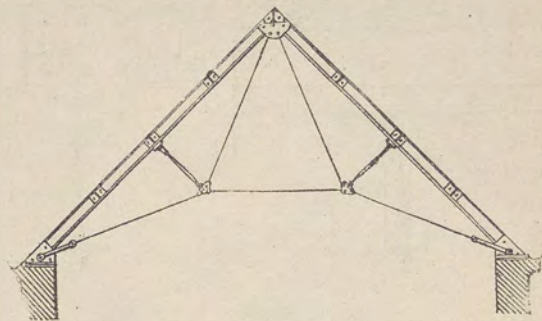


Fig. 627.

ranti dell'imposta e del comignolo, la qual cosa assicura la maggiore stabilità dei contraffissi e quindi la maggiore rigidità dei puntoni.

La fig. 628 rappresenta una capriata Polonceau a due contraffissi, quale essa si vede costruita a sostegno della grande tettoia della stazione ferroviaria di Napoli e la fig. 1, tav. LVII, l'analogo tipo di capriata provvista di puntoni armati ciascuno con tre contraffissi equidistanti tra loro e con le estremità del puntone, che si impiega agevolmente per grandi portate (16 a 25 m.).

Le capriate Polonceau costruite totalmente in ferro, a seconda della loro luce, possono avere i puntoni fatti con ferri a doppio T a parete piena ovvero con ferri a doppio T composti con parete piena o con parete a graticcio (fig. 628). I loro contraffissi possono essere di ghisa a sezione circolare piena ov-

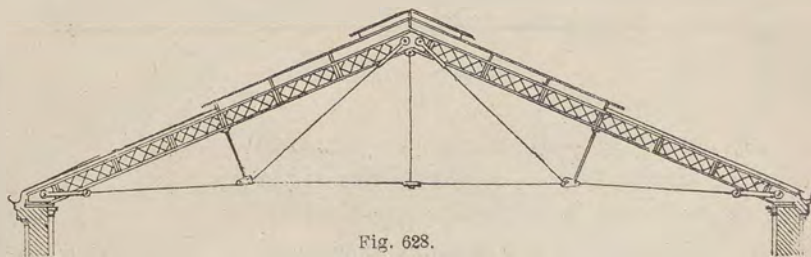


Fig. 628.

vero a sezione crociforme del genere stesso di quello descritto per le analoghe capriate di struttura mista (figg. 6, 7, tav. LVI). Soltanto la loro testa superiore, non essendo più destinata a ricevere una trave di legno, ma a fissarsi con perni alla tavola inferiore col ferro a T del puntone, termina con piastra piatta. Questi contraffissi si fanno anche di ferro laminato a

forma di croce ovvero composto con due T addossati (fig. 629) od ancora con 4 ferri d'angolo accop-

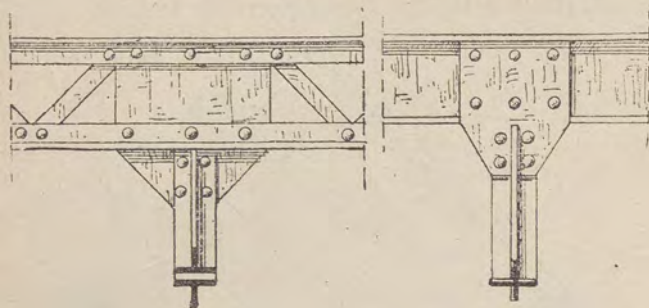


Fig. 629.

piati nella maniera meglio indicata dalla fig. 630. In questi casi il congiungimento dei contraffissi col puntone si pratica nella maniera rigida indicata



Fig. 630.

dalla fig. 629. Le piastre di congiunzione dei tiranti sono del genere di quelle già riportate a fig. 603 ed il tenditore della catena, indicata nella fig. 604, è attraversato dal tirante verticale. Nella tav. LVII

si hanno poi nelle figg. 2 e 5 i particolari del colle-

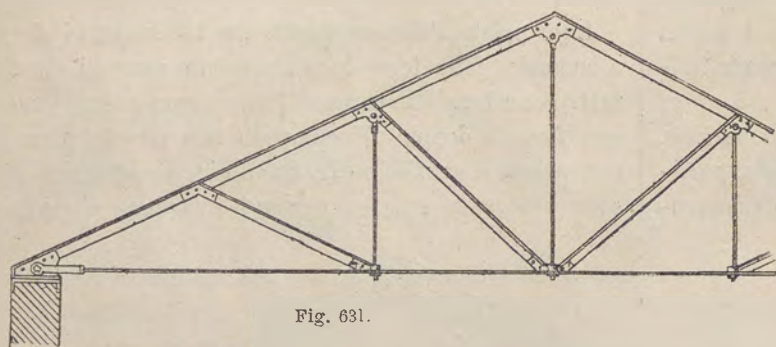


Fig. 631.

gamento dei puntoni al colmo per mezzo di piastre metalliche, nonchè quello dei tiranti per mezzo di staffe con le estremità superiori dei puntoni; nelle figg. 3 e 6 il collegamento al piede dei puntoni con la catena ed il particolare dell'appoggio del loro piede sul muro a mezzo di placca collegata coi ferri d'angolo all'estremità inferiore del puntone ovvero mediante apposita scatola di ghisa (fig. 6), capace di ricevere esattamente l'estremità del puntone, se questo è a parete piena.

Volendosi adoperare nei puntoni dei ferri di sezione ridotta ed economica, col crescere della portata, conviene sorreggere i puntoni, oltre che agli estremi, anche in un maggior numero di punti intermedi; naturalmente per la simmetria, per la semplicità costruttiva e dei calcoli, si fa in modo che i puntoni rimangano divisi in lunghezze eguali. Allora nei punti di divisione si disporranno dei pezzi verticali detti *montanti* e si congiunge con diagonali ciascun punto di divisione dei puntoni col piede del montante precedente, come indica la fig. 616. I piedi dei montanti si possono trovare sopra una stessa orizzontale che unisce i piedi dei due puntoni (fig. 616 *a, c*) ovvero sopra due tiranti alquanto inclinati sull'orizzontale (fig. 616 *b, d*), che si dipartono dai piedi dei puntoni

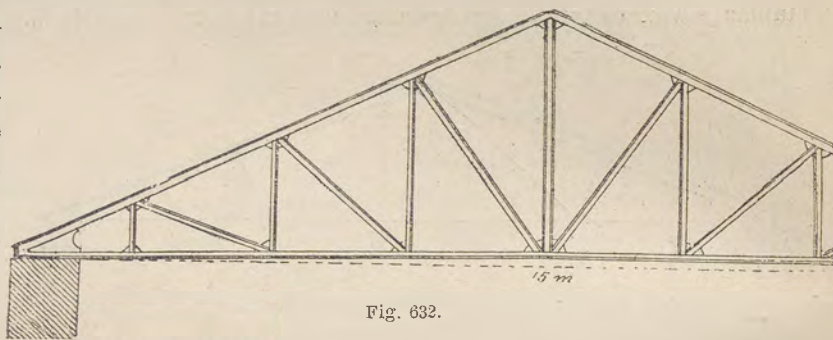


Fig. 632.

ovvero ancora sopra un tirante curvilineo (fig. 616 *e*).

I tipi di capriate inglesi che così si ottengono si distinguono inoltre fra loro dal numero delle diagonali che si chiamano *saette* o *contraffissi* ed il numero dei contraffissi varia col variare della luce della capriata. La capriata inglese è quella che meglio si presta dal punto di vista della economia, adottandosi convenientemente per le piccole come per le grandi portate. Per rispetto poi a quelle del

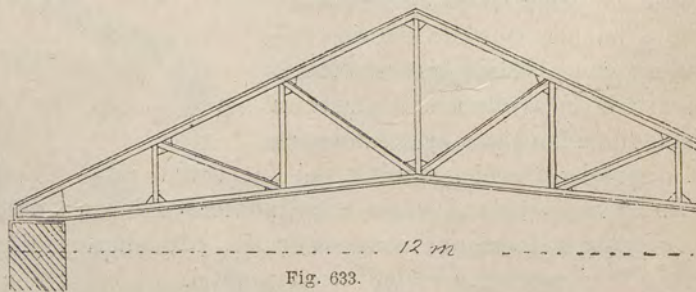


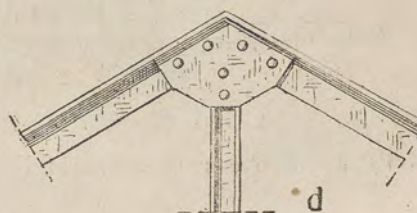
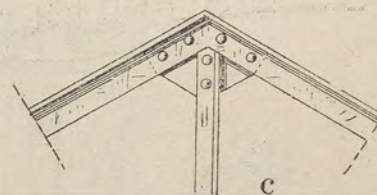
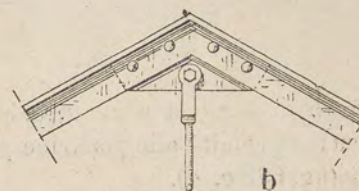
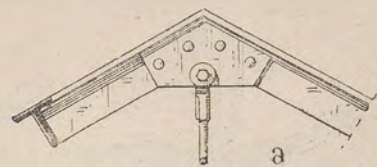
Fig. 633.

tipo Polonceau presentano il vantaggio di potersi montare più facilmente e componendosi di ferri aventi

delle sezioni che ordinariamente si riscontrano nel commercio, la loro fattura riesce più semplice, e meno costosa. I tetti di molte rimesse locomotive e molte tettoie di stazioni ferroviarie sono sostenuti da capriate di tipo inglese che variano di luce dai 6 ai 30 metri.

In questo genere di incavallature i contraffissi si fanno con ferri a T o con ferri crociformi o ad \sqcup . I montanti si possono fare di ferro piatto od a sezione circolare; la fig. 630 mostra un esempio di simile capriata a quattro contraffissi ed a catena orizzontale. Alla catena si può anche dare una direzione in-

per mezzo di un bullone a vite e di una forchetta di cui si munisce l'estremità della membratura che si vuole collegare, quando questa è fatta di ferro tondo, diversamente l'attacco si pratica più semplicemente per mezzo di



F g. 635.

clinata che si discosti di poco dalla orizzontale, come indica l'esemplare riportato dalla fig. 632 che rappresenta una incavallatura a sei contraffissi. Questa disposizione però non è consigliabile, perchè lo sforzo di tensione della catena, tendendo a rettificarla, genera degli sforzi di tensione nei contraffissi e nei montanti, dando per risultato uno sforzo maggiore nei puntoni, senza ricavarne una pratica utilità da questa disposizione. Meglio quindi risponde, dovendosi derogare dalla orizzontalità della catena, la disposizione in due tratti inclinati, come indica la fig. 633 ovvero l'altra in cui la catena si presenti curvilinea come nella fig. 634.

I collegamenti si fanno generalmente con piastrine doppie inchiodate agli elementi verticali dei puntoni e della catena, se queste membrature sono costituite da un solo ferro a T o da un ferro d'angolo; se constano invece di due ferri d'angolo appaiati, ovvero di una trave a graticcio, allora basta una sola piastrina, interponendola tra i due ferri d'angolo, ai quali si inchioda. Nel primo caso l'attacco si pratica cacciando un paletto o un bullone attraverso la forchetta individuata dalle due piastrine, nel secondo

bulloni. I seguenti particolari varranno a meglio chiarire questi collegamenti.

Così, ad es., nella fig. 635, a, b, è rappresentata la doppia maniera di attacco al colmo dei puntoni mediante piastre chiodate alla

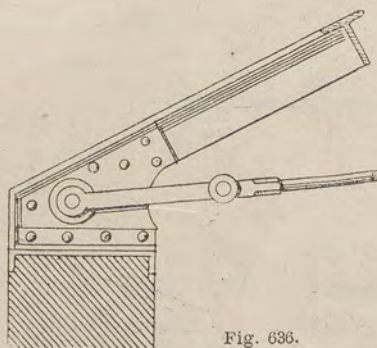


Fig. 636.

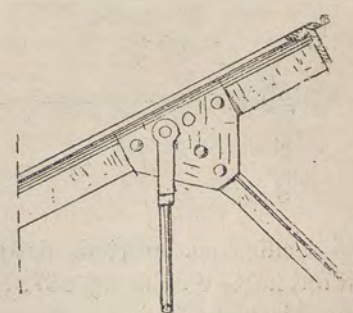


Fig. 637.

tavola verticale dei medesimi e la doppia maniera di attacco del colmo stesso col montante centrale, quando questo è di ferro tondo; nel primo caso con

occhiolo, se le piastrine sono doppie, nel secondo con forchetta, se si ha una sola piastrina. Se il montante

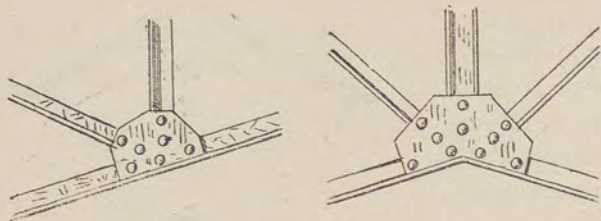


Fig. 638.

è fatto di ferro a nervature, basterà chiodarlo con la sua estremità alle piastrine per mezzo di due bulloni (fig. 635 c, d).

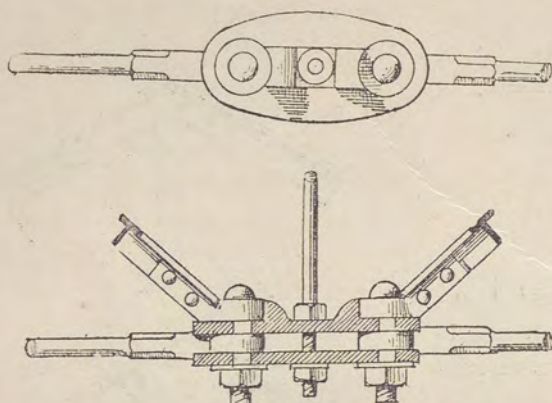


Fig. 639.

Nella fig. 636 è rappresentato l'attacco della ca-

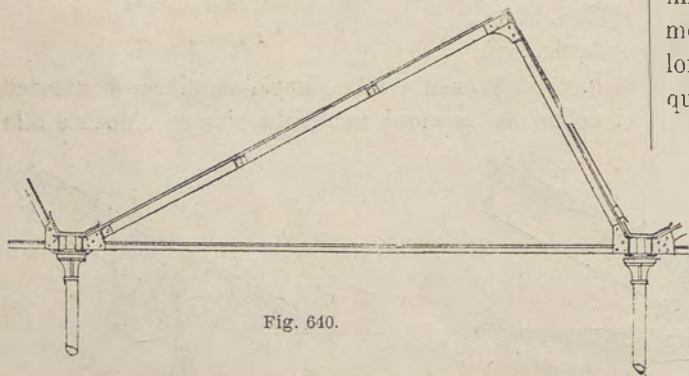


Fig. 640.

tena cilindrica col piede del puntone a mezzo di forchetta e nella fig. 637, l'analogo attacco con piastrine, bulloni e forchetta delle estremità superiori del montante cilindrico e del contraffisso col puntone.

Negli altri nodi gli attacchi sono del genere di quelli ora mentovati e cioè se i tiranti e la catena sono di ferro tondo il loro collegamento con i ferri

a nervature del puntone e del contraffisso, si fa necessariamente con forchetta (fig. 637). Se anche i montanti e la catena sono di ferro a nervature basterà fissarle con chiodi alle piastrine. Nel nodo centrale inferiore dove convergono i due pezzi della catena cilindrica, il montante centrale, e due contraffissi, le due piastrine sono a forma di disco e sono disposte nel senso orizzontale (fig. 639). La catena vi si attacca con occhioli e bulloni, il montante con dado a vite e i contraffissi con lo stesso bullone a vite della catena; si fa generalmente in modo che essi contrastino con la loro

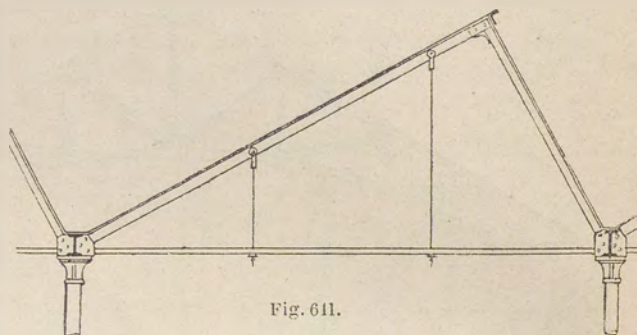


Fig. 641.

estremità anche con un risalto della piastrina superiore di cui essa è munita.

Nei tetti a denti di sega, per piccole portate intorno ai 5 metri, le due falde riposano sopra travi di ferro orizzontali, sostenute dalle colonne di ghisa di cui le teste si rilegano con ferri a T disposti nel senso trasversale (fig. 640). In queste condizioni delle imposte delle falde, non occorrerà impiegare altre membrature all'infuori dei due puntoni insistenti fra loro ad angolo retto, come in tutte le capriate di questo tipo, e costituiti generalmente da ferri a T.

Per portate maggiori si possono impiegare pei puntoni meno inclinati delle travi a doppio T a parete piena ovvero a graticcio, con catena e

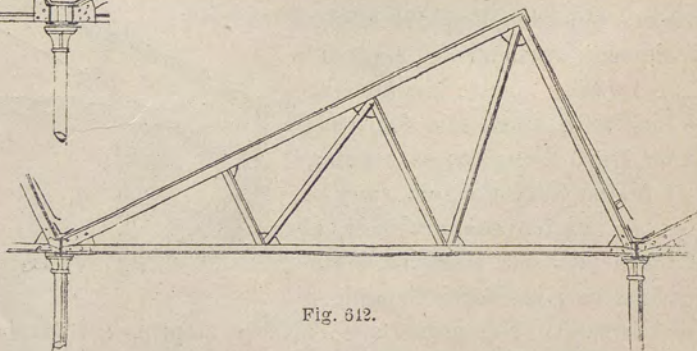


Fig. 642.

tiranti verticali (fig. 641) e se si vuole impiegare una sezione minore per il puntone principale, basterà so-

stenerlo con un contraffisso nel suo punto medio ovvero con due contraffissi in punti equidistanti con gli estremi. Il contraffisso normale al puntone nel suo punto medio coi relativi tiranti e la catena dà alla capriata la forma di una mezza incavallatura del tipo Polonceau (fig. 7, tav. LVII); i due contraffissi ed i relativi montanti inclinati e la catena richiamano da vicino la capriata di tipo inglese (fig. 642). Questo ultimo tipo di incavallatura a dente di sega si presta allora quando essa è destinata a sostenere dei carichi o degli sforzi eccezionali, come quelli che provengono da trasmissioni, ecc., oltre al peso del tetto.

Allora quando le falde di questi tetti a dente di sega non possono orientarsi nel senso dei venti dominanti, condizione precipua perchè le nevi che si agglomerano nei compluvi possano facilmente sciogliersi, allo scopo di attenuare questo inconveniente converrà stabilire nel compluvio di due falde contigue dei canali orizzontali di gronda ampi e praticabili; si provvede così facilmente alla pulizia delle falde a vetri del tetto e facile riesce pure lo sgombero delle nevi e lo smaltimento delle acque, le quali vengono condotte per appositi tubi verticali di scarico generalmente stabiliti nello interno delle colonne di sostegno, quando queste sono cave di ghisa.

Come si rileva della fig. 642 i canali orizzontali di gronda riposano sulle travi di ferro, sostenute dalle colonne, sulle quali riposano le estremità dei puntoni. Il collegamento al piede dei puntoni colle travi, se queste sono appaiate (fig. 643), si pratica per mezzo di doppie piastre metalliche ripiegate ad angolo, chiodate alle pareti verticali delle travi. Se poi si vuol fare uso di una sola trave a sostegno di due puntoni contigui, allora i loro piedi si appoggiano sul dorso della trave, e si congiungono fra loro con doppie piastre nella maniera indicata dalla fig. 8, tavola LVII.

Al colmo, come indica la fig. 9 tav. LVII l'unione dei due puntoni si pratica anche con piastre doppie metalliche, chiodate alle pareti verticali, qualunque fosse la loro sezione; questo attacco si presta anche per essere attraversato dal bullone della forchetta con cui termina il tirante nelle capriate con contraffissi. I tiranti e la catena in queste incavallature si fanno di ferro tondo ed i contraffissi di ferri a nervature.

I loro collegamenti nei nodi non differiscono da quelli avanti ricordati per le capriate simili per tetti a falde eguali.

§ 4.

IL CALCOLO GRAFICO DEGLI SFORZI DI TENSIONE E DI COMPRESSIONE NELLE CAPRIATE DI FERRO E LEGNO E NELLE CAPRIATE DI SOLO FERRO.

Per il calcolo degli sforzi cui sono sottoposte le varie membrature che costituiscono una capriata è necessario conoscere la luce della capriata, la distanza che separa le capriate fra loro, l'inclinazione

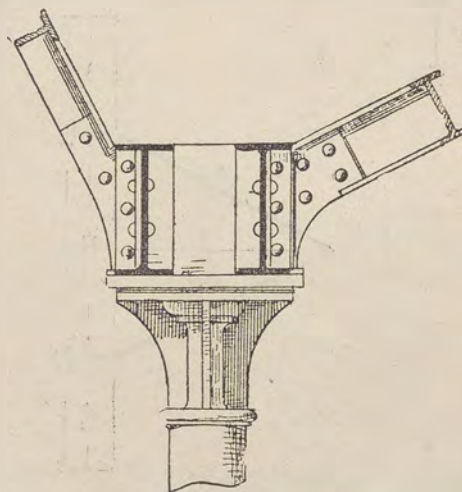


Fig. 643.

dei puntoni rispetto all'orizzonte ed il peso della struttura del tetto. Questo si compone del peso dell'armatura aumentata del peso della copertura, del peso accidentale della neve e del carico proveniente dall'azione dei venti. Tutto compreso il peso totale per metro quadrato di superficie, tenuto conto della azione del vento e della neve, ascende a circa 100 Kgr. per tetti coperti a vetri, 120 Kgr. per tetti coperti con zinco od altre lamiera metalliche e 150 Kgr. per tetti coperti con tegole.

Noi ci limiteremo in questo paragrafo a dare un cenno del tracciamento delle figure reciproche che costituiscono i diagrammi degli sforzi di tensione e di compressione per quelle capriate nelle quali entra solamente o in preponderanza il ferro come elemento costitutivo, rimandando quindi il lettore al paragrafo corrispondente per le incavallature in legno, per quelle forme di capriate che più si addicono a questo materiale.

1) Il caso più semplice è quello rappresentato dalla fig. 644 ed è quello di una capriata costituita da due puntoni simmetrici di legno o di ferro α e

b , e da una catena c di ferro od anche di legno. Le linee di azione dei pesi applicati uniformemente all'incavallatura, supposti concentrati nei nodi sono in-

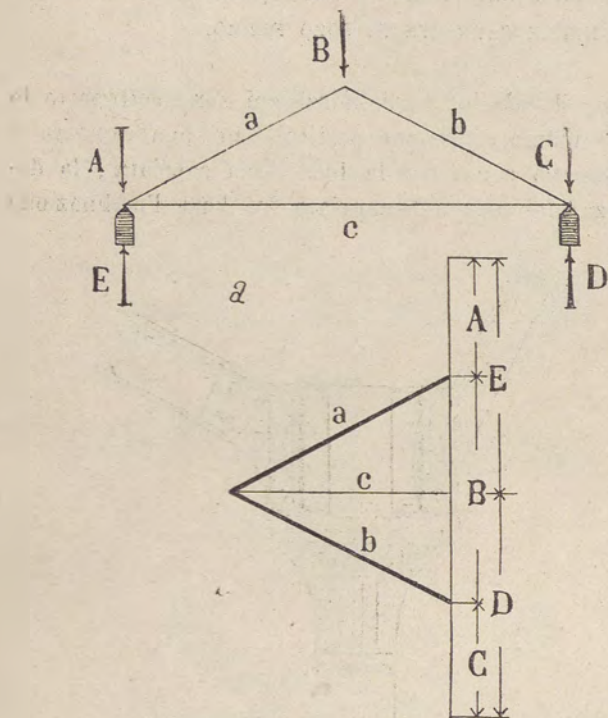


Fig. 644.

dicato con A, B, C . Le linee di azione delle reazioni verticali agli appoggi sono indicate con le lettere $D,$

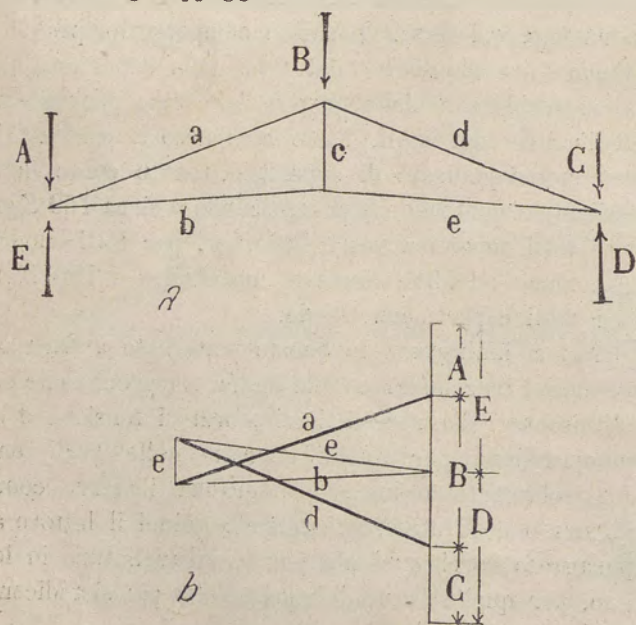


Fig. 645.

E . La grandezza dei pesi applicati all'incavallatura e la grandezza delle reazioni degli appoggi sono rap-

presentati nella parte b della figura dai lati del poligono delle forze A, B, C, D, E , da cui facilmente si deduce che ciascuna reazione agli appoggi è la metà del peso totale sopportato dalla incavallatura.

Per la costruzione del diagramma degli sforzi di tensione e di compressione si consideri il nodo A, a, c, E della fig. a e si traccino nella fig. b , i lati $a b$ paralleli rispettivamente ai lati a e b della fig. a dagli estremi liberi delle forze A e B . Quindi si consideri nella fig. a il nodo a, B, b e si tracci nella fig. b il lato b per gli estremi liberi delle forze a , e

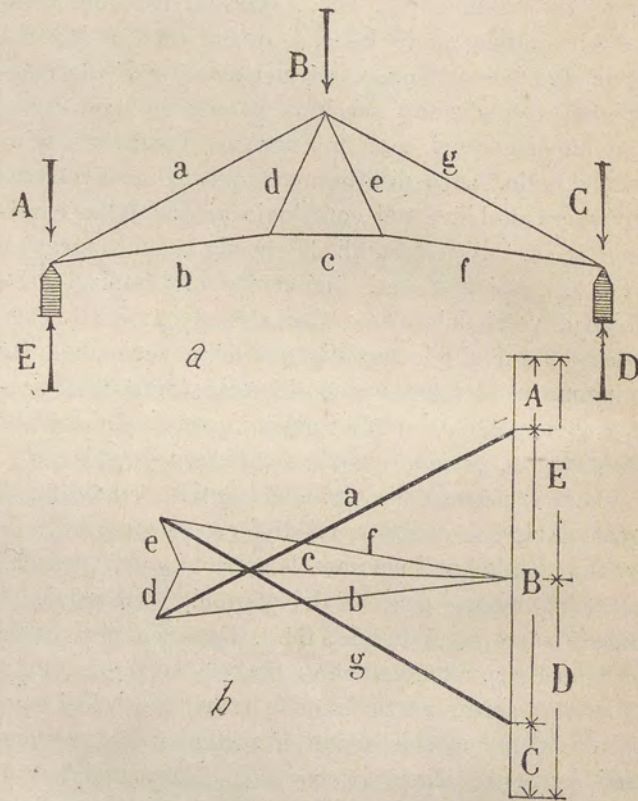


Fig. 646.

B che per la simmetria della capriata e del carico riuscirà parallelo al lato b della fig. a . Si ricavano così gli sforzi di compressione a e b dei puntoni e quello di tensione c della catena nella stessa scala in cui fu rappresentato il poligono delle forze.

2) Nell'incavallatura che schematicamente è rappresentata dalla fig. 645 si hanno due puntoni simmetrici a e b di legno o di ferro, un tirante verticale di ferro c , e due segmenti di catene inclinati di ferro b ed e . Le linee di azione dei pesi uniformemente distribuiti, supposti concentrati nei nodi, sono indicati colle lettere A, B, C . Le linee di azione delle reazioni agli appoggi sono indicate colle lettere

D e *E*. Nella fig. *b* reciproca la grandezza dei pesi applicati alla capriata e quella delle reazioni agli appoggi siano rappresentate dai lati del poligono delle forze *A, B, C, D, E*, nel quale ciascuna reazione agli appoggi per la simmetria della capriata e l'uniformità del carico corrisponde alla metà del peso totale sopportato dalla incavallatura. Per la costruzione del diagramma degli sforzi si consideri il nodo *A, a, b, B* e nella figura *b* reciproca si traccino i lati *a* e *b* dalle estremità libere delle forze *A* ed *E*. Quindi si consideri nella fig. *a* il nodo *A, B, d, c* e nella fig. *b* si traccino i lati *c* e *d* dagli estremi liberi delle forze *a* e *B* e così di seguito.

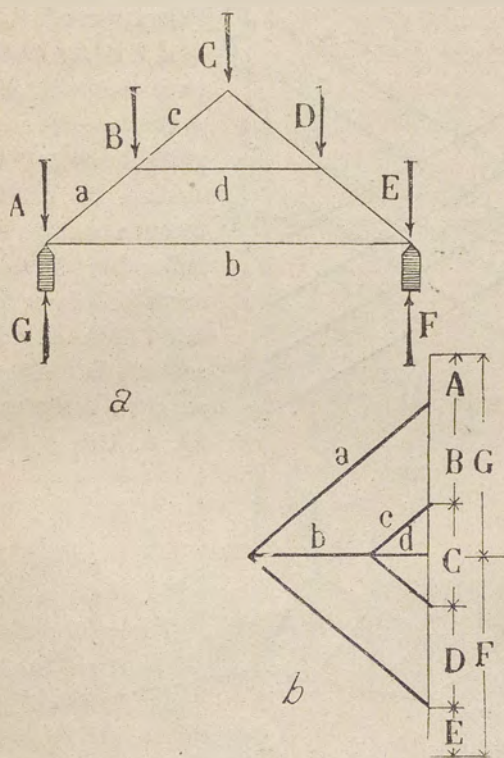


Fig. 647.

3) Nella fig. 646 si ha una incavallatura nella quale, oltre ai due puntoni *a* e *g* simmetrici di legno o di ferro, si ha una catena di ferro in tre pezzi *b, c* ed *f* sostenuti da due tiranti obliqui *d* ed *e* simmetrici rispetto la verticale che passa per il colmo. Nella fig. *b* reciproca si ha in *A, B, C, D, E* il poligono delle forze sul quale è tracciato il diagramma degli sforzi.

4) La fig. 647 considera il caso ancora più semplice, in cui la catena di ferro distesa orizzontalmente non è sostenuta da alcun tirante verticale ed i puntoni sono sostenuti nel loro punto di mezzo da una controcattena.

5) Nella fig. 648 si ha lo schema della capriata di tipo Polonceau ad un solo contraffisso con pun-

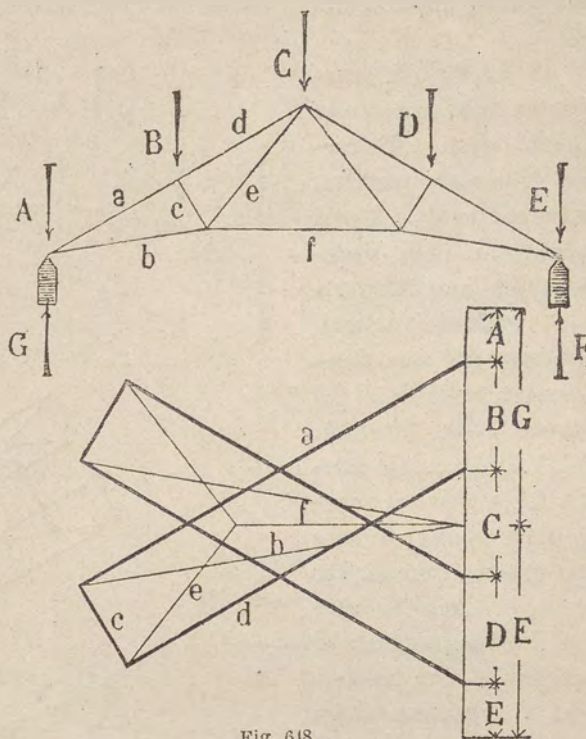


Fig. 648.

toni di legno o di ferro e con catena comunque rial-

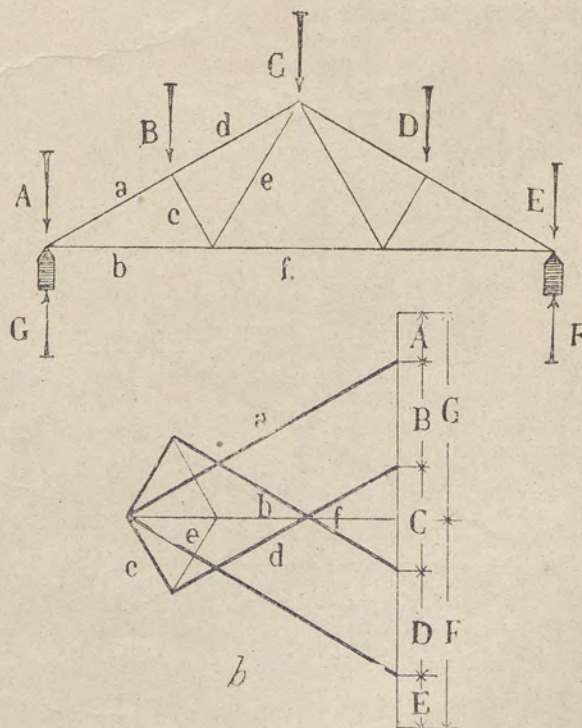
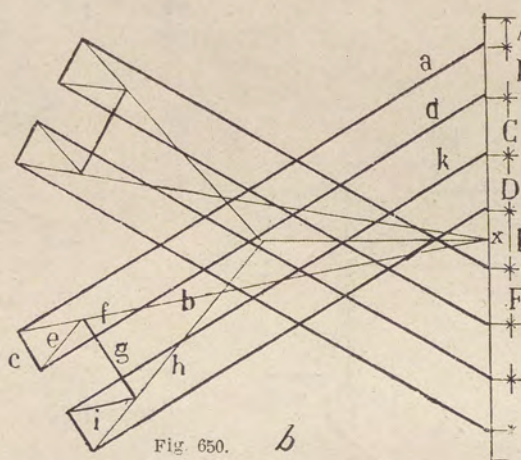
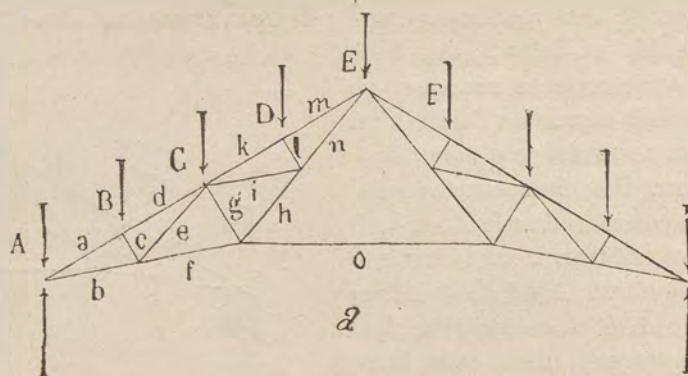


Fig. 649.

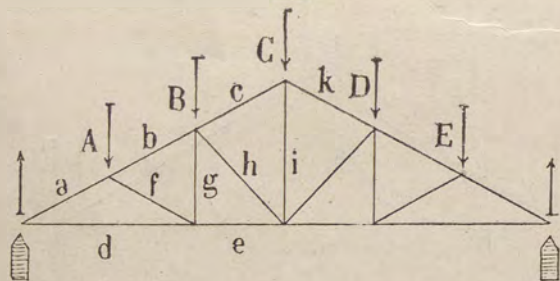
zata; nella fig. 649 si considera il caso particolare

in cui i tre segmenti della catena sono disposti sulla stessa orizzontale passante per l'imposta del tetto.

6) La fig. 650 rappresenta lo schema della capriata di tipo Polonceau di grande portata, con tre contraffissi. I pesi applicati ai nodi superiori della incavallatura e le reazioni verticali degli appoggi sono rappresentati nella fig. *b* dal poligono delle forze *A, B, C, D, E, F, ...*. Il puntone *AE* è diviso in quattro parti eguali; le aste *b* ed *f* sono per diritto e così le *h, n*; le aste *c, g, l* sono normali al puntone *AE*. Per costruire il diagramma degli sforzi di tensione e di compressione si costruiscono successivamente le



pre tre linee incognite, sicchè i poligoni reciproci restano indeterminati. Basterà a tal'uopo determinare lo sforzo cui è soggetta la sbarra *i*. Nella fig. *c* è rappresentata la scomposizione della forza che ha per linea d'azione la *D* della fig. *a* in due componenti, una diretta secondo il puntone *km* e l'altra secondo il contraffisso *l*. Il lato *l* della fig. *c* rappresenterà lo sforzo di compressione cui è soggetto il contraffisso medesimo. Si decomponga questa compressione nelle due forze dirette secondo le linee *hn* e *i*. Il lato *i* della fig. *c* rappresenterà la tensione cui è soggetta la sbarra *i* della fig. *a*. Ora è facile co-

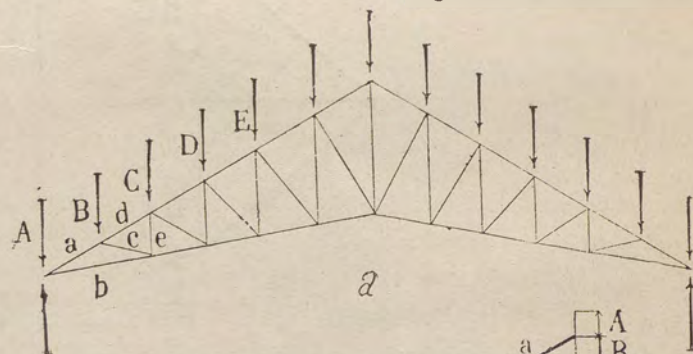


a

b

Fig. 651.

figure reciproche dei nodi *L, A, a, b, a, B, b, c; b, c, e, f*. Ma in seguito sia che si passi al



a

b

Fig. 652.

costruire l'esagono *e, d, C, k, i, g* di cui resta a de-

terminare i due soli lati k, g . Infatti il lato k deve partire dal punto comune ai lati m e D , il lato

nella fig. 652 il diagramma degli sforzi di una capriata simile di grande portata con catena rialzata

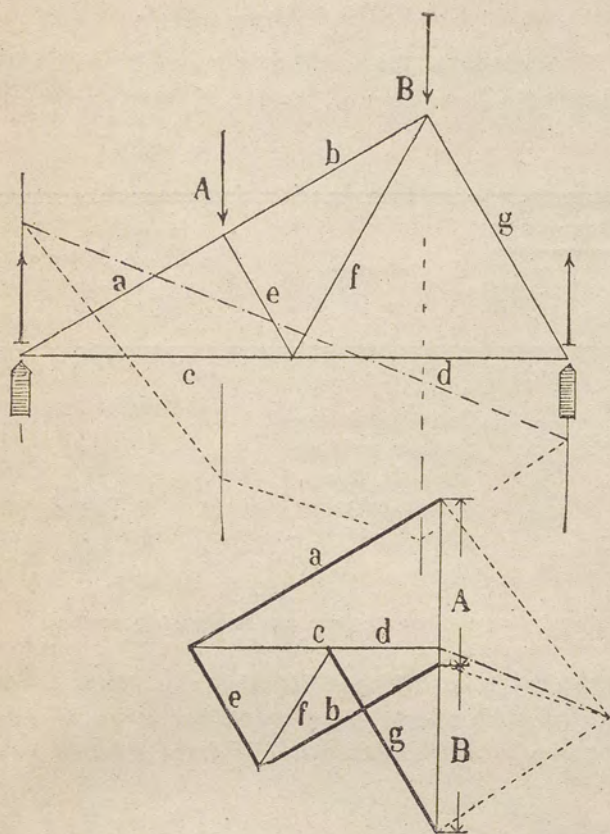


Fig. 653.

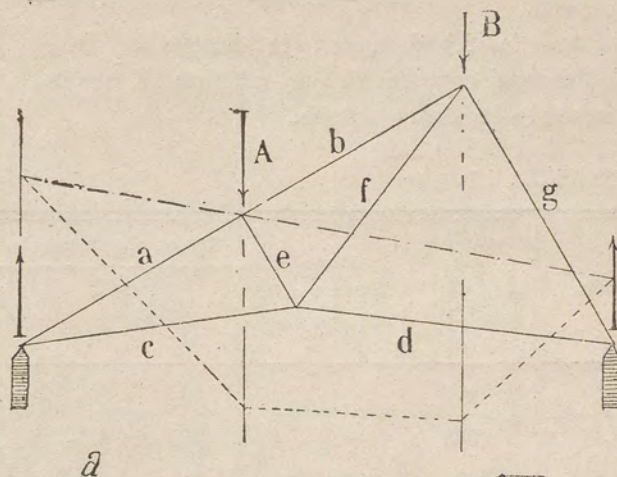


Fig. 654.

g dal punto di concorso dei lati e ed f ed allora basterà inserire fra le due rette k e g della fig. b un segmento parallelo ed eguale al segmento i trovato nella fig. c . Ciò fatto, si passi a considerare il nodo f, g, h, o della fig. a e si traccino i lati h ed o corrispondenti della fig. b che completino la figura

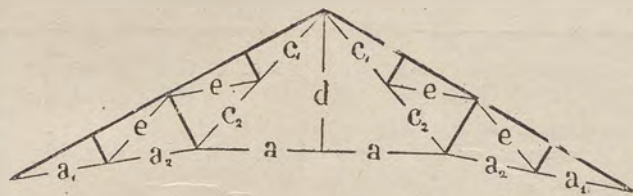


Fig. 655.

reciproca di detto nodo; poi si costruisca la figura reciproca del nodo h, i, l, n e così si prosegue. Evidentemente essendo simmetrica la capriata e simmetrici i pesi alla medesima applicati, perchè supponiamo il carico uniforme concentrato nei nodi superiori, il diagramma degli sforzi dovrà riuscire simmetrico rispetto alla orizzontale passante per il punto x , così come si vede disegnato nella fig. b .

7) Nella fig. 651 si ha disegnato il diagramma degli sforzi relativo ad una capriata di tipo inglese con due contraffissi obliqui e catena orizzontale e

secondo due tratti simmetrici inclinati e provvisti di cinque contraffissi obliqui. I pesi e le reazioni degli appoggi che agiscono su questa capriata sono rappresentati nella fig. b nella quale è anche costruito il diagramma completo degli sforzi di tensione e di compressione, che per le medesime ragioni sopra

esposte, riuscirà simmetrico rispetto una orizzontale condotta per il punto i . Nelle figg. 653 e 654 sono rappresentati infine gli schemi ed i relativi diagrammi degli sforzi di due capriate a puntoni ineguali di legno o di ferro per tetti a dente di sega con contraffisso e catena orizzontale la prima, con contraffisso e catena spezzata e rialzata la seconda. In queste capriate abbiamo supposto concentrati nei due nodi superiori pesi eguali.

Nella tabella 1.^a (pag. 268) (1) sono riportate le di-

(1) Barberot, Constructions civiles.

menzioni delle sezioni che hanno le diverse membrature di una capriata in ferro di tipo Polonceau secondo M. G. Oslet.

Nella tabella 2.^a si hanno le dimensioni delle sezioni dei pezzi componenti una capriata di tipo inglese, secondo lo stesso autore.

TABELLA 1.^a

Portata	Altezza della capriata	Altezza del ferro a I del puntone	Diametro dei tiranti in ferro tondo			Contraffisso	Diametro del tirante vertic.	Distanze fra le capriate
			<i>t</i>	<i>t'</i>	<i>t''</i>			
m.	m.	m.	mm.	mm.	mm.		mm.	m.
12,00	2,30	0,14	21	29	15	La sezione del contraffisso varia secondo la forma e il carico cui va soggetto.	15	4,00
14,00	2,80	0,18 0,20	34	37	20		20	4,50-5,00
16,00	3,20	0,22	40	43	25		25	5,00-6,00
34,00	6,75	0,26	60	70	50		30	5,00-6,00

t, catena; *t'*, tirante orizzontale inferiore, che mette capo al piede del puntone; *t''*, tirante obliquo che mette capo al colmo della capriata.

Secondo il Formenti per le squadrature dei legnami e le sezioni dei ferri della capriata Polonceau ad un contraffisso, con puntoni di legno oppure di ferro

legamenti e la catena orizzontale la quale, collegandosi colle estremità delle centine, serve ad eliminare la spinta orizzontale. Di ferro si fanno pure

TABELLA 2.^a

Portata	Numero dei montanti	Numero dei contraffissi	Altezza della capriata	Sezione dei puntoni	Sezione della catena	Primo montante verso il piede del puntone	Primo contraffisso obliquo	Secondo montante	Secondo contraffisso	Terzo montante	Terzo contraffisso	Quarto montante	Quarto contraffisso	Montante centrale
15 a. 16 m.	7	6	m. 4,60	2 ferri d'angolo $\frac{110 \times 70}{8}$	2 ferri ad U $\frac{120 \times 30}{7}$	2 ferri piatti 54×8	2 ferri d'ang. $\frac{65 \times 45}{5}$	2 ferri piatti 54×8	2 ferri d'ang. $\frac{80 \times 50}{7}$	2 ferri piatti 60×8	2 ferri d'ang. $\frac{80 \times 50}{7}$	—	—	2 ferri piatti 128×8
28 m.	9	8	m. 6,80	$\frac{120 \times 80}{9}$	$\frac{175 \times 55}{10}$	54×8	$\frac{65 \times 45}{5}$	54×8	$\frac{80 \times 50}{7}$	66×8	$\frac{95 \times 60}{7}$	2 ferri piatti 81×10	2 ferri d'angolo $\frac{110 \times 70}{7}$	130×9

(saetta = $\frac{1}{4}$ corda, catena rialzata di $\frac{1}{5}$ saetta) si ha il seguente specchietto (tabella 3.^a, pag. 269).

Per le squadrature dei legnami e sezione dei ferri della capriata Polonceau a tre contraffissi, con puntoni di legno oppure di ferro (saetta = $\frac{1}{4}$ corda, catena rialzata di $\frac{1}{5}$ saetta) si ha, secondo il medesimo autore (tabella 4.^a, pag. 269).

tiranti verticali o inclinati che servono a sostenere la catena in alcuni punti, perchè essa non si infletta in virtù del proprio peso.

Queste incavallature centinate convengono per la copertura di vasti locali a pianta rettangolare, per cui si riscontrano nei tetti che coprono vaste sale, nelle gallerie, nelle cavallerizze, nelle stazioni fer-

§5.

LE INCAVALLATURE DI LEGNO E DI FERRO
PER TETTI A FALDE CURVE.

Queste incavallature centinate hannodi legno esclusivamente la centine ad arco e di ferro i principali

TABELLA 3.^a

Carico per metro corrente di puntone Kgr. 720														
Portate	Puntone di legno	Puntone di ferro				Sezione dei contraffissi di ghisa		Diametro dei tiranti (fig. 59)						
		Altezza	Larghezza delle falde	Groscezza dell'asta	Groscezza delle falde	maggiore	minore	a	a_2	c_1	c_2	c_4	e	d
<i>m.</i>	<i>metri</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mmq.</i>	<i>mmq.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>
15	$0,22 \times 0,18$	180	82	6,9	10,4	583	350	38	51	54	34	41	21	15
20	$0,24 \times 0,19$	220	98	8,1	12,2	777	466	45	59	65	41	49	27	15
25	$0,30 \times 0,26$	260	113	9,4	14,1	972	583	50	66	72	45	53	30	15

Carico per metro corrente di puntone Kgr. 945

15	$0,24 \times 0,19$	200	90	7,5	11,3	765	459	44	53	64	40	48	26	15
20	$0,26 \times 0,20$	240	106	8,7	13,1	1020	612	51	68	74	46	55	30	15
25	$0,33 \times 0,22$	280	119	10,1	15,2	1275	765	57	76	82	55	61	34	15

TABELLA 4.^a

Carico per metro corrente di puntone Kgr. 720										
Portata	Puntoni di legno	Puntoni di ferro.				Sezione del contraffisso di ghisa	Diametro del tirante			
		Altezza	Larghezza delle falde	Groschezza dell'asta	Groschezza media delle falde		orizzontale	al piede	al colmo	centrale
<i>m.</i>	<i>metri</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mmq.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>	<i>mm.</i>
10	0,22 × 0,18	160	74	6,3	9,5	363	28	38	28	15
12	0,24 × 0,22	180	82	6,9	10,4	435	31	42	31	15
14	0,27 × 0,23	210	94	7,8	11,7	508	34	46	34	15
16	0,30 × 0,25	230	102	8,4	12,6	590	37	49	37	15
18	0,32 × 0,27	230	113	9,4	14,1	653	40	52	40	15

Carico per metro corrente di puntone Kgr. 945										
10	0,24 × 0,20	180	82	6,9	10,4	476	33	44	33	15
12	0,27 × 0,23	200	90	7,5	11,3	571	36	49	36	15
14	0,30 × 0,25	230	102	8,4	12,6	666	40	52	40	15
16	0,33 × 0,27	260	113	9,4	14,1	762	42	56	42	15
18	0,35 × 0,30	280	119	10,1	15,2	857	44	60	44	15

Carico per metro corrente di puntone Kgr. 945

10	$0,24 \times 0,20$	180	82	6,9	10,4	476	33	44	33	15
12	$0,27 \times 0,23$	200	90	7,5	11,3	571	36	49	36	15
14	$0,30 \times 0,25$	230	102	8,4	12,6	666	40	52	40	15
16	$0,33 \times 0,27$	260	113	9,4	14,1	762	42	56	42	15
18	$0,35 \times 0,30$	280	119	10,1	15,2	857	44	60	44	15

rovinarie, ecc., però, da che il ferro è stato largamente usato in tal genere di costruzioni, queste capriate hanno ceduto il posto alle incavallature

costrutte con solo ferro, per cui oggi esse si riscontrano soltanto in qualche edificio di data non recente.

Le centine di legno in queste capriate si costruiscono con tavole che si dispongono secondo uno dei due noti sistemi, cioè alla Emy, ovvero alla Delorme. La fig. 656 rappresenta la incavallatura che so-

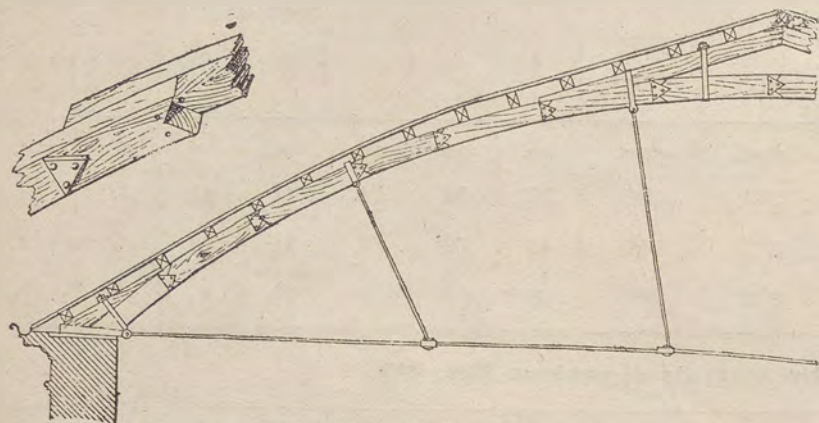


Fig. 656.

stiene il tetto di una cavallerizza costrutta a Torino, della larghezza di 25 m. La centina ad arco è costituita da due ordini di grosse tavole accoppiate, secondo il sistema Delorme, con la faccia maggiore disposta verticalmente e con le giunture in corrispondenza del punto di mezzo della tavola contigua, come chiaramente indica il particolare costruttivo unito alla figura. La struttura semplice da per sé permette di applicare queste capriate per ambienti di diversa larghezza; in ferro vi

ha la catena orizzontale, alcuni tiranti che sostengono la catena in vari punti intermedi e delle piastre triangolari che rinforzano la centina nei punti in cui i diversi segmenti di tavola si congiungono di testa ed in ghisa la scatola che unisce il piede delle centine con l'estremità della catena.

L'ingegnere Mazzucchetti che profondamente studiò questo genere di travature, costruì la grande tettoia della stazione ferroviaria di Alessandria, servendosi di una incavallatura ad arco ribassato, di cui la centina è quasi totalmente costruita in legno. Questa incavallatura che si vede rappresentata nella fig. 1 tav. LVIII ha una luce di m. 37,50 ed una saetta di m. 7,60 all'intradosso. La centina alta costantemente m. 1,36 si compone propriamente di due centine concentriche formata ciascuna di tre ordini di tavole dello spessore di m. 0,06, sovrapposte come nelle centine alla Emy, incurvate e mantenute alla distanza di 1 m. l'una dall'altra da un traliccio di travi e serrate per mezzo di chiavarde di ferro a vite. La catena orizzontale è sostenuta in 5 punti equi-

distanti da tiranti verticali per impedirne la inflessione.

Il collegamento della catena con la centina è fatto con una scatola di ghisa, la quale mentre riceve

una testata della centina, è attraversata dalla catena che vi si ferma per mezzo di dado a vite. Allo scopo di non impedire la libera dilatazione della catena per effetto delle variazioni di temperatura una delle due testate poggia sopra un apposito carrello provvisto di rulli.

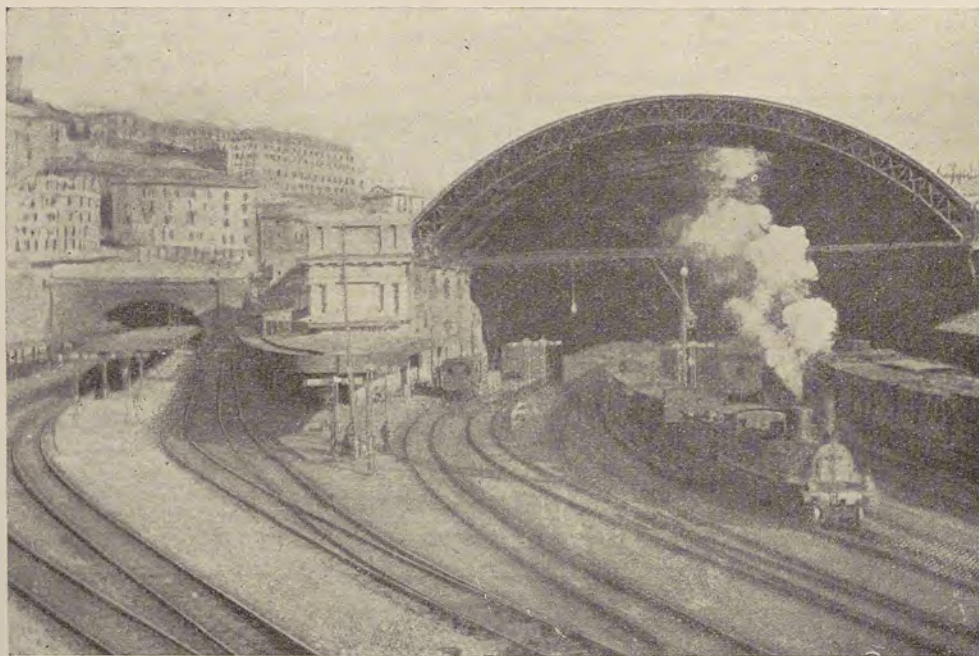


Fig. 657.

§ 6.

LE INCAVALLATURE DI SOLO FERRO PER TETTI A FALDE CURVE.

Ben più che non le centine in legno sono adoperate oggidi quelle metalliche per sostenere cupole

e tettoie di grandissima portata. Queste incavallature possono classificarsi secondo due tipi principali e cioè il tipo delle *centine a traliccio* nelle quali la trave circolare è costituita da una delle comuni travi a traliccio di cui la spinta al piede è eliminata per mezzo di una catena orizzontale che unisce le due estremità della trave arcuata ed il tipo delle *centine paraboliche* a forma di falce per cui queste travature si chiamano anche col nome di *incavallature a falce*.

Il primo tipo è rappresentato caratteristicamente dalle centine che sostengono le tettoie delle stazioni di Genova e di Torino entrambe costruite dall'ingegnere Mazzucchetti, che progettò anche quella in legno della stazione di Alessandria, ed il secondo in Italia dalle centine che sostengono la tettoia della stazione ferroviaria di Foggia e di Roma e con qualche modificazione nei montanti anche da quelle delle stazioni di Palermo e d'Ancona ed all'estero da quelle delle stazioni di Birmingham, di Liverpool (*Lime street station*, m. 70), di Londra (*Caringbross station*, m. 50) della

Borsa a Berlino, ecc. Nella stazione ferroviaria di

Genova P. P. (fig. 657), ciascuna centina della tettoia

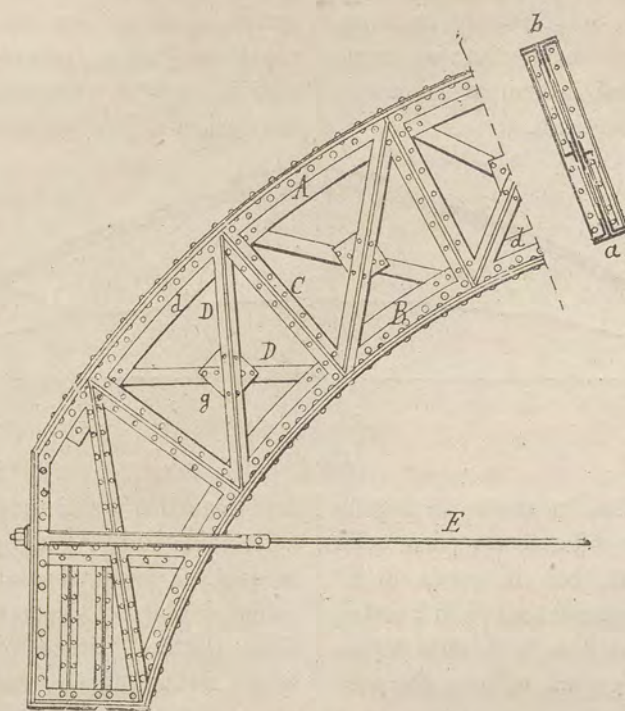


Fig. 658.

ha una corda di m. 47,70, una saetta di m. 12,10 all'introdosso ed una altezza costante di m. 2 nel senso dei raggi. La fig. 658 rappresenta il piede di una di queste centine, la quale è a traliccio; le parti resistenti A e B sono collegate dai ferri normali C e dai ferri diagonali D. La tavola inferiore a e quella superiore b della centina, mediante ferri d'angolo sono collegate alle lastre d. I ferri di angolo disposti normalmente alla curva, secondo cui è foggiate la centina, costituenti i collegamenti normali C, servono a fare un solo sistema delle ta-

volare a e b e delle lastre d. I pezzi diagonali D sono con sezione a semplice T inchiodati colle lastre d, coi gambi del T rivolti verso l'esterno delle centine, e collegati tra loro nel mezzo mediante la piastra quadrata g. Per eliminare la spinta che questo grande arco eserciterebbe alle imposte contro i piedritti e per impedire gli spostamenti orizzontali delle estremità dell'arco medesimo, esiste un tirante o catena orizzontale E, formato di più pezzi riuniti a snodo. Questi snodi sono in numero di otto

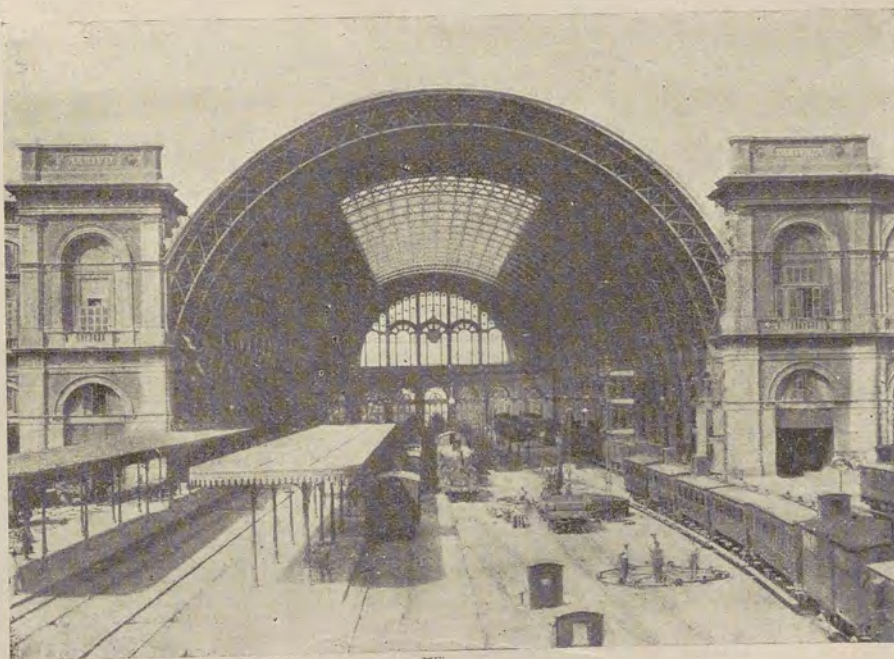


Fig. 659.

niti a snodo. Questi snodi sono in numero di otto

e se ne trova uno presso ciascuna imposta, dove il tirante si trasforma in una forchetta a due rami che abbracciano la lamiera della parete continua che ogni centina presenta alle estremità; in corrispondenza degli altri sei snodi intermedi la catena viene sostenuta da tiranti verticali.

Le centine della grande tettoia della stazione ferroviaria di Torino (fig. 659) sono costrutte, per quanto riguarda il sistema di connessione delle varie

parti e delle lastre metalliche, in modo analogo a quelle ora descritte. Esse ne differiscono però nella forma, essendo a tutta monta, con la corda di 48 metri; l'altezza nel senso dei raggi è ancora di 2 metri.

Un tipo di capriate centinate di frequente impiegate per la costruzione delle grandi tettoie, che poco

capriata non è che una modificazione della incavallatura Polonceau, in cui in sostituzione del puntone rettilineo se ne ha uno ad arco a parete piena o più di frequente traforato a traliccio. Un fatto degno di nota in queste capriate è quello che i contraffissi, a differenza delle incavallature Polonceau a

puntoni rettilinei, anziché essere sollecitati a pressione, sono solamente stirati; ciò spiega il perché in quelle centinate il contraffisso si fa dello stesso ferro

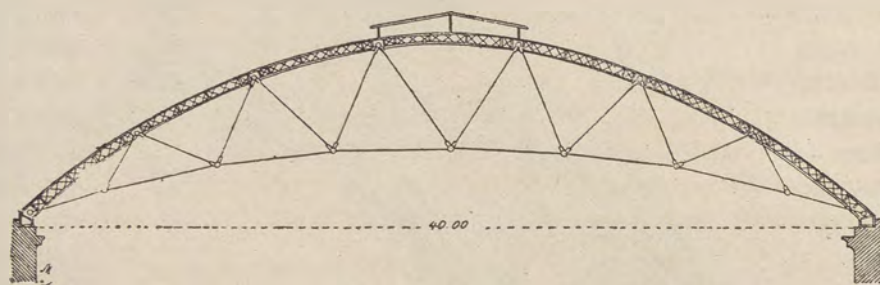


Fig. 660.

dei tiranti e della catena. Devesi inoltre notare nelle incavallature di questo genere, specialmente in quelle a sesto ribassato, che nella parte verso il colmo dell'arco la copertura, seguendo la curvatura delle centine, riesce presso che orizzontale, dando luogo ad un facile ristagno delle acque pluviali.

Quasi sempre perciò la parte centrale della copertura si dispone seguendo una poligonale circoscritta all'estradosso della centina, rialzandolo al centro di maniera da individuare un angolo abbastanza sufficiente perchè l'inclinazione della copertura non riesca inferiore a quella, limite riferentesi alla natura del materiale adoperato per la medesima.

Sovente ad ovviare a questo inconveniente nelle tettoie sostenute da centine arcuate si stabilisce un lucernale a vetri a due falde piane nella parte centrale della volta; talora invece

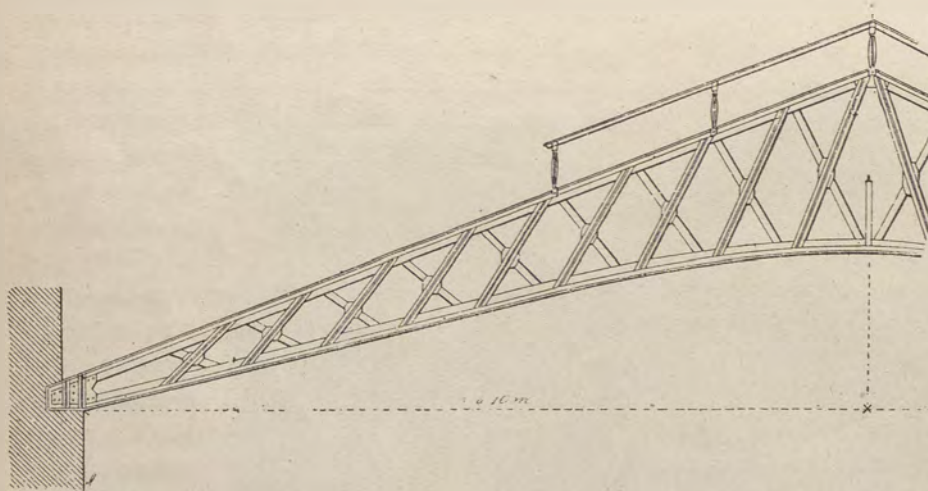


Fig. 661.

si discosta dal tipo a traliccio precedentemente citato, è quello che si vede rappresentato nelle figg. 3, 4 e 5, tav. LIX, che è la centina impiegata per la costruzione della tettoia della stazione delle ferrovie secondarie di Cagliari e l'altro che è schematicamente riportato nella fig. 1 tav. id. ed in particolare nella fig. 2 della stessa tavola, che rappresenta la incavallatura che sostiene la grande tettoia della Stazione centrale di Milano. Questo nuovo tipo di

si vede modificata la forma ad arco dei puntoni, la quale si arresta ad un certo punto per passare dalla forma arcuata a quella rettilinea diretta secondo la tangente all'arco nel punto in cui viene interrotta la curvatura, prolungando quindi i puntoni secondo la detta tangente sino al vertice.

Nelle *capriate a falce* il puntone all'estradosso, sia circolare che parabolico, è generalmente costituito da una trave a doppio T composto; il tirante

all'intradosso anch'esso circolare o parabolico, ma di raggio maggiore, unito con le estremità all'arco di estradosso, ossia all'imposta, è generalmente fatto di ferro tondo. La superficie compresa tra il puntone ed il tirante è divisa in tanti quadri mercè dei montanti verticali rigidi formati con cantonali o ferri a T ed in ogni quadro vanno aggiunti due diagonalì di ferri a sezione rettangolare. Nelle figg. 3, 4 e 5, tav. LVIII, è riportata una delle capriate di questo tipo più ardite per la loro portata. Essa e quella che sostiene la grande tettoia della *New-street-station* di Birmingham larga m. 64,60. La sua corda è nettamente ampia m. 63,44, ha una monta di m. 12,50 circa. Il puntone superiore alto 15 pollici è composto a doppio T con un'anima verticale e 4 ferri di angolo; il tirante inferiore è costituito da ferri tondi di 4 pollici di diametro, lunghi ciascuno circa 4 m. ed avvitati nei

tazione delle centine per effetto delle variazioni di temperatura.

Nella tettoia della stazione di Foggia l'arco parabolico esterno è diviso in 9 parti da 8 montanti verticali equidistanti fra loro e dagli estremi della trave; lo spazio compreso tra l'arco superiore ed il tirante inferiore pure parabolico riesce così diviso in 9 quadri o spazi, in sette dei quali si hanno 14 aste diagonalì. L'arco esterno è di ferro a doppio T; il poligono interno di ferri tondi del diam. di 53 mm.; le diagonalì consistono in sbarre rettangolari (27×10 mm.) ed i montanti verticali sono formati di tubo di ferro del diametro esterno di 50 mm. ed interno di 43 mm. Queste aste non dovrebbero mai, secondo i calcoli, lavorare per compressione, ma tuttavia si stimò prudente di dare loro una forma tale che permettesse di opporsi ad uno sforzo di compressione cagionato da una ec-

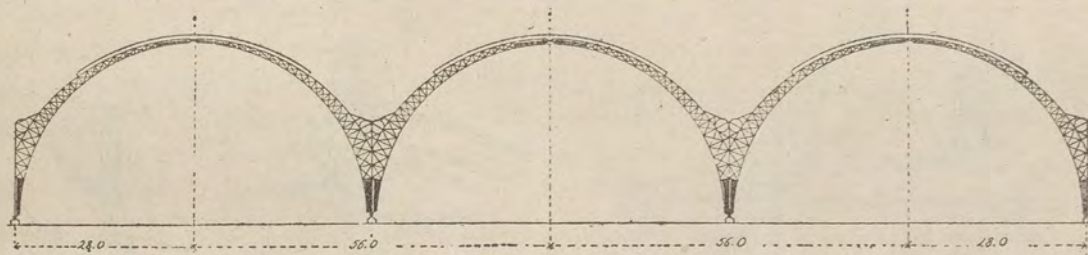


Fig. 662.

nodì in senso inverso, come mostra il particolare riportato nella fig. 4 che rappresenta l'attacco della catena nel piede del montante e delle diagonalì. I quadri o spazi secondo cui è diviso lo spazio abbracciato dal puntone e dalla catena sono 13, e sono separati da 12 montanti, ciascuno dei quali è costituito da 4 ferri d'angolo ripiegati in maniera da rendere il montante di uniforme resistenza, e bullonati agli estremi in pezzi di ghisa di forma speciale che si vedono rappresentati in elevato e pianta nella stessa figura. Nell'interstizio che rimane fra di essi sono posti a distanza costante dei pezzi di ghisa crociformi, sui quali sono fissati i cantonali stessi con bulloni. Le diagonalì sono fatte con ferri piatti (pollici $5 \times \frac{3}{4}$) e sono fissati alle due estremità dei contraffissi mediante tre bulloni.

Ciascuna centina è appoggiata con una estremità sul fabbricato, coll'altra sopra una colonna cava di ghisa coll'intermezzo di un carrello a 4 rulli di acciaio (fig. 5, tav. id.) che permette la libera dila-

cessiva tensione iniziale di una diagonale o da un carico accidentale (prodotto da neve o forte vento) di molto superiore al carico permanente.

Nelle stazioni di Ancona e di Palermo si adottarono pure le capriate a falce, ma con la modificazione che l'armatura situata tra il puntone esterno ed il tirante interno consta più semplicemente di diagonalì disposte a zig-zag, in modo da formare dei triangoli presso ché isosceli, nella maniera meglio chiarita dalla fig. 660 che rappresenta la incavalatura che si riferisce alla tettoia della stazione centrale di Palermo.

Nella fig. 661 finalmente è rappresentata una trave ad arco, la quale si avvicina al tipo delle capriate a falce sopra descritte per la sua forma, che è all'incirca quella di un solido di eguale resistenza. Questa trave è rettilinea nell'estradosso e ad arco parabolico verso l'interno ed è traforata a traliccio. Essa non abbisogna di catena, perchè la sua spinta orizzontale riesce abbastanza tenue da potere essere

sopportata dai piedritti se questi sono addossati ai muri di una fabbrica.

Nelle più recenti costruzioni di tettoie per le stazioni ferroviarie di grande portata si sono impiegate delle centine le quali, sia per la forma che per il

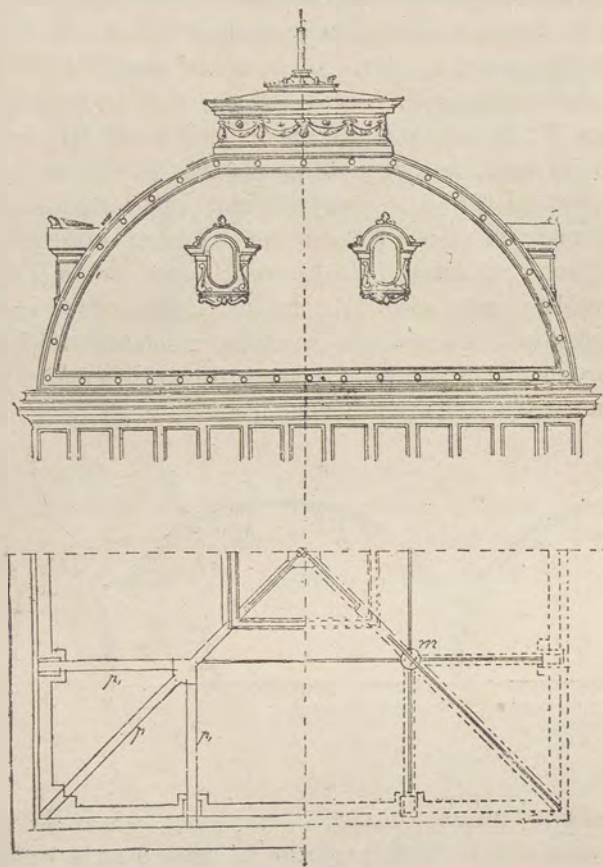


Fig. 663.

loro funzionamento statico, si possono considerare comprese tra quelle a traliccio avanti descritte e le altre a falce ora cennate. Ognuna di queste incavallature arcuate consta di due parti, ossia di due mezze centine; entrambe si appoggiano e si contrastano con le loro estremità superiori per mezzo di una cerniera; al piede si appoggiano sui piedritti pure sopra sostegno a cerniera. Ciascuna mezza centina ha la forma di una falce, ossia di un solido di eguale resistenza, ed è generalmente tubolare con reticolato a traliccio disteso sulle quattro facce, che serve a unire rigidamente le 4 principali membrature fra loro, presentandosi con pareti piene soltanto verso le estremità inferiori e superiori in prossimità delle

cerniere. Queste permettono il libero dilatarsi delle due parti delle centine per effetto delle variazioni di temperatura. Le centine a cerniera non richiedono l'uso di alcun tirante o catena, la loro spinta orizzontale essendo limitata, e potendosi d'altro lato impostarsi ad un livello abbastanza basso, non sono necessari piedritti molto grossi, e la loro spinta può facilmente rimandarsi sulle fondazioni. Queste incavallature possono essere ad arco ribassato, come ad arco a tutto sesto od anche ad arco acuto o comunque rialzato. Il più bell'esempio di capriate a cerniera per forma e per grandiosità è senza dubbio quello che offre la grande tettoia della nuova stazione ferroviaria di Francoforte sul Meno, di cui nella fig. 662 si ha una sezione trasversale. Come è noto, in questa stazione di testata si hanno tre tettoie parallele e addossate tra loro. Ciascuna tettoia ha la luce di 56 metri ed una monta di poco superiore

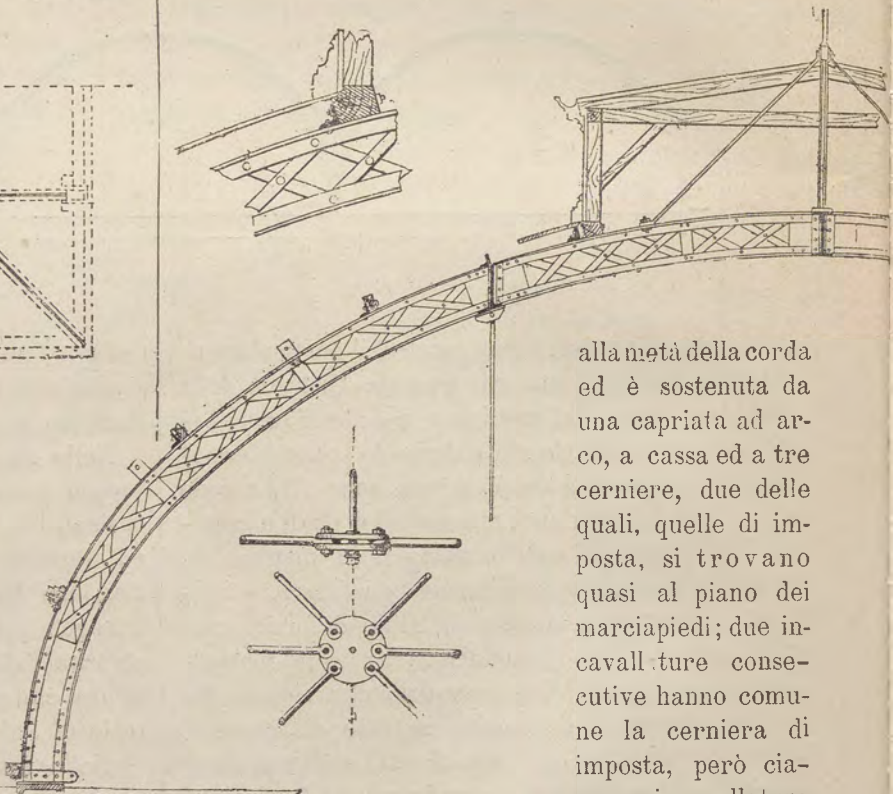


Fig. 664.

alla metà della corda ed è sostenuta da una capriata ad arco, a cassa ed a tre cerniere, due delle quali, quelle di imposta, si trovano quasi al piano dei marciapiedi; due incavallature consecutive hanno comune la cerniera di imposta, però ciascuna incavallatura è libera nella sua

dilatazione, specialmente nell'articolazione al vertice. Le centine sono distanti circa 8 m. l'una dall'altra e sono fra loro collegate dagli arcarecci e da tiranti diagonali immediatamente al disotto della copertura che in parte è a vetri ed in parte è metallica.

Per la costruzione dei tetti a padiglione e delle cupole a base quadrata, poligonale o circolare si possono impiegare indistintamente tutte le incavallature in ferro finora descritte, sia con puntoni rettilinei, che con puntoni centinati. Queste incavallature

eguali al vertice. Se la pianta è quadrata, basterà disporre una centina intera lungo una diagonale e due mezze centine analoghe alla precedente lungo l'altra diagonale, collegando le estremità superiori di esse col centro della centina intera.

Se la pianta è poligonale, le mezze centine disposte una per ogni spigolo del poligono-base si

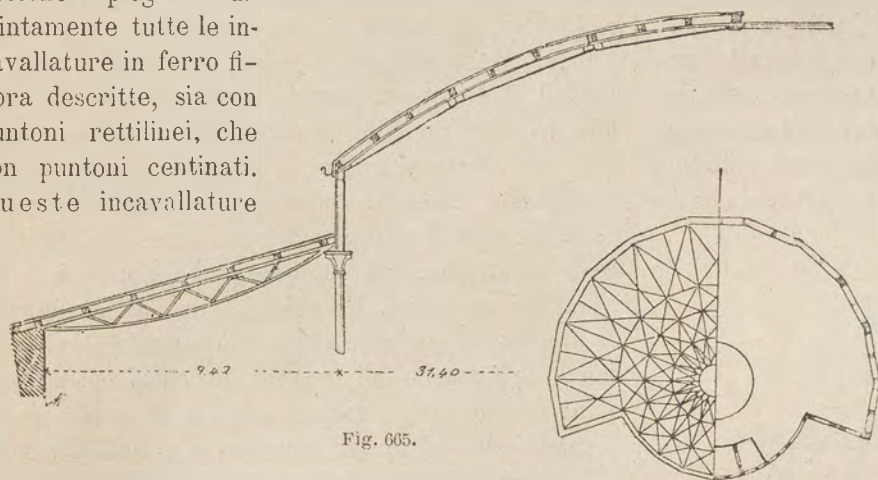


Fig. 665.

che propriamente si dicono *costole* nelle cupole si intersecano in un unico punto corrispondente in pianta al centro di figura del poligono coperto e si dispongono in corrispondenza degli spigoli del poligono, se l'ambiente a co-

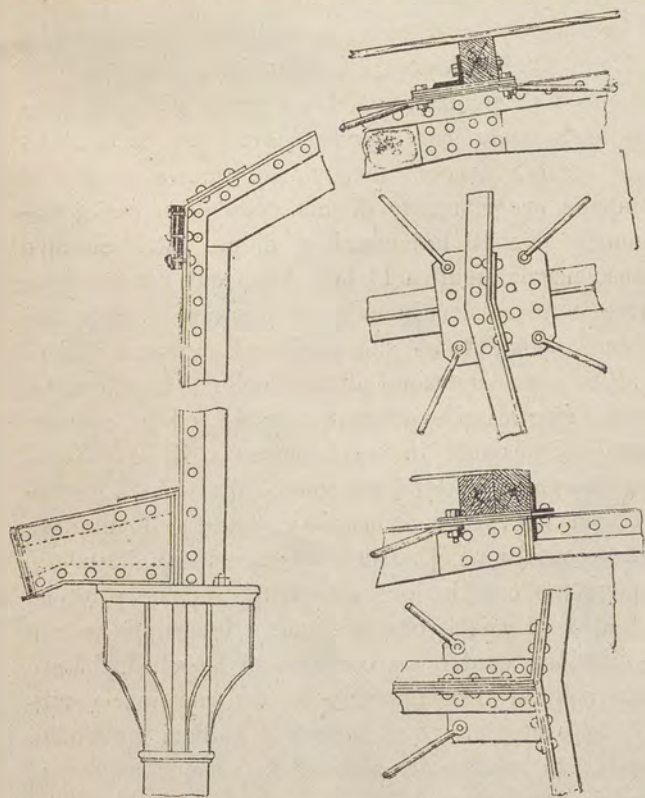


Fig. 666.

prirsi ha pianta della forma di un poligono regolare ed a costante distanza fra di loro negli ambienti di forma circolare, formando in ogni caso angoli

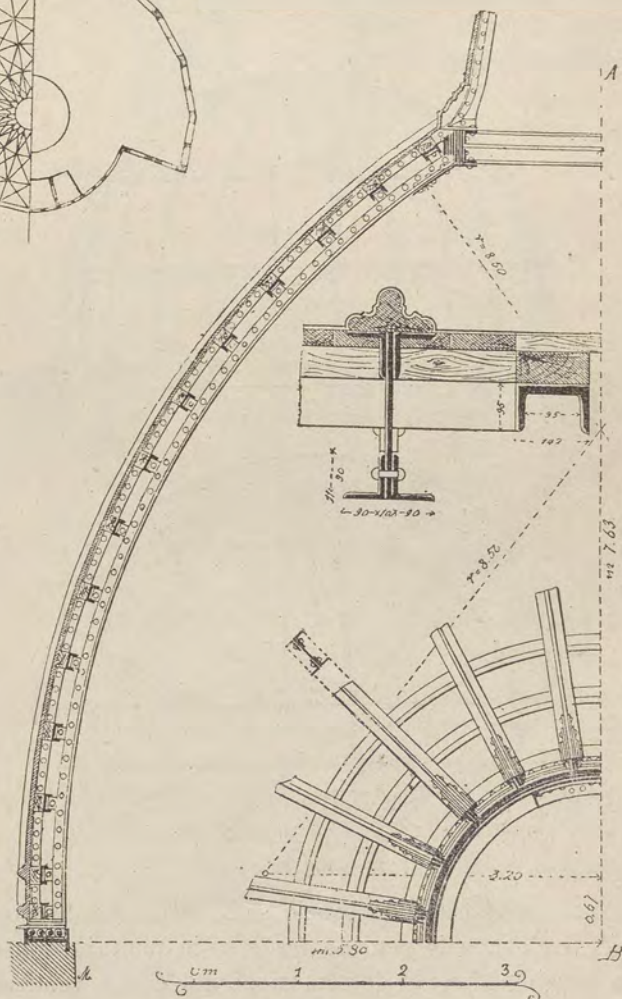


Fig. 667.

congiungono al vertice con un pezzo speciale, come nelle incavallature in legno (monaco), il quale ha forma di un anello circolare in ghisa (essendo compresso) o in ferro laminato, detto *tamburo superiore* per distinguerlo dal *tamburo inferiore* che è un poligono di travi orizzontali, che per buona regola d'arte, sovente si impiega per collegare fra loro i piedi delle mezze incavallature.

Se il tetto a è cupola con base circolare, la forma più convenientemente usata per le costole è quella rialzata ad arco acuto. Questa forma, mentre permette un più facile smaltimento delle acque pluviali, si presta in veduta prospettiva per dare alla cupola un aspetto meno pesante. Il tamburo inferiore di questi tetti, potendo servire anche ad eliminare la spinta orizzontale delle capriate, potrà efficacemente adottarsi in sostituzione delle catene e dei ti-

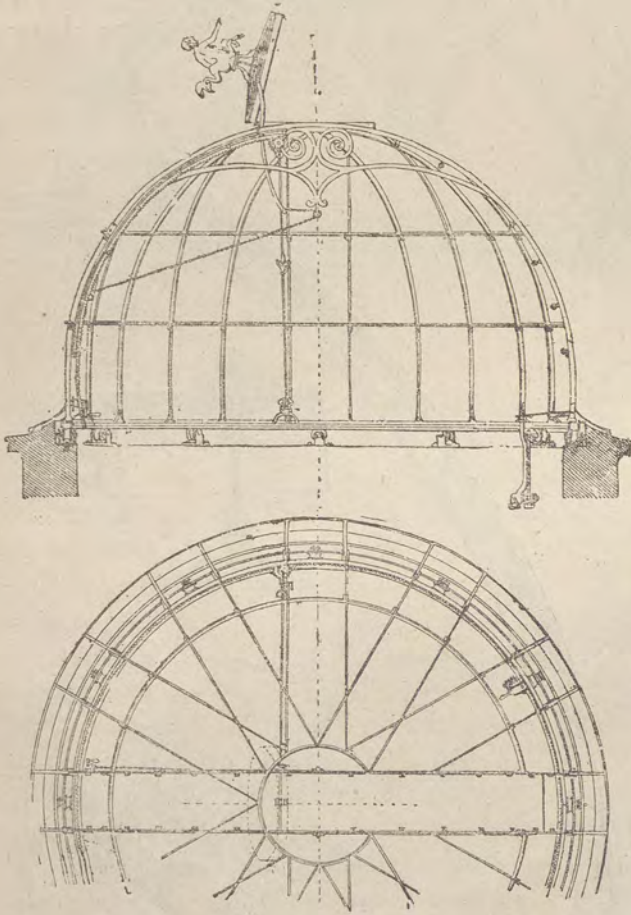


Fig. 668.

ranti ingombranti lo spazio sotto tetto. A tale scopo per collegare le centine fra loro in punti intermedi e per impedire le deformazioni nel senso verticale delle centine, quando queste non sono provviste di tiranti, giova disporre gli arcarecci curvilinei a distanza costante fra le centine. Gli arcarecci formano così una serie di cerchi tesi verso l'imposta, compressi verso il vertice, che serrando rigidamente le centine fra loro, ne impediscono il sollevamento della regione bassa e l'abbassamento della regione alta.

Nella fig. 663 si vede rappresentata la tettoia a padiglione su base quadrata descritta dal Breymann per la copertura della sala del Consiglio nel palazzo

municipale di Karlsruhe. Lo schema di questa costruzione si riduce a 4 puntoni p di angolo che dall'imposta arrivano fino ai vertici del cupolino ed a 8 puntoni più piccoli p_1 che si collegano ai puntoni d'angolo nella maniera indicata dalla figura, rinforzandoli. Tutti questi puntoni si appoggiano sopra scatole di ghisa (fig. 664) fermate alla struttura murale per mezzo di bulloni prigionieri. I puntoni sono a traliccio, come si rileva dalla sezione riportata nella fig. 664, di costante altezza e sono collegati al piede da catene, due per i puntoni di angolo e 4 per i puntoni secondari. Le catene quindi si incontrano in numero di sei nello stesso punto m in corrispondenza dell'attacco dei puntoni secondari coi puntoni d'angolo, ed il loro collegamento è fatto per mezzo di due dischi orizzontali circolari e di bulloni a vite, e l'attacco loro col piede della incavallatura è fatto analogamente con perno e bullone che attraversa due ferri piatti inchiodati alla centina. La struttura della cupola è poi completata con arcarecci di legno per cui si appoggiano e si incastrano dei listelli destinati a sostenere la tavolatura di legno e lo strato di ardesia che costituisce la copertura della cupola.

Nelle figg. 665 e 666 è riportato, con pianta e sezione e particolari, un tetto a cupola ribassata specialmente usata per coprire le rimesse locomotive delle grandi stazioni ferroviarie. Questa tettoia si compone propriamente di una cupola su pianta poligonale con 19 lati eguali e di un tetto anulare esteso parzialmente a 11 lati. A ciascun vertice della parte anulare corrisponde un puntone a falce rettilineo appoggiato col suo piede sul muro di ambito e all'estremo superiore ad una colonna di ghisa. La cupola riposa sulle colonne di ghisa ed ha puntoni curvilinei disposti in corrispondenza di quelli del tetto anulare; ciascun puntone è di lamiera metallica con nervature addossate a questa di maniera che ne risulti un T. Queste mezze incavallature si appoggiano con la loro estremità superiore ad un tamburo ad anello che sostiene il lucernario e con la inferiore contro un tamburo di base sopportato dalle colonne. Per impedire le deformazioni verticali delle centine, due arcarecci anulari intermedi serrano le centine fra loro ed in ciascun segmento quadrilatero compreso fra le centine e gli arcarecci e tra i puntoni rettilinei della zona anulare sono disposti dei ferri a croce diagonali. Nella stessa figura sono anche riportati i principali collegamenti sufficientemente chiari dalla sola figura.

Nella fig. 667 è rappresentato il disegno di una cupola in ferro dall'autore progettata per coprire un vano di chiesa risultante dall'incrocio delle due navate principali. Consta questa cupola di 20 mezze centine in ferro a parete piena, collegate superiormente ad un tamburo rigido orizzontale ed inferiormente, lungo tutto il loro profilo, con arcarecci, disposti ad intervallo costante, i quali, formando dei cerchi orizzontali, eliminano la spinta delle centine e ne impediscono le deformazioni nel senso verticale. La luce misurata fra assi delle mezze incavallature diametrali è di m. 10,60 e la freccia o la distanza tra il piano di imposta ed il piano medio del cerchione superiore è di m. 7,65. Il raggio dell'arco circolare dell'estradosso è di m. 8,50 e del suo centro si hanno le coordinate di m. 0,67 e m. 3,20, rispetto l'asse verticale della cupola AB e la orizzontale BC che passa per il suo piede. Il cerchione superiore è destinato a sopportare un lanternino e la copertura è fatta con un tavolato di quercia dello spessore di 3 cm. adagiato sugli arcarecci e di un sovrapposto strato di lamiera di piombo dello spessore di 2 mm. Nella medesima figura si hanno i particolari dell'attacco rigido col cerchione superiore delle semicapriate ed un particolare della sezione normale di una centina.

Per coprire le sale delle specole destinate per le osservazioni astronomiche è richiesto un genere spe-



Fig. 669.

ciale di copertura, che non è superfluo citare. La copertura di queste sale deve lasciare liberi i movimenti e la visuale in ogni senso degli strumenti a cannocchiale che vi si racchiudono, a richiesta del bisogno. Si è risoluto tale problema assegnando un movimento di rotazione intorno al proprio asse verticale alla copertura, alla quale quasi sempre si dà la forma di una cupola, sulla cui superficie è lasciato uno spiraglio longitudinale, che si estende dall'imposta al vertice della medesima. Attraverso questo spiraglio si fa muovere il cannocchiale nel senso verticale, mentre al suo movimento nel senso orizzon-

tale supplisce la cupola col movimento rotativo di



Fig. 670.

cui essa è dotata. Tale movimento si effettua per mezzo di rulli sui quali si appoggia l'armatura della cupola e di un meccanismo con manovella ed

ingranaggi con cremagliera che rappresenta il motore a mano.

Nella fig. 668 si ha la vista della cupola, descritta dal Breymann, che fu costruita per l'osservatorio astronomico di Atene. Questa cupola ha il diametro di 5 m. ed un'altezza di m. 3,10, ha forma di un emisfero rialzato con tamburo. È costituita da 24 archi disposti in modo da riuscire paralleli a due a due al meridiano intermedio e distanti 50 cm. circa, montati sopra un cerchione di ferro e rinforzati due volte per tutta l'altezza da arcarecci orizzontali. Questi arcarecci orizzontali, a sezione rettangolare, sono avvitati, colle estremità ripiegate, ai puntoni, i quali si attaccano poi con la loro estremità superiore ad un anello orizzontale che costituisce in pari tempo un occhio in cima alla cupola chiuso da sportello. Il movimento di rotazione della cupola intera è fatto nella maniera sopra indicata, sopra 12 rulli di bronzo fissati nella muratura perimetrale, sopra cui scorre il cerchione orizzontale inferiore della cupola alla quale è congiunta la cremagliera ingranante col rotismo motore. Lo spiraglio è chiuso da sportello che scorre a saracinesca tra rulli nel senso della curvatura verticale della cupola per mezzo di un analogo rotismo a cremagliera.

Il movimento di queste cupole riesce però lento a cagione dei forti attriti che si sviluppano fra i rulli e fra gli ingranaggi quanto più il diametro della cupola è grande. Altre cupole di questo tipo si sono costruite fino ad un diametro di 12 metri. Nell'anno 1885 il celebre costruttore Eiffel ha ultimata la costruzione della cupola rotatoria, per l'osservatorio astronomico di Nizza, che ha il diametro di 20 metri. Il movimento a mano di una cupola così grande sa-

sebbe riuscito impossibile se il costruttore non avesse adottato il seguente ingegnoso ripiego. Egli ha congegnato il tamburo, al quale è affidata l'ossatura della cupola, a guisa di un cassone senza fondo, il quale penetra in un cassone inverso, alquanto più largo, fissato sul coronamento dei muri e che contiene un liquido speciale, cosicchè l'intera cupola galleggia su quel liquido e lo sforzo che si richiede per la rotazione dell'intero sistema si riduce a un minimo. Invero una cupola di 12 metri di diametro ad ingranguaggio richiede mezza ora almeno per compiere una intera evoluzione intorno al suo asse: invece per la cupola dell'osservatorio di Nizza, di 20 metri di dia-

Le pensiline in ferro, generalmente sostenute da mensole, possono avere una sporgenza di m. 1,50 a 3,50 e qualora constino di una sola falda possono presentare la loro inclinazione verso il muro di ambito della fabbrica alla quale sono attaccate, ovvero nel senso opposto, ossia verso il limitare esteriore della superficie coperta. Nel primo caso (fig. 669) l'acqua pluviale si raccoglie lungo lo spigolo che la tettoia forma col muro e quivi si dispone la gronda orizzontale destinata a raccoglierla; nel secondo caso (fig. 670) l'acqua pluviale si riversa verso la periferia esterna della tettoia ed allora l'acqua o si lascia cadere dal gocciolatoio ovvero si raccoglie

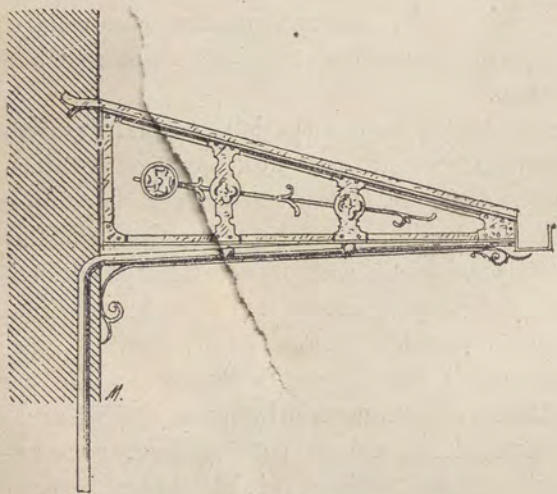


Fig. 671.

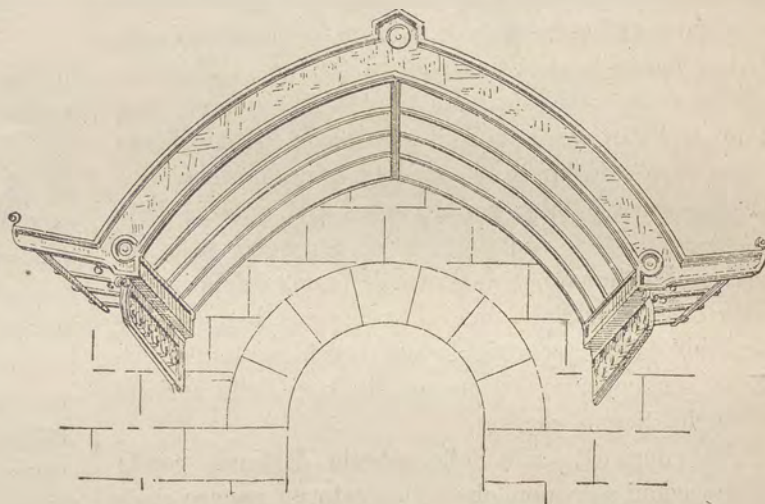


Fig. 672.

metro, si ottiene in 3 minuti soltanto una completa rivoluzione del sistema.

§ 7.

LE TETTOIE PENSILI IN FERRO.

Davanti a fabbricati nei quali accudiscono molte persone, come ad esempio all'ingresso delle stazioni ferroviarie, sui marciapiedi interni delle medesime, davanti ai vestiboli dei teatri e talvolta anche delle ville, si sente il bisogno di avere uno spazio coperto a riparo dei pedoni o delle vetture. E poichè in quelle località si esige il libero movimento delle persone, è necessario non interporre nello spazio coperto degli ostacoli, dei sostegni isolati, ecc., per cui in questi casi si impiegano convenientemente le *tettoie pensili* o *pensiline*, che si fanno anche di solo ferro.

Per l'applicazione delle pensiline alle fabbriche si richiede che i muri ai quali si attaccano siano sufficientemente solidi per sopportare il peso della tettoia e resistere agli sforzi di rotazione della medesima.

(fig. 671) con la gronda e si avvia verso i tubi di scarico per mezzo di condotti inclinati sospesi alle mensole e solo quando la tettoia ha le due testate comprese tra due ali della fabbrica sarà possibile immettere l'acqua raccolta dalla gronda direttamente ai tubi verticali di scarico.

Non così avviene se la pensilina è divisa in campate a timpano triangolare ovvero a volta; l'acqua piovana si raccoglie allora (fig. 672) negli spigoli che le campate formano fra loro, ossia lungo il dorso delle mensole sul quale si dispone la gronda che le avvia direttamente ai canali verticali di scarico. Le mensole di ferro che si impiegano a sostegno delle pensiline possono essere foggiate svariatamente e si applicano al muro di sostegno distanziandoli con intervalli costanti; alle mensole si appoggiano e si collegano gli arcarecci a sostegno della copertura che può essere fatta con vetri e con lamiera metalliche (zinco o ferro galvanizzato) e più raramente con tegole.

CAPITOLO III.

LA COPERTURA DEI TETTI

§ 1.

LE GENERALITÀ.

La copertura è quella parte della struttura dei tetti che sta direttamente a contatto degli agenti esterni (*pioggia, vento, neve*, ecc.) e può essere costituita da materiali di diversa natura, cosicchè la copertura di un tetto può farsi di legno (*steppe, canne, tavole, assicelle*, ecc.) di pietra naturale od artificiale (*lastre di gneiss, di ardesie, tegole, canali, vetri*, ecc.) o di metallo (*zinco, rame, ferro, piombo*, ecc. in fogli). Recentemente sono stati introdotti anche il cartone ed il feltro come materiali leggieri di coperta; in questi casi si usa impiegarli dopo che sono stati imbevuti di catrame o di altre sostanze resinose e si addicono più per costruzioni provvisorie, anzichè per quelle stabili.

A sostegno delle coperture si impiega l'armatura minuta dei tetti che può essere superiormente terminata da uno strato di tavole ovvero da un sistema di correnti più o meno robusti a seconda della qualità del materiale di coperta.

L'armatura minuta a sua volta, coll'intermezzo o meno di un ordine di travicelli secondari, è sostenuta dalla così detta armatura grossa generalmente composta di travi orizzontali (*arcarecci*) e di capriate.

Le coperture di cartone imbevuto di catrame, di cartone feltro, quelle di lamiera piane di zinco, di ferro zincato o galvanizzato, di rame, di piombo, ecc. e quelle costituite di lastre di ardesia (*abbadini*) si attaccano più convenientemente sopra un tavolato; le altre di canali o di tegole, quelle di lamiera di

ferro o di zinco ondulato, ecc. possono appoggiarsi sull'armatura del tetto anche senza l'intermezzo del tavolato di legno.

Generalmente l'armatura minuta che si impiega a sostegno della copertura è formata di un primo ordine di travetti (*morali di abete* $0,10 \times 0,10$, o *mezzi morali* $0,5$ a $0,6 \times 0,10$) disposti sopra gli arcarecci nel senso della massima pendenza delle falde alla distanza tra asse ad asse di m. $0,50$ a m. $0,75$ secondo il peso del materiale di copertura (ad esempio $0,50$ per le tegole a canale e $0,70$ a $0,75$ per le tegole marsigliesi) ed in ogni evenienza con la loro massima dimensione della sezione diretta normalmente alla superficie delle falde. Sopra questo ordine di travetti si inchioda uno strato di tavole di abete dello spessore di cm. 2 a $2,5$ accostate e dirette nel senso parallelo alla linea di gronda, cioè nello stesso senso degli arcarecci.

Per alcuni materiali di coperta in sostituzione del tavolato si completa la piccola armatura con un ordine di correntini di abete aventi una sezione che varia da cm. 2×4 a 3×5 , pure disposti orizzontalmente nel verso stesso degli arcarecci e distanziati fra loro m. $0,30$ circa secondo la lunghezza delle tegole o dei canali.

Talvolta invece all'armatura di travicelli e correntini si sostituisce, allora quando trattasi di impiegare dei canali comuni come materiale di copertura, un ordine solo di travicelli a sezione più piccola cm. 5 a 6×8 , diretto nel senso della massima pendenza delle falde e disposti a distanza di tegole (metri $0,15$ circa): di tal maniera una coppia di travicelli può ricevere un filare di tegole a canale

§ 2.

LA COPERTURA DI PAGLIA E DI CANNE.

Questo genere di copertura conviene soltanto per costruzioni estremamente rustiche, come, ad esempio, sarebbero le capanne, i rifugi alpestri, i chioschi, ecc. che si erigono di sovente nei parchi, nei giardini o sui monti.

La paglia che si impiega come copertura è quella di segala o di frumento; quest'ultima è però preferibile perchè è più dura e resistente e soprattutto

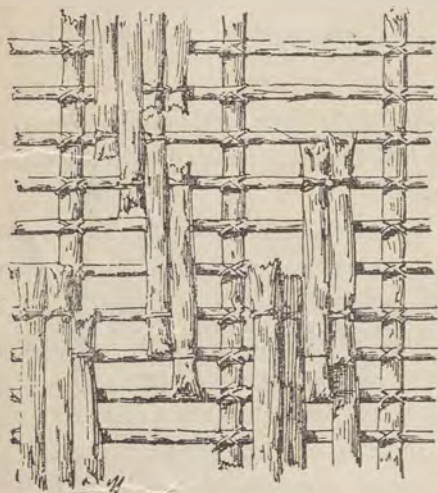


Fig. 673.

più lunga, per cui facilita lo scorrimento delle acque piovane. I fucseli di paglia devono avere una lunghezza di m. 1 a 1,20 per essere adatti a farne una buona copertura: questi si dispongono nel senso della massima pendenza della

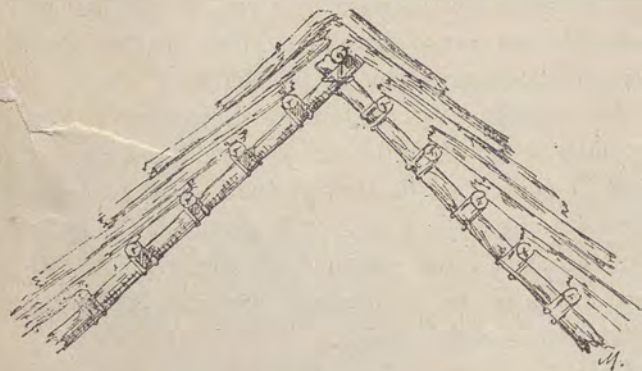


Fig. 674.

a fasci di circa m. 0,20 di diametro per mezzo di legatura di vimini e se ne tagliano le estremità di modo che tutti i fasci presentino le medesime dimensioni.

L'armatura che serve a sostenere tal genere di copertura si fa consistere in bastoni rustici di legno di m. 0,06 a 0,03 di diametro medio disposti oriz-

zontalmente alla distanza di 20 cm. circa e legati pure con vimini a delle travi inclinate (fig. 673), ovvero nei comuni correntini di abete situati alla medesima distanza e chiodati alle travi.

Si dispongono i fasci di paglia sopra i bastoni o correnti legandole a questi con vimini un primo strato disposti a contatto nel senso della pendenza della falda, procedendo dalla gronda verso l'alto; a questo primo strato se ne sovrappone un secondo pressandolo contro il primo e legandolo egualmente, di maniera che le estremità dei fasci di un filare stiano nel mezzo dei fasci dello strato precedente, cominciando perciò col disporre un mezzo filare lungo il margine della gronda e così di seguito si procede per 4 o 5 strati fino che non si sia raggiunto uno spessore di paglia compressa di circa 30 cm. pesante

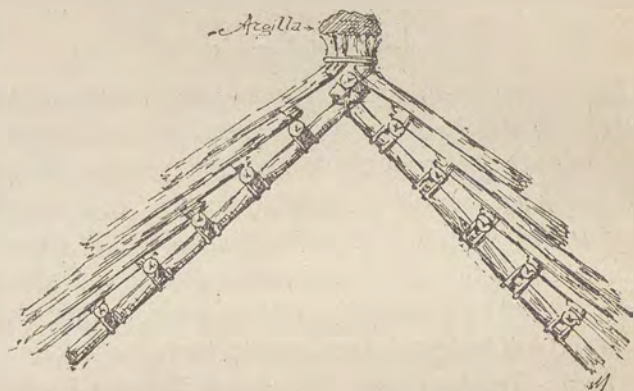


Fig. 675.

circa 20 Kg. per mq. In seguito questo peso cresce sensibilmente per la polvere che si raccoglie e si fissa tra i fucseli di paglia per effetto dell'acqua piovana, e che talvolta raggiunge uno strato non indifferente spesso coperto di muschio o di piccole erbe.

Il colmareccio nei tetti coperti di paglia si rende stagno mettendo a cavalcioni un filare di mazze di fucseli di paglia nella maniera meglio indicata dalla fig. 674, ovvero sollevando le estremità degli ultimi filari di fasci che si rilegano con vimini e si ricoprono con uno strato di argilla come indica la fig. 675.

Nella maniera medesima i nostri montanari delle regioni meridionali ricoprono i tetti delle loro capanne con canne cresciute nei terreni paludosi. Soltanto i bastoni od i correntini si dispongono più vicini, perchè le canne essendo soggette a sdruciolare, è necessario legarle in più punti ai bastoni con la solita legatura di vimini. Questo genere di copertura esige durante la costruzione una maggiore cura di quella fatta con fucseli di paglia; ma se è bene

eseguita riesce ancora più stabile e può durare parecchi anni senza alcun bisogno di apportarvi delle riparazioni.

§ 3.

LA COPERTURA CON TAVOLE DI LEGNO.

La copertura fatta di tavole si impiega solamente per costruzioni provvisorie. Consiste questa copertura nel disporre delle tavole comuni nel senso parallelo alla gronda ed a cominciare da questa, chiodandole sui travetti dell'armatura, avendo cura di sovrapporle l'una sull'altra soltanto per 3 a 4 cm. nella maniera chiaramente indicata dalla fig. 676. Evidentemente una tale copertura riesce più duratura e più impermeabile se le tavole dopo che sono poste in opera, vengono incatramate ovvero spalmate di olio di lino. Anche per individuare delle pareti



Fig. 676.

verticali si può adottare convenientemente tale disposizione delle tavole; si ottengono così pareti attraverso le quali è impedita ogni visuale e stagna all'acqua piovana. Di queste pareti i nostri costruttori ne fanno largamente

uso nella costruzione di provvisorie baracche da cantiere che vengono sovente coperte da analoghe coperture di tavole.

Coperture di tavole più eleganti e durature si ottengono tagliando le tavole a guisa di assicelle o squame tutte della medesima forma e dimensione.

A tal uopo conviene però impiegare dei legnami di essenza dura, come la quercia ed il castagno, che non si fendono facilmente allorchè vengono posti a contatto degli agenti atmosferici.

Hanno di solito le squame le dimensioni di m. 0,16 circa di larghezza per 0,30 di lunghezza ed uno spessore variabile da 6 a 20 mm. e terminano con una estremità sagomata. La fig. 677 riporta alcuni svariati contorni che si possono assegnare alle squame di legno le quali si mettono in opera nella maniera indicata dalla fig. 678 con la massima dimensione diretta nel

senso della maggiore pendenza delle falde, chiodandole per l'estremità superiore con uno o due chiodi sopra un tavolato fatto con tavole distanziate ov-

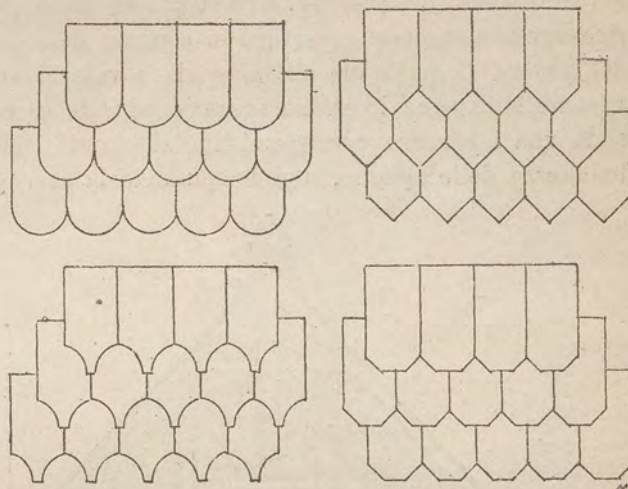


Fig. 677.

vero più semplicemente sopra un ordine di correntini, e sovrapponendole a filari orizzontali di modo che le commessure di un filare stiano situate sul mezzo delle squame del filare con secutivo e le squame di ogni filare stiano sovrapposte almeno per metà lunghezza a quelle del filare sottostante, di maniera che delle squame resti in vista la parte sagomata.

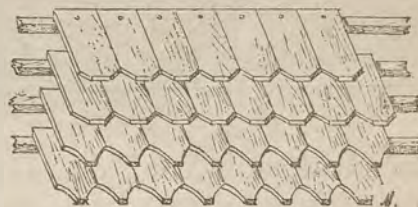


Fig. 678.

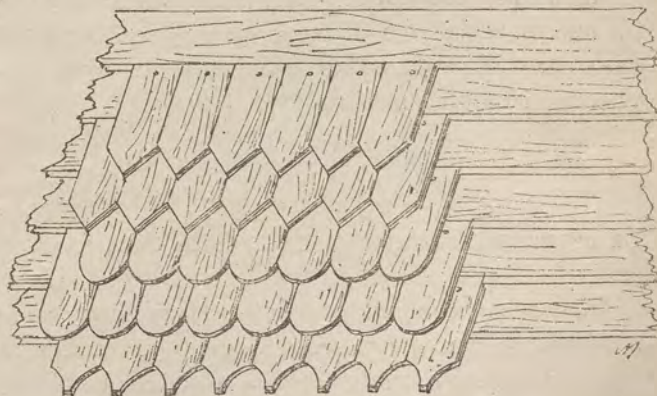


Fig. 679.

Le coperture in legname in genere, come quelle fatte di canne, richiedono una forte inclinazione (in-

torno ai 45 gradi), perchè l'acqua pluviale possa scorrere prontamente.

La copertura fatta con tavole sovrapposte alla maniera indicata dalla fig. 676 si presta bene per ricevere una seconda copertura di squame di legno del genere di quelle ora citate, se alle tavole ed alle squame si assegna lo stesso spessore ed alle prime si dà una larghezza corrispondente alla metà della lunghezza delle squame, non computando la sovrappo-

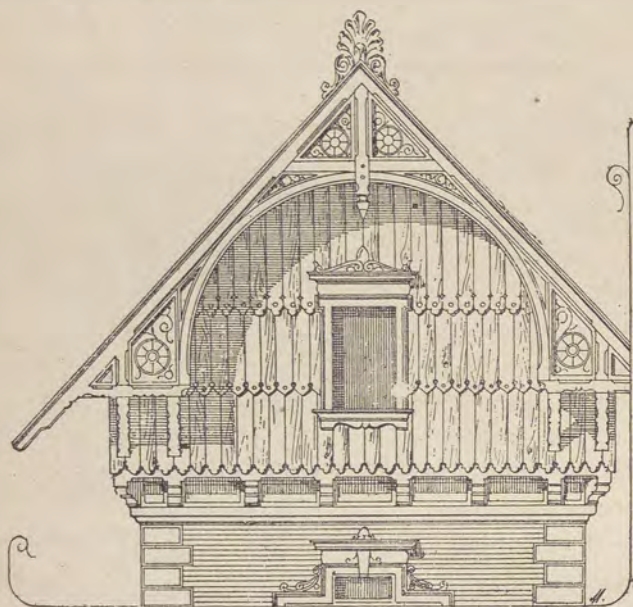


Fig. 680.

posizione delle tavole fra loro (fig. 679). Ciascun filare di squame in tal caso si fissa sulla medesima tavola contro il bordo della tavola immediatamente superiore, ottenendosi infine un coperto di legname di spessore triplo di quello delle tavole.

Anche per individuare delle pareti verticali si usa impiegare le squame di legno sovradescritte; in tal caso però alle squame si suole assegnare una lunghezza di molto superiore (fig. 680).

§ 4.

LE COPERTURE DI CARTONE E DI FELTRO INCATRAMATO.

Invece che con una semplice pittura di catrame o di olio di lino si può maggiormente garantire la impermeabilità di una copertura fatta con tavole distendendo sul catrame appena cosparso e mentre è tuttavia caldo, dei fogli di carta resistente. In tal caso le tavole che costituiscono l'assito possono disporsi a contatto ovvero nel verso della massima

pendenza del tetto. I fogli di carta si distendono con la loro lunghezza nel senso trasversale delle tavole con giunti sovrapposti e si spalmano poi con una nuova mano di catrame sul quale si cosparge della sabbia fine fluviale bene asciutta. Perchè questa copertura mantenga costantemente la sua impermeabilità è necessario di spalmarla ogni anno di una nuova mano di catrame e di sabbia.

Invece della carta si può impiegare della tela cerata che si distende disponendola nel senso parallelo alla gronda, cominciando dal basso. I giunti fra due striscie di tela si saldano a mezzo di un listello di legname della larghezza di 5 a 8 cm., attorno al quale si avvolgono i bordi delle striscie di tela, fermandoli con chiodetti di zinco che così vengono a rimanere con le teste nascoste. Anche sulla tela posta in opera si distende una mano di catrame e quindi si insabbia. Più conveniente della carta e della tela è il cartone incatramato, adatto, sempre bene inteso, per tetti di natura provvisoria o di secondaria importanza. L'uso del cartone incatramato risale a non più di 50 anni addietro; questo cartone costituisce una copertura, la quale se è bene eseguita e bene mantenuta riesce di una economia considerevole, è perfettamente stagna ed offre garanzia sufficiente di durevolezza. La pendenza che si richiede per l'impiego del cartone bituminoso come copertura è tra i 18 e i 21 gradi.

Il cartone catramato si fabbrica in rotoli di 15 a 30 m. di lunghezza e di m. 0,75 a 1 di larghezza ed il suo peso varia da 1 a 3 kilogr. secondo lo spessore e secondo che sia insabbiato o no.

La maniera più semplice di costruire una copertura con cartone bituminoso è quella di stendere i rotoli nel senso parallelo alla gronda sopra un tavolato a contatto, sovrapponendo le striscie l'una sull'altra per 8 a 10 cm. (fig. 1, Tav. LX). Ed allora per trattenere ferme a posto le striscie di cartone, in corrispondenza delle travi del tetto vi si inchiodano dei listelli di legno e quindi a garantire l'impermeabilità si distende sopra una mano di catrame e si insabbia.

Per costruzioni molto provvisorie si può omettere il tavolato e disporre i rotoli di cartone nel senso della massima pendenza delle falde (fig. 681) appoggiandoli sopra correntini distanziati di maniera che ne corrisponda uno nei giunti delle striscie di cartone, le quali si sovrappongono di pochi centimetri e si inchiodano lungo i bordi così sovrapposti

al sottostante correntino; di seguito si dà la mano di catrame e si cosparge di sabbia. Ordinariamente una buona copertura di cartone si ottiene inchiodando sopra un tavolato a contatto dei listelli a sezione di un triangolo isoscele di 3 cm. di lato e 4 cm. di base nel senso della massima pendenza delle falde e distanti fra loro quanto la larghezza dei rotoli meno 8 a 10 cm. Indi si incatrama tutta la orditura di legno e poi si distendono i rotoli di cartone di maniera che i loro bordi si accavallino sui listelli di legno, sui quali si fermano con chiodetti e ricoprendo infine con striscette di cartone le costole che così si vengono a individuare; indi si spalma di catrame e si insabbia.

L'uso del cartone imbevuto di catrame si estende ancora per preservare i sottotetti dall'umidità, allorchè il materiale di coperta consiste in tegole a

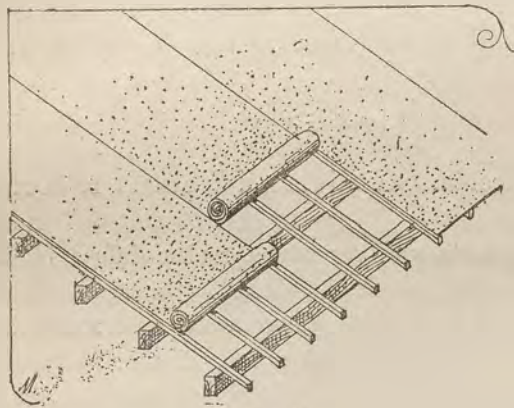


Fig. 681.

canali o tegole piane. Si sa che le tegole poste in opera lasciano sempre passare attraverso i giunti piccole quantità di acqua piovana e di neve specialmente quando queste vengono spinte dal vento. Se si vuole quindi perfettamente asciutto lo spazio abbracciato dal sottotetto, basterà stendere sul tavolato o sull'orditura di correntini destinati a sostenere le tegole il cartone bituminoso prima di mettere in opera le tegole (fig. 682), chiudendolo lungo i bordi sul tavolato o sopra i correntini. Lo stesso praticasi al disotto di un pavimento a palchetto di legno o sotto un tavolato di coperta (fig. 683), quando si esige che l'umidità non penetri attraverso il medesimo. Così anche potrà egualmente rivestirsi la parete esterna di un muro con cartone incatramato se si vuole preservare il muro dalla pioggia e la parete interna, allora quando di un muro, per se stesso umido, si vuole impedire gli effetti verso l'ambiente interno

che si desidera preservato dall'umidità tramandata dal medesimo.

Con lo stesso cartone reso incombustibile mediante l'aggiunta di allume e solfato di ferro 10 per cento,

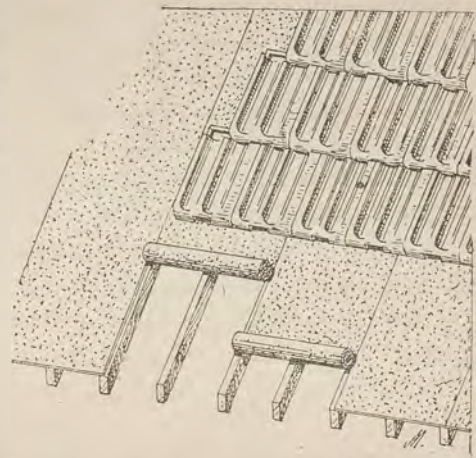


Fig. 682.

sabbia 25-30 per cento, amianto 15 per cento, e silicato sodico un sesto dell'intero volume e mediante la spalmatura delle due faccie del cartone col silicato sodico si ottengono coperture leggiere e molto durevoli. Questo genere di cartone chiamato comunemente per la sua rigidità *cartone pietra*, si mette in opera sopra un tavolato continuo o no, sul quale siano stati collocati dei listelli di legname nel senso della pendenza massima della falda, aventi una sezione triangolare di 6 a 7 cm. di base per 3 di altezza. I fogli di cartone-pietra si fissano tra que-

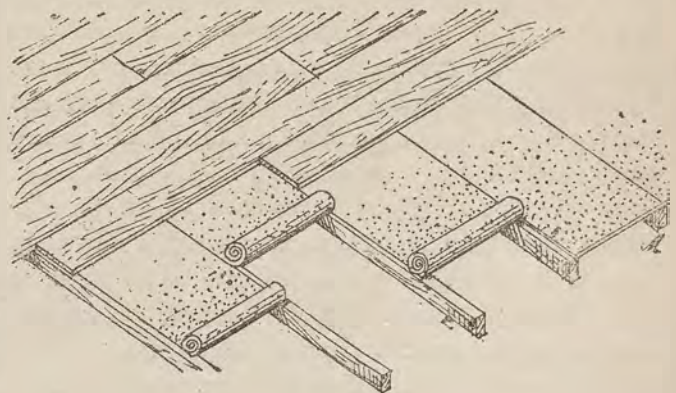


Fig. 683.

sti listelli con chiodini, di maniera che i loro margini leggermente ripiegati vengono a combaciare con le faccie inclinate dei listelli stessi, i quali poi sono ricoperti da strisce dello stesso cartone fissate con chiodi, stuccandone i giunti con una miscela calda

di catrame minerale ed asfalto. L'intera copertura viene infine spalmata con la stessa miscela ed insabbiata.

Per tetti provvisori si omettono i listelli e le strisce di cartone si dispongono nel senso orizzontale, sovrapponendone i bordi l'uno sull'altro per 10 cm., lungo ai quali si fissano al tavolato con chiodi, quindi si dà la mano di catrame e si insabbia.

Una avvertenza comune a tutte le coperture di cartone incatramato ed insabbiato è questa, che si deve evitare di camminarvi sopra, specialmente con scarpe provviste di chiodi, poichè queste coperture esposte costantemente al sole ed alla pioggia, diventano fragili ed è facile coi chiodi delle scarpe, o semplicemente coi talloni, produrvi delle lesioni dannose difficili a ripararsi, se non rinnovando la copertura.

Per i tetti poco inclinati e per i terrazzi non destinati al transito, come sarebbero, ad esempio, le altane o terrazzi che funzionano da tetti in sommità degli edifici, spesso si usa impiegare per costituire il suolo il cartone incatramato in più strati nel modo seguente. Sul piano destinato a sopportare il pavimento, generalmente costituito da un tavolato a contatto, si distende un primo strato di cartone imbevuto di catrame di maniera che questo copra tutta la superficie, quindi sopra di questo si dispone uno strato di bitume dello spessore di 2 a 3 cm., poi si copre con altri fogli di cartone e quindi si distende un altro strato di bitume come il precedente. Si ripete l'operazione in modo da ottenere 3 a 5 strati di bitume rispettivamente compresi fra 5 a 7 fogli di catrame. Questa copertura conosciuta anche col nome di *Holzement* è sovente preferita per coprire la parte superiore dei tetti alla Mansard che generalmente è poco inclinata. L'invenzione di questo genere di coperture si deve ad M. Haüsler (1838), di cui portano tuttavia il nome. L'*Holzement* sistema Haüsler è il più apprezzato ed ha ricevuto numerose applicazioni. Questa copertura si compone delle seguenti parti: uno strato sabbia fina (3 mm.), 4 strati carta germanica (0,7 Kgr. per i 4 strati al mq.) destinati a contenere tre letti di cemento vulcanico; uno strato di 2 cm. cenere di carbone e scorie triturate, di uno strato di ghiaia (3 a 5 cm.) e di uno strato di betòn, se si vuole stabilire un pavimento di piastrelle di cotto.

Per la buona riuscita di un *Holzement* occorre impiegare del cartone piuttosto morbido, facilmente

pieghevole sotto gli effetti della dilatazione termica; si evita così la formazione delle screpolature per effetto del calore. Bisogna inoltre insabbiarlo e ricoprirlo di uno strato di ghiaia di spessore sufficiente per impedire che il calore dei raggi solari penetri fino alla copertura bituminosa, od almeno per attenuare il loro effetto dannoso.

In Inghilterra viene frequentemente usata la copertura fatta con feltro in sostituzione del cartone. Sopra un tavolato a contatto dello spessore di 2 cm. si distendono le pezze di feltro lunghe circa m. 25 e alte 0,80, cominciando dalla gronda, dirette secondo le linee di livello delle falde e chiodate con chiodi di ferro zincato distanti 4 cm. circa. Una pezza si sovrappone all'altra di 3 a 4 cm. Il feltro si ricopre con uno strato grosso circa 10 mm. di un miscuglio formato con 4 p. di catrame e 3 di calce, strato che per la buona conservazione della copertura deve rinnovare ogni 5 anni circa.

§ 5.

LA COPERTURA DI TEGOLE E CANALI DI COTTO.

E' questa una copertura molto diffusa in Italia. L'uso delle tegole di terra cotta risale fino all'epoca delle civiltà Greca e Romana; essa quindi è tradizionale non solo presso di noi, ma anche in tutti i paesi delle coste del Mediterraneo, come nella Spagna e nel mezzogiorno della Francia.

Le *tegole* di terra cotta hanno forma piatta trapezoidale, con i bordi in risalto lungo i lati del trapezio. Sono lunghi 40 a 45 cm. e larghi m. 0,33 nella parte superiore e m. 0,25 nella parte inferiore.

I *canali* sono tegole curve, di forma semiconica, della medesima lunghezza delle tegole piane, cioè di m. 0,40 a 0,45 ed il diametro di m. 0,175 alla sommità e di m. 0,24 alla base. Un canale di buona qualità non deve essere poroso, deve emettere un suono chiaro, allorchè viene percosso, e deve resistere, senza spaccarsi, al peso di un uomo messo ritto sopra gli spigoli.

Un coperto di tegole si può fare soltanto con canali ovvero con tegole e canali accoppiati, come altrimenti si suol dire con *tegole maritate*.

In una copertura di sole tegole a canali queste si collocano sull'orditura del tetto in doppio strato. I canali del primo strato si dispongono secondo filari accostati e diretti nel senso della massima pendenza

della falda, con la concavità rivolta in alto e di maniera che ogni canale con la sua estremità più stretta rivolta in basso si sovrapponga internandosi per 10 a 15 cm. nella estremità più larga del canale immediatamente inferiore (fig. 2, tav. LX). Sopra questo primo strato di tegole si colloca il secondo strato disposto pure a filari, con la concavità rivolta in basso e coll'estremità più stretta rivolta verso il colmo. a coprimento dei giunti o spazi lasciati fra loro dai filari del primo strato. La posa dei canali si comincia dalla gronda e procedendo per filari orizzontali.

Nei tetti molto ampi od esposti molto all'azione del vento, per mantenere fermi a posto i coppi, ed impedire loro che scorrano l'uno sull'altro, lungo tutta la falda o soltanto presso la gronda ed il comignolo si dispone un terzo strato di canali fra i coppi con la concavità rivolta in alto come il primo strato (fig. 684); in questo caso la copertura si dice fatta *con raddoppio*. Alcuni costruttori usano murare con malta la parte sovrapposta di ogni canale per tenerli più aderenti e quindi rendere più stabile la loro posizione.

I comignoli e i displuvi si fanno con un ordine di canali delle stesse dimensioni o di dimensioni maggiori, appositamente costrutti, murati sopra un letto di malta di maniera che abbraccino i lembi della copertura delle due falde contigue (figg. 2 e 3, tavola id.). Lungo i compluvi si dispone sotto il primo strato un filare di canali destinato a raccogliere le acque dei corsi interrotti di canali.

I canali si appoggiano ordinariamente sopra un tavolato a contatto ovvero sopra una orditura di correnti (cm. 4×6 circa) situati secondo paralleli alla linea di gronda, come indica la fig. 2, tav. LX o più comunemente secondo linee di massima pendenza delle falde, avendo cura di situare i correnti a distanza di tegole, cosicchè queste possono addossarsi nello spazio compreso fra due correnti (fig. 685). Questa disposizione sembra migliore delle altre, perchè riesce efficace contro lo scorrimento dei canali. A tal uopo giova ricordare che la pendenza delle falde per tetti a canali non deve essere eccessiva, specialmente se i canali riposano sopra un tavolato; tale pendenza si mantiene compresa fra i limiti di 15 e 27 gradi.

Le tegole maritate molto usate a Roma e nella provincia romana si dispongono di sovente sopra un pianellato di cotto sostenuto da una orditura di correnti orizzontali. Si immurano prima le pianelle con

malta idraulica, trattenendo in basso il primo filare di pianelle con un listello chiodato al primo cor-

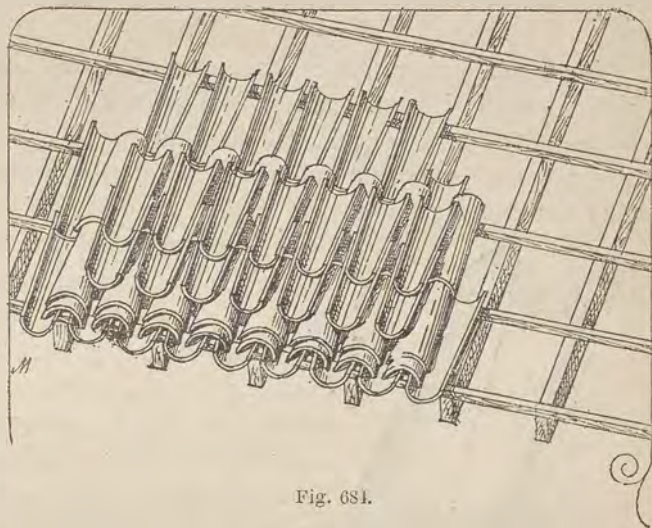


Fig. 684.

rente. Quindi nel pianellato si collocano, talora a bagno di malta, le tegole piane per filari diretti s-

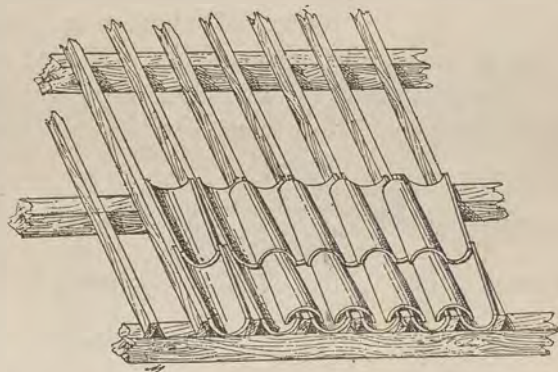


Fig. 685.

condo la massima pendenza, e sovrapponendole di 8 a 10 cm. l'una sull'altra; le tegole, a canali rivolti con la concavità in basso, servono a coprirne i

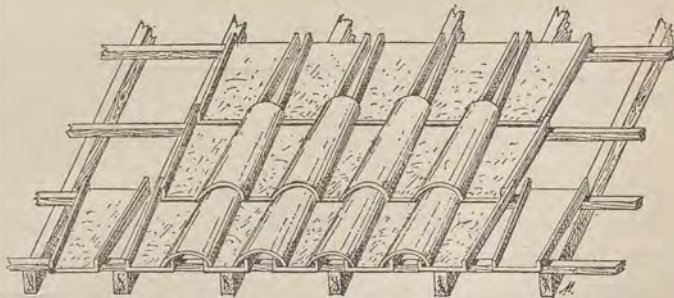


Fig. 683.

bordi e gli spazi compresi fra questi, come meglio indica la fig. 1, tav. LXI. Per economia si potrà omettere il pianellato e si potranno appoggiare le tegole piane sui correntini (fig. 686).

§ 6.

LA COPERTURA CON TEGOLE FIAMMINGHE.

Le tegole di terra cotta hanno assunto forme svariatissime per i particolari di collegamento di un pezzo coll'altro a seconda dei paesi nei quali si fabbricano e si impiegano come materiale di coperta. Così avviene che mentre in Italia predomina l'uso

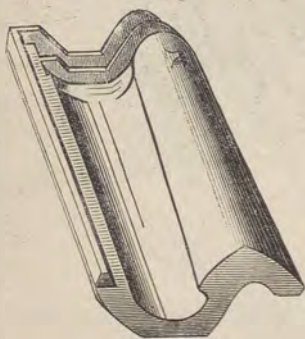


Fig. 687.

delle tegole a canali ed alla romana, in Francia sono comuni le tegole piane così dette alla *Marsigliese* e quelle a doppia curvatura dette tegole alla *fiamminga*. Quest'ultime sono più diffuse nel nord della Francia, mentre le prime verso il mezzogiorno.

Le tegole fiamminghe (fig. 687) hanno in pianta la forma di un parallelogrammo (fig. 688) con due lati di poco inclinati alle basi; metà della loro superficie è concava, l'altra metà convessa, di modo

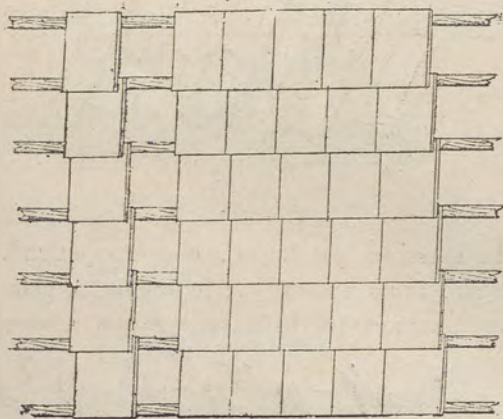


Fig. 688.

che in sezione ciascuna tegola presenta la forma di una *S* coricata. Queste tegole portano in sommità un bordo in risalto dalla faccia di posa, col quale si aggrappano ai correnti dell'impalcatura del tetto, rendendo possibile una forte inclinazione delle falde; la loro posa in opera ha luogo per filari, di maniera che ciascuna tegola stia a ridosso sull'altra per 5 a 6 cm., murandone con malta di calce idraulica le giunture.

§ 7.

LA COPERTURA CON TEGOLE PIANE.

L'uso di queste tegole risale fino al secolo XII. La loro forma generalmente è quella rettangolare; talvolta a scopo decorativo soltanto nel lato inferiore presentano un contorno curvilineo o conforme i lati

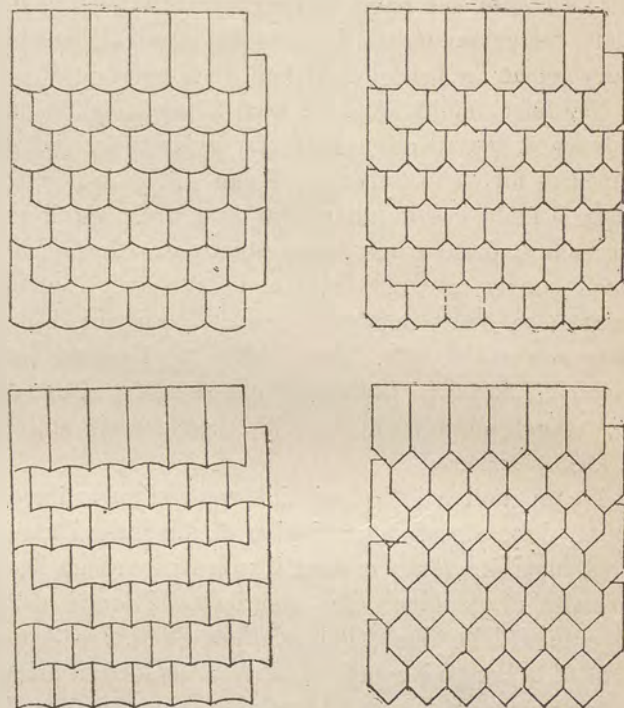


Fig. 689.

di una spezzata. La fig. 689 ne mostra alcuni tipi, i quali consistono in lastre di argilla cotta munite superiormente di un bordo in risalto dalla faccia di posa col quale si aggrappano ai listelli dell'orditura del tetto. Talora in sostituzione del bordo in risalto sono praticati nella lastra due fori che servono a chiodarla sul tavolato od a legarla sul corrente a mezzo di fili di ferro zincato.

Le tegole piane si fabbricano di diverse dimensioni generalmente comprese tra m. 0,25 e 0,30 di lunghezza, m. 0,18 e 0,24 di larghezza con uno spessore variabile di 16 a 20 mm. Il loro peso varia da 130 a 200 Kgr. per 100 tegole.

Si mettono in opera le tegole piane sopra un tavolato, ma meglio ancora sopra una orditura di correnti orizzontali situati a distanza tale che un filare di tegole ricopra per metà a $\frac{2}{3}$ il filare precedente. Nel senso della larghezza le tegole piane non si so-

vrappongono l'una sull'altra, però le commessure fra le tegole di uno stesso filare si possono corrispondere sul mezzo delle tegole del filare sottostante.

Ciascun filare di tegole si abbranca ad un medesimo correntino. Secondo la distanza che separano i correntini fra loro e quindi secondo l'estensione

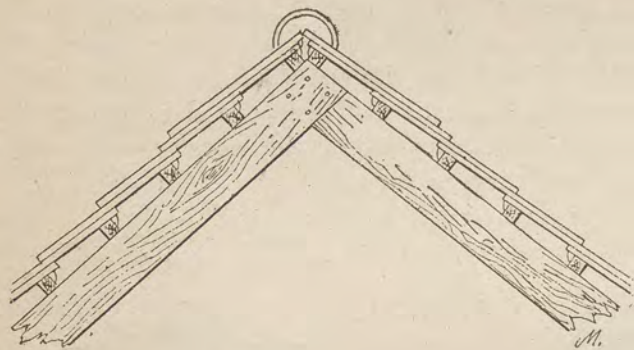


Fig. 690.

della sovrapposizione delle tegole, si hanno per le tegole piane coperture *semplici* e coperture *rinforzate*. Nella copertura semplice i filari di tegole sono sovrapposti, di maniera che in un punto qualsiasi della copertura si abbia almeno lo spessore di una

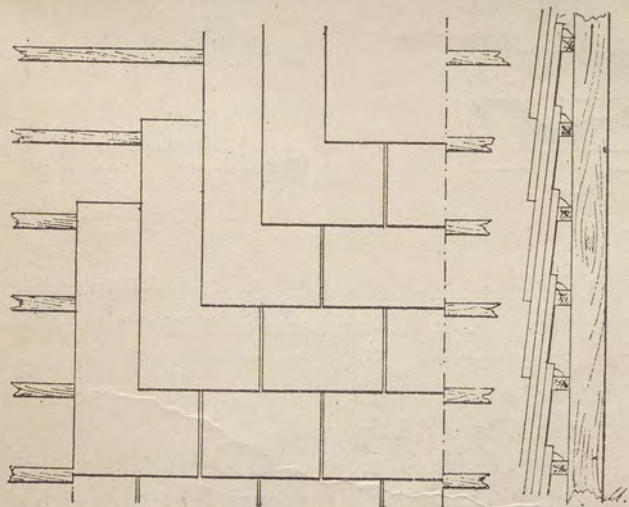


Fig. 691.

tegola (fig. 690); a tal'uopo è necessario che la sovrapposizione delle tegole sia almeno poco più della metà della loro lunghezza, perchè fra le commessure si abbia lo spessore di una tegola.

Nella copertura rinforzata (fig. 691) le tegole sono di tanto sovrapposte di quanto è necessario per ottenersi in ogni punto almeno lo spessore di due strati di tegole.

La fig. 692 invece riporta con pianta a sezione una copertura rinforzata fatta con filari costituiti ciascuno da un doppio strato di tegole facile a comprendersi dalla sola figura. Questa copertura invero

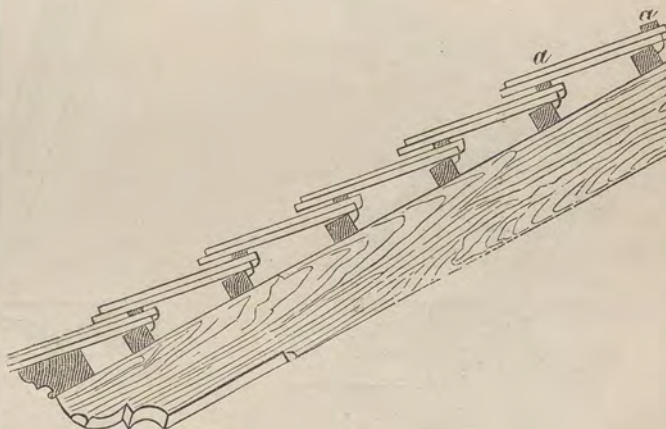
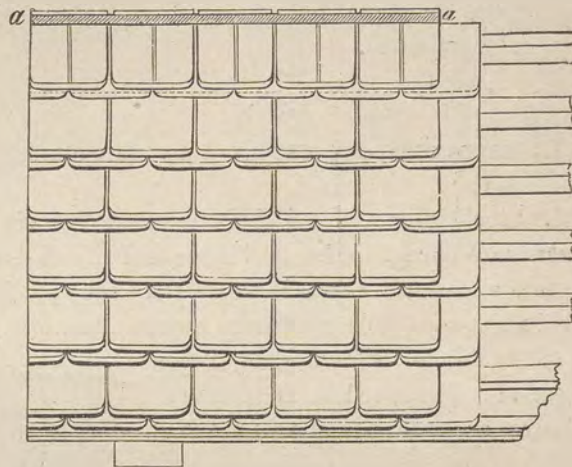


Fig. 692.

è più resistente all'infiltrazione dell'acqua piovana, però riesce più pesante della precedente e più costosa, richiedendo anche una maggiore robustezza nell'armatura di sostegno.

Le coperture con tegole piane generalmente presentano l'inconveniente di lasciare introdurre la neve attraverso i giunti durante le burrasche invernali e di creare dell'umidità nello spazio del sottotetto. Se la pendenza delle falde è poco sentita, anche l'acqua pluviale spinta dal vento può introdursi fra le tegole. Se però la pendenza è forte, il vento facilmente si introduce fra le tegole sollevandole. Le tegole ripetutamente smosse facilmente si staccano dal corrente che le sostiene e rovinano. La pendenza più conveniente per un tetto ricoperto con tegole piane è quindi di circa 45 gradi.

Il comignolo ed i displuvi in questo genere di tetti si coprono con tegole a canali sovrapposti ed i compluvi con tegole a canali o con canali di lamiera metallica sostenuti dalla trave di compluvio al di sotto della copertura, in maniera che questi possano raccogliere le acque della parte di copertura spezzata dal compluvio.

§ 8.

LA COPERTURA CON TEGOLE ALLA MARSIGLIESE.

Le tegole piane di cui abbiamo tenuto parola nel precedente paragrafo hanno l'inconveniente di essere pesanti e pesante riesce la copertura anche pel fatto che lo spessore della medesima consta almeno di due strati di tegole. Difficilmente il peso di un mq. di superficie di queste coperture ascende a meno di 80 Kgr.



Fig. 691.

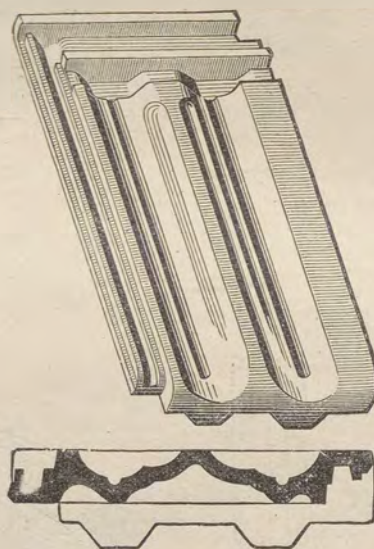


Fig. 693.

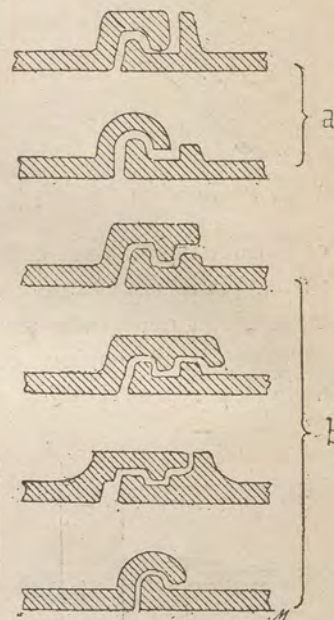


Fig. 695.

Questa circostanza indusse i costruttori a studiare una forma di tegola piana, la quale mentre offriva sufficiente garanzia contro la permeabilità all'acqua, riuscisse leggera per rispetto alle altre. Si sono ideate allora diverse forme di tegole piane ad incastro, comunemente note col nome di *tegole meccaniche* o di *tegole marsigliesi*, le quali differiscono dalle tegole piane propriamente dette, per essere provviste sulla faccia superiore di concavità che servono ad allontanare sollecitamente l'acqua piovana dalle commessure ed avviarla verso la gronda e di bordi o di appendici che servono a collegarle fra loro e con l'armatura del tetto. Così per mezzo di due bordi in rilievo dalla faccia di posa (fig. 691) verso la sommità, queste tegole si aggrappano, come le tegole piane, ai listelli dell'armatura (fig. 694);

mediante uno o due incastri lungo uno dei margini laterali della faccia superiore ed in corrispondenza uno o due risalti lungo l'altro margine laterale salienti dalla faccia inferiore, le tegole si incastrano lateralmente l'una con l'altra e, mediante uno o due incastri in sommità della faccia superiore ed i corrispondenti risalti sul margine inferiore della faccia di posa, si sovrappongono. La forma degli incastri varia col numero e con la forma delle tegole. Nella fig. 695 si hanno disegnate alcune sezioni di collegamento laterali; nel gruppo *a* si hanno collegamenti propriamente detti *ad incastro*, nel gruppo *b* si hanno invece sezioni nelle quali si ha *incastrato* e *sovrapposizione*.

Le dimensioni medie delle tegole marsigliesi sono: lunghezza m. 0,41, larghezza m. 0,25 (14 tegole per mq. di copertura). Si hanno però tipi di tegole più piccole; il così detto *tipo parigino* è più piccolo, ma è meno diffuso del tipo marsigliese.

Queste tegole si mettono in opera sopra listelli orizzontali chiodati sull'armatura del tetto a distanza opportuna, perchè le tegole possano aggrapparsi coi loro bordi sui medesimi. La fig. 2, tav. LXI, rappresenta la disposizione che queste assumono sopra l'armatura del tetto; perchè non siano smosse e sollevate dal vento, ad evitare la rovina cui sicuramente andrebbero incontro in tal caso, ciascuna tegola porta un'appendice saliente dalla faccia inferiore, verso l'estremità inferiore, provvista di foro per mezzo del quale con filo di ferro zincato o con

filo di rame ciascuna tegola può assicurarsi ai correnti.]

Il primo filare di tegole, lungo la gronda, si appoggia sopra due correnti di cui l'inferiore è più alto dell'altro di qualche centimetro. I correnti hanno una sezione di cm. 3×4 , ma possono convenientemente usarsi i moraletti di abete di cm. 6×6 segati secondo la diagonale (fig. 696); tale disposizione è economica e si presta bene all'aggrappamento delle tegole.

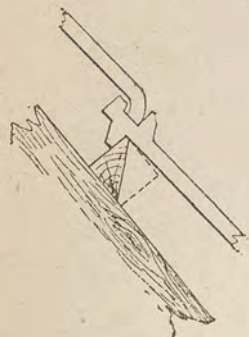


Fig. 696.

Soltanto quando si vuole che l'ambiente del sottotetto sia meglio preservato dall'umidità, le tegole marsigliesi si potranno mettere in opera sopra un tavolato a contatto.

Questo genere di tegole piane presenta, oltre la leggerezza, dei vantaggi non indifferenti per rispetto agli altri generi di tegole di cotto.] Anzitutto le fabbriche di laterizi provvedono le punte di tegole destre e sinistre da porsi in opera presso i compluvi ed i displuvi, evitando di segare le tegole intere per coprire gli spazi irregolari.

Si fabbricano poi tegole speciali delle stesse dimensioni delle tegole comuni e provviste delle stesse appendici per gli incastri e per le sovrapposizioni con le altre e munite di aperture circolari (fig. 697) per dar luogo al passaggio di canne da fumo, con aperture circolari o semicircolari (figg. 3 e 4, tavola XLI) per uso di sfatatoi e di abbaini; possono inoltre fabbricarsi tegole di forma identica in solo vetro per lasciar passare la luce ed infine le tegole di cotto possono anche verniciarsi a fuoco sulla faccia superiore con diversi colori per avere il mezzo di formare sui tetti vaghi disegni.

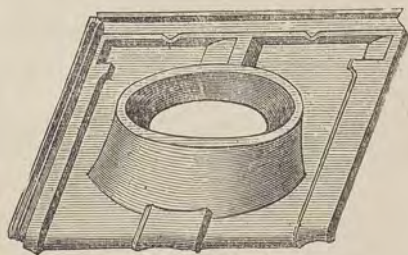


Fig. 697.

La fig. 698 raccoglie alcuni tipi di tegole alla Marsigliese, i quali differiscono o per la forma di canaletti di scolo delle acque sulla faccia superiore ovvero per la forma o per il numero degli incastri; hanno però tutte le medesime dimensioni meno quelle di tipo parigino (fig. 699) che sono più piccole e

sono tutte rettangolari. A scopo decorativo potrà loro assegnarsi una forma diversa da quella rettangolare, come, ad esempio, si vede praticato nella

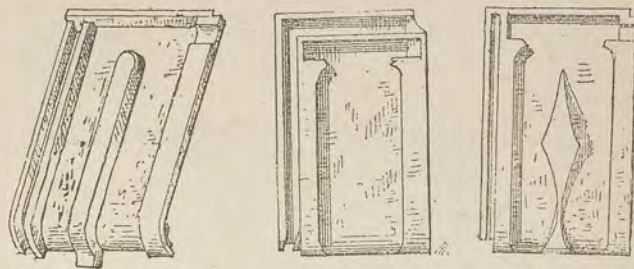


Fig. 698.

fig. 700. Più di sovente quando sono smaltate a fuoco nella superficie esteriore si dà loro la forma a squama di pesce (fig. 701); queste, diversamente colorate, riescono di un effetto decorativo rilevante.

La copertura fatta con tegole marsigliesi esige una pendenza che può variare dai 22 ai 45 gradi e cioè di 0,40 a 1 m. per metro.]

I comignoli e i compluvi si coprono con canali espressamente costruiti in fabbrica, spesso sagomati e molto decorativi (fig. 702). Si hanno inoltre pezzi speciali per coprire i punti di incontro di tre e più compluvi (fig. 703), come anche per la gronda con cornice e per i frontoni (fig. 704), per le creste dei comignoli, come indica lo schizzo riportato a fig. 705. I compluvi si individuano con canali di lamiera metallica.

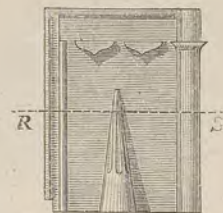
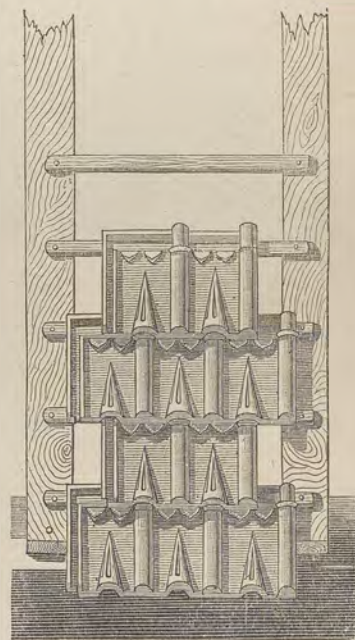


Fig. 699.

La Società ceramica Ferrari di Cremona fabbrica alla filiera tegole che hanno molta analogia con quelle di tipo Marsigliese. Queste tegole, conosciute col nome

di *tegole cremonesi*, hanno la sezione a forma di canale doppio riportata dalla fig. 706 e le dimensioni di m. $0,52 \times 0,27$; sono quindi più grandi delle comuni marsigliesi e ne occorrono 9 e mezzo circa

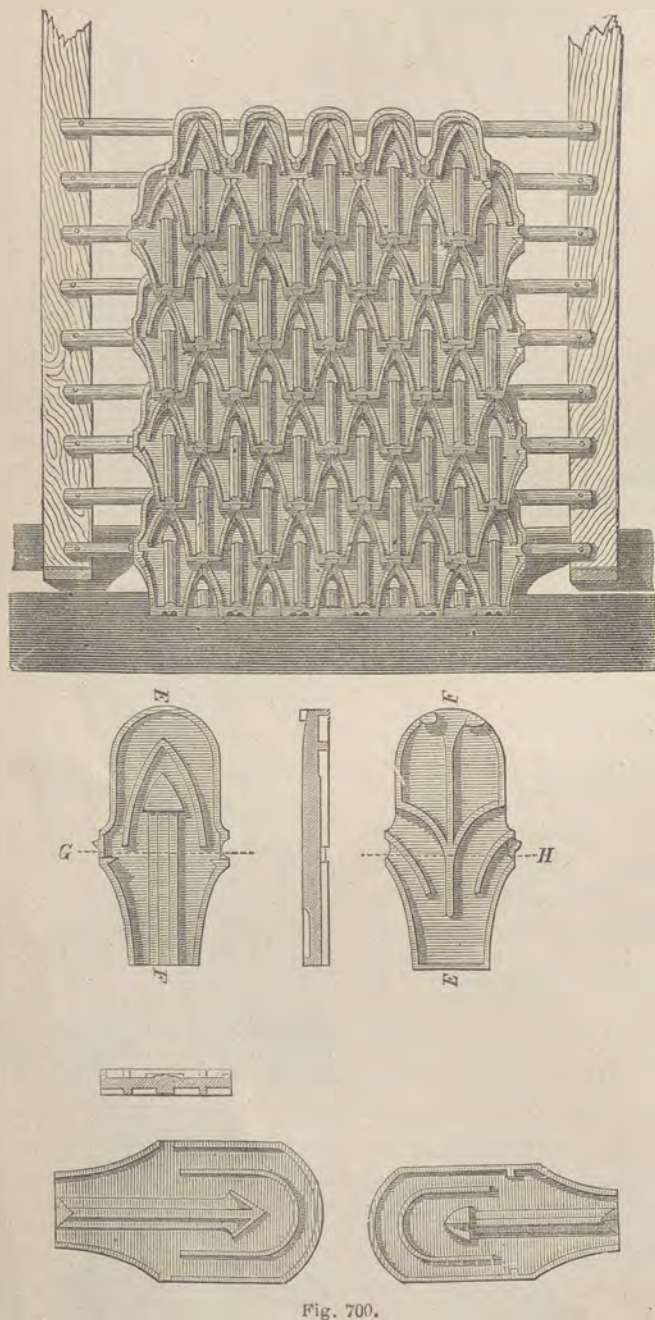


Fig. 700.

per formarne un mq. di copertura. Il peso di ogni tegola essendo di Kgr. 2,800, il peso per mq. di copertura non supera i 27 Kgr. La forma ondulata la rende resistente nel senso della lunghezza e richiedendo un minor numero di correnti di legno per l'appoggio, è anche più economica, il suo prezzo (L. 100 per mille) non essendo superiore di molto

alle tegole marsigliesi; però, la mancanza di nerva-

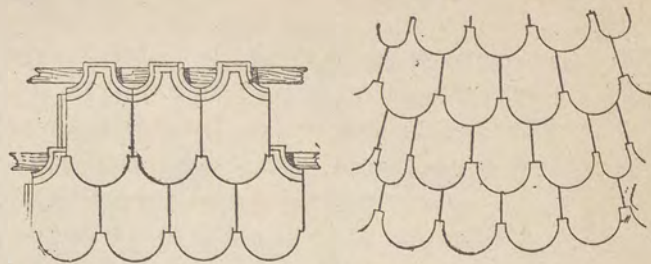


Fig. 701.

ture trasversali non le assicurano una resistenza

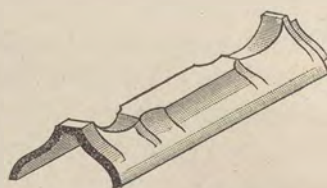


Fig. 702.

maggiore nel senso laterale. Le acque piovane vengono raccolte in appositi canaletti, che un corpo voluminoso giacente sul tetto non può ingombrare

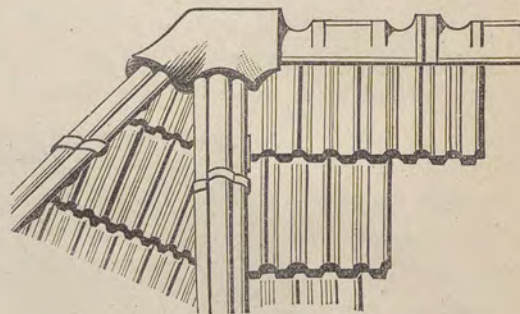
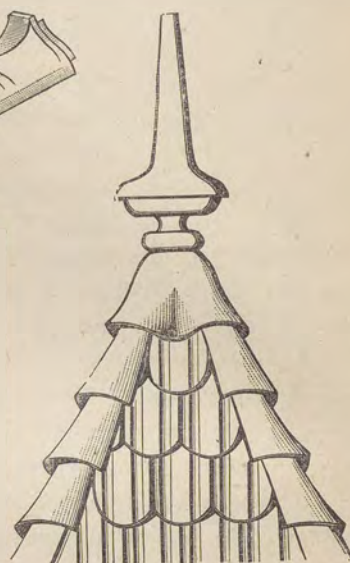


Fig. 703

in modo da impedire il deflusso. Ciascuna tegola possiede nella sua superficie inferiore 4 anelli di attacco, con cui essa, mediante fili di ferro, si unisce alla precedente ed ai sottostanti correnti, rendendo difficile il sollevamento per l'azione del vento e difficile la rottura dei medesimi, ciò che spesso non

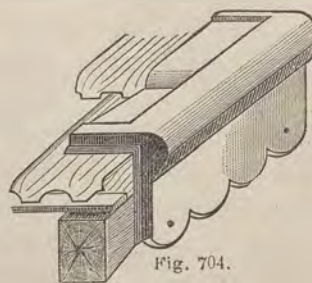


Fig. 704.

avviene nelle tegole marsigliesi, dove si ha un

§ 9.

LA COPERTURA CON TEGOLE METALLICHE.

Allo scopo di sempre più diminuire il peso delle coperture si sono immaginate delle tegole costruite in lamiera metallica sul tipo delle tegole alla marsigliese. I metalli che meglio si prestano alla fabbricazione di queste tegole sono lo zinco, il rame ed il ferro galvanizzato. Le tegole si fabbricano a stampo con dei bordi convenientemente ripiegati per ottenere una esatta connessione fra loro ed impedire l'infiltramento delle acque pluviali. Nella fig. 708 è dato il disegno di una tegola in lamiera, di figura rettangolare di cm. $36 \times 25,5$ di superficie provvista di due bordi rialzati lungo i margini più lunghi e di parziali ripiegature dei margini più brevi, che meglio si rilevano dalla loro sezione unita alla figura e servono per l'aggruppamento di una tegola sull'altra. Si mettono in opera infatti queste tegole collocando dapprima una lastra metallica a forma di striscia col suo margine superiore ripiegato sul limite inferiore della falda, lungo la gronda; il primo filare orizzontale di tegole si aggrappa alla lastra metallica di gronda col loro bordo inferiore ripiegato in su; il secondo filare di tegole si aggrappa pure per mezzo del medesimo bordo ripiegato al margine superiore, a doppia ripiegatura, delle te-

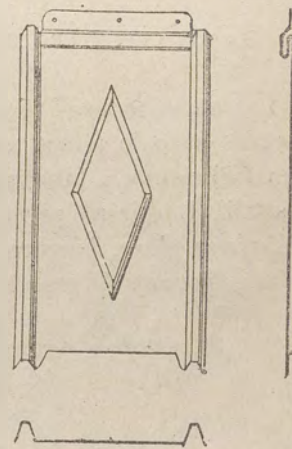


Fig. 708.

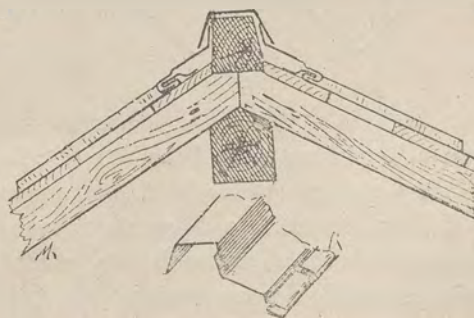


Fig. 709.

Fig. 705.

solo anello per l'attacco. Anche per queste tegole

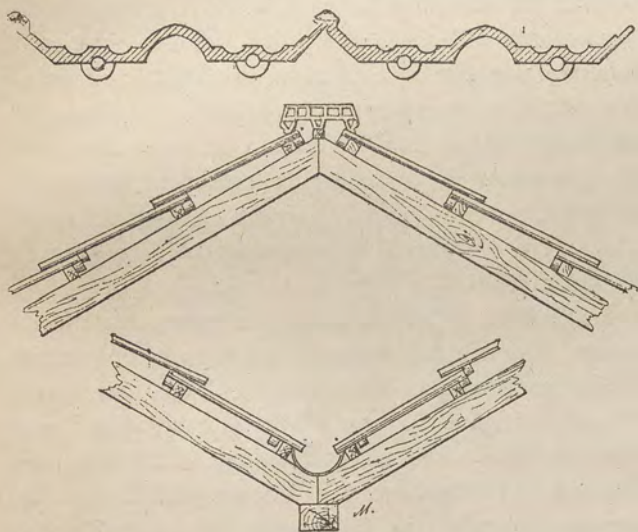


Fig. 706.

si hanno gli accessori per la copertura del colmo

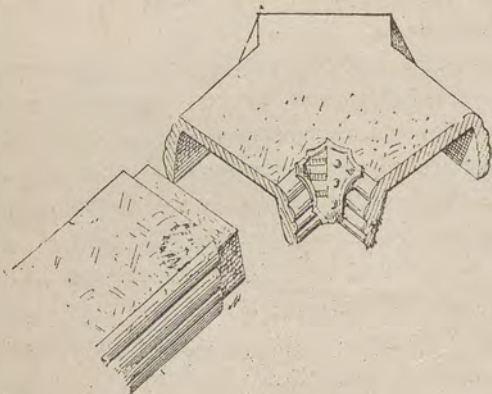


Fig. 707.

e dei displuvi (fig. 707), abbaini, sfatatoi, camini, ecc. ecc.

gole del filare precedente; ciò si ottiene facendo scorrere ciascuna tegola a contatto della precedente e dal sotto in sù. Le tegole poi si fissano col loro

marginale superiore per mezzo di uno o due chiodi sul correntino che le sostiene in sommità, ovvero sul tavolato, se in luogo di una orditura di correnti a loro sostegno, si ha una impalcatura di tavole a contatto.

Si sono immaginate altre forme di tegole che differiscono fra loro per il disegno dello stampo, ma il sistema degli incastri è sempre lo stesso.

Il colmareccio (fig. 709) si copre con due striscie di lamiera simile a quella di gronda, con le quali si aggrappano le tegole dell'ultimo filare e quindi, come si vede dalla figura, con un canale di lamiera che ricopre le due lumiere anzidette.

§ 10.

LA COPERTURA CON PIETRE NATURALI.

Le pietre che meglio convengono per farne delle coperture sono le pietre schistose, e fra queste quelle che facilmente si lasciano fendere in lastre regolari e sottili. Le pietre per copertura devono essere sottili, piane, dure, leggere, di uniforme spessore e affatto porose. I graniti stratificati di Barge, di

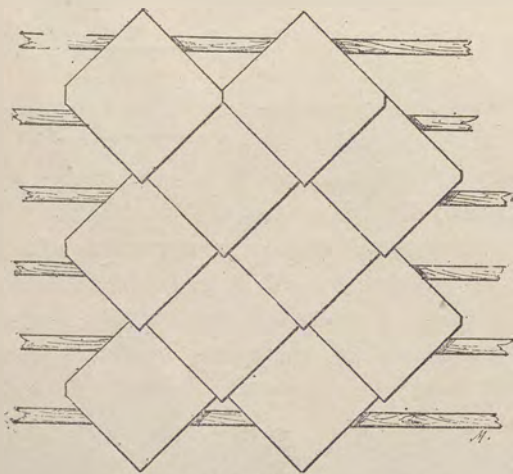


Fig. 710.

Beura, di Bagnolo, di Luserna, ecc. sono le pietre più adatte e le più usate, in Piemonte e in Lombardia. Le lastre comuni hanno la forma quadrata di m. 0,56 di lato, grosse 2 a 5 cm.; sono meno usate le lastre quadrate di un metro di lato, perchè si addicono più agli edifici monumentali.

Si mettono in opera le lastre schistose sopra una armatura di correnti più o meno robusti secondo il peso delle lastre. Per le lastre di m. 0,56 di lato bastano correnti di cm. 8×10 , distanziati fra loro

di 34 cm. circa. Le lastre si collocano sopra i correnti disponendole con una diagonale orizzontale (fig. 710) e l'altra nel senso della pendenza massima della falda, e le une si sovrappongono alle altre lungo i margini di m. 0,10 circa. Si tengono ferme a posto nella posizione loro assegnata mediante zanche o grappe di ferro zincato o di rame chiodate sui correnti.

In Liguria è comunissimo l'uso delle ardesie per la copertura dei tetti. L'ardesia è una pietra schistosa, che si lascia fendere facilmente in lastre piane e sottili fino a 2 mm. di spessore. Le cave esistenti nei dintorni di Lavagna ne danno di ottima qualità. Per rispetto alle coperture con tegole di laterizi quella di ardesia presenta un solo svantaggio, quello, cioè, della minore durata che si estende ad un massimo di 25 anni. Le lastre di ardesia sottoposte costantemente all'azione dell'acqua, del sole e del gelo, finiscono per sfaldarsi. Il gelo soprattutto ha un'azione distruttrice se per poco le ardesie si mantengono per lungo tempo umide. Giova a tal uopo assegnare alle coperture di ardesie una pendenza intorno ai 45 gradi, perchè l'acqua piovana sollecitamente si allontani e si agevoli la evaporazione alla superficie delle falde.

Le ardesie di buona qualità si riconoscono facilmente. I pratici ad esempio immergono una lastra nell'acqua per una estensione di 2 cm. lungo uno dei suoi margini. Se per effetto di capillarità l'umidità sale non oltre un centimetro in 24 ore, essi deducono che l'ardesia è di buona qualità. Così anche immergendo una lastra per intero nell'acqua dopo averla prima pesata, potrà dedursi la sua qualità dalla quantità di acqua assorbita che ci è nota ripesando la lastra; meno è quella, migliore è la qualità di questa.

Le lastre di ardesia che si usano per formarne delle coperture possono avere dimensioni e forma differenti. Generalmente esse sono quadrate dim. 0,60 di lato (*abbadini*) se devono servire per copertura di tetti comuni, ma di sovente sono anche rettangolari, di dimensioni comprese tra m. 0,30 a 0,64 di altezza, per m. 0,20 a 0,36 di larghezza con uno spessore che oscilla fra mm. 3 e 6.

Se la copertura deve soddisfare ad esigenze estetiche le ardesie si tagliano alla loro estremità sporgente secondo una forma geometrica, arrotondandole, cioè, ovvero tagliandole ad arco acuto, a trilobo od a losanga (fig. 711); si possono inoltre dipingere, ver-

nicciare, dorare, ecc. per prestarsi alla formazione di vaghi disegni.

Le lastre di ardesia nelle coperture si mettono in opera in varie maniere. Sopra una orditura di correntini si ordinano per filari accostandole l'una

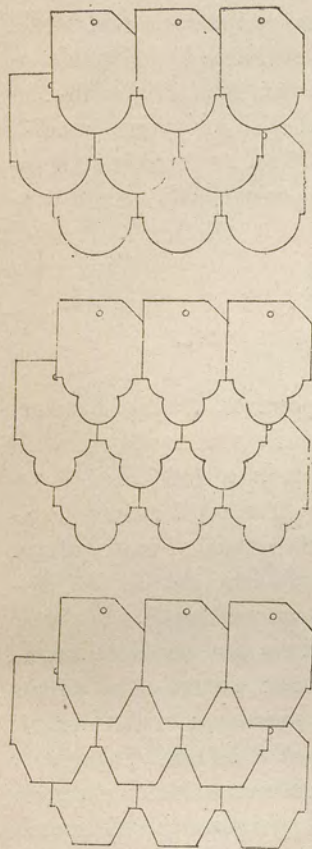


Fig. 711.

all'altra nel medesimo filare e sovrapponendo per $\frac{2}{3}$ della loro lunghezza un filare sul precedente, avendo cura di sfalsare i giunti. Le ardesie si fissano in sommità al corrente per mezzo di 1 o 2 chiodi di ferro zincato o di rame per ogni ardesia (fig. 1, tavola LXII). Conviene inoltre che le ardesie presentino smussato almeno uno dei due spigoli di sommità, allorchè sono fissati con un solo chiodo, perchè possano girarsi attorno a questo, allora quando è necessario scansarle per ripararne qualcuna. Se l'orditura di sostegno è un tavolato, la posa in opera ha luogo egualmente (fig. 712) internando i chiodi nelle tavole dell'asito.

Una delle difficoltà più gravi che si possa presentare al costruttore per le coperture di ardesia risiede nel rimpiazzare una lastra determinata. Questa non si può facilmente estrarre, perchè il posto in cui è chiodata, è ricoperto dalle lastre superiori; bisognerà quindi scansare le ardesie soprastanti. Questa operazione è facile se le lastre sono fissate con un solo chiodo nella maniera indicata della fig. 711 e 712: ma se i chiodi sono due, si dovrà prima toglierne uno per ogni ardesia e poi girare le lastre sulla destra e sulla sinistra fino a scoprire per intero quella a ricambiarsi. Soltanto allora la nuova lastra potrà essere fissata e le adiacenti potranno ritornare nella posizione primitiva.

Per rimediare a questo inconveniente si è immaginato di sostenere ciascuna lastra di ardesia con un uncinetto e di sopprimere i chiodi. A tal uopo

basterà impiegare un uncino per ogni ardesia. L'uncino può essere fatto di grosso filo di ferro zincato ovvero di rame ripiegato all'estremità destinata a sopportare la lastra, mentre con l'altra va a con-

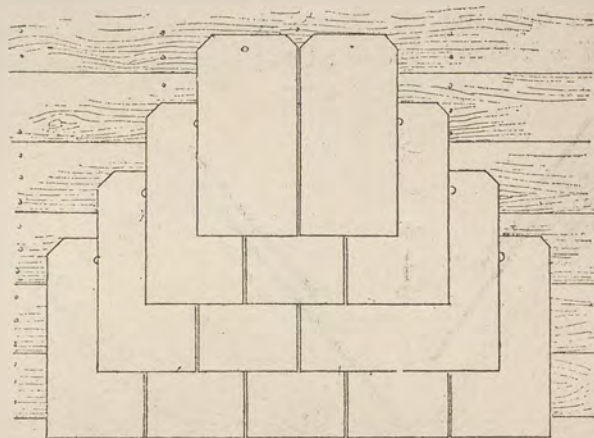


Fig. 712.

ficcarsi nel corrente (fig. 713) ovvero ad accavalcarsi sul correntino medesimo (fig. 714).

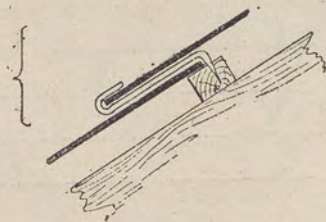
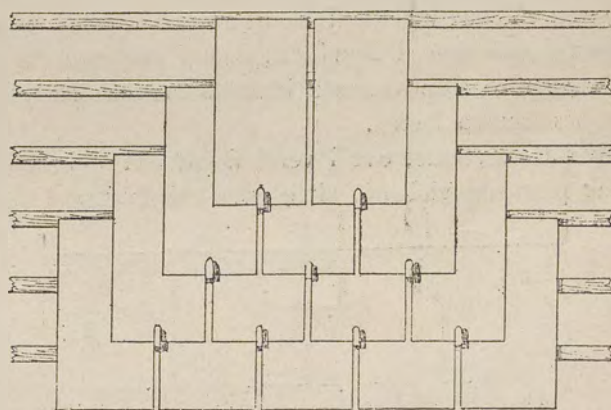


Fig. 713.

Se si ha un tavolato in sostituzione dell'orditura di correnti, l'uncino si fa di lamiera e si fissa con chiodi al tavolato (fig. 715). L'uncino di lamiera porta due appendici laterali che servono di appoggio alle due ardesie adiacenti. La vista di una copertura così costruita si vede riportata nella fig. 713, nella quale ogni uncinetto sostiene la rispettiva te-

gola nel suo punto medio del margine inferiore ed è situato fra due tegole del filare inferiore. Questa disposizione giova a diminuire gli effetti della capillarità attraverso i giunti e promuove la ventilazione del sottotetto, agevolando anche l'evaporazione dell'umidità delle ardesie. Una copertura così costruita

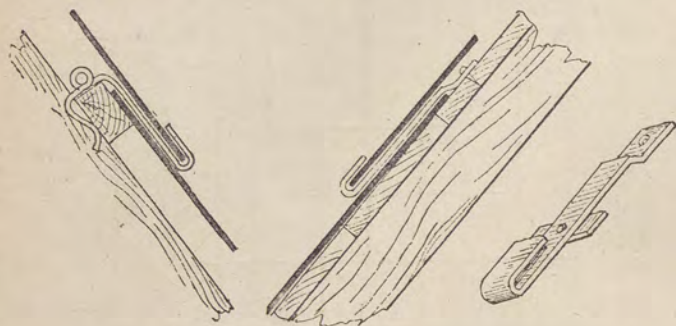


Fig. 711.

Fig. 715.

riesce più durevole e più facili riescono le riparazioni, poichè, per cambiare una lastra basterà fare scorrere l'ardesia che si vuole ricambiare dal sotto in su, finchè non si liberi dall'uncino per estrarla e fare seguire il movimento identico in senso contrario alla nuova lastra.

Nel Genovesato, ove i venti dominanti del Nord sono piuttosto violenti, oltre alla chiodatura si usa

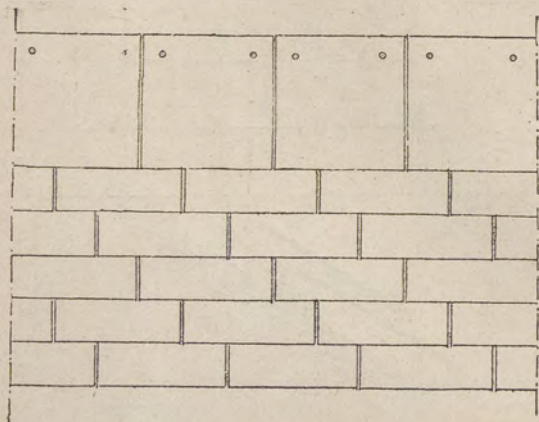


Fig. 716.

murare le ardesie le une sulle altre con malta di calce sopra un tavolato a contatto con buon effetto contro l'azione dei venti. Le lastre usate sono quelle dette *abbadini* che hanno forma quadrata con m. 0,60 di lato, meno usati gli *abbadini* più piccoli di metri 0,50 di lato. Si comincia la costruzione col chiodare e murare verso la gronda un primo ordine di lastre più larghe e di maggior grossezza dei restanti

ordini superiori (mm. 10 a 15), quindi si procede per filari sovrapponendo le lastre per $\frac{2}{3}$ della loro lunghezza e sfalsandone rigorosamente i giunti di maniera che questi coincidano ogni tre filari (fig. 716). Se il tetto non è importante dal punto di vista estetico, il comignolo e i displuvi si coprono con tegole a canali di cotto murati con malta di calce idraulica, in caso contrario con lamiere di piombo, di zinco o di ferro galvanizzato. Nei compluvi si collocano docce di lamiera metallica, e le ardesie si tagliano oblique e si sovrappongono alla doccia cantonale.

§ 11.

LA COPERTURA CON VETRI.

Il vetro è un corpo trasparente, fragile e sonoro alla temperatura ordinaria; diventa molle e duttile ad elevata temperatura e fonde a 400 gradi. Il vetro lascia quindi passare la luce ed il calore irradiato dal sole, non è coibente quindi ai raggi solari. Di contro impedisce la trasmissione del calore dell'aria e dei corpi che si trovano nell'ambiente chiuso dal vetro. La perdita di calore per conduttività del vetro è di 2,5 calorie per ora; questa cifra però è variabile col variare dello spessore; quella avanti cennata riferisce alle lastre di 3 a 4 mm. di spessore.

Il vetro in lastre si applica convenientemente per la costruzione di lucernari di piccole come di grandi dimensioni destinati ad illuminare dall'alto o lateralmente l'interno di un ambiente coperto da tettoia. La larghezza dei lucernari se si vuole ottenere una buona illuminazione dell'ambiente deve corrispondere almeno ad $\frac{1}{4}$ della larghezza della tettoia.

Per piccoli lucernari si possono impiegare le tegole di vetro con le stesse precise dimensioni di quelle di cotto piane (marsigliesi) o curve (canali). Il loro costo è di circa lire 2,5 per tegola, quindi anche dal punto di vista economico, non richiedendo il loro impiego alcuna speciale armatura all'infuori della ordinaria, riescono convenienti, allorchè la portata del lucernare non è forte e non si richiede alcuna ventilazione attraverso il medesimo.

Per grandi lucernari ossia per tettoie coperte in totalità o in buona parte in vetro si impiegano le lastre piane bianche o semibianche (verdognole) di forma rettangolare di m. 0,50 a 1 m. di larghezza per m. 1,40 a 2,50 di lunghezza e dello spessore di 3 a 10 mm. Le lastre destinate ai lucernari hanno

il lato che deve restare più basso tagliato ad arco di cerchio della saetta di 10 cm. Le lastre sono lisce dalla parte esterna e rigate dalla parte interna, se si desidera che penetri soltanto la luce diffusa e non la luce diretta.

La posa in opera delle lastre di vetro a coprimiento dei lucernari costituisce uno dei problemi più difficili che si presentino al costruttore. Le lastre per lucernari e per pareti si mettono in opera sopra ferri a T semplici capovolti distanti m. 0,50 a 1 m., quanto la larghezza delle lastre. Queste ordinariamente si fermano ai ferri a T mediante cuscinetti di caucciù e perni di rame distanziati di

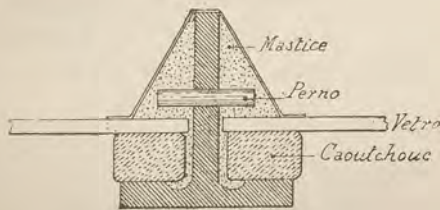


Fig. 717.

m. 0,50 circa nella maniera indicata della sezione riportata nella fig. 717, stuccandone accuratamente con mastice i bordi contro le pareti di ferro. Questa disposizione sodisfa pienamente nei casi ordinarii in cui la temperatura esterna durante la stagione invernale non discende sensibilmente per rispetto a quella che ha l'interno dell'ambiente; ma quando la differenza fra le due temperature è molto accentuata, sulla superficie interna delle lastre, come sulla superficie dei ferri a T, si effettua la condensazione del vapore acqueo contenuto nell'aria dell'ambiente. L'acqua condensata scorre lungo la parete vitrea ed accumulandosi lungo le giunture finisce per staccarsi e danneggiare gli oggetti che si trovano nell'ambiente coperto.

E' quindi indispensabile che il costruttore impedisca che l'acqua condensata sui vetri e sui ferri si versi nell'interno. A questo inconveniente ne va aggiunto un altro. Nella sovrapposizione di due lastre consecutive le pareti sovrapposte non riescono mai perfettamente a contatto; l'acqua piovana quindi trova facile appiglio nella capillarità per sollevarsi nei giunti e sgocciolare lungo il bordo superiore della lastra inferiore.

Si rimedia a questi inconvenienti che presentano i vetri in maniera abbastanza facile. Basterebbe infatti sovrapporre le lastre di maniera che nei giunti resti uno spazio di 2 a 3 mm. (fig. 718); in tal caso

gli effetti della capillarità non hanno più luogo e le gocce di acqua condensata scorrendo lungo la parete inferiore delle lastre finiscono per sgocciolare sulla faccia superiore della lastra successiva.

La disposizione più economica e più pratica è quella che si ottiene intromettendo fra le due lastre, lungo i

giunti, una striscia di metallo o di altra sostanza qualsiasi, tale che permetta all'acqua di condensazione di raccogliersi e di avviarsi fuori dell'ambiente.

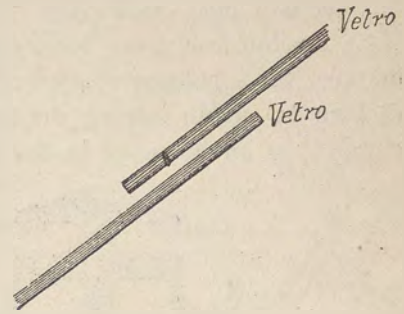


Fig. 718.

La più semplice disposizione di questo genere è quella che si ottiene intercalando fra i due vetri una lamina di piombo dello spessore di 2 o 3 mm. arcuata nella maniera indicata dalla fig. 719 ed interrotta per qualche centimetro nel mezzo per lasciare af-

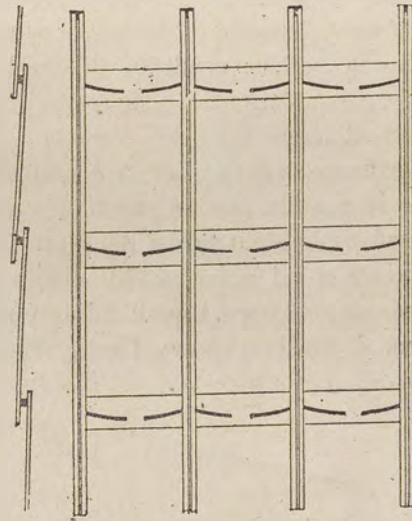


Fig. 719.

fluire l'acqua di condensazione.

Invece di una striscia di piombo si può intercalare una striscia di lamiera di zinco ripiegata nella

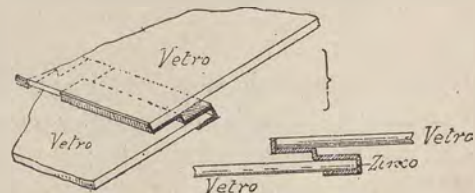


Fig. 720

maniera indicata dalla fig. 720, interrotta come la prima o forata nel mezzo.

Con l'interposizione di queste striscie di lamiera metallica una volta formata la goccia sulla parete

interna del vetro, discende lungo la medesima e si arresta accumulandosi dinanzi la striscia metallica, in virtù della quale viene a sortire attraverso la feritoia o il foro centrale.

La condensazione sui ferri è più difficile a potersi evitare. Se si potesse ricoprire di uno strato di stoffa di lana la parete interna dei ferri evidentemente si riuscirebbe ad impedire la condensazione, perchè la

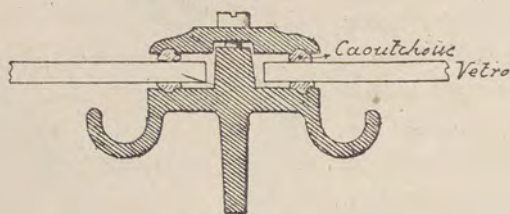


Fig. 721.

parete del ferro non sarebbe più a contatto dell'aria interna, per l'ostacolo opposto dalla stoffa di lana che è una sostanza coibente. Essendo difficile tale operazione si è tentato con qualche risultato di stendere sulle pareti del ferro una vernice e di cospargervi sopra della polvere di lana.

Il migliore espediente senza dubbio è quello di raccogliere, come si pratica per le pareti di vetro, anche l'acqua condensata sulle pareti dei ferri a T.

Si sono immaginati a tal uopo dei sistemi speciali per il sostenimento delle lastre, i quali ad un tempo raccolgono l'acqua di condensazione. La fig. 721 riporta la sezione del ferro proposto da Hardy. Le

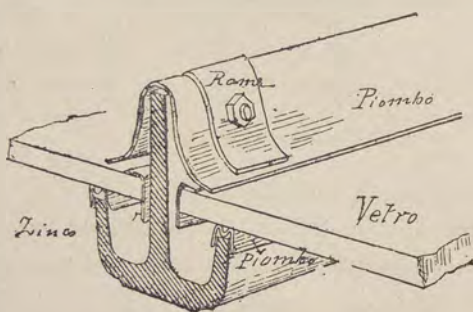


Fig. 722.

ali del ferro sulle quali si posano i vetri sono munite di due canaletti di scolo; i vetri sono rinserrati contro le ali da un coprigiunto di ferro per mezzo di viti coll'interposizione di due striscie di caucciù. Stringendo le viti il caoutchouc si comprime e chiude ermeticamente i margini dei vetri.

Nella fig. 722 si ha rappresentato il sistema Murat per la sospensione delle lastre da lucernare. Il ferro a T è capovolto e porta le due ali ripiegate

in su a forma di canaletti. I vetri riposano sull'orlo dei canaletti coll'intermezzo di un cuscinetto di piombo per rendere meno aspro e più uniforme l'appoggio. Il coprigiunto è pure di piombo ed è tenuto fermo a posto per mezzo di plachette e viti di rame, come chiaramente fa vedere la figura.

Per prevenire le rotture causate dalla grandine i lucernari si ricoprono superiormente con una rete di fil di ferro galvanizzato.

Nelle scale delle case signorili i lucernari si fanno con doppio ordine di vetri; l'esterno di lastre bianche a cui si assegna la pendenza necessaria per lo scolo delle acque pluviali, l'interno si fa in piano orizzontale con cristalli colorati o smerigliati conforme i disegni. Lo stesso si pratica nei lucernari che coprono i vasti saloni, le sale da caffè, da teatro, ecc.

§ 12.

LE COPERTURE DI ZINCO.

Lo zinco si impiega nelle coperture ridotto in fogli per mezzo di laminatoi, avendo cura di sottoporlo preventivamente a quella temperatura compresa nei limiti in cui questo metallo riesce maggiormente duttile.

I fogli di zinco si riscontrano nel commercio di forma rettangolare con dimensioni e spessore variabili. Dipendentemente dal loro spessore i fogli di zinco sono classificati con numeri che vanno da 1 a 26. Nella seguente tabella si hanno riportati, in corrispondenza del numero, lo spessore dei fogli, il peso medio per mq. di foglio ed il peso di ciascun foglio di determinate dimensioni, quali vengono posti in vendita dalla nota fabbrica belga Vieille-Montagne.

I numeri da 1 a 5 non vengono fabbricati che dietro speciali richieste, perchè sono raramente usati nelle costruzioni; i numeri che meglio corrispondono alle esigenze di una buona copertura sono quelli compresi tra il 12 e il 16. Non conviene adottare fogli di zinco della forza inferiore al numero 12 ed anche questa forza si impiega soltanto per farne delle costruzioni provvisorie o per stampare cornici, squame, ornati, ecc. ed in generale quelle parti di una copertura che non sono soggette a rilevanti sforzi. Per una copertura che non debba resistere a lungo accomoda il numero 14, per quelle stabili e di lunga durata i numeri 15 e 16.

Numero dei fogli	Spessore in mm.	Peso medio per mq. in Kg.	Peso medio in Kg. di un foglio delle seguenti dimensioni			
			m. 2 × 1	m. 2 × 0,80	m. 2 × 0,65	m. 2 × 0,50
1	0,100	0,700	—	—	—	—
2	0,143	1,001	—	—	—	—
3	0,186	1,302	—	—	—	—
4	0,228	1,596	—	—	—	—
5	0,250	1,750	—	—	—	—
6	0,300	2,100	4,200	3,360	2,730	2,100
7	0,350	2,450	4,900	3,920	3,185	2,450
8	0,400	2,800	5,600	4,480	3,640	2,800
9	0,450	3,150	6,300	5,040	4,095	3,150
10	0,500	3,500	7,000	5,600	4,550	3,500
11	0,580	4,060	8,120	6,496	5,278	4,060
12	0,660	4,620	9,240	7,392	6,006	4,620
13	0,740	5,180	10,360	8,288	6,734	5,180
14	0,820	5,740	11,480	9,184	7,462	5,740
15	0,950	6,650	13,300	10,640	8,645	6,650
16	1,080	7,560	15,120	12,096	9,828	7,560
17	1,210	8,470	16,940	13,552	11,011	8,470
18	1,340	9,380	18,760	15,008	12,194	9,380
19	1,470	10,290	20,580	16,464	13,377	10,290
20	1,600	11,200	22,400	17,920	14,560	11,200
21	1,730	12,460	24,920	19,936	16,198	12,460
22	1,960	13,720	27,440	21,952	17,836	13,720
23	2,140	14,980	29,960	23,968	19,474	14,980
24	2,320	16,240	32,480	25,984	21,112	16,240
25	2,500	17,500	35,000	28,000	22,750	17,500
26	2,680	18,760	37,520	30,016	24,388	18,760

Lo zinco resiste bene agli agenti esterni, si dilata poco (3 mm. per metro e per 100 gradi di variazione di temperatura). Richiede però una posa ben accurata e razionale nella costruzione delle coperture, poichè dilatandosi e restringendosi continuamente sotto le variazioni di temperatura, se è mal collocato in opera, finisce per ridursi fragile. La posa migliore quindi è quella che permette allo zinco di potersi dilatare e restringere liberamente. Da questa principale condizione questo sistema prende il nome di *sistema a dilatazione libera*.

I fogli di zinco si mettono in opera disponendoli con la massima dimensione nel senso della pendenza delle falde e sopra un tavolato a contatto ovvero distanziato a seconda della economia che si vuole raggiungere.

La prima precauzione che si deve prendere prima della posa in opera della copertura è la scelta dei fogli. Converrà che i fogli siano meno larghi e più lunghi che sia possibile per impedire i rigonfiamenti irregolari, prodotti dalla dilatazione, inevitabili nelle lamiere molto larghe e per diminuire il numero dei giunti orizzontali sempre difficili a renderli stagni perfettamente.

Si comincia quindi coll'inchiodare sul tavolato dei listelli di abete (costole) aventi una sezione trape-

zoide con 4 cm. circa di larghezza media e 3 cm. di altezza a distanza fra loro di poco inferiore alla larghezza delle lamiere scelte per la copertura. Indi lungo il margine della gronda si poggia sul tavolato una striscia di lamiera di zinco di m. 0,12 circa di larghezza (fig. 725) avente il bordo superiore orizzontale ripiegato in giù per aggrapparvi i fogli di zinco superiori ed il bordo inferiore di 3 o 4 cm. sporgente dal tavolato perchè le gocce di acqua scolino esattamente nel canale di gronda.

Poi si preparano i fogli di zinco della copertura ripiegando per 3 e 4 cm. i loro bordi longitudinali, di maniera che questi vadano a combaciare con le pareti laterali delle costole di legno, e ripiegando i bordi orizzontali in su l'inferiore per aggrapparsi alla lamiera del gocciolatoio ed in giù il superiore per dare agio alla lamiera superiore di aggrapparsi all'inferiore. La fig. 2 tav. LXII rappresenta



Fig. 723

la vista di una porzione di copertura di zinco e la fig. 723 la sezione in uno dei giunti orizzontali nella quale la grappa *g*

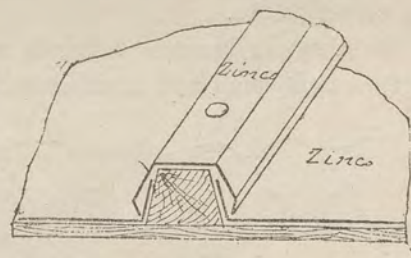


Fig. 724.

è di zinco della forza di 1 o 2 numeri superiore a quello impiegato per la copertura ed è fermata al tavolato con due chiodetti zincati; di queste grappe se ne dispongono due per ogni giunto a sostegno di una lamiera. La lastra superiore si aggrappa alla inferiore ed è fissata superiormente per mezzo delle due grappe e così di seguito. Non rimane allora che a coprire i colmi, che si vengono a individuare sulle costole di legno, per mezzo di coprigiunti di zinco dello stesso numero, lunghi quanto le lamiere e larghi abbastanza per coprire i bordi delle due lamiere (fig. 724), che si mantengono a posto chiodandole in cima con uno o due chiodi di ferro

zincato di cui la testa si nasconde in un disco che si salda sul coprigiunto ed in basso aggrappandole al coprigiunto inferiore. Le ali del coprigiunto presentano un piccolo bordo ripiegato, come mostra la stessa figura, per impedire che l'acqua salga attraverso i giunti per effetto della capillarità. Nel porre in opera i fogli di zinco si deve tenere conto della temperatura alla quale l'operazione si compie per calcolare gli effetti della dilatazione. Così, per esempio, se l'operazione si compie di estate alla temperatura di 40 gradi. è evidente che una lastra di

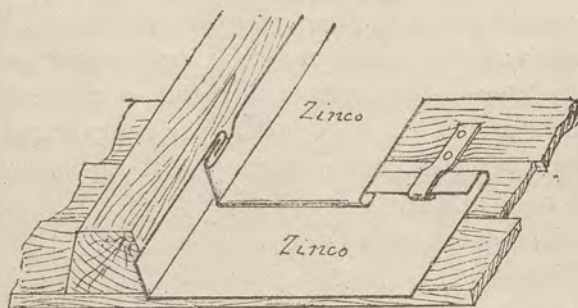


Fig. 725.

2 m. di lunghezza nella stagione invernale, a 10 gradi sotto zero, si raccorcerà di 3 mm., laonde è necessario lasciare almeno 4 mm. di intervallo nei giunti orizzontali per il libero raccorciamento nella maniera indicata dalla fig. 725, perchè le lamiera durante le basse temperature non deformino o spezzino le grappe di sostenimento.

Lo zinco in lamiera ondulata viene usato per le tettoie nelle quali non si richiede che una difesa dalle

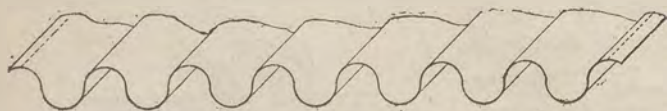


Fig. 726.

intemperie, come, ad esempio, nelle tettoie delle stazioni ferroviarie, in quelle delle calate dei porti, in quella dei cantieri di costruzione, ecc. poichè queste lamiera a cagione della loro forma, essendo rigide per le nervature di cui sono provviste, si applicano quasi sempre direttamente sugli arcarecci di legno o di ferro senza bisogno del tavolato o dell'orditura di correntini.

I fogli di lamiera posti in commercio dalle officine belghe hanno le ondulazioni di 35 mm. di altezza per 10 cm. di larghezza e sono larghi m. 0,75, di modo che ogni foglio contiene 7 ondulazioni complete più 25 mm. per parte e sono lunghi m. 2,65 a m. 2,80 (fig. 726).

I fogli di lamiera ondulata si fissano sugli arcarecci mediante grappe di ferro galvanizzato, saldate sul dorso delle ondulazioni della lamiera. Ciascun foglio riposa ordinariamente sugli arcarecci, uno per

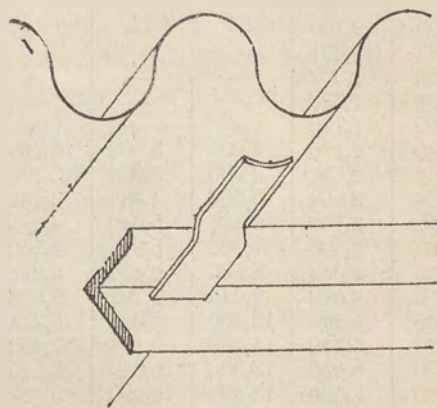


Fig. 727.

ogni estremità ed uno nel mezzo; quest'ultimo però può sopprimersi bastando che il foglio si appoggi alle due estremità, qualora il tetto si trovasse in località non molto esposta al vento e soggetta a forti nevicate.

La forma delle grappe è differente secondo che gli arcarecci sono di ferro o di legno. Se gli arca-

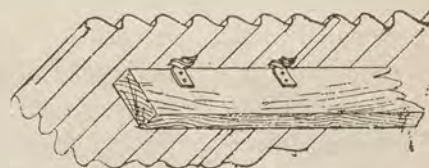


Fig. 728.

recci sono fatti con cantonali di ferro, le grappe hanno la forma di piegatelli (fig. 727); se invece sono di legno le grappe hanno la forma riportata dalla fig. 728, nella quale si vede anche una lamiera posta in opera, sono ampie 3 per 4 cm. e sono saldate alla lamiera di maniera che si aggrappano a delle squadrette inchiodate sugli arcarecci. Il ricoprimento dei fogli nel senso della pendenza delle falde, cioè lungo i lati dei fogli, varia da mezza a una ondulazione; nel senso dei giunti orizzontali varia da 12 a 16 cm. Con un foglio di m. 2,65 ogni mq. di lamiera copre m. 0,80 circa di copertura, si ha cioè circa un quinto di superficie impiegata nei giunti; per fogli più piccoli la superficie di lamiera che va perduta cresce oltre questo numero.

Il colmareccio si copre semplicemente con una lamiera di piombo larga circa m. 0,50 che si fa en-

trare, battendola con un martello di legno, nelle ondulazioni del foglio di zinco ondulato. Invece della lamiera di piombo si può usare un coprigiunto di

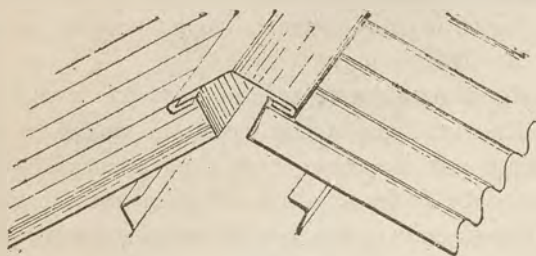


Fig. 729.

zinco, il quale si aggrappa a due lastre di lamiera di zinco saldate ad angolo retto sul bordo superiore

il 12 e 16, il ai quali corrispondono i seguenti pesi per mq. di lamiera: n. 12, kgr. 6,43; n. 13, kgr. 7,21; n. 14, kgr. 7,99; n. 15, kgr. 9,26; n. 16, kgr. 9,75.

Le officine forniscono anche fogli di zinco provvisti di mezza ondulazione. Questi fogli la cui sezione è riportata nella fig. 730 si sovrappongono per 10 cm. e sui lati lunghi entrano l'uno nell'altro per una ondulazione. La figura in parola rappresenta due fogli disposti sopra arcarecci distanti m. 0,90. Per facilitare lo scolo delle acque piovane, l'estremità di ciascun foglio è piegata all'ingiù, ma in modo che fra i due fogli resti sempre un piccolo intervallo *a* (fig. 731), onde fare sfuggire l'acqua proveniente dalla condensazione di vapore acqueo sul tetto. I fogli

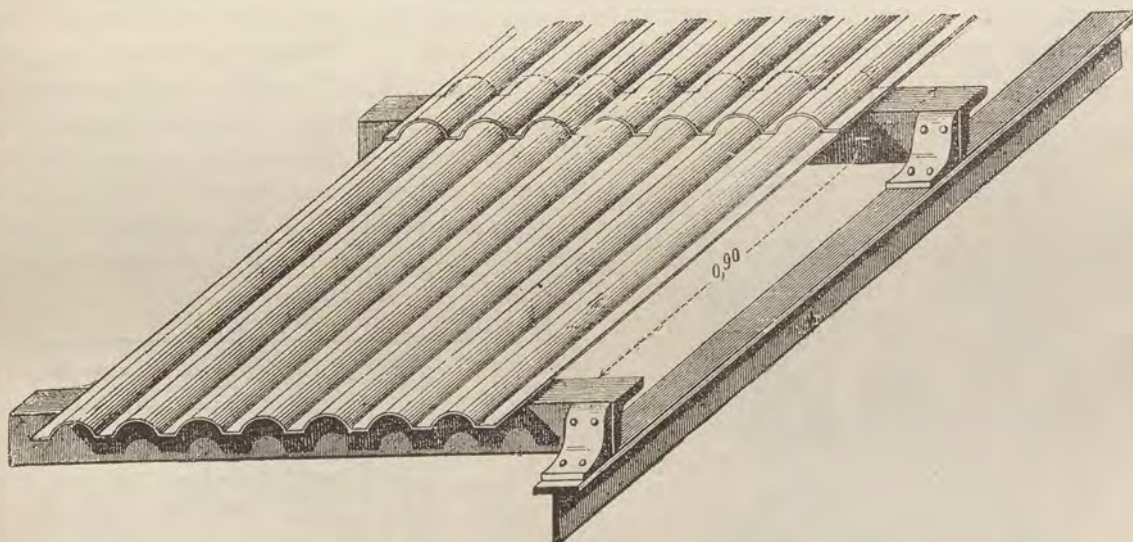


Fig. 730.

dei due ultimi fogli delle falde contigue come indica la fig. 729.

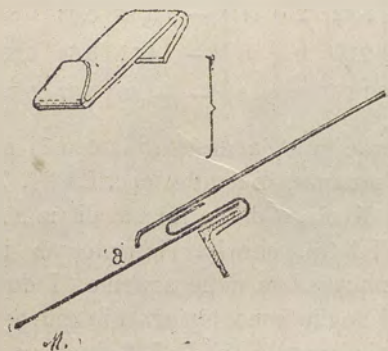


Fig. 731.

I numeri dei fogli di zinco più usati per la copertura con lamine ondulate sono quelli compresi tra

vengono fissati per mezzo di 4 pezzi ad S di ferro galvanizzato (fig. 731), i quali urtano da una parte

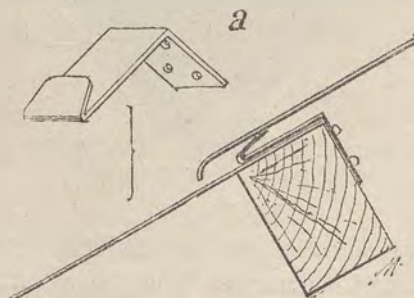


Fig. 732.

contro l'ala del cantonale costituente l'arcareccio e dall'altra sono saldati al foglio di zinco. Se l'armatura del tetto è di legno (fig. 732) si dà ai ferri di

fissamento la forma della fig. 732 *a*, avvertendo che l'ala bucata si inchioda all'arcareccio.

Questo sistema di copertura è da preferirsi a quello di lamiera ondulata, particolarmente in quei casi in

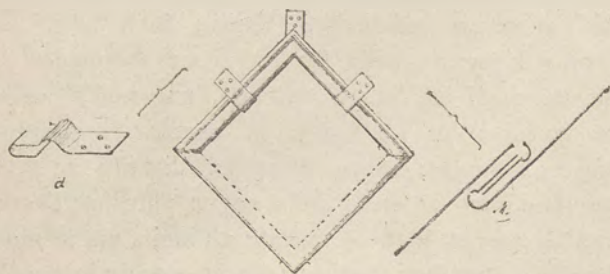


Fig. 733.

cui, condensandosi vapore acqueo sotto al tetto, non si può permettere che l'acqua risultante sgoccioli abbasso. Per altro, volendo ottenere un pronto scolo,

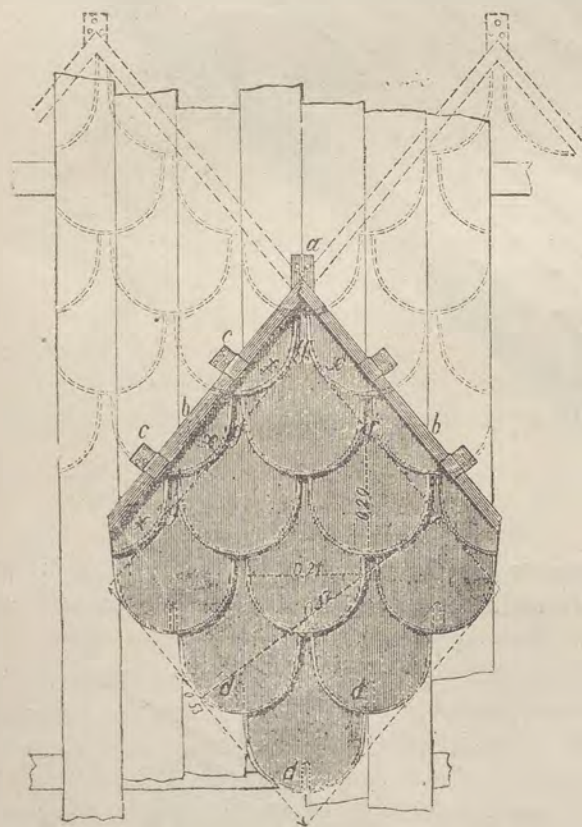


Fig. 734.

bisogna dare al tetto una inclinazione di 30 gradi, mentre nei casi ordinari basta un angolo di 20 a 25 gradi.

Le lamiere di zinco per le coperture possono ricevere a mezzo dello stampo l'apparenza di ardesie a forma di losanga, di squame, ecc. La società della Vieille-Montagne fabbrica un sistema di ardesie di

zinco, detto *sistema romboidale*, in cui ciascuna ardesia ha la forma quadrata delle ordinarie dimensioni di m. 0,60 a 0,75 di lato (fig. 733), con due bordi ripiegati in su e due ripiegati in giù per l'aggrappamento delle squame fra loro nella maniera indicata dalla medesima figura.

Si dispongono queste ardesie sopra un tavolato con una diagonale, quella che passa pei vertici dei bordi ripiegati per lo stesso verso, nel senso della pendenza delle falde e l'altra nel senso orizzontale per cui, pur essendo questi fogli di forma quadrata, prendono l'aspetto di una losanga allorchè sono collocati in opera. Le ardesie si fissano al tavolato per mezzo di grappe sul medesimo chiodate, della forma indicata nella fig. 733 *a*, in numero di due per lato ed una al vertice; quest'ultima è saldata sul dorso della lamiera. Se i fogli hanno dimensioni minori a m. 0,60 e fino a m. 0,30, basterà una sola grappa per lato; però questi fogli sono raramente usati.

Le lamiere di zinco usate per la fabbricazione di queste ardesie hanno i numeri dal 9 al 13 e nella seguente tabella si hanno le dimensioni ed il peso delle ardesie di zinco a forma romboidale fornite dalla Vieille-Montagne.

Dimensioni del lato dell'ardesia	Superficie	Num. delle ardesie e delle grappe per mq. di copertura			Peso dello zinco (grappe comprese) per metri quadrati di copertura					Lunghezza della diagonale per il calcolo delle mezze ardesie
		Numero delle ardesie	N.º delle grappe		N.º 9	N.º 10	N.º 11	N.º 12	N.º 13	
			p. ar- desia	per mq.						
m.	mq.	pezzi	pezzi	pezzi	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	m.
0,28	0,1063	14,48	0	0	5,47	6,03	6,91	7,80	—	0,39
0,35	0,1574	9,22	2	18	5,31	5,80	6,63	7,44	—	0,49
0,45	0,2474	5,42	2	11	—	5,33	6,08	6,83	7,58	0,63
0,60	0,4199	2,98	2	6	—	4,71	5,64	6,35	7,05	0,85
0,75	0,6374	1,88	2	4	—	4,40	5,07	5,74	6,41	1,05

Finalmente alle ardesie di zinco si può dare la forma di squame, di tegole, ecc. La fig. 734 riporta un foglio di zinco della forma di una losanga di m. 0,60 di lato, che ha ricevuto per mezzo dello stampo l'impressione delle squame. I due bordi superiori del foglio sono ripiegati in giù per l'aggrappamento dei piegatelli (fig. 735 *a*) che servono a fissarle con chiodi al tavolato dell'armatura del tetto e di questi se ne dispongono due per ogni bordo ripiegato: al vertice superiore si ha una grappa sal-

data alla lamiera che è la prima a chiodarsi sul tavolato.

I fogli a squame sono collegati fra loro mediante uncinetti *d* (fig. 734 e 735 *b*) saldati in mezzo a cia-

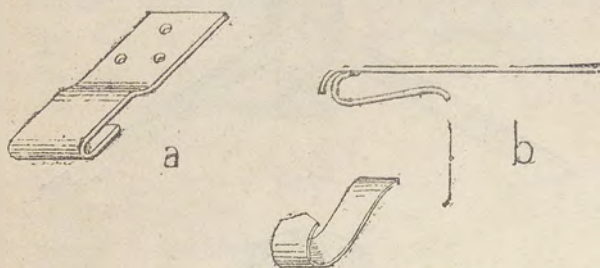


Fig. 735.

scuna squama dalla parte disotto e si sovrappongono in maniera che le squame situate lungo i bordi in-

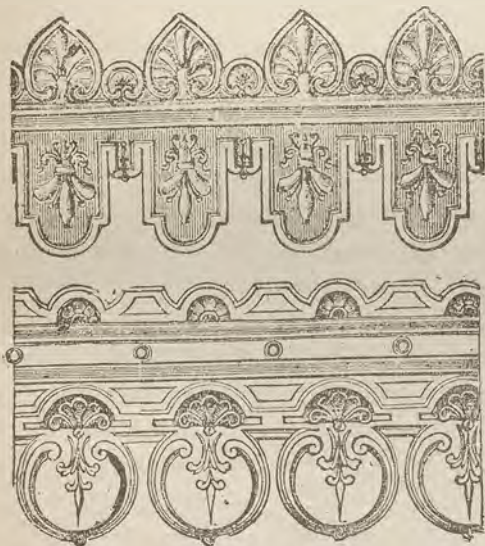


Fig. 736.

feriori della lastra coincidano con le mezze squame riportate dal foglio inferiore, cosicchè i 2 bordi ri-



Fig. 737.

piegati per fissarvi le grappe e le grappe stesse restano nascoste. Gli uncini *d* si conficcano sugli spazi *g* situati fra le squame ove trovano appiglio in pia-

strine saldate alle squame. Per la fabbricazione di questi fogli si usano i numeri 11 e 12, in corrispondenza dei quali i pesi della copertura finita sono kg. 6,85 e 7,70 per mq. Si trovano poi in commercio elementi di cornici, mantovane (fig. 736) e sva-

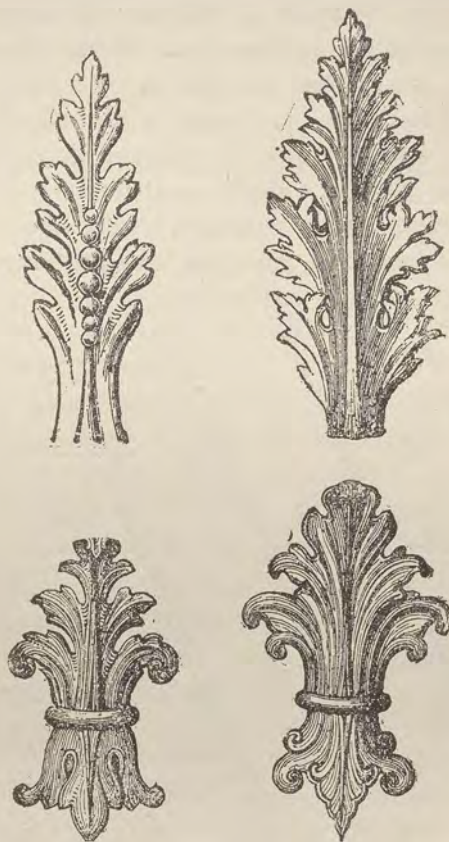


Fig. 738.

riatissimi ornati di zinco stampato come mascheroni (fig. 737), foglie (fig. 738), ecc., per compimento di coperture, finestre, balconi, cancelli, ecc. Una delle fabbriche italiane più riconosciute è quella della Ditta Zaninetti di Milano, di cui il catalogo ci ha servito per la riproduzione delle nostre figure.

§ 13.

LE COPERTURE DI PIOMBO.

Le coperture intieramente di lamiera di piombo sono oggidì poco usate per il loro peso rilevante e per l'elevato costo della materia prima. Non era così nei tempi passati; buon numero delle chiese italiane han coperture di piombo che resistono da moltissimo tempo senza bisogno di importanti riparazioni. Senza dubbio la copertura di piombo è la migliore delle co-

erture metalliche, purchè il costruttore nel metterlo in opera abbia la cura di tenere presenti le condizioni cui questa deve soddisfare per la libera dilatazione per effetto delle variazioni di temperatura, la dilatazione del piombo essendo di circa mm. 1,4 per metro e per 50 gradi di differenza di temperatura.

A parte quindi del loro costo elevato, le lamiera di piombo ben si prestano per le coperture, questo metallo adattandosi facilmente a tutte le forme di superficie e a tutte le ornamentazioni più capricciose, ed esposte all'azione degli agenti atmosferici si ossidano bensì, ma la patina di ossido che si forma sulla loro superficie impedisce che l'alterazione del metallo si propaghi nell'interno.

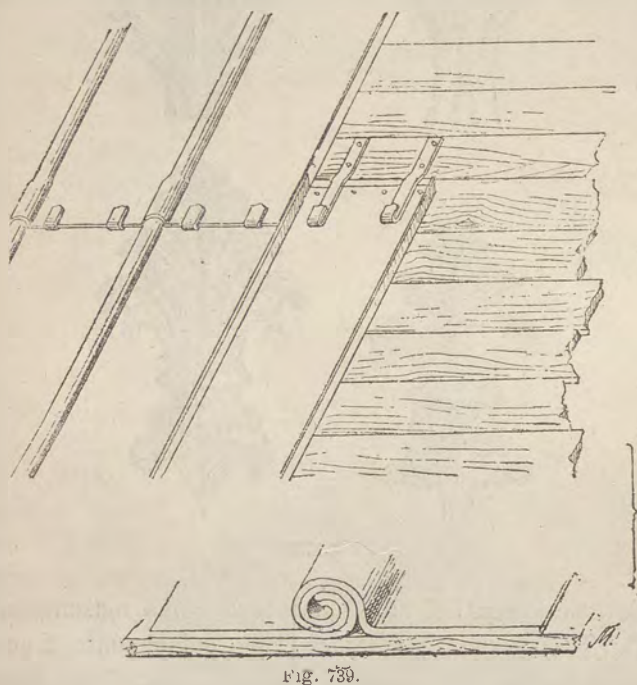


Fig. 739.

Si mettono in opera le lamine di piombo sopra un tavolato a contatto, disponendole con la loro larghezza che può variare da m. 0,50 a m. 0,60 nel senso delle orizzontali (fig. 739) e con la loro lunghezza, che è di 2 m. ed oltre, nel senso della pendenza massima delle falde. Lungo il bordo di testa le lamiera si chiodano con chiodi zincati a larga testa e si lasciano libere lungo il bordo inferiore, sovrapponendole di 6 a 8 cm. l'una sull'altra, e dove per impedire che il vento li sollevi, si fermano per mezzo di due grappe di rame chiodate al tavolato, mentre lungo i bordi laterali le lamine si arrotolano per formare delle costole in rilievo di forma pressochè cilindrica del diametro di 3 a 4 cm. avendo cura di non serrare questi giunti per lasciare libera

la dilatazione di ciascuna lamiera. Sul colmo delle falde si dispone un coprighiunto della medesima lamiera, avente una delle disposizioni indicate dalla fig. 740.

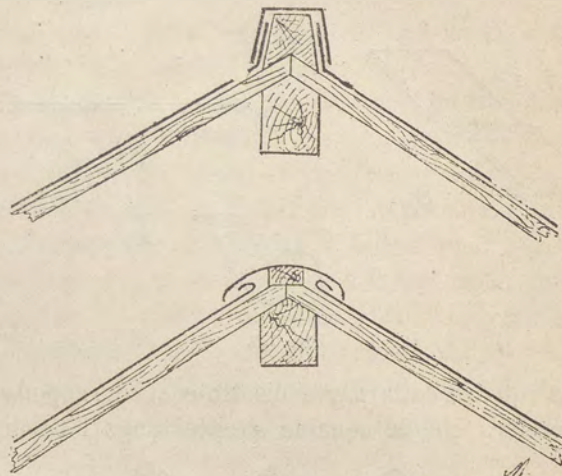


Fig. 740.

Un'altra disposizione buona è quella che si ottiene chiodando sul tavolato, nel senso della pendenza delle falde, dei listelli a sezione semicircolare del diametro di 4 cm. a distanza tale che un foglio di piombo arrivi a ribattersi sopra due listelli consecutivi.

La fig. 741 illustra questo sistema, già usato per il rinnovamento della copertura del tetto della chiesa di S. Marco a Venezia, nel quale furono rimessi in opera gli stessi fogli di piombo che avevano servito per più di 80 anni. Questi fogli non erano nè battuti, nè cilindrati, ma fusi, larghi circa m. 0,95 e

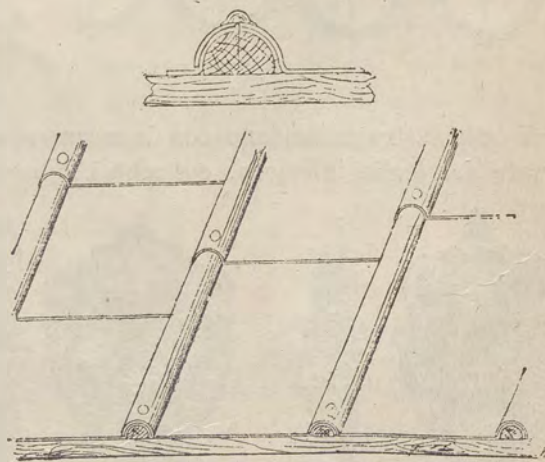


Fig. 741.

lungi da m. 0,35 a m. 3,20. Il peso per mq. di copertura è di circa 30 kgr.

I coprighiunti di lamiera di piombo si usano ancora nei colmi e nei displuvi come nei vertici risultanti

di molti spigoli di coperture fatte con altri materiali, essendo facile con un martello di legno dare al piombo qualsiasi forma.

Nella pratica bisogna evitare di mettere in opera le lamiere di piombo sopra un tavolato di quercia che non sia stato bene stagionato per immersione nell'acqua, poichè il piombo a contatto dell'acido pirolegnoso si ossida facilmente.

§ 14.

LE COPERTURE DI RAME.

Le coperture di rame rimontano fin ai tempi più antichi. I Romani adoperarono per la copertura dei loro monumenti delle placche di bronzo con foggatura artistica che ottenevano per fusione. Più tardi questi medesimi bronzi servirono per coprire le basiliche cristiane e nel Medio Evo per la fusione di oggetti artistici di ogni genere. Oggidi il bronzo è escluso fra i materiali indicati per la costruzione delle coperture ed in sua vece è impiegato il rame laminato. Anche questo però, a cagione del suo costo molto elevato, non si impiega che raramente soltanto per qualche edificio monumentale, pel quale non siano prescritte economie.

I fogli di rame che si impiegano per coperture hanno uno spessore che varia tra i 7 e i 15 decimi

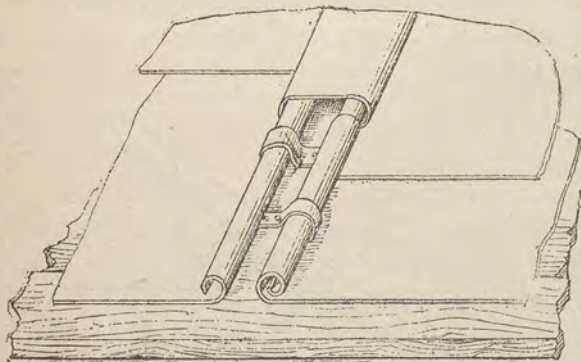


Fig. 742.

di millimetro, la loro larghezza, come la lunghezza, variano, secondo i casi, intorno ai m. 0,75 per 2. La loro posa in opera sopra il tavolato dell'armatura, ha luogo come per le lamiere di zinco. Rimandiamo quindi il lettore a questo genere di coperture.

Alloraquando la copertura di rame va distesa sopra una volta o sopra una cupola in muratura conviene che i fogli siano piuttosto piccoli perchè si possano più facilmente adattare alla loro curvatura;

in sostituzione poi dei listelli di legno a collegamento dei giunti laterali dei fogli si adotta più convenientemente il coprigiunto della stessa lamiera indicato dalla fig. 742 facile a comprendersi ed i fogli sono lateralmente trattenuti per mezzo di grappette che si fissano alla muratura mediante perni ed al tavolato con chiodi.

§ 15.

LE COPERTURE CON LAMINE DI FERRO.

Il ferro laminato si usa oggidi frequentemente per coperture di tettoie di stazioni, di mercati, di magazzini, ecc., ma più sotto forma di lamiere ondulate che sotto quella di lamiere piane di rivestimento del tavolato dell'armatura.

La lamiera di ferro esposta agli agenti atmosferici si arrugginisce e si buca con facilità; per questa ragione si impiega ricoprendola sempre di un involucro di pittura grassa ovvero dopo averla immersa in un bagno di zinco fuso. Le lamiere pitturate esigono una assidua manutenzione, poichè la pittura esposta al sole diviene ben presto aspra e rugosa, per cui occorre rinnovarla almeno ogni anno. Di più la pittura non segue il metallo nella sua dilatazione termica, quindi si lacera e si stacca scoprendo il metallo che facilmente si ossida. Lo zinco invece corrisponde egregiamente ad impedire l'ossidazione del ferro, perchè se pure il contatto del ferro e dello zinco coll'acqua individua una pila, l'ossigeno proveniente dalla scomposizione dell'acqua non giunge che allo zinco. La dilatazione termica dei due metalli essendo poco differente, è difficile che avvenga lo stacco tra i due metalli.

Le lamiere zincate sono poste nel commercio sotto il nome di *lamiera galvanizzata*.

Le coperture con lamiere piane si costruiscono nel modo identico come le coperture con fogli piani di zinco, ripiegando cioè i bordi dei fogli, i quali si fanno aggrappare fra loro e si sostengono mediante grappe pure di ferro galvanizzato.

I fogli hanno lo spessore corrispondente ai numeri compresi tra il 20 e il 24, la larghezza variabile tra m. 0,60 e m. 0,80 e la lunghezza qualsivoglia, sovente anzi questi fogli si fanno lunghi quanto larga è tutta la falda del tetto, di modo che un foglio di un solo pezzo arrivi dalla gronda al colmo.

Anche le lamiere ondulate di ferro galvanizzato si mettono in opera nello stesso modo di quelle ondu-

late di zinco. Le lamiere cioè si coprono di mezzo o di una ondulazione lungo i bordi laterali e di 12 a 15 cm. nel senso normale.

Le lamiere ondulate possono essere provviste di onde continue ciascuna composta con due semicir-

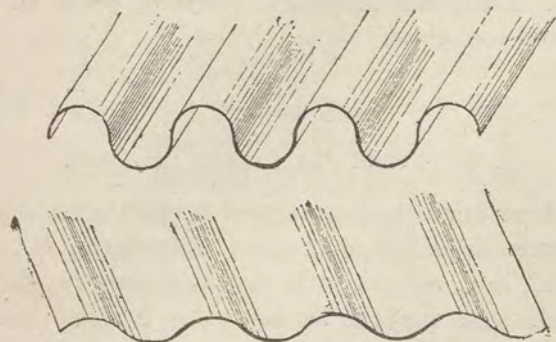


Fig. 743.

conferenze o con 2 porzioni eguali di circonferenze (fig. 743), ovvero possono avere la forma riportata dalla fig. 744 secondo la quale la lamiera è provvista soltanto di mezze onde distanziate più o meno

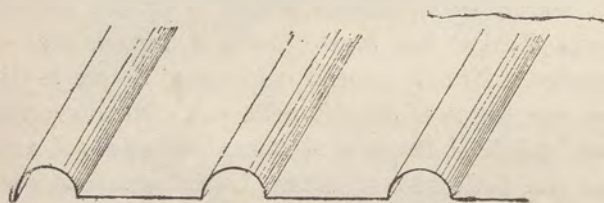


Fig. 744.

fra loro; evidentemente queste lamiere sono meno resistenti alla flessione delle prime.

La ditta Origoni di Milano fabbrica i quattro seguenti tipi di lamiera ondulata di ferro galvanizzato:

Ampiezza dell'onda . . mm.	76	88	100	127
Altezza dell'onda . . . »	24	27	35	27
Larghezza dei fogli . . cm.	82	75	75	84

La lunghezza delle lamiere ondulate galvanizzate è comunemente di m. 2; si possono tuttavia avere del e lamiere di m. 3 di lunghezza massima; per cui la distanza massima degli arcarecci diviene, tenuto conto dei ricoprimenti, m. 1,43, intendendo che ogni lamiera debba appoggiare almeno su tre arcarecci consecutivi.

Per ampiezze comprese tra i limiti di 6 e 20 metri, come avanti si disse, le lamiere ondulate di ferro galvanizzato si possono impiegare in maniera che

funzionino ad un tempo da copertura e da puntoni dell'armatura. A tal uopo le lamiere si chiodano l'una con l'altra lungo i bordi sovrapponendole lateralmente con una ondulazione e chiodandole con perni zincati di 8 a 10 mm. di diametro, posti a distanza di 20 a 30 cm. e di testa sovrapponendole per 10 a 15 cm. chiodandole con un perno per ogni dorso di ondulazione. Si viene così a costituire una lamiera unica che piegandola a guisa di centina assume la curvatura cilindrica o parabolica a cui si dà una monta corrispondente ad $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{5}$ della corda. Per mettere in opera queste coperture si chioda sul dorso inferiore di detta lamiera due ferri ad *u* longitudinali, uno per parte ad eguale distanza dalle gronde (fig. 745) e parallelamente alla medesima. Per mezzo di questi ferri la copertura si imposta sopra cuscinetti di ghisa *c* (746) ancorati sui muri o sulle co-

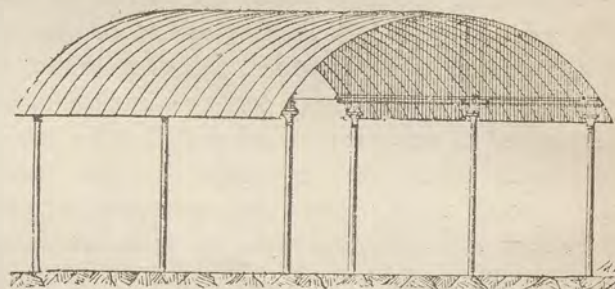


Fig. 745.

lonne destinate a sostenere la tettoia, distanti 4 a 5 m. l'uno dall'altro e collegati due a due da tiranti orizzontali, i quali eliminano la spinta prove-

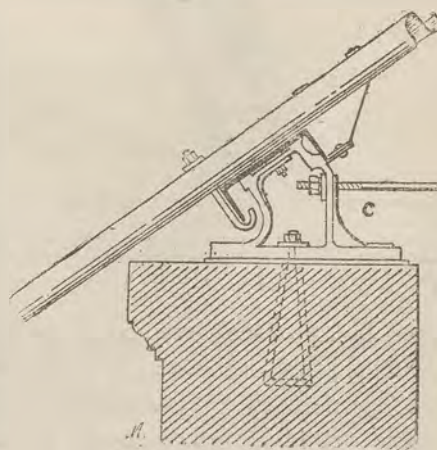



Fig. 746.

niente dal peso della lamiera ondulata della copertura e dal sovraccarico accidentale dovuto all'azione del vento od al peso della neve.

Per queste tettoie conosciute in Germania sotto il nome di tettoie Böllinger, dal nome dell'ingegnere che le ha proposte per la prima volta, si ha riportate nella seguente tabella, ricavata dal catalogo della casa Tillmanns di Remcheild, le dimensioni dei vari elementi che le compongono, per la quale è da osservarsi che i prezzi di costo debbono riferirsi al mercato tedesco, che è inferiore a quello italiano in questo genere di forniture.

Tettoie	Profilo lamiera			Peso della lamiera	Ferro a 		Diametro del tirante orizzontale	N.° dei tiranti verticali	Costo Lire per mq. di pianta coperta
	larghezza onda	altezza onda	groscezza		profilo	distanza degli appoggi			
m.	mm.	mm.	mm.	Kg. p. mq.		m.	mm.		
6,0	100	40	$\frac{3}{8}$	6,35	Norm. ted. 12	3,51	16	1	
7,0	100	40	$\frac{3}{8}$	6,35	»	3,25	»	1	
8,0	100	40	$\frac{1}{2}$	7,91	»	3,04	»	1	
9,0	100	40	$\frac{5}{8}$	9,43	»	2,87	»	2	
10,0	100	40	$\frac{7}{8}$	12,56	»	2,73	»	2	
11,0	100	50	$\frac{3}{4}$	12,63	Norm. ted. 14	3,52	19	2	
12,0	100	50	$\frac{7}{8}$	14,33	»	3,37	»	2	11,60
13,0	100	50	1	16,28	»	3,24	»	2	
14,0	100	50	$1\frac{1}{8}$	18,17	»	3,12	»	3	
15,0	100	50	$1\frac{1}{4}$	20,10	»	3,02	»	3	
16,0	100	60	$1\frac{1}{2}$	20,31	Norm. ted. 22	4,13	23	3	
17,0	100	60	$1\frac{3}{4}$	22,59	»	4,01	»	4	
18,0	100	60	$1\frac{7}{8}$	24,65	»	3,69	»	4	
19,0	100	60	$1\frac{1}{2}$	26,66	»	3,79	»	5	
20,0	100	60	$1\frac{5}{8}$	28,71	»	3,69	»	5	20,05

§ 16.

LE COPERTURE IN CEMENTO.

Le coperture di cemento sono una nuova ed abbastanza importante applicazione di questo materiale che trova un utile impiego specialmente in quegli stabilimenti industriali nei quali le emanazioni dei vapori acquei acidi o caustici e le esalazioni gassose danneggiano o distruggono in breve tempo le coperture ordinarie in legno, in ferro o miste.

Il cemento può impiegarsi sotto forma di lastre monolitiche ovvero sotto forma di piccole lastre o tegole che si mettono in opera come tegole piane comuni.

Le lastre di cemento di un solo pezzo si costruiscono armandole di fili di ferro e rinforzandole di nervature sottostanti. La fig. 747 mostra la struttura di una falda di simili tetti. È una forma analoga a quella dei solai di cemento a nervature ed in modo analogo se ne calcolano gli spessori e le armature metalliche. Dei tiranti orizzontali servono a neutralizzare la spinta delle falde. Se al posto dei tiranti

si costruisce un solaio pure di ferro-cemento, allora le sbarre metalliche costituenti l'armatura di tali solai, convenientemente aumentate di sezione fungono

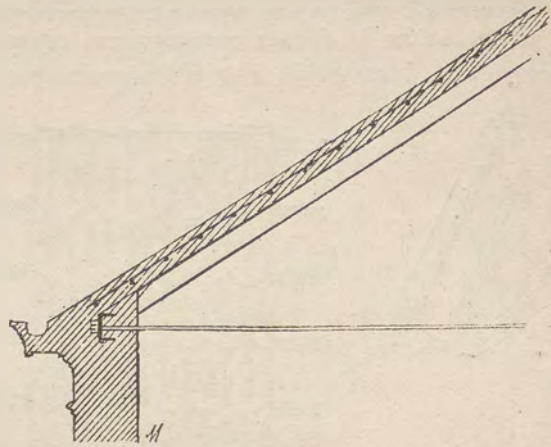


Fig. 747.

anche da tiranti per resistere alla spinta del tetto.

Durante la costruzione delle tettoie di cemento armato va posta una cura speciale per preservare dall'azione del sole la lastra cementizia, per impedire la formazione di screpolature particolarmente durante la presa e nei primi giorni che seguono.

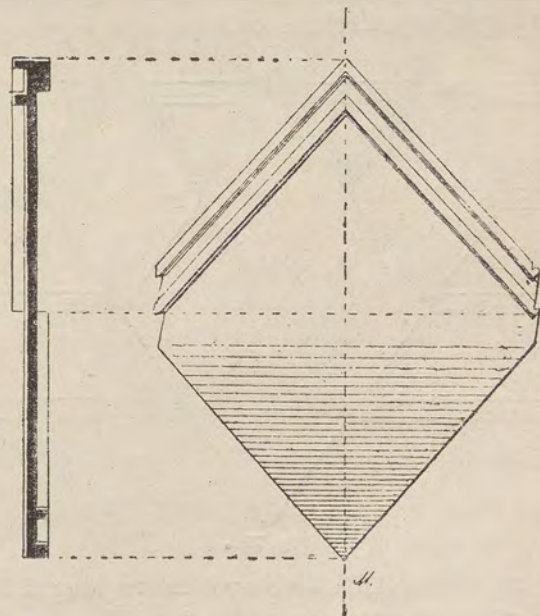


Fig. 748.

Anche qui i travetti di rinforzo, i puntoni, gli arcarecci, ecc. si fanno di cemento armato.

Le tegole di cemento compresso per coperture si fabbricano a pressione e stampo nello stesso modo

come si fabbricano le mattonelle di cemento per pavimenti.

La forma più comune che si dà a queste tegole è quella a losanga (fig. 748) detto *tipo universale*; però si usa anche la forma rettangolare riportata dalla fig. 749. I materiali che abbisognano per la

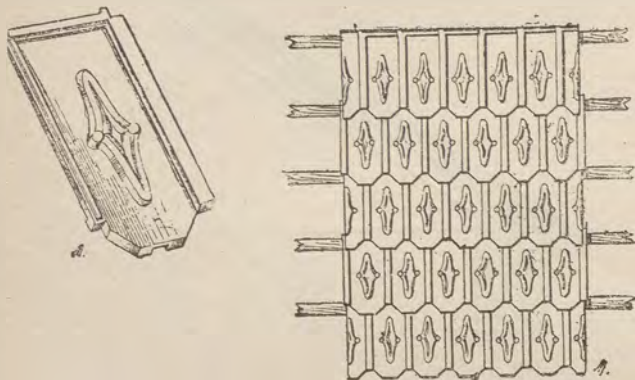


Fig. 749.

loro fabbricazione essendo unicamente sabbia e cemento, queste tegole possono prodursi sul posto della fabbrica con molta convenienza, quando si ha alla portata della sabbia. I due bordi superiori della tegola a losanga presentano due risalti dalla faccia esterna della tegola, che permettono l'aggrappamento delle tegole superiori. A tal'uopo ogni tegola porta

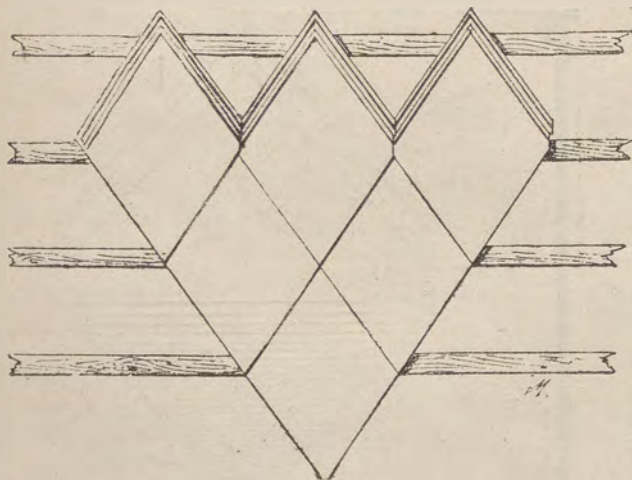


Fig. 750.

pure un risalto dalla faccia posteriore lungo i bordi inferiori che penetra esattamente nell'incastro individuato dai risalti dei bordi superiori.

Si dispongono le tegole di forma romboidale a spina di pesce, ossia per filari con le loro diagonali, una orizzontale e l'altra secondo la pendenza delle falde (fig. 750), sopra un'orditura di correnti di legno o di ferro ai quali si aggrappano per mezzo di

un risalto che ciascuna tegola porta pure nello spigolo superiore della faccia posteriore. Si dispongono le tegole di forma rettangolare nella stessa maniera delle tegole di cotto tipo marsigliese (fig. 749).

Queste tegole in cemento hanno la particolarità di essere perfettamente piane e quindi di formare, a differenza delle tegole in cotto, che sempre più o meno si convergono nella cottura, un tetto piano e regolarissimo. Il loro spessore si può variare a piacere: ordinariamente si dà lo spessore di 9 a 12 mm. Le tegole di cemento presentano il vantaggio di essere resistenti, economiche ed impermeabili e di potersi colorare in nero, rosso, bleu, ecc. ottenendosi coperture a colore unico ovvero a colori alternati con effetti aggradevoli. Sono indicate quindi non solo per le grandi costruzioni, ma per la loro eleganza ed estetica anche per le ville, per le chiese, ecc.

Ogni tegola di tipo romboidale, stagionata, dello spessore di mm. 9, pesa kgr. 2.800. Le sue dimensioni sono di mm. 342×342 ; però senza gli incastri, la sua luce netta è di mm. $281 \times 281 = \text{mq. } 0,08$. Quindi per la copertura di un metro quadrato di tetto, occorrono tegole 12 e $\frac{1}{2}$ pesanti kgr. 35 circa.

§ 17.

I CANALI ED I TUBI DI GRONDA, LE MANTOVANE, ECC.

Nelle costruzioni delle epoche primitive i costruttori non si preoccupavano di altro che di avviare all'esterno, fuori cioè dello spazio coperto, le acque pluviali raccolte dalle falde del tetto.

Oggidi non è permesso lasciare scolare le acque pluviali dal gocciolatoio della cornice sul sottostante suolo altro che lungi dai centri abitati, in campagna, ecc. ma anche questa disposizione non si può consigliare per l'umidità che potrebbe arrecare alle murature di piede della fabbrica ed alle pareti esterne dei muri di ambito a meno che le falde del tetto non aggettino col loro bordo inferiore molto al di fuori dei muri sui quali sono impostate, come di frequente ha luogo negli edifici di stile medioevale.

Generalmente le acque pluviali che sgocciolano dalle falde dei tetti si raccolgono nei così detti *canali di gronda*, i quali le immettono a mezzo dei *tubi verticali di gronda* nelle cunette che alla loro volta le avviano nei condotti di fognatura.

I canali di gronda si fanno di lamiera di zinco o più comunemente di lamiera di ferro galvanizzato.

La lamiera di rame più adatta senza dubbio per la sua inalterabilità per costruzioni di grande importanza, è meno preferita per le costruzioni comuni a causa del suo prezzo elevato.

Lo spessore più adatto dei fogli di zinco è quello corrispondente ai numeri 12 al 14 e quello delle lamiere di ferro galvanizzato tra mm. 1 e 1,5.

La forma più comune dei canali di gronda è quella semicircolare, ma se ne fanno anche di forma rettangolare o comunque sagomati, quando questi canali formano parte della cornice di coronamento dell'edificio.

Il margine esterno di un canale di gronda si consolida avvolgendolo sopra se stesso (fig. 751 a), ovvero attorno un filo di ferro galvanizzato del diametro di 4 mm. (fig. 751 b).

La dimensione dei canali di gronda varia col variare dell'ampiezza delle falde; di solito l'altezza del canale, qualunque sia la sua forma, è compresa tra

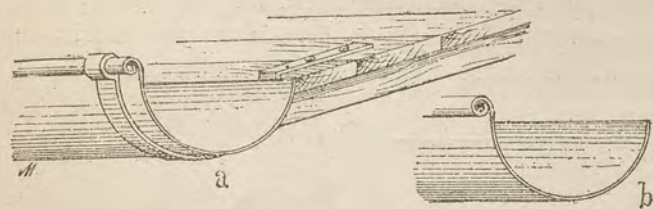


Fig. 751.

12 e 15 cm. e la larghezza tra 25 e 30 cm. È però buona regola che la sezione dei canali risulti piuttosto abbondante e che questi siano collocati, rispetto alla linea di gronda delle falde, di maniera che l'acqua cadendovi non abbia a rimbalzare al di fuori. A tal'uopo i canali di gronda sono sostenuti da uncini od arpioni situati ad una distanza l'uno dall'altro di m. 0,60 a 1 m., detti propriamente *cicogne*. Sono fatti questi arpioni di ferro piatto di mm. 40×5 (fig. 752) saldati allo esterno dei canali stessi e conficcati per uno estremo negli arcarecci ovvero fissati ai travicelli mediante chiodi o viti.

Per il deflusso delle acque la pendenza del canale deve essere almeno del 5 per cento e tale pendenza viene ottenuta facendo i gambi delle *cicogne* di differente lunghezza.

Talora per aumentare l'ornamentazione del tetto o per spezzare la linea rigida che offre il canale di gronda, si foggia l'estremità libera in vista delle *cicogne* in una maniera decorativa qualsiasi come fa vedere la fig. 753.

Qualora la gronda faccia parte della cornice di coronamento di una costruzione importante, le *cicogne* non si fanno apparire all'esterno e si saldano invece accuratamente sulla faccia interna del canale.

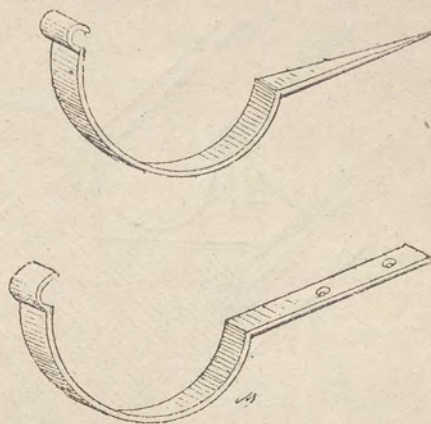


Fig. 752.

I canali di gronda si dispongono tutti esterni alla cornice sospesi alle *cicogne*, nelle costruzioni di minore importanza; in questo caso la loro forma è quella di un semicilindro. Nelle costruzioni di media importanza formano generalmente parte del profilo della cornice ed allora hanno sempre forma cilindrica, ma la loro sezione retta è quella della modanatura della cimasa che sostituiscono.

I canali di gronda molto alti, come talora quelli dei compluvi, possono disporsi incassati al di sopra della cornice di coronamento (fig. 754). Questa disposi-



Fig. 753

zione ha il vantaggio di non coprire alcuna parte della cornice, la quale si farà interamente in muratura. Si fanno eccellenti canali di gronda incassati fra tavole di legno mantenute a posto con squadrette di ferro servendosi del piombo o dello zinco lami-

nato pel rivestimento. La fig. 755 mostra la struttura di un simile canale in cui la pendenza è ottenuta appoggiando le tavole che costituiscono il fondo

che si aprisse in essa qualche fuga, vi è sottoposta una seconda doccia z di zinco assai resistente. L'acqua che affluisce in questa doccia sfugge da 6 aper-

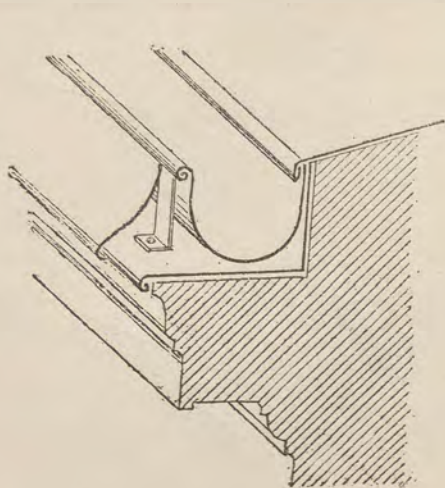


Fig. 754.

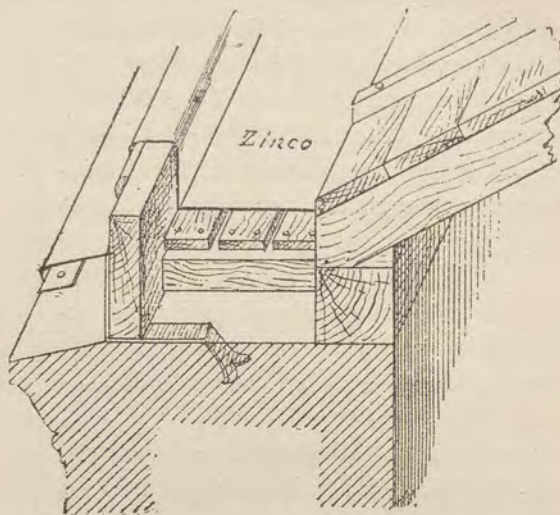


Fig. 755.

del canale sopra tasselli di legno di differente altezza.

Degna veramente di nota è la struttura della gronda incassata che si trova dietro la balaustrata

ture praticate nella muratura, fra due pilastri della balaustrata. Con questa disposizione la fabbrica è garantita contro i pericoli delle infiltrazioni. Nella

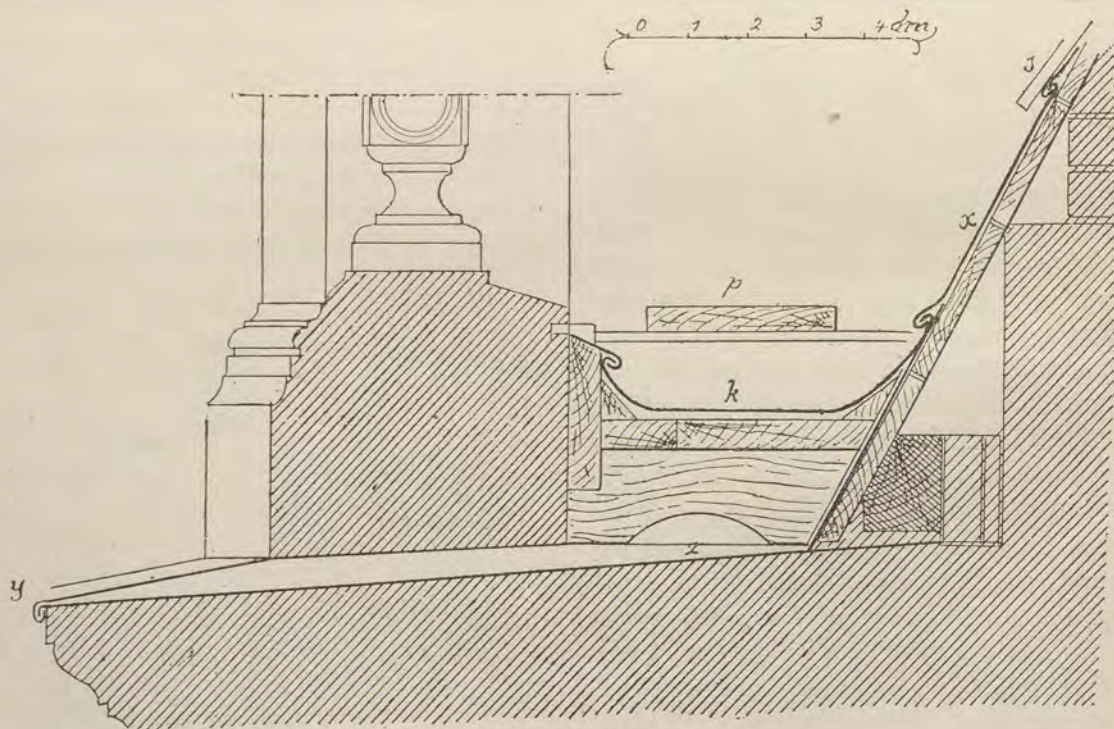


Fig. 756.

sul tetto del teatro dell'Opera di Vienna citata dal Breymann. Come si vede dalla sezione riportata nella fig. 756, questa gronda è doppia, ossia la grondaia k propriamente detta è di lamiera di rame ed in caso

figura s rappresenta la fila inferiore di tegole, k la grondaia di lamiera di rame, x il lembo inferiore del tetto che finisce nella sottogrondaia di zinco z , terminata in avanti da un orlo alto cm. 6.6 e y è

l'orlo esterno del cornicione, ricoperto parimenti di lamiera di zinco. Per potere camminare al di sopra della grondaia, a scopo di pulizia o altro, vi è un praticabile *p* sostenuto da sbarre di ferro di sezione 16×14 mm.

Per strutture interamente metalliche si fanno i canali di gronda racchiusi entro cassette formate da 4 cantonali di $\frac{30 \times 30}{5}$ mm. riuniti ogni m. 0,60 a 1

da montanti degli stessi cantonali ovvero con 3 lamiere riunite fra loro da ferri d'angolo e decorati, ove occorra, di ornamentazioni egualmente in ferro (fig. 757).

Le gronde comuni di lamiera di zinco o di lamiera di ferro galvanizzato si costruiscono in pezzi lunghi al massimo 2 m. che si riuniscono quindi a piè d'opera. A tal uopo le diverse parti si inchioderanno fra loro con chiodetti di zinco e si completa l'unione con una buona saldatura.

Una speciale attenzione deve essere usata allo scopo di permettere la libera dilatazione dei canali di gronda quando siano lunghi ed alti. Essi allora si dividono in tante cassette lunghe all'incirca 10 m. poste le une presso le altre coll'intervallo di 2-4 cm. e servite ognuna da un tubo verticale per il deflusso delle acque.

L'intervallo fra le due cassette vicine si copre con una piccola lamierina come risulta dalla fig. 758. Un ripiego simile deve sempre adottare qualora si facciano le gronde in lamiera piana di zinco chiusa entro cassette di legno (fig. 759).

I tubi verticali di discesa per il deflusso delle acque pluviali, raccolte nei canali di gronda si fanno generalmente di zinco laminato dei numeri dal 12 al 14 ed hanno il diametro di m. 0,08 a m. 0,12 ed anche più, secondo la quantità di acqua che essi sono destinati a ricevere. Pei nostri climi questi tubi si regolano in maniera che ne corrisponda uno per 50

mq. circa di tetto e la loro sezione in maniera che almeno cmq. 1,2 corrisponda a 1 mq. di superficie orizzontale coperta dal tetto.

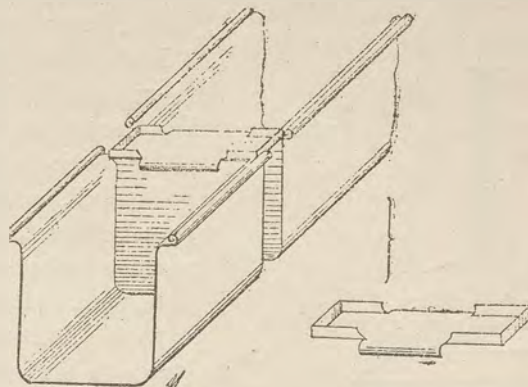


Fig. 758.

I tubi di discesa si tengono fermi, non aderenti ai muri, per mezzo di grappe a collo di ferro zincato,

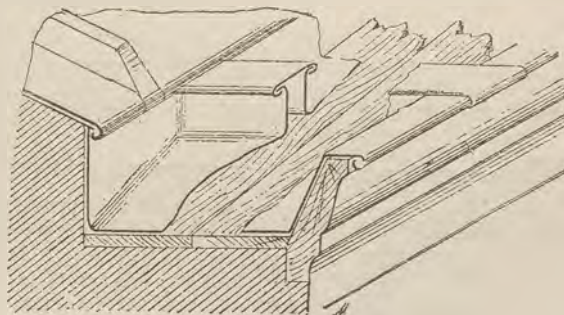


Fig. 759.

cementate o chiodate secondo che si fissano ai muri o a un tavolato di legno e situate a una distanza di 2 m. circa l'una dall'altra.

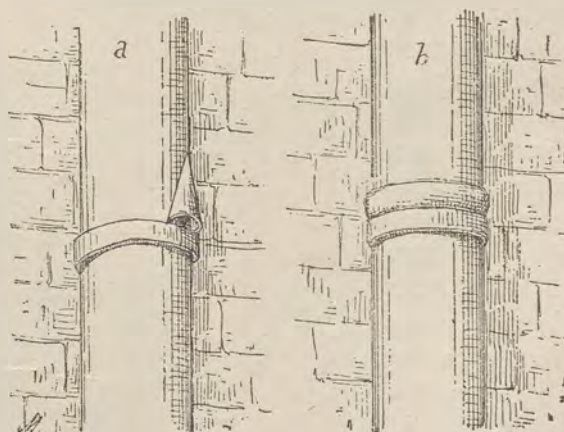


Fig. 760.

Per impedire lo scorrimento inevitabile attraverso i collari, essendo la loro forma generalmente cilindrica, si salda sullo esterno in corrispondenza della grappa un piccolo *naso* di zinco (fig. 760 *a*) ovvero

un colletto di zinco nella maniera indicata dalla fig. 760 *b*; in questo ultimo caso si fanno corrispondere al posto del colletto l'unione di due pezzi di tubo e la grappetta.

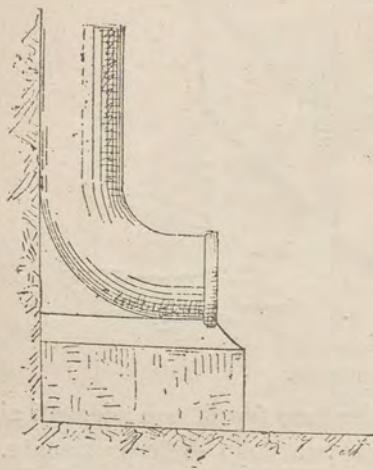


Fig. 761.

I tubi di scolo fatti di zinco laminato poco resistono agli urti esterni; fa dunque quindi, quando sono addossati alle pareti esterne, sostituirli per una altezza di m. 2 a 2,50 a cominciare dal suolo con un tubo di ghisa dello stesso diametro interno, liscio ovvero ornato. Questo tubo inferiormente è ripiegato a gomito (fig. 761) ovvero immette in altro tubo a gomito (fig. 762) che permette il de-

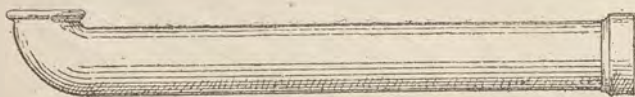


Fig. 762.

flusso delle acque allo esterno o nei cunicoli in muratura che fan capo ai condotti della fognatura.

L'attacco dei tubi di scolo alle gronde si pratica pure mediante gomito (figura 763) ovvero mediante un certo numero di tubi corti e leggermente conici che, imboccando l'uno nell'altro, danno luogo a un tubo curvo a forma di gola con gli estremi verticali (fig. 764). L'attacco con le gronde si può mascherare con ornati.

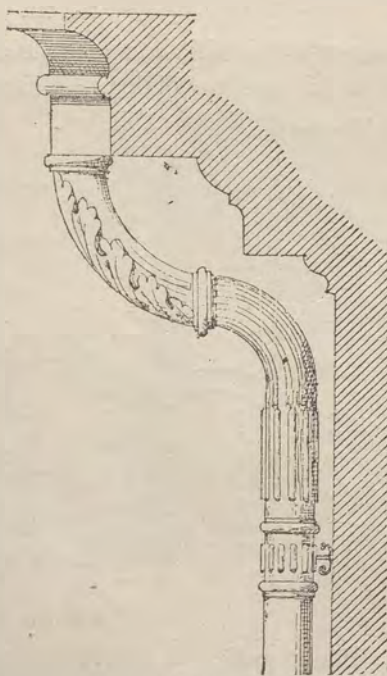


Fig. 763.

Per permettere il buon funzionamento di un tubo di discesa è necessario

disporre sull'orificio superiore del medesimo una piccola griglia (fig. 765) che impedisca l'introduzione nel tubo di pietre o di altre materie ingombranti e meglio ancora disporre una griglia, un pezzo di tubo, *moncherino*, e un imbuto con foro per il soprapieno nella maniera meglio indicata dalla fig. 766.

I tubi di discesa si fanno anche totalmente di ghisa o di ferro alla filiera, i quali imboccano l'uno nell'altro e sono tenuti fermi a posto mediante grappette a collo articolate (fig. 767) per facilitarne le riparazioni senza smurare le grappe.

Quantunque forse in un edificio di importanza stoni il vedere le linee del cornicione tagliate dai tubi per il deflusso dell'acqua piovana, non è consigliabile il partito proposto da taluni, col quale il tubo di scolo traverserebbe internamente tutto il cornicione al di sotto del quale uscirebbe all'esterno. Nè è più consigliabile di nascondere i tubi di gronda entro appositi incavi lasciati nelle fronti dei muri esterni. La

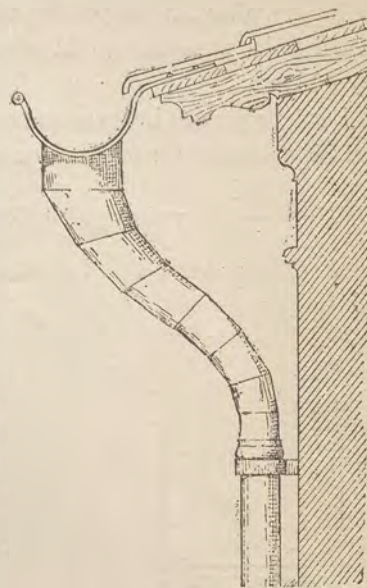


Fig. 764.

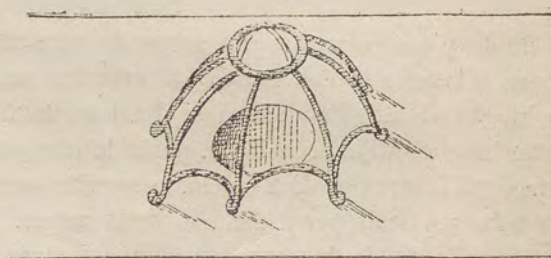


Fig. 765.

incassatura nei muri della facciata dei tubi di zinco, dopo qualche tempo, arreca delle larghe macchie di umidità nella facciata stessa, con grave deturpamento dell'estetica e con grave danno, occorrendo rompere la parete, tutte le volte si dovrà provvedere alle riparazioni della tubatura.

Nelle tettoie di una certa importanza si usa decorare la linea di gronda mediante le *mantovane*. Queste possono farsi di tavola di larice profilata e

traforata a disegno (fig. 768) ovvero di lamiera di zinco o di ferro zincato stampato (fig. 736).

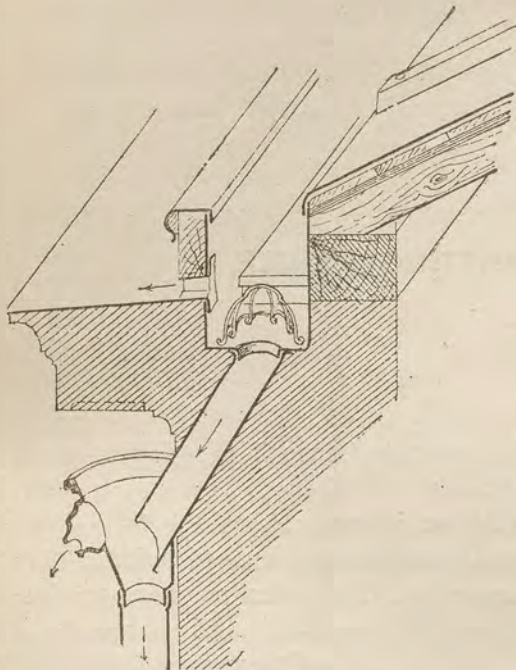


Fig. 766.



Fig. 767.

Il modo più semplice di porre in opera una mantovana di legno è quello di fissarla mediante chiodi alle teste dei puntoni ed al bordo della copertura, se questa è fatta di tavole. Una mantovana di lamiera metallica si fissa parimenti con chiodetti sopra un tavolato

di larice unito con chiavardine o con chiodi alle teste dei puntoni, degli arcarecci o dei travicelli.

Nelle località battute dal vento le parti sporgenti delle mantovane devono essere tenute più corte che si possa, perchè non vibrino troppo e non si pieghino o anche non si rompano. Le mantovane in zinco stampato sono soggette a rompersi per tale causa più delle altre, massime lungo i risalti orizzontali.

Per accedere nello spazio del sottotetto od anche per rischiarare questo spazio si impiegano dei telai speciali detti *telai a tabacchiera*. Per le coperture in tegole piane marsigliesi questi telai corrispondono

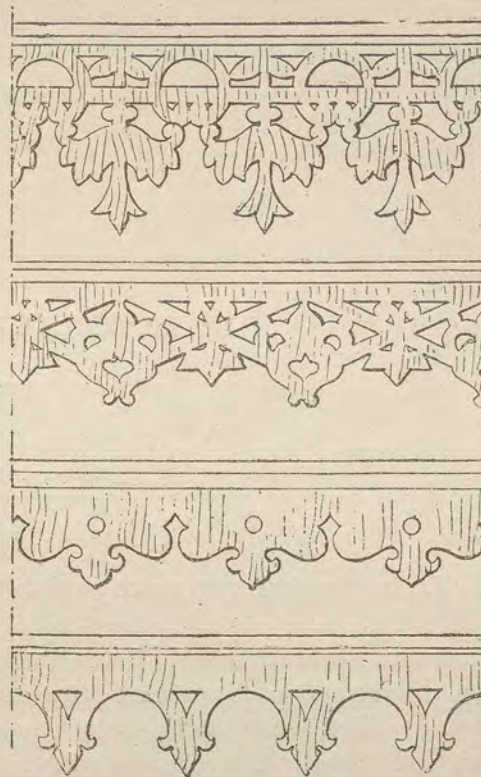


Fig. 768.

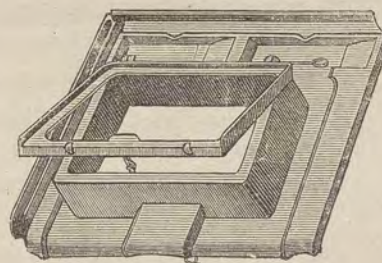


Fig. 769.

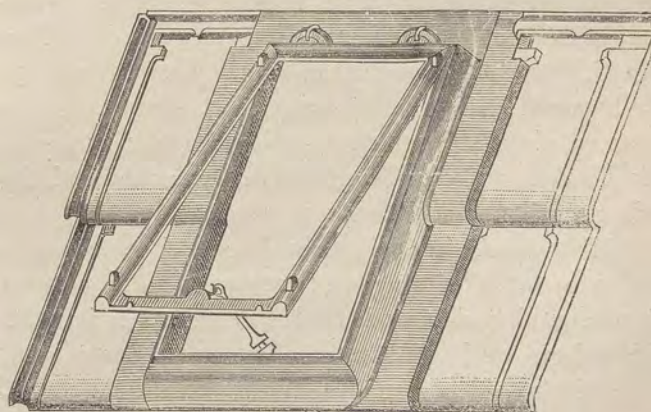


Fig. 770.

a due tegole (fig. 769), a quattro tegole (fig. 770), a sei tegole, ecc.

CAPITOLO IV.

GLI INTONACHI E LE TINTEGGIATURE

§ 1.

LE GENERALITÀ SUGLI INTONACHI.

Per *intonaco* generalmente si intende quello strato di malta, di cemento o di sostanze idrofughe o bituminose, che si distende sulla superficie esteriore dei muri, sulle pareti interne, sulle vólte, sui soffitti, ecc. allo scopo di rivestire le pareti medesime asseguando loro una superficie uniforme e regolare.

L'intonaco secondo che è applicato alle pareti esterne od interne dei muri si distingue in *intonaco esterno* ed *intonaco interno*, a ciascuno dei quali si assegna materiali diversi per la formazione dell'intonaco, in corrispondenza dell'ufficio cui l'intonaco deve supplire.

L'intonaco esterno di solito è destinato a proteggere le pareti di ambito degli edifici dall'azione delle intemperie e dell'acqua in ispecie, e spesso ancora per abbellire le pareti medesime per mezzo di bugnati, sagomature, risalti di ogni genere; l'intonaco sulle pareti interne ha lo scopo di assegnare alle pareti ed ai soffitti superficie lisce e regolari, talvolta anche decorative coll'aggiunta di ornamentazioni che più propriamente si fanno in stucco.

Gli intonachi interni generalmente si possono eseguire in qualsiasi stagione: per quelli allo esterno è necessario schivare il freddo eccessivo di inverno ed il forte caldo di estate: altrimenti si screpolano, si sgretolano e possono anche staccarsi dalle pareti. Le stagioni più propizie per intonacare i muri esterni di una fabbrica sono quindi la primavera e l'autunno, durante le quali la temperatura mite e la regolare

ventilazione favoriscono il prosciugamento degli intonachi.

Perchè un intonaco riesca ben fatto è necessario che siano soddisfatte alcune condizioni durante la sua esecuzione. Così è che un intonaco non si applica mai alle pareti dei muri di recente allestiti. L'intonaco applicato sulle murature fresche indurendo più rapidamente che le malte interne delle medesime, impedisce che l'umidità interna del muro si prosciughi, rendendo lenta la presa delle malte e tardo il consolidamento del muro. L'assetto inevitabile che hanno le murature dopo che sono state inalzate e durante l'indurimento delle malte, provocherebbe in ogni caso nell'intonaco delle screpolature e dei rigonfiamenti che ne determinerebbero facilmente il distacco e la rovina.

Sulla durata dell'intonaco influisce notevolmente anche lo spessore, il quale se eccede certi limiti può cagionare la caduta dell'intonaco. Ed in proposito l'esperienza ha dimostrato che lo spessore massimo dello strato di intonaco da applicare alle pareti dei soffitti, delle vólte e dei muri non debba superare i 25 mm. Questa condizione esige l'altra, cioè che le pareti rustiche dei muri, delle vólte, ecc. debbono essere condotte con regolarità se si vuole che l'intonaco riesca di spessore pressochè uniforme.

L'intonaco aderisce alle pareti dei muri o per forza meccanica o per chimica combinazione fra le materie che compongono l'intonaco e le pietre naturali od artificiali che costituiscono le muraglie, ovvero per ambe queste ragioni. Laonde è necessario in un muro di mattoni che questi siano ben

cotti se si vuole favorire la combinazione chimica alla loro superficie fra il silicato di alluminio dei medesimi e l'idrato di calce della malta fatta con calce grassa. Quando la malta viene a contatto con mattoni crudi, la formazione del silicato di calcio viene impedita, perchè l'acido silicico è disgiunto in questi all'allumina, ed allora la malta si attaccherebbe soltanto per adesione meccanica.

Per questa ragione le malte male aderiscono ai muri fatti con mattoni usati ed in generale ai muri vecchi in parte o in totalità già stati intonacati, perchè impossibile riesce a contatto dei medesimi qualsiasi chimica combinazione fra la calce ed i materiali che ne formano la struttura.

Allora quando perciò si devono intonacare vecchie muraglie, dovendo fare affidamento soltanto sulla adesione meccanica dell'intonaco sulle pareti, si raccomanda di scalzare prima le commessure con un martello acuminato per estrarre le malte deteriorate che farebbero da isolanti tra l'intonaco ed il muro e così permettere all'intonaco di attaccarsi più saldamente alla muratura.

Qualora il vecchio muro fosse corrosivo alla superficie e se ne conoscessero ivi deteriorati i materiali, conviene anzitutto di *spicconarlo*, cioè di staccarne con un piccolo piccone o col martello da muratore tutte quelle parti superficiali che avessero sofferto deterioramento. Dopo si netterà la superficie diligentemente e si procederà a una buona aspersione con acqua, facendo uso di un inaffiatoio a spruzzo o di un grosso pennello, per impedire che l'acqua contenuta nella malta e necessaria a questa per fare presa, non venga assorbita dalle aride murature.

Se la superficie dei muri spicconati non si presenterà più uniforme si applicherà una fodera di malta e di pezzetti di coccio, di mattoni o di pietra fino a rimettere le parti mancanti e regolarizzare la superficie; questa operazione si chiama da alcuni *rincocciatura*.

Influiscono molto sulla bontà dell'intonaco i materiali che si impiegano per la sua formazione. Talvolta la scelta dei materiali dipende dal luogo ove il lavoro si eseguisce; poichè è evidente che ove nella località si disponga facilmente di calce grassa e di buona sabbia, questi materiali riescono preferiti per la formazione degli intonachi interni ed anche per quelli esterni coll'aggiunta di opportuna quantità di pozzolana o di cemento.

Generalmente però a seconda dello scopo cui deve

servire l'intonaco si fa dipendere la scelta dei materiali da impiegare ed il modo di esecuzione dell'intonaco stesso. Se l'intonaco deve servire per impedire l'infiltrazione dell'acqua, si unirà la malta di cemento a lenta presa, composta cioè di cemento e sabbia.

Se l'intonaco deve semplicemente proteggere le pareti dall'umidità, come sarebbe allorchè trattasi di pareti di ambito delle fabbriche, basterà impiegare una malta idraulica formata con calce idraulica e sabbia, ovvero con calce magra e pozzolona, o con calce grassa, sabbia e pozzolona, nelle proporzioni ritenute più convenienti per meglio raggiungere lo scopo.

In ogni caso si eviterà con molta cura che le malte con intonaco contengano particelle di calce non perfettamente spenta per impedire la formazione di bolle nell'intonaco ed il seguente distacco di parte del medesimo per effetto del rigonfiamento delle particelle di calce che finiscono di idratarsi durante la presa dell'intonaco. Si procederà allo scarto delle particelle di malta non spenta facendo passare allo staccio fine la calce idraulica prima in polvere e poi, una seconda volta, idratata, ed egualmente si praticherà per la calce grassa allora quando dal truogolo si fa passare nel grassello.

Anche la qualità della sabbia influisce non poco per la formazione di buona malta da intonaco. La sabbia migliore è quella silicea scevra di argilla e di altre sostanze terrose, poichè basterà la percentuale del 5 di sostanze terrose per danneggiare seriamente un intonaco. Laonde se la sabbia non è pura bisognerà lavarla con acqua abbondante che porti via l'argilla, la creta, ecc. prima di adoperarla.

§ 2.

LA RABBOCCATURA, IL RINZAFFO E L'ARRICCIATURA.

Un intonaco si eseguisce ordinariamente con diversi strati di malta di cui lo spessore complessivo varia tra 15 e 25 mm. In ogni intonaco quindi occorre distinguere la *stuccatura delle commessure* o *rabboccatura*, il *rinzaffo* e l'*arricciatura*.

La *rabboccatura* è generalmente la prima operazione che si eseguisce per preparare e favorire l'applicazione dell'intonaco. Consiste questa operazione nello stuccare le commessure esteriori esistenti fra i materiali (pietre, mattoni, ecc.) di cui si com-

pongono i muri allo scopo di consolidare i materiali medesimi e di congruare viepiù la superficie delle pareti. A tale scopo alla rabboccatura si fa talvolta seguire la *rincocciatura*, per riempire le parti mancanti, allora quando le pareti non si presentano regolari.

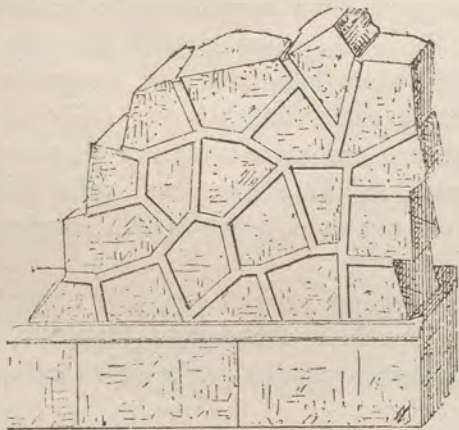


Fig. 771.

Alla sola stuccatura delle commessure si ricorre invece nelle costruzioni in pietra da taglio nelle quali, essendo le facce dei massi accuratamente lavorate, si può tralasciare l'intonaco intero e l'edificio conserva il carattere di grandiosità che gli deriva dall'impiego delle pietre da taglio. Si stuccano così le commessure nei muri a *rivestimento* od a *cortina* di pietre, o di mattoni, od in generale in quei muri nei quali, mentre bisogna porre ogni cura perchè l'acqua non penetri fra i giunti, non si può o non si ritenga opportuno applicare l'intonaco continuo.

Le stuccature in vista si eseguono con malta cementizia, con malta idraulica o con mastici. Le malte da confezionarsi per simili stuccature devono essere composte con materiali di ottima qualità e manipolati con cura di maniera che l'adesione coi materiali riesca perfetta e si evitino le screpolature durante il loro disseccamento.

Sovente alle malte destinate alla rabboccatura delle commessure si aggiunge della terra colorante che le dia un colore simile a quello della pietra da stuccare, affinchè il muro abbia una tinta uniforme e costante.

Nelle murature ad opera incerta sovente la stuccatura delle commessure si eseguisce in maniera da fare aggettare un listello di malta lungo i giunti delle pietre (fig. 771). A questo listello si assegna di solito la sezione rettangolare di cm. 1 di altezza

per cm. 2 a 5 di larghezza e l'operazione si compie semplicemente con la cazzuola.

Nelle strutture regolari di pietre da taglio la stuccatura delle commessure si eseguisce per mezzo di apposita stecca di ferro sagomata di maniera che la stuccatura applicata prima con la cazzuola e lavorata poscia con la stecca risulti liscia e di uniforme spessore. La forma della stuccatura può essere una di quelle riportate dalla fig. 772, nella quale in *a* si ha una commessura che a lavoro compiuto si presenta profilata secondo un tondino emergente, in *b* secondo un solco ad angolo rientrante ed in *c* secondo un tondino incastrato e nascosto. Di queste stuccature le due ultime sono preferibili perchè oltre a dare un aspetto gradevole al lavoro sono meno soggette a guastarsi.

Il *rinzaffo* è il primo strato continuo di malta di cui risulta l'intonaco, che si dà alle pareti dei muri. Si chiama anche *intonaco rustico* allora quando con questo strato si limita l'intonacatura dei muri, come di solito si pratica nelle cantine, nei magazzini ed in genere nelle rustiche costruzioni.

Consiste il rinzaffo nell'intonacare la superficie esterna dei muri con uno strato di malta dello spessore di 6 a 8 mm. che il muratore dà e spiana con la cazzuola per congruare, dopo avere nettato con la scopa e bagnato ben bene con un inaffiatto la parete. Di ordinario il rinzaffo si fa con malta di calce grassa e sabbia, non è però escluso che si possa fare con malta di calce idraulica e sabbia o di calce, sabbia e pozzolana, dipendentemente dai materiali di cui più facilmente si dispone e dallo scopo cui deve servire l'intonaco.

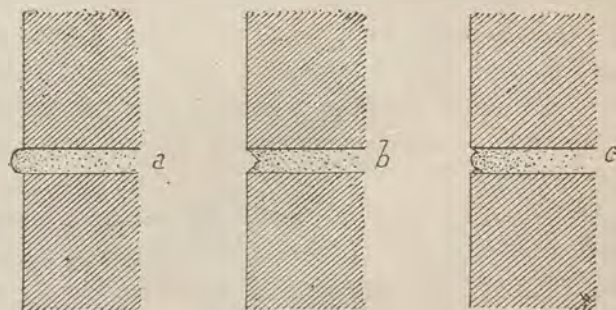


Fig. 772.

Il rinzaffo si può eseguire con malta assai fluida data a spruzzo con la cazzuola sulle pareti. Per questo genere di rinzaffo, che più propriamente è detto *arricciatura a spruzzo*, convengono malte piuttosto grossolane, composte cioè con sabbia grossa,

talvolta anche mista a ghiaietta. L'arricciatura a spruzzo tiene meglio del rinzafo liscio perchè nella sua esecuzione la malta dopo applicata non viene disturbata durante il processo di indurimento.

Talvolta il rinzafo anzichè essere spianato con la cazzuola lo si picchetta con una scopa spuntata, ovvero con una scopetta di fili di ferro allo scopo di assegnargli un aspetto uniforme; si ha così il così detto *rinzafo picchettato*. Questo lavoro, che si eseguisce durante il tempo in cui la malta fa presa, viene raccomandato allora quando lo strato di intonaco che vi si deve sopra distendere è destinato a ricevere lavori di graffito o di pittura.

L'*arricciatura* detta altrimenti *intonaco civile* è il secondo e di solito anche l'ultimo strato dell'intonaco. Essa consta propriamente di due ed anche di tre strati di malta di cui soltanto l'ultimo viene sottoposto alla lisciatura. Si adopera tanto nei muri di facciata quanto nei muri interni. L'*arricciatura* è una operazione ben diversa dal rinzafo sia per la sua levigatezza, sia per lo spessore degli strati, sia per il modo di eseguirla.

La levigatezza dell'*arricciatura* dipende dalla finezza dei granelli di sabbia che entrano nella composizione della malta. A tal'uopo quando si vuole arricciare una parete si applica un primo strato di malta sottile e si lascia rustico, e quando questo comincia a indurire e a screpolarsi, si distende un secondo strato di malta a granelli di sabbia più fini (detto *tonachino* o *arenino*) e spesso anche un terzo strato di intonaco sottile e fine lisciandone l'ultimo.

La lisciatura si pratica con lo *sparviere* o *fratizzo* (fig. 77), che è di legno duro ed è costituito

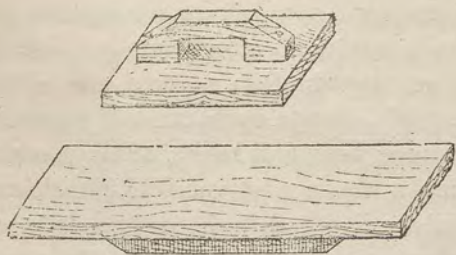


Fig. 77.

da una tavoletta rettangolare portata da un manico pure di legno in guisa da assumere la forma di un ferro da stirare. Le dimensioni del fratizzo variano secondo che questo viene adoperato con una sola mano o con ambo le mani ed anche secondo che la

parete è piana o curva. Nel primo caso, quando la parete è piana, conviene assegnare dimensioni piuttosto grandi al fratizzo per condurre più sollecitamente il lavoro (20 a 50 per 10 a 15 cm.), nel secondo invece, perchè lo sparviere meglio si adatti alla curvatura della parete intonacata, conviene sia piccolo (0,10 per 0,15 circa). Col fratizzo si stropiccia l'*arenino* fino a che la sua superficie non si presenti congruagliata e liscia.

§ 3.

L'ESECUZIONE DI UN INTONACO COMUNE

SULLE PARETI E SUI SOFFITTI.

Per eseguire l'intonaco liscio comune sopra una parete, dopo avere applicato il rinzafo, per ottenere un piano verticale a perfetto traguardo, si comincia collo stabilire con malta e frammenti di cotto dei capisaldi sulla parete da intonacare, aventi la grossezza corrispondente a quella che deve avere l'intonaco, distanti orizzontalmente l'uno dall'altro 1 a 2 metri e congiunti due a due in senso verticale per mezzo di una striscia verticale di malta, larga 15 cm. circa, detta *guida* o *lista*, per la formazione della quale si fa uso del regolo e del filo a piombo. Tutte le liste o guide di una stessa parete devono trovarsi con le loro faccie in un solo piano verticale, quello che deve avere l'intonaco ultimato.

Poichè si intonacano i larghi campi intermedi a ciascuna coppia di guide, applicando malta e facendo scorrere sulle guide un regolo che serve a togliere la malta che avanza e indicare al muratore le parti di superficie depresse sulle quali egli deve applicare altra malta finchè tutta la superficie dell'intonaco è ridotta a un perfetto piano verticale.

Sopra l'*arricciatura* così congruagliata, allora quando la malta è alquanto consolidata e cominciano a manifestarsi le piccole fenditure, si distende lo strato di *arenino* o *tonachino* che si stropiccia con lo sparviere per dare alla parete piana la dovuta levigatezza. È necessario in questa operazione di inumidire continuamente l'intonaco spruzzandolo con acqua col l'aiuto di un pennello, sicchè l'operaio porta in una mano lo sparviere e nell'altra il pennello. Di tanto in tanto si controlla diligentemente il lavoro col regolo per ottenere un piano a perfetto traguardo. Si raccomanda però di non fregare con lo sparviere

più dello stretto necessario, altrimenti l'intonaco si prosciuga troppo presto, specialmente nella stagione calda, si stacca internamente ed ha breve durata.

Per ottenere pareti ben levigate si usa manipolare con convenienza la malta fine crivellata, aggiungendovi circa $\frac{1}{20}$ di gesso in polvere, per la formazione dello strato esteriore dell'intonaco. Adoperando invece calce e gesso finamente macinati ed impastati con acqua si ottiene l'intonaco così detto a *stucco*.

In generale una arricciatura eseguita con malta di calce richiede che la calce sia completamente spenta e colata con diligenza. Non seguendo questa pratica potranno incorrere nella malta dell'intonaco dei piccolissimi frammenti di calce viva non completamente spenta, i quali idratandosi lentamente ed aumentando perciò di volume, producono delle bolle che sono uno dei principali difetti di un intonaco.

Allora quando si deve intonacare lo spigolo vivo

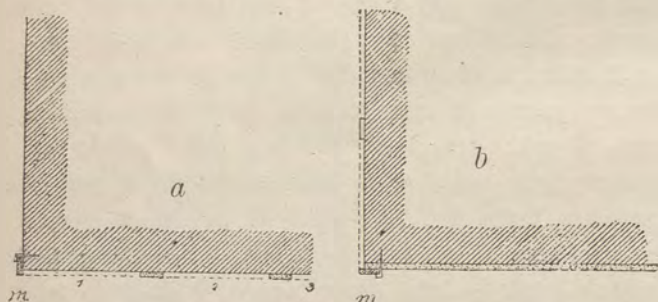


Fig. 774 a.

Fig. 774 b.

di due pareti per mezzo di chiodi si fissa un regolo *m* a sezione rettangolare sulla parete ad angolo con quella che si deve arricciare, in guisa che il margine del regolo si trovi nello stesso piano delle guide della parete da intonacare (fig. 774 a). Quindi si arriccia il campo 1 nella stessa guisa come si arricciano i campi 2, 3, ecc. Quando l'intonaco così disteso si è alquanto prosciugato, si toglie il regolo e lo si applica similmente sulla parete intonacata, di guisa, cioè, che il suo margine corrisponda al piano delle guide della parete non ancora intonacata (fig. 774 b).

Arriccata questa parete, si rimuove il regolo e si ha lo spigolo che si desidera. Il procedimento non varia qualsivisia l'angolo secondo cui le pareti si incontrano e qualunque sia la loro inclinazione. Se per caso una parte di intonaco si stacca lungo lo spigolo, converrà fissarvi dei chiodi zincati fra

cui si tesse del filo di ferro zincato, per mantenere con mezzo meccanico il nuovo intonaco ed impedire che il medesimo torni a staccarsi.

Se la parete del muro è destinata a ricevere delle pitture a tempera ossia a colla, a cera, ecc. è necessario proscrivere assolutamente l'uso del gesso nella confezione della malta per l'intonaco, perchè il gesso assorbe facilmente l'umidità atmosferica e produce quindi facilmente delle macchie di umidità che oltre a rendersi più visibili nelle pareti dipinte, danneggerebbero le pitture. L'intonaco si farà con malta di calce grassa e sabbia quarzosa nella proporzione di 1 di calce e 3 di sabbia distesa a tre o quattro riprese sottili sulla parete, avendo cura di applicare uno strato appena il precedente si è fatto alquanto consistente, lisciandolo volta per volta. L'ultimo involucro si fa consistere in uno strato di malta di 4 a 6 mm. di spessore composta con uno di calce grassa e $3\frac{1}{2}$ di polvere fine di marmo che si porta a pulimento perfetto per ricevere le pitture allora quando si è bene prosciugato.

Maggiore diligenza richiede l'arricciatura sulle pareti curve. In questo caso, se trattasi di superficie cilindriche, coniche o di altre superficie di rotazione giova servirsi di guide di legno mobili intorno l'asse di rotazione. Lo sparpiniere poi deve in ogni caso assecondare la curvatura della superficie.

Per la formazione di modanature sporgenti, fasciamenti, cornici, ecc. l'arricciatura si ottiene lasciando l'intonaco con una sagoma di tavoletta di legno, rivestita di lamiera di ferro, avente il profilo corrispondente a quello della cornice o della sagoma che si domanda. Di queste sagome essendosi trattato nella formazione delle cornici in genere, rimandiamo il lettore a quel capitolo (§ 14, Vol. I, pag. 366).

L'intonacatura di una cornice si eseguisce gettando la malta sulla medesima e togliendo la parte di malta eccedente per mezzo della sagoma che si fa scorrere sulle guide. Questa operazione si ripete, avendo cura di nettare bene e di bagnare la sagoma ad ogni ripresa, fino a che non si verifichi più alcuna mancanza sulla continuità della superficie della cornice. L'ultimo strato di malta fine (mista con gesso se la cornice è interna, con cemento se questa è esterna) è quella che termina la cornice con spigoli vivi e ben determinati. Questo strato si liscia a perfezione mediante scorrimenti di va e vieni della sagoma.

Più difficile ancora riesce l'arricciatura delle volte. Quivi non si può fare uso di guide lunghe e distese

come per le pareti, e gli spigoli salienti e rientranti devonsi condurre con precisione se si vuole che l'occhio non ne soffra. Giova molto alla riuscita dell'arricciatura la buona condotta della superficie di intradosso della volta. Se questa è stata eseguita con regolarità, il muratore terrà presente che basterà mantenere costante lo spessore dell'intonaco, che egli applica, per ottenere una arricciatura soddisfacente. In caso diverso egli non disporrà che di brevi guide di intonaco che potrà stabilire soltanto nelle parti più pianeggianti della volta. Il regolo, lo sparviere e soprattutto la buona pratica dell'operaio completano il lavoro.

I soffitti piani ed i soffitti centinati presentano relativamente le medesime difficoltà delle pareti dei muri e delle volte per essere intonacati. Per gli uni e per gli altri quindi si seguono le medesime norme per l'esecuzione dell'intonaco civile. Speciale cura invece richiede l'esecuzione del rinzafo, ossia del primo strato dell'intonaco che si applica direttamente sul tessuto del soffitto. Poichè è evidente che se il rinzafo si attacca bene al tessuto, tutto l'intonaco resta unito all'armatura del soffitto e difficilmente si stacca.

Se il tessuto del soffitto è fatto di canne, intiere o acciaccate, conviene che il rinzafo si dia a spruzzo, piuttosto con forza, con malta comune di calce grassa e sabbia, alla quale si aggiunge circa $\frac{1}{30}$ di gesso in polvere, se si vuole che il rinzafo meglio aderisca e presto si consolidi. Soltanto quando si è bene asciugato il primo strato di rinzafo si sovrapporrà il secondo che si liscia semplicemente con la cazzuola e quindi poi i successivi che costituiscono l'arricciatura, l'ultimo dei quali si liscia col regolo e con lo sparviere.

Vi ha chi sostituisce, al gesso, il cemento, allo scopo di evitare che si manifestino alla superficie esteriore dell'intonaco delle tracce di umidità che il gesso facilmente assorbe dall'aria; però è preferibile che nè il gesso, nè il cemento entrino a far parte della malta per la costruzione degli intonachi da soffitti, allora quando il loro tessuto è fatto di canne, che si adopero del gesso solo quando il soffitto è imbottito e del cemento quando il tessuto è fatto di rete metallica.

§ 4.

L'INTONACO A STUCCO.

Per intonaco a stucco si intende quella arricciatura o intonaco civile ultimato con uno strato di malta detto *stucco*. Questo si ottiene mescolando in parti

eguali la calce grassa molto bene spenta con polvere finissima di marmo bianco. La calce deve essere bianchissima, cotta a dovere e spenta in acqua abbondante; allorchè viene staccata si fa riposare per due o tre mesi prima di essere adoperata. La polvere di marmo da preferire è quella di marmo di Carrara, perchè, oltre ad essere lucida più delle altre, si presenta bianchissima e brillante.

Un buon stucco si ottiene anche impastando calce grassa, con polvere di alabastro o di gesso non cotto, nel rapporto di 1 a 2, ovvero semplicemente bagnando il gesso di Bologna polverizzato, detto *scagliola*, con acqua e colla di Fiandra. Queste qualità di stucco convengono però soltanto pei lavori interni e lontani dall'umidità e si impiegano o direttamente sul posto, ovvero gettando l'impasto in forme o modelli per ottenere decorazioni che si applicano alle pareti. Gli stucchi possono colorarsi prima di essere adoperati, ossia all'atto di essere preparati, ovvero possono colorarsi allorchè si applicano alle pareti. Gli intonachi in stucco opportunamente colorati costituiscono i così detti *intonachi a finto marmo* da distinguere dai lavori di *marmo artificiale* i quali, come diremo meglio in seguito, son fatti principalmente con gesso.

Gli intonachi a stucco si distinguono in *matiti* e *lucidi*. Un intonaco a stucco matto si ottiene prima rinzafo la parete con malta comune, poscia arricciandola col solito uso delle guide e del regolo, quindi intonacandola con arenino che si spiana e si stropiccia con lo sparviere come in un intonaco comune. Sopra quest'ultimo strato di malta si applica infine un sottile strato di stucco, dello spessore di 2 a 3 mm., che viene condotto a perfetta levigazione per mezzo di una piccola cazzuola (*cazzuola da stuccatore*). Ciascuno strato di malta si applica solo quando lo strato precedente si è alquanto indurito e comincia a manifestare le piccole screpolature proprie del disseccamento. Lo stucco si prepara poco per volta nella quantità che può essere adoperata dall'operaio specialmente se è fatto a base di gesso.

La formazione degli stucchi lucidi, specialmente se sono colorati, ha lo scopo di imitare i marmi allorchè questi vengono portati a perfetto pulimento. Si ottengono gli stucchi lucidi seguendo lo stesso procedimento di applicazione, accennato in precedenza, distendendo, cioè, sopra un intonaco comune, preferibilmente idraulico, uno strato di stucco di pochi millimetri di spessore, colorato uniformemente con un colore terroso simile a quello di fondo del marmo

che si vuole imitare, che si liscia con un pialletto rivestito di feltro bianco. Mentre la superficie è ancora umida si possono dipingere con un pennello le venature del marmo usando dei colori in diverse gradazioni disciolti in acqua e colla di gelatina. Nel dipingere le venature si avrà cura di non addossare un colore all'altro e di pulire col dito le possibili macchie, ciò che richiede certamente una abilità artistica nell'operaio che li eseguisce. Indi, per ottenere la lucidatura, con la cazzuola da stuccatore si frega fortemente lo stucco procedendo in modo eguale ed a liste successive dopo avere spalmata la superficie di una vernice fatta a caldo con acqua e 1 di sale tartaro e 4 di cera. Questa vernice lasciata raffreddare diventa untuosa e si applica sulla superficie dello stucco colorato con un pennello. Allorchè questo si è alquanto indurito, si potrà spingere ulteriormente il grado di lucidatura fino ad ottenere il lucido brillante del marmo, stropicciando la superficie con un ferro caldissimo.

§ 5.

L'INTONACO DI MARMO ARTIFICIALE.

L'intonaco di marmo artificiale, chiamato anche *stucco-marmo* o semplicemente *marmotidea*, si applica direttamente sulla superficie da rivestire senza l'intermezzo dell'intonaco comune a base di calce, perchè questo non fa presa con quello di gesso che costituisce essenzialmente l'intonaco a stucco-marmo.

Il rivestimento di marmo artificiale raramente si applica alle modanature, alle cornici, agli ornati, ecc. per le difficoltà che queste superficie offrono alle operazioni di pulitura e di fregatura, da cui in gran parte dipende la buona riuscita del rivestimento marmoreo; per la qual cosa l'applicazione di questo ordinariamente è limitato alle lesene, alle colonne, agli imbasamenti, ecc.

Lo stucco-marmo si apparecchia nel modo seguente. Si prepara un impasto di gesso della migliore qualità (scagliola) bene stacciato, con acqua di colla gelatinosa a cui si aggiunge il colore corrispondente a quello di fondo del marmo da imitare: questo impasto si pratica con la cazzuola in un truogolo di legno.

Poi si preparano diversi altri impasti simili, meno voluminosi, ciascuno dei quali si colora con la rispettiva tinta e gradazione della venatura del marmo

da imitare. Quindi di queste masse se ne prendono delle porzioni proporzionali alle masse colorate del marmo ed in quantità corrispondente al lavoro da compiere (lesena, colonna, ecc.). Di queste porzioni se ne fa un mucchio e si impastano in maniera però che le singole parti non siano troppo mescolate l'una all'altra. Durante questa operazione si spruzza sulla massa un liquido formato con gesso, acqua e colla di un solo colore (detta *salsa*) per la formazione di venature o con più liquidi, se si richiedono venature di diverso colore o di diversa gradazione, formando del tutto una pallottola che a guisa di pane si taglia tosto con un coltello in fette strette che si applicano, dopo averle bagnate con acqua una per una, sulla parete in ordine secondo l'andamento che si vuole dare alle venature, comprimendole e stropicciandole con la cazzuola finchè le singole fette formino una massa unica.

A tale scopo la parete si prepara ripulendo prima tutte le commessure fra i materiali che la compongono di tutte le particelle calcari, che, come abbiamo detto innanzi, agirebbero da isolanti col materiale dello stucco. Quindi sopra i materiali denudati si spruzza il così detto *strato di fondo*, il quale si forma con un miscuglio di gesso e sabbia fine in parti eguali sciolti in acqua di colla (25 gr. di colla in 8 a 10 litri di acqua). Lo strato di fondo si distende come un intonaco sottile dello spessore di appena mm. 1 a 1 $\frac{1}{2}$, dovendo conservare la superficie greggia e rugosa dei materiali, perchè lo stucco a marmo si attacchi bene. Sopra questo strato di fondo, allorchè è bene disseccato, si applica lo stucco, bagnando bene prima il posto dove viene eseguito il lavoro.

Dopo che è applicato lo stucco si conguaglia col regolo e con le guide, si levano le parti eccedenti e si colmano le parti di superficie depressa, quindi si torna a conguagliare e poscia con un pennello vi si distende sopra un po' dello stesso stucco di fondo ridotto liquido per otturare i fori e le fessurine che per caso fossero rimaste.

Terminato così il processo di applicazione della marmotidea si passa alla liscatura che si effettua con una pietra cote ordinaria, poi con una pietra cote più fina ed in ultimo con un pezzo di ematite (pietra sanguigna) con la quale si ottiene il lucido, avendo cura di spalmare la superficie con acqua in cui è sciolta poca colla con poco gesso ad ogni liscatura che si pratica. Il lucido si rende più vivace e più duraturo mediante una spalmatura di cera sciolta

in olio di trementina che si strofina con un panno di lana o di seta bene asciutto; quest'operazione si ripete tutte le volte che il lucido viene a sparire.

§ 6.

GLI INTONACHI IDROFUGHI.

Per *intonaco idrofugo* si intende il rivestimento di qualsiasi materiale adatto a preservare i muri dall'umidità od a impedire che dalle murature umide possa l'umidità trasmettersi ai corpi ed all'ambiente circostante.

Oltre al danno estetico che apportano le macchie di umido che si manifestano alla superficie delle pareti intonacate e dipinte, l'umidità danneggia le murature, perchè l'acqua agendo meccanicamente rammolisce alcuni materiali, rendendoli permeabili, congelandosi poi e disgelandosi sotto le variazioni di temperatura, opera come leva di spostamento, mentre agisce in pari tempo chimicamente, trasportando seco ossigeno ed acido carbonico, materie facilmente combinabili con i materiali da costruzione e poichè può contenere dei germi organici, che trovano facile sviluppo nelle insenature dei materiali medesimi, rende inadatti i locali di abitazione anche dal punto di vista igienico.

Gli intonachi idrofughi hanno principalmente lo scopo di rendere salubri le mura dei locali di abitazione e se non sempre il loro scopo è raggiunto, lo è perchè molte volte giova più eliminare la causa dell'umidità che l'effetto.

I caratteri essenziali che deve possedere un intonaco idrofugo sono la *forte aderenza* al muro cui viene applicato, il *pronto indurimento* a contatto dell'umidità, la *resistenza* dell'azione del calore e la formazione di una *superficie compatta ed omogenea*, tale da permettere che vi si possa dipingere od applicare le tappezzerie, allora quando tra queste e quello non si interponga l'intonaco comune.

Passeremo qui brevemente in rassegna i principali composti idrofughi proposti sinora e raccomandati, alcuni a base idraulica, altri a base di olii essiccativi ed altri infine a base bituminosa. La scelta dell'idrofugo naturalmente dipenderà dalla sua composizione e dalla natura del materiale che costituisce la parete, dal genere di intonaco che lo deve coprire, nonchè dalle condizioni di luogo in cui si trova il muro da risanare.

Per impedire che l'umidità risalga dal sottosuolo in una struttura murale per effetto della capillarità, si suole interporre poco al di sopra delle fondazioni o uno strato di sostanze che assorbono l'umidità come calce spenta, scorie ferruginose, ecc., fra i filari di pietra o di mattoni, ovvero più efficacemente una sottile lamina di piombo a fior di terra fra due letti di pietra.

Se l'umidità non è abbondante può bastare uno strato di malta cementizia di 1 a 2 cm. di spessore, la quale si applica anche alle pareti allora quando l'umidità tenta di infiltrarsi attraverso le medesime.

L'*intonaco cementizio* si rende ancora più impermeabile se viene ricoperto di uno strato di intonaco più fine di 3 a 4 mm. di spessore che si pulisce e si liscia fortemente con la cazzuola o con nettatoio metallico fino a inoltrato consolidamento, avendo cura di preservarne la superficie dall'azione dei raggi solari fino a che non si sia perfettamente asciugato.

Un intonaco a base di olio di trementina è quello noto col nome di *preservatore Leo* che si applica alle pareti per mezzo di un pennello in due strati successivi, il secondo dei quali si dà, appena il primo si è essiccato. Il suo colore è grigio lucido ed 1 kg. basta a spalmare 8 mq. di superficie.

Quando non è indispensabile ottenere una superficie di tinta chiara si adatta con molta convenienza l'*idrofugo Moller* a base di catrame, di colore nero, molto solido ed impermeabile. Si applica a caldo (60 gradi) spalmato in due strati successivi mediante un pennello. Un kg. basta a ricoprire 15 mq. di superficie.

Fondendo della *cera vergine in olio essiccativo di lino* nel rapporto di 3 a 10 a cui si aggiunge 1 di biacca di piombo in polvere si ottiene un intonaco idrofugo che si applica efficacemente a caldo con pennello in doppio strato.

Anche la *paraffina* fusa spalmata sopra una parete la preserva dall'umidità.

La *pania marina*, formata di olio bituminoso, catrame e bianco di zinco, è un ottimo preservativo dall'umidità adoperato in due strati, prestandosi per essere ricoperto da pitture o da tappezzerie senza che provochi alterazione alcuna nei colori. Un kgr. basta a coprire 2 mq. di superficie.

Il *mastic Macabeo* composto di pece 6 parti, acqua ragia 0,2, bitume 1,9, cera 0,4, sego 0,3,

calce idraulica spenta all'aria 0,6, cemento romano 0,6 si applica vantaggiosamente sui muri vecchi e sui nuovi come sui legni e sopra le opere di minuteria. Un kg. di mastice basta per coprire 4 mq. di superficie.

Il *mastice di Vauban* consta di 5 a 6 parti, di calce viva in polvere impastata con olio essiccativo di lino e 2 parti di cemento stacciato o 10 parti di pozzolana in polvere. Il miscuglio si rimesta e si batte con un pestello per 12 ore e, dopo averlo fatto riposare per altre 12 ore, si rimesta per altra mezz'ora e quindi si applica in 5 o 6 strati di pochi millimetri di spessore con intervallo di 3 o 4 giorni l'uno dall'altro. L'ultimo strato si liscia col nettatoio metallico. Questo mastice esige che la parete sulla quale si applica sia ben pulita.

Il *bitume artificiale della Giudea* si applica con pennello sulle pareti e risulta così composto: bitume della Giudea parti 25, bitume di Bastennès 20, asfalto di Seyssel 25, cera 1, polvere di coke 29. Questo bitume aderisce assai bene ai muri, e si secca facilmente.

Il *mastice di Haumann* a base di caucciù si distende pure col pennello sulle pareti, allorchè è stato fuso, in uno strato di 1 a 2 mm. di spessore. kgr. 10 bastano per coprire 4 mq. di superficie.

Il *mastice di Thénard* si ottiene impastando con olio di lino 93 p. di polvere fine di coccio con 7 p. di litargirio in polvere. Questo mastice acquista tale durezza da rigare il ferro, sicchè si presta anche per coprire terrazze e saldare pietre.

Il *mastice di Corbel* consta di 6 p. in peso di coccio passato allo staccio di seta, 1 p. di litargirio in polvere, 1 di cerussa in polvere, 1 di olio essiccativo e 3 di olio di lino. Le diverse materie devono essere mescolate, e macerate col macinello in modo da non distinguere più i diversi ingredienti. Si presta per coperture di terrazze.

Il *mastice Dihl* si prepara tritutando e mescolando con olio di lino 46 p. di detriti delle fabbriche di porcellana ridotti in polvere, con 4 p. di litargirio.

Il *mastice della Rochelle* si compone con 14 p. di sabbia silicea, 14 p. di pietra calcare polverizzata, di 1 di litargirio ed olio di lino nel quale si macerano e si impastano gli ingredienti.

Oggigiorno è in voga lo smalto *Adamas*, il quale per le sue qualità antisettiche ed idrofughe trova facile posto in questa categoria di materiali. L'*Adamas* si

applica tanto sulle pareti, come sopra qualunque manufatto di legno, di ferro, di terra cotta, ecc. Due strati distesi con un pennello di setola sono sufficienti per rivestire ed isolare una parete, la quale così riesce anche lucida e lavabile, per cui può anche omettersi la tappezzeria nei locali abitati. A tale scopo viene fornito in diversi colori a richiesta.

§ 7.

LE TINTE USATE NELL'ARTE EDILIZIA.

Chiamansi tinte i colori, stemperati generalmente in speciali liquidi, che si applicano alle pareti esterne od interne dei fabbricati, nonchè alle opere di falegnamerie, di fabbro, ecc. per abbellire le pareti e le opere medesime o per preservarle dal contatto dell'atmosfera.

Le tinte possono essere composte con sostanze diverse dipendentemente dall'uso a cui vanno adibite e dal luogo in cui vengono applicate. Secondo la loro intonazione o gradazione possono distinguersi in *tinte unite* o *tinte piane*, ossia quelle che mantengono la stessa forza o gradazione in ogni loro parte, senza chiaroscuri nè sfumature, e *mezze tinte* quelle che non hanno la forza di un colore assoluto, e possiedono una gradazione intermedia tra il bianco ed il colore medesimo. Si dice poi *tinta schietta* quella che risulta dalla combinazione di un solo colore col bianco e *tinta composta* quella che si ottiene con la combinazione di 2 o più colori col bianco; *tinte locali* diconsi infine quelle tinte che sono proprie dell'oggetto che naturalmente li possiede, come l'azzurro del cielo, il verde olivo, il grigio perla, ecc.

Le tinte si ottengono stemperando i colori nell'acqua, nell'olio, nella vernice, ecc. a cui si aggiungono delle sostanze per meglio fissarle alle pareti. I colori quanto più finamente sono macerati tanto più facilmente si stemperano, si mescolano e danno una tinta bella ed unita. La macerazione dei colori è quindi oggetto di una cura speciale da parte del pittore e del decoratore. I colori si macerano col pestello fino a che non siano ridotti impalpabili, aggiungendo soltanto dell'acqua o dell'olio per facilitarne l'operazione. Questa oggidi forma oggetto di una industria speciale per cui i colori sono posti in commercio preparati e pronti per essere applicati.

La terra gialla, la terra d'ombra, quella di Siena, le ocre, le terre rosse, le nere, ecc. con tutte le

gradazioni di cui sono suscettibili a seconda dell'intensità di cottura cui vengono sottoposte, sono gli ingredienti più economici e più di sovente usati nella tinteggiatura delle pareti dei fabbricati. Per ottenere bei colori e per la tinteggiatura di opere speciali, si adoperano invece colori più fini in luogo delle terre, quasi sempre uniti al bianco fornito dalla calce spenta per tinteggiare i muri e dall'ossido di zinco o dal carbonato di piombo per colorire le altre opere.

Dal Curioni (1) ricaviamo le proporzioni in peso qui sotto riferite dei colori da impiegarsi nella formazione delle tinte principalmente usate:

1. *Tinta bianca di fondo*, $\frac{2}{3}$ di cerussa ed $\frac{1}{3}$ di bianco di Spagna.

2. *Tinta bianca ordinaria*, $\frac{3}{4}$ di cerussa ed $\frac{1}{4}$ di bianco di Spagna.

3. *Tinta bianca fine*, $\frac{49}{50}$ di cerussa e $\frac{1}{50}$ nero fumo.

4. *Tinta azzurra*, $\frac{1}{2}$ di tinta bianca fina e $\frac{1}{2}$ di azzurro di Prussia.

5. *Tinta azzurrino di ardesia*, $\frac{1}{2}$ di tinta bianca fina, $\frac{1}{4}$ di azzurro di Prussia e $\frac{1}{4}$ di nero fumo.

6. *Tinta bigia*, $\frac{63}{64}$ di tinta bianca e $\frac{1}{64}$ di nero fumo.

7. *Tinta grigia perlata*, $\frac{78}{80}$ di tinta bianca, $\frac{1}{80}$ nero vegetale e $\frac{1}{80}$ azzurro di Prussia.

8. *Tinta color bronzo*, $\frac{2}{3}$ di ocre gialla e $\frac{1}{3}$ di nero vegetale.

9. *Tinta color castagno*, $\frac{4}{5}$ di ocre rossa e $\frac{1}{5}$ di nero vegetale.

10. *Tinta celeste*, $\frac{7}{8}$ di tinta bianca e $\frac{1}{8}$ di azzurro di Prussia.

11. *Tinta giallo-paglia*, $\frac{7}{8}$ di tinta bianca fina e $\frac{1}{8}$ di giallo santo.

12. *Tinta giallo castagno*, $\frac{3}{4}$ di giallo di Napoli e $\frac{1}{4}$ di minio aranciato.

13. *Tinta gialla color pietra*, $\frac{4}{5}$ di tinta bianca fina e $\frac{1}{5}$ d'ocra gialla.

14. *Tinta gialla pallida*, $\frac{4}{5}$ di tinta bianca fina e $\frac{1}{5}$ di giallo minerale.

15. *Tinta di legno noce*, $\frac{4}{7}$ di tinta bianca fine, $\frac{2}{7}$ di terra d'ombra e $\frac{1}{7}$ d'ocra rossa.

16. *Tinta olivastra*, $\frac{4}{5}$ d'ocra gialla e $\frac{1}{5}$ di nero vegetale.

17. *Tinta nera*, $\frac{47}{50}$ di nero fumo e $\frac{3}{50}$ di terra d'ombra.

18. *Tinta rosso mattone*, $\frac{4}{5}$ d'ocra rossa e $\frac{1}{5}$ di minio aranciato.

19. *Tinta rosso scura*, $\frac{7}{8}$ d'ocra rossa e $\frac{1}{8}$ di nero vegetale.

20. *Tinta rosso vivo*, $\frac{2}{3}$ di minio e $\frac{1}{3}$ di minio aranciato.

21. *Tinta verde mare*, $\frac{4}{7}$ di tinta bianca fina, $\frac{1}{7}$ di giallo santo, $\frac{1}{7}$ di giallo di Napoli e $\frac{1}{7}$ d'azzurro di Prussia.

22. *Tinta verde bronzo*, $\frac{2}{3}$ d'ocra gialla e $\frac{1}{3}$ di nero vegetale.

23. *Tinta verde prato*, $\frac{2}{3}$ di giallo santo e $\frac{1}{3}$ di azzurro di Prussia.

24. *Tinta verde rame*, $\frac{3}{4}$ di tinta bianca ed $\frac{1}{4}$ di verderame.

25. *Tinta verde scura*, $\frac{4}{16}$ di tinta bianca fina, $\frac{4}{16}$ d'ocra gialla, $\frac{4}{16}$ di giallo santo, $\frac{3}{16}$ d'azzurro di Prussia ed $\frac{1}{16}$ di nero vegetale.

§ 8.

LE VARIE SPECIE DI TINTEGGIATURE.

Le tinteggiature che si impiegano per pitturare le pareti si compongono stemperando i colori, già macerati e pronti per l'uso, in liquidi adatti a fissarli sulle pareti, allorchè questi si siano prosciugati. La scelta di queste sostanze si fa dipendere dal luogo in cui la tinta deve essere applicata e dalla natura dell'oggetto a dipingersi.

Le soluzioni più ordinariamente usate sono l'acqua di calce, l'acqua di colla, di latte o di altra materia mucillaginosa, l'olio e la vernice. Ond'è che le tinteggiature si distinguono in quattro specie diverse in corrispondenza delle sostanze in cui vengono sciolti i colori e cioè tinte a *calce*, tinte a *colla*, tinte ad *olio* e tinte a *vernice*.

Le tinte a calce dette anche tinte a *guazzo* sono adatte per la tinteggiatura delle fronti esterne dei fabbricati e delle pareti dei grandi cortili. Si compongano queste tinte sciogliendo i colori (terre coloranti) nel così detto *latte di calce* preparato diluendo nell'acqua della calce grassa spenta bianchissima. A tal uopo la calce si spegne, come di consueto, nei truogoli, quindi si deposita in recipienti, dove si conserva, badando che sia sempre coperta da uno strato di acqua. La calcina è migliore quanto più è vecchia; più è recente e calda, più è soggetta a screpolarsi.

(1) *Materiali da costruzione.*

Non vi sono norme categoriche che fissano le quantità degli ingredienti che entrano a far parte di queste tinteggiature. Il carbonato di calce, a cui sovente si unisce o si sostituisce il solfato di calce, finamente polverizzato, si proporziona in maniera da ottenersi, con l'acqua, un liquido della densità del latte, se questo è destinato a coprire pareti che si trovano in buono stato. Per pareti vecchie, per quelle intonacate con gesso, ecc. che assorbono molta quantità di liquido, converrà che questo sia più diluito.

Le terre coloranti si aggiungono in maniera da ottenere col bianco di calce quella gradazione di tinta che si desidera; molto quindi dipende dalla esperienza dell'imbianchino e dall'esito dei saggi di tinteggiatura che questi di ordinario pratica sopra una parete prima di fare la scelta.

La tinteggiatura a calce o a guazzo si pratica distendendone con un grosso pennello a manico obliquo sulla parete due o tre mani, ciascuna diretta in senso normale all'altra, per meglio nascondere le strie lasciate dal pennello. Queste tinte a base di calce si prosciugano rapidamente, ed allora soltanto si può giudicare del loro effetto, perchè all'atto dell'impiego appaiono assai fosche, come fa la pietra bagnata. Un metro quadrato di tinteggiatura a guazzo può costare circa 20 centesimi.

Queste tinteggiature presentano il difetto di screpolarsi facilmente e di sfarinarsi, allorchè sono strofinate, sicchè facilmente tingono le mani di chi le tocca e gli abiti di chi vi si avvicina. Negli zoccoli perciò, in vicinanza degli stipiti di porte e finestre, ecc. in tutte quelle parti più soggette ad attrito, converrà alla tinta fatta con latte di calce aggiungere un poco di colla gelatinosa o semplicemente del latte di vacca. Queste sostanze prosciugandosi hanno la proprietà di fissare meglio la tinta.

Le tinte *a tempera* che si danno alle murature per lo più sono ottenute stemperando i colori nell'acqua a cui si aggiunge latte o colla. Però può anche servire qualunque altra materia mucillaginosa che per la sua tenacità abbia la proprietà di fissare i colori.

Le tinte *a tempera* riescono di poca durata allorchè vengono applicate allo esterno; all'interno invece presentano il vantaggio di essiccarsi e conservarsi lungamente; queste tinte perciò non si applicano sugli oggetti che devono rimanere esposti agli agenti atmosferici.

La colla che si impiega per la formazione delle tinte a tempera è la colla da falegname per le tinte scure, per le chiare la colla di pergamena, la colla di pelle da guanti, quella di pesce, ecc. Le colle si hanno in commercio in tavolette più o meno sottili, semitrasparenti, con gli orli ondulati. Le migliori qualità sono dure, si spezzano difficilmente, sono poco igrometriche, mentre immerse nell'acqua per alcune ore rigonfiano molto e danno maggior quantità di gelatina.

La fusione della colla va fatta colle più minute precauzioni, giacchè l'esperienza ha provato che anche la colla di migliore qualità può diventare pessima, allora quando viene esposta a una temperatura troppo elevata e ad una ebollizione prolungata. Perciò si romperà la colla in minuti pezzi e, posta nel *bagno maria*, si verserà l'acqua necessaria e si lascerà così immersa per sei ore circa, dopo si farà bollire l'acqua del bagno maria e si rimesterà la colla per facilitarne la fusione.

Con tinte a tempera si dipingono le pareti interne delle case di abitazione, ma più specialmente i soffitti piani e centinati con scorniciature ed ornati a chiaroscuro od a colori variegati con tenue spesa e di sorprendente effetto.

Gli ornati si tracciano con la polvere di carboncino, servendosi di modelli di carta preventivamente traforati con un grosso ago, in modo che il disegno resta riprodotto sulle pareti con tanti puntolini neri.

Le pareti dei muri si dipingono per lo più a tinta unita con fasciami a riquadri con gradazioni dello stesso colore.

Nella Toscana coll'uso dei colori e di stampini, sulle pareti intonacate a calce, si eseguono tinteggiature imitanti perfettamente tappezzerie di carta o di stoffa, tanto che si può essere tratti in errore nel vederle. L'uso di queste tinteggiature nato e vissuto per la credenza locale, chè le carte da parato facilmente annidano insetti sconci e molesti, è talmente diffuso in quelle regioni da costituire colà un'arte speciale decorativa.

Per le tinteggiature dei muri interni sono preferibili le tinte scure per gli zoccoli, perchè più facilmente soggetti a insudiciarsi, le tinte chiare per le pareti, perchè rendono allegri e più illuminati gli ambienti, riflettendo la luce anzichè assorbirla.

La distribuzione e la scelta delle tinte da applicarsi sulle pareti degli ambienti e sui muri esterni

delle fabbriche è cosa che può influire notevolmente sull'effetto generale di un'opera architettonica. Anche qui regole fisse ed assolute non si possono dare per la scelta delle tinte con le quali si debba colorire un ambiente, essendo la scelta subordinata a molte e variabilissime circostanze di ambiente, di luce, di economia, di gusto, ecc. Di solito sono preferite per gli ambienti delle case di abitazione, le tinte giallognole, le verdastre, le turchine chiare, ecc., per i musei e le gallerie la tinta grigio perla, perchè di maggior risalto agli oggetti che vi sono esposti, per le chiese le tinte semplici e poco vivaci, pei teatri il rosso con le diverse gradazioni, allo scopo di dare risalto alle carnagioni ed alle toilettes delle signore.

Macerando e quindi stemperando i colori nell'olio si hanno delle tinte molto dense, così dette tinte *ad olio* od *a corpo* od anche *di impressione*. Le tinte ad olio si applicano sopra quegli oggetti i quali devono conservare e difendere contro l'azione degli agenti esterni ed in pari tempo devono abbellire, assegnando loro un colore più conveniente del proprio. I lavori in ferro e in ghisa e le opere in legname ricevono dalle tinte ad olio il beneficio di essere isolati dal contatto dell'aria, il ferro quindi non si ossida, il legname non si gonfia, nè fermenta.

Gli olii che si impiegano per la formazione delle tinte a corpo sono l'olio di noce, l'olio di lino, talora cotto, e l'olio essiccativo. L'olio di noce è da ritenersi buono quando è dolce, grasso, inodoro e di color bianco tendente al verde; l'olio di lino deve essere dolce, inodoro, di colore chiaro e di consistenza vischiosa. Facendo cuocere lentamente per 4 a 5 ore, l'olio di lino con litargirio si ottiene l'olio di lino *essiccativo* o comunemente detto *cotto*, il quale ha la proprietà di prosciugarsi prontamente. Di questi olii quello di noce è il meno usato perchè costa il doppio circa degli altri.

Aggiungendo dell'essenza di terebentina (acqua regia) ai colori ad olio, si ottiene una fluidità che rende più facile il distendimento delle tinte ad olio, e più pronto il loro essiccamento. L'essenza però non deve entrare che in piccola quantità nella formazione della tinta; una dose forte di essenza scema la solidità e la durata della tinta ad olio, la quale da per se stessa è molto soggetta ad alterarsi, a screpolarsi ed allora diventa opaca ed imbruttisce.

Si facilita e si accelera il prosciugamento delle tinte ad olio anche coll'aggiunta di una delle tre

sostanze essiccatrici *litargirio*, *olio essiccativo* e *coppa-rosa bianca*. I colori difficili a essiccare, come il nero, la lacca, la terra di Siena bruciata, ecc. richiedono $\frac{1}{6}$ del loro peso di litargirio, ovvero $\frac{1}{8}$ di olio essiccativo; pei colori chiari si accelera l'asciugamento aggiungendovi $\frac{1}{50}$ del loro peso di coppa-rosa bianca.

Per le facciate degli edifici ed in genere per le pareti di muratura le tinte a corpo sono raramente usate, perchè costano troppo (lire una circa per metro q. di superficie a due mani) per rispetto alle tinteggiature a guazzo ed a tempera. Si applicano invece alle opere metalliche (parapetti, inferriate, docce od altro) ed a quelle di legname (solai soffitti, infissi di porte e di finestre, persiane, ecc.). Ai canali ed ai tubi di gronda di ferro o di zinco si dà una mano alquanto spessa di tinta grigia o nera; alle ringhiere si dà una mano preliminare di minio e quindi una di colore grigio, bianco, verde o come si vuole; anche agli infissi, alle persiane si dà prima una mano di fondo e quindi una o due mani di colore.

Le tinte a vernice sono quelle in cui la materia colorante è stemperata nella vernice.

Le vernici sono soluzioni di materie resinose, lucide, trasparenti in liquidi incolori, essiccativi, volatili, capaci di prosciugarsi rapidamente, allorchè vengono splamati col pennello o con altro mezzo, lasciando inalterata la trasparenza delle materie resinose. Importa soprattutto che la vernice sia tale che, per effetto dello indurimento, non abbiano a formarsi screpolature e pori: egli è perciò che, per le verniciature superficiali si debbono usare soltanto sostanze che indurendo restino o possano diventare elastiche.

Le resine più comunemente usate sono la gomma-lacca, il copale, il sandracco, l'ambra gialla, ecc. Dai liquidi nei quali si sciolgono le sostanze resinose si hanno tre specie di vernici e cioè *vernici a spirito*, quando la resina è sciolta in 85 a 90 parti di spirito (alcool); *vernici ad essenza*, se la soluzione è fatta in olio di trementina e *vernici grasse* o *ad olio*, se si scioglie la resina o la miscela di sostanze resinose nell'olio di lino cotto, talvolta misto ad essenza di trementina. Le vernici grasse o ad olio sono le più adatte per sciogliere e mantenere in sospensione i colori in polvere o preparati per la formazione delle tinteggiature a vernici. Queste applicate sulla superficie dei corpi hanno lo scopo

di proteggere la loro superficie dall'aria e di assegnare ai corpi un colore diverso. Le vernici però possono applicarsi da sole, senza miscela con colori, ed allora oltre a proteggere dall'aria la superficie dei corpi, danno ai medesimi una bella apparenza, e riuscendo incolore, permettono di riconoscere la superficie dell'oggetto ricoperto.

Una tinteggiatura a vernice si può anche conseguire pitturando la parete con una o due mani di tinta ad olio e quindi distendendo sopra questa una mano di vernice grassa.

Le vernici a spirito riescono molto lucide e trasparenti, però per la facilità con cui lo spirito evapora, allorchè la vernice viene distesa sulle pareti, riescono le più fragili, per cui si applicano soltanto sopra oggetti posti nell'interno al riparo dei raggi solari e delle intemperie. Il mobilio ad esempio generalmente viene verniciato a spirito.

La troppa fragilità delle vernici a spirito si corregge in parte introducendo nella soluzione delle sostanze adatte a legare e rendere più elastiche le materie resinose abbandonate dal liquido, allorchè questo si è evaporato. Nella composizione delle vernici a spirito non tutte le resine si possono impiegare, ma soltanto quelle che si sciolgono a freddo nello spirito, ovvero a bassa temperatura, non potendo l'alcool assoggettarsi ad una temperatura elevata, senza provocarne una rapida evaporazione.

Le vernici all'essenza sono poco usate perchè si asciugano lentamente ed offrono poca solidità come quelle a spirito. Servono quasi esclusivamente per surrogare le vernici grasse e gli olii, per stemperare i colori, prima che questi vengano disciolti nelle vernici ad olio.

Le vernici grasse al contrario sono assai solide tanto che si applicano convenientemente agli oggetti esposti all'aria ed alle intemperie.

§ 9.

LA COMPOSIZIONE DELLE VERNICI.

Delle vernici più in uso si hanno le seguenti proporzioni in peso:

Vernici a spirito.

1. Per gli oggetti di ottone: 5 p. di spirito di vino e 1 p. di lacca, ovvero 8 p. di lacca, e 1 p. di sandracca, 1 p. di trementina e 50 p. di alcool.
2. Per verniciare in oro gli oggetti di metallo (ottone, stagno, zingo, ferro, ecc.): 2 p. di lacca,

2 p. di mastice, 1 p. di gomma gutta e 14 p. di alcool, ovvero 4 p. di lacca, 2 p. di orina, 6 p. gomma gutta, 1 p. di zafferano e 15 di spirito.

3. Per oggetti di colore chiaro: 2 p. di alcool, 0,12 a 0,13 p. di mastice, 0,48 a 0,49 p. di sandracca, 0,6 p. di resina elemica, 0,24 a 0,25 di trementina.
4. Per oggetti di colore oscuro: 1 p. di alcool, 0,5 p. di sandracca, 0,18 a 0,19 di trementina.
5. Per verniciare a nero i metalli: 0,97 a 0,98 p. di spirito, 0,18 a 0,19 p. di sandracca, 0,06 di lacca, 0,12 a 0,13 p. di pece, 0,12 a 0,13 di trementina.

Per la preparazione delle vernici a spirito gli ingredienti solidi si polverizzano e si mescolano con $\frac{1}{4}$ di polvere fine di vetro, quindi si sciolgono nello spirito entro vasi di vetro.

Le vernici a spirito si applicano col pennello sugli oggetti ben puliti e leggermente riscaldati se sono di metallo. Sul legno si applicano distendendoli in strati sottilissimi mediante uno stoppino di tela.

Vernici all'essenza: Si usano unicamente per stemperare i colori.

1. Per stemperare il verderame: 1. p. di trementina, 0,54 a 0,25 p. di trementina di Pisa e 0,24 a 0,25 di ragia liquida.
2. Per stemperare qualsiasi altro colore: 1 p. di essenza e 0,12 a 0,13 p. di mastice e 0,24 a 0,25 p. di trementina.

Vernici grasse o all'olio. Si fanno tre diverse composizioni di vernici grasse.

1. *Vernice di copale* formata con p. 2,5 di copale fino, p. 25 di olio di lino cotto; vi si aggiungono p. 13,5 di olio di trementina avendo cura di passare per uno staccio di tela metallica la soluzione calda.
2. *Vernice di ambra gialla* costituita con p. 6 di ambra gialla, p. 16,5 d'olio di lino cotto e p. 37 d'olio di trementina.
3. *Vernice nera per metalli.* Si cuociono p. 38 di olio di lino entro un vaso di ferro; si aggiungono p. 10 di asfalto, quindi altre p. 19,5 di olio di lino; si aggiungono ancora p. 7 di minio, p. 7 di litargirio e p. 3 di solfato di zinco; dopo la fusione si raffredda e si aggiungono p. 288 d'olio di trementina e quindi si passa allo staccio. Un'altra composizione è la seguente: 5 p. di asfalto, 5 p. di trementina, 10 p. di olio di lino cotto,

1 p. di nero fumo, 10 p. di vernice copale ed una quantità di essenza di trementina sufficiente per rendere fluida la soluzione.

§ 10.

LE COLORIFURE A FRESCO, A GRAFFITO E AD ENCAUSTO.

La *pittura a fresco*, come indica la stessa parola, consiste nel dipingere l'intonaco mentre è tuttavia fresco. Il pittore non potendo compiere in un giorno che una quantità limitata di lavoro, la pittura a fresco non può eseguirsi che a tratti.

L'intonaco di calce fresco si applica sulla parete allorchè l'artista comincia il suo lavoro diurno e prima che si asciughi deve essere tutto dipinto: indi si applica altro intonaco e si dipinge e così di seguito fino alla fine dell'opera.

Questo genere di decorazione che tanto fiori in Italia nei secoli passati, senza esser stato oggidì tutt'altro che abbandonato, esige una speciale maestria nell'artista, il quale per bene celare le commisure dei diversi tratti, le dispone per lo più in maniera da farle coincidere col contorno delle figure o con le linee della composizione architettonica od anche le confonde con le tinte scure delle ombre.

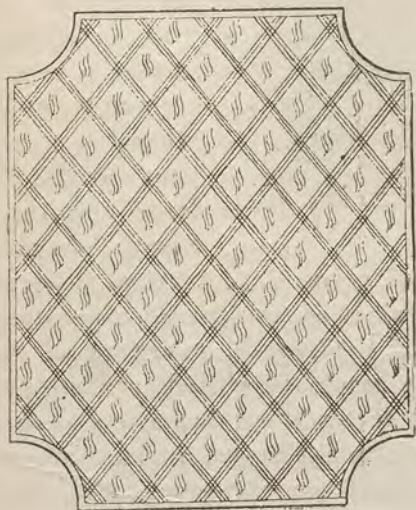


Fig. 775

La pittura a fresco si conduce anche sopra un intonaco di calce e sabbia di recente disseccato. Si rammolla l'intonaco con acqua in cui è sciolta poca quantità di calcina bianca, e si rammolla di nuovo

la mattina seguente, poi si affiggono i cartoni, si calcano i contorni, quindi con i colori si procede alla coloritura. Questa maniera di dipingere a fresco non lascia vedere alcuna commessura, poichè il lavoro può condursi ad intervalli, perchè sempre, come si fece prima, si può rammollare la parete.

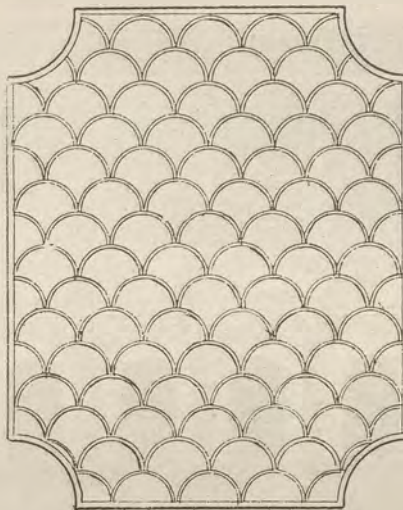


Fig. 776.

Questo metodo però per rispetto alla condotta artistica ed alla durata del lavoro riesce inferiore a quello avanti descritto che è il vero affresco. In questo i colori riescono incorporati ed immedesimati coll'intonaco talchè hanno una durata indefinita, sono come pietrificati nel muro e resistono alle intemperie. La dissepolta Pompei, i monumenti del medio Evo e soprattutto quelli del Rinascimento romano conservano tuttavia esempi splendidi di affreschi più o meno bene conservati.

Il *g. affito* tanto in voga all'epoca del Rinascimento, si applica generalmente sui muri esterni, perchè molto resistente agli agenti atmosferici. Questo genere di decorazione ci fa apparire le fronti dei fabbricati dipinti a due colori, il bianco cioè ed il nero ovvero il bianco ed il rosso bruno, a tratteggio come si praticano i disegni a penna e i disegni ad incisione.

Una decorazione a graffito si eseguisce distendendo sull'a parete un intonaco di calce grassa e sabbia tinta, nella sua massa, a nero coll'aggiunta di nero vegetale od a rosso bruno per mezzo di terra di Siena bruciata o a qualunque altro colore si voglia. Sopra detto intonaco si applica una mano di bianco calce, ovvero uno strato sottile di calce bianca sul quale, per mezzo di cartoni si riportano

i contorni dei disegni da eseguire. Se i disegni sono geometrici si faccia uso di righe e di compassi. Allora con una punta metallica si scolpisce lo strato di bianco per mettere a nudo il sottostante intonaco nero o colorato che sia, ottenendosi così i chiaroscuri ed i fondi con raschiature più o meno vicine

A Firenze sono rimarchevoli il palazzo Guadagni (fig. 777), il palazzo Corsi, il palazzo Ramirez ora Montalvo, ecc. decorati a graffito, parte con ornamenti, parte con bugne e con altri elementi architettonici talmente collegati con la parte decorativa da costituire l'ammirazione dei forestieri ed esemplari

notevoli per i cultori dell'arte.

L'encausto od encaustico fu il nome dato ad un antico procedimento di pittura che si eseguiva col fondere la cera fram mista a dei colori. Il metodo vero non si conosce perfettamente. Oggidi si dà il nome di *pittura ad encausto* ad una miscela di cera sciolta nell'acqua ragia (essenza di trementina) nella quale si stemperano i colori in polvere, ovvero preparati all'olio. La cera per la sua grande inalterabilità e la sua notevole elasticità si presta meglio degli olii essiccativi per resistere alle variazioni atmosferiche; inoltre la tinta a cera mantiene a lungo tempo la sua freschezza per cui è preferita, allorchè trattasi di lavori artistici. In commercio l'encausto si trova

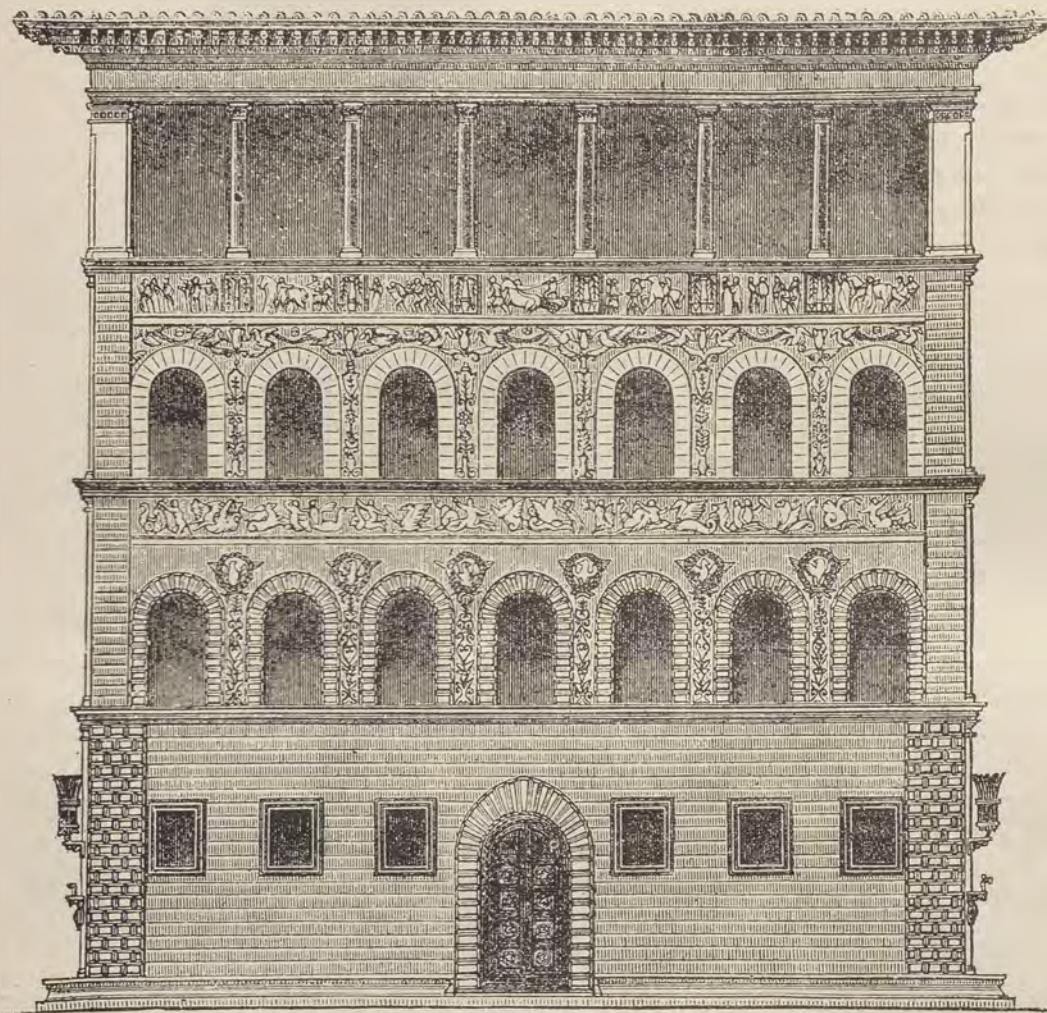


Fig. 777.

fra loro, nella stessa guisa come pratica la penna del disegnatore.

Nei primi edifici della rinascenza la decorazione a graffito si estese sulle pareti a fondo, e si fecero in rilievo le cornici, gli archivolti, ecc. La decorazione delle pareti fu semplice con ornamenti a losanghe (fig. 775), a squame di pesce (fig. 776), ecc. In seguito poi si decorarono le pareti con ornamenti più complessi e si arrivò perfino ad eseguire a graffito tutte le parti architettoniche, cornici, fregi, ecc. Le pareti intere furono decorate con fogliami, ornati, figure, ritratti, ecc. con grandissimo effetto sia per il contrasto del nero col bianco, come per pregio artistico dei contorni e dei chiaroscuri.

preparato al prezzo di L. 3,5 circa al kg. per essere mescolato ai colori polverizzati o preparati.

Prima di applicare la coloritura ad encausto si prepara la parete distendendo sull'intonaco a calce una mano di fondo preparata con cera e resina adamar sciolte nell'acqua ragia. Lavorandosi con tinte liquide, il procedimento della colorazione è quello stesso che si pratica nell'acquarello, sovrapponendo, cioè le tinte le une alle altre per ottenere i chiaroscuri.

L'encausto si conserva per lungo tempo, ne sono la prova i non pochi, rimandati sino a noi, che si rinvennero negli scavi di Pompei.

§ 11.

LE TAPPEZZERIE E LE CARTE DA PARATO.

Oggidi col nome generico di tappezzerie si intendono le stoffe, le carte ed ogni genere di addobbi che serve a decorare le pareti degli ambienti. Stando però al rigore della parola per *tappezzerie* devonsi intendere i paramenti con stoffa, mentre quelli fatti con carta si chiamano più propriamente *carte da parato*.

La tappezzeria ha origine antichissima; usata dagli Egizi e dagli antichi Greci e Romani, ebbe grande applicazione nel Medio Evo e raggiunse la sua massima perfezione nel periodo del Rinascimento, durante il quale, per decorare vasti ambienti dei palazzi monumentali, si attaccarono alle pareti ricchissimi arazzi, molti dei quali giunsero più o meno bene conservati fino a noi.

Però, oltre che ai grandi palazzi, l'uso di coprire le pareti con tappezzerie si estese anche alle abitazioni private, laddove gli ambienti erano talmente ampi da permettere le visuali a conveniente distanza per ammirare tutto il valore delle stoffe e godere del loro massimo effetto.

Nel secolo decimottavo, i vasti ambienti di abitazione permisero ancora l'uso comune delle tappezzerie intessute; ma poi mano mano che i locali andarono rimpicciolendo in tutte le abitazioni, sia signorili che borghesi, anche la decorazione delle pareti dovette adattarsi all'ambiente e restringersi nelle misure che gli venivano imposte dall'architettura. Le tappezzerie vaste che rappresentavano un vero quadro con ricche composizioni, figure, cornici, ecc. cedettero il posto alle stoffe in seta con fiorami, disegni minuti, arabeschi, ecc.

Oltre alla seta si usarono per tappezzerie anche dei cuoi con dorature, bronzature, ecc., ma questi elementi troppo costosi non potevano reggere ed estendersi nell'uso comune del nostro secolo, in cui la proprietà e la ricchezza molto frazionata esigono il buon mercato ed è così che colle carte da parato, che hanno preso il posto delle tappezzerie di stoffa, si possono ottenere decorazioni buonissime e relativamente anche ricche quanto economiche.

Come è noto, le carte da parato sono poste in commercio in rotoli lunghi m. 8, larghi m. 0,50 su cui è stampato, con due o più colori a tempera, un disegno qualsivoglia d'ornato o di fiorami, che si

ripete costantemente, di maniera che messi di seguito due rotoli non si verifica alcuna discontinuità nel disegno.

Ciascun rotolo porta due margini per la sovrapposizione, di cui uno, essendo superfluo, si taglia prima che il rotolo si applichi. L'attacco alle pareti si pratica con una stecca, ovvero a mano, dopo avere spalmato sul rovescio del rotolo, con un grosso pennello, della colla di farina o d'amido. È conveniente, quando si applica la carta per la prima volta sopra una parete, estendere sulla medesima una mano di fondo con colla da falegname. Sopra una carta da parato che si presenti bene aderente alla parete se ne può applicare una seconda, allorchè devesi rinnovare, senza cioè staccare la prima; in seguito però converrà staccarle entrambe.

Il costo delle carte da parato è vario: oggidì se ne trovano in commercio al prezzo di 20 cent. fino a 5 lire e più per rotolo. Tale costo dipende principalmente dalla qualità della carta, dal numero e dalla qualità dei colori, dalla presenza o meno di verniciature, dorature, ecc. Oggigiorno è tale il progresso della fabbricazione di queste carte, che se ne hanno imitanti marmi, legni, affreschi, arazzi, fiori, velluti e stoffe di ogni genere.

La scelta dei colori e dei disegni, sempre in armonia con quelli delle volte o dei soffitti tinteggiati a tempera, è subordinata al gusto degli inquilini o di chi sta alla direzione del lavoro.

Il costruttore li sceglierà anche in armonia dell'ambiente; le pareti di una sala da pranzo, ad esempio, si rivestiranno con carta differente da quelle del salotto e della camera di ingresso, così anche le pareti dello stanzino da toilette, ecc.

Applicando infine delle bordure lungo i margini inferiore e superiore delle pareti, e lungo gli spigoli, le pareti ricoperte di carta si regolarizzano e si riquadrano. Non di rado si aggiungono imbassamenti di carta e lo zoccolo al piede si dipinge con tinta scura ad olio.

Talvolta si suole abbellire le pareti con bacchette di legno dorato disposte lungo i limiti, lasciando una fascia all'ingiro tappezzata diversamente con buon effetto estetico.

Una buona tappezzeria, fatta cioè con carta di buona qualità, può durare molti anni, secondo l'uso che si fa dell'ambiente, il transito e la cura che si ha della carta medesima.

IL RISCALDAMENTO E LA VENTILAZIONE DEI LOCALI ABITATI

CAPITOLO I.

IL RISCALDAMENTO

§ 1.

LE GENERALITÀ.

Gli apparecchi di riscaldamento negli edifici servono a mantenere presso che costante la temperatura interna degli ambienti, qualunque fosse la temperatura dell'aria esterna.

Generalmente il riscaldamento non ha luogo che d'inverno, lorchè la temperatura dell'aria esterna è più bassa in confronto di quella della fase di regime dell'edificio. La potenzialità degli apparecchi di riscaldamento quindi deve corrispondere alla maggiore differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno dell'edificio, in base alla quale si calcola anche il disperdimento di calore che ha luogo attraverso le pareti del medesimo.

Ogni apparecchio di riscaldamento deve essere disposto in maniera che l'aria dell'ambiente nel quale è installato si conservi sempre pura, poichè è noto come la respirazione della cute, le combustioni, le fermentazioni di ogni genere guastino l'aria nell'interno degli edifici, rendendoli spesso insalubri. Se si considera poi che la metà circa dell'ossigeno da noi aspirato coll'aria si consuma nella combustione continua che si produce nel nostro organismo, emettendo invece anidride carbonica e vapore acqueo, riesce facile il comprendere come l'aria appartenente a uno spazio chiuso e abitato, impoverendosi sempre più di ossigeno e saturandosi di prodotti deleteri dell'organismo umano, ben presto riesce inadatta alla vita dell'uomo, se questa non viene rinnovata convenientemente.

A tale scopo ciascun apparecchio di riscaldamento è strettamente connesso con le disposizioni relative alla ventilazione, anzi nessun apparecchio potrà considerarsi perfetto se non quando questo riesce in pari tempo a riscaldare ed a rinnovare mano mano l'aria dell'ambiente in misura corrispondente alla alterazione che l'aria subisce nell'interno del medesimo.

Ma poichè il riscaldamento non ha luogo, se non quando la temperatura esterna è inferiore a quella richiesta nell'interno, sussistendo pertanto le cause di alterazione dell'aria interna anche nelle stagioni in cui il riscaldamento non ha luogo, converrà inoltre che l'apparecchio di riscaldamento e quello di ventilazione siano indipendenti l'uno dall'altro, di maniera che la ventilazione artificiale possa aver luogo anche quando tace l'apparecchio di riscaldamento e che quando questo è attivo possa pure funzionare quello per la ventilazione.

La temperatura più soddisfacente alle persone coabitanti nei locali riscaldati varia secondo l'età delle medesime, secondo la loro salute e il lavoro cui vengono sottoposte. Per queste circostanze riesce difficile poterla fissare in modo sicuro ed assoluto. Considerato però che in generale conviene una temperatura più alta nei locali in cui le persone stanno a riposo, ed alle persone adulte aggrada una temperatura superiore a quella che si adatta per i fanciulli, e che negli ambienti molto ventilati si richiede a causa del maggior disperdimento una temperatura più alta di quella dei locali poco ventilati, si ammette che nei locali destinati a semplice abi-

tazione, nelle scuole e negli uffici si debba assumere una temperatura che oscilla fra i 15° e i 16°, nelle officine di lavoranti e nelle caserme una temperatura compresa tra i 10° e i 12°; negli ospedali pei feriti dai 12° ai 15° e dai 18° ai 20° in quelli per le malattie ordinarie, nei teatri e nelle sale delle assemblee.

§ 2.

I COMBUSTIBILI.

I combustibili contengono idrogeno e diversi altri elementi che variano secondo la natura dei medesimi. Questi possono essere allo stato solido come il legno, il coke, la torba, il carbon fossile, ecc., allo stato liquido come l'olio, il petrolio, l'alcool, ecc. ed allo stato gassoso; in questo ultimo caso provengono dalla trasformazione dei combustibili liquidi o solidi.

I combustibili più usati per il riscaldamento degli edifici sono: il *carbon fossile*, il *coke*, l'*antracite*, il *carbone di legna*, il *legno*, e più di rado il *gas illuminante* e gli *olii minerali*.

Il *carbon fossile* è una materia nera più o meno

lucida proveniente dalla trasformazione di foreste sotto forti pressioni e calore intenso, dovute a sconvolgimenti della crosta terrestre. Questo combustibile contiene carbonio, bitume e materie infusibili e terrose. Si distingue il carbon fossile in *grasso* o *bituminoso*, *semigrasso* o *infiammabile*, *magro* od a *corta fiamma* e *secco*.

L'*antracite* è un carbon fossile più ricco di carbonio (93%) probabilmente dovuto alla trasformazione di vegetali in ambiente ricco di carbonio e sottoposti a immenso calore e a enorme pressione. Brucia con poca fiamma e senza fumo, convien perciò per gli apparecchi a combustione lenta.

Il *coke* è il residuo della distillazione del carbon fossile; ha un aspetto poroso di color grigio ferro. Brucia lentamente all'aria libera, però rinchiuso in fornello e ben ventilato brucia facilmente con fiamma corta. Convien perciò, come l'antracite, per gli apparecchi a lenta combustione.

Il *carbone di legna* è il residuo proveniente dalla parziale combustione del legno. Si ottiene bruciando il legno in ambiente sprovvisto di aria sufficiente.

Questo carbone riesce pesante se proviene da legno

Tabella dei combustibili.

COMBUSTIBILI	Peso allo stero	COMPOSIZIONE				Potere calorifico	Massa teorica d'aria per kg.	Massa dei prodotti della combustione	VOLUME a 0°	
		Carbonio	Idrogeno	Ossigeno e azoto	Umidità e residui				dell'aria di alimenta- zione pratica	dei prodotti della combustione
	kg.						kg.	kg.	m. c.	m. c.
Legna forte secca . . .	da 350	0,47	0,06	0,44	0,03	3600	5,82	12,66	9,3	10,1
» » col 20 % d'umidità . . .	a 450	0,38	0,05	0,35	0,22	2880	4,66	10,00	7,5	8,0
Torba secca . . .	da 250	0,56	0,06	0,33	0,05	4900	7,23	15,5	11,6	12,4
» col 25 d'umidità . . .	a 400	0,42	0,05	0,25	0,28	3675	5,78	12,4	9,25	9,9
Carbone di torba. . . .	—	—	—	—	0,20	6500	9,30	19,6	7,4	8,2
Lignite	750 a 880	0,59	0,06	0,28	0,07	6000	8,14	17,3	13,0	13,8
Antracite	—	—	—	—	—	7950	—	—	—	—
Litantrace grasso. . . .	da 750	0,80	0,03	0,50	0,05	7500	10,8	22,6	17,3	18,0
» magro.	a 880	0,36	0,05	0,06	0,03	8000	11,7	23,4	17,9	18,7
» secco	—	0,90	0,04	0,04	0,02	8000	12,0	25,0	19,2	20,0
Arso o coke	da 400 a 450	0,85	0,05	—	0,10	7000	12,0	25,0	19,2	20,0
Mattonelle o combustibili artificiali che si fabbricano impastando con catrame cascami di combustibili e poi calcinandoli sotto pressione.	—	—	—	—	—	7500 6500	10,6 8,3	21,0 —	8,5 —	9,3 —
Carbone di legna.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gas-luce.	—	—	—	—	—	10000 a 13000	—	—	—	—

di essenza forte, leggero se proviene da legno tenero e bianco. Un metro cubo di carbone di legna pesa nel primo caso dai 200 ai 240 kg.; nel secondo caso circa 180 kg. Brucia a 240° e sviluppa molta quantità di acido carbonico. Nella vita domestica serve anche per cuocere le vivande.

Il *legno* è il combustibile più generalmente adoperato, perchè il più economico, trovandosene presso che su tutta la superficie della terra. Il potere calorifico del legno dipende molto dalla sua siccità, poichè se è fresco o contiene umidità una parte del calore sviluppato riesce assorbito per far passare allo stato di vapore l'acqua contenuta nel medesimo.

Gli *oli minerali* non si adoperano per il riscaldamento, ma più sovente per l'illuminazione, come combustibili di cucina ed oggigiorno anche per far funzionare alcuni motori.

Il *gas illuminante* o *carburo di idrogeno* si adopera anche per piccoli apparecchi di riscaldamento e per motori. Questo gas si ottiene con la distillazione del carbon fossile.

Per la determinazione del peso orario di un combustibile necessario per riscaldare a una data temperatura un ambiente, occorre conoscere il potere calorifico del combustibile adottato, ossia il numero delle unità di calore (*caloria*, ossia quantità di calore necessario per innalzare di un grado la temperatura di un kg. di acqua) sviluppate dalla unità di peso di questo combustibile (1 kg.) Se indichiamo con P il potere calorifico del combustibile, con c il coefficiente di rendimento dell'apparecchio di riscaldamento e con p il peso orario richiesto, la quantità

oraria di calore sarà $Q = Pcp$ da cui $p = \frac{Q}{Pc}$

con la quale si calcola la quantità di combustibile necessaria.

Dal potere calorifero di un combustibile dipende la scelta del medesimo. Senza entrare in merito di procedimenti che si sogliono tenere per la determinazione del potere calorifico, diamo nella tabella dei combustibili il peso, la composizione chimica ed il valore medio del potere calorifico attribuiti a ciascun combustibile ed i volumi di aria teorico e pratico necessari alla combustione di 1 kg. di combustibile, facendo notare che per i combustibili naturali solidi, il potere calorifico dipende non solo dalla loro natura, ma anche dal loro grado di secchezza e pei combustibili artificiali dal modo con cui questi vengono

confezionati. I volumi pratici di aria occorrenti alla combustione di 1 kg. di combustibile si potranno dedurre dai teorici, moltiplicando questi per un coefficiente maggiore dell'unità, il quale per apparecchi industriali, come caldaie a vapore o simili, può variare da 1,5 a 2 e per gli apparecchi di riscaldamento di cui si tratta è compreso tra 2 e 3.

Durante la combustione di un corpo, l'ossigeno contenuto nell'aria si combina col corpo. Non è fuori d'uopo ricordare che un *mc.* di aria contiene ossigeno *mc.* 0,2050, azoto *mc.* 0,780, vapore di acqua *mc.* 0,0125 ed acido carbonico *mc.* 0,0005. In peso un kg. di aria contiene ossigeno *kg.* 0,228, azoto *kg.* 0,763, vapore di acqua *kg.* 0,008, acido carbonico *kg.* 0,001 ed alla temperatura media di 15° , ossigeno *kg.* 0,278, azoto *kg.* 0,925, vapore d'acqua *kg.* 0,010 ed acido carbonico *kg.* 0,001.

Nella seguente tabella sono indicati i grammi di vapore esistenti in un metro cubo d'aria satura di umidità a diverse temperature.

Temperatura	Grammi di vapore	Temperatura	Grammi di vapore
-20° C.	1,06	24° C.	25,6
-15° »	1,4	25° »	23,0
-10° »	2,3	26° »	24,3
-5° »	3,4	28° »	27,1
0° »	4,9	30° »	30,2
2° »	5,6	32° »	33,7
4° »	6,4	34° »	37,4
5° »	6,8	35° »	39,5
6° »	7,8	40° »	51,0
8° »	8,3	50° »	82,7
10° »	9,4	60° »	129,8
12° »	10,6	70° »	197,4
14° »	12,0	80° »	290,9
15° »	12,8	90° »	420,5
16° »	13,6	100° »	591,
18° »	15,1	120° »	1120,0
20° »	17,2	140° »	1870,6
22° »	19,4	150° »	2400,0

Nella seguente altra tabella si ha il calore specifico a pressione costante di un metro cubo d'aria a diverse temperature, ossia quantità di calore necessaria ad elevarne la temperatura di 1° C.

Temperatura	Calore specifico di un metro cubo	Temperatura	Calore specifico di un metro cubo
-20° C.	0,3315 Calorie	20° C.	0,2863 Calorie
-15° »	0,3251 »	25° »	0,2814 »
-10° »	0,3189 »	30° »	0,2768 »
-5° »	0,3129 »	35° »	0,2723 »
0° »	0,3072 »	40° »	0,2679 »
5° »	0,3017 »	45° »	0,2637 »
10° »	0,2968 »	50° »	0,2597 »
15° »	0,2912 »		

§ 3.

CALCOLO DEL CALORE TRASMESSO ATTRAVERSO
LE PARETI DI UN EDIFICIO.

Prima di studiare l'impianto di uno qualsiasi dei sistemi di riscaldamento, bisogna avere presente il valore della temperatura dell'aria esterna, in base alla quale si deve calcolare il disperdimento di calore attraverso le pareti dell'edificio e la quantità di calore necessaria per inalzare la temperatura dell'aria esterna a quella della fase di regime dell'edificio.

La temperatura esterna varia per ogni luogo secondo i periodi della stagione. Il riscaldamento generalmente non ha luogo che di inverno epperò il modo più conveniente di determinare la temperatura è quella di desumerla dagli annali di meteorologia o meglio dalle medie decadiche (cioè la media delle temperature diurne di dieci giorni consecutivi).

Nella seguente tabella riportata dal Grassi (1) sono indicate le temperature medie decadiche per le prin-

M E S I	Decade	Milano	Modena	Roma	Napoli	Palermo
Ottobre	1. ^a	15,2	16,1	18,1	18,6	21,2
	2. ^a	12,7	13,1	16,2	16,9	19,7
	3. ^a	10,3	11,2	14,4	15,1	18,2
Novembre	1. ^a	8,3	9,0	12,7	13,5	16,6
	2. ^a	6,7	7,2	11,3	12,0	15,2
	3. ^a	5,2	5,7	10,0	10,8	14,0
Dicembre	1. ^a	3,7	4,3	9,0	9,9	13,1
	2. ^a	2,2	3,0	8,2	9,3	12,4
	3. ^a	1,0	2,0	7,5	8,7	11,8
Gennaio	1. ^a	0,3	1,4	7,1	8,3	11,2
	2. ^a	0,4	1,4	7,0	8,1	10,9
	3. ^a	1,2	2,0	7,3	8,2	10,8
Febbraio	1. ^a	2,6	3,1	7,9	8,5	10,9
	2. ^a	4,1	4,5	8,5	9,0	11,3
	3. ^a	5,5	5,9	9,1	9,5	11,7
Marzo	1. ^a	6,7	7,2	9,7	9,9	12,2
	2. ^a	7,9	8,7	10,3	10,6	12,6
	3. ^a	9,3	10,2	11,2	11,4	13,2

cipali città d'Italia, avvertendo che se il luogo dove esiste l'edificio non si trova nella tavola delle decadi, si potrà desumere il valore della temperatura dell'aria esterna dagli stessi dati in ragione inversa della latitudine.

La temperatura media inoltre variando col variare dell'altitudine, si potrà ritenere nei calcoli che essa diminuisca di un grado circa per ogni 180 m. di altezza.

Dovendo l'apparecchio di riscaldamento servire anche per il caso di freddo più intenso, si prende come base dei calcoli per temperatura dell'aria esterna quella della decade più fredda o perchè l'apparecchio riesca utile anche in caso di freddo eccezionale, che possa avvenire durante le decadi più fredde, converrà dare allo stesso una potenza ancora poco maggiore.

Perchè nell'ambiente da scaldare la temperatura si mantenga costante e superiore allo esterno, è necessario che l'apparecchio di riscaldamento somministri in ogni unità di tempo all'ambiente la quantità di calore che questo disperde attraverso le pareti e la quantità di calore asportato dall'aria che si rinnova a causa della necessaria ventilazione, la quale esce a temperatura superiore a quella dell'aria esterna, diminuita della quantità di calore che in casi speciali si produce nell'interno dell'ambiente medesimo, come avviene ad esempio allora quando in questo bruciano delle fiamme a gas ovvero vi abitano delle persone.

Dell'aumento di temperatura che si può verificare per cause diverse da quelle del riscaldamento normale, bisogna tenere seria considerazione, perchè accade talvolta che è tale la quantità di calore prodotto (come avviene nei teatri, nelle sale delle assemblee, nelle officine, ecc.) che può far d'uopo, anzichè riscaldare, raffreddare l'ambiente.

Se l'ambiente che si vuole riscaldare è abitato da persone, bisogna tenere conto del calore prodotto dalle medesime. Questa quantità di calore varia secondo il numero delle persone e secondo la loro età.

Si può ritenere che un uomo sano e robusto produce all'ora dalle 120 alle 130 calorie, e che un ragazzo ne produca circa 40.

La stearina, la cera, l'olio, il petrolio, la benzina, ecc. danno per ogni grammo di sostanza bruciata circa 9 calorie; una candela stearica che bruci per 10 gr. in un'ora ci darebbe circa 90 calorie, cioè poco meno di una persona adulta. Il gas-luce produce da 6 a 7 calorie per litro di gas bruciato; un becco ordinario bruciando perciò da 100 a 120 litri di gas all'ora produrrà circa 600 calorie. Perciò nei teatri si fa sempre in modo che il calore e i prodotti della combustione delle lampade a gas va-

(1) *Corso di fisica applicata.*

dano fuori dai medesimi, mediante speciali congegni, allo scopo di evitare un eccesso di riscaldamento dell'ambiente.

Indicando quindi con T la temperatura media decadica inferiore e con t la temperatura che si vuole raggiungere nell'interno dell'edificio, sarà $(t-T)$ l'eccesso di temperatura in base alla quale si faranno i calcoli del disperdimento di calore che avviene attraverso le pareti dell'edificio per mezzo delle formule di trasmissione date dai trattati e che noi riepilogheremo qui in seguito. E la quantità di calore che deve creare il calorifero sarà $Q = D - P$ cioè deve essere eguale al calore disperso diminuito del calore prodotto per altre cause.

Per valutare il calore portato via dall'aria di ventilazione occorrerà conoscere il volume della medesima che esce in ogni unità di tempo, perchè allora basterà moltiplicarne il peso ridotto in acqua per la differenza di temperatura.

Per il calcolo del calore disperso attraverso le pareti è necessario conoscere lo spessore dei muri e le materie con cui questi sono costituiti, acciocchè se ne possa determinare il relativo coefficiente di trasmissione; così si farà per le pareti vetrate, per le porte, per le finestre, ecc.; non si terrà conto invece di quelle pareti le quali dividono due ambienti egualmente riscaldati.

Pei pavimenti e pei soffitti si può fare un calcolo analogo, se è possibile venire a conoscenza della natura degli strati di materiali che li compongono. In caso contrario, nell'uso della pratica, si ammettono nei calcoli i valori empirici dei loro coefficienti di trasmissione, i quali secondo lo stesso Grassi sono:

« per il soffitto comune $K = 1$,

« per il pavimento sopra terrapieno $K = 0,77$,

« pel solaio di travetti di ferro e voltine di mattoni $K = 0,75$.

La quantità di calore che si può trasmettere da un metro quadrato della superficie di una parete in un'ora si può esprimere per

$$W = K (t - T),$$

essendo K il coefficiente di trasmissione variabile secondo la qualità e la superficie della parete.

t la temperatura dell'aria interna,

T la temperatura dell'aria esterna.

I valori di K si deducono con le espressioni seguenti, che riportiamo dal corso di architettura tecnica dal Pisati:

$$\text{Muro semplice} \quad K = \frac{1}{\frac{1}{B+S} + \frac{e}{L} + \frac{1}{B_1+S_1}}$$

$$\text{Finestra semplice} \quad K = \frac{1}{2} (B + S);$$

$$\text{Finestra doppia} \quad K = \frac{1}{\frac{2}{B+S} + \frac{1}{\frac{B}{2} + S}};$$

$$\text{Porta} \quad K = \frac{1}{\frac{2}{B+S} + \frac{e}{L}};$$

$$\text{Soffitto e pavimento} \quad K = \frac{1}{\frac{1}{B+S} + \sum \frac{e}{L} + \frac{1}{B_1+S_1}}$$

dove B ed S sono i coefficienti di trasmissione della superficie interna, ossia il coefficiente di convezione ed il coefficiente di irradiazione;

B_1 ed S_1 sono i coefficienti analoghi per la superficie esterna;

L è il coefficiente di conduttività interna del materiale che costituisce la parete;

e è lo spessore della parete trasmittente.

I valori di B , S , ed L sono dati dalle tabelle I, II e III, qui appresso riprodotte (Pisati).

Tabella I. — Coefficiente di convezione B .

Cilindro orizzontale:

$$B = 2,058 + \frac{0,0382}{r}; \quad r = \text{raggio}$$

$r = \dots \text{ m.}$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
$B = \dots \dots$	2,44	2,31	2,25	2,21	2,19	2,15

Cilindro verticale:

$$B = \left(0,726 + \frac{0,0345}{\sqrt{r}} \right) \left(2,43 + \frac{0,8758}{\sqrt{h}} \right); \quad r = \text{raggio} \\ h = \text{altez.}$$

	$h = \text{m. } 0,5$	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	10,0
$r = \text{m. } 0,025$	3,47	3,12	2,88	2,77	2,71	2,67	2,56
» 0,05	3,23	2,91	2,68	2,58	2,52	2,48	2,38
» 0,10	3,06	2,76	2,55	2,45	2,39	2,36	2,26
» 0,20	2,95	2,65	2,45	2,36	2,30	2,27	2,17
» 0,30	2,89	2,61	2,40	2,32	2,26	2,23	2,14
» 0,40	2,86	2,58	2,38	2,29	2,24	2,20	2,11
» 0,50	2,84	2,56	2,36	2,28	2,27	2,19	2,10

Sfera:

$$B = 1,778 + \frac{0,13}{r}; r = \text{raggio}$$

$r = \dots m.$	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
$B = \dots$	4,38	3,08	2,43	2,10	1,94

Piano verticale:

$$B = 1,764 + \frac{0,636}{\sqrt{h}}; h = \text{altezza}$$

$k = \dots m.$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	10,0
$B = \dots$	3,78	3,19	2,93	2,77	2,66	2,59	2,40	2,21	2,13	2,08	2,05	1,97

Tabella II. — Coefficiente di irradiazione S .

1. Argento levigato.	$S = 0,13$
2. Carta argentata	$S = 0,42$
3. Carta colorata.	$S = 0,23$
4. Carta.	$S = 3,77$
5. Rame.	$S = 0,16$
6. Ottone	$S = 0,26$
7. Zinco.	$S = 0,24$
8. Stagno	$S = 0,215$
9. Lamiera ordinaria	$S = 2,77$
10. » levigata lucida	$S = 0,45$
11. » piombata (latta).	$S = 0,65$
12. » ossidata.	$S = 3,36$
13. Ghisa nuova	$S = 3,17$
14. Ghisa ossidata	$S = 3,36$
15. Vetro.	$S = 2,91$
16. Creta in polvere.	$S = 3,32$
17. Carbone in polvere.	$S = 3,42$
18. Legno	$S = 3,60$
19. Legno in polvere	$S = 3,53$
20. Sabbia fina.	$S = 3,62$
21. Pittura ad olio	$S = 3,71$
22. Pietra da costruzione	$S = 3,60$
23. Gesso.	$S = 3,60$
24. Nero fumo.	$S = 4,01$
25. Stoffa di lana.	$S = 3,68$
26. » di cotone	$S = 3,65$
27. » di seta.	$S = 3,71$
28. Acqua	$S = 5,31$
29. Olio	$S = 7,24$

A maggior comodità pei calcoli diamo alcuni valori numerici del coefficiente K , calcolati applicando le formule e le tabelle soprariferite:

1.° Nella trasmissione attraverso un muro che separa due ambienti con aria stagnante e tranquilla si ha:

a) per un muro in pietra da costruzione, costruito regolarmente, con la faccia interna tappezzata di carta e quella esterna coperta da intonaco avente uno spessore di m. 0,50 ed un'altezza di 5 m. dal pavimento $K = 1,36$

b) Per un muro di mattoni con la faccia interna tappezzata di carta e l'e-

Tabella III. — Coefficiente di conduttività interna L

Sostanze buone conduttrici.

	Au	Pi	Ag	Cu	Fe	Zn	Sn	Pb
Secondo Despretz. . .	77	75	74	69	28	28	22	14
» Franz e Wiedemann .	87	14	164	121	19	31	24	14

Sostanze cattive conduttrici (secondo Peclet).

Densità	Materie continue e agglomerate	Valore del coeff. L
1,61	Carbone di storta a gas	4,96
2,68	Marmo grigio a grana fina	3,48
2,77	» bianco » grossa	2,78
2,34	Pietra calcare » fina	2,08
2,27	» » » »	1,69
2,17	» » » »	1,70
2,24	» da costruzione a grana grossa	1,32
2,22	» » » »	1,27
1,25	Gesso ordinario impastato	0,331
1,25	» » finissimo	0,520
1,25	» per formare	0,44
1,73	» alluminato	0,63
1,98	Terra cotta	0,69
1,85	» »	0,51
0,48	Legno abete <i>prpd</i> alle fibre	0,093
...	» » <i>prll</i> » »	0,170
...	» noce <i>prpd</i> » »	0,103
...	» » <i>prll</i> » »	0,174
...	» quercia <i>prpd</i> » »	0,211
0,22	Sughero.	0,143
...	Caoutchouc.	0,170
...	Guttaperka.	0,172
1,017	Colla d'amido.	0,425
2,44	Vetro.	0,75
2,55	» »	0,83

Sostanze pulverulenti.

1,47	Sabbia quarzosa	0,27
1,00	Mattone pesto grani grossi	0,139
1,76	» » stacciato	0,165
1,55	» in polvere finissimo	0,140
0,92	Creta in polvere umida	0,108
0,85	» lavata, disseccata	0,086
1,02	» » » e compressa.	0,103
0,71	Fecola di patate	0,098
0,45	Cenere di legno	0,060
0,31	Polvere di legno.	0,035
0,49	Carbone di legno in polvere	0,079
0,25	Carbonella stacciata.	0,068
0,41	Carbone di legno stacciato	0,081
0,77	Coke polverizzato	0,160
2,05	Limatura di ferro	0,158
1,46	Biossido di manganese	0,163

Materie filamentose.

...	Cotone in fiocco.	0,040
...	» tessuto	0,040
...	Calicot	0,050
...	Lana cardata.	0,044
...	» tessuta	0,024
...	Piume	0,039
0,54	Tela di canapa nuova.	0,052
0,58	» » vecchia	0,043
0,85	Carta bianca da scrivere.	0,043
0,48	» grigia senza colla	0,034

sterna coperta da intonaco, avente uno spessore di m. 0,50 e l'altezza uguale a 5 m. $K = 0,845$

c) Se l'aria esterna è in moto con una velocità variabile, i valori di B sono differenti da quelli ammessi nei casi precedenti, ed allora per un muro di mattoni costruito nel modo anzidetto per velocità di 1 m. $K = 0,95$
per velocità di 2 m. $K = 0,965$

2.° Nella trasmissione attraverso vetri tra due ambienti con aria stagnante e tranquilla si ha:

a) Per vetri asciutti e situati ad una altezza $h = 2$ m. ed aventi uno spessore $e = 0,002$ $K = 2,55$

b) Per vetri umidi in ambo le faccie, $h = 2$, $e = 0,002$ $K = 3,73$

c) Per vetri asciutti ed aria agitata sopra una faccia, $h = 2$ ed $e = 0,002$ e la velocità $V = 4$ $K = 4,42$

d) Per vetri umidi in ambo le faccie ed aria agitata sopra una faccia con la velocità $V = 4$ $K = 6,16$

A rigore tenendo conto delle igroscopicità del vetro, dell'agitazione dell'aria esterna, e del raffreddamento prodotto per l'esistenza delle fenditure, il valore del coefficiente di trasmissione per vetri va sempre compreso tra i valori 5 e 9 da spingersi fino a 9,5 per vetri umidi sopra tutte e due le faccie e aria agitata all'esterno con la velocità media di m. 4 ed all'interno con la velocità media di m. 0,25.

3.° Nella trasmissione dell'acqua o del vapore acqueo attraverso una parete metallica all'aria stagnante si ha (Grassi):

Temperatura del vapore.

50°	$K = 10,5$
60°	$K = 10,7$
70°	$K = 10,9$
80°	$K = 10,1$
100°	$K = 11,5$
150°	$K = 12,7$

4.° Nella trasmissione del vapor d'acqua a bassa pressione all'acqua fredda stagnante attraverso parete metallica, il valore del coefficiente K è compreso tra 750 e 1500. Nei serpentini usati negli impianti di riscaldamento a sistema misto di vapore

ed acqua (calda) si ha una coefficiente K compreso tra 1500 a 5000.

5.° Nella trasmissione dell'aria calda (stufe ad aria) attraverso parete metallica, come di ferro, rame, ghisa, ecc. (superficie scaldante) all'aria a 15° si ha:

per aria riscaldata a 40°	$K = 4$
» » » » 200°	$K = 6$
» » » » 400°	$K = 8$

6.° Nei tubi di caloriferi ad aria con velocità dell'aria calda $V = 4$ e con velocità dell'aria fredda $V = 1,5$ si ha $K = 13$, se la velocità dell'aria fredda $V = 0,0$ $K = 6,5$

7.° Nella trasmissione attraverso i soffitti ed i pavimenti si può fare uso dei valori empirici avanti riportati.

Dal corso di lezioni di Fisica tecnica del Pisati riceviamo inoltre le seguenti tabelle che agevolano il calcolo del calore disperso nei diversi casi che si danno nella pratica:

Disperdimento orario di calore

traverso le pareti di un ambiente per mq. di superficie e per ogni grado centesimale di differenza tra la temperatura interna e l'esterna.

QUALITA' DELLA PARETE	Calorie trasmesse
Muro di mattoni della grossezza di 0 ^m ,13	2,70
» » » 0 ^m ,26	1,85
» » » 0 ^m ,39	1,41
» » » 0 ^m ,52	1,14
» » » 0 ^m ,65	0,95
» » » 0 ^m ,78	0,82
» » » 0 ^m ,91	0,72
» » » 1 ^m ,00	0,66
Finestre semplici	3,5
» a doppia vetrata	2,0
Porte	2,0
Soffitto grosso	0,4
» di mezzana grossezza	0,75
Pavimento grosso	0,4
» di mezzana grossezza	0,75

Sperspimento orario traverso muri cavi (a cassetta).

Grossezza delle pareti solide (cortecce)	m. 0,12	0,26	0,37	0,50	0,63
Larghezza della cavità	» 0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Grossezza complessiva del muro	» 0,38	0,64	0,88	1,14	1,46
Disperdimento orario per mq. e per 1 gr.	cal. 1,40	0,70	0,65	0,50	0,48

Sperdimento traverso le porte, i soffitti e i pavimenti.

	Coefficiente di sperdimento
Parte di legno forte dipinte ad olio grosse 5 cent.	1,9 calorie
» » » » 10 »	1,2 »
Vòlta ordinaria di cotto, grossa 0 ^m ,12 circa con ripieno superiore di sabbia e calce o gesso grosso circa metri 0,10 e con pavimento so- prastante di piastrelle laterizie grosse 0 ^m ,035	0,9 »
Solaio completo, composto di soffitto, palco e pavimento di cotto	0,5 a 0,6 »

§ 4.

I PRINCIPALI APPARECCHI DI RISCALDAMENTO.

Tutte le svariate forme di apparecchi di riscaldamento si possono raggruppare in due categorie: a) Gli *apparecchi di riscaldamento locale*, cioè quelli in cui il focolare è situato dentro l'ambiente che si vuole riscaldare e questa categoria comprende i caminetti, le francline e le stufe; nei primi il focolare è incassato nel muro, negli altri è fuori di questo; b) Gli *apparecchi di riscaldamento centrale* nei quali il focolare è situato fuori e talvolta lungi dall'ambiente a riscaldarsi. Gli apparecchi di questa categoria si chiamano *caloriferi*.

Coi caloriferi si riscalderà un fluido il quale, condotto nell'ambiente da scaldarsi, sia capace di cedere il proprio calore. Questo fluido può essere l'aria, il vapore di acqua o l'acqua medesima, per cui i caloriferi prendono rispettivamente il nome di *caloriferi ad aria*, *caloriferi a vapore* e *caloriferi ad acqua* o *termosifoni*.

I caloriferi ordinariamente vanno disposti nei locali sotterranei e centrali rispetto all'edificio. L'aria dai medesimi riscaldata si avvia pei condotti distributori i quali partono direttamente dal calorifero, o da una camera di miscela, la quale segue immediatamente il calorifero ovvero dalla camera di distribuzione che talvolta può seguire anche quella di miscela.

In ogni caso questi condotti si dipartono verticalmente, praticati nei muri dell'edificio all'atto della loro costruzione e si prolungano sino all'ultimo piano da scaldarsi. Da questi condotti verticali ad ogni piano di fabbrica si dipartono dei condotti orizzontali, i quali conducono direttamente alle bocche di calore installate sulle pareti degli ambienti da riscaldare.

Il costruttore porrà molta cura perchè i condotti di distribuzione riescano coibenti ed a pareti lisce per mezzo di intonaco; farà in maniera che quelli

verticali capitino nei muri interni dell'edificio, perchè minore riesca la quantità di calore che l'aria perde lungo il tragitto e quelli orizzontali capitino là dove lo spessore delle volte lo permette, cioè nei rinfianchi delle medesime.

I vari apparecchi di riscaldamento presentano dei vantaggi notevoli come dei difetti; gli uni e gli altri devono servir di norma al costruttore per la scelta dell'apparecchio, il quale sarà considerato anzitutto dal punto di vista economico, sia per la spesa di impianto occorrente, sia per quella di manutenzione e per il consumo di combustibile. Si deve poi tenere conto della potenzialità del sistema e della sua capacità per produrre aria calda e salubre.

Avuto riguardo a queste circostanze si può stabilire che per il riscaldamento delle *private abitazioni* si adoperano di ordinario i caminetti, le stufe, le stufe francline e le stufette a gas-luce.

Nelle *scuole* il riscaldamento si effettua per mezzo di calorifero centrale ad aria calda, quando le aule sono numerose, nel caso contrario si adotterà una stufa per ogni aula o per ogni due aule. Quest'ultimo sistema riesce comodo, perchè produce un pronto e rapido riscaldamento, quando le scuole devono essere riscaldate per le sole ore delle lezioni ed è anche più economico del primo.

Nei *collegi*, nelle *caserne* e nelle *prigioni* si impiegano caloriferi ad aria.

Nelle *chiese* dei paesi settentrionali si possono adottare i caloriferi ad aria o i termosifoni.

Negli *ospedali* il riscaldamento ha luogo tanto di giorno che di notte e l'apparecchio che più corrisponde per questo genere di edifici è il termosifone.

Nei *teatri* e nelle *sale per assemblee* si impiegano di ordinario i caloriferi ad aria. In questi edifici però il riscaldamento riesce difficile ed irregolare per le varie esigenze di calore che si hanno nei diversi ambienti ed in uno stesso ambiente secondo le varie altezze.

Nelle *officine*, se si possiede un generatore di vapore, conviene adoperare il sistema di riscaldamento a vapore.

§ 5.

LA COSTRUZIONE DEI CAMINETTI.

I caminetti sono gli apparecchi di riscaldamento più semplici, ma perciò i meno perfetti sebbene siano preferibili in determinate circostanze, poichè con la

vista della loro fiamma allietano la compagnia ed invitano al domestico conversare.

I caminetti sono igienici perchè con la loro ampia canna da fumo provocano un'abbondante ventilazione dell'aria contenuta negli ambienti in cui si trovano installati.

Un caminetto è generalmente costituito di un focolare a pareti laterali aperte verso l'ambiente, annicchiato dentro lo spessore di un muro maestro, provvisto superiormente di un ampio condotto verticale da fumo, ricavato pure nello spessore del muro, che si prolunga fino sopra il tetto dell'edificio e raccordato talvolta con la cavità del focolare per mezzo di un condotto conico inclinato chiamato propriamente *gola della canna da fumo*.

Il combustibile preferito pei caminetti è la legna, specialmente nelle abitazioni rurali dove essa non fa difetto. Le legna si dispongono sopra gli alari, i quali, così, funzionano da cinerario. Quando si fa uso di coke come combustibile, questo si ammucchia sopra una graticola che permetta la caduta delle ceneri nel sotto cinerario.

Uno dei principali inconvenienti che presentano i caminetti è il loro scarso rendimento, in quanto che soltanto il calore irradiato viene utilizzato, e di questo anzi soltanto una parte, essendo una parte assorbito e rimandato sul combustibile e sui prodotti della combustione dalle pareti del caminetto medesimo.

Il coefficiente di rendimento dei caminetti si può quindi ritenere variabile tra 0,10 a 0,15 del calore prodotto dal combustibile, il rimanente essendo asportato dal fumo per la canna del camino.

Sotto questo aspetto l'uso del coke è da preferirsi nei caminetti; il potere irradiante di questo combustibile essendo maggiore di quello della legna.

Il coke però presenta difficoltà a bruciare all'aria aperta, perchè si raffredda a contatto di questa, e la medesima condizione si verifica nella cavità del camino, dove l'aria fredda vi affluisce copiosa. Perchè il coke arda bene giova ammucchiarlo sopra una graticola, a forma di canestro, perchè soltanto allora l'aria arriva a filetti riscaldati nella massa ignea, e mentre l'esterno di tale massa si mantiene nera, nell'interno questa brucia regolarmente, come se la combustione avesse luogo in focolare chiuso.

Molti altri inconvenienti si verificano nell'uso dei caminetti per l'eccessiva grandezza che si suole dare alla canna da fumo, acciocchè facilmente si possa procedere alla sua pulizia. Questa ampia canna

promuove una smoderata ventilazione che riesce molesta agli astanti, non di rado rinnova l'aria dell'ambiente 4 e 5 volte all'ora, di maniera che se non è bene regolata l'introduzione dell'aria nuova nell'ambiente, questa, a cagione della rarefazione che si provoca, irrompe nel medesimo attraverso tutte le fessure delle porte e delle finestre, generando correnti di aria fredda, per la massima parte rasentanti il pavimento, le quali riescono moleste e spesso insalubri per le persone che stanno di fronte al camino, per cui queste provano sovente la poca gradita sensazione di sentirsi scaldare la parte anteriore del corpo esposta alla fiamma e di sentirsi raffreddare la parte posteriore ed i piedi specialmente. Talvolta avviene che il fumo rigurgiti ed irrompa nell'ambiente in causa di squilibrio di pressione fra l'ambiente e l'esterno od a cagione di forti venti che lo ricacciano nella gola troppo ampia.

Allo scopo di togliere siffatti inconvenienti si immaginarono nei caminetti molti progressivi miglioramenti, i quali valsero a conservarne i pregi e ad eliminarne più o meno i difetti.

Si aumenta il rendimento di un caminetto adottando quelle modificazioni che tendono a diminuire al minimo possibile il tiraggio della canna da fumo e conseguentemente ad aumentare la quantità di calore ceduto all'ambiente.

Il Rumford propose di inclinare a 45° le pareti del focolare, di diminuire la profondità del focolare, di assegnare non più di m. 0,15 come dimensione della gola del camino e di munire con saracinesca di lamiera di ferro la bocca interna del focolare. Con questo caminetto (fig. 778) il Rumford ottenne meglio diretta e regolata l'aria che affluisce alla fiamma, più viva la combustione, più difficile il rigurgito del fumo e diminuita la quantità d'aria che il caminetto aspira.

Il Siemens propose di usare il coke unitamente al gas-luce come combustibile per aumentare il rendimento dei caminetti semplici. Sopra una graticola posta alla base di un caminetto, alta 10 cm. circa dal suolo, è posta una certa quantità di coke che è mantenuto vivamente acceso da molte fiammelle a gas-luce erompenti da un tubo di ferro orizzontale situato sulla fronte della graticola. Una corrente di aria affluisce in modo acconcio al di sotto di essa per alimentare efficacemente la combustione al punto da sviluppare una temperatura superiore ai 320°. Un riscaldamento siffatto riesce anche economico.

Sonvi pure i caminetti a gas illuminante nei quali le fiammelle escono in grande numero attraverso a fessure praticate in un cilindro di terra refrattoria collocato orizzontalmente sul focolare. Alcuni pezzi di terra cotta che presentano la forma e l'aspetto del coke sono disseminati attorno le fiammelle e ne vengono arroventati in modo da presentare

zione di quella asportata coi prodotti della combustione per la canna da fumo.

In questi caminetti l'aria esterna prima di penetrare nell'ambiente lambisce le pareti esterne di tubi o di casse metalliche nelle quali circolano i prodotti della combustione per cui perviene nell'ambiente riscaldata. Questi caminetti quindi, che potrebbero

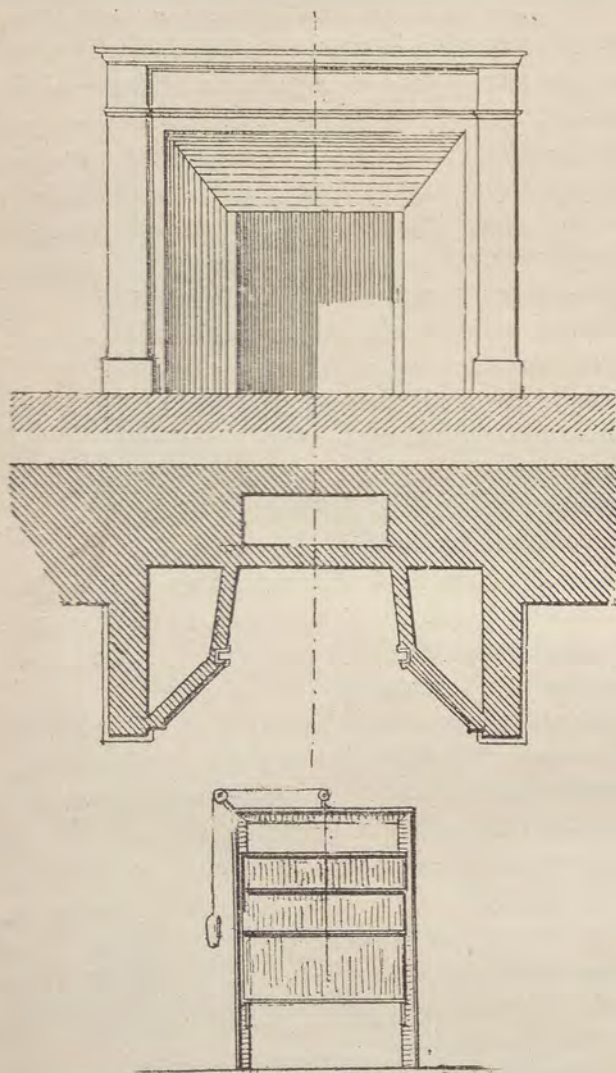


Fig. 778.

l'illusione di un focolare a coke. Il calore assorbito da questi pezzi di terra cotta viene in gran parte utilizzato mediante irradiazione.

Questi caminetti però non eliminano il principale degli inconvenienti lamentati, quello, cioè, delle correnti viziose attraverso le fessure degli infissi. Per questo solo fatto i caminetti semplici sono poco raccomandabili, rispondendo meglio quelli a *circolazione d'aria esterna*, nei quali è meglio regolata la introduzione dell'aria nuova nell'ambiente in sostitu-

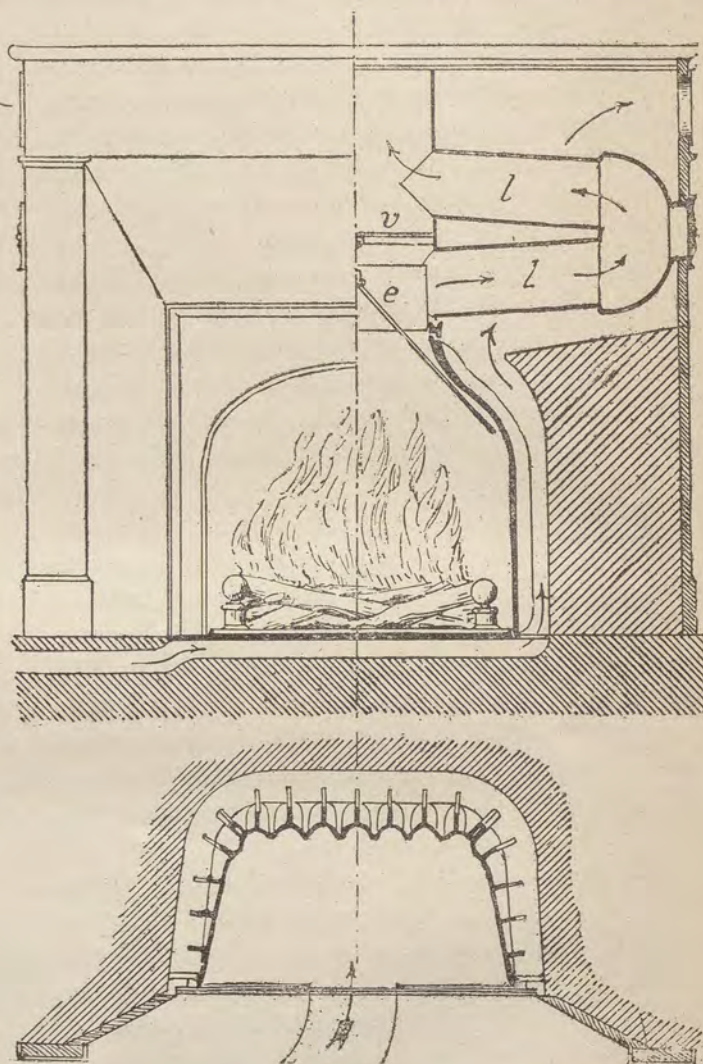


Fig. 779.

chiamarsi più propriamente *caminetti-stufa*, permettono il riscaldamento dell'aria nuova e la ventilazione ad un tempo.

Nel caminetto Joly (fig. 779) che è informato a questi principi, il focolare è costituito da una nicchia di ghisa le cui pareti laterali e posteriore sono munite di nervature per aumentare la superficie di riscaldamento. In alto questa cavità ha un foro per il passaggio del fumo che si può regolare per mezzo di una valvola *e* evitando con questa il riversarsi

del fumo nell'ambiente. Dalla nicchia il fumo passa attraverso due tubi laterali *l*, mentre una valvola *v* può permettere il passaggio diretto del fumo dal focolare alla canna di richiamo. Si fa passare direttamente per la canna da fumo, allorchè si tratta di avviare il tiraggio, finchè cioè la combustione non sia bene avviata; in seguito poi la valvola si chiude e il fumo attraversa i tubi laterali *l*.

L'aria esterna sul principio lambisce le pareti esteriori con nervature della nicchia che costituisce il

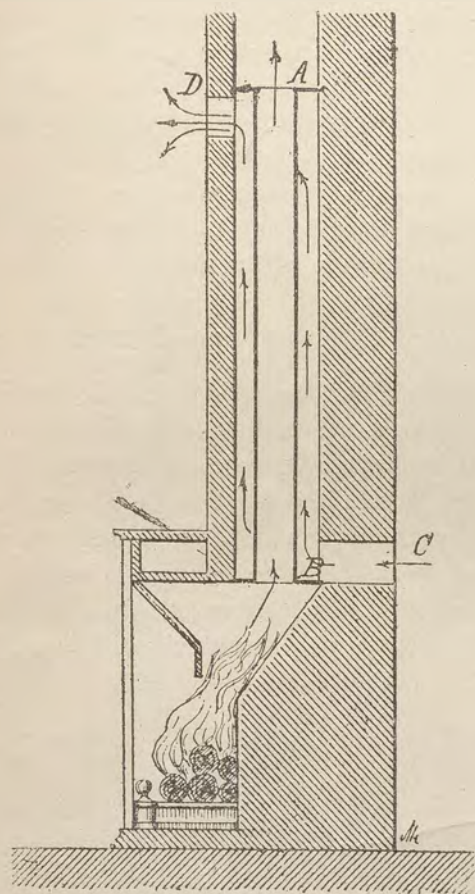


Fig. 780.

focolare, quindi la parete esterna dei tubi laterali *l* prima di riversarsi nell'ambiente.

Il Péclet raggiunge lo stesso scopo con maggiore semplicità. I prodotti del fumo sono costretti ad attraversare un tubo di metallo interposto nella canna da fumo chiusa all'uso con due diaframmi *A* e *B* attraversati soltanto dal tubo metallico (fig. 780). Lo spazio compreso tra il tubo e la canna è attraversato dall'aria esterna che penetra per la bocca inferiore *C* e lambendo le pareti del tubo metallico si riscalda prima di giungere per la bocca *D* nell'ambiente.

In questi tipi di caminetti ventilatori del calore prodotto dal combustibile 0,65 va perduto nel fumo, 0,20 va comunicato all'aria di ventilazione, 0,12 è irradiato nella stanza, 0,03 va comunicato alle pareti del muro. Si utilizzano perciò 0,35 dell'intero calore; nei calcoli come coefficiente di rendimento si assume solo 0,30 per abbondare anzichè difettare del calore necessario. Per le dimensioni di un camino ventilatore il Morin ci dà la seguente tabella, nella quale i valori sono dedotti in base al rinnovamento dell'aria per cinque volte all'ora l'intero volume contenuto nella stanza, bastevole per assicurare ad ogni individuo e per ora circa 30 mc. di aria, supponendo che vi sia una persona per ogni mq. di pavimento:

Capacità dell'ambiente m. ³	Volume di aria da introdurre per ora m. ³	GOLA			FUMAIUOLO		
		rettangolare		circol.	rettangolare		circol.
		largh. m.	lungh. m.	diam. m.	largh. m.	lungh. m.	diam. m.
100	500	0,25	0,37	0,27	0,14	0,33	0,19
120	600	0,30	0,37	0,30	0,15	0,37	0,21
150	750	0,30	0,46	0,33	0,20	0,35	0,23
180	900	0,30	0,55	0,37	0,20	0,41	0,26
220	1100	0,35	0,58	0,40	0,20	0,50	0,28
260	1300	0,40	0,60	0,44	0,20	0,60	0,31
300	1500	0,40	0,66	0,47	0,23	0,60	0,33

Per maggior chiarezza illustreremo il procedimento da tenere per il calcolo delle diverse parti che costituiscono un caminetto ventilatore con un pratico esempio, senza l'uso della tabella del Morin, i cui caminetti pur avevano sempre bene funzionato. Supporremo che in una stanza di 100 mc. di volume si voglia mantenere costante la temperatura di 15°, essendo 5° la temperatura dell'aria esterna e si voglia rinnovare l'aria interna per 5 volte all'ora. Supponendo inoltre che siano 200 le calorie disperse attraverso le pareti e che ogni kg. di legna disponibile sia capace di rendere 2800 calorie, sia di 4 m. l'altezza della stanza ed il camino del fumo si prolunghi altri 2 m. ancora.

Determineremo:

1.° *Il peso del combustibile da consumarsi all'ora.* — Il calore che si richiede dal combustibile per ogni ora sarà:

$$2000 + 500 \times 10 \times 0,30 = 3500 \text{ calorie}$$

essendo 0,30 la quantità di calore assorbito da un metro cubo d'aria per l'aumento di un grado di temperatura. Poichè il coefficiente di rendimento di questi caminetti è 0,33 circa si utilizzeranno di 1 kg. di legna soltanto:

$$2800 \times 0,33 = 924 \text{ calorie,}$$

onde

$$\frac{3500}{924} = \text{kgr. 4 circa è il peso del combustibile.}$$

2.° *La temperatura del fumo all'origine.* — Il calore assorbito dal fumo è dato dal suo volume per 0,30, per l'elevamento di temperatura. Sappiamo poi che il fumo porta via 0,65 + 0,20 del calore prodotto dal combustibile, laonde si dovrà avere

$$(0,65 + 0,20) 2800 \times 4 = (x - 15) 500 \times 30$$

dove $x - 15$ è l'elevamento di temperatura dell'aria nel focolare. Dalla relazione precedente si ricava $x = 75$ gradi circa.

3.° *La temperatura dell'aria nuova alla bocca di immissione.* — Chiamando $y - 5$ la variazione di temperatura dell'aria nel condotto di introduzione, il calore assorbito dall'aria lungo la gola del camino sarà $0,20 \times 2880 \times 4 = 2240$ calorie il quale si può anche esprimere per mezzo del suo volume, per 0,30 e per il salto $y - 5$ di temperatura, laonde dovrà essere

$$2240 = (y - 5) 500 \times 0,30$$

dalla quale $y = 19,9$ gradi.

4.° *Sezione della bocca di introduzione dell'aria calda.* — Il volume dell'aria, che deve penetrare nella stanza, non sarà 500 mc. perchè l'aria scaldata a 19,9 aumenterà di volume e questo sarà dato dalla

$$\frac{z}{500} = \frac{273 + 19,9}{273 + 5}$$

essendo i volumi proporzionali alle rispettive temperature assolute; da questa relazione

$$z = 526 \text{ mc.}$$

epperò la sezione sarà data dalla

$$S \times \text{velocità} = \frac{526}{3600}$$

nella quale per $v = 1$ m.; $S = \text{mq. } 0,14$.

5.° *Superficie di riscaldamento della gola del camino.* — Ricorrendo per poco alla tabella del Morin, per una stanza di 100 cm. di volume, il dia-

metro della gola del camino deve essere di m. 0,25 Se l'altezza della gola è di 3 m., la superficie sarà

$$0,25 \times 3,14 \times 3 = \text{mq. } 2,36.$$

alla quale va aggiunta la superficie del focolare e quella del cono di raccordamento, raggiungendosi così i 4 mq.

La trasmissione che ha luogo in questi caminetti, attraverso la lamiera della gola, e a correnti parallele e nello stesso verso e la formola relativa è

$$\log. \frac{T_1 - t_1}{T_0 - t_0} = - \left(\frac{1}{p} \times \frac{1}{p_1} \right) KS \text{ (Pisati)}$$

Dove T_0 = temper. iniziale del fluido caldo = 75^0
 T_1 = » finale » » » = $61^0,5$
 t_1 = » iniziale » » freddo = 5^0
 t_0 = » finale » » » = $19^0,5$
 p = peso in acqua del fluido caldo = 156
 p_1 = » » » » » = 155
 K = coeffic. di trasmis. della lamiera = 7 a 9.

Da questa relazione passando dai logaritmi ai numeri si ricava il valore della superficie S con la quale si potrà anche verificare se il diametro dato dalla tavola del Morin sia sufficiente. In ogni modo, se non lo fosse, senza ingrandirlo, suolsi aumentare la superficie di riscaldamento impiegando per la costruzione della gola una lamiera ondulata, ovvero provvista di nervature in sostituzione di una lamiera liscia.

§ 6.

LE FRANCLINE.

La franeline, dal nome dell'inventore, sono apparecchi di riscaldamento intermedi fra i caminetti propriamente detti e le stufe. Il loro funzionamento è identico a quello dei caminetti, di cui conservano anche la struttura, però il riscaldamento dell'ambiente ha luogo per l'irradiazione del combustibile e pel condotto dell'aria dell'ambiente con la superficie esteriore del focolare e di una porzione del condotto da fumo che a tale scopo si dispone affatto isolato dal muro.

Le franeline più semplici sono costituite da una cassa parallelepipedica di cotto o di metallo che costituisce il focolare (fig. 781), provvista di apertura sulla faccia anteriore (porta del focolare) dalla cui

faccia superiore si eleva un tubo pur di cotto o di lamiera metallica alto circa 2 m. che serve a condurre il fumo alla canna del camino. Questa di solito è praticata nel muro a partire dal soffitto della stanza.

Il tipo più perfezionato di frangline è quella del colonnello De-Benedictis, la quale è costruita in modo da promuovere anche la ventilazione dell'ambiente.

La fig. 782 qui appresso dimostra chiaramente il suo modo di funzionare. La colonna che si innalza sopra il fornello può essere di terra cotta o di lamiera. L'aria che entra dalla bocca è aspirata in una cassa di ghisa *s* che serve di parete di fondo del fornello, quindi sale pel tubo *l* contenuto nella colonna, uscendone calda dall'estremità superiore. La colonna è chiusa alla sommità all'ingiro del tubo. Quest'ultimo ha la sezione di forma ellittica molto schiacciata, per presentare maggior superficie riscal-

data dal contatto dei prodotti della combustione. Col mezzo di una valvola si regola il passaggio del fumo nel camino, e si accelera o si modera l'attività della combustione e della ventilazione. Un registro è applicato alla bocca anteriore del fornello per moderarne l'aspirazione. Abbisognando nel locale una forte ventilazione, basterà di aprire totalmente la valvola ed alzare completamente il registro; volendo invece renderla insensibile, si chiuderà parzialmente la valvola e si abbasserà il registro per quel tanto, da permettere solo l'accesso alla quantità di aria indispensabile per la combustione. Quando non riesca possibile o comodo fare la presa di aria dallo esterno si farà affluire alla colonna per il canale *o* l'aria stessa dell'ambiente. In tal caso

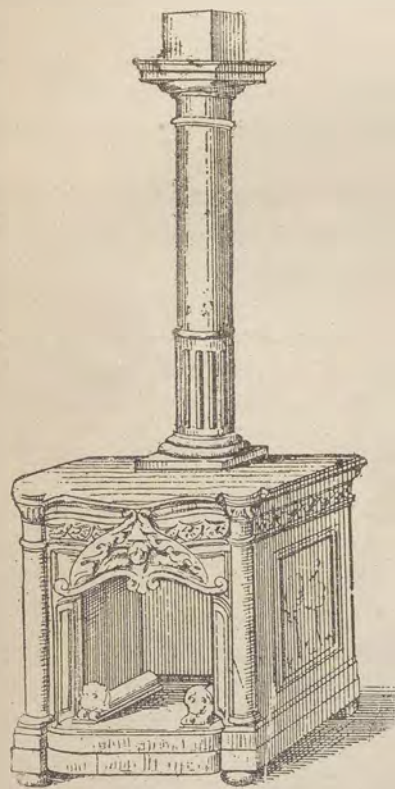


Fig. 781.

però le correnti attraverso gli spiragli delle porte e delle finestre non saranno evitate e la ventilazione riesce imperfetta.

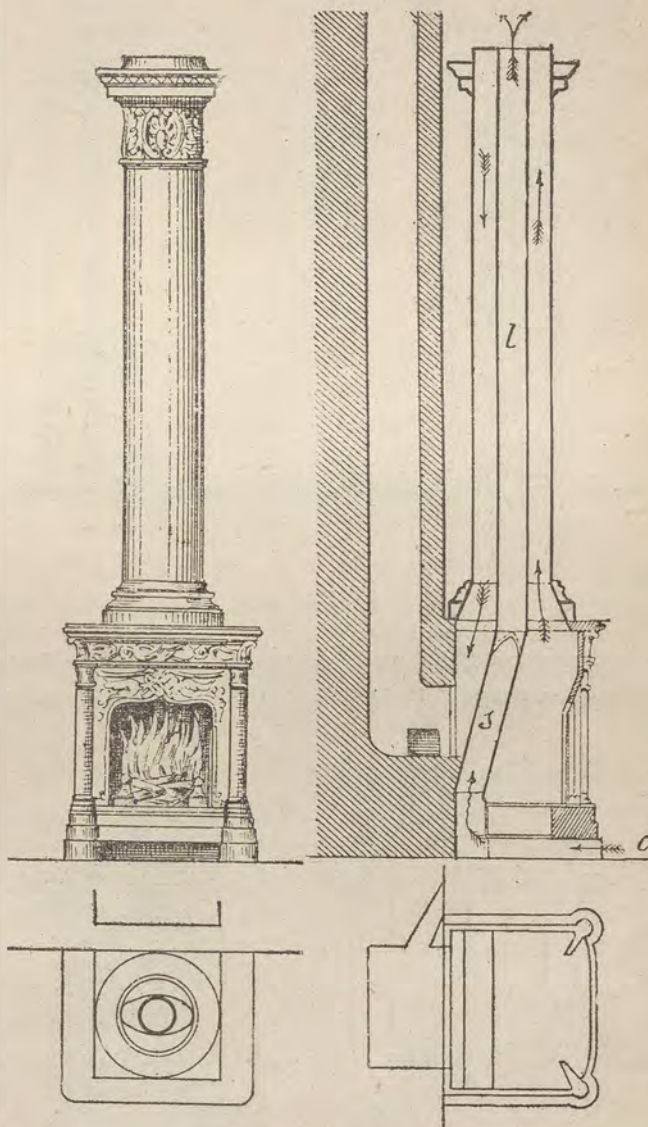


Fig. 782.

Dirigendo in basso il condotto del fumo per un canale situato sotto il pavimento (fig. 783) e comunicante con la canna del camino, si può permettere alla frangline che dessa occupi una posizione qualsiasi sul pavimento della stanza a scaldare. In questo caso il tiraggio nella canna da fumo dovrà iniziarsi mediante un focolare situato all'a sua base, ovvero mediante una fiamma a gas.

Una frangline ventilatrice a gas si ha rappresentata nella fig. 784. Un getto di fiammelle a gas luce arroventa dei pezzi di amianto, di terracotta, o di metallo ed i prodotti della combustione salgono per

una cupola *C* divisa per metà da una parete metallica e quindi si avviano per la canna del camino.

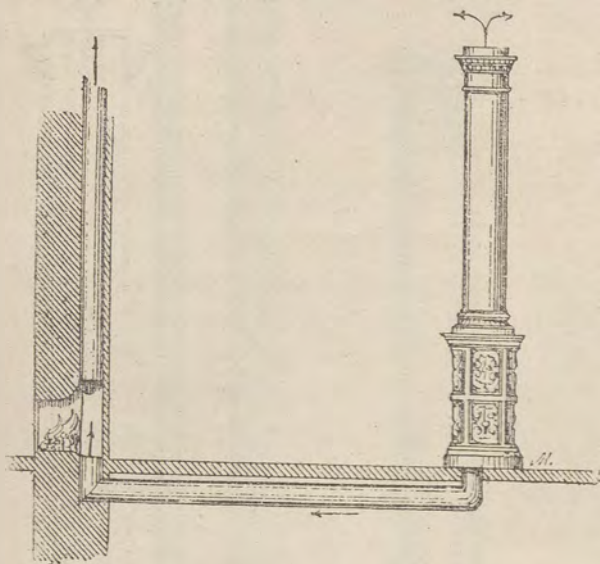


Fig. 783.

Una contro cupola *A* avvolge la prima. L'aria esterna che penetra per il condotto *B* si riscalda attraverso

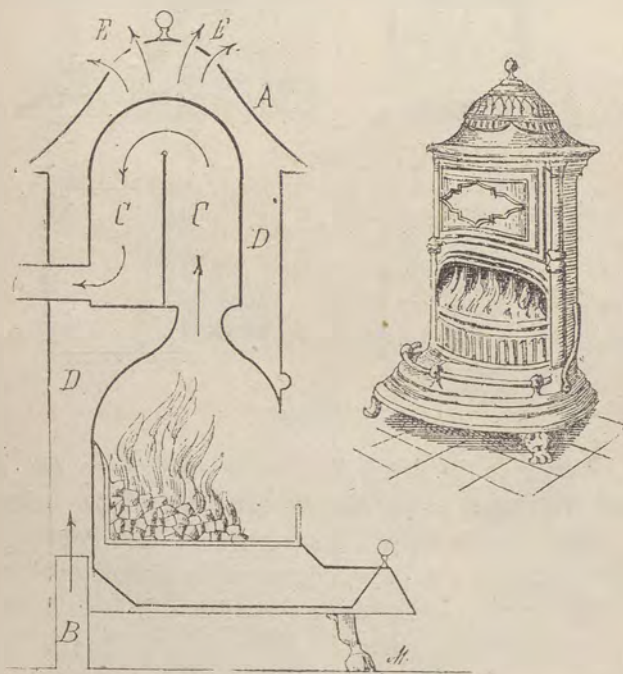


Fig. 784.

sando lo spazio *D* e si riversa nell'ambiente per le bocche *E* salendo in alto lungo il soffitto per tornare in basso chiamata dall'aspirazione del camino.

§ 7.

LE STUFE.

Come i caminetti le stufe possono essere fatte di cotto o di lamiera metallica; a differenza di quelli però, il focolare essendo chiuso, il riscaldamento non ha più luogo per irradiazione della fiamma, ma per contatto dell'aria che lambisce la superficie esteriore della stufa.

Si distinguono le stufe in *semplici* ed a *circolazione d'aria* o *ventilatrici*.

Le stufe semplici constano di un focolare chiuso sormontato da un tubo che serve a immettere il fumo nella canna del camino o direttamente nell'atmosfera. Queste stufe hanno un considerevole rendimento utile, ma non promuovono affatto la ventilazione, perchè l'aspirazione della canna è ridotta in questi apparecchi alla semplice esigenza della combustione, per cui la ventilazione riesce effimera. Per aumentare la superficie scaldante sovente si assegna al tubo un certo sviluppo prima di giungere alla canna da fumo.

Le stufe fabbricate con terra cotta o con mattoni stentano maggiormente a riscaldarsi, ma in compenso, essendo cattive conduttrici, cedono a poco a poco all'ambiente il loro calore, mantenendone alta la temperatura anche dopo che il fuoco sia spento; le stufe invece di ghisa o di lamiera si scaldano immediatamente e tramandano tosto il loro calore all'ambiente, ma appena cessato il fuoco si raffreddano e con esse la temperatura locale.

Le grandi stufe di terra cotta sono generalmente costruite in mattoni: stufe di dimensioni minori e variamente ornate si fabbricano di maiolica specialmente in Germania, e nei nostri paesi in terra refrattaria. Le pareti sono costituite da piastrelle munite di una cornice od intelaiatura, attorno alla quale corre un orlo con cui si possono collegare le une colle altre.

Le stufe metalliche presentano il grave inconveniente, arroventandosi, di scomporre l'acido carbonico, dando luogo alla formazione di ossido di carbonio tanto nocivo alla respirazione, perciò le stufe metalliche sono poco consigliabili. Si rimedia in buona parte a questo grave inconveniente costruendo, nelle stufe metalliche, in terracotta tanto il focolare quanto il cinerario. La forma che di solito si assegna a queste stufette è quella indicata dalla fig. 785, nella quale

a è la cavità cilindrica metallica della stufa, *b* il focolare di terra cotta, *c* la graticola e *d* il cinerario, pure di terra cotta. Quest'ultimo è provvisto della bocca di alimentazione dell'aria per la combustione, chiusa da valvola mobile, ed è scorrevole sopra rulli o rotelle per potersi facilmente estrarre.

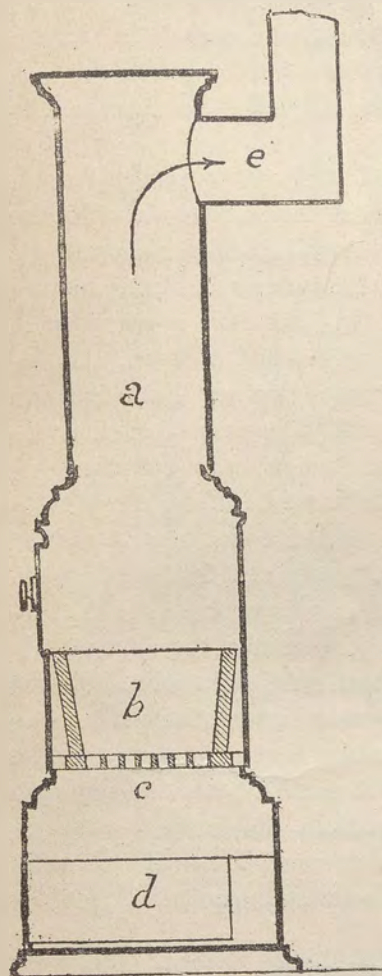


Fig. 785.

Il condotto da fumo parte dalla bocca *e* superiore. Tanto il focolare quanto il cinerario quindi sono indipendenti dal resto della stufa; questa condizione giova ancora per poterli facilmente ricambiare con elementi nuovi.

Allo scopo di provvedere ad una ventilazione dell'aria dell'ambiente servono le stufe a circolazione di aria o altrimenti dette *stufe ventilatrici*. In queste stufe l'aria che penetra dallo esterno è obbligata ad attraversare uno spazio limitato tra la superficie esteriore della stufa ed un involucro di lamiera metallica che avvolge la stufa medesima, a cui si dà il nome di *cam-*

micia o di *mantello* della stufa.

Il mantello nelle stufe ventilatrici è sovente costruito con lamiera metallica, ma può bensì essere fatto con piastrelle di maiolica smaltate a vari colori tenuti a posto da apposita intelaiatura metallica. Queste stufe oggi sono molto in uso perchè riescono più igieniche di quelle fatte di sola lamiera e molto eleganti sì che non stridono nello ammobi- gliamento degli ambienti, formando talvolta oggetto di maggiore decorazione.

D'ordinario l'aria di ventilazione nel percorrere lo spazio compreso fra i due involucri della stufa si riscalda a una temperatura non superiore ai 30°;

solo quando si è costretti da necessità si fa arrivare detta temperatura ad un massimo di 40°.

Il coefficiente di rendimento nelle stufe è molto grande in confronto a quello che si può ottenere coi caminetti, potendo giungere a 0,90 circa del calore prodotto dalla combustione; nei calcoli però, per abbondare in sicurezza, si suol tenere conto soltanto di 0,80, giovando molto al buon funzionamento del riscaldamento l'adattare una stufa poco più grande del necessario.

Per il calcolo pratico delle diverse parti che costituiscono una stufa si procede nel modo seguente:

a) *Superficie di riscaldamento*. — Il metodo più semplice di calcolare la superficie di riscaldamento è quello di ammettere che ogni mq. di superficie della parete metallica sia capace di trasmettere 3000 calorie per ogni ora, e se la superficie metallica è munita di nervature delle dimensioni di 9 cm. di spessore medio ed in ragione di 33 nervature per ogni metro di periferia, si può ritenere che potrà trasmettere 6000 calorie all'ora e per mq. Laonde, noto il disperdimento dell'ambiente che deve riscaldarsi, se ne calcola facilmente la superficie trasmettente.

b) *Area della graticola*. — Indicando per *G* la superficie di questa area, con *p* il peso del combustibile in Kgr. da consumarsi all'ora, la seguente tabella ci dà l'area della graticola espressa in mq. nella prima colonna. Nella seconda colonna si ha lo spessore *S* dello strato di combustibile da impiegarsi; nella terza la luce libera *L* della graticola o somma della superficie delle fenditure:

COMBUSTIBILI	$\frac{G}{p}$; mq.	<i>S</i> ; m.	<i>L</i> ; mq.
Litantrace	$\frac{1}{48}$	0,1	0,25 <i>G</i>
Coke	$\frac{1}{1279}$	0,4	0,50 <i>G</i>
Legna	$\frac{1}{114}$	0,2	0,30 <i>G</i>
Carbone di legna	$\frac{1}{48}$	0,12	0,25 <i>G</i>

d) *Sezione della gola del cammino*. — Si può calcolare con una delle formole empiriche. La più comoda è

$$S = 0,015 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

dove *A* è l'altezza del camino e *P* il peso orario di combustibile.

e) *Coefficiente di resistenza alla graticola.* —

Per smaltire l'aria viziata si possono tenere due sistemi: obbligare l'aria guasta a mescolarsi col fumo ed uscire fuori con questo e ciò si può effettuare con le frangine a focolare aperto, ovvero l'aria guasta si espelle per condotti indipendenti dal ca-

sore del combustibile stesso. Se la stufa è a focolare aperto, soltanto una parte dell'aria viziata attraversa la graticola, bisognerà allora diminuire opportunamente il coefficiente di resistenza.

Tutti gli altri elementi si calcolano come pei caminetti.

Allorquando l'aria perviene nella stufa dal locale medesimo a riscaldare, cioè quando la stufa è a semplice circolazione d'aria locale, questa porta in basso delle aperture per le quali l'aria accede nella stufa.

Il tipo più comune di stufa di tal genere è a pareti cilindriche; l'aria del luogo attraverso bocche sottostanti penetra nello spazio anulare compreso tra la stufa e il mantello. Un esempio di stufa simile si ha rappresentato nella fig. 786; essa è provvista di un involucro cilindrico di lamiera di ferro, con focolare per il coke, con tramoggia per il caricamento del combustibile ed in alto è provvista di una vaschetta igrometrica per l'umettazione dell'aria.

Siccome le stufe metalliche si raffreddano presto appena cessa la combustione, queste richiedono una regolarità sulla condotta del fuoco, perchè costante riesca il loro rendimento, acciocchè la temperatura dell'ambiente si mantenga sensibilmente la stessa. È necessario quindi nelle stufe metalliche che una persona attenda senza interruzione alla condotta del fuoco. Ad ovviare almeno in parte tale inconveniente e rendere il riscaldamento indipendente dalla irregolarità di condotta del fuoco, giova munire il focolare di una tramoggia per il combustibile capace di alimentare automaticamente il focolare medesimo.

Nelle stufe ad alimentazione continua (fig. 787) quindi il focolare cilindrico è sormontato da una tramoggia di forma di un tronco di cono con la base maggiore rivolta in basso, superiormente chiusa da un coperchio; questa tramoggia si riempie di combustibile nella quantità bastevole per un determinato numero di ore; così da rendere necessario ad intervalli lunghi di tempo la sorveglianza del fuoco. Mano mano il combustibile si consuma, quello sovrastante discende ed alimenta con continuità la combustione.

E poichè la stufa rappresentata nella figura precedente non rinnoverebbe l'aria del locale, ma riscalderebbe la medesima per il contatto di questa con la sua parete, diamo nella fig. 788 la disposizione che si darebbe alla medesima, allora quando la stufa dovrebbe servire a riscaldare l'aria esterna prima

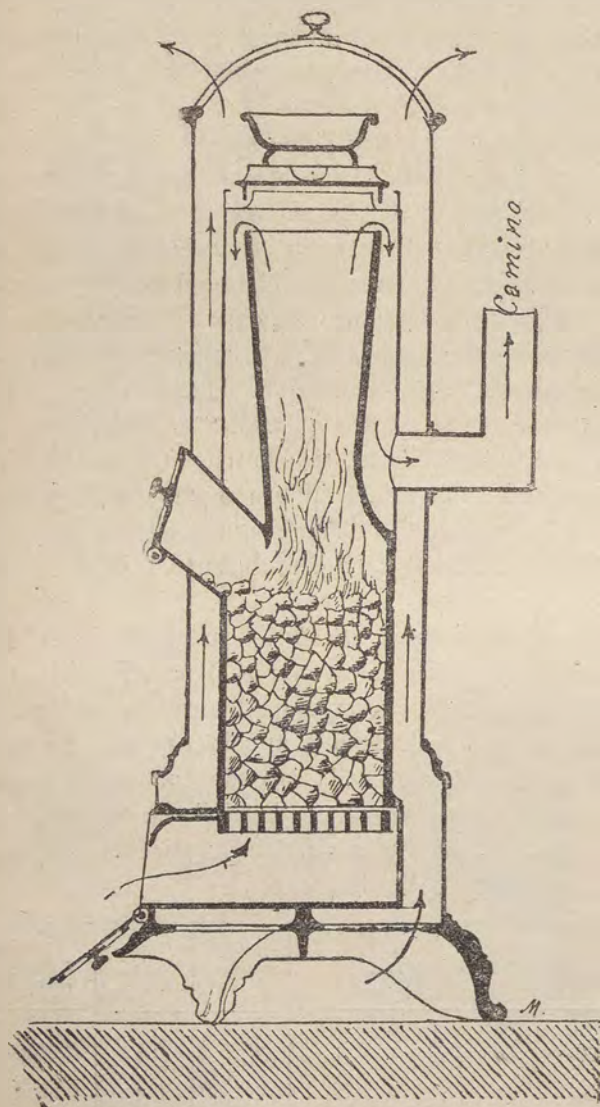


Fig. 786.

mino della stufa e con le bocche di presa situate in basso presso il pavimento. In entrambi i casi ha luogo una resistenza alla graticola per la quale il coefficiente K varia tra i valori 2 e 6. Secondo il Grassi ed il Ferrini tal coefficiente di resistenza si può esprimere per

$$K = 20,6n - 3,5$$

dove n è il numero dei pezzi di combustibile disposti secondo una verticale condotta attraverso lo spes-

che questa si introduca nell'ambiente. In questo modello di stufa il focolare *a* si può rivestire di mattoni refrattari per impedire l'arroventamento della

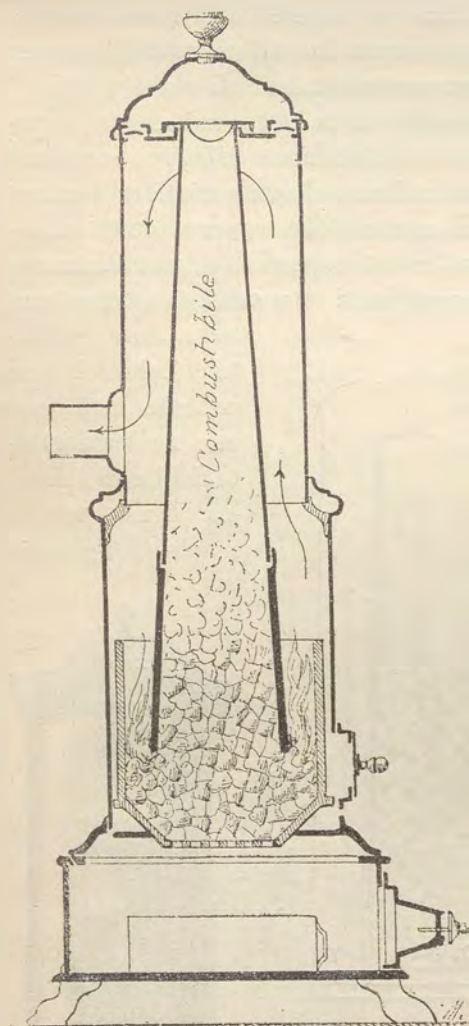


Fig. 787.

lamiera, l'aria presa dallo esterno si scalda nello spazio anulare *b* compreso tra la stufa e il mantello e si versa calda nell'ambiente attraverso bocche situate in sommità dell'involucro esteriore.

Allora quando si richiede una maggiore superficie di riscaldamento della stufa, senza aumentare di molto le dimensioni della medesima, si può adottare la disposizione indicata schematicamente dalla

fig. 789. I prodotti della combustione dal focolare pervengono nella parte superiore *a* della cavità interna della stessa, quindi per tubature *b* disposte lateralmente in numero sufficiente per raggiungere una conveniente sezione ridiscendono in basso per avviarsi tosto verso la canna da fumo *c* che si diparte dal basso della stufa. Il mantello avvolge l'intero apparecchio così costituito, di maniera che l'aria esterna arrivando dal basso sale riscaldandosi a contatto dell'involucro interno e della superficie esteriore delle tubature discendenti.

Un'altra disposizione comunemente adottata dalle officine tedesche e diffusa oggi anche fra noi è quella di munire di nervature verticali la parete della stufa.

A questo tipo appartiene la nota stufa del Meidinger ad alimentazione continua di cui lo schema

è rappresentato nella fig. 790 con pianta e sezione. Questa stufa è a fuoco continuo e consta di due involucri di lamiera di cui l'interno munito di nervature racchiude un fornello cilindrico centrale di ghisa formato di diversi elementi sovrapposti per la sua facile scomposizione e ricambio dei pezzi.

Questi segmenti formano la capacità centrale destinata a ricevere la carica del combustibile che può essere coke o preferibilmente antracite. Si accende per di sopra mediante legna minute poste sulla carica di carbone e si chiude il coperchio. L'accensione si trasmette progressivamente da uno strato all'altro ed in capo a qualche ora tutta la massa del combustibile è passata alla distillazione e solo lo strato più basso si consuma per combustione. Consumato questo la carica si abbassa e così di seguito fino al totale esaurimento.

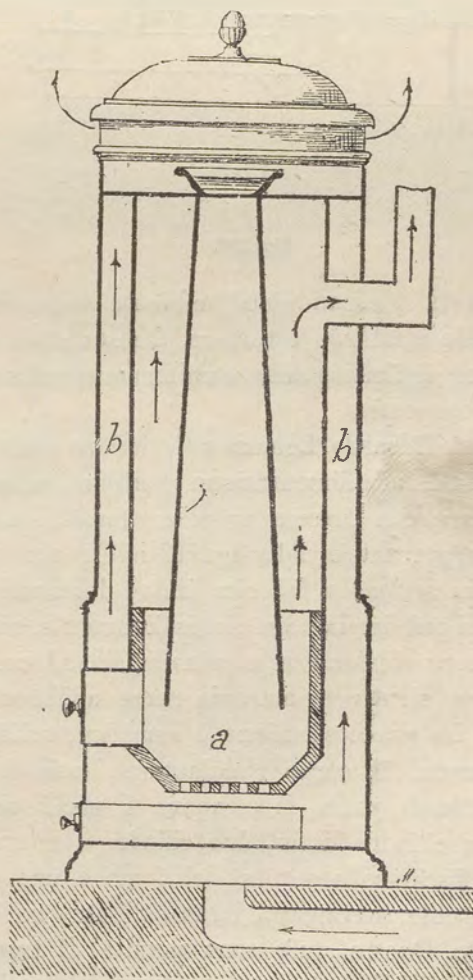


Fig. 788.

L'aria necessaria alla combustione entra dal cenerario, la cui bocca è munita di registro. Fra i due involucri di lamiera, che circondano il fornello cen-

trale ha luogo il riscaldamento dell'aria che arriva dall'esterno per mezzo del condotto, la quale giunta

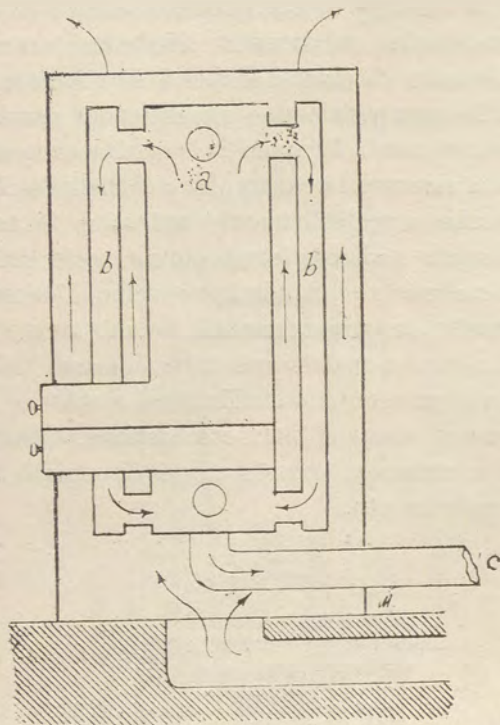


Fig. 789.

alla sommità si espande nell'ambiente dalla apertura libera dello involuppo esteriore. Questa stufa è pregevole per il funzionamento uniforme e pel suo rendimento economico.

La ditta Edoardo Lehmann di Milano fabbrica un tipo di stufa ad alimentazione continua automatica del focolare con sistema proprio. Questa stufa che si vede rappresentata nella fig. 791 in elevato e nella fig. 792 in sezione si fabbrica in tre differenti grandezze e si può impiantare sia isolatamente, rivestita di involucro di lamiera a colonna, sia ad uso calorifero fra strutture murarie come addimosttra la fig 797. La sua costruzione è semplice, solida e di molta durata. Il corpo riscaldatore, ossia la vera stufa, tutta di ghisa, si compone di pochi pezzi: il fondo, un cilindro liscio, due cilindri a nervature, un altro liscio colla sortita del fumo e una calotta per coperchio, sovrapposti l'uno sull'altro nell'ordine mentovato. Queste stufe sono munite di tramoggia obliqua per l'alimentazione continua del focolare. In questo la combustione è resa perfetta con opportuna disposizione di tre griglie ed è evitato l'arroventamento delle pareti che sono rivestite di grossi mattoni refrattarii. In alto sta una vasca igrometrica per

saturare di vapore l'aria nuova. Si può riscaldare a semplice circolazione d'aria interna e a ventilazione mediante presa d'aria esterna.

Si può aumentare la superficie di riscaldamento coll'aggiunta di un serpentino all'uscita del fumo per utilizzare maggiormente il calore di quest'ultimo.

Il consumo di combustibile è reso minimo dalla speciale conformazione del focolare e del corpo superiore della stufa, dove si utilizza nel modo migliore il calore dei prodotti della combustione sempre tenuti in intimo contatto coll'estesa superficie di riscaldamento aumentata nei due cilindri intermedi con nervature.

Le stufe ventilatrici Lehmann sono indicate non solo per il riscaldamento dei locali abitati, ma bensì per le scuole e per gli ospi-

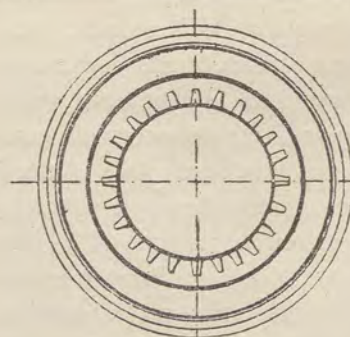
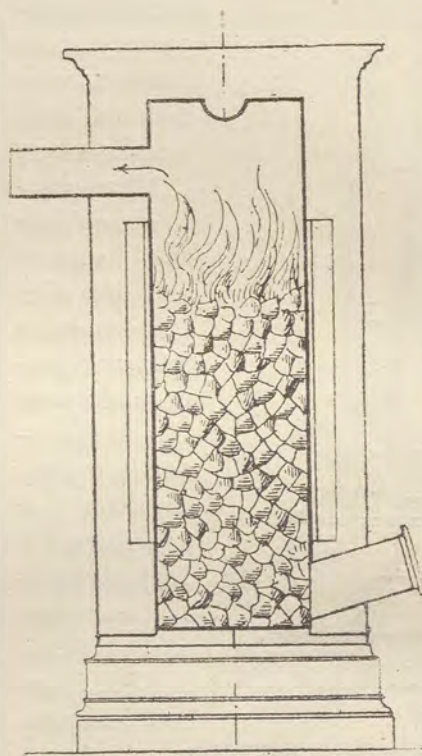


Fig. 790.

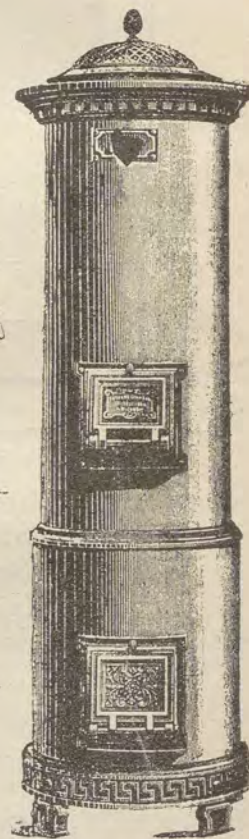


Fig. 791.

dali a causa del loro riscaldamento uniforme e della facile condotta del fuoco.

Adoperando il gas-luce come combustibile, la disposizione migliore che si può dare a una stufetta

semplice è quella di disporre una corona di beccchi a gas nell'interno della cavità cilindrica di lamiera della stufa, le cui pareti riscaldano l'aria che vi sta a contatto. Avvolgendo la stufa con un mantello di lamiera metallica provvisto inferiormente di bocche comunicanti coll'ambiente o coll'esterno la stufa semplice si trasforma in stufa a circolazione di aria locale o in stufa ventilatrice.

Nelle stufe ventilatrici a gas la forma più comune che si dà alla cavità interna della stufa è quella tubulare. Con tale disposizione si aumenta la superficie di riscaldamento e si utilizza in maggiore misura il calore della fiamma.

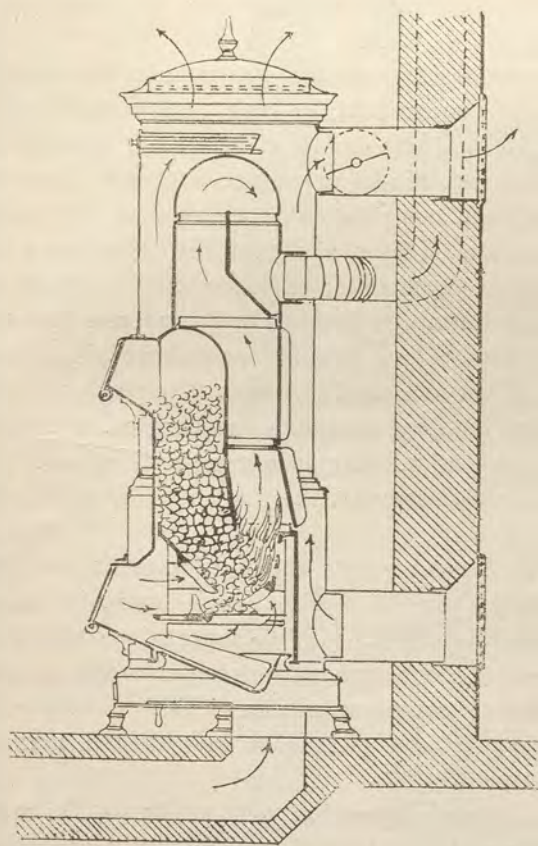


Fig. 792.

I prodotti della combustione dalla cassa del focolare *a* salgono attraverso dei tubi verticali e pervengono nella cassa *b* della stufa per ridiscendere per il condotto *c* del camino (fig. 793).

L'aria di ventilazione perviene in basso della cavità anulare compresa tra la stufa e l'involucro esterno, circola a contatto dei tubi e della cassa della stufa e si spande nell'ambiente attraverso le bocche di calore situate in alto.

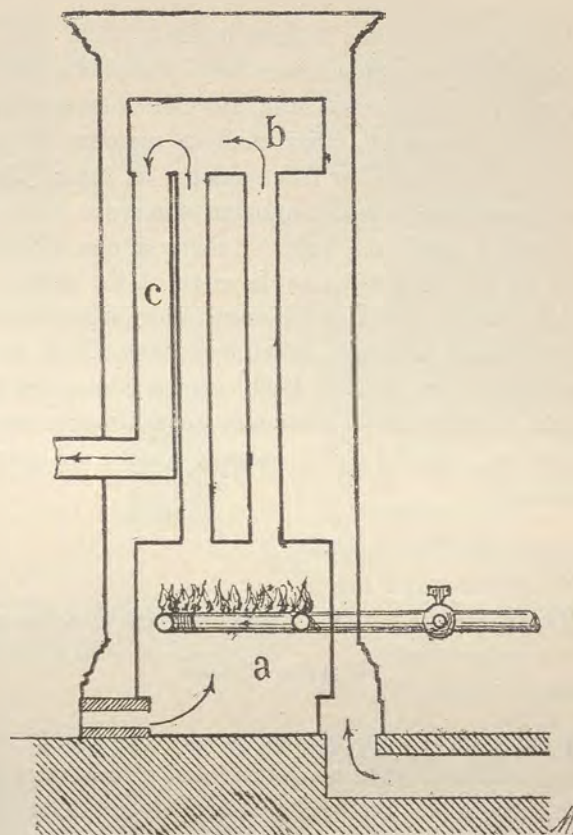


Fig. 793.

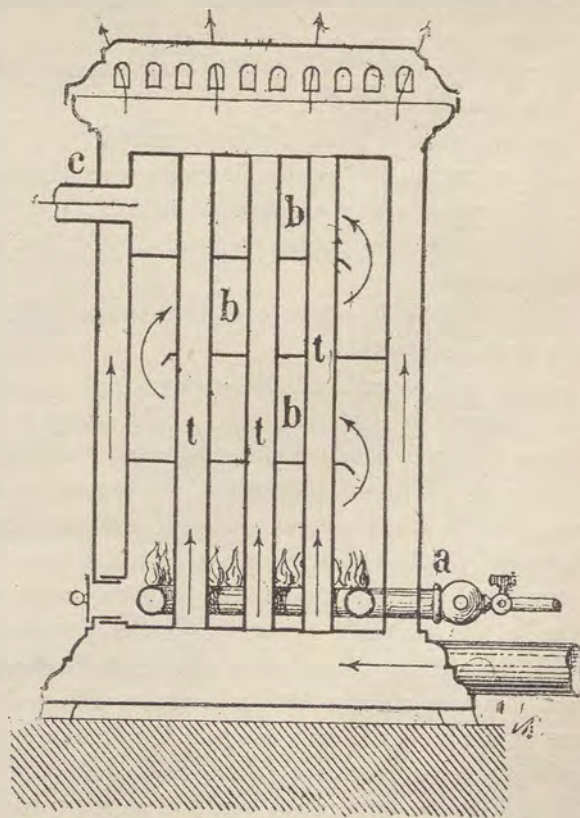


Fig. 794.

Con la disposizione inversa indicata dalla fig. 794 i prodotti della combustione delle fiammelle, disposte lungo il tubo circolare *a*, attraversano una cassa suddivisa da pareti orizzontali in segmenti *b, b* ed escono per la bocca *c* del condotto da fumo. L'aria nuova percorre lo spazio anulare compreso fra i due involucri e quello dei tubi *t, t* verticali che attraversano da un capo all'altro la cassa della stufa.

Le stufe a gas si adoperano allorché trattasi di riscaldare ambienti piccoli e ad intervalli di tempo discontinui, per la loro facile accensione e pel loro pronto riscaldamento, riuscendo sensibilmente economiche nei paesi in cui è basso il prezzo del gas ilminante.

§ 8.

I CALORIFERI PER IL RISCALDAMENTO CENTRALE AD ARIA CALDA.

I caloriferi ad aria non sono che grandi stufe ventilatrici collocate nei sotterranei o in camere speciali situate ad un livello inferiore a quello delle camere a scaldarsi e munite di pareti di grande spessore o di pareti cave per impedire il disperdimento di calore.

Le parti principali che costituiscono un calorifero ad aria sono le seguenti:

- a) la bocca di presa dell'aria nuova;
- b) la cavità nella quale l'aria nuova si riscalda;
- c) il calorifero propriamente detto;
- d) i canali e le canne verticali di distribuzione dell'aria calda;
- e) le bocche di calore o di immissione dell'aria calda negli ambienti.

Spesso inoltre sul calorifero havvi una camera, detta *camera di distribuzione*, dalla quale si dipartono i singoli condotti che conducono l'aria calda negli ambienti. Questi condotti si dispongono in maniera che la distribuzione avvenga con una certa uniformità planimetrica. Se fosse possibile adottare un condotto per ogni ambiente, la distribuzione sarebbe la più razionale anche dal punto di vista dei calcoli. Tale disposizione però non essendo pratica si usa disporre un condotto principale, dal quale si fanno diramare i condotti secondari e le canne che terminano nelle bocche di calore degli ambienti, ovvero si disporrà una canna per ogni serie di camere sovrapposte, appartenenti cioè a piani diversi. In ogni

caso si curerà nella distribuzione dei condotti e delle canne che le resistenze riescano eguali per ogni ramo di condotto, per fare economia dei calcoli, i quali si estenderanno ad un solo di essi, allorché i condotti sono simmetricamente eguali.

Dovendo un calorifero servire per riscaldare molteplici ambienti, l'aria calda nel tragitto che fa attraverso i condotti, prima di giungere ai diversi ambienti, perde del calore che cede alle pareti; per questo motivo il coefficiente di rendimento dei caloriferi ad aria calda riesce inferiore a quello delle stufe e nella massima parte dei casi difficilmente supera i 0,70 del calore prodotto. Nei calcoli si ritiene che il rendimento sia 0,60 per la stessa ragione edotta per le stufe.

È riconosciuto inoltre che il buon funzionamento di questi apparecchi ha luogo entro un raggio di azione che varia dai 12 ai 20 metri, misurati orizzontalmente. Sicché in pratica, ritenendo la media di 15 m., non computando le dimensioni dell'ambiente più lontano, si disporrà il calorifero dipendentemente da questa condizione; evidentemente se l'edificio si estende tanto che questa condizione non può essere soddisfatta, allora o si impiegheranno più caloriferi centrali ad aria calda, ovvero si impiegherà un calorifero di altra natura, ad acqua p. es. o a vapore, che comporti un maggiore raggio di azione.

I calcoli occorrenti per l'impianto di un calorifero ad aria sono:

a) *La superficie di riscaldamento*. — Questa si calcola come si è fatto per le stufe, in base cioè al principio che un mq. di superficie scaldante può essere capace di trasmettere tre mila calorie all'ora. In pratica conviene adottare 2500 calorie e 5000 calorie per ora quando la superficie è munita di nervature.

b) *La temperatura ad aria calda*. — Nei condotti ed attraverso le bocche di calore si fa in maniera che la temperatura dell'aria calda non oltrepassi i 40 gradi. La temperatura però dell'aria calda nel calorifero si suole spingere fino a 100° e talvolta anche fino a 150°. In questo caso si usa disporre, prima della camera di distribuzione, un'altra camera, detta *camera di miscela*, nella quale si fa prevenire unitamente all'aria calda, dell'aria fredda dallo esterno, che mescolandosi con quella calda a 100° o 150° ne riduca la temperatura a 40° circa. Talvolta invece i condotti si dipartono dalla camera di distribuzione non preceduta dalla camera di miscela; in tal caso

però ciascuno di essi avrà la singola presa d'aria fredda ovvero la singola camera di miscela, dalla quale poi si partono le canne e i condotti secondaria. Si usa sovente far così, allorchè l'aria esterna è pura in ogni punto dell'edificio, allo scopo di evitare le grandi aperture di presa, incommode a praticarsi nei muri. È facile calcolare i volumi delle due quantità di aria che ivi devono concorrere con le rispettive temperature per avere la temperatura media di 40^0 ; in ogni caso le due quantità di aria che affluiscono nelle camere di miscela si regolano anche con apposite valvole.

L'aria calda infine deve avere un certo grado di umidità perchè riesca igienica. Suolsi perciò, o nelle camere di distribuzione, ovvero in quelle di miscela, mettere un vaso igrometrico con acqua in quantità opportuna, che vi si fa giungere per mezzo di un recipiente esterno ad afflusso continuo.

Il calcolo delle altre diverse parti di questi caloriferi si compie nel modo identico a quello usato per le stufe.

È condizione imprescindibile dal punto di vista igienico che l'aria da scaldare pervenga pura nel

calorifero. Qualora quindi non è tale quella che lambisce le pareti dell'edificio, il costruttore giudicherà se è il caso di installare la bocca di presa nell'alto dell'edificio, e ciò col mezzo di opportuno condotto verticale od anche col mezzo di una apposita torretta che si elevi al di sopra del tetto, ovvero istallerà la presa in luogo distante dall'abitato, possibilmente in località coperta da alberi, scevra di polvere e di qualsiasi altra causa di infezione e la condurrà all'edificio per mezzo di condotto sotterraneo.

Qualora non sarà possibile disporre dell'aria pura con uno dei mezzi sopra indicati, si curerà di rendere artificialmente pura l'aria che perviene dallo esterno ed il mezzo più adatto è quello di lavare l'aria con un getto a spruzzo di acqua ovvero di costringerla ad attraversare una tela di cotone, di lino o di lana inumidita in maniera che permetta il passaggio dell'aria e ad un tempo ne trattenga il pulviscolo.

Prima di procedere nella descrizione dei caloriferi ad aria più usati negli impianti di riscaldamento, credia-

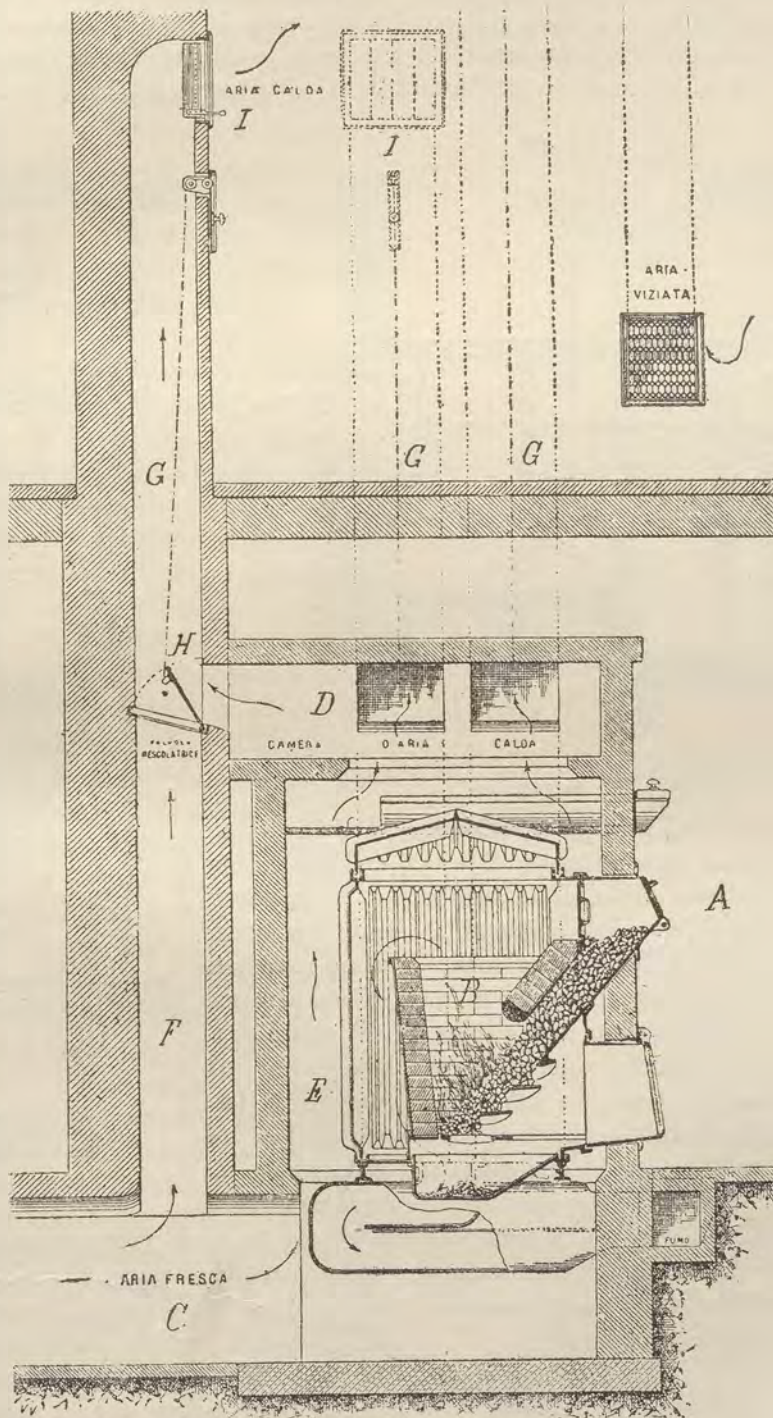


Fig. 795.

mo utile riprodurre la disposizione proposta dal Lehmann per un calorifero ad aria calda (fig. 795) del sistema Staib, allorquando l'aria fresca essendo

pura arrivi direttamente al calorifero. Secondo questa disposizione *A* è l'ambiente sotterraneo nel quale è impiantato il calorifero, *B* il calorifero, *C* il condotto dell'aria fredda, *D* la camera dove si raccoglie per tosto distribuirsi l'aria calda, *E* l'intercapedine nel quale viene riscaldata l'aria, *F* condotto dell'aria

planimetrico di un simile impianto si ha nella fig. 2 tav. LXIII, nella quale una stufa di tal genere è utilizzata per il riscaldamento degli ambienti di un appartamento. In questa figura con *A* è rappresentata la presa e il condotto dell'aria fredda, con *bb* i condotti distributori dell'aria calda, con *cc* i condotti

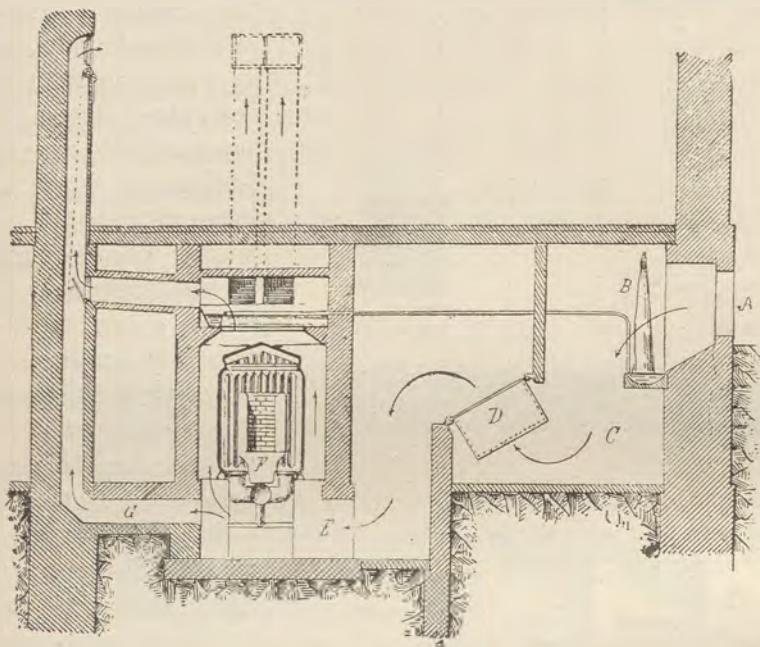


Fig. 796.

fredda che si mescola all'aria calda coll'interposizione del registro *H*, manovrabile dallo esterno, *GG* le canne di distribuzione dell'aria calda, *II* le bocche di calore che versano l'aria calda negli ambienti.

Secondo lo stesso Lehmann la disposizione conveniente che deve assumere l'impianto generale di un calorifero, allora quando l'aria esterna non è pura, e deve quindi essere lavata, è quella riportata dalla fig. 796 in cui: *A* è la presa dell'aria (che può anche essere una finestra del piano sotterraneo), *B* lo spruzzo di acqua che serve a lavare l'aria nuova che penetra nel locale *C* sotterraneo, *D* il filtro purificatore, *E* la bocca di immissione dell'aria pura nel calorifero *F* e nel condotto *G* di aria fredda che va a mescolarsi coll'aria calda; la disposizione delle parti rimanenti è identica a quella della figura precedente.

Una stufa ventilatrice tipo Lehmann impiegata come calorifero, si ha rappresentata nella fig. 797 nella quale *I* è il condotto di presa dell'aria nuova, *II* lo spazio anulare in cui l'aria viene riscaldata, *III* la camera di distribuzione dell'aria calda dalla quale si dipartono i condotti distributori. L'insieme

di estrazione dell'aria viziata.

Lo spazio in cui l'aria nuova viene riscaldata nel suo percorso nei caloriferi può essere costituito da tubi verticali od orizzontali o da una camera che

contenga la stufa propriamente detta. Laonde sono state costruite disparate forme di caloriferi in alcuni dei quali si ha oltre al focolare una serie di tubi di ghisa o di lamiera verticali congiunti fra loro da tratti di tubo orizzontali percorsi dai prodotti della combustione prima che si immettano nella canna da fumo; in altri i tubi sono disposti orizzontali collegati fra loro da tratti di tubo verticali, in altri infine la superficie di riscaldamento è data da una cassa metallica provvista o meno di nervature, pur tacendo

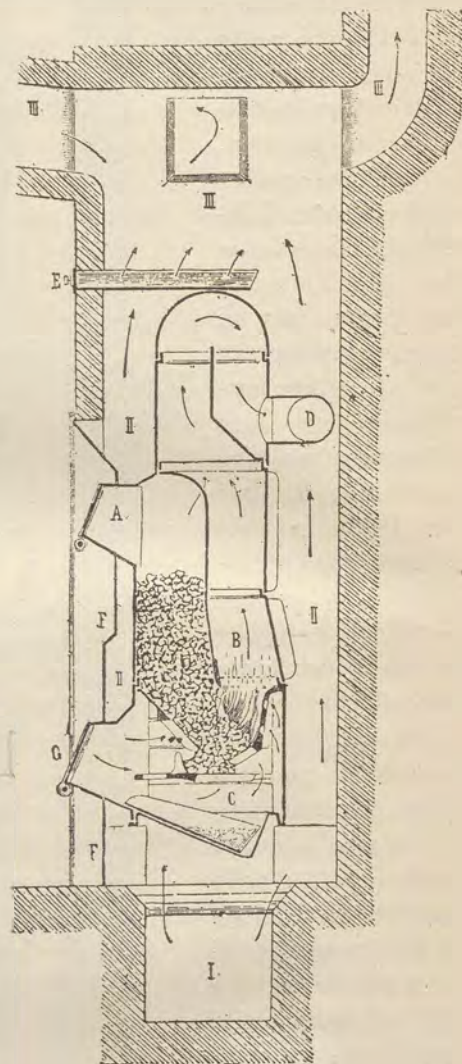


Fig. 797.

dei caloriferi di terra cotta. Uno dei tipi primitivi di caloriferi ad aria calda è quello della cessata ditta Monti, ora G. B. Porta di Torino a condotti verticali.

Questo calorifero rappresentato in pianta e sezione nella fig. 798 consta di un focolare centrale *a* a pareti metalliche rivestite internamente di mattoni refrattarii, di una cassa metallica *b* superiore, attraversata da una serie circolare di condotti *c* verticali percorsi dall'aria fredda, nella quale pervengono i prodotti della combustione direttamente dal focolare; di una analoga cassa metallica *b*₁ inferiore, pure attraversata da una serie identica di condotti *c*, percorsi dall'aria fredda, in diretta comunicazione con la cassa superiore *b* mediante una serie concentrica di tubi verticali *d*. I prodotti della combustione dalla cavità *b* pervengono nella cavità *b*₁, per mezzo dei tubi *d* e si avviano tosto per la canna da fumo *F* attraversando il condotto *G*. Tutto il calorifero è installato in un ambiente di muratura a pareti doppie per impedire la trasmissione di calore all'esterno.

L'aria fredda proveniente per il condotto *A* si immette nel calorifero per le bocche *B*, *B*... attraverso lo spazio *S* compreso tra il calorifero e la parete in muratura, lambendo la superficie esterna del focolare, dei tubi *d*, delle casse metalliche *b*, *b*₁, e quella interna dei tubi *c*, *c*, per avviarsi attraverso l'apertura *D* verso i condotti di distribuzione *LL*... Le tre aperture *x*, *y*, *z* servono rispettivamente per la carica del combustibile nel focolare, per il governo del fuoco e per l'estrazione della cenere.

La ditta Porta fornisce oggi un tipo di calorifero modificando il precedente col disporre i tubi orizzontali, anzichè verticali, ed eliminando le due casse, l'una superiore e l'altra inferiore. Nella fig. 799 si ha rappresentata con doppia sezione longitudinale e trasversale la disposizione degli elementi in numero di sei, ciascuno dei quali consta di un tubo a nervature che si raccorda a mezzo di un piccolo elemento di tubo verticale, con giunto ermetico, con un tubo liscio di eguale dimensione. I prodotti della combustione attraversano prima la serie di tubi a nervature, quindi quella dei tubi lisci situati al disotto e si avviano tosto per il condotto del fumo. L'aria fredda lambisce la superficie esterna dei tubi lisci, quindi quella dei tubi a nervature e si dirige per i condotti di distribuzione dell'aria calda. In questo calorifero si ha in *a* il focolare, *b* la griglia, *c* il cinerario, *d* i tubi a nervature, *e* il giunto ermetico con amianto e bulloni, *f* i tubi lisci, *g* il condotto del fumo, *h* la porta di

pulimento, *i* il saturatore igrometrico, *k* *k* i condotti di distribuzione dell'aria calda.

Una disposizione analoga con tre serie di condotti orizzontali muniti di nervature si ha nel calorifero

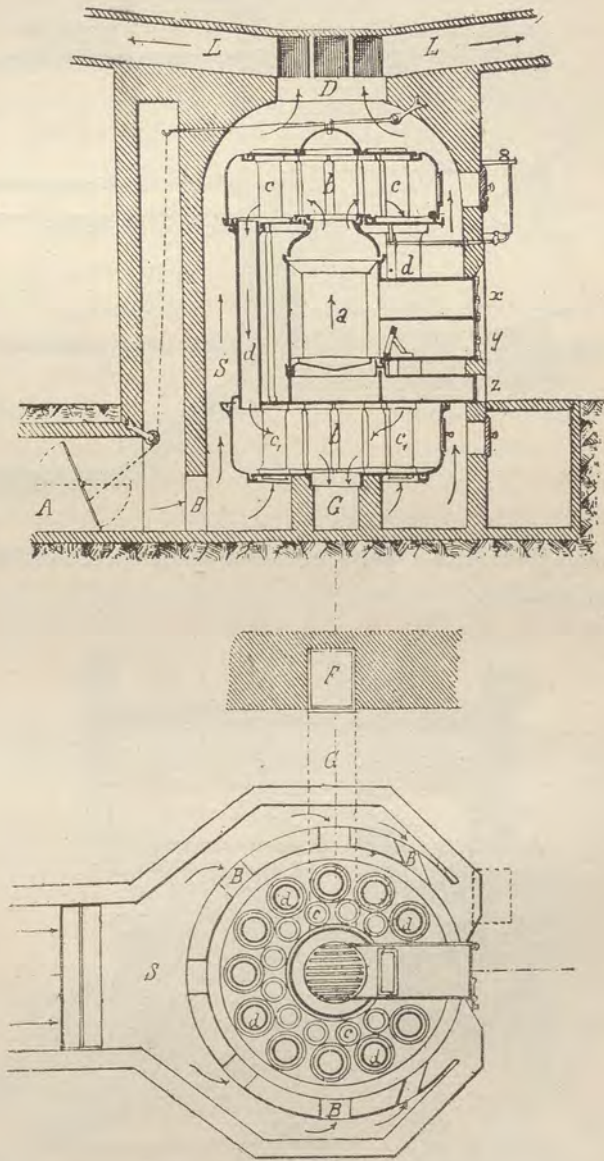


Fig. 798.

della ditta Zippermann di Milano rappresentato in sezione nella fig. 800. In questo calorifero è indicato con *a* il focolare provvisto di tramoggia per l'alimentazione continua del combustibile, *b* il cinerario, *c* *c* i tubi metallici orizzontali provvisti di nervature e congiunti fra loro con manicotti a chiusura ermetica, *d* il camino di richiamo dei prodotti della com-

bustione, *e* il condotto dell'aria fredda, *f* il saturatore longitudinale e la sezione trasversale del ca-

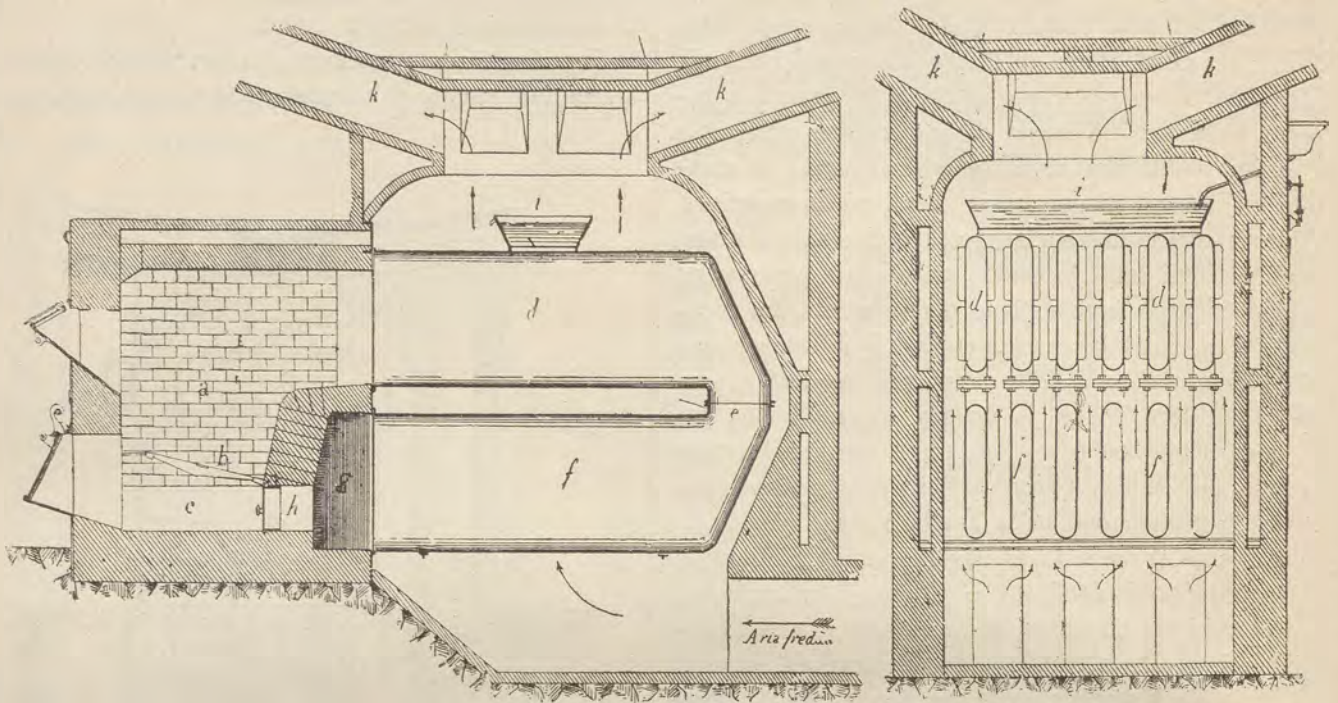


Fig. 799.

tore igrometrico, *g g* i condotti di distribuzione dell'aria calda.

lorifero sistema Staib fornito dalla casa Lehmann di Milano. Questo calorifero, molto preferito oggigiorno

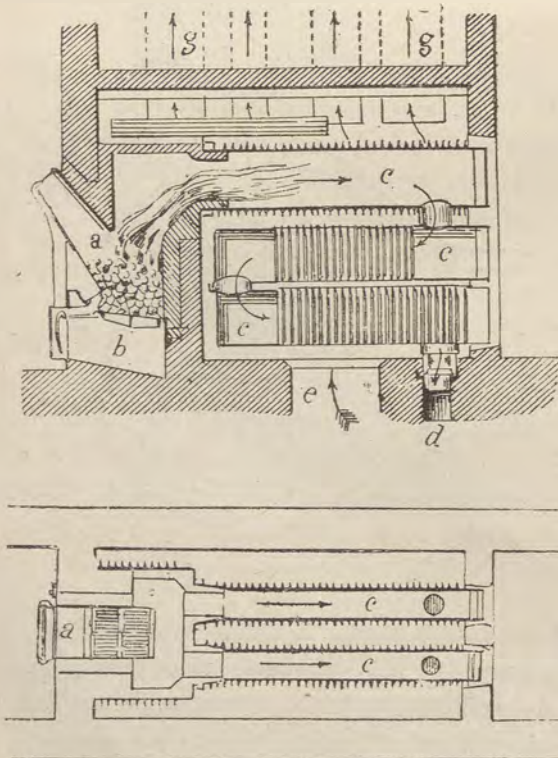


Fig. 800.

Le figg. 801 *a* e *b* rappresentano rispettivamente la

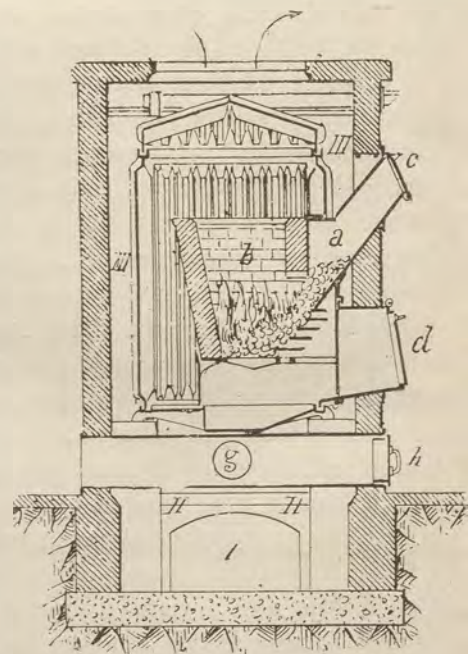


Fig. 801 a.

per la sua semplice costruzione e per la facilità di montatura e di manutenzione, presenta il pregio di non arroventarsi in alcuna sua parte, poichè è impedito alle fiamme di toccare le pareti del calorifero;

il quale ha la forma di una cassa parallelepipedica, di

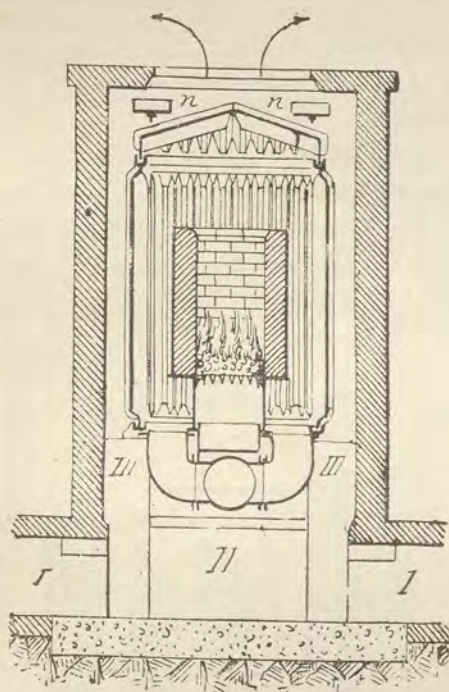


Fig. 801 b.

cui le quattro pareti verticali e la cupola sono munite di nervature per aumentare la superficie di riscaldamento. In queste figure si ha in *b* il focolare rivestito di mattoni refrattari, in *a* la tramoggia di caricamento capace di ricevere una carica di combustibile bastevole per 12 ore. Il carbone nel discendere incontra prima una graticola a gradinata, poi, in fondo, un'altra piana collocata orizzontalmente. Arrivando in questa ha già subito l'operazione di distillazione in modo completo, mentre il carbone riposante sulla gradinata è in corso di subirla. I prodotti che si svolgono dalla combustione sulla graticola piana, vengono asportati dall'aria che circola framezzo alle lastre della gradinata. Due portine servono per introdurre l'aria e regolare il fuoco secondo il bisogno, ravvivandolo o rendendolo debole.

L'una in *d* alla bocca del cinerario, l'altra superiormente in *c* alla bocca della tramoggia. Il condotto

g serve a smaltire i prodotti della combustione. Questi, dopo di essersi inalzati sino alla cupola di lamiera di acciaio con nervature, che sovrasta al fornello, discendono lambendone le facce laterali, per raggiungere il detto condotto. Il coperchio consta di un solo pezzo ed è unito alla cassa mediante giunte a tenuta di sabbia. Nell'identico modo è unita la cassa che consta soltanto di 4 pezzi, alla sua base. L'aria pura entra dalle due bocche di presa *I* e si riversa nella camera *II*. Di là sale negli spazi *III*, scaldandosi pel contatto delle pareti della cassa del calorifero, si approvvigiona della necessaria umidità lambendo le vasche in acqua collocate in *n n*, quindi si avvia nei condotti di distribuzione. La piccola porta *h* serve per operare la pulitura.

Un calorifero ad aria intermedio tra quello Staib e l'altro del tipo Porta è quello che fornisce la Casa G. Besana di Milano (fig. 802). In questo calorifero, che è in ghisa si ha in *a* il focolare rivestito di mattoni refrattari, in *b* la tramoggia per l'alimentazione continua del combustibile il quale dalla tramoggia cade nella graticola *c* orizzontale e la sua combustione viene alimentata da una corrente di aria che penetra dalla porta del cinerario regolabile con un registro a seconda del bisogno. Il combustibile

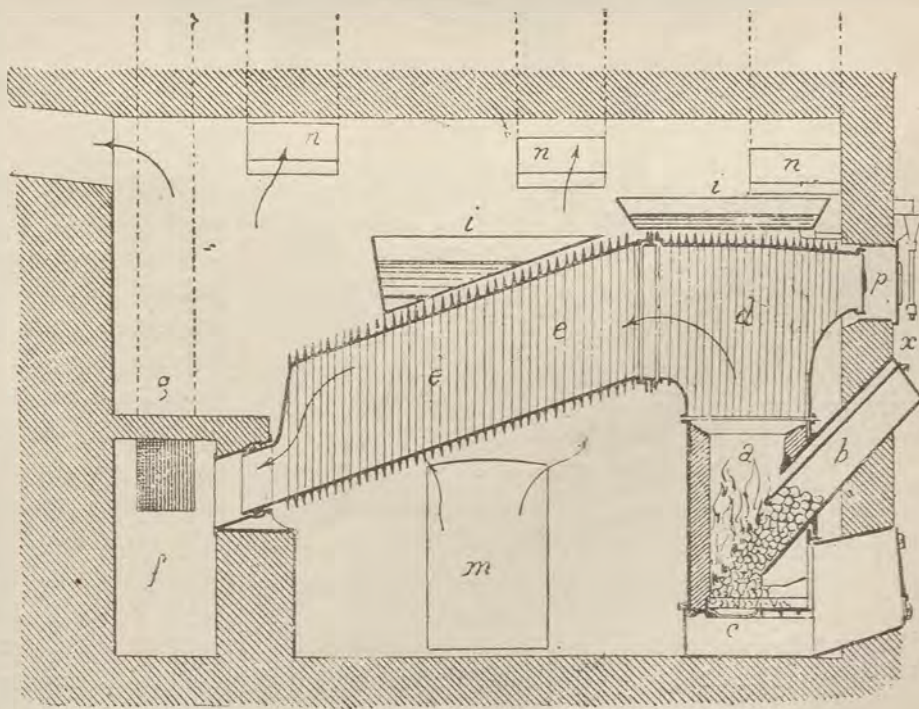


Fig. 802.

subisce prima la distillazione e dopo di essersi ridotto in coke ha luogo la sua combustione completa.

I gas che si svolgono bruciano mediante una corrente d'aria che penetra per la feritoia x , parallela alla tramoggia situata al di sopra della medesima.

I prodotti della combustione del focolare pervengono nella cassa d provvista di nervature e da questa in una serie di tubi ee piatti e muniti di nervature per avviarsi tosto nella camera da fumo f comunicante col camino g di richiamo. Al di sopra dei tubi e della cassa si hanno due saturatori igro-

metrica 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

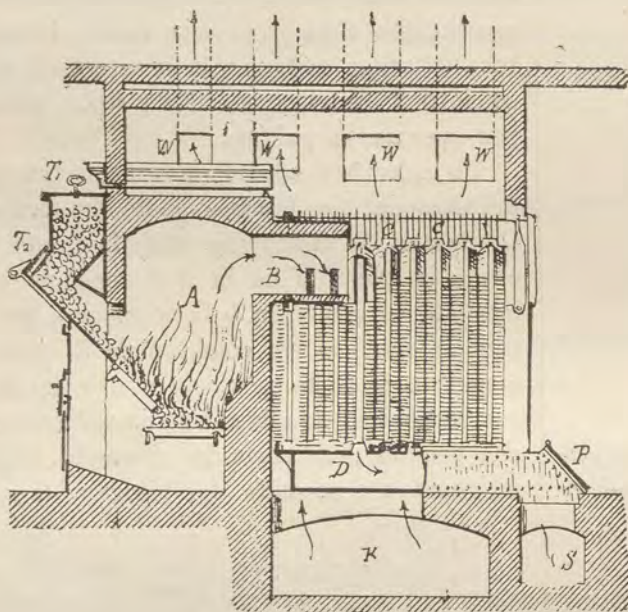
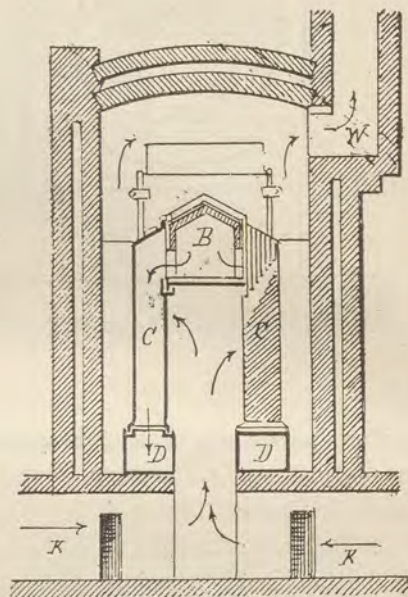


Fig. 803.



metrici i e tutto l'apparecchio è chiuso in una camera di muratura munita di parete doppia. L'aria fredda arriva per la porta m , si riscalda a contatto dei tubi e della cassa e si avvia pei condotti nn di distribuzione dell'aria calda. La pulitura dei tubi si effettua molto semplicemente per mezzo di una spazzola a lungo manico, che si introduce dalla porta anteriore p di cui è munita la cassa d .

Rappresentiamo infine nella fig. 803, con sezione longitudinale e sezione trasversale, il calorifero ad aria calda, costituito da elementi ad alette inclinate della Casa Fratelli Koerting (1). Il focolare A del calorifero, in muratura refrattaria, è collocato nell'interno della camera di riscaldamento dell'aria. Due tramogge T_1 e T_2 , una verticale, l'altra inclinata, contengono il combustibile; questa termina in una graticola inclinata, sotto la quale sta un'altra gra-

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 facce verticali sono praticate delle aperture 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 tubi contigui quasi si toccano,

(1) MORRA, *Il riscaldamento delle abitazioni*. Encicl. Arti e Industrie. Torino.

sicchè l'aria che proviene dallo esterno ne lambisce le due facce. 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 per le porte *PP*; la fuliggine aderente ai tubi verticali si fa cadere in basso. L'aria esterna arriva dal canale *K* e si sfoga calda in alto pei condotti di distribuzione *W*.

La fig. 804 rappresenta 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 *T₁*; la portina *T₂* munita di imposta scorrevole, serve a dirigere al momento del bisogno un soffio d'aria al di sopra del combustibile ardente: l'aria alimentatrice della combustione arriva dal cinerario ed accede a questo dalla porta *T₃* 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.

Perchè un calorifero ad aria calda possa bene funzionare è necessario che il costruttore nell'impianto provveda alle seguenti condizioni:

1.° Che il focolare sia rivestito di terra refrattaria per evitare l'arroventamento delle pareti e pos-

sibilmente sia munito di tramoggia per l'alimentazione continua del combustibile.

2.° Che il saturatore igrometrico sia sufficien-

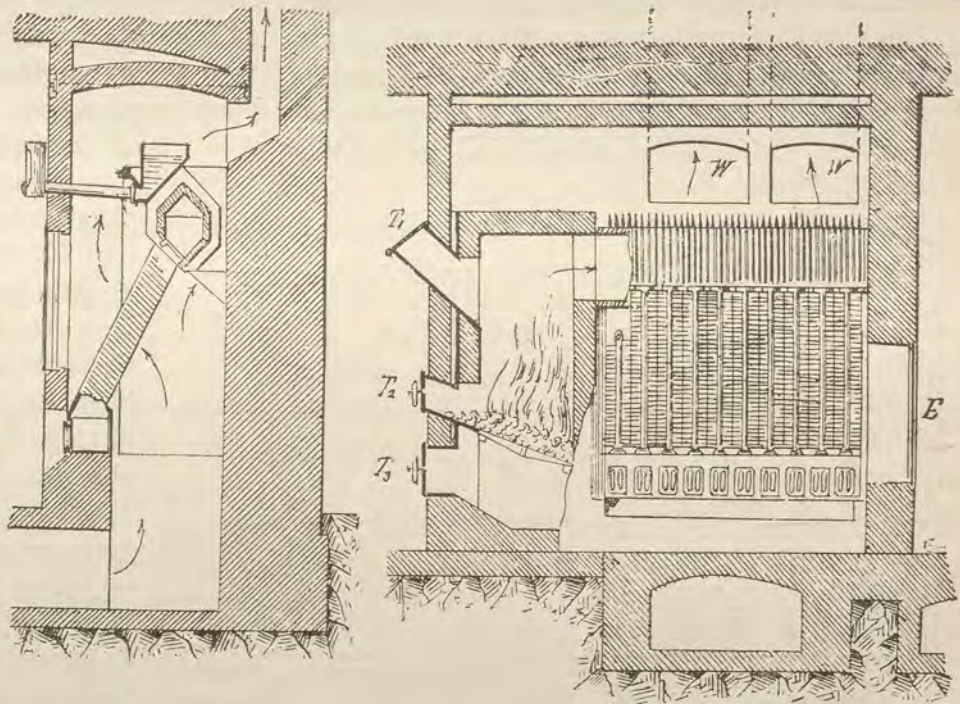


Fig. 804.

temente ampio e facilmente controllabile sia il livello dell'acqua dall'esterno mediante tubi di livello.

3.° Che non si abbiano a verificare correnti di sorta attraverso i giunti del fumo verso l'aria calda, perchè questa non pervenga negli ambienti già viziata.

4.° Che la camera di riscaldamento e quella di distribuzione siano accessibili per la facile pulitura del pulviscolo trasportato dall'aria fredda, il quale depositandosi sull'apparecchio riscaldante e torrefacendosi in conseguenza, dà cattivo odore viziando l'aria calda.

5.° Che grande sia la camera di distribuzione, capace cioè di contenere grande quantità di aria calda acciocchè meno sensibili riescano le irregolarità della condotta del fuoco e più costante quindi riesca la temperatura dell'aria calda.

6.° Se l'edificio consta di più piani e le canne verticali di distribuzione partono direttamente dalla camera d'aria per finire alle bocche di calore negli ambienti, agendo queste canne come altrettanti camini, le più lunghe, corrispondenti ai piani più alti

dell'edificio, avranno un maggiore tiraggio che le altre meno lunghe; ciò potendo far nascere un disquilibrio nel riscaldamento degli ambienti, è necessario dividere in tanti segmenti la camera d'aria quanti sono i piani dell'edificio, ovvero si avrà almeno l'avvertenza di situare le bocche di presa delle canne più lunghe ad un livello meno alto di quelle delle canne più brevi, così pei piani inferiori le canne saranno meno tiranti, ed in compenso avranno origine

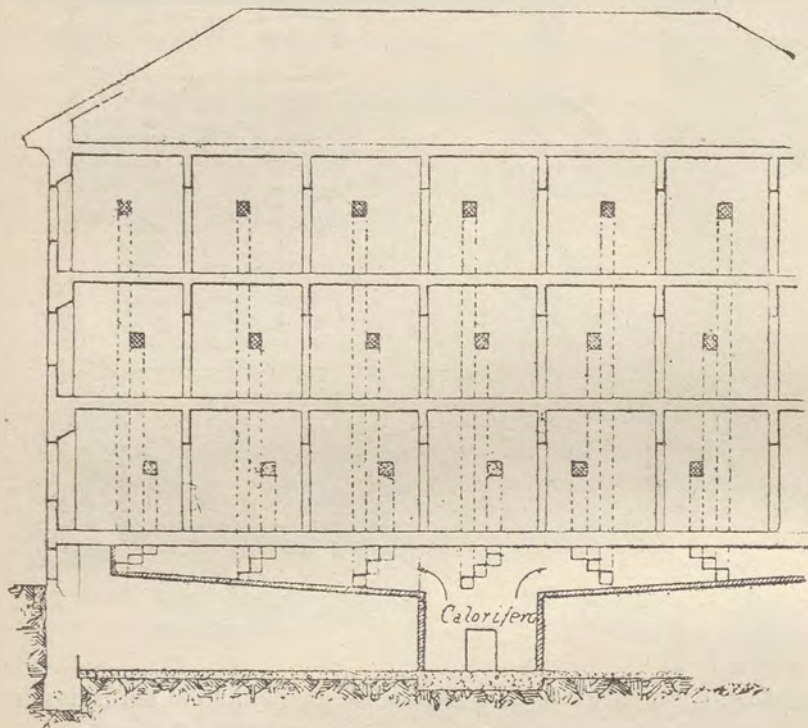


Fig. 805.

nella parte superiore della camera d'aria dove questa è più calda.

7.° Che ove non si possono far partire le canne di distribuzione direttamente dalla camera d'aria, ciò avviene tutte le volte che l'edificio da scaldare contenga molti ambienti per piano, dovendosi installare dei condotti orizzontali da cui poi si partono le canne verticali di distribuzione, è necessario che la sezione dei condotti vada restringendosi in proporzione del minore volume di aria cui deve dare passaggio il condotto, perchè costante si mantenga la velocità della medesima in ogni ramo di condotto (fig. 805).

8.° Perchè l'aria calda meglio si avvii alle bocche inferiori delle canne ascendenti si curerà inoltre di fare leggermente pendenti verso il calorifero i condotti principali e di arrotondarne la parete verticale laddove si verifica un restringimento presso le canne di distribuzione, nella maniera meglio indicata dalla fig. 806, cioè con la concavità rivolta

alla bocca delle canne, così l'aria calda riesce in certo modo invitata ad avviarsi verso le medesime.

9.° Si eviti che una medesima canna serva per il riscaldamento di più ambienti sovrapposti per non creare un mezzo di trasmissione dei suoni fra gli ambienti medesimi e perchè i piani più alti, esercitando un'aspirazione maggiore, sarebbero riscaldati più dei bassi e non sarebbe neppure difficile che il tiraggio possa raggiungere in canne lunghe tale intensità da invertire il moto del fluido nella canna, da aspirare dagli ambienti più bassi l'aria viziata verso gli ambienti superiori.

10.° La posizione delle bocche di calore che immettono l'aria calda negli ambienti è stata oggetto di lungo studio. Poichè alle bocche di calore fanno necessariamente riscontro le bocche di estrazione dell'aria viziata, perchè l'aria calda possa penetrare nell'ambiente a sostituire quella richiamata dal camino di ventilazione; e poichè essendola l'aria vi-

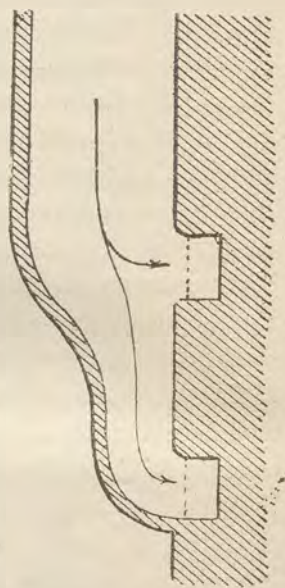


Fig. 806.

ziata più pesante dell'aria pura, le bocche di estrazione devono disporsi sulle pareti in prossimità del pavimento, necessità vuole che le bocche di calore occupino la parete opposta a quella occupata dalle bocche di estrazione, e ad un livello piuttosto alto (non meno di 3 m. dal pavimento), così soltanto, come meglio si arguisce dalla fig. 807, l'aria calda penetrando nell'ambiente sul principio si eleva fino a lambire il tetto, in seguito, raffreddandosi, richiamata dalle bocche di estrazione, si abbassa lentamente attraversando l'ambiente medesimo per avviarsi infine, quando è già viziata, alle bocche di estrazione. Che le bocche di calore poi non siano installate ad un'altezza inferiore ai 3 m., è condizione imprescindibile, perchè le correnti di aria calda moleste per la loro temperatura non colpiscano le persone che si trovano nell'ambiente.

Lasciando allo studioso la cura di rivolgersi ai trattati particolari ed alle monografie che illustrano im-

pianti speciali di riscaldamento ad aria calda, ci limitiamo a riportare, per maggior chiarimento di quanto abbiamo sopra cennato, nella tav. XVIII, fig. 1, la pianta di un edificio riscaldato con calorifero ad

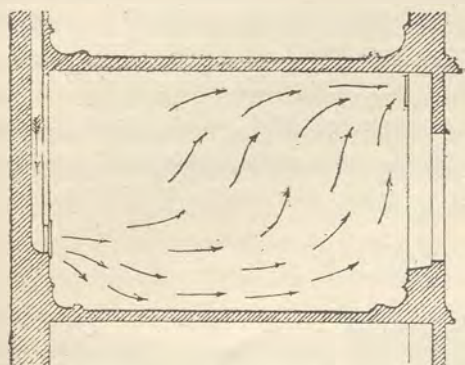


Fig. 807.

aria calda. In A si ha la posizione del calorifero, in B B il condotto che conduce l'aria fredda dallo esterno al calorifero; CC sono i condotti principali di distribuzione che servono a guidare l'aria calda che si parte dal calorifero alle canne verticali DD praticate nei muri. Questi canali possono trovare facile posto, allorchè la struttura dell'edificio si presti, nei rinfianchi delle vòlte del piano sotterraneo, in caso contrario si sospenderanno alle vòlte medesime e la loro costruzione va fatta con tramezzi di mattoni forati sostenuti da ferri a T o sospesi con tiranti alle vòlte. Sarà buona regola fare doppie le pareti di questi condotti, racchiudenti cioè uno strato di aria stagnante, per impedire la perdita di calore attraverso la medesima e perchè si riducano al minimo le resistenze passive contro il movimento dell'aria si curerà che le pareti interne dei condotti siano lisciate e arrotondati gli spigoli.

§ 9.

I CALORIFERI A VAPORE.

Nel riscaldamento a vapore, questo si utilizza come veicolo per la trasmissione del calore. Il vapore prodotto da un generatore centrale si diparte per mezzo di tubi fino a giungere negli speciali apparecchi di condensazione situati negli ambienti. Un impianto di questo genere consta delle seguenti parti: Il generatore del vapore, i tubi distributori del vapore, gli apparecchi di condensazione, i tubi di ritorno nella caldaia del vapore condensato. Altre parti secondarie sono i compensatori, i soffiatori e

le valvole atmosferiche, gli scaricatori automatici ed i regolatori di pressione.

Il generatore è una caldaia ordinariamente a bassa pressione (2 atmosfere), coordinata per forma e dimensioni al sistema di calorifero a vapore scelto e costituisce spesso la privativa o la specialità di un costruttore. Laddove si disponga di una motrice a vapore, come negli opifici, negli stabilimenti industriali, ecc., si può fare uso del vapore proveniente dalla caldaia di questa motrice utilizzando a tal'uopo o il vapore di scappamento in quelle motrici in cui il vapore si disperde nell'atmosfera, ovvero prendendo direttamente il vapore dal generatore.

I tubi distributori partono dal generatore e guidano il vapore ai vari condensatori. Conviene possibilmente far partire dal generatore un unico tubo principale verticalmente sino alla parte più elevata dell'edificio da riscaldare e da quel punto fare diramare dei tubi secondari dolcemente discendenti in alcuni tratti e verticali negli altri che vanno a ter-

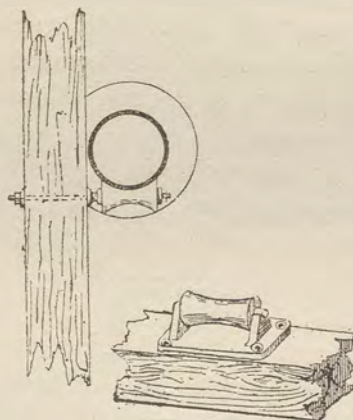


Fig. 808.

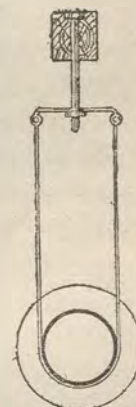


Fig. 809.

minare negli ambienti nel rispettivo condensatore. Il diametro dei tubi varia ordinariamente da 3 a 6 cm. e si può determinare esattamente in base alla velocità di 25 a 40 metri al secondo che si vuole imprimere al vapore.

I tubi sono generalmente di ferro alla trafilata, ma possono bensì essere fatti di rame. Il loro ufficio essendo quello di condurre il vapore ai condensatori, si dovrà impedire che questo si condensi lungo il tragitto, disponendo i tubi in maniera che non disperdano calore verso l'esterno. A tal uopo soglionsi rivestire con sostanze cattive conduttrici del calore come treccia di paglia, feltro, ecc. o soglionsi racchiudere entro casse ripiene di cenere, di segatura di legno, ecc. E poichè nella prima fase del riscal-

damento è impossibile impedire che una parte di vapore si condensi sulla superficie interna dei tubi freddi, così è necessario munire i medesimi di rubinetti di scarico dell'acqua nei punti in cui questa, per la disposizione data ai tubi, più probabilmente

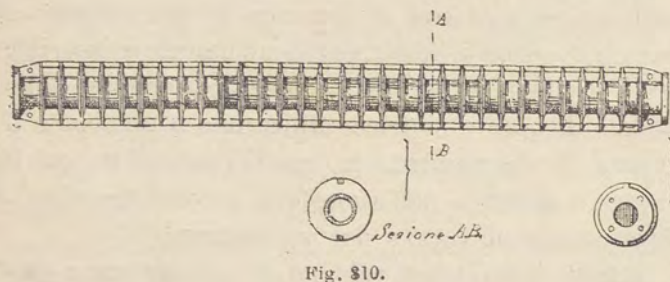


Fig. 810.

si raccoglie. Smaltendo l'acqua, si lascia libera la via al vapore e si evitano i colpi di ariete e il conseguente pericolo di rottura dei tubi.

Allora quando i tubi assumono un grande sviluppo, è necessario che i vari pezzi che li compongono siano collegati fra loro di maniera che abbia luogo la libera dilatazione dovuta agli effetti delle variazioni di temperatura, diversamente si deformano o si spezzano. A tale scopo varie disposizioni furono adottate pei tubi di distribuzione.

Se la condotta non ha una notevole lunghezza, può bastare che i tubi si appoggino sopra rulli girevoli portati, da colonne, come addimosta la fig. 808.

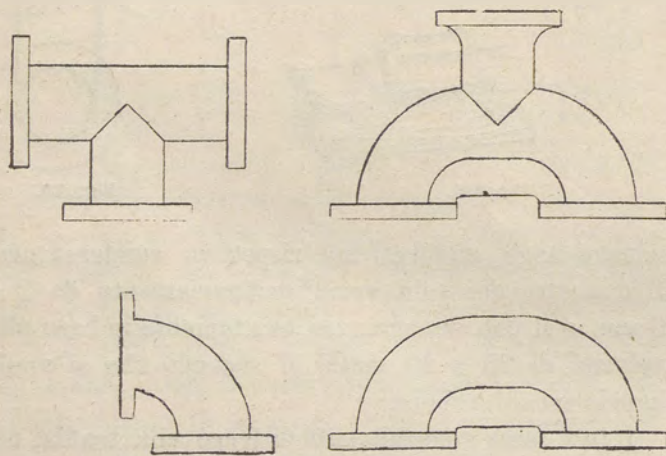


Fig. 811.

La fig. 809 fa vedere il metodo di sospensione al soffitto mediante nastri metallici. Se la condotta invece assume un grande sviluppo, occorrerà dividerla in diversi tronchi ed intercalare fra questi i così detti *compensatori*.

Gli *apparecchi condensanti* possono avere forme variabilissime. Per gli opifici, per gli stabilimenti industriali, ecc. i vasi di condensazione del vapore

sono costituiti da tubi di ghisa del diametro di 10 a 20 cm. e della lunghezza di m. 2,50, disposti poco inclinati all'orizzonte, sospesi al soffitto nella maniera già indicata nella fig. 809, ovvero situati sopra rulli in vani praticati nei pavimenti; in questo caso si ricoprono con grate di ghisa. Il vapore si fa entrare dalla parte più alta del condensatore ed esce, ridotto in acqua a 100^0 , dalla parte più bassa per mezzo dei tubi che immettono nella caldaia o nella vasca dalla quale poi passa in caldaia.

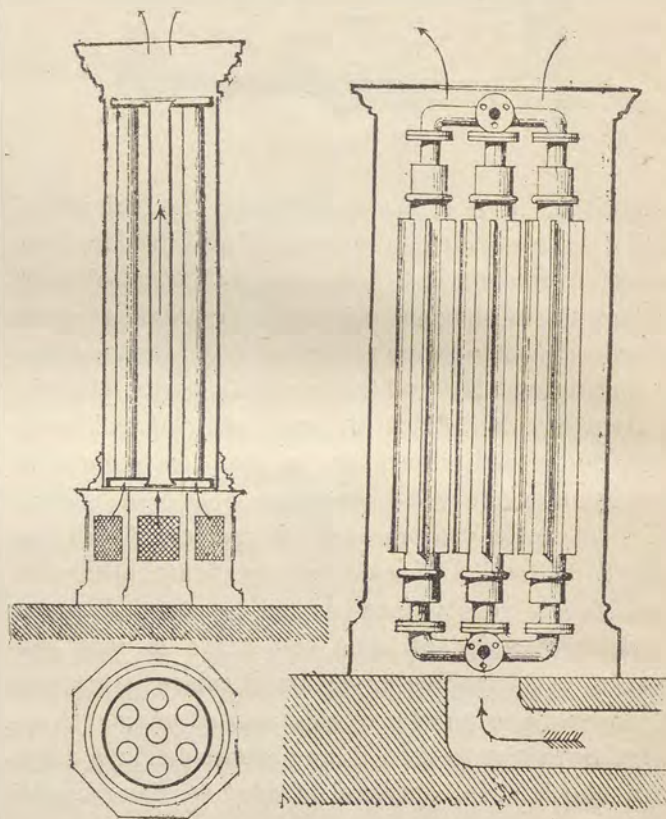


Fig. 812.

Fig. 813.

Per aumentare la superficie di trasmissione dei tubi condensatori, questi si potranno munire di nervature fuse di getto col tubo. La fig. 810 fa vedere uno di questi tubi diritti a nervature e la fig. 811, i raccordi fra i diversi elementi, qualora occorran due o più tubi per raggiungere una determinata superficie di riscaldamento.

Negli impianti di riscaldamento a vapore per le abitazioni civili si cerca di palliare i tubi di condensazione sotto un aspetto estetico dando loro la forma di piedestalli, di colonne, ecc. con sagome o modanature, oppure si dà loro una forma comunque prismatica ed in tal caso si chiamano più propriamente *stufe a vapore*. Nelle case civili non con-

viene disporre i tubi in cavità praticate nel pavimento, perchè la polvere che vi si deposita finisce per rientrare nell'ambiente trasportata dal movimento ascensionale dell'aria calda.

Nelle stufe a vapore si ha un recipiente cilindrico o prismatico nel quale il vapore penetra, come nei tubi, dalla parte più alta per uscire condensato dalla parte più bassa. In questo tipo semplice di stufa l'aria si riscalda al contatto della superficie esterna del recipiente di cui la superficie di trasmissione si può aumentare facendolo attraversare da uno o da più tubi, pei quali possa passare l'aria da riscaldarsi come indica il tipo di stufa a vapore riportato dalla fig. 812. Si raggiunge lo stesso scopo munendo di nervature la parete esteriore del recipiente, ma più spesso si

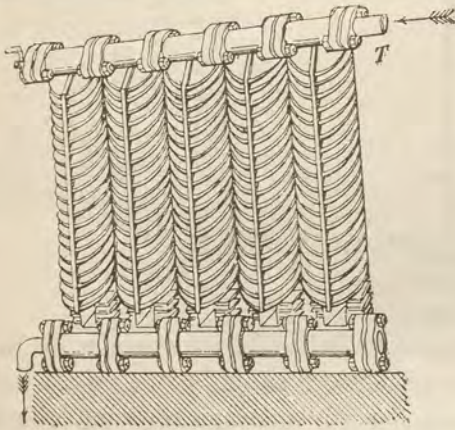


Fig. 814.

usa fare condensare il vapore attraverso un sistema di tubi paralleli riuniti alle estremità da tratti di tubo perpendicolare ai primi, ed allora si può munire di nervature la superficie esteriore di questi tubi per aumentare la loro superficie di riscaldamento. Le stufe a vapore tubulari sono ricoperte da un involucro (fig. 813), dalla parte inferiore del quale arriva l'aria fredda che scaldata si versa dall'alto nell'ambiente.

Tali sono le stufe moderne a vapore, i cui tipi principali si riducono a due, e cioè quelli in cui i tubi disposti verticali hanno nervature inclinate a 45 gradi circa, a quelli in cui i tubi, disposti orizzontali, sono muniti di nervature verticali.

Sorvolando per brevità a tutte le svariate stufe a vapore che si ritrovano in commercio, ci fermeremo sopra quelle ad alette diagonali messe in vendita dalla Casa Koerting di Milano e quelle con nervature verticali della Casa Lehmann pure di Milano,

le quali, a parer nostro, rispondendo ai tipi precisati, sono le più perfette e preferite.

La stufa ad elementi verticali ed alette diagonali della Casa Koerting è costituita da una serie di tubi verticali (fig. 814) collegati con la loro estremità superiore e con la loro estremità inferiore con tratti di tubi orizzontali e muniti nella loro superficie esteriore di alette inclinate diagonali, le quali, come indica la fig. 814, individuano fra loro altrettanti ca-

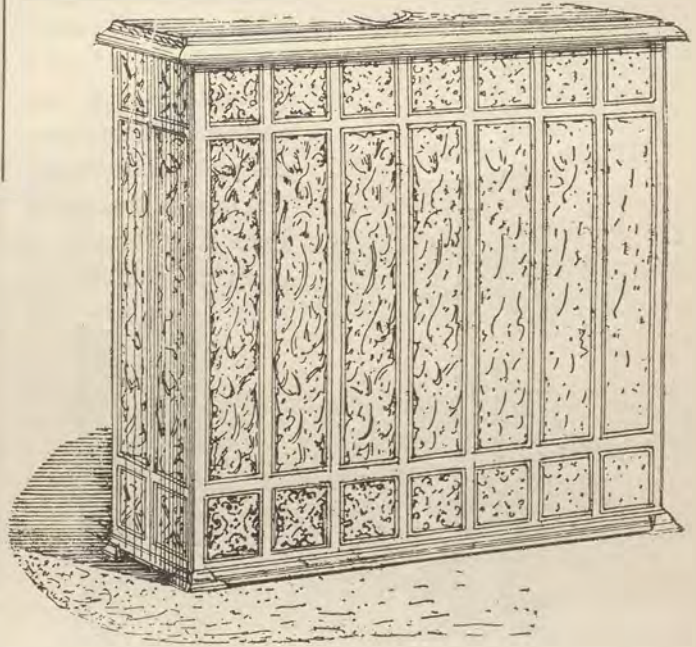


Fig. 815.

naletti per cui passa l'aria che si riscalda al contatto della loro superficie. Il vapore arriva mediante un tubo *T* dall'alto per uscire condensato per il tubo *t* situato in basso e portarsi alla caldaia. Una valvola serve a regolare l'entrata del vapore.

Una stufa siffatta si avvolge con l'involucro che si vede rappresentato nella fig. 815 e lo spazio interposto tra la stufa e l'involucro potrà essere attraversato dall'aria locale, ovvero da quella fredda esterna, se ha luogo la rinnovazione d'aria nell'ambiente.

Quando si tratta di impianti in edifici nuovi, ancora da costruirsi, conviene molto di collocare le stufe nei muri stessi, operandovi delle apposite nicchie, entro le quali le stufe si rinchiudono, coprendole di un semplice portello di lamiera perforata, di esecuzione più o meno elegante, nella maniera meglio indicata dalla fig. 816. La nicchia finisce in alto in una specie di camino munito di una gri-

glia di sortita per l'aria calda, di modo che funzionando la stufa si stabilisce una efficace circolazione d'aria attraverso le nervature diagonali degli elementi ed ha per conseguenza un rendimento maggiore oltre al pregio di rendere uniforme il calore negli ambienti. Una tale disposizione riduce anche il prezzo di impianto ed offre il vantaggio di non occupare alcuno spazio utile colle stufe.

Allorchè trattasi invece di effettuare un impianto in edifici già

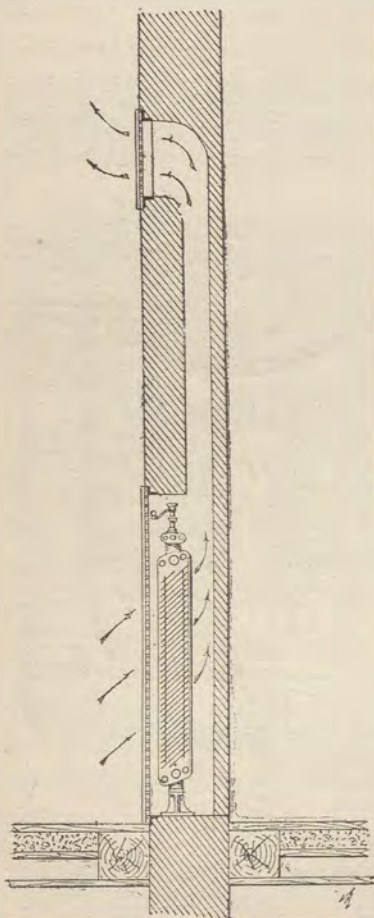


Fig. 816.

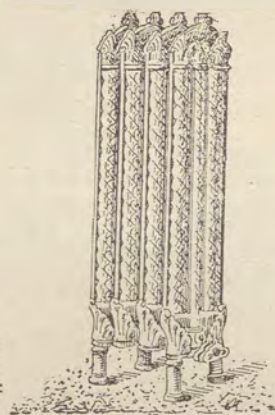


Fig. 817.

costruiti e non sia possibile rinchiudere le stufe in vani praticati nei muri e non si voglia la rinnovazione dell'aria con aria fredda nuova che provenga dall'esterno e le stufe quindi debbano rimanere nude, la Casa Koerting costruisce ancora stufe variamente decorate, spesso con smalti e dorature, in guisa da formare degli eleganti mobili adatti a soddisfare le più svariate pretese. Riproduciamo, nella fig. 817, una di queste stufe a 4 elementi decorativi e nella figura 818 uno di questi elementi visto di fronte; nella figura 819, si ha una stufa ad elementi provvisti di alette diagonali con fianchi ornati. La medesima Casa Koerting fabbrica delle stufe ad elementi anulari disposti orizzontali con nervature verticali (fig. 820). Questi elementi sono fra loro congiunti per mezzo di due tubi verticali, pei quali arriva il vapore ed accoppiati così

in batteria sono rinchiusi entro un involucro metallico (fig. 821). L'aria del locale si riscalda a contatto della superficie esteriore degli elementi, salendo per lo spazio compreso tra la stufa ed il mantello e si riversa nell'ambiente dall'alto come indica la fig. 821.

Le stufe con elementi a nervature verticali (1)

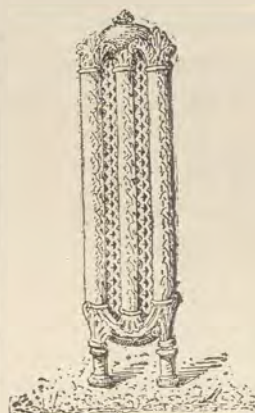


Fig. 818.

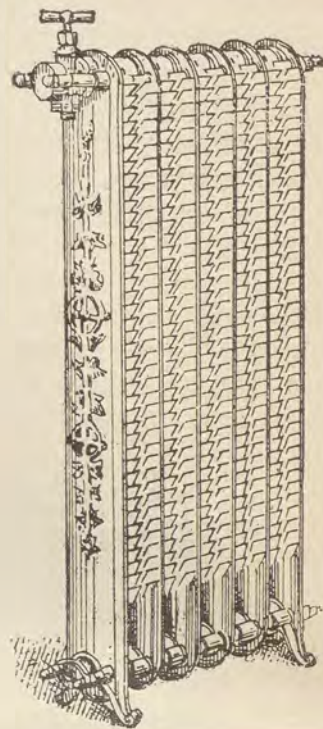


Fig. 819.

poste in commercio dalla Casa Lehmann di Milano hanno una profondità di soli m. 0,15, quindi si possono con tutta facilità collocare nei vani delle finestre o addossare a 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 m. 0,17; essi si collegano l'uno all'altro con

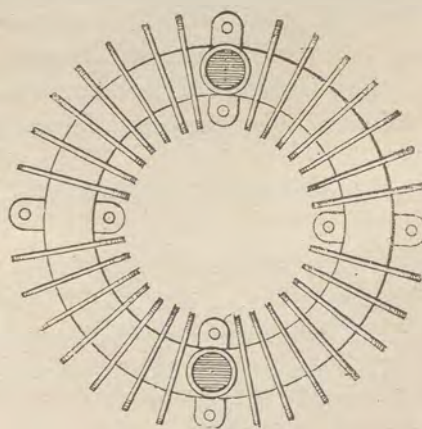


Fig. 820.

quattro viti in modo da avere unioni ermetiche, evitandosi così ogni fuga d'acqua e di vapore. Sovrapponendone un certo numero si ottiene una stufa a

(1) Morra, *Monografia precitata*.

cassette. Il vapore arriva dall'alto in *E* (fig. 822) quando è aperta la valvola d'ammissione v_1 ; l'acqua di condensazione esce dal basso quando è sollevata

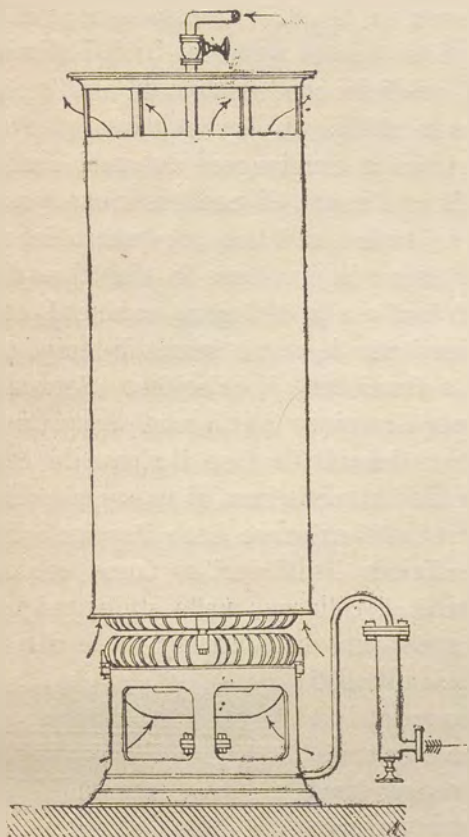


Fig. 821.

la valvola di scarico v_1 . In basso in *S* vi è un recipiente detto pescafango o sacco 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 esservi 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 in sezione nella fig. 823. Essa è a sei elementi collegati per modo che riesce possibile mandare il vapore solo in due o in quattro o in tutte 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 e v'_2 servono allo scarico dell'acqua di condensazione pel tubo *b*.

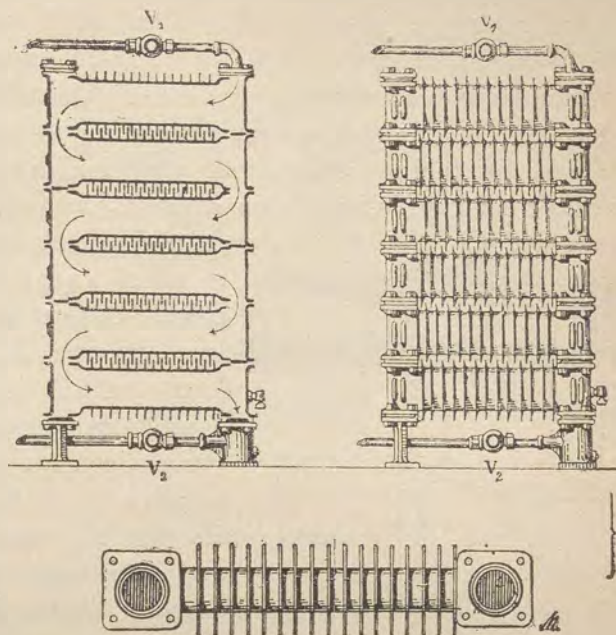


Fig. 822.

Tenendo chiuse le valvole v_1 e v'_1 ed aperte le v_2 e v'_2 il vapore nel tubo *t* arriva solamente ai due

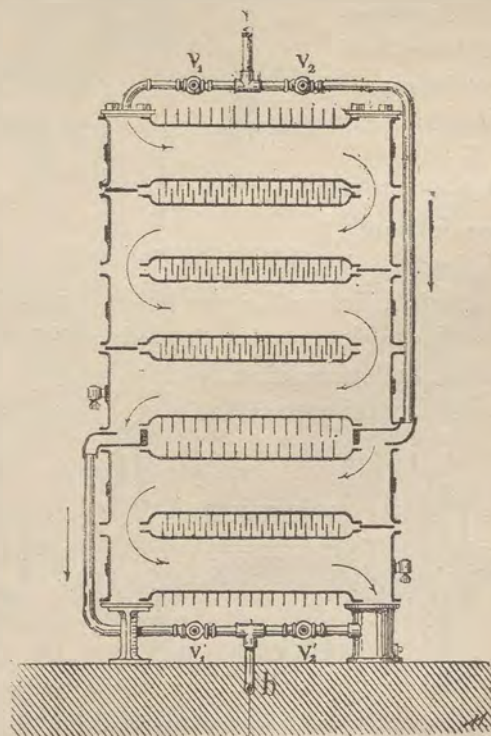


Fig. 823.

elementi inferiori e la stufa funziona come una stufa a due soli elementi. Tenendo aperte le valvole v_1

e v'_1 , e chiuse le v_2 e v'_2 si escludono dal riscaldamento i due elementi inferiori e servono ad esso i quattro superiori. Tenendo tutte e quattro le valvole aperte si ha una stufa a vapore la cui superficie scaldante è la complessiva dei sei elementi.

I *compensatori* servono a permettere la libera dilatazione dei tubi per effetto delle variazioni di temperatura cui i medesimi vanno soggetti, passando il calorifero dalla fase di riposo a quella di azione. Costruendo i tubi con una delle loro estremità liscia e coll'estremità opposta rigonfiata in maniera da potere ricevere con tessuto di premistoppa l'estremità liscia del tubo consecutivo,

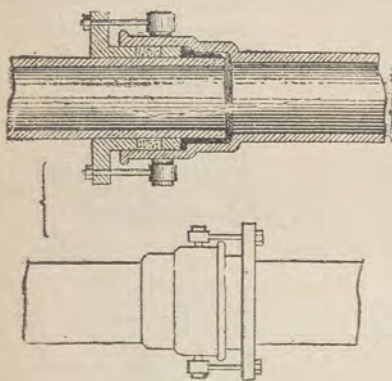


Fig. 824.

nella maniera meglio indicata dalla fig. 824, si può ottenere una buona chiusura e ad un tempo la libertà nei movimenti longitudinali dei tubi se l'involucro di stoppa potesse mantenersi costantemente pressato contro le superficie dei due tubi. Epperò più di sovente il compensatore si fa consistere in uno o due tubi flessibili di minor diametro, intercalati fra le estremità di due tubi ordinari mediante piastrine (fig. 825) ovvero in un soffietto di lamiera di rame formato di tronchi di cono saldati

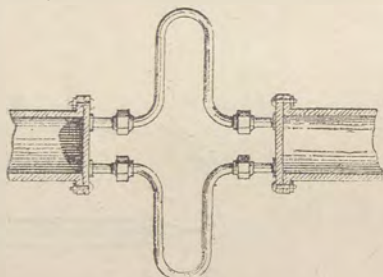


Fig. 825.

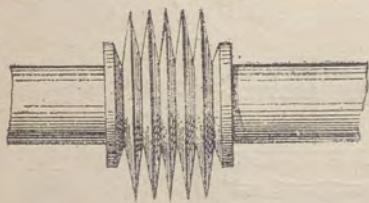


Fig. 826.

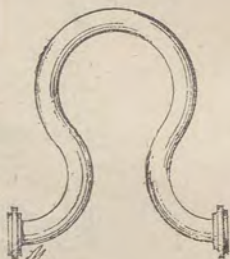


Fig. 827.

per le basi maggiori a guisa di mantice flessibile (fig. 826), il quale allargandosi e restringendosi permette alle estremità dei due tubi di avvicinarsi e di allontanarsi.

Ad ovviare però gli inconvenienti che produce il

cambiamento di sezione nei compensatori si sostituisce ad essi oggidì un tubo unico di rame della stessa sezione dei tubi ordinari ripiegato a ferro di cavallo come mostra la fig. 827. Questo genere di compensatore che si adatta tanto ai tubi di distribuzione, quanto a quelli dei condensatori ed ai tubi di ritorno dell'acqua in caldaia, si dispone orizzontalmente tutte le volte serva a congiungere due tubi condensatori, perchè allora l'acqua di condensazione possa scorrere da un tronco all'altro per mezzo del raccordo medesimo senza intercettare la via al vapore.

I *soffiatori* o *sfiatatoi* sono rubinetti che si lasciano aperti per il primo spazio di tempo nel quale comincia a funzionare il calorifero. Servono questi sfiatatoi per scacciare l'aria che occupa i tubi e i condensatori durante la fase di riposo del calorifero, la quale offrendo resistenza al passaggio del vapore non lascerebbe funzionare bene l'apparecchio tubulare. D'ordinario i soffiatori si fanno consistere in rubinetti che si collocano nelle stufe, nei tubi condensanti e nei tubi distributori a frequente distanza e che si lasciano aperti finchè, cominciando a funzionare il calorifero, non venga fuori del vapore attraverso detti sfiatatoi. Allora soltanto si chiudono per riaprirli ad intervalli di tempo per scacciare l'aria, trasportata dal vapore, che si trova sciolta nell'acqua di alimentazione e che è causa di quei rumori caratteristici che accompagnano sovente tal genere di riscaldamento.

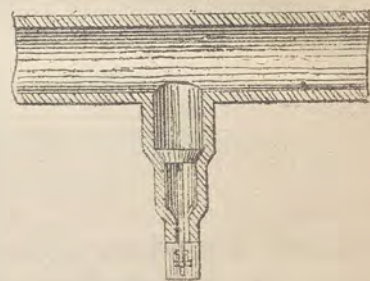


Fig. 828.

Le *valvole atmosferiche* sono valvole praticate nei tubi, le quali si aprono dal di fuori verso l'interno appena, cessato il funzionare del calorifero, la pressione interna dei tubi diventa minore della pressione atmosferica, per il condensarsi del vapore che si trova nei tubi. Queste valvole hanno generalmente la forma conica, aprentesi verso l'interno e tenute sulla loro sede per mezzo di una debole molla a spirale (fig. 828). Il loro impiego riesce necessario per impedire la deformazione e la rottura dei tubi specialmente nelle loro parti più deboli, come ad esempio nei compensatori, per effetto dello eccesso di pressione fra l'esterno e l'interno.

I *tubi di ritorno* servono per condurre l'acqua

di condensazione dalle stufe direttamente nella caldaia, se la caldaia è a bassa pressione. Basterebbe a tal uopo che i tubi di ritorno abbiano uno sviluppo sufficiente perchè la colonna di liquido che si trova nel tubo faccia equilibrio alla pressione interna della caldaia che generalmente ha il valore di circa due atmosfere. Soltanto per prevenire che, per un repentino aumento di pressione in caldaia, l'acqua dei tubi retroceda e penetri nuovamente nelle stufe, si dovrà avere la prudenza di assegnare al tubo di ritorno una lunghezza ancora maggiore, ripiegandolo ad *U* ove occorre, perchè l'altezza della colonna liquida riesca superiore al massimo aumento di pressione possibile o tollerabile nella caldaia.

Qualora la caldaia non è a bassa pressione, come ha luogo allorchando si prende il vapore di una caldaia d'uso industriale, evidentemente non sarà possibile mandare direttamente l'acqua di condensazione nella caldaia; questa allora si fa riversare in una vasca dalla quale mediante apposita pompa si fa giungere in caldaia. Il ritorno indiretto quindi ha necessariamente luogo quando la caldaia è ad alta pressione. E proprio in questo caso si incorre in un inconveniente di altro genere senza l'interposizione di un apparecchio speciale tra le stufe e la vasca destinata a raccogliere l'acqua di condensazione.

Per le eventuali variazioni di pressione del vapore nelle stufe, poichè il tubo di ritorno è aperto nella sua estremità inferiore, potrà il vapore che si trova nel condensatore sfuggire attraverso il tubo e potrà bensì anche l'aria penetrare nei condensatori; ciò chiaramente non avviene quando ha luogo il ritorno diretto dell'acqua in caldaia, perchè allora la caldaia, i tubi di distribuzione, le stufe e i tubi di ritorno formano un circuito tutto chiuso, per cui riescono impossibili le fughe di vapore, come l'accesso dell'aria nei condensatori. Ad impedire questo inconveniente la tubatura di ritorno è munita di un così detto *purgatore* o *scaricatore automatico* dell'acqua di condensazione che s'interpone fra il condensatore e la tubatura medesima. Nella precitata opera il Morra così descrive gli scaricatori automatici più in uso nella pratica:

La così detta *tazza tedesca* è uno scaricatore costituito da un recipiente chiuso *A* comunicante per mezzo del tubo *B* (fig. 829) colla condotta. Nel suo interno è galleggiante un recipiente cilindrico *D* aperto alla parte superiore. In questo vaso entra il tubo *C* destinato a dare sfogo all'acqua di conden-

sazione, 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

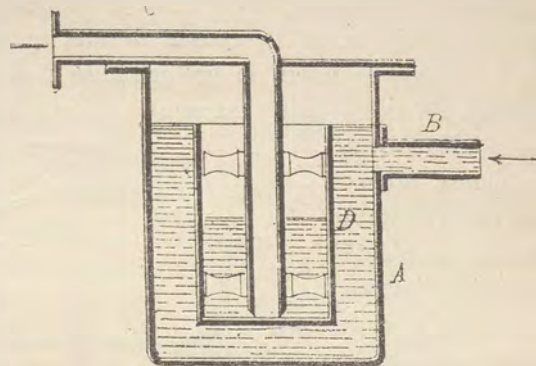


Fig. 829.

questo col suo fondo chiude la bocca del tubo di scarico *C*. Quando poi il livello dell'acqua accumulata fra i due vasi supera l'orlo dell'interno, essa

cade in questo, aumenta perciò il peso del galleggiante e questo si abbassa. Essendo

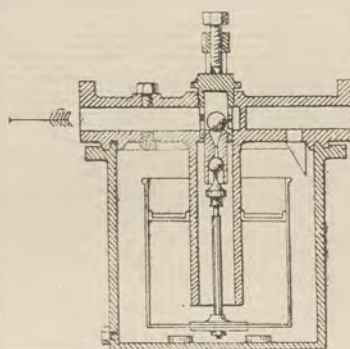


Fig. 830.

libera la comunicazione col tubo *C*, l'acqua spinta dalla pressione interna si sfoga all'esterno. Diminuendo poi il peso del galleggiante, questo si solleva, chiude di nuovo la bocca del tubo di scarico e cessa l'uscita dell'acqua.

per ricominciare quando nel purgatore essa si riversa di nuovo nel vaso galleggiante.

La casa Schaeffer e Budenberg di Buckau (Magdeburgo) modificò la costruzione di questo purgatore nel modo seguente (fig. 831). Dal fondo del vaso galleggiante si innalza un'asta terminante con 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

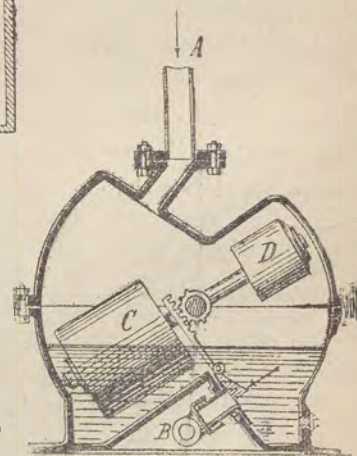


Fig. 831.

dell'acqua versatasi nel vaso interno galleggiante, questo si abbassa, si abbassa con esso la valvola e l'acqua viene spinta dalla pressione del vapore nel tubo di scarico.

Il purgatore automatico della casa Herscher et Geneste di Parigi (fig. 831) consta di una scatola di ghisa nella quale 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 e chiude la luce di scarico *B*. La scatola col tubo *A* comunica con la parte più bassa del condensatore. Inalzandosi 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.

Più semplice è il purgatore Pécelet (fig. 832).

Esso è formato da un recipiente cilindrico *A* chiuso, munito di un manometro e di una valvola

di sicurezza, e comunica per la tubolatura *B* con la condotta di ritorno. Sul fondo in *C* vi è la valvola di sfogo dell'acqua la quale è unita a un galleggiante *G*. Essa si apre quando l'acqua raccolta si arriva ad un'altezza determinata. 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.

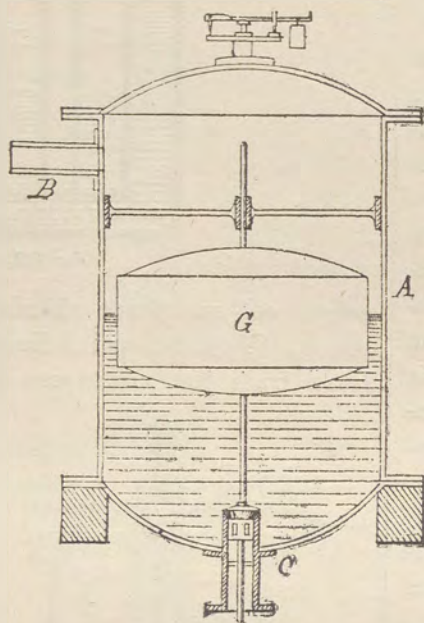


Fig. 832.

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.

Così il purgatore Vaughan e Stubbs (fig. 833) consta di due tubi *B* e *D*: il primo di lamiera di rame sottile, il secondo in ferro, fissati ambedue al recipiente *F* comunicante con la condotta di ritorno dell'acqua di condensazione. Il tubo esterno *D* in basso è attaccato ad una scatola *E*, nella quale penetra a dolce fregamento la parte inferiore del tubo di rame interno *B*. Nella parete del tubo *D* vi sono dei fori per i quali l'aria esterna può lambire la superficie del tubo interno.

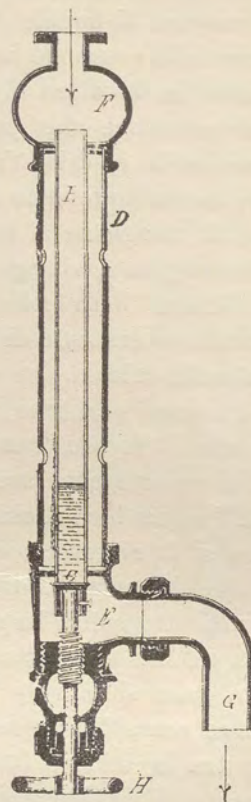


Fig. 833.

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 *E* *G*. Continuando ad arrivare il vapore col l'acqua di condensazione nel tubo *B*, questo si riscalda, si allarga, la sua estremità inferiore si appoggia sulla sede della valvola, ne riesce impedita

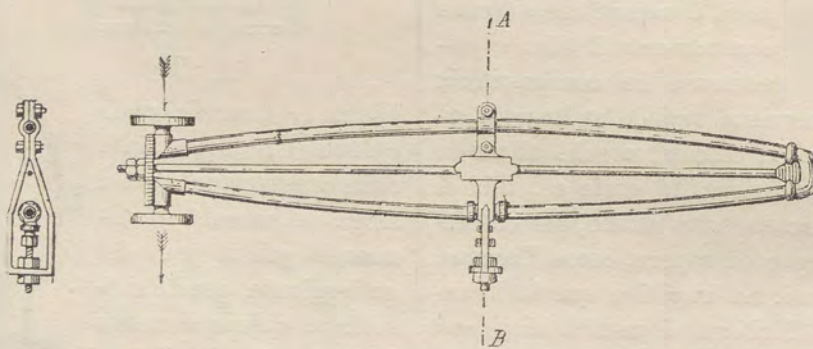


Fig. 834.

l'uscita dell'acqua. L'apparecchio così funziona ad intermittenze.

È facile comprendere che col tempo può accadere che in causa delle dilatazioni e contrazioni successive, gli allungamenti ed i raccorciamenti non avvengono 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 facile il suo collocamento a posto.

Un altro scaricatore automatico dell'acqua di condensazione, fondato sullo stesso principio del precedente è quello conosciuto col nome di purgatore sistema Kusemberg, che si costruisce dalla casa Schaeffer e Budenberg (fig. 834). 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 e 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, chiudela 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 l'uscita dell'acqua ad intermittenze quando ne sono pieni i tubi, mentre è impedita quella del vapore appena che l'acqua di condensazione si è scaricata.

Le tubature e gli apparecchi condensanti negli impianti di riscaldamento a vapore non resistono che ad una pressione bassa ed è ovvio che siano altrimenti. Soltanto la caldaia potrà essere ad alta pressione, allora quando la presa del vapore è fatta da un generatore già adibito per altro uso. Fra la caldaia e gli apparecchi riscaldanti è quindi necessario interporre un congegno capace di ridurre la pressione fino a renderla compatibile con la resistenza delle varie parti costituenti l'impianto. Questi apparecchi speciali che si chiamano *regolatori della pressione* possono essere di forme diverse, tutti però si riducono, così seguita il Morra nel suo lavoro, ad un recipiente nel quale arriva il vapore prima di immet-

tersi 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 o in parte l'accesso del vapore al recipiente; quando poi la pressione discende al di sotto 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 artifici ai quali si ricorre per produrre i movimenti della valvola regolatrice sono diversi.

Nel regolatore a membrana e a molla della casa Schaeffer e Budenberg (fig. 835) 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 di sotto di questa membrana ed appoggiandosi contro di essa sta una molla a spirale, la cui tensione si regola dall'esterno mediante il volantino *St*. Questa molla spinge la membrana 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 mantenerne

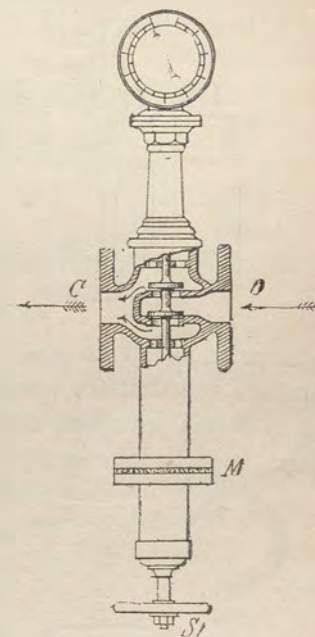


Fig. 835.

nella condotta distributrice la pressione fra limiti determinati.

In modo analogo agisce il regolatore con valvola a stantuffo e leva rappresentato nella figura 836. 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

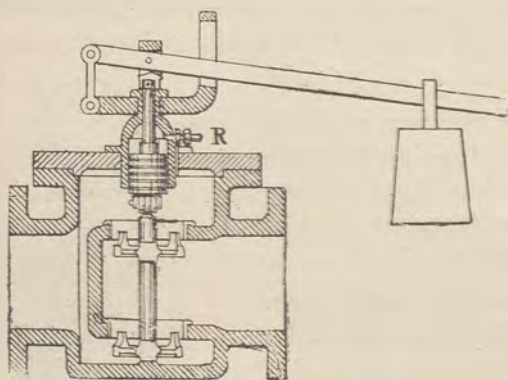


Fig. 836.

colla posizione di un peso cursore. Il vapore nella condotta distributrice preme dal basso in alto contro la faccia inferiore dello stantuffo: se questo si alza, 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 spostamento del peso cursore si riduce la pressione in condotta fra limiti determinati. Un rubinetto *R* alla parte superiore del cilindro in cui si muove lo stan-

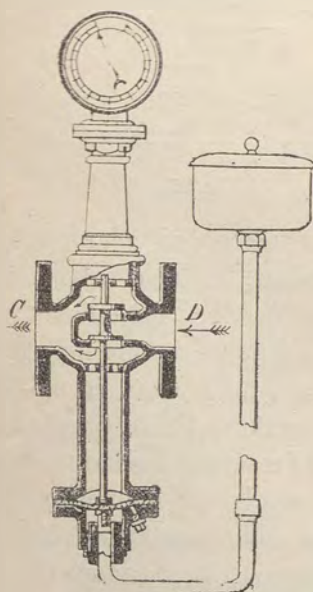


Fig. 837.

tuffo dà sfogo al vapore che può essersi raccolto in essa.

Nel regolatore 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 a una colonna di liquido. Nella fig. 837 è rappresentato il regolatore precedente a membrana; al di sotto di questa, in luogo

della molla, preme una colonna di mercurio mobile nel tubo. I facili movimenti del liquido monometrico rendono l'apparecchio sensibile a variazioni di pressione anche piccolissima.

Analogo è il regolatore Herscher e Geneste: in questo alla membrana del precedente è sostituito un galleggiante (fig. 838). Il vapore arriva in uno spazio *A*, in cui sono due fori chiudibili mediante due valvole *BB* 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

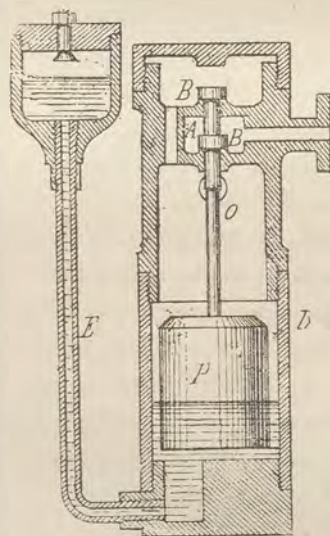


Fig. 838.

arriva il 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 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*.

Il Bourdon applicò alla costruzione del suo regolatore di pressione (fig. 839) 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 tubolature laterali *M* ed *O*, che servono la *M* all'introduzione e la *O* all'uscita del vapore, vi è un tubo ricurvo *T*, vuoto a sezione ellittica, 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 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 si 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.

Per l'impianto di un riscaldamento a vapore il costruttore dovrà determinare i seguenti dati:

1) *Quantità di vapore occorrente all'ora.* Se Qx è il calore disperso da un solo ambiente dell'edificio che si vuole riscaldare, poichè un kg. di vapore, condensandosi in acqua alla temperatura di 100^0 , cede 527 calorie, sarà:

$$\frac{Qx}{527} = Px$$

il peso del vapore di acqua necessario per riscaldare quell'ambiente. Di modo che la quantità di vapore occorrente all'ora sarà la somma dei Px relativi a tutti gli ambienti. E poichè il vapore nel tragitto lungo i tubi distributori, perde del calore per trasmissione, una piccola parte di esso si condensa prima di arrivare a destinazione; è perciò consigliabile che la $\sum Px$ sia presa poco più grande del necessario, ovvero si consideri poco più piccolo il coefficiente di rendimento del calorifero.

2) *Peso del combustibile.* Si determina in base alla quantità di vapore che bisogna produrre. Un kg. di litantrace, ad esempio, è capace di produrre 7 a 8 kg. di vapore, sarà perciò $\sum \frac{Px}{7} = P$ il peso del combustibile da impiegarsi.

3) *Coefficiente di rendimento.* Un kg. di acqua a 0^0 per ridursi in vapore a t gradi richiede

$$606,5 + 0,305 t \text{ calorie}$$

cosicchè per $t = 120^0$ e per 7 kg. di acqua, occorreranno 4501 calorie. Poichè un kg. di litantrace produce 8000 calorie, il coefficiente di rendimento

dei caloriferi nei quali la temperatura del vapore di acqua si spinge a 120^0 sarà:

$$\frac{4501}{8000} = 0,56$$

4) *Area della graticola.* Conoscendosi il peso del combustibile si può fare uso della stessa tabella indicata per la graticola delle stufe.

5) *Superficie di riscaldamento della caldaia.* È quella parte di essa che sta a contatto coi prodotti della combustione, e deve essere sufficiente-

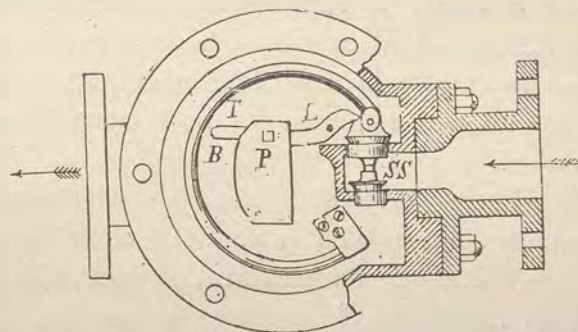


Fig. 339.

mente estesa per potere ricevere la quantità di calore necessaria a vaporizzare quella determinata quantità di acqua.

Il calcolo rigoroso di essa si può effettuare, facendo uso delle relative formole teoriche di trasmissione. Praticamente si ritiene che un mq. di superficie è capace di vaporizzare dai 12 ai 15 kg. di acqua all'ora, a seconda della natura della caldaia, se a focolare interno semplicemente ovvero tubulare.

6) *Volume della caldaia.* — Attenendoci alle formole empiriche del Morin, il volume V totale della caldaia se n è il numero dei cavalli a vapore di forza della caldaia (un cavallo a vapore dà 33 kg. di vapore all'ora) è compreso tra mc. $0,660 n$ e mc. $0,594 n$. In queste espressioni è però incluso lo spazio riservato all'aria che va compreso tra mc. $0,400 n$ e mc. $0,264 n$. Nella costruzione della caldaia il volume si mette sotto la forma che meglio conviene; però i limiti di lunghezza della caldaia sono dai m. 4 ai m. 10; se si è costretti a farla più lunga, è preferibile impiegare due o più caldaie, oltre una di riserva.

7) *Diametro dei tubi distributori.* — Fissata la velocità di 25 a 40 m. per secondo che si vuole imprimere al vapore nei tubi di distribuzione, se P è il peso orario del vapore ed S è il suo volume specifico sarà $\frac{PS}{3600}$ il volume del vapore che per ogni

secondo deve passare per una data sezione di tubo, laonde dalla espressione:

$$\frac{PS}{3600} = \frac{\pi d^2}{4} 25 \text{ a } 40$$

si ricava il valore del diametro d .

8) *Superficie dei condensatori.* — Anche qui trattandosi di trasmissione del calore, la superficie si potrà calcolare con la relativa formola di trasmissione. In pratica si ritiene che un mq. di superficie è capace di condensare kg. 1,75 circa di vapore all'ora, se il tubo è di rame ossia è capace di rendere $537 \times 1,745 = 940$ calorie all'ora; in base a questo dato se ne calcola la superficie interna. Se il tubo è di ghisa, un mq. condensa kg. 1,80 circa di vapore all'ora.

9) *Temperatura del fumo.* — All'imbocatura del camino della caldaia si ammette che il fumo abbia almeno 200° di temperatura, in base alla quale si calcola l'altezza e la sezione del camino.

Se al riscaldamento va accoppiata la ventilazione dell'aria degli ambienti, col calcolo del calorifero a vapore bisogna tener conto della quantità di calore necessaria a scaldare l'aria nuova, oltre quella che abbisogna per supplire alla perdita per trasmissione attraverso le pareti.

Convieni praticare per ogni ambiente una bocca di presa d'aria nuova, la quale con un canale arrivi

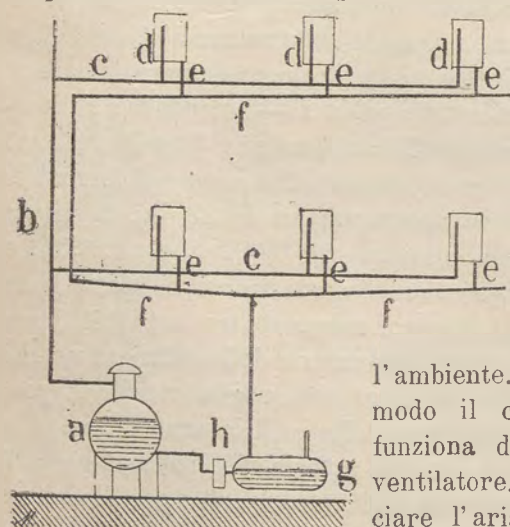


Fig. 840.

e circonda il condensatore ricoperto da un involucro, perchè l'aria venga riscaldata prima di giungere nell'ambiente. In questo modo il condensatore funziona da calorifero ventilatore. Per scacciare l'aria viziata si può fare uso dello stesso artificio adottato pei caminetti e per le stufe ventilatrici, ovvero si profitterà dei condotti attraversati dai tubi di ritorno dell'acqua nella caldaia, perchè allora si utilizzerà altro calore per correnti parallele e contrarie.

Nei caloriferi a vapore è apprezzabilissimo il vantaggio che offre il loro raggio di azione, il quale può giungere fino a 500 metri. Se i tubi sono diligentemente difesi contro il raffreddamento, mediante involucri di materie coibenti, nonostante il loro piccolo diametro, possono anche oltrepassare tale distanza con una perdita di pressione relativamente leggiera. Questo sistema perciò riesce indicato per scaldare grandi ambienti, pei quali si richiede molta quantità di calore, come avviene in quelli coperti con tettoie di cristallo; così anche per il riscaldamento di edifici grandissimi e stabilimenti assai vasti; prova ne sia che in alcune città degli Stati Uniti viene applicato al riscaldamento di interi quartieri. Aggiungasi che questo metodo di riscaldamento riesce assai pronto, richiedendo pel suo avviamento minor tempo che gli altri sistemi. Di contro, però, la spesa di impianto e quella di manutenzione risulta più elevata di quella per gli altri sistemi e presenta anche l'inconveniente del pronto raffreddamento appena cessa l'introduzione del vapore nei vasi di condensazione, oltre al pericolo frequente di fuga del vapore. La presenza poi dell'acqua nei tubi di distribuzione offre una certa resistenza al passaggio del vapore, producendo rumori fastidiosi che per mancata sorveglianza possono degenerare in urti pericolosi ed anche in esplosioni.

A maggior chiarimento di quanto abbiamo esposto circa ad un impianto centrale di riscaldamento a vapore riportiamo nella fig. 840 in maniera schematica una delle più semplici disposizioni che si può assegnare al medesimo. In questa disposizione si ha in a la caldaia dalla sommità della quale si diparte verticale il tubo distributore b principale. Da questo all'altezza di ogni piano si stacca un tubo distributore secondario c che per mezzo dei bracci di tubo dd porta il vapore nella sommità delle stufe, dal cui fondo si dipartono i bracci di tubo ee , per il ritorno dell'acqua di condensazione, che mettono capo ai tubi collettori ff , dai quali l'acqua di condensazione è immessa direttamente nella caldaia se il ritorno è diretto, ovvero in un recipiente g dal quale per mezzo di una pompa h si porta in caldaia, come indica la figura, qualora ha luogo il ritorno indiretto. In questo caso tra le stufe ed il collettore di ritorno dell'acqua di condensazione è necessario intercalare i purgatori per lo scarico automatico dell'acqua di condensazione medesima, la cui posizione si vede meglio delineata nello schema di distribuzione riportato dalla figura 842

La distribuzione sopra indicata presenta però un grave inconveniente, che senza le opportune manovre delle valvole regolatrici di immissione del vapore nelle stufe, potrebbe dare luogo specialmente durante la fase di avviamento del sistema. Il vapore, se le valvole sono tutte aperte, irrompendo nelle stufe, può invadere i tubi di ritorno dell'acqua di condensazione ed opporsi al movimento della medesima verso la caldaia con grave disturbo nel funzionamento dell'apparecchio, generando inoltre rumori fastidiosi dovuti ai movimenti contrari dell'acqua e del vapore nei collettori di ritorno. Questi rumori non si verificano od almeno si attenuano se i movimenti sopra cennati fossero diretti nello stesso verso. Per questa ragione si dovrebbero proscrivere tutte le disposizioni, come ad esempio quella riportata dalla fig. 845, nella quale i tubi distributori sono utilizzati per il ritorno dell'acqua in caldaia, quando ai tubi di distribuzione non sia data una conveniente sezione per accogliere senza inconvenienti il vapore e l'acqua di condensazione.

I rumori si evitano invece se le due condutture,

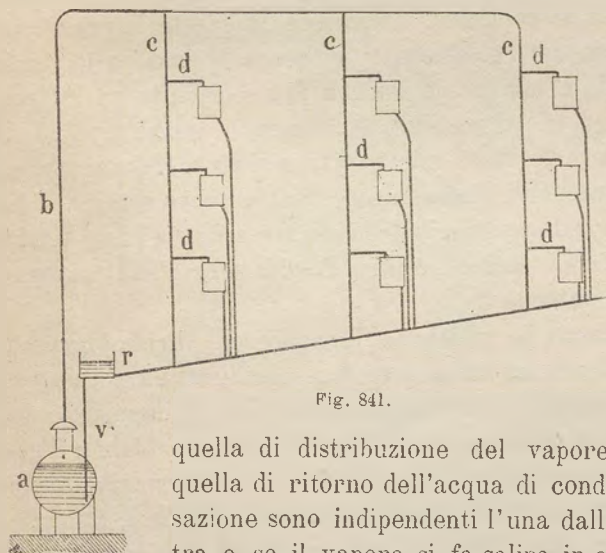


Fig. 841.

quella di distribuzione del vapore e quella di ritorno dell'acqua di condensazione sono indipendenti l'una dall'altra e se il vapore si fa salire in alto

per poi ridiscendere in basso e giungere nella sommità dei condensatori, nello stesso verso, cioè, in cui l'acqua dei condensatori si avvia nelle tubature di ritorno.

Lo schema di distribuzione quindi più indicato è quello riportato della fig. 841 tutte le volte ha luogo il ritorno diretto dell'acqua, nella caldaia. Dalla sommità della caldaia *a* situata nei sotterranei dell'edificio si parte verticalmente un tubo *b* fino poco al disopra del livello del soffitto, il quale si ripiega e si

prolunga dolcemente inclinato sino sopra l'ultimo ambiente da riscaldare. Da questo tubo principale che

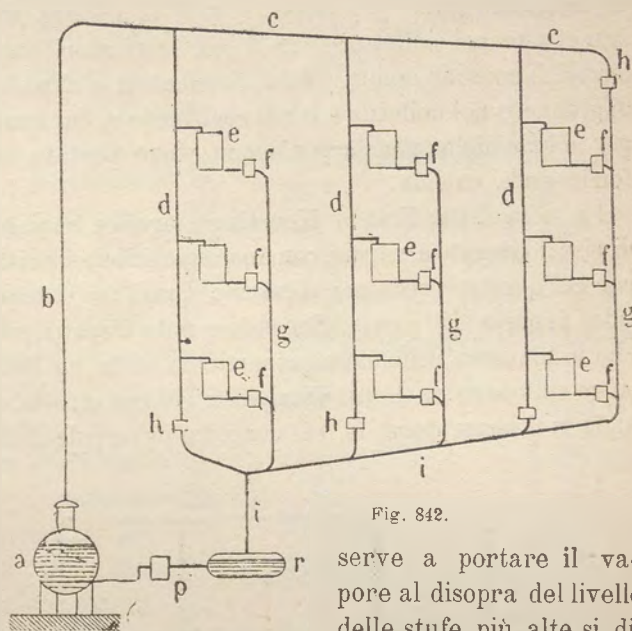


Fig. 842.

serve a portare il vapore al disopra del livello delle stufe più alte si dipartono dei tubi distributori secondari *cc*, diretti verticalmente, che servono a immettere il vapore nelle stufe per mezzo dei bracci *dd*. I tubi *cc* finiscono nel collettore di ritorno in caldaia dell'acqua di condensazione, perchè l'acqua che si condensa nei tubi durante l'avviamento del riscaldamento si possa facilmente smaltire. Dal fondo di ciascuna stufa un tubo verticale, che mette capo al collettore di ritorno, serve a scaricare in questo l'acqua di condensazione della stufa. Il collettore di ritorno che si impianta nel vano delle cantine, inclinato verso la caldaia, può anche comunicare col fondo di un recipiente *r* aperto, situato ad un livello più alto della caldaia; questo raccoglie l'acqua, la quale per mezzo di un tubo verticale *v* si immette nel fondo del generatore; a questo condotto *v* si assegna naturalmente una lunghezza sufficiente, perchè la colonna idrostatica possa fare equilibrio alla pressione del vapore della caldaia.

Se il ritorno dell'acqua di condensazione è indiretto, cioè se l'acqua è prima raccolta in un recipiente aperto situato ad un livello basso e da questo versata nella caldaia mediante una pompa alimentatrice, la disposizione schematica dell'impianto è quella segnata nella fig. 842, nella quale si ha in *a* il generatore del vapore, in *b* il tubo verticale ascendente, in *c* il medesimo tubo ripiegato al disopra del soffitto, in *dd* i tubi secondari di distribuzione

del vapore, in *ee* le stufe, in *ff* i purgatori o scaricatori automatici dell'acqua di condensazione di ciascuna stufa; *gg* sono i tubi di ritorno che immettono nel collettore *i*, *hh* gli scaricatori automatici di cui sono muniti i tubi distributori *dd* prima di giungere nel collettore o nel recipiente *r*, dal quale per mezzo della pompa *p* l'acqua viene portata sul fondo della caldaia.

La nota ditta Fratelli Koerting eseguisce impianti di riscaldamento a vapore con una disposizione speciale per cui questa costituisce, diremmo quasi, un sistema tutto proprio della casa. Secondo questa disposizione, che in maniera schematica riportiamo nella fig. 843, come nello schema di distribuzione a ritorno diretto, si ha in *a* il generatore: in *b* il condotto principale di di-

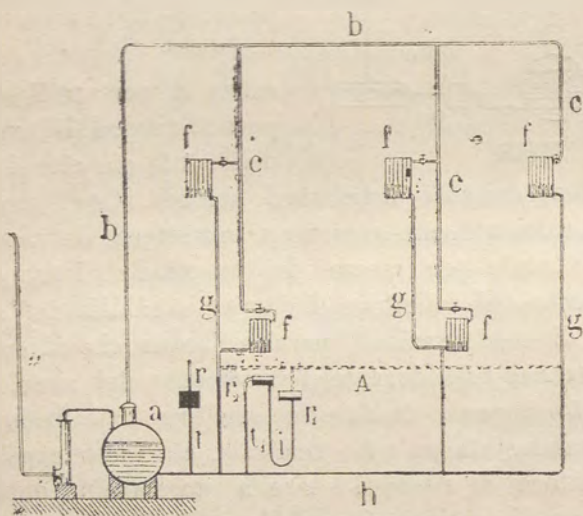


Fig. 843.

struzione che arriva fin sopra il soffitto, in *cc* i condotti secondari verticali di distribuzione, in *ff* i condensatori, in *gg* i tubi di ritorno, in *h* il collettore che immette l'acqua di condensazione direttamente nel fondo della caldaia. Si ha in più un recipiente *r* aperto superiormente, e situato in prossimità della caldaia ad un livello poco più alto di quello della medesima e comunicante col fondo della caldaia per mezzo del tubo *t*. Allora quando il calorifero tace, la caldaia è piena di acqua ed il recipiente *r* è occupato dall'aria esterna: al contrario quando si inizia il riscaldamento, il vapore della caldaia spinge parte dell'acqua in questa contenuta nel recipiente *r*. Quando cessa nuovamente dal funzionare, allora l'acqua del recipiente *r* ritorna in caldaia ad occupare il posto lasciato libero dal vapore; in tale modo resta impedito all'aria esterna di pe-

netrare nella caldaia, la quale sarà così sempre occupata dalla medesima acqua.

Si hanno inoltre un recipiente r_1 ed un recipiente r_2 situato il primo poco più basso del secondo, comunicanti fra loro con un tubo a sifone capovolto *z*. Ciascuno di questi recipienti ha una capacità eguale a quella di tutte le stufe e delle tubature. Il più basso r_1 (*recipiente d'aria*) comunica superiormente per mezzo di un tubo orizzontale *A* con i tubi *gg* verticali di ritorno dell'acqua di condensazione; il più alto r_2 (*recipiente regolatore dell'acqua*) comunica per mezzo di un tubo sfioratore t_1 col collettore *h*. Quando il generatore è inattivo, il recipiente r_1 e il sifone *z* sono pieni di acqua; allorchè quello si mette in azione, il vapore, invadendo le stufe, scaccia avanti a sè l'aria contenuta nelle tubature e nelle stufe unitamente all'acqua di condensazione; questa si raccoglie nel collettore *h*, quella è sospinta nel recipiente r_1 , scacciando l'acqua in questo contenuta, la quale invaderà il recipiente r_2 e il di più. se ve ne ha, si riverserà nel collettore per mezzo del tubo sfioratore t_1 . Cessando di funzionare il calorifero, il vapore nelle stufe si condensa, diminuisce in queste la pressione, l'aria del recipiente r_1 rioccupa il suo posto nelle stufe e nei tubi e l'acqua del recipiente r_2 ritorna in r_1 . Di tal maniera è sempre la stessa aria ad invadere le stufe e le tubature al posto del vapore, ed impedendosi l'introduzione di aria nuova esterna si ha il grande vantaggio della conservazione a lungo tempo dell'apparecchio, contro l'ossidazione delle sue pareti interne.

Anche le caldaie negli apparecchi di riscaldamento a vapore a bassa pressione costituiscono per lo più la specialità del sistema. In Italia, ad esempio, è divulgato, unitamente all'apparecchio riscaldante, il generatore del sistema Koerting, in Germania invece è diffuso il calorifero del sistema Bechem, 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 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.

Il generatore sistema Bechem (fig. 844) è costituito da una caldaia cilindrica ad asse verticale con focolare interno a fuoco continuato. L'aria necessaria per alimentare la combustione non affluisce

dal cinerario o dalla bocca del fornello, che sono chiusi entrambi dagli sportelli *ll* a tenuta d'aria, ma vi accede posteriormente dal condotto *m*, passando dall'orificio munito della valvola *n*, la quale ne regola l'afflusso per mezzo del sifone *ts* nel modo che segue. Le due estremità del sifone *ts*, che è rigido, vanno a terminare la più alta nel cielo della caldaia, e l'altra in un bagno di mercurio contenuto nella canna *p*. Questa canna è solidale con un braccio di leva che ha il punto di appoggio in *o* e porta attaccato all'altro braccio un peso *v* scorrevole. La valvola *n* è assicurata per mezzo di un'asta alla estremità inferiore della canna *p*. Siccome il sifone *ts* è rigido e fisso, ammesso che sia preventivamente regolata la posizione del peso *v*, è evidente che la canna *p* tenderà ad abbassarsi secondo che diminuirà od aumenterà la pressione nella caldaia e perciò an-

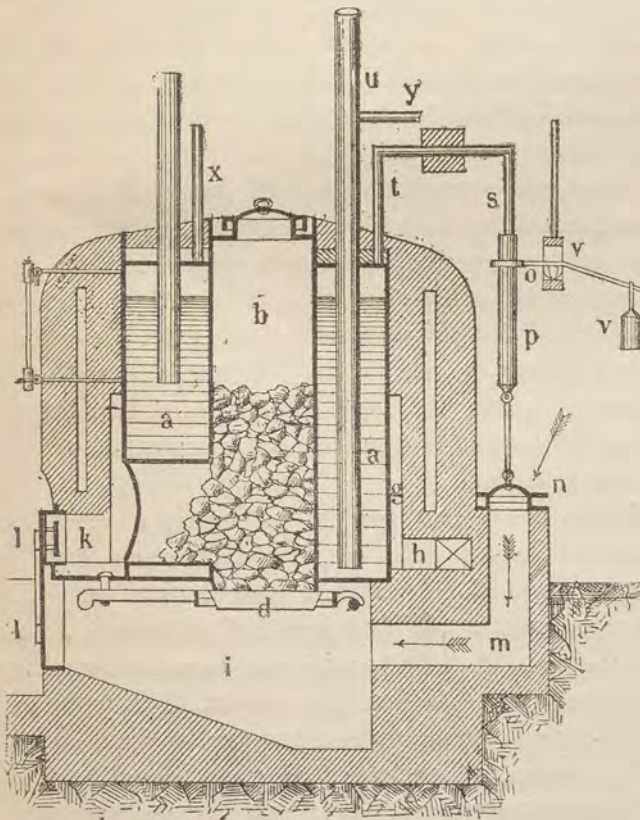


Fig. 844.

che la valvola *n* che le è solidale. Per tal modo la caldaia si regolerà da sè attivando o diminuendo la combustione secondo il bisogno, coll'allargare o restringere l'accesso dell'aria al focolare. In *u* vedesi un tubo verticale alto 5 metri, e della larghezza di cm. 8 destinato a mantenere la caldaia in comunicazione coll'atmosfera e limitarne la pressione.

Il vapore esce dalla caldaia dal tubo *x* che si inalza alla sommità dell'edificio, mentre l'acqua di condensazione vi affluisce rientrando dal tubo *y*.

Lo schema di distribuzione (vedi fig 845) è analogo a quello per il ritorno diretto dell'acqua in caldaia e cioè il vapore per mezzo del tubo *x* del diametro interno di 4 cm. sale fin sopra al più elevato degli ambienti da riscaldare. Da questo tubo si diramano i tubi secondari *cc...*, parte orizzontali e parte verticali di minore diametro; su questi si pratica la presa di vapore

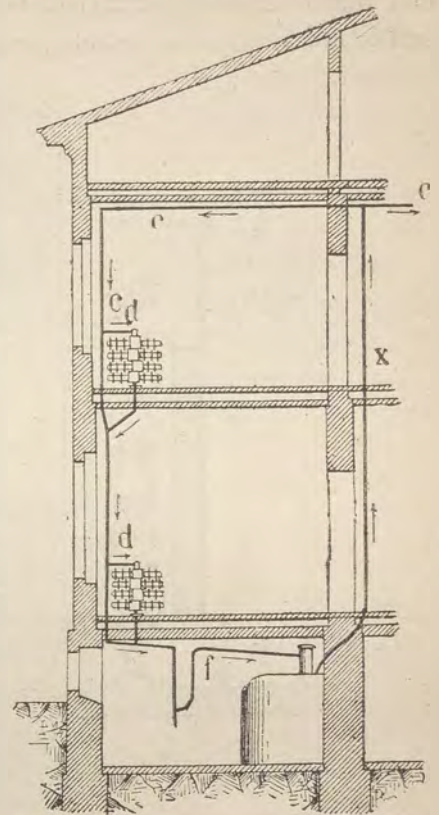


Fig. 845.

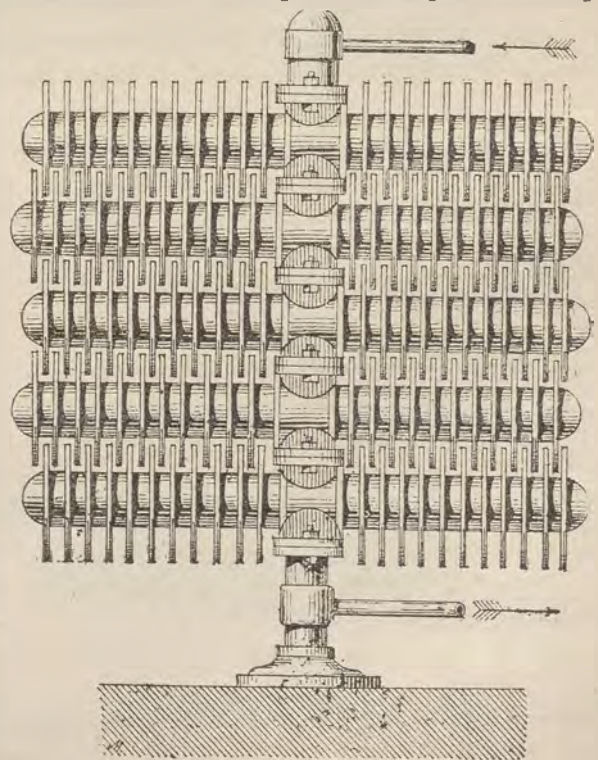


Fig. 846.

per le stufe mediante tratti di tubo *dd*, del dia-

metro interno, di 13 mm. Le stufe sono costituite con tubi orizzontali muniti di nervature in numero sufficiente a seconda del bisogno, composti insieme

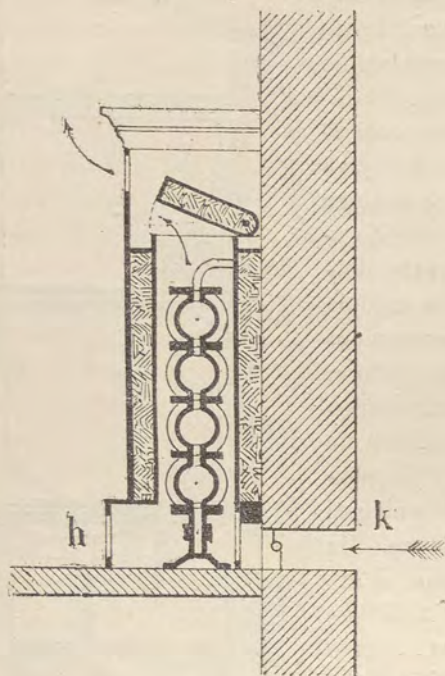


Fig. 847.

per mezzo di flange (fig. 846) e sono provviste di un tubo verticale di sfogo dell'acqua di condensazione che immette nel collettore che conduce l'acqua

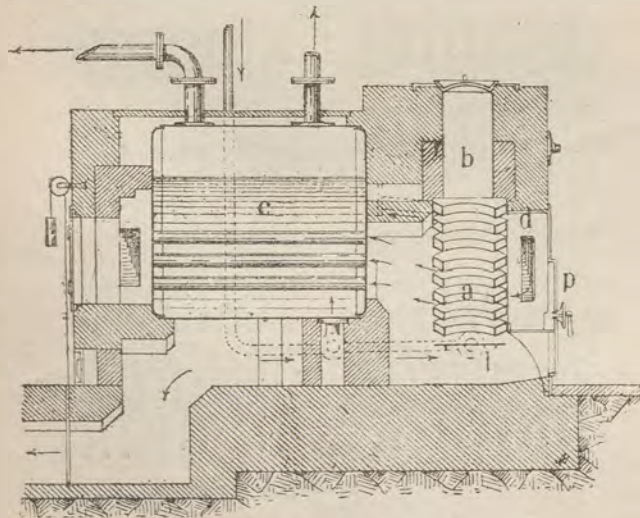


Fig. 848.

in caldaia; questo collettore può talvolta essere costituito dallo stesso tubo *c* distributore del vapore che in basso confluisce nel collettore orizzontale *f*, il quale si ripiega a sifone rovesciato in prossimità

della caldaia per impedire che vi entri una corrente di vapore.

Le stufe sono rinchiusse entro un involucro che è pure una specialità del sistema. L'involucro di forma parallelepipedica a cassetta ha le 4 pareti e il coperchio mobile (fig. 847) di materia poco conduttrice di calore, di modo che chiuso il coperchio, l'aria contenuta nell'involucro, sia che pervenga dalla bocca *h* del locale o dalla bocca *k* esterna, scaldandosi fino a raggiungere la medesima temperatura del vapore, questo più non si condensa, ed allora farà aumentare la pressione in caldaia, la quale a sua volta agendo sul regolatore del tirante, rallenta la combustione e quindi diminuisce la produzione di vapore. Tale involucro quindi agisce indirettamente sulla condotta del fuoco e della caldaia, basterà quindi muovere il coperchio nelle stufe per comandare conforme il bisogno sulla caldaia.

Nel calorifero a vapore sistema Koerting il generatore è una caldaia tubulare *c* (fig. 848) a tubi orizzontali. Il suo focolare è provvisto di tramoggia *b* per l'alimentazione continua del combustibile ed ha la graticola *a* costituita da tubi incurvati ad anello comunicanti fra loro e con la caldaia, superiormente cioè col vapore e inferiormente coll'acqua della caldaia. Questi tubi anulari sono congiunti in maniera da dare al fornello la forma di un cesto, il cui fondo è individuato da una lastra *l* la quale serve a raccogliere la cenere. Questa viene versata, ogni 24 ore circa, nel sottoposto cinerario con un movimento della lastra medesima.

L'aria necessaria per la combustione arriva al combustibile non dalla cavità del cinerario, come si pratica in tutti i focolari in genere, ma bensì nel senso orizzontale da una cavità *d* anteriore, chiusa lateralmente da una porta *p* che serve soltanto per la sorveglianza del fuoco, e munita di una feritoia per la quale l'aria esterna penetra in quantità regolata, come nel calorifero Bechem, da un apposito meccanismo, detto *regolatore del tirante*, comandato dalla pressione del vapore in maniera che aumentando la pressione diminuisce la quantità d'aria che accede nel fornello ed accresce quando diminuisce la pressione, ravvivandosi o rallentandosi in corrispondenza la combustione e con questa la produzione del vapore nella caldaia.

Anche la ditta Piazza e Zippermann di Milano costruisce una caldaia di sistema proprio, tubulare anch'essa, con tubi disposti verticali con focolare interno

munito di tramoggia per l'alimentazione automatica del combustibile (fig. 849), la cui combustione è regolata da apposito regolatore comandato dalla pressione del vapore in caldaia, la quale in questo calorifero, non supera le 0,16 atmosfere.

Le caldaie pei caloriferi a vapore a bassa pressione sono caratteristiche anche per la forma del proprio regolatore del tirante.

Il regolatore del calorifero, ora mentovato, sistema Piazza e Zippermann, è costituito da un recipiente a imbuto *I* (fig. 849) di lamiera metallica, aperto superiormente ed in comunicazione colla base inferiore a mezzo di un tubo coll'acqua della caldaia. Nel recipiente a imbuto penetra un altro tubo *L* ripiegato a sifone per mezzo del quale l'aria esterna perviene nella graticola ed alimenta la combustione. Il ramo del sifone che pesca nell'acqua contenuta nel recipiente a imbuto porta due feritoie (fig. 850) per le

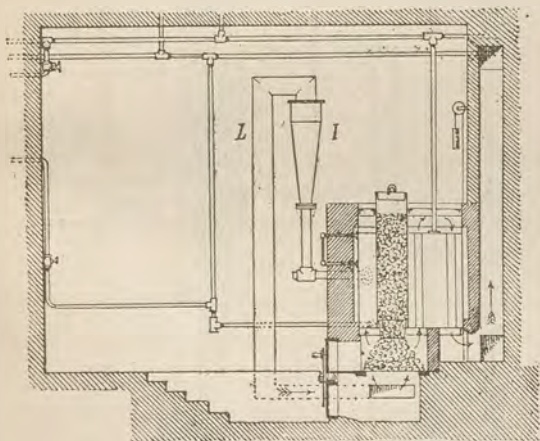


Fig. 849.

quali ha luogo l'accesso dell'aria esterna nel sifone. Se la pressione nella caldaia cresce, si innalzerà il livello dell'acqua del recipiente *I*, diminuirà la sezione delle feritoie e con essa la quantità di aria che eccede nel focolare; la combustione allora si rallenta e la produzione del vapore diminuisce. Al contrario, se la pressione nella caldaia diminuisce, si abbassa il livello dell'acqua nel recipiente *I* conico, la sezione delle feritoie aumenta, e la combustione ravvivandosi, si aumenta la produzione del vapore.

La casa Lehmann di Milano costruisce un regolatore del tirante sistema proprio abbastanza semplice; ne riportiamo schematicamente il disegno nella fig. 851. In questo regolatore una manovella *L* avente in *F* il fulcro porta sospesa ad un estremo la valvola dal tirante ed un contrappeso, all'altro estremo

sostiene un recipiente *A*, ripieno d'acqua, superiormente in diretta comunicazione col vapore della caldaia per mezzo di un tubo *t* flessibile e inferiormente per mezzo di un tubo a sifone capovolto *t*₁ con un recipiente *B* di egual volume, situato ad un livello di 5 m. circa più alto, aperto all'esterno. Aumentando la pressione del vapore nel generatore, questa si esercita anche sulla superficie dell'acqua nel recipiente *A*; l'acqua di questo recipiente viene spinta nel recipiente *B* ed il peso del primo diminuendo farà girare la manovella abbassando l'estremità che sostiene la valvola dell'aria alimentatrice della combustione, la quale così diminuisce. Diminuendo viceversa la pressione in caldaia l'acqua nel recipiente *B* ritorna in *A*, il quale, diventando più pesante, solleverà la valvola

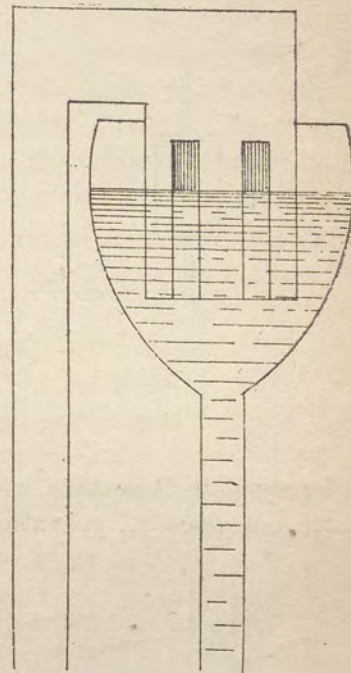


Fig. 850.

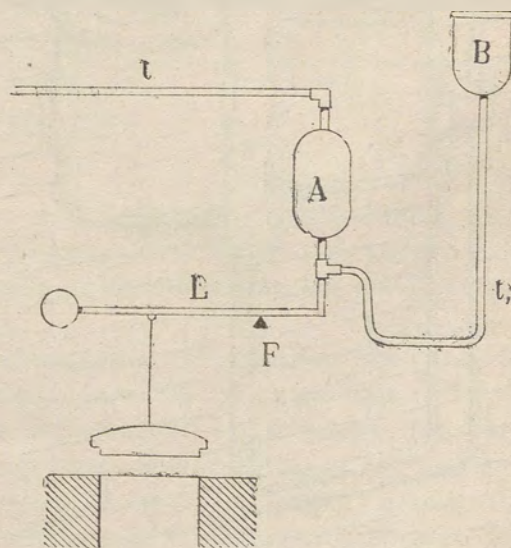


Fig. 851.

del tirante, ed aumenterà l'aria di alimentazione della combustione.

Nel regolatore tipo Guzzi schematicamente rappresentato nella fig. 852 il recipiente cilindrico *B* che è fermo e pieno d'acqua, riceve in alto mediante il

tubo t , la pressione del vapore in caldaia e, mediante la canna t_1 , in parte flessibile comunica col fondo

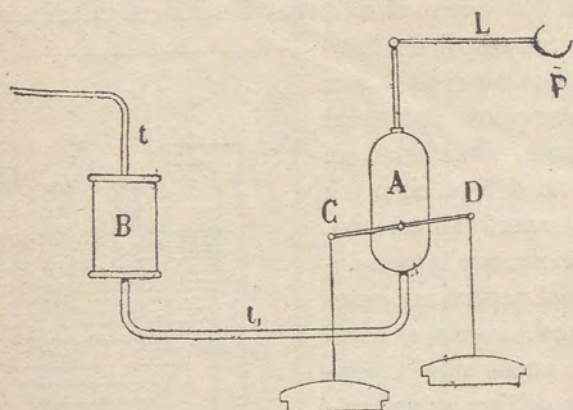


Fig. 852.

del recipiente A sospeso a cerniera al braccio più corto del gioco L , gravato all'altro capo del con-

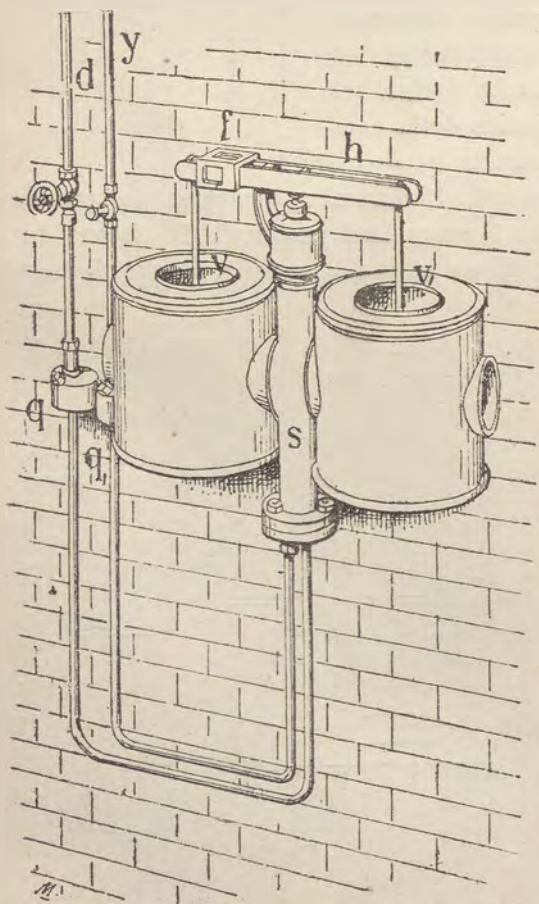


Fig. 853.

trappeso P . È manifesto che, crescendo la pressione esercitata in B , una parte della sua acqua sarà spinta

nel recipiente A , che diverrà perciò più pesante e si abbasserà. Con essa si abbasseranno le valvole a campana C e D sospese ai termini della verga CD attaccata ad A , accostandosi l'una alla bocca di accesso dell'aria nel cenerario, l'altra a quella del condotto del fumo che mette al camino.

Più complesso è invece il regolatore del tirante sistema Koerting. Questo regolatore (1) rappresentato in prospettiva nella fig. 853, ed in sezione nella fig. 854, è costituito da due valvole a disco V e V_1 , collegate fra loro da una leva h , contro la quale agisce dal basso in alto un'asta unita a uno stantuffo s , per modo che quando una delle valvole si

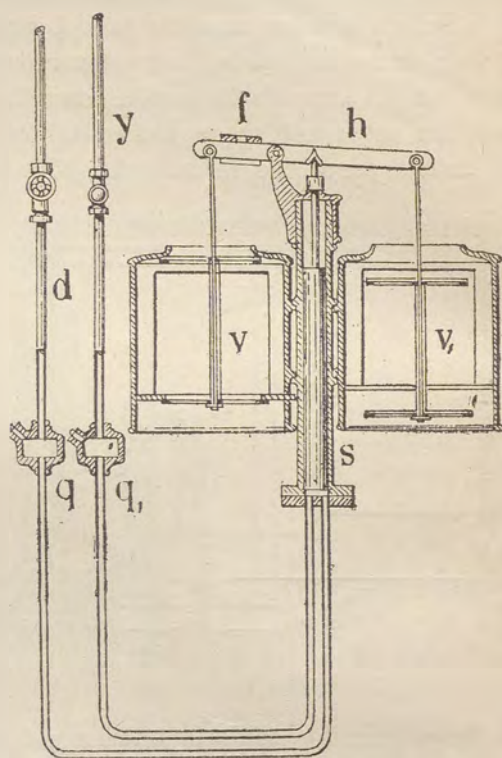


Fig. 854.

inalza l'altra si abbassa. L'aria alimentatrice della combustione per arrivare al combustibile, deve passare per un'apertura comandata dalla valvola v_1 ; questa quindi ne regola l'accesso. L'altra valvola v apre o chiude una luce per la quale l'aria esterna, quando questa è aperta, 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 con

(1) Morra, *op. cit.*

la camera di vapore della caldaia e sul mercurio in esso si esercita direttamente la pressione del vapore. Quando questa aumenta lo stantuffo si in alza, 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 vivacità della combustione, onde la pressione tende ad abbassarsi. Nel caso raro di un aumento eccessivo della pressione, sicchè l'acqua potrebbe essere proiettata all'esterno pel tubo di sicurezza St della caldaia (fig. 848) viene ad esercitarsi sul mercurio in q , e quindi sullo stantuffo s la pressione dovuta alla colonna di acqua d'altezza di circa 5 m., essendo il vaso q_1 in comunicazione, mediante il tubo y , con quello di sicurezza. La valvola v_1 allora chiude la propria luce; si abbassa la v , entra nei condotti del fumo e nel camino l'aria esterna fredda, diminuisce prontamente la tirata e con essa la pressione in caldaia. Il valore-massimo di questa nei singoli casi si può variare movendo il contrappeso f sulla leva $h f$.

§ 10.

I CALORIFERI AD ACQUA CALDA O TERMOSIFONI.

Allora quando s'impiega l'acqua come veicolo fluido per portare il calore dal generatore ai diversi ambienti da riscaldare servono i caloriferi ad acqua calda. Questi caloriferi funzionano per mezzo della circolazione di acqua e consistono in una caldaia situata in basso dell'edificio da riscaldare, munita di un tubo ascendente che arrivi fino alla parte più alta del medesimo, per tosto ridiscendere e, dopo avere attraversato e riscaldato gli ambienti, ritornare nella parte più bassa della caldaia.

L'acqua della caldaia a contatto del fornello scaldandosi diminuisce di peso specifico e quindi determina un movimento ascensionale per il tubo verticale ed è rimpiazzata nella caldaia dall'acqua contenuta nel tubo di ritorno, la quale, per la perdita di calore subito lungo il tragitto attraverso le pareti del circuito, è più densa e di peso specifico maggiore. Senza ulteriori spiegazioni indichiamo schematicamente nella fig. 855 il movimento del liquido contenuto in un simile apparecchio e poichè, come si rileva anche dalla medesima figura, detto movimento ha molta analogia con quello che si verifica in un sifone comune, ove il movimento del liquido è dovuto alla differenza di pressione dovuta alla differente

lunghezza dei due rami del sifone, questo calorifero venne chiamato più propriamente *sifone termico* o *termosifone*.

Nei termosifoni tutto l'apparecchio è pieno di acqua e poichè questa scaldandosi aumenta di volume, il tubo che si diparte verticalmente dalla caldaia è superiormente munito di un recipiente aperto, il cui livello riesce più alto di quello di tutto il resto dell'apparecchio, detto *vaso di espansione*, il quale raccogliendo il maggior volume di liquido, permette a questo la libera dilatazione, diversamente i tubi si spezzerebbero. Il vaso di espansione, al quale di solito si assegna un volume eguale a $\frac{1}{20}$ di quello dell'acqua contenuta in tutto l'apparecchio, serve anche a raccogliere e smaltire le bolle di vapore e di aria che eventualmente si potrebbero svolgere nel-

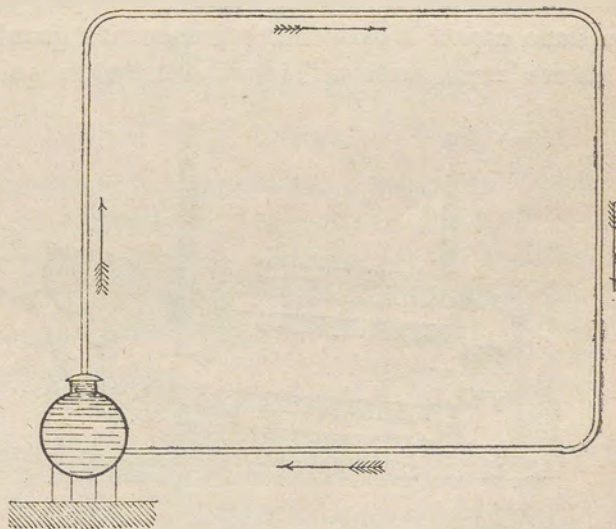


Fig. 855.

l'acqua della caldaia, e che introdotte nell'apparecchio scaldante creerebbero sicuramente una certa resistenza al debole movimento del liquido riscaldante.

I termosifoni si classificano in tre categorie:

a bassa pressione, se la pressione dell'acqua contenuta nell'apparecchio non supera 2 atmosfere; *a media pressione*, se la pressione del fluido non supera 6 o 7 atmosfere; *ad alta pressione*, se la pressione supera 7 atmosfere e non oltrepassa le 15 atmosfere.

Nel *termosifone a bassa pressione* la temperatura dell'acqua nel vaso di espansione si spinge tra 80 e 90 gradi, non oltre, cioè, la temperatura di ebollizione. La pressione dell'acqua non dovendo superare due atmosfere, occorre che il tubo ascendente

che immette nel vaso di espansione non sia più lungo di 10 m. contati dal fondo della caldaia. Il vaso di espansione rimane aperto all'esterno, per cui di solito si chiude con un coperchio che non sia a tenuta d'aria, che serva, cioè, a impedire alla polvere di depositarsi nel vaso, ma non all'atmosfera di esercitarvi la sua pressione. La pressione dell'acqua contenuta dall'apparecchio è quindi eguale alla pressione atmosferica aumentata dalla pressione idrostatica della colonna liquida ascendente.

La temperatura dell'acqua di ritorno in questi apparecchi è di solito intorno ai 40 gradi, ed essendo di 90 gradi quella dell'acqua ascendente, l'abbassamento di temperatura che l'acqua subisce è di circa 50 gradi, ed in corrispondenza, così facendo un kg. di acqua cede in questi apparecchi circa 50 calorie. È necessario quindi che i termosifoni a bassa pressione contengano un grande volume di acqua, perchè siano capaci di trasportare una grande quantità di calore negli ambienti, i tubi distributori quindi

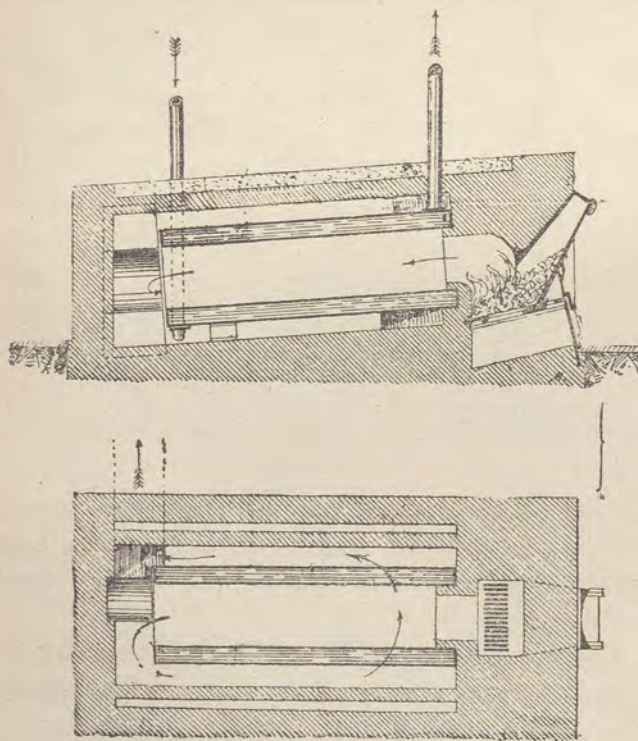


Fig. 856.

sono grossi, per cui la spesa di impianto di un simile apparecchio è considerevole, specialmente se l'edificio si trova già costruito. Di contro, però, i termosifoni a bassa pressione hanno il vantaggio di riuscire meno pericolosi di quelli a media e ad alta pressione e l'altro non meno notevole, di rendere il riscaldamento omogeneo e costante, agendo come stufa ad acqua

calda capace di rendere calore per lungo tempo ancora dopo cessato di funzionare l'apparecchio, per la grande quantità di calore che resta immagazzinata nell'acqua voluminosa contenuta dall'apparecchio. Per questo fatto questi apparecchi non riescono di pronto funzionamento, nè di sollecita intermittenza come riescono i termosifoni ad alta pressione, per cui convengono soltanto per il riscaldamento degli ambienti che richiedono un riscaldamento continuo e costante, come per serre, ospedali, carceri, ecc., e per le abitazioni civili, limitandone l'uso ad uno e al più a due piani, meglio ancora ad un solo appartamento.

La caldaia può avere una forma ordinaria, qualsiasi ovvero è tubulare. È condizione imprescindibile che essa presenti un solo punto di altezza massima da cui si fa partire il tubo di ascesa e sia conformata in maniera da non offrire resistenza al movimento circolante dell'acqua, movimento debole da per sé stesso (10 cm. circa al minuto secondo) essendo piccola la differenza di temperatura tra l'acqua che sale verso il vaso di espansione e quella che discende pei tubi di ritorno.

Riportiamo nelle figg. 856-60 alcuni tipi di caldaie usate in simili impianti di riscaldamento. La fig. 856 fa vedere in sezione una caldaia delle più semplici di forma cilindrica ad asse presso che orizzontale, con focolare provvisto di tramoggia per l'alimentazione continua del combustibile; la fig. 857 un'altra dello stesso tipo ad asse verticale, con focolare interno provvisto di tramoggia inclinata; la fig. 858 riporta un tipo di caldaia somigliante per forma ad una stufa ordinaria, per cui può essere collocata in ambiente qualsiasi ed impiegata per il riscaldamento di un appartamento isolato. Se si vuole aumentare la superficie scaldante della caldaia si munisce la medesima di un fascio di tubi paralleli; la fig. 859 fa vedere la sezione di una di queste caldaie tubulari.

La Ditta Koerting, anzi citata, costruisce e pone in commercio caldaie per termosifoni costituenti un sistema semplicissimo tutto proprio e brevettato. Queste caldaie vengono fornite in due tipi di differente grandezza, quello più grande rappresentato nella fig. 860 viene generalmente adoperato pel riscaldamento di un intero fabbricato, per una grande serra da fiori, ecc., mentre il tipo piccolo serve specialmente per un solo appartamento, per una piccola serra o per un solo piano di fabbrica.

Le caldaie per termosifoni, tipo Koerting, si compongono di un numero variabile di anelli vuoti in

ghisa nei quali circola l'acqua, sovrapposti gli uni agli altri e comunicanti fra di loro. Essi formano coll'insieme dei loro spazi centrali, come nella caldaia per riscaldamento a vapore della medesima Ditta

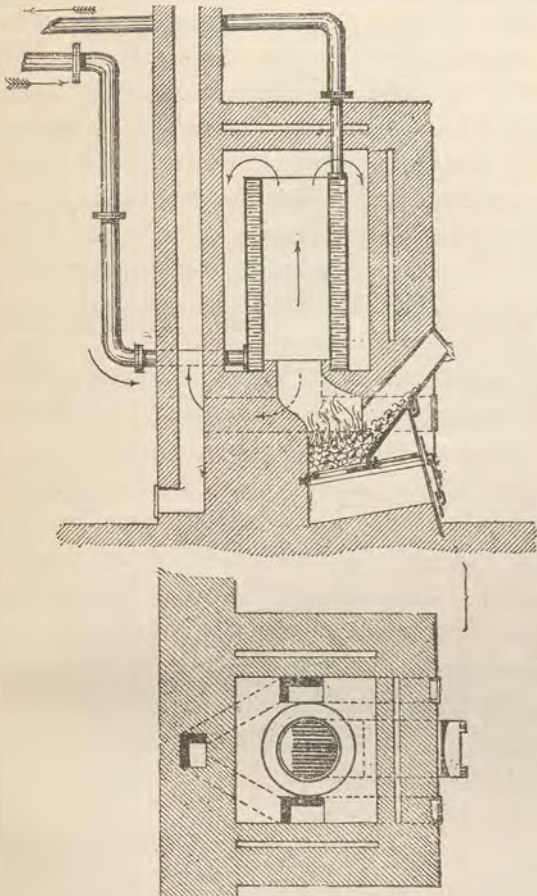


Fig. 857.

(fig. 848) un vano entro il quale brucia il combustibile introdotto per la tramoggia. L'aria necessaria alla combustione entra per la portella nella placca frontale e passa orizzontalmente fra gli intervalli degli anelli attraverso il combustibile, il quale posa sopra una lastra di ghisa, collocata in fondo del focolaio, e nel modo identico sortono dal lato opposto i prodotti della combustione verso il camino da fumo. Così il calore viene trasmesso attraverso le pareti di ghisa degli anelli all'acqua in essi circolante, mentre le ceneri rimangono accumulate sulla placca di ghisa donde vengono rimosse di tempo in tempo. Il numero degli anelli formanti la caldaia varia secondo il numero degli ambienti da riscaldare, e si può con la massima facilità aggiungerne degli altri se in seguito si desidera estendere il riscaldamento ad altri ambienti. Nella fig. 860 che rappresenta il tipo grande di caldaia si ha in A il tubo di andata

per l'acqua calda, in Re il regolatore automatico dell'aria della combustione, in T la tramoggia per il

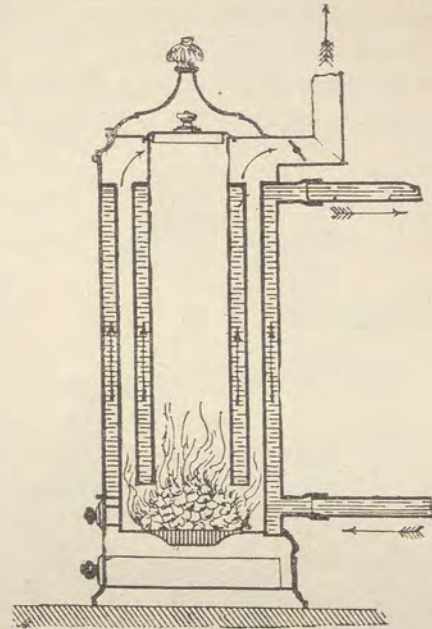


Fig. 858.

caricamento del combustibile chiuso dal coperchio C, in S la valvola del fumo; G è il gomito di passaggio verso la caldaia dell'aria per la combustione, L è il rivestimento in lamiera di ferro della caldaia, z lo zoccolo della medesima ed R il tubo di ritorno

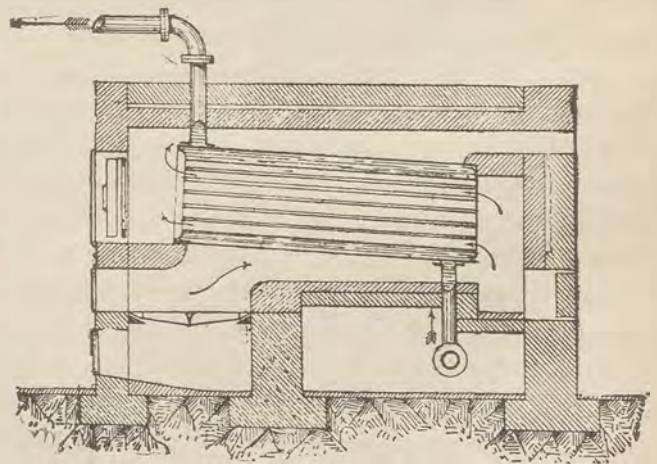


Fig. 859.

dell'acqua in caldaia. In a, a, a si hanno infine gli elementi di ghisa, in al la valvola di alimentazione ed in se la valvola di scarico della caldaia.

I tubi distributori si fanno di ferro in vari pezzi congiunti con manicotti a vite, con interposizione di mastice di minio, del diametro variabile da 2,5 a 15 cm. a seconda del volume dell'acqua contenuto nell'apparecchio. Essi si fanno partire in numero qual-

sivoglia dal vaso di espansione od in prossimità del medesimo, ma possono bensì farsi partire direttamente dalla sommità della caldaia per fare ritorno nella parte più bassa della medesima. I tubi si montano in maniera da permettere la loro libera dilatazione e laddove sono soggetti a notevole raffreddamento

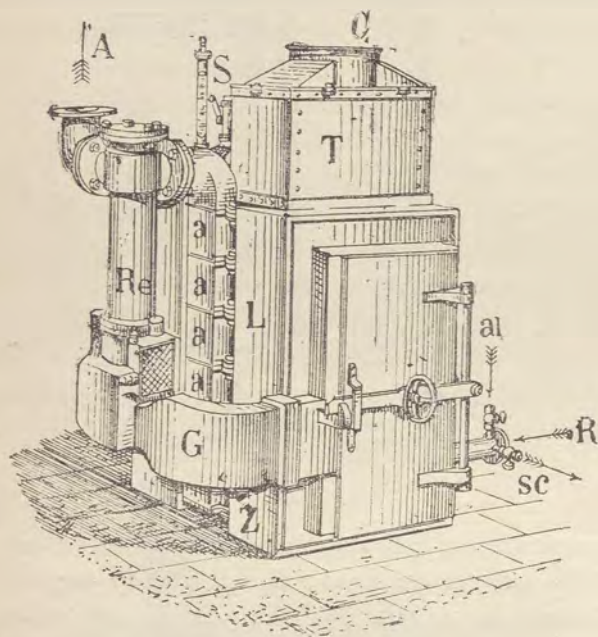


Fig. 861.

devonsi proteggere, avvolgendoli con sostanze cattive conduttrici del calore, come feltro, paglia, panno, ecc. Anzi nei climi rigidi, allorchè si dubiti che negli intervalli di inazione l'acqua possa gelare nelle canne e farle scoppiare, a prevenire un simile danno, si usa adoperare, in luogo dell'acqua, una soluzione di acqua e cloruro di calcio alla densità di 1,15 a 1,20, la quale, come è noto, resiste al gelo sin a 12 gradi sotto zero. Qualora si adoperi acqua semplice, questa deve essere pura, priva di carbonati, che scemerebbero il coefficiente di trasmissione e potrebbero essere causa di guasti dell'apparecchio, depositandosi sulle pareti interne del medesimo.

Il trasporto del calore negli ambienti da scaldare si pratica a mezzo della trasmissione attraverso le pareti dei tubi distributori, che si fanno sviluppare negli ambienti, ovvero attraverso le pareti di apposite stufe ad acqua che si collocano nei locali da riscaldare e che formano coi tubi distributori e con quelli di ritorno un circuito chiuso. L'impiego di queste stufe si rende necessario in quegli ambienti nei quali non è possibile svolgere un lungo tubo riscaldante,

senza nuocere alla loro estetica, come sarebbero, ad esempio, le stanze comuni di abitazione; con le stufe inoltre si ha il vantaggio di disporre di una maggiore superficie scaldante in un spazio minimo. E come le stufe a vapore, quelle ad acqua calda possono avere foggie svariate e cioè:

Stufe cilindriche consistenti in capacità cilindriche di lamiera, che comunicano in alto col condotto dell'acqua calda e in basso con quello di ritorno dell'acqua raffreddata. Queste stufe possono anche essere a doppia parete coassiale, di maniera, cioè, che l'acqua occupi lo spazio anulare compreso tra le due pareti: così si ha il vantaggio di aumentare notevolmente la superficie scaldante.

Stufe tubulari le quali differiscono dalle precedenti perchè invece di essere provviste di un tubo coassiale, hanno un fascio di tubi paralleli attraversanti nel senso longitudinale la cavità della stufa. E secondo che l'acqua calda occupa il vano tra i tubi e la stufa, ovvero i tubi medesimi, l'aria si riscalderebbe a contatto della superficie interna dei tubi e dell'esterno della stufa ovvero a contatto della superficie esteriore dei tubi; in questo caso i tubi possono essere provvisti di nervature.

Serpentini di scaldamento che consistono in uno o più tubi ripiegati a spirale piana (fig. 861 a) o a elica cilindrica (fig. 861b).

Canne a nervature consistenti in tubi diretti o ricurvi armati di nervature (fig. 810).

Cassette o capacità parallelepipediche di piccola larghezza tenute di costa e munite di nervature (fig. 862).

Batterie di tubi e di cassette infine che si ottengono congiungendo in serie tanto le canne quanto le cassette a nervature.

Per tutte le altre particolarità delle stufe ad acqua calda, rimandiamo il lettore alla descrizione degli

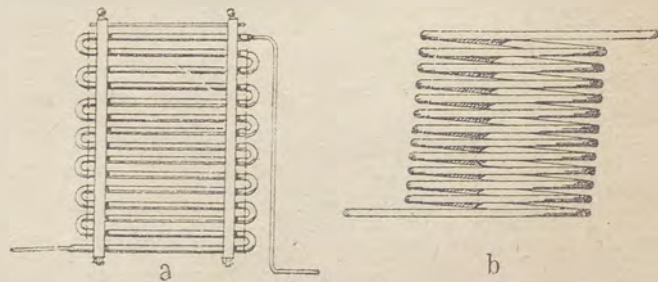


Fig. 861.

apparecchi condensanti nel sistema di riscaldamento a vapore, i quali si possono adoperare per l'uno e

per l'altro uso se costruiti in modo da resistere convenientemente alla pressione del fluido.

Le stufe ad acqua calda si collocano, come le stufe a vapore, negli angoli degli ambienti, nei vani

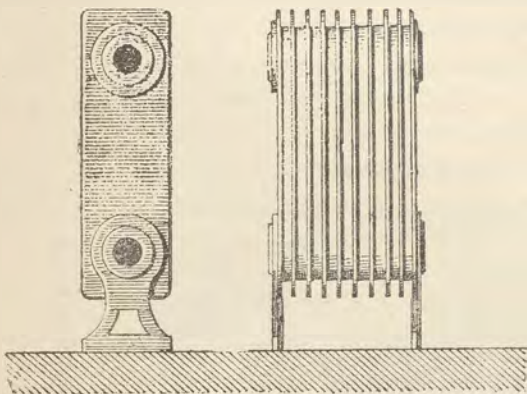


Fig. 862.

delle finestre, ecc.: se sono destinate a rimanere nude; le canne, le cassette, le batterie, ecc. si collocano entro nicchie praticate nei muri ricoperte di

missione di 600 calorie per ora e per metro quadrato nel piano superiore di una casa, e di sole 200 nell'inferiore, e quindi in media di 400 calorie quando l'ambiente sia a 15° C. In relazione a ciò si assegnano da 2,5 a 3 mq. di superficie scaldante per ogni 100 mc. di ambiente, che sia bene riparato, e di 3,5 a 4 mq. della stessa superficie se l'ambiente è poco riparato. La superficie scaldata della caldaia si tiene tra $\frac{1}{15}$ a $\frac{1}{20}$ di quella della superficie scaldante complessiva e l'area della graticola $\frac{1}{20}$ a $\frac{1}{30}$ della stessa.

Le sezioni del tubo di efflusso dell'acqua calda e di quello di ricondotta in caldaia si assegnano in ragione di 0,6 a 0,7 cmq. per ciascun metro quadrato di superficie scaldante complessiva; i tubi che portano l'acqua agli apparecchi di riscaldamento hanno 25 mm. di diametro, se la loro superficie scaldante non eccede 6 mq.; 30 mm. se questa arriva a 10 mq. e 40 mm. per le maggiori estensioni.

Alcuni esempi varranno a meglio chiarire l'impianto di un termosifone a bassa pressione.

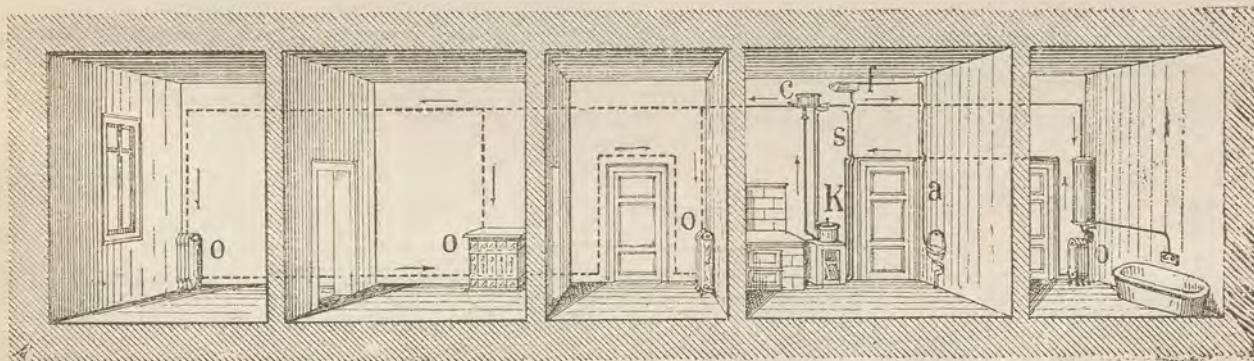


Fig. 863.

lastre metalliche traforate (fig. 815) ovvero nel mezzo degli ambienti da scaldare, purchè siano avvolte con involucri metallici più o meno eleganti per toglierle alla vista e contribuire, anzi che riescire di scapito, alla decorazione degli ambienti.

Questo ripiego poi si può dire necessario, allora quando le stufe ad acqua devono servire per la rinnovazione dell'aria, perchè l'aria esterna prima di penetrare nell'ambiente si scalda attraversando lo spazio compreso tra la stufa e l'involucro.

Secondo il Ferrini, per il calcolo delle diverse parti costituenti un termosifone a bassa pressione basterà tenere presente che il coefficiente di trasmissione della lamiera essendo di 8 a 9, si ammette una tras-

Pel riscaldamento di un appartamento isolato la Ditta Koerting propone la seguente disposizione (fig. 863). La caldaia *K* viene collocata nella cucina od in un altro ambiente ad uso della servitù, provvisto di un camino adatto per il fumo. Dalla caldaia si inala il condotto principale dell'acqua calda per congiungersi all'apparecchio *C* destinato a mantenere la temperatura dell'acqua costantemente sotto il limite massimo di 100° . Questo apparecchio comunica per mezzo di un tubo a sifone *s* col vaso di espansione *f* e relativo spandente *a* che termina in uno scolo di acqua qualsiasi. Dall'apparecchio regolatore *C* si dipartono pure i tubi orizzontali distributori dell'acqua calda, dai quali altre diramazioni

verticali conducono l'acqua alle stufe *OO* degli ambienti.

Aprendo più o meno la valvola regolatrice inserita nel tubo di ammissione dell'acqua calda di ogni stufa si può regolare a piacimento il calore trasmesso da queste ultime. Dal fondo di ogni stufa esce il condotto dell'acqua raffreddata e tutti questi condotti si riuniscono nel tubo collettore collocato lungo il pavimento, il quale riconduce l'acqua fredda alla caldaia dove viene di nuovo riscaldata per ricominciare il medesimo giro di circolazione. Volendo, si

ce indicano la direzione secondo la quale l'acqua circola nei tubi a nervature e come essa viene ricondotta.

Quest'ultima viene collocata in un locale sotterraneo od almeno ad una profondità tale che la sua parte superiore rimanga al di sotto del punto più basso dei tubi a nervature. Più basso si colloca la caldaia, più rapida riesce la circolazione e più uniforme la distribuzione del calore in tutte le parti della serra.

Nella sopra riportata figura si ha in g_1 un vano di serra destinato a rimanere piuttosto freddo, in g_2

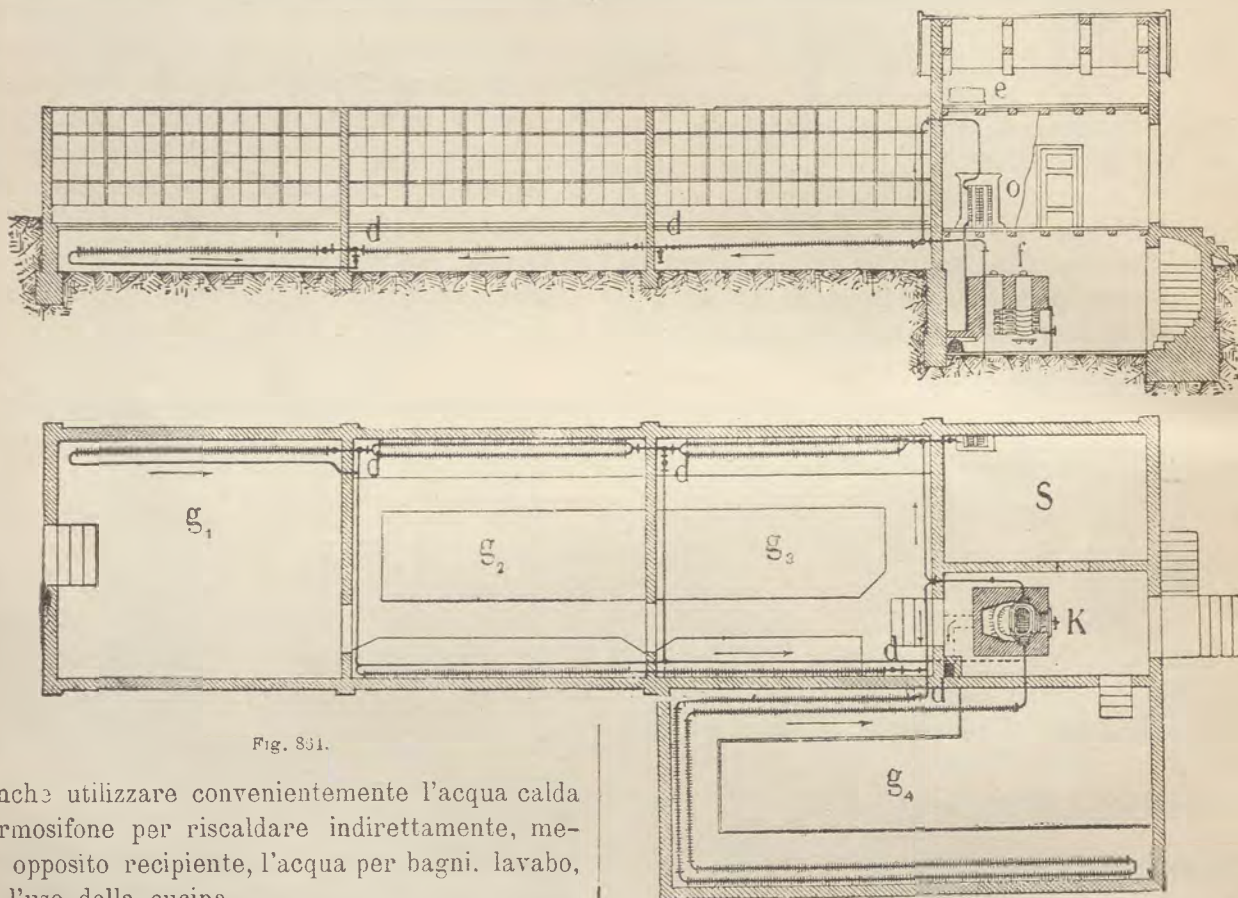


Fig. 831.

può anche utilizzare convenientemente l'acqua calda del termosifone per riscaldare indirettamente, mediante apposito recipiente, l'acqua per bagni, lavabo, e per l'uso della cucina.

Per il riscaldamento di una grande serra per fiori e piante esotiche, costituita di quattro ambienti da scaldare a temperature differenti, la medesima Ditta propone la disposizione generale riportata dalla fig. 864. Tale disposizione non differisce che pel genere dei corpi scaldatori, che invece delle stufe adottate negli appartamenti, vengono qui formati da file orizzontali di tubi a nervature collocate lungo i muri, e distribuite in modo da ottenere una superficie riscaldante maggiore o minore nei singoli riparti, secondo le temperature che in essi si debbono mantenere. Nel disegno, tanto in elevato che in planimetria, le frec-

ce indicano la direzione secondo la quale l'acqua circola nei tubi a nervature e come essa viene ricondotta. Quest'ultima viene collocata in un locale sotterraneo od almeno ad una profondità tale che la sua parte superiore rimanga al di sotto del punto più basso dei tubi a nervature. Più basso si colloca la caldaia, più rapida riesce la circolazione e più uniforme la distribuzione del calore in tutte le parti della serra.

Nella sopra riportata figura si ha in g_1 un vano di serra destinato a rimanere piuttosto freddo, in g_2 una serra tiepida, in g_3 una serra calda, in g_4 una serra ancora più calda, in S l'abitazione del giardiniere, in O la stufa a batterie, in K la caldaia, in f la tramoggia, in e il vaso di espansione, in d le valvole di intercettazione.

Per il riscaldamento di una casa intera la caldaia è situata nel sottotetto ed in mancanza di questo in un ambiente secondario, ma centrale, del piano terreno, provvisto di camino del fumo e facilmente accessibile alla servitù. Dalla caldaia si parte il condotto di salita dell'acqua calda, il quale si dirama orizzontalmente o nei sotterranei ovvero nei

sottotetto dell'ultimo piano per arrivare con dei tubi distributori verticali ai singoli ambienti ed alimentare di acqua calda le stufe ivi collocate.

Nella fig. 1 tav. LXIV tale disposizione è applicata al riscaldamento e ventilazione di una villa secondo il piano tecnico proposto dalla casa Lehmann. In questa figura si ha segnato con *A* la caldaia, *B* il regolatore automatico della combustione, *C* la tubatura di partenza dell'acqua sviluppata orizzontalmente nel piano sotterraneo della villa, *D* la tubatura di ritorno dell'acqua in caldaia, *e* la presa di aria fresca esterna, *F* calorifero, *H* batterie di tubi a nervature, *I* condotto di aria calda, *L* stufe a radiatori, *M* radiatore posto nel vano di una finestra, *N* stufa ad elementi a nervature innicchiate, *O* bocchetta di aria calda, *P* ventilazione invernale. *Q* ventilazione estiva, *R* vaso di espansione, *S*, *U*, *Y*, cucina con termosifone per uso del bagno, e lavamano, *T* caldaia del termosifone pel bagno con sovrastante rosticceria, *Z* camino da fumo.

Nei *termosifoni a media pressione* l'acqua raggiunge una temperatura compresa tra 160 e 170 gradi in corrispondenza di 6 a 7 atmosfere raggiunte dalla pressione del fluido.

In questi termosifoni il vaso di espansione, il di cui volume corrisponde circa a $\frac{1}{20}$ di quello dell'acqua contenuto dall'apparecchio, deve rimanere chiuso per mezzo di un coperchio che si apre soltanto ad una determinata pressione mediante un congegno a leva e la quantità di acqua contenuta dall'apparecchio pur essendo minore di quella dei termosifoni a bassa pressione, è grande per rispetto a quella dei termosifoni ad altra pressione.

A questo tipo corrisponde il termosifone Duvour rappresentato schematicamente nella fig. 865. In questo apparecchio la caldaia, generalmente collocata nella parte più bassa dell'edificio, porta alla sua sommità un tubo verticale convenientemente difeso contro il raffreddamento, che si inalta fino al solaio più elevato e va ad immettersi in un vaso di espansione di ghisa o di lamiera. Verticalmente al di sotto del vaso di espansione si dipartono i tubi di rame o di ferro, in numero corrispondente ai piani del fabbricato che conducono l'acqua calda ai diversi locali, e ciascuno di loro discende fino ad incontrare il pavimento dell'ambiente a cui è destinato, incassandosi in un canale appositamente praticato e procedendo orizzontalmente fino all'incontro della stufa ad acqua nella quale si immette. Nella fig. 865 vedesi

che un altro tubo si diparte dal fondo della stufa ad acqua e dopo percorso un tratto orizzontale, ed alimentare eventualmente altre stufe, come è indicato nel piano medio, discende e va a terminare nel fondo della caldaia. Il Duvour immaginò anche il mezzo di scacciare l'aria viziata degli ambienti a mezzo del

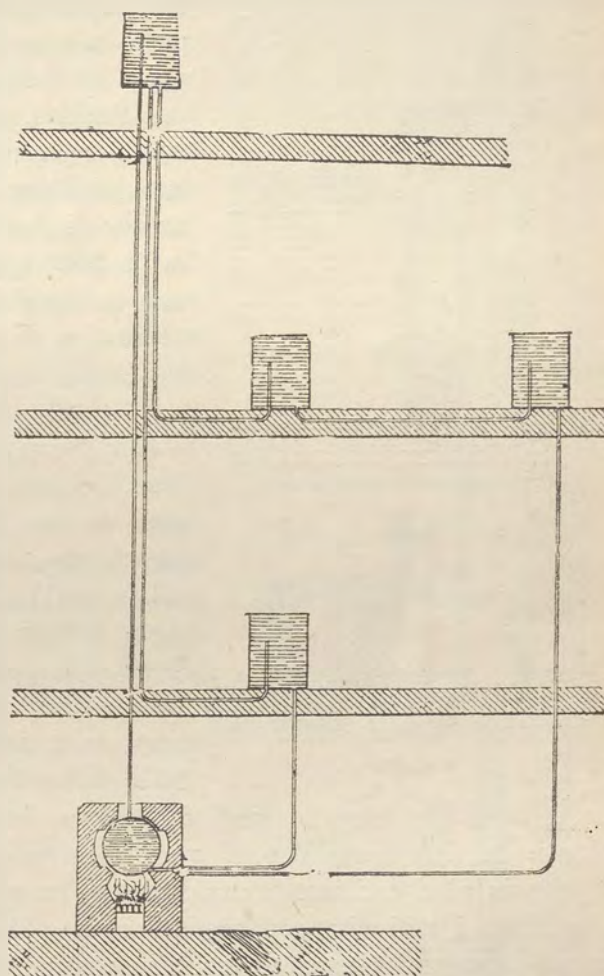


fig. 865.

suo termosifone e raggiunse lo scopo racchiudendo il suo vaso di espansione fra le pareti del camino generale di richiamo a cui fanno capo i condotti collettivi dell'aria viziata. In tal modo per effetto del tiraggio prodotto dall'aria scaldata, viene stabilita una efficace ventilazione.

Nel termosifone Duvour il riscaldamento di un piano dell'edificio resta indipendente da quello degli altri piani, talchè l'uno può funzionare senza l'altro: un guasto però od una fuga di acqua riportata da un tubo o da una stufa dei piani inferiori è fatale pel riscaldamento di tutti i piani; infatti una fuga di acqua in basso vuoterebbe tutte le stufe soprastanti. La pressione sempre considerevole poi rende questi

apparecchi poco sicuri, per cui essi oggigiorno poco si usano in pratica.

Egualemente può dirsi per i sifoni ad alta pressione, i quali fuori che in Inghilterra, non si videro applicati. Il tipo migliore di termosifone ad alta pressione è quello noto sotto il nome di termosifone Perkins, applicato per la prima volta al Museo Britannico di Londra. La fig. 866 rappresenta la disposizione schematica di questo termosifone, il quale consta di un tubo di ferro continuo, chiuso per tutta la sua lunghezza che si avvolge nella sua parte inferiore in forma di serpe orizzontale per costituire la graticola, dalla quale si diparte

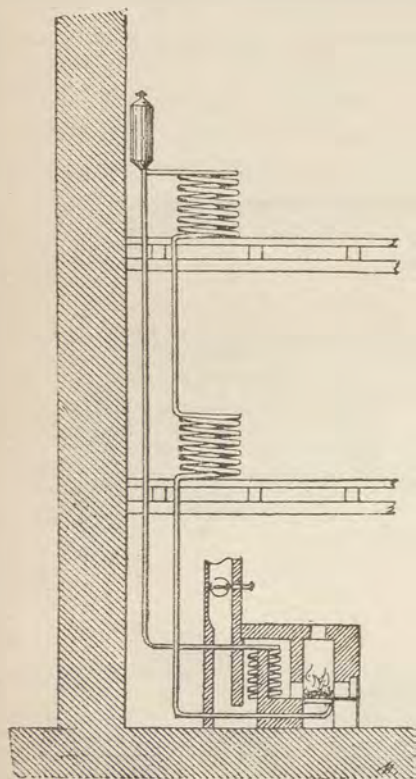


Fig. 866.

a serpentino per fare le veci di caldaia, indi si prolunga verticalmente fino al vaso di espansione, collocato in alto e chiuso ermeticamente. Da questo si dipartono i tubi che conducono l'acqua calda nei locali da scaldare, piegandosi poi a serpentino, onde presentare la necessaria superficie riscaldante. Ciascun serpentino ha la sua estrema spira inferiore che si rivolge verticalmente al basso e così da un serpentino all'altro, come mostra la figura, fino a raggiungere la graticola. Negli ambienti dove sono collocati i serpentine, questi vengono circondati da un involucro ornato di decorazioni (fig. 867), che lascia adito alla circolazione di aria. Per solito è assegnato al tubo lo spessore di 12 mm. con un diametro interno della medesima dimensione. La quantità di acqua contenuta nell'apparecchio è quindi piccola.

Le congiunzioni dei tubi si operano lavorando le due estremità a vite in senso contrario l'uno all'altro (fig. 868). ed avvitandole con un manicotto inciso nell'interno con chiocciola della stessa maniera. Girando

il manicotto con apposita chiave si costringono i due capi ad avvicinarsi ed a compenetrarsi l'uno nell'altro fino ad una perfetta tenuta, se uno dei due capi è foggato a scalpello.

La temperatura dell'acqua nel vaso di espansione raggiunge 150 a 200 gradi, nella parte inferiore del tubo di ritorno 60 a 70 gradi. Il serpentino al focolare poi potrà scaldarsi fino al calore rosso, cioè fino a 500 gradi circa. In corrispondenza la pressione nel vaso di espansione può raggiungere 4 a 5 atmosfere, nella caldaia raggiunge probabilmente 100 atmosfere. A causa della sensibile differenza di pressione la velocità dell'acqua nei tubi è grande; per questo fatto, benchè la quantità d'acqua circolante sia piccola, riesce possibile portare la quantità di calore necessario negli ambienti. Questo tipo di termosifone presenta però, per l'alta temperatura a cui vanno soggetti i tubi, il pericolo di carbonizzare ed anche di incendiare i legnami ed i pavimenti posti a loro contatto. Il loro raggio di azione poi non riesce molto grande, poichè allungando il tubo distributore oltre il limite di 150 a 200 m. cresce notevolmente la resistenza al movimento dell'acqua.

Per il riscaldamento quindi di vasti edifici occorrerà impiegare diverse circolazioni con molti focolai per la produzione di calore, con sensibile aumento di spesa di impianto e di esercizio. Nel Museo Britannico di Londra si hanno 36 circolazioni con 18 focolai. Perciò da alcuni anni è stato posto in opera un termosifone a media pressione, il quale mentre riunisce la semplicità d'impianto del

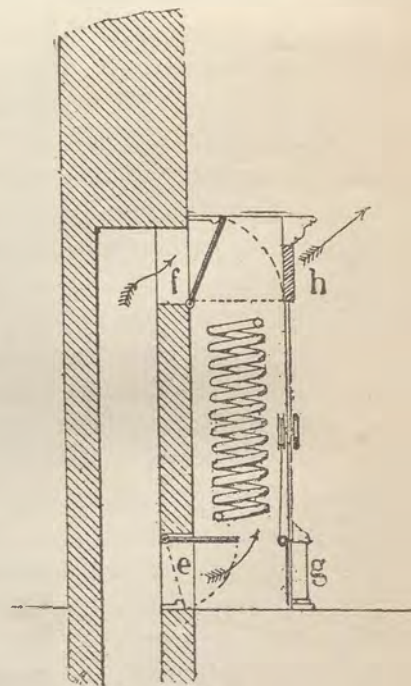


Fig. 867.

tipo Perkins, sopprime gli inconvenienti sopramenzionati. La conformazione di questo termosifone a media pressione è identica a quella del tipo Perkins, colla differenza che il vaso di espansione invece di essere

ermeticamente chiuso, è rappresentato da un recipiente aperto pieno di acqua, in mezzo alla quale sbocca il serpentino, per mezzo di un ramo laterale *a* (fig. 869).

L'estremità del tubo *a* penetra in un tubo verticale *b* provvisto di due valvole, una per ciascuna estremità. La valvola superiore *d* può aprirsi dalla pressione dell'acqua ed è caricata di un peso *f* che può variarsi a volontà in modo da raggiungere la pressione ed ottenere la temperatura che si desidera, cioè 6 a 7 atmosfere di pressione e 160 a 170 gradi di temperatura. La valvola inferiore *c* si apre verso l'alto e serve a ristabilire l'equilibrio fra la pressione interna del tubo e quella atmosferica, nel caso

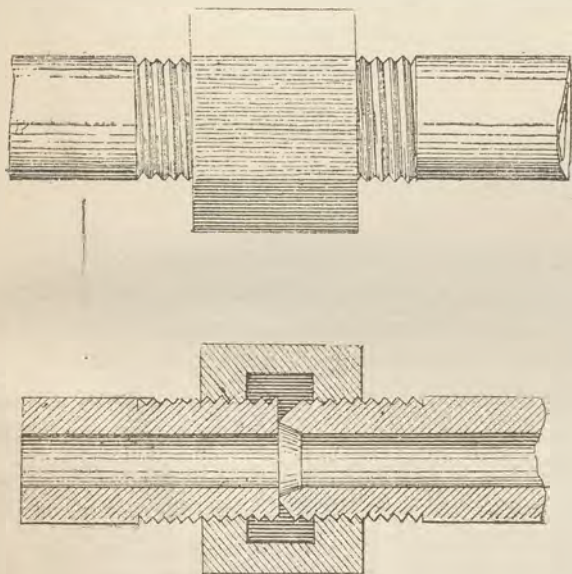


Fig. 868.

di raffreddamento dell'acqua nel tubo stesso per rallentamento o spegnimento del fuoco. È evidente che ogni qualvolta le valvole si muovono, o esce, o entra dell'acqua nel tubo, in modo che l'aria è affatto esclusa dalla circolazione. Per la costruzione di questo termosifone si impiegano tubi del diametro interno di 20 a 25 mm. con lo spessore di 6 a 7 mm. provati ad una pressione dieci volte maggiore a quella di regime dell'apparecchio.

Nel serpentino analogo usato per questi apparecchi di riscaldamento (fig. 867) si hanno due bocche *e* ed *f* provviste di registro per l'afflusso e la circolazione dell'aria esterna. Le due aperture *g* ed *h* comunicano con l'ambiente. La bocca inferiore *g* anch'essa provvoluta di registro serve alla circolazione dell'aria della stanza. La si apre sul principio del riscal-

damento per accelerarlo, tenendo chiusi intanto i registri *e* ed *f*. Ciascuno dei serpentini per mezzo di un rubinetto a tre fori può essere, all'uopo escluso dal sistema circolatorio senza interromperlo. Secondo il Ferrini in ambienti da tenersi a 20° se ne assegna lo sviluppo in ragione di un metro lineare per ogni 3 m. di spazio; nel caso di chiese o di aule molto alte si accordano da 15 a 30 metri di serpentino per ogni 400 mc. di ambiente, oppure da 175 a 200 m. lineari per ogni 100 mq. di pianta.

Per questi sifoni a media pressione venne imma-

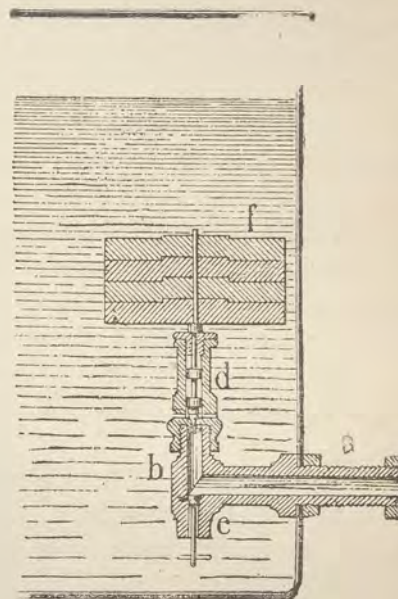


Fig. 869.

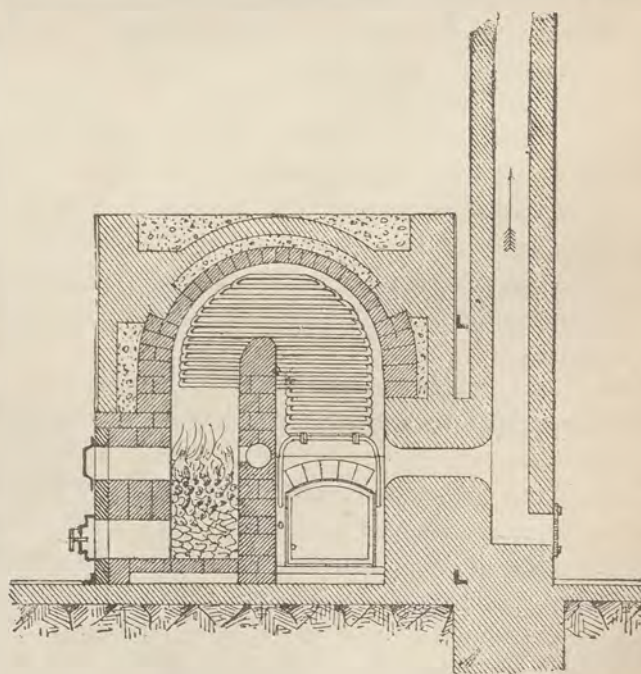


Fig. 870.

ginato dagli ingegneri Fischer e Stiehl un fornello speciale che rappresentiamo nella fig. 870. Il fornello è a vòlta e il serpentino che costituisce la caldaia

del termosifone è foggato in maniera da secondare la curva della vólta, dalla quale si distacca soltanto per brevissimo spazio. In tale guisa il tubo usufruisce ottimamente della irradiazione del combustibile, preservando la vólta. La circolazione dell'acqua entro le spire si compie in direzione inversa di quella dei prodotti della combustione, così l'acqua assorbe una maggiore quantità di calore. La vólta del focolare è costruita in modo da non essere solidale colla muratura delle pareti del focolare, in guisa che queste si possono riparare e rinnovare a seconda del bisogno, senza ledere alla stabilità della vólta. Occorrendo ripulire la spirale del serpentino, vi si accede per una porta laterale posta al livello del pavimento. Tutto il fornello è fortemente cerchiato con ferri ad angolo.

Per il calcolo dei diversi elementi necessari a conoscersi per la costruzione di un termosifone richiamiamo le seguenti tre formole dal corso di fisica tecnica del Pisati:

$$a) \quad T_1 - T_0 = \frac{Q}{3600 A}$$

$$b) \quad A = \sqrt{\frac{0,05 \pi d'' g h Q}{16 \times 3600 v_1^3 \left(K \frac{h+l}{d} + nc \right)}}$$

$$c) \quad Q = \gamma \pi d l \left(\frac{T_1}{2} - t + \frac{T_0}{2} \right)$$

dove le incognite sono quattro, cioè:

T_0 = temperatura dell'acqua di ritorno in caldaia,

A = peso dell'acqua da impiegarsi al secondo,

d = diametro del tubo distributore di riscaldamento,

l = lunghezza totale del medesimo.

I termini noti che si hanno in queste tre equazioni sono:

T_1 = temperatura dell'acqua calda,

h = altezza del tubo ascensorio,

Q = quantità di calore occorrenti per gli ambienti,

γ = coefficienti di trasmissione del tubo,

t = temperatura degli ambienti,

g = valore della gravità,

n = numero dei cambiamenti di direzione del tubo,

c = relativo coefficiente di resistenza.

h == coefficiente di attrito,

v_1 == velocità dell'acqua nel tubo.

Il migliore metodo di risolvere questo sistema di tre equazioni con 4 incognite è quello di fissare un valore per uno di esse, come ad esempio il diametro dei tubi, facendo

$$d = m. 0,5$$

allora dando a T_0 un valore arbitrario, di 30° p. es., si ricava dalla formola (a) il valore di A e poi dalla (b) quello di l dopo avervi sostituito il valore di A ; il valore di l si sostituisce in (c) con la quale si torna ad avere un valore approssimativo di T_0 . Per mezzo di questo si ripete lo stesso calcolo prima con la formola (a), poi con la (b), indi con la (c) e così si continua, fino ad avere due valori di A consecutivi prossimamente eguali.

§ 11.

IL RISCALDAMENTO MISTO A VAPORE E AD ACQUA.

Ad evitare il raffreddamento istantaneo che il riscaldamento a vapore produce tosto che ha finito di frazionare e l'irregolarità di riscaldamento che si trasmette agli ambienti, allorchè la condotta del fuoco non è bene regolata, si è pensato di associare il riscaldamento a vapore con quello ad acqua, facendo condensare il vapore entro serpentine immersi in stufe ad acqua situate negli ambienti a riscaldare. Le stufe ad acqua hanno il pregio di conservare per lungo tempo il calore che esse hanno ricevuto, laonde il riscaldamento misto a vapore ed acqua presenta i vantaggi inerenti al riscaldamento a vapore, quali sarebbero, ad esempio, il grande raggio di azione, la loro sollecita azione, ecc. e quelli inerenti al riscaldamento ad acqua calda, quale sarebbe la moderazione e la continuità del riscaldamento ed elimina i difetti dell'uno e dell'altro sistema impiegato isolatamente.

Seguendo questa disposizione, dalla caldaia a vapore collocata in un piano sotterraneo si dirama un tubo principale che, sviluppato nel medesimo sotterraneo, va a raggiungere le varie ali del fabbricato. Da esso si distaccano verticalmente i tubi di distribuzione in numero corrispondente ai piani da riscaldare; ciascuno di questi tubi si inalta fino al livello del pavimento del piano cui esso è adibito. A questo punto si piega, procedendo, nascosto nel pavimento, secondo

tutto l'asse maggiore del piano a scaldare. Ciò fatto ritorna indietro incassato nel medesimo alveo, che contiene il tubo distributore, per funzionare da raccoglitore dell'acqua di condensazione e finisce in caldaia. Lungo il tratto orizzontale del tubo distributore possono essere distribuite delle stufe ad acqua, collocate una per ogni ambiente da riscaldare. A queste stufe conviene dare la forma di una caldaia di lamiera tubulare cilindrica a base pressochè circolare od ellittica (fig. 871). Tale disposizione permette una maggiore superficie di riscaldamento e riesce comoda perchè la stufa possa essere avvolta con un involucro, allorchè debba servire per la ventilazione.

Ispezionando la figura si comprende il modo di funzionamento: un serpentino od una capacità C è in comunicazione per mezzo del tubo v col tubo del vapore, e per mezzo del tubo a col condotto dell'acqua di condensazione.

La temperatura più conveniente da assegnarsi all'acqua è dai 40° ai 50° . Se però la stufa è bene difesa dal contatto delle persone, tale temperatura si può spingere fino a 80° od anche 90° .

Fissata la temperatura con la relativa quantità di acqua nella stufa, si calcola la lunghezza del serpentino e la superficie di scaldamento della stufa, ritenendo che per un serpentino circondato di acqua abbondante, la trasmissione di calore attraverso la parete del tubo è di 1300 calorie circa per ora, per mq. di superficie del tubo e per grado di eccesso di temperatura tra il vapore e l'acqua; se la quantità di acqua che circonda il serpentino è piccola, tale coefficiente si riduce a 750 calorie. Attenendosi ad una quantità media di acqua, si potranno fare i calcoli della superficie del serpentino in base a 1000 calorie per mq., per ora e per grado di eccesso di temperatura.

La superficie della stufa si calcola in ragione di un coefficiente di trasmissione variabile tra 10,5 e 11,5 per temperatura dell'acqua calda variabile tra 50° e 100° .

Adoperando in sostituzione delle numerose stufe ad acqua calda occorrenti per un impianto del genere sopradescritto, un numero esiguo di caldaie per termosifoni a bassa pressione, le quali alla loro volta servono a scaldare determinati gruppi di ambienti, si ha un altro genere di riscaldamento misto a vapore ed acqua, il quale unisce ai pregi del riscaldamento a vapore quelli del riscaldamento con termosifone a bassa pressione ed elimina i difetti di entrambi; in-

fatti prestandosi bene il termosifone a bassa pressione per il riscaldamento di un appartamento isolato o di un solo piano di fabbrica, seguendo la combinazione sopra mentovata, il riscaldamento di ciascun piano e di ciascun appartamento si può rendere indipendente da quello degli altri piani od appartamenti, con maggiore economia e comodità e minore sorveglianza e pulizia del servizio di quel che bisognerebbe se in ogni singolo ambiente fosse impiegata una stufa ad acqua.

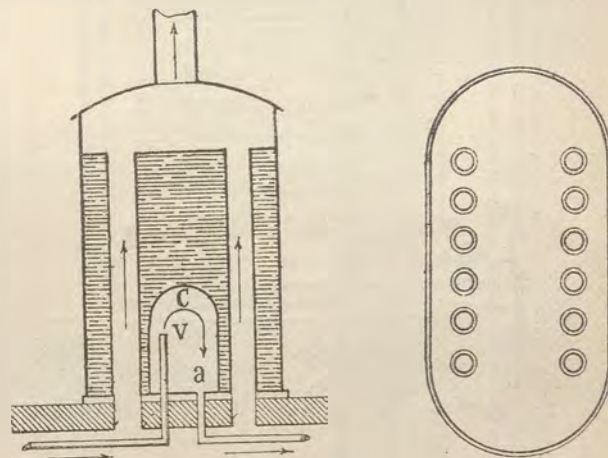


Fig. 871.

In un impianto misto a vapore e ad acqua per mezzo del termosifone, un generatore di vapore centrale serve ad alimentare il calore ad altrettante caldaie da termosifoni a bassa pressione quanti sono i piani o gli appartamenti da riscaldare. L'acqua della caldaia di ogni termosifone è riscaldata dal vapore mediante un serpentino immerso nella caldaia del termosifone, collegato alla tubatura principale di distribuzione del vapore del generatore centrale.

Un impianto di questo genere fu per la prima volta applicato dall'ingegnere Grouvelle con buon successo al penitenziario di Mazas.

Questo carcere consta di un edificio centrale di sorveglianza e di 6 padiglioni disposti, a forma pannocchia, nel senso, cioè, radiale. Ciascuna ala di fabbrica contiene celle divise in 3 piani, ciascun piano di celle è riscaldato da un termosifone a bassa pressione, il quale alla sua volta è alimentato da un generatore di vapore situato nel sotterraneo dell'edificio centrale. La caldaia di ogni termosifone ha la forma riportata dalla fig. 872. L'acqua in essa contenuta riceve il calore per la condensazione del vapore in un serpentino S contenuto nella caldaia,

comunicante in alto col braccio t con la conduttura principale di distribuzione v del vapore ed in basso

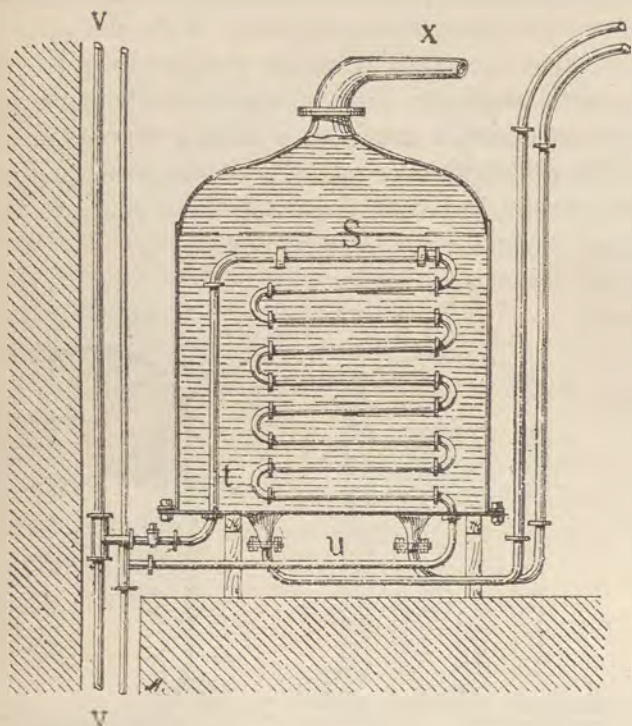


Fig. 872.

col braccio u con la condotta di ritorno dell'acqua di condensazione in caldaia.

Il condotto x serve per il movimento ascensionale dell'acqua del termosifone, il quale all'altezza di ciascun piano si biforca in due condotti per riscaldare le due file di celle situate in ogni piano di ciascun padiglione e ritorna quindi nel fondo della caldaia con l'acqua raffreddata lungo il percorso.

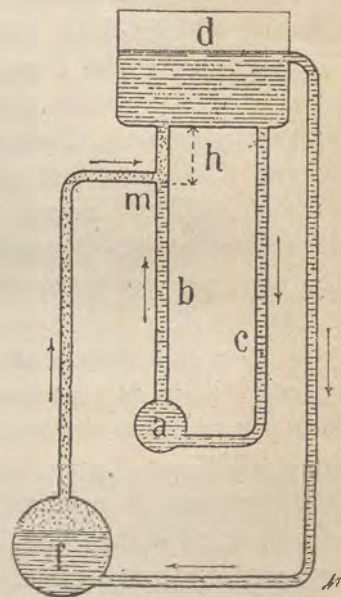
L'officina Lehmann di Milano eseguisce impianti di riscaldamento misto a vapore e ad acqua calda in cui il vapore non è impiegato per il trasporto del calore, come nelle combinazioni precedenti, ma iniettato nel tubo ascendente di un termosifone a bassa pressione, forma con l'acqua calda solamente un miscuglio più leggero, il quale serve ad accelerare il movimento ascensionale del liquido nella colonna montante e quindi anche il movimento circolatorio in tutto l'apparecchio.

Questo sistema di riscaldamento, conosciuto sotto il nome di sistema Reck (dal nome del brevetto) è un riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione, sempre dunque a vaso di espansione aperto, nel quale senza alcun mezzo meccanico, mediante introduzione di vapore a bassa pressione, viene provocato tale un

disquilibrio di peso nei due rami ascendente e discendente, o di ritorno del termosifone, da farne risultare un impulso motore molto superiore a quello che si ha a disposizione nei comuni sistemi ad acqua calda. La fig. 872 *a* schematica (1) varrà ad illustrare meglio questo concetto. Il giro intero $abcd$ offre lo schema del solito riscaldamento ad acqua calda, a sarebbe la caldaia, b il tubo ascendente, d il vaso di espansione, c il tubo di ritorno sul quale sono disseminati gli irradiatori. Quanto più l'acqua è riscaldata nella caldaia a e più è grande la differenza di temperatura dell'acqua nei tubi b e c tanto più celere è la circolazione. Ora se in un punto m del tubo b montante si introduce del vapore proveniente da un generatore f , si produce nel tratto di tubo h , al di sopra del punto di introduzione, un miscuglio di vapore e acqua di un peso specifico molto inferiore a quello della colonna opposta c avente la medesima altezza del tubo h . Si verifica allora una eccedenza di peso nel tubo c in confronto del tubo b che si risolve in un considerevole aumento della velocità di circolazione.

Come si vede dalla figura si hanno due circolazioni distinte che si riuniscono nel punto m del tubo montante e si separano di nuovo nel vaso di espansione. La grandezza della colonna liquida che preme nel tubo c nel senso discendente si fa ascendere secondo il Reck al 50 % dell'altezza h e secondo Fischer al 60 %, di maniera che per $h = m. 1$ e cioè con una pressione di vapore di 0,1 atmosfere si ha un guadagno di pressione per rispetto agli ordinari termosifoni a bassa pressione di m. 0,50 a 0,60.

Aumentando il movimento circolatorio del liquido si ha mezzo di potere trasportare nella stessa unità di tempo una maggiore quantità di calore; di conseguenza gli apparecchi di riscaldamento sistema Reck richiedono una quantità minore di acqua circolante e un

Fig. 872 *a*.

(1) Ingegneria sanitaria, 1903, fasc. 4 e 5.

diametro dei tubi minore di quelli di un apparecchio ordinario, per cui minore riesce la spesa di impianto e di esercizio in confronto a quella di un termosifone comune a bassa pressione.

Come avviene nei soliti impianti centrali a vapore, anche qui il vapore che deve concorrere nell'azione dell'impianto può essere vapore di scarico o vapore a pressione ridotta, quando viene fornito da un generatore destinato ad altro uso, ovvero prodotto da apposita caldaia a bassa pressione.

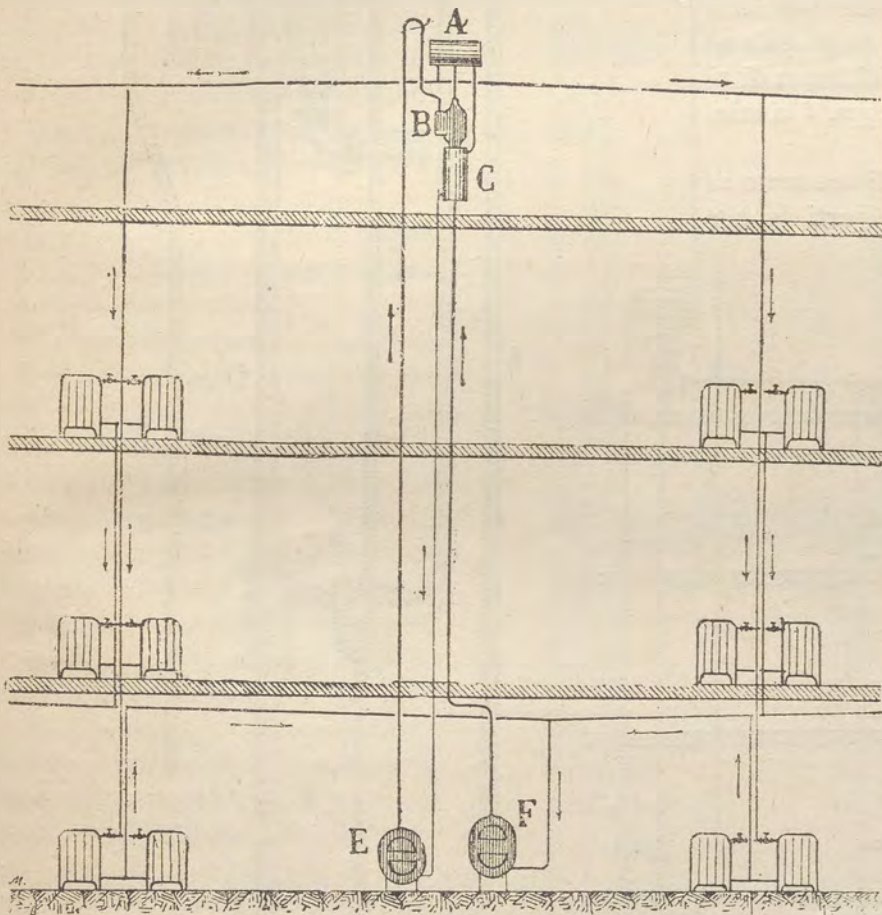


Fig. 872. b.

La fig. 872 *b* rappresenta schematicamente un impianto ad acqua calda sistema Reck; *F* è la caldaia del termosifone a bassa pressione, *A* il vaso di espansione del termosifone, *B* il circolatore (propriamente detto), nel quale ha luogo l'introduzione e la miscela del vapore, *C* il condensatore, nel quale si condensa il vapore che sfugge dal vaso di espansione. Il complesso di questi tre apparecchi, che si vedono riprodotti in scala più grande nella fig. 872 *c* costituisce la disposizione brevettata sotto il nome di *circolatore a gravità*, così detto per fare comprendere il

meglio possibile che esso esclude ogni mezzo o congegno meccanico. Il circolatore è un apparecchio semplicissimo, inserito nel tubo che sale dalla caldaia ad acqua calda verso il vaso di espansione. Il vapore vi giunge silenziosamente attraverso ad un crivello formato da un cilindro bucherellato reso asportabile onde poterlo facilmente pulire dalle materie estranee che nei primigiorni di funzionamento potrebbero accumularvisi, come olio, filacce, ecc.

Il miscuglio di vapore ed acqua, che si forma, sale per il tubo motore dal circolatore al vaso di espansione; di là l'acqua si avvia per il tubo di distribuzione alle stufe e da queste ritorna poi in caldaia.

Il vapore invade la parte superiore del vaso di espansione e insieme

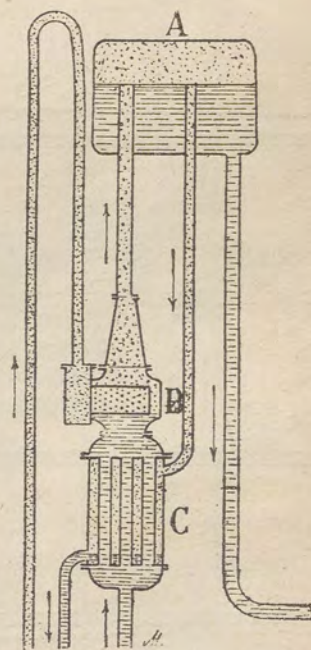


Fig. 872 c.

all'acqua eccedente formatasi per condensazione discende nel condensatore *C*, dove il vapore residuo finisce per trasformarsi in acqua e questa viene di nuovo ricondotta nella caldaia a vapore.

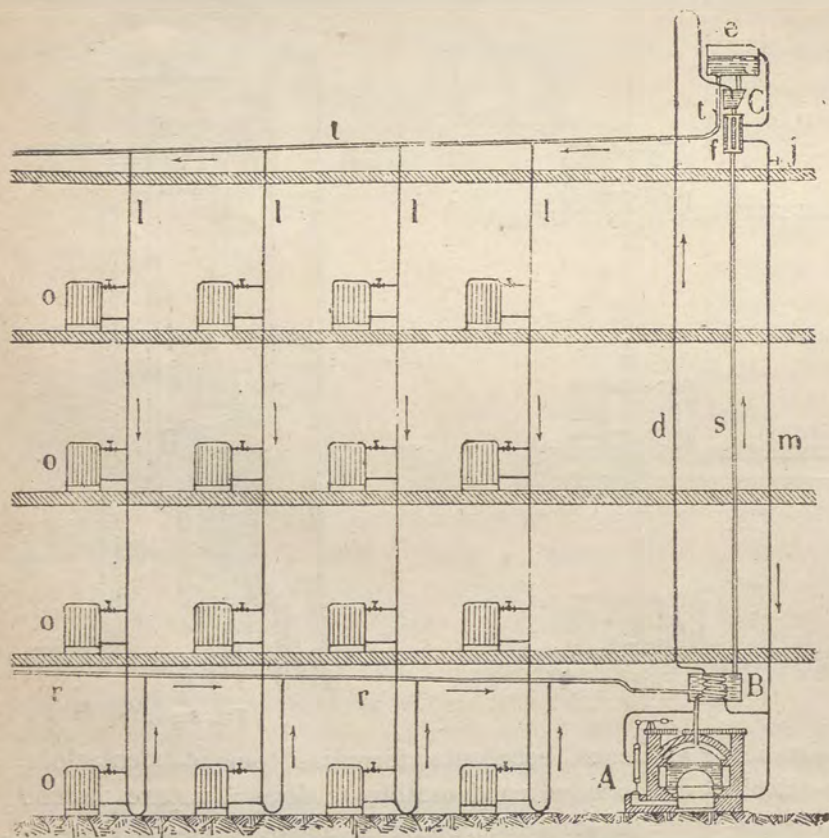
Non è indispensabile nel sistema di riscaldamento Reck adoperare per il termosifone una caldaia avente una propria sorgente calorifica. Il vapore del generatore può servire anche per riscaldare l'acqua della caldaia del termosifone a mezzo di un serpentino che si sviluppa in questo ultimo recipiente; per tale uso si consuma circa $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ del calore complessivo

della caldaia a vapore, l'altra metà o il rimanente terzo si utilizza per il circolatore.

La fig. 872 *d* rappresenta lo schema di una installazione sistema Reck per diversi piani con una sola caldaia per la produzione del vapore ed un apparecchio circolatore con distribuzione orizzontale in alto e ritorno in basso. In questa figura *A* è la caldaia a vapore a bassa pressione, *B* il riscaldatore o caldaia del termosifone, *C* il circolatore, *d* la tubazione del vapore, *e* il vaso di espansione, *f* il condensatore, *j* la valvola d'aria, *l* i tubi di acqua calda alle stufe, *m* la tubazione dell'acqua di condensazione, *oo* le stufe ad acqua calda, *r* la tubazione principale dell'acqua di ritorno, *s* la tubazione ascendente dell'acqua, *t* la tubazione principale dell'acqua calda.

Le disposizioni Reck si possono applicare tanto ad un impianto completo come a singole parti del me-

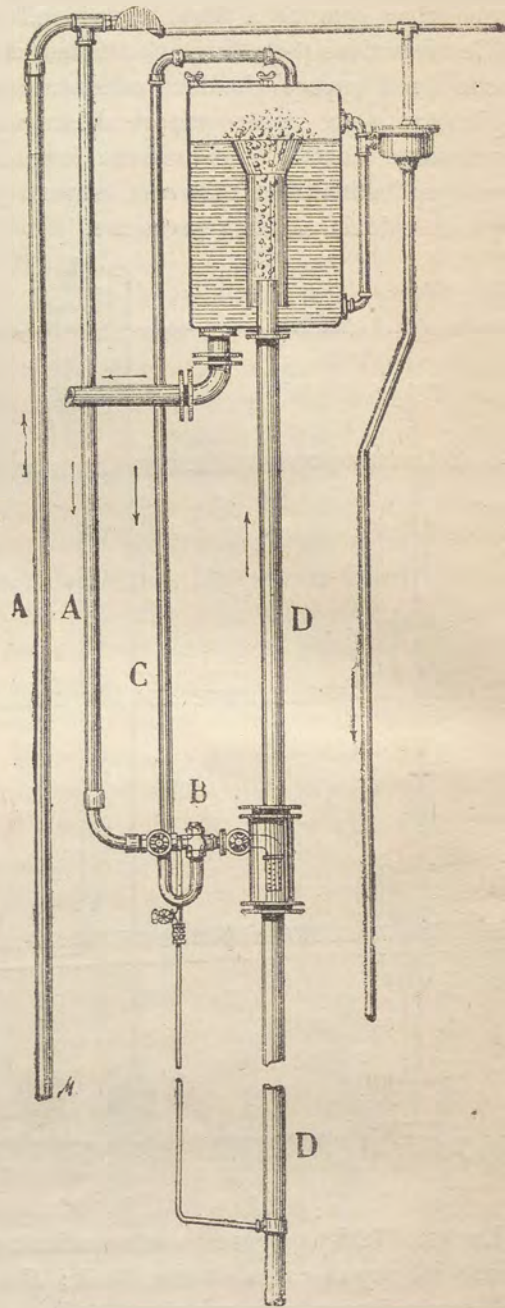
il peso specifico nel tubo ascendente in confronto al tubo di ritorno e genera la forza di aspirazione che è la forza acceleratrice del movimento circolatorio.

Fig. 872 *d*.

desimo. Così ad esempio si può applicare a gruppi di stufe e perfino ad una sola stufa.

Una innovazione introdotta di recente al sistema brevettato Reck si riferisce al circolatore di cui presentiamo nella fig. 872 *e* un disegno. Il vapore, che si mantiene in bolle mescolato all'acqua ne diminuisce

Tale condizione però perdura fin tanto che all'acqua sia dato un preriscaldamento ad una temperatura circa a 100°; poichè se non si raggiungesse tale temperatura, le bolle di vapore si condenserebbero, facendo mancare l'effetto accelerante. Questo presentava un inconveniente nelle giornate più dolci, poichè,

Fig. 872 *e*.

anche avendo in circolazione sempre dell'acqua caldissima, onde potere seguire proporzionatamente le variazioni della temperatura esterna, si doveva osservare una regolazione per ogni stufa separatamente, variando la quantità di acqua calda immessa nella stufa per mezzo della propria valvola regolatrice ovvero come regolazione generale, interrompere ad intervalli l'afflusso del vapore nel riscaldatore.

A risparmiare tale maggiore attenzione si è pensato di mescolare dell'aria al vapore da iniettarsi. Di questo miscuglio iniettato nell'acqua avente una temperatura non tanto elevata, nel mentre si condensa la parte di vapore, si mantengono però le bolle di aria, con cui si ottiene lo stesso effetto per l'alleggerimento della colonna di acqua.

Pel funzionamento dell'apparecchio iniettore dell'aria non occorre pel vapore una pressione superiore a 0,4-0,5 atmosfere, dimodochè le caldaie funzionano sempre quale tipo a bassa pressione. Nel disegno si vede chiaramente la disposizione dell'iniettore *B* e del tubo di aspirazione dell'aria *C*. Questo tubo, come si vede, è collegato allo iniettore ed in comunicazione con la parte superiore del vaso di espansione e quindi con l'atmosfera. Quando il vapore condotto dal tubo *A* passa per l'iniettore, l'aria viene aspirata e lanciata nel tubo principale di salita *D*, facendo così aumentare la velocità di circolazione dell'acqua. Questo perfezionamento presenta il vantaggio di permettere un regolaggio centrale del calore per tutto l'impianto, poichè iniettando l'aria, si ottiene sempre l'effetto della maggiore accelerazione, qualunque sia la temperatura dell'acqua.

§ 12.

I RISCALDAMENTI MISTI A VAPORE E AD ARIA ED A VAPORE — ACQUA — ARIA.

Ad evitare l'impiego di una stufa ad acqua calda o ad aria per ogni ambiente e quindi l'impianto di

tanti camini quante sono le stufe, conviene adoperare un solo camino grande, da servire per un generatore di vapore che si installa in un locale del piano sotterraneo e che serve a riscaldare in uno o in diversi locali sotterranei tutta l'aria che poi deve distribuirsi calda negli ambienti.

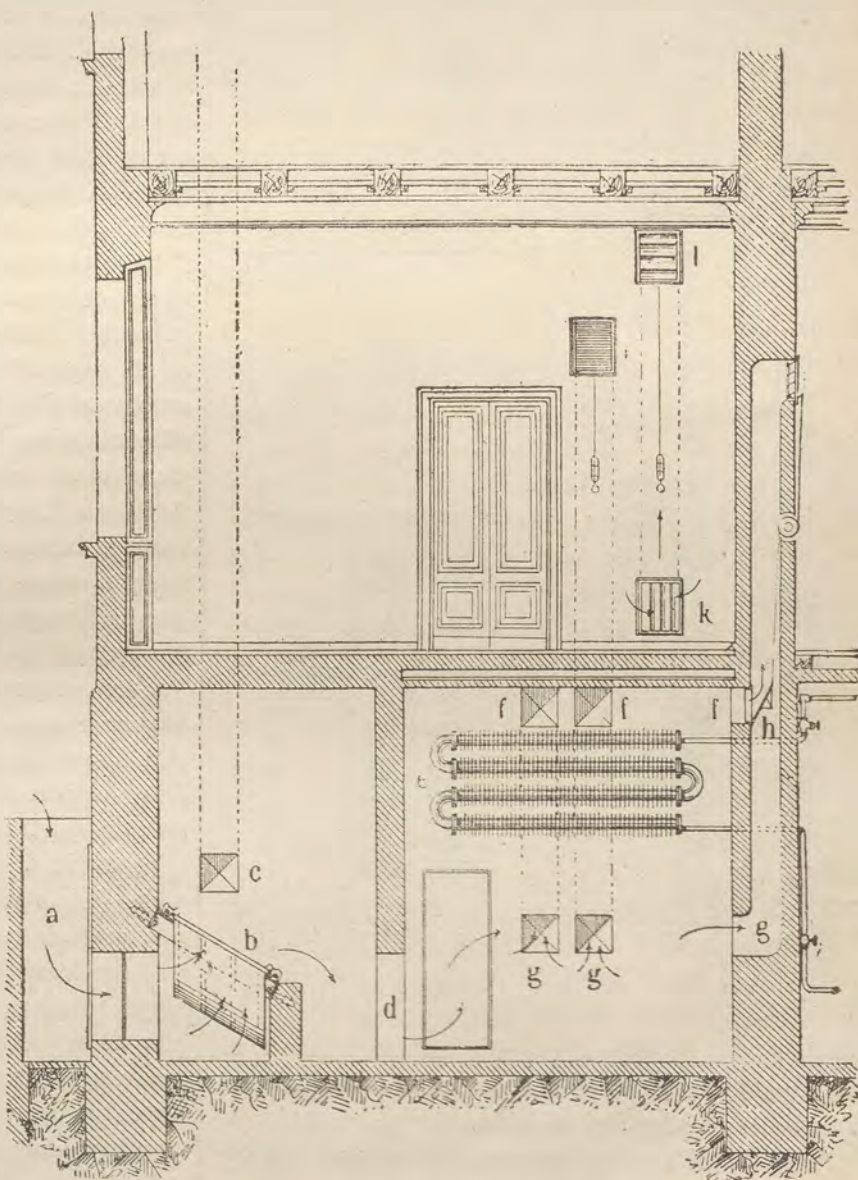


Fig. 873.

Tale riscaldamento a vapore e ad aria si rende poi necessario tutte le volte non è possibile installare negli ambienti, per la loro speciale destinazione, le tubature e gli apparecchi condensanti di un sistema di riscaldamento semplice a vapore. In questo caso converrà mandare negli ambienti l'aria già scaldata con le norme e le disposizioni adottate pei caloriferi ad aria calda, in sostituzione dei quali si hanno dei ca-

loriferi alimentati, anzichè dai prodotti della combustione, dalla condensazione del vapore proveniente da un generatore centrale di vapore, per mezzo di un apposito apparecchio condensante. Tale disposizione quindi, mentre permette di utilizzare il grande

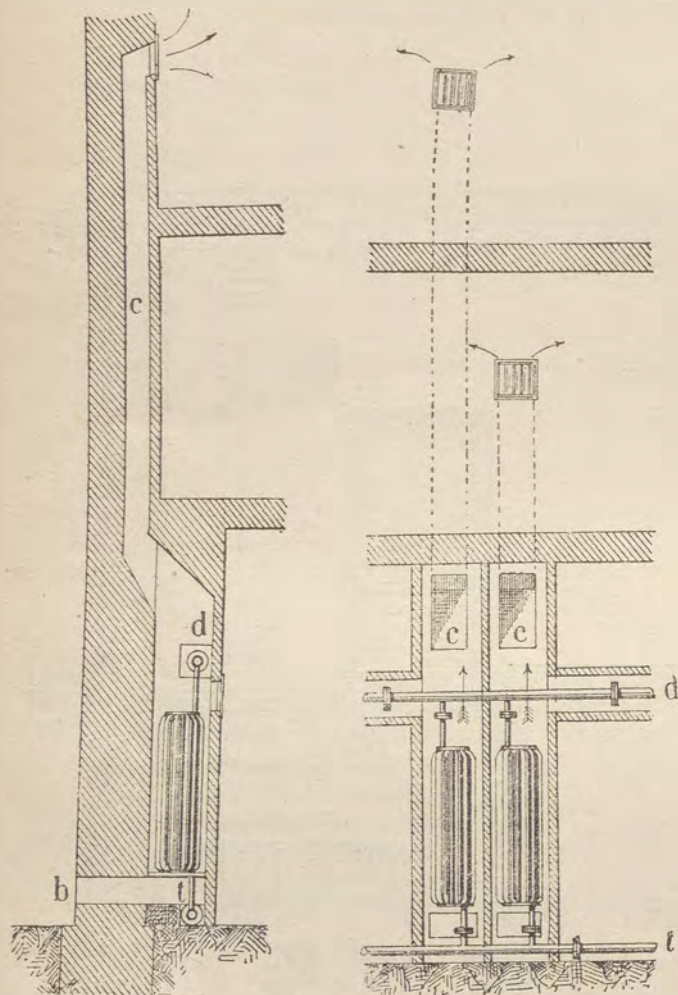


Fig. 874.

raggio di azione dei caloriferi a vapore, rende il riscaldamento nelle medesime condizioni di un riscaldamento con caloriferi ad aria.

Nella fig. 873 è rappresentata la camera del calorifero e l'apparecchio condensante per come è proposto della Ditta Piazza e Zippermann di Milano per gli impianti di riscaldamento misto a vapore e ad aria. In questa figura si ha in *a* la presa dell'aria esterna, in *b* il filtro per la depurazione dell'aria esterna, in *c* una condotta di aria fredda da

servire per un ambiente che non deve essere scaldato, come sarebbe, ad esempio, un asciugatoio da biancheria, in *d* la bocca di aria fredda per la camera di riscaldamento, in *e* l'apparecchio riscaldante composto di tubi orizzontali a nervature, ma che può anche essere costituito da un serpentino, in *ff* i condotti di distribuzione dell'aria calda; *gg* sono i condotti di distribuzione dell'aria fredda, *h* la valvola di miscela situata nei medesimi condotti e manovrabile dall'interno di ogni ambiente, *ii* le bocche di calore, *k* le bocche di estrazione dell'aria viziata durante la stagione invernale ed *l* la bocca di estrazione estiva dell'aria viziata medesima.

La ditta G. B. Porta di Torino propone una disposizione ancora più semplice, cioè l'installazione di un apparecchio condensante in ciascun condotto di aria nuova che fa capo all'ambiente da riscaldare. Secondo tale disposizione (fig. 874) un tubo distributore *d* di vapore alimenta delle stufe cilindriche a nervature situate nel piano sotterraneo in canne adiacenti, ma separate l'una dall'altra. L'aria esterna arriva per la bocca *b* situata in basso e dopo essersi scaldata a contatto della stufa si versa per le bocche di calore *c* negli ambienti. Il vapore condensato è raccolto dal collettore *t* e ricondotto nella caldaia dal generatore.

Però anche nel sistema misto di riscaldamento a vapore e ad aria si hanno da lamentare le irregolarità che avvengono nel riscaldamento a vapore, cioè l'irregolarità di fuoco che si ripercuote nella temperatura dell'aria degli ambienti.

Si ovvia a questo inconveniente adottando un sistema triplo di riscaldamento a *vapore-acqua-aria* nel quale il vapore di un generatore centrale serve per scaldare l'acqua di una o di più grandi stufe ad acqua tubulari, queste alla loro volta riscaldano l'aria che deve distribuirsi nei diversi ambienti. Le irregolarità della condotta del fuoco riescono così di lieve disturbo, perchè le stufe ad acqua, immagazzinando una parte del calore ricevuto dal vapore del generatore centrale, cedono con continuità e moderazione il calore anche quando viene meno quello fornito dal generatore centrale.

I calcoli per la costruzione di questi caloriferi si conducono nella maniera indicata per gli apparecchi di riscaldamento singoli.

CAPITOLO II.

LA VENTILAZIONE

§ 1.

LE GENERALITÀ.

La ventilazione serve a provvedere al rinnovamento dell'aria viziata dei locali abitati, sostituendo a questa dell'aria esterna pura fredda o preventivamente riscaldata, secondo la stagione, con uno degli apparecchi di riscaldamento che abbiamo imparato a conoscere nel capitolo precedente.

Oggidi, in seguito alle osservazioni sulla mortalità maggiormente accentuata dove la popolazione è più intensa e là dove le cause di inquinamento dell'aria sono più cospicue ed efficaci, il problema della ventilazione ha assunto un carattere importantissimo della vita, forse maggiore di quello del riscaldamento, potendosi tollerare il freddo più facilmente che respirare l'aria guasta di gas nocivi talvolta anche letali, che si possono contenere negli ambienti abitati chiusi.

Come innanzi si disse, concorrono a rendere inadatta alla respirazione l'aria degli ambienti la respirazione medesima degli individui che negli ambienti coabitano, la traspirazione della cute e le altre esalazioni del corpo, i prodotti della combustione delle sostanze illuminanti, il fumo, ecc.; a queste cause altre e ben note se ne aggiungono nelle officine, negli edifici industriali, negli ospedali, ecc.

L'aria pura è un miscuglio composto di 21 p. di ossigeno e 79 p. di azoto; contiene inoltre una quantità variabile di vapore acqueo, dell'acido carbonico

nel rapporto di 0,0004 a 0,0006 del suo volume, e tracce di acido nitrico, ammoniacale e iodio.

L'aria contiene qualche volta dell'*ozono*, che sembra essere una modificazione dell'ossigeno prodotta per azione chimica e che è senza dubbio uno dei fattori più importanti della salubrità dell'aria di campagna. Infine nell'aria si trovano miriadi di piccoli organismi, *vibrioni* e *batteri*, che probabilmente esercitano una grande influenza nel diffondere le malattie contagiose. Anche l'aria delle paludi, la così detta *malaria*, contiene certamente dei germi di infezione, il cui modo di estendersi sembra oggidi noto alla scienza.

L'acido carbonico è letale per l'organismo umano, per cui si ammette generalmente che un'aria riesce tanto più adatta alla respirazione, quanto minore è la quantità di acido carbonico in essa contenuta.

Con la respirazione e la traspirazione si emette oltre al vapor d'acqua anche dell'acido carbonico. Secondo il MUNDE (1) in una camera da letto non ventilata, abitata da tre persone, al mattino vi si riscontrano mediamente kg. 1,25 di emanazioni diverse e mc. 0,50 di acido carbonico. È evidente che sorpassando un certo limite la quantità di acido carbonico, l'aria non riesce più adatta alla respirazione.

La quantità di acido carbonico emesso dagli individui è variabile secondo l'età, il sesso ed il lavoro cui questi sono sottoposti; essa dipende ancora dalla qualità dei cibi di cui questi si nutrono. Stando

(1) Zimmerluft, Ventilation und Heizung von dott. C. MUNDE, Leipzig 1876.

alle osservazioni di Scharlings (1) si hanno i seguenti numeri:

Qualità degli individui	Età anni	Peso del corpo Kg.	Produzione di acido carbonico litri
Ragazzo	9 $\frac{1}{4}$	22,00	10,3
Ragazza	10	23,00	9,7
Uomo giovane	16	57,75	17,4
Donna giovane	17	55,75	12,9
Uomo	28	82,00	18,6
Donna	35	65,50	17,0

Secondo le esperienze sull'aria nelle scuole eseguite dal Breiting (2) la produzione dell'acido carbonico all'ora è la seguente:

Per ragazze di	7-8	anni,	10,5	litri durante la lezione
» » »	8-9	»	12,0	» » »
» » »	7-9	»	16,7	» » l'ora di canto.
Per ragazzi »	12-13	»	13,0	» » la lezione
» » »	12-13	»	17,0	» » l'ora di canto.

Sebbene non sia determinata con rigore la quantità di acido carbonico tollerabile in un'aria respirabile, dipendendo questa quantità da molteplici circostanze, ammettendo come limite minimo tollerabile quello proposto dal prof. Pettenkofer di Monaco, che tale proporzione cioè, non oltrepassi i 0,001 del volume dell'aria, si può con facilità determinare il volume di aria necessaria per ogni ora, ossia la quantità di aria di ventilazione necessaria in un ambiente abitato, tenuto conto della quantità di acido carbonico contenuto nell'aria pura e della quantità di acido carbonico prodotto dalle persone che vi abitano.

Evidentemente in questo calcolo dovrà tenersi di non minor conto la quantità di acido carbonico prodotta dalle fiamme di illuminazione, qualora gli ambienti da ventilare sono anche illuminati.

Nella tabella seguente compilata dal Crismann (3) vi ha la quantità di acido carbonico prodotta dalle diverse qualità di illuminazione.

Dai dati qui indicati si deduce che una candela stearica che consumi 11 gr. all'ora, sviluppa 15 litri di acido carbonico e richiede 30 mc. di aria all'ora, se si ritiene come limite dell'acido carbonico il valore di 0,001; un becco a gas piatto della intensità di 10 candele steariche, che consumi 140 li-

Modo di illuminazione	Consumo di materia illuminante ogni ora	Intensità della fiamma in candele nor- mali	Quantità di acido car- bonico pro- dotto all'ora in litri
Petrolio, becco a intaglio	35,5 $\frac{g}{l}$ 0,045 $\frac{g}{l}$	10	56,8
» » rotondo .	50,5 $\frac{g}{l}$ 0,064 $\frac{g}{l}$	7,6	61,6
Lampada ad olio . . .	22,4 $\frac{g}{l}$ 0,025 $\frac{g}{l}$	circa 4	31,2
Candela	20,7 $\frac{g}{l}$	1	11,3
Gas, becco a intaglio. .	140 $\frac{g}{l}$	7,8	92,8
» » piatto . . .	127 $\frac{g}{l}$	10	86,0

tri all'ora, produce 86 litri di acido carbonico e richiede 172 mc. di aria all'ora; una lampada ad arco voltaico della forza di 100 becchi a gas ordinari, consuma 5 cm. di carbone della sezione di 1 cmq., produce 22 litri di acido carbonico e richiede 44 mc. di aria all'ora.

Anche il vapore di acqua prodotto dalla traspirazione cutanea e dai polmoni contribuisce alla viziatura dell'aria contenuta in un ambiente abitato, poichè è noto che la traspirazione cutanea si effettua regolarmente solo quando l'umidità dell'aria è compresa entro certi limiti. L'eccesso di umidità sfavorisce la traspirazione cutanea, mentre un'aria troppo secca sottrae al corpo molta umidità e produce il mal di capo. Orbene, poichè una sola persona, per mezzo della traspirazione cutanea e polmonare, è capace di emettere da 45 a 70 grammi di vapore acqueo per ogni ora, supponendo che l'aria riesca inadatta alla traspirazione, allora quando è saturata per $\frac{3}{4}$ del suo limite di saturazione, si perviene col calcolo nella determinazione a dovere assegnare dai 15 ai 20 mc. di aria per individuo e per ora solo per questo fatto, senza cioè tener conto della viziatura per gli effetti dell'acido carbonico.

Se a queste cause di deterioramento dell'aria si aggiungono le altre di non minore importanza provenienti dalle esalazioni e dalle escrezioni del corpo umano, costituite queste ultime da sostanze organiche volatili nocive e spesso velenose per il nostro organismo, specialmente se provengono da parti malate dal corpo, facilmente si può giungere alla determinazione, che per ottenere una sufficiente ventilazione, devesi fornire per gli edifici comuni di abitazione per ogni persona adulta e per ogni ora da 14 a 15 mc. di aria nuova pura, e 7 a 8 mc. per ogni ragazzo. Quando non si può stabilire il numero delle persone che convivono in una stanza, come avviene ad esempio in un caffè, in una sala

(1) Lehmann. Handbuch der physiologischen Chemie, Vol. III, pag. 320.

(2) C. Lana, Ueber natürlich e Ventilation, pag. 27.

(3) Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch Künstliche Beleuchtung, Zeitschrift für Biologie, Vol. XII.

per conferenze, ecc., allora si può ritenere sufficiente cambiar l'aria da uno a quattro volte all'ora secondo l'intensità delle cause di viziatura.

Negli ospedali, secondo il Morin, conviene dare dai 60 ai 70 mc. di aria per ora e per persona nelle sale per malattie ordinarie; in quelle per le operazioni chirurgiche e in quelle per le partorienti da 80 a 100 mc.; in quelle per le malattie infettive 150 mc. Nelle prigioni 50 mc.; nelle officine ordinarie 60 mc. e 100 in quelle insalubri: nelle caserme 30 mc. di giorno e da 40 a 50 mc. di notte; nelle sale per le assemblee 60 mc., in quelle per le brevi riunioni bastano 30 mc.; nei teatri e nelle sale per concerti da 40 a 50 mc.; nelle scuole per ragazzi dai 15 ai 20 mc., in quelle per gli adulti dai 30 ai 35 mc.; nelle stalle e nelle scuderie da 180 a 200 mc.

Tutte queste cifre si riferiscono al volume di aria viziata da sottrarsi per ora e per individuo dagli ambienti e che dovrà sostituirsi con altrettanta aria nuova e pura; a tal uopo è necessario adottare tutte quelle disposizioni costruttive che si rendono necessarie perchè questa condizione si verifichi; e di queste disposizioni ci occuperemo man mano nei paragrafi seguenti.

I vari sistemi di ventilazione si possono classificare in due gruppi: *Ventilazione naturale e ventilazione artificiale*.

Per ventilazione *naturale* intenderemo quella che si svolge spontaneamente per effetto di disquilibrio di temperatura e quindi di pressione tra l'interno e l'esterno di un ambiente abitato; per effetto di tale differenza di pressione si genera nell'aria calda viziata un movimento verso l'alto, la quale viene sostituita con eguale volume di aria nuova che penetra nel locale attraverso i pori delle pareti ed i giunti delle porte e delle finestre ed attraverso i vani delle medesime.

La ventilazione *artificiale* comprende invece tutti gli altri sistemi di ventilazione promossa per mezzo di apparati meccanici ovvero per mezzo del calore appositamente prodotto a questo scopo, epperò anche quella naturale che avviene attraverso *condotti artificiali*, sia in causa del vento o di appositi meccanismi.

§ 2.

LA VENTILAZIONE NATURALE.

La ventilazione naturale è da preferirsi tutte le volte possa ottenersi in maniera soddisfacente e senza

inconvenienti per rispetto alle persone che coabitano negli ambienti da ventilare, perchè certamente riesce la più economica. Sovente però le circostanze non si prestano a produrla, specialmente se la differenza di pressione dell'aria interna e dell'aria esterna è molto piccola o se l'aria interna contiene dei gas più pesanti di essa.

Non ci dilungheremo sul caso in cui si possono tenere aperte le finestre di un edificio, perchè allora la rinnovazione dell'aria ha luogo spontaneamente in maniera efficace e sollecita. Ma tale genere di ventilazione nei climi freddi non può aver luogo che di estate e di inverno soltanto è possibile nelle ore in cui i locali non sono abitati, epperò non si addice altro che a quel genere di edifici, come sono le scuole, le sale per riunione e simili, in cui l'abitazione ha luogo ad intervalli di tempo periodici.

Favoriscono la ventilazione naturale la differenza di temperatura tra l'aria interna e quella esterna, l'azione dei venti e la tendenza a mescolarsi di due masse fluide separate da una parete permeabile.

Mentre nella maggior parte dei casi queste tre cause agiscono simultaneamente e si possono quindi a mala pena osservare separatamente, in realtà soltanto una di esse, cioè l'azione del vento, può esercitare una grande influenza sulla ventilazione naturale.

La porosità dei materiali, con cui sono costruite le pareti, permette uno scambio lento tra l'aria interna e quella esterna, allora quando le due masse di aria presentano differente temperatura. La permeabilità all'aria delle pareti è stata provata sperimentalmente ed è stata messa fuori di dubbio dal prof. Pettenkofer. In seguito Schulze e Marcker hanno determinato la quantità di aria che passa attraverso le pareti per ogni metro quadrato di superficie ed hanno ottenuto che per ogni grado di differenza di temperatura passa all'ora la seguente quantità di aria:

Attraverso le pareti di arenaria . . .	mc. 0,089
» » di pietra calcarea . . .	» 0,225
» » di mattoni . . .	» 0,146
» » di tufo . . .	» 0,238
» » di pietra argillosa . . .	» 0,423

Altre osservazioni si devono a Schürmann, Marcker e Lang e se ne sono dedotti i seguenti principii:

1.° La quantità di aria che passa attraverso ad un materiale poroso è direttamente proporzionale alla differenza di pressione sulle due facce della pa

rete ed inversamente proporzionale allo spessore delle pareti stesse.

2.° I diversi materiali da costruzione si possono graduare ordinatamente in una serie rispetto alla loro permeabilità all'aria. Il più poroso è il tufo calcareo. Secondo Lang infatti col sovraccarico costante di kg. 0,0108 per cmq., per ogni mq. di superficie campione provato, avente lo spessore di 30 cm., passano ogni ora:

Attraverso il tufo calcareo	aria litri	28728
» l'arenaria verde	» »	468
» la pietra artificiale con scorie » »	» »	27348
» i mattoni ferrioli e usuali fatti a mano	» »	732
» i mattoni albaei fatti a mano. » »	» »	312
» » fatti a macchina . » »	» »	474
» la malta di calce ordinaria . » »	» »	3264
» il calcestruzzo	» »	930
» il cemento portland	» »	492
» il gesso impostato.	» »	146

3.° Qualsiasi rivestimento dei muri ne diminuisce la permeabilità. Le pareti intonacate con malta di calce ordinaria lasciano passare molta quantità di aria; ne lasciano passare meno quelle intonacate con malta di gesso.

Gli intonachi e gli altri rivestimenti, riguardo a questo titolo, si comportano in modo che gli intonachi con tinteggiature a base di calce sono quelli che meno diminuiscono la permeabilità. Le tinteggiature con colori estratti da terre la diminuiscono di più e le tappezzerie la diminuiscono ancora in maggior grado.

Gli intonachi con colori ad olio, a più riprese, impediscono interamente ogni passaggio di aria.

Gli intonachi lucidi col tempo diventano più impermeabili e intercludono affatto i pori.

4.° I materiali da costruzione inumiditi diventano più impermeabili all'aria, ed i giunti di malta col l'umidità perdono una gran parte della loro considerevole permeabilità.

5.° Il cemento, quando sia mantenuto nell'acqua per lungo tempo, rimane impermeabile.

Il Pettenkofer ha potuto inoltre stabilire che l'aria attraversa le pareti permeabili, segue nella parte superiore un movimento dall'interno verso l'esterno cioè di uscita e nella inferiore un movimento inverso cioè di entrata. E siccome questo movimento è molto lento, nella ventilazione spontanea si ha il vantaggio che l'aria si scalda mano a mano durante il suo percorso ed entra nell'ambiente con una temperatura eguale a quella media interna.

Praticamente però l'influenza della propagazione attraverso le pareti dovute alla differente tensione per effetto di squilibrio di temperatura tra l'aria interna e l'esterna, pur riscontrandosi con carattere di continuità, contribuisce in così piccola proporzione nella ventilazione necessaria dei locali abitati, che si ritiene trascurabile per rispetto alle altre cause.

La porosità dei materiali da costruzione invece può favorire in maniera molto più efficace la rinnovazione dell'aria interna dei locali di abitazione sotto l'influenza diretta della forza e della direzione del vento.

Si sa infatti che la pressione del vento sopra una parete è direttamente proporzionale al quadrato della velocità ed alla estensione della parete e si può esprimere in kg. per

$$P = 0.13 v^2 s$$

dove v = velocità, s = superficie.

Nella seguente tabella calcolata da *Smeaton* e tradotta in misura metrica da *Lang* è riportata la scala della velocità dei venti e la relativa pressione sopra un metro quadrato di superficie.

Velocità		Pressione in Kg. per mq.	Denominazione del vento
miglia inglesi per ora	metri per secondo		
1	0,448	0,0295	appena sensibile
2	0,894	0,1182	sensibile
3	1,342	0,2602	} venticello
4	1,790	0,4672	
5	2,236	0,7274	
10	4,474	2,9096	} vento fresco
15	6,710	6,5467	
20	8,949	11,6387	
25	11,184	18,1854	} vento molto fresco
30	13,423	26,1930	
35	15,659	35,6435	
40	17,287	46,5607	} vento molto forte
45	20,133	58,9204	
50	22,372	72,4919	
60	26,846	104,7661	} burrasca
80	35,795	186,2548	
			uragano

Da questi dati si comprende come possa riuscire grande l'influenza del vento sulla rinnovazione dell'aria attraverso i pori dei materiali. Il *Märcker* potè osservare che in una stalla di bestie ovine esposta a ponente, mentre nei giorni tranquilli avea luogo una ventilazione di mc. 1635, nei giorni di vento forte da Libeccio tale cifra saliva a mc. 2431 con una differenza in più per ogni minuto secondo di mc. 804 solo in parte dovute all'aereazione ef-

fettuata attraverso le fessure e le commessure delle porte e delle finestre.

La via per la quale la ventilazione spontanea si effettua con maggiore efficacia, riuscendo talvolta anche sufficiente, è quella fornita dalle fessure e dai giunti delle porte e delle finestre, sia sotto l'azione dei venti, sia per la differenza di temperatura tra l'aria interna e quella esterna.

Il *Pettenkofer* eseguendo delle esperienze nel suo laboratorio ha potuto rilevare che colla differenza di 19° di temperatura la ventilazione era di 75 mc. per ora e, dopo che si incollarono bene tutte le commessure, il volume d'aria ricambiata discese a 54 mc. Ciò prova che le commessure hanno una influenza notevole non dubbia nella ventilazione naturale degli ambienti.

Negli ambienti abitati, anche se non sono riscaldati, la temperatura dell'aria interna riesce di inverno sempre superiore a quella dell'aria esterna. L'aria calda, salendo in alto, esce attraverso le commessure delle porte e delle finestre dalla parte superiore, mentre dalla parte inferiore per le medesime commessure si introduce aria nuova fredda. Questo movimento dell'aria attraverso i giunti si può rilevare sensibilmente se si avvicina la fiamma di una candela alle commessure, il ripiegamento della fiamma indica il senso secondo cui l'aria si muove attraverso i giunti.

Di estate invece avviene il contrario; la temperatura dell'aria negli ambienti è sovente inferiore a quella dell'aria esterna ed allora attraverso le commessure ha luogo un movimento d'uscita dell'aria viziata interna dalla parte inferiore e un movimento di entrata dell'aria nuova esterna dalla parte superiore della finestra.

Se poi gli ambienti sono riscaldati, l'aria viziata si avvia per il condotto del fumo dell'apparecchio riscaldante e l'introduzione dell'aria nuova fredda, se gli ambienti non sono muniti di apposite bocche di presa, ha luogo lungo tutta la superficie delle commessure delle vetrate e delle porte.

Secondo le esperienze del *Planat* sembra che la quantità di aria che può rinnovarsi attraverso i giunti e le fessure degli infissi varia per ogni ora da 5 a 6 mc. per metro lineare di giunto. Questa cifra notevole spiega come per le piccole abitazioni, nelle quali quasi costante è il disquilibrio di temperatura fra l'interno e l'esterno degli ambienti, per la maggior parte dei casi questo genere spontaneo

di ventilazione può bastare; riesce insufficiente invece per i grandi edifici provvisti di vasti ambienti, nei quali si ha agglomeramento di molte persone.

§ 3.

LE DISPOSIZIONI SUSSIDIARIE PER LA VENTILAZIONE NATURALE.

Per ragioni economiche la ventilazione naturale è sempre a preferirsi a quella artificiale; essa quindi non deve rimanere intentata tutte le volte le circostanze inerenti alla ubicazione dei locali a ventilare si presentano favorevoli per la medesima.

Lo scopo che si prefigge la ventilazione è quello di evacuare l'aria viziata. Le bocchette di scarico quindi dovranno collocarsi là dove più si addensa l'aria guasta. Il *Coulter* asserisce che questa si trova in maggior copia verso il soffitto, se l'ambiente non è riscaldato. Si hanno disposizioni speciali quindi che favoriscono la ventilazione spontanea allora quando l'ambiente a ventilare non è riscaldato ed altre, come si vedrà meglio in seguito, che favoriscono la ventilazione allora quando l'aria nuova prima di penetrare nell'ambiente viene riscaldata.

Se l'ambiente non è riscaldato si disporranno le bocchette di estrazione dell'aria guasta in prossimità del soffitto. Per mezzo di dette bocchette l'aria viziata viene istradata in apposite condutture praticate nello spessore dei muri che terminano fin sopra il tetto. È necessario con questa disposizione che l'introduzione dell'aria nuova si pratichi in basso, presso il pavimento, perchè allora l'aria viziata più calda dell'aria nuova e quindi più leggera, si avvia per le condotte di richiamo spontaneamente per differenza di pressione.

Seguendo questo sistema di ventilazione spontanea è buona regola prolungare in basso le condutture di richiamo fin presso il pavimento e di munirle di bocchetta anche nella estremità inferiore. Entrambe le bocchette si muniscono di valvole a registro perchè possano essere aperte o chiuse secondo il bisogno. Poichè, se l'ambiente è riscaldato, l'aria calda, uscita dal calorifero, si avvierebbe subito per la bocchetta superiore dell'aria viziata senza espandersi per l'ambiente; in questo caso giova chiudere la bocchetta superiore ed aprire l'inferiore. L'estrazione dell'aria viziata ha luogo per la bocchetta inferiore e l'aria nuova riscaldata uscendo dal calorifero lambisce il

soffitto e ridiscende espandendosi per tutto l'ambiente prima di essere avviata per il cammino di richiamo dell'aria viziata.

Questo principio di ventilazione spontanea attraverso condotti, che riposa sulla differenza fra la temperatura interna e quella esterna, è quella generalmente adottata per le sale di riunione, pei teatri, ecc. In questo genere di ambienti si ha un grande sviluppo di calore sia per l'agglomeramento

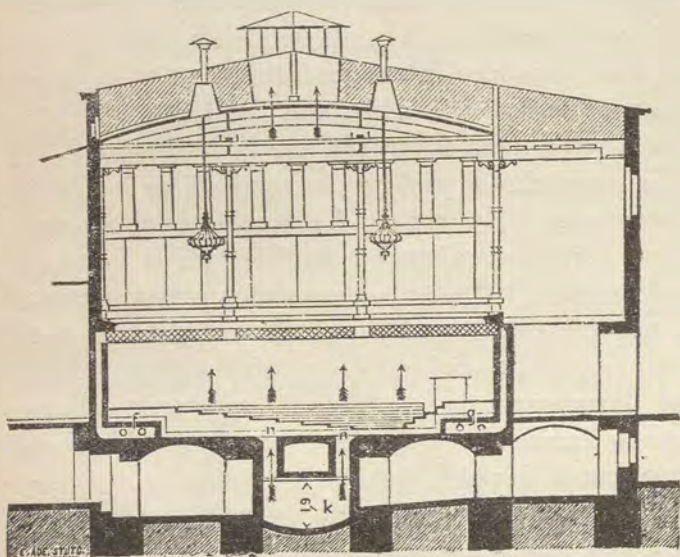


Fig. 875.

di persone, sia per l'illuminazione a gas, quando esiste, per cui, anzichè riscaldare, talvolta è indispensabile raffreddare l'ambiente. L'aria si introduce dal basso e, per mezzo di condutture praticate nel pavimento, si distribuisce nell'ambiente; l'aria calda viziata si accumula in alto verso il soffitto e viene estratta mediante un cammino centrale di richiamo ovvero mediante bocchette provviste di registro praticate nel lucernario od in prossimità del soffitto. Così i prodotti della combustione del gas e l'aria inquinata non discendono sino agli spettatori e non danno alcuna molestia ai medesimi.

Un esempio di questo sistema di aereazione si trova nella disposizione adottata per la ventilazione della *Camera dei Deputati* in Berlino (fig. 875). L'aria entra per pressione aereostatica nella laterale camera di riscaldamento ad aria e vapore, da questa passa nel corridoio *k*, poi mediante parecchie piccole canne *n*, *n* è condotta nella cavità sotto il pavimento della sala, donde defluisce immediatamente nella sala, mediante numerose aperture praticate nei frontalini della gradinata ad anfiteatro.

I termometri appesi nelle suaccennate canne vi indicano una temperatura molto uniforme ($16 = 18^{\circ}\text{R.}$); l'aria calda si eleva verticalmente nella sala e si scarica per mezzo dei dischi disposti nel lucernario fra le due tettoie di vetro, donde, mediante i registri praticati nella lanterna, riesce all'aperto.

La circolazione naturale dell'aria, cioè il movimento dal basso all'alto, è stato applicato anche dal prof. Bohm per la ventilazione del nuovo teatro dell'Opera di Vienna (fig. 912). Questo edificio è additato come modello di ventilazione da tutti gli ingegneri ed igienisti.

La fig. 876 mostra in pianta ed in sezione una analoga disposizione applicata ad una scuola capace di 90 ragazzi. Quattro condotti *v*, *v*, che hanno le bocchette di ammissione tanto presso il pavimento, che presso il soffitto, servono per estrarre l'aria

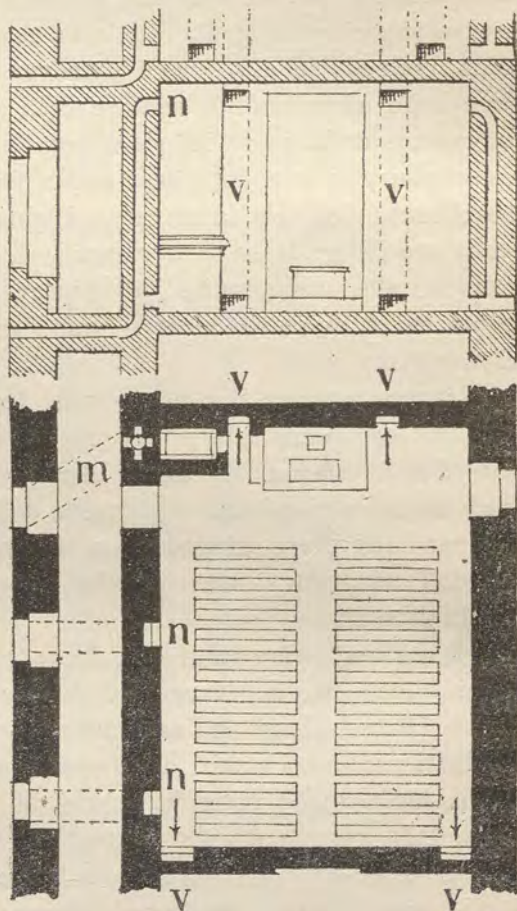


Fig. 876.

guasta e sono perciò prolungati fin sopra il tetto. Essendo l'aria nell'interno della scuola più calda di quella esterna, defluisce all'aperto per mezzo dei condotti *v* e nella stessa misura per mezzo dei condotti *n*, *n* che sono in comunicazione coll'aria esterna,

affluisce l'aria pura nell'interno. Di solito le bocchette *n* presso il pavimento sono chiuse, perchè l'afflusso dell'aria pura non riesca molesto alle persone sedute. Invece i condotti *v*, *v* sono sempre aperti abbasso, perchè l'aria fresca abbia a percorrere l'ambiente dall'alto al basso prima di uscire. Quando su uno dei muri del perimetro si esercita la pressione del vento, allora le corrispondenti bocchette funzionano per l'ammissione e nei condotti appositi avviene un'aspirazione e quindi l'estrazione dell'aria viziata. Direzione e forza del vento sono segnalate mediante anemometri disposti nei condotti. Gli indici di questi strumenti riescono visibili dall'interno dell'ambiente, e secondo la direzione delle correnti si aprono e si chiudono i registri di ventilazione.

D'inverno, a motivo della forte differenza di temperatura, l'aria defluisce molto presto dalla stanza per mezzo dei condotti *v*, *v* per cui l'aria pura produrrebbe un richiamo ancora più forte, se si lasciasse entrare direttamente dall'esterno per mezzo dei condotti *n*, *n*. Per ovviare a ciò si è disposto il condotto *m*, per mezzo del quale l'aria esterna entra nell'involuppo della stufa, onde si scalda prima di passare nella stanza.

Talvolta il condotto di scarico dell'aria viziata si applica nel centro del soffitto. In questo caso per favorire l'introduzione dell'aria nuova e l'estrazione dell'aria guasta si assegnano a queste condutture delle disposizioni speciali che riportiamo nelle figure 877-78-79.

La prima di queste (fig. 877) è la sezione verticale del ventilatore Mackinnell composto di due tubi

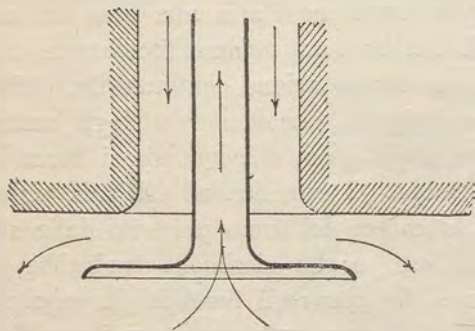


Fig. 877.

cilindrici disposti l'uno dentro l'altro col medesimo asse verticale. Il tubo interno sporge oltre quello esterno sia nell'estremità superiore, che in quella inferiore. Quest'ultima estremità è fornita di larghissimo bordo, come fa vedere la figura. Il condotto interno è destinato a smaltire l'aria viziata, la quale

essendo calda si trova addensata verso il soffitto. L'estrazione dell'aria guasta provoca l'introduzione dell'aria nuova attraverso il condotto di maggiore diametro; questa è obbligata a spandersi per il soffitto e le pareti della stanza a causa del largo bordo di cui è inferiormente munito il tubo più piccolo. Così le

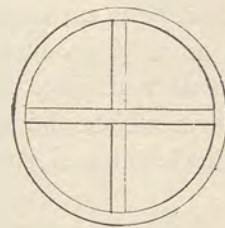


Fig. 878.

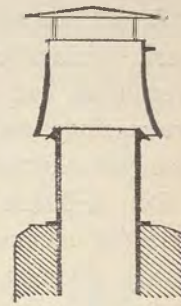


Fig. 879.

due correnti di aria fredda e di aria viziata pur essendo parallele non si incontrano, nè si contrastano.

Il ventilatore di Muir (fig. 878) consiste pure in un camino verticale, applicabile al centro del soffitto, il quale è suddiviso in 4 scomparti, per mezzo di due diaframmi ortogonali, che terminano superiormente oltre il detto condotto. Questo è coperto nella sua estremità superiore da una mitra girevole con pareti provviste di persiane a palette opportunamente inclinate allo scopo di usufruire dell'azione del vento, il quale, battendo sulle palette inclinate in su favorisce la corrente ascendente che estrae l'aria viziata.

L'aspiratore di Wolpert (fig. 879) e gli apparecchi congeneri (*deflettori*) aventi forma quadrata, ottagonale, o rotonda, di cui si muniscono le canne da camino, sono basati su questo principio; essi utilizzano, cioè, la forza aspirante del vento e possono quindi applicarsi anche ai camini di richiamo per favorire l'estrazione dell'aria guasta.

I sopradescritti ventilatori per il loro funzionamento richiedono che il locale, al quale sono applicati, sia chiuso. Ove fosse aperta una finestra od una porta, essi evidentemente cessano dal fornire l'aria pura, che trova più facile accesso per la finestra o per la porta aperta e funzionano solamente come camino di richiamo dell'aria viziata. Per la stessa ragione essi forniranno soltanto l'aria pura, allora quando nell'ambiente si ha un camino o una stufa ventilatrice, che eserciti un forte richiamo dell'aria viziata della stanza.

§ 4.

LA VENTILAZIONE ARTIFICIALE PER MEZZO DEL CALORE.

La ventilazione artificiale si esercita ordinariamente attraverso condotti verticali praticati nei muri nella maniera già indicata per la ventilazione natu-

rale. Di sovente il richiamo in questi condotti ha luogo per mezzo del calore appositamente prodotto.

A tale scopo i condotti verticali di estrazione dell'aria viziata comunicano per mezzo di collettori orizzontali con la base di un camino principale di evacuazione, nella quale si produce un fuoco bastevole per effettuare un sufficiente tiraggio.

Per dirizzare l'aria viziata dai vari ambienti alla base del camino di richiamo si possono seguire tre metodi diversi:

a) I condotti verticali di estrazione dell'aria viziata degli ambienti possono terminare superiormente con la base del camino di evacuazione situato al di sopra degli ambienti da ventilare; in questo caso si ha il *richiamo*, così detto, *dall'alto*.

b) Si possono far comunicare i condotti verticali di estrazione di ciascun piano di fabbrica per mezzo di condotti orizzontali col camino di richiamo, nel quale il riscaldamento dell'aria viziata è fatto mediante focolari posti all'altezza del pavimento di ogni piano; in questo caso si ha il così detto *richiamo a livello*.

c) I condotti di ciascun piano possono finalmente prolungarsi al di sotto fino al piano sotterraneo ed, ove que to manchi, fino al piano terreno e per mezzo di condotti orizzontali, praticati nel pavimento di questo piano, comunicano con la base del camino di evacuazione, dove l'aria viziata viene riscaldata. In questo caso si ha il *richiamo dal basso*.

In pratica il sistema sovente adottato è l'ultimo, quello cioè in cui il richiamo ha luogo dal basso, perchè l'evacuazione dell'aria viziata riesce più energica, essendo utilizzata, seguendo tale sistema, tutta l'altezza del camino di richiamo per effettuare il tiraggio. A parte di ciò, poi, nei piani superiori di una fabbrica non è consigliabile l'installazione di focolari per i gravi pericoli di incendio cui si va soggetti. Il richiamo dal basso rende possibile la collocazione del focolare alla base del camino senza nocumento alcuno, utilizzandosi così tutta la potenza calorifica del combustibile che vi si brucia per effettuare il tiraggio. Tale disposizione offre ancora un altro vantaggio, che i muri della fabbrica, cioè, essendo più grossi nei piani inferiori, sono capaci di contenere, senza indebolirsi, i condotti provenienti da tutti i piani superiori, ciò che sarebbe impossibile se i condotti mettessero capo superiormente a un camino di richiamo dall'alto, essendo i muri dei piani più alti, generalmente i più sottili e quindi i

meno capaci a comprendere nel loro spessore tutti i condotti provenienti dagli ambienti dei piani inferiori. Il richiamo dal basso, oltre a riuscire il più uniforme ed il più energico, riesce anche il più economico, perchè il calore sviluppato dal combustibile è tutto utilizzato per il tiraggio; condizione questa che non si verifica per gli altri sistemi di evacuazione dall'alto, perchè quivi si è costretti ad usare per il riscaldamento dell'aria viziata alla base del camino dei tubi di stufe ad acqua calda o di termosifone ed il calore emesso da questi apparecchi non è che una parte di quello emesso dal combustibile che deve bruciare per riscaldarli.

In determinate circostanze però il richiamo dall'alto è preferibile agli altri sistemi, tutte le volte, cioè, si tratti di ventilare vasti ambienti affollati e riccamente illuminati, come sarebbero le sale dei teatri e quelle per le assemblee in genere. In questi ambienti non conviene guidare l'aria viziata verso il basso per non dare molestia agli spettatori; effettuando il tiraggio dall'alto, ad esempio, mediante un camino di richiamo situato nel centro del soffitto, si utilizza il calore prodotto dalle fiamme e dalle persone per evacuarla talvolta anche spontaneamente.

Per effettuare il tiraggio nel camino di richiamo, l'aria viziata viene riscaldata alla base del camino ad una temperatura sufficiente, perchè possa innalzarsi ed evacuarsi all'esterno per pressione aereostatica, richiamando dietro di sé altra aria viziata proveniente, a mezzo dei condotti speciali, dagli ambienti. Allora quando questi non sono riscaldati, come, ad esempio, ha luogo d'estate, il mezzo più conveniente per riscaldare l'aria alla base del camino è quello di installarvi un comune focolare a coke o litantrace ad alimentazione continua (fig. 880). Se invece ha luogo il riscaldamento degli ambienti da ventilare, per ragioni di economia si cerca di scaldare il camino di evacuazione dell'aria viziata, utilizzando il calore del fumo prodotto dalle stufe, dai caloriferi, ecc. e che altrimenti andrebbe perduto. Di solito si fa passare il fumo in un tubo metallico disposto nel mezzo della canna aspirante, come si vede nella fig. 881. Il fumo cede il suo calore all'aria circostante e quindi con la rarefazione vi produce un'aspirazione. Il condotto del fumo di solito si eleva non meno della canna aspirante, ed ambedue i tubi vengono muniti di deflettore (fig. 886) perchè il vento non abbia a spingere indietro l'aria viziata ed il fumo. Quando non si può utilizzare il calore

del fumo di un apparecchio già esistente, si riscalda indirettamente il camino di evacuazione mediante

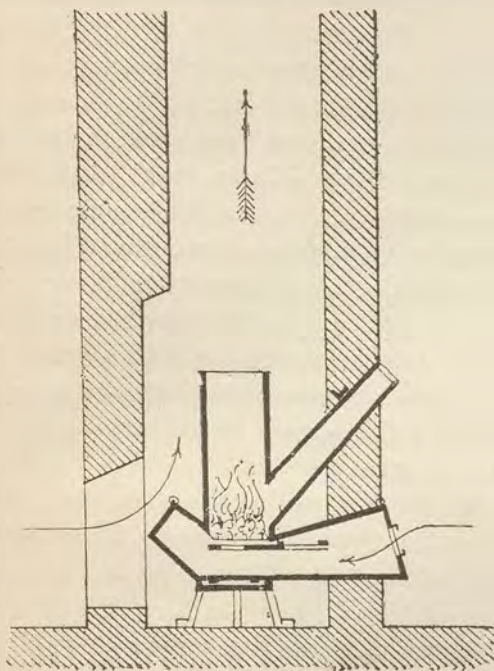


Fig. 880.

tubi a vapore o ad acqua calda o mediante stufe armate di nervature alimentate da termosifoni tanto ad alta che a bassa pressione. La fig. 882 rappresenta la spirale di un termosifone ad alta pressione adattata alla base di un camino, allo scopo di produrre una ventilazione per richiamo; l'aria guasta si scarica nella direzione della freccia. Nella fig. 883 invece si vede una stufa armata di nervature, disposta sulla base del camino di ventilazione, che può essere alimentata tanto da acqua calda che da vapore.

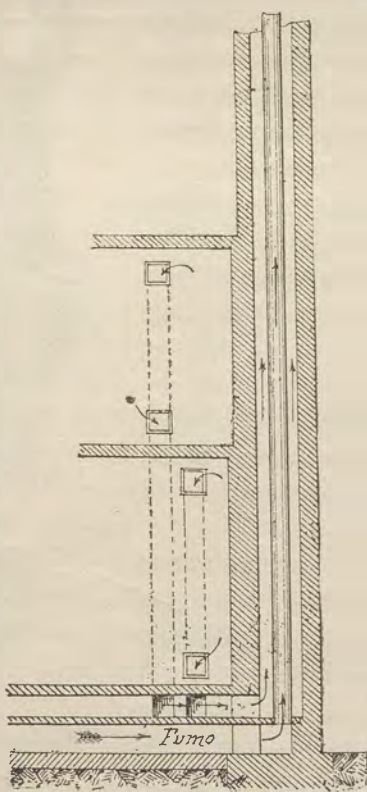


Fig. 881.

ventilazione senza troppa spesa riscaldando l'aria viziata nel camino di evacuazione per mezzo di fiamme a gas (becchi Bunsen). Anche la ventilazione delle

latrine conviene sia fatta in tal guisa per mantenerla più energica ed indipendente da quella per gli altri ambienti. Il gas ben si presta per illumi-

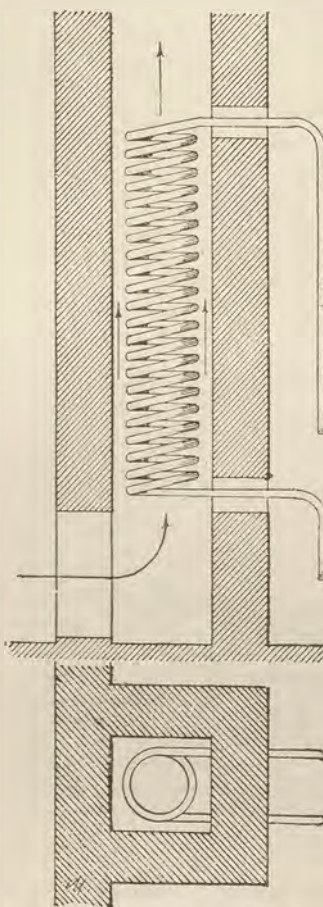


Fig. 882.

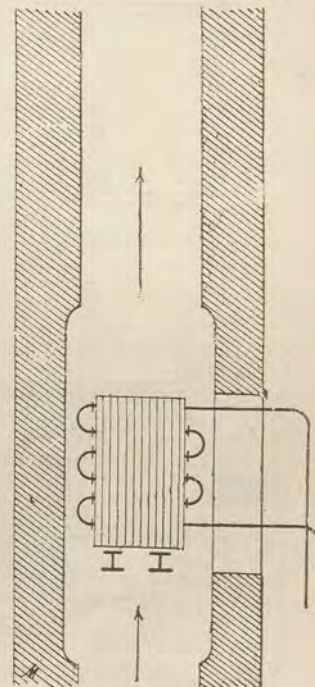


Fig. 883.

nare e ventilare con richiamo dall'alto i singoli ambienti mediante i cosiddetti *becchi a sole* (fig. 884).

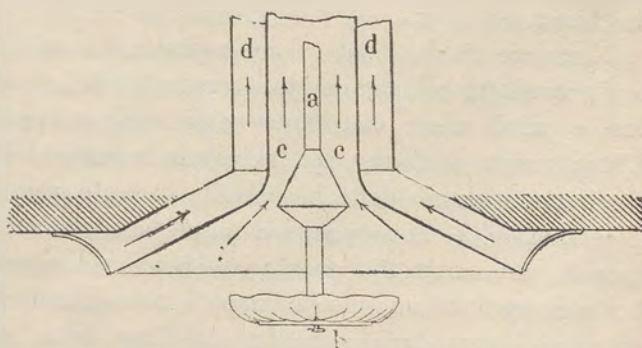


Fig. 884.

Il condotto del gas *a* termina in un tubo *b* ad anello nel quale sono praticati i diversi becchi.

I prodotti della combustione si avviano per il condotto a imbuto metallico *c* per mezzo del quale si evacuano all'esterno asportando seco dell'aria guasta.

Allora quando la ventilazione deve effettuarsi periodicamente, nei locali cioè in cui devono trovare molte persone soltanto in determinate ore, si ottiene una sufficiente

Questo imbuto è rinchiuso in un secondo imbuto *d*, il quale ha il compito di isolare il primo. Lo spazio intermedio riceve ed espelle aria viziata che si riscalda a contatto dell'imbuto interno.

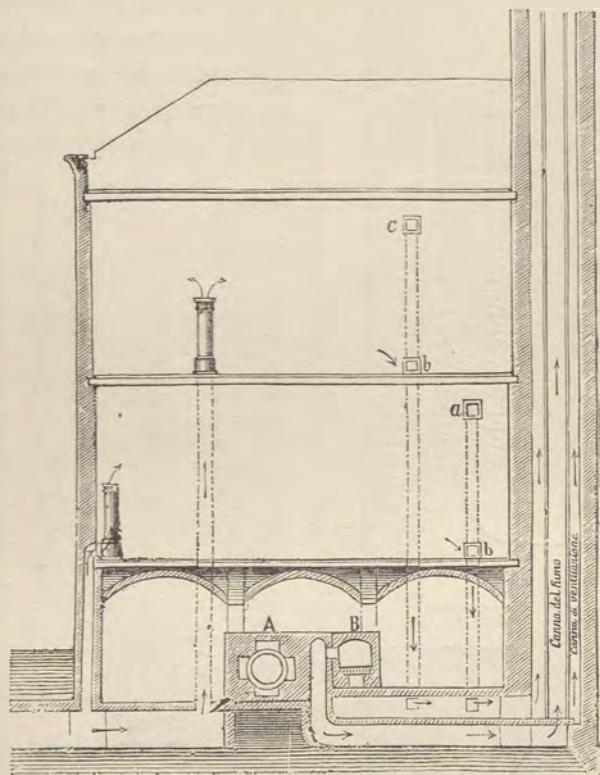


Fig. 885.

Nella fig. 885 si vede il sistema adottato per la ventilazione di una scuola primaria in Berlino riportata dal Breymann, vol. III. In questa scuola il riscaldamento delle aule si effettua col mezzo di termosifoni a bassa pressione. Il richiamo avviene dal basso.

D'inverno l'aria fresca viene aspirata da un apposito condotto collocato sotto il pavimento della cantina e quindi viene distribuita calda negli ambienti. L'aria viziata si estrae poi, nel senso indicato dalle frecce, per mezzo delle bocche *bb*, disposte presso il pavimento, e, dopo essere scesa nel condotto orizzontale, per mezzo di questo passa nella canna verticale di ventilazione, che involupa il tubo di lamiera pel fumo. Questo tubo riscaldato dal fumo della caldaia *A*, rarefa l'aria da evacuarsi e la costringe a salire.

D'estate la ventilazione si effettua per mezzo del fornello di richiamo *B* che si trova presso la caldaia. Dalla graticola di questo fornello il fumo scende a sinistra, avviandosi nel camino della caldaia e quindi

nello stesso tubo di lamiera, producendo ancora lo stesso effetto di prima, con la sola differenza che l'aria viziata invece di essere aspirata dal basso in *b*, lo è dall'alto in *a*. Ma non potendo le due bocche rimanere aperte contemporaneamente, i registri sono collegati fra loro in modo che, quando quello della bocchetta superiore è chiuso, quello inferiore è aperto e viceversa. L'aria pura, anche d'estate, tiene la stessa via, entrando nelle aule per mezzo delle stufe, le quali però allora, naturalmente, non vengono scaldate. Nel basamento delle stufe vi sono delle valvole per regolare la distribuzione di questa aria. Devesi osservare però che nella stagione fredda, lo scaldamento si tiene attivo soltanto in principio di lezione e dopo, quando le aule sono piene, si introduce aria fresca.

La fig. 886 mostra l'orificio superiore o di sbocco secondo cui conviene far terminare il camino di ventilazione, unitamente al suo cappello, formato con piastre di ghisa collegate fra loro a vite e tenuto sospeso mediante chiavarde assicurate sulla piastra di base che è foggata a quarto di circonferenza di circolo. L'efficacia di un simile apparecchio è grandissima in quanto che la ventilazione riesce così viva da richiedere l'applicazione alla bocca di estrazione di un registro per regolare il deflusso dell'aria: questo registro si manovra dalla sala.

La ventilazione artificiale ottenuta per mezzo del calore presenta alcuni inconvenienti, che il costruttore deve tenere presenti in simili impianti:

a) Se negli ambienti da ventilare esistono degli apparecchi riscaldanti, come camini, stufe, ecc. con

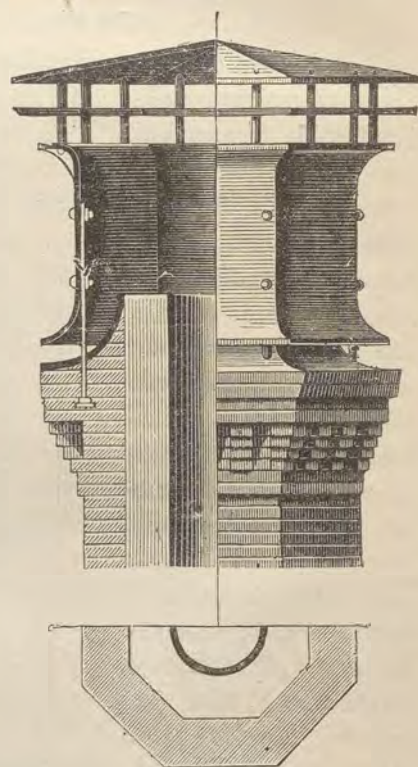


Fig. 886.

proprio focolare munito di canna da fumo, il tiraggio del camino dell'aria viziata ostacola quello della canna da fumo dell'apparecchio di riscaldamento.

b) Se il tiraggio nel camino di evacuazione è molto energico, può richiamare anche l'aria degli ambienti vicini a quelli ventilati e non di rado i cattivi odori delle cucine e l'aria inquinata delle latrine si propagano nelle camere vicine, richiamati dal tiraggio del camino.

c) Il tiraggio verso l'alto nei teatri e nelle sale per le assemblee fa ripiegare le onde sonore verso il soffitto a scapito della audizione degli spettatori.

d) Il camino di richiamo, infine, richiede grandi dimensioni per potere accogliere l'aria guasta di tutti gli ambienti con una velocità non eccessiva, diversamente il sistema riesce dispendioso.

§ 5.

LA VENTILAZIONE MECCANICA.

La ventilazione meccanica si effettua per mezzo dei ventilatori, i quali si possono fare agire aspirando l'aria viziata che viene così proiettata all'esterno, ovvero per insufflazione, ossia aspirando l'aria pura esterna che, compressa dal ventilatore, viene iniettata negli ambienti ad una pressione sufficiente, perchè l'aria viziata in questi contenuta possa spingersi attraverso i condotti ed il camino di richiamo ed evacuarsi all'esterno.

Nell'un caso e nell'altro adunque l'aria guasta viene estratta mediante la rete di condotti verticali ed orizzontali, nella maniera indicata per la ventilazione per richiamo col mezzo del calore, la quale comunica con la base del camino di richiamo.

La ventilazione meccanica per aspirazione si può conseguire collocando allo sbocco del camino di evacuazione un ventilatore aspirante mosso da acqua, da vapore od a mezzo di energia elettrica. Questo genere di ventilazione permette di potere estrarre l'aria guasta nei punti in cui questa è maggiormente inquinata, mediante la collocazione opportuna delle bocchette di estrazione, e di far pervenire in sua sostituzione altrettanta quantità di aria pura dallo esterno. Essa quindi si applica con molta convenienza per le officine, nelle quali la ventilazione assume una importanza eccezionale, perchè oltre ad evacuare i prodotti della respirazione e della traspirazione degli operai, deve provvedere alla eliminazione delle polveri e dei gas nocivi, provenienti dalla lavora-

zione, i quali riescono sovente dannosi alla salute dell'uomo.

Nella maggior parte dei casi però viene usata la ventilazione meccanica per insufflazione o per pulsione. Secondo questo sistema l'aria esterna pura, dopo essere stata lavata e convenientemente inumidita, viene lanciata dai ventilatori per mezzo di condotti nella cavità dei caloriferi, dove, se si è di inverno, viene prima riscaldata e quindi, proseguendo il suo corso, perviene negli ambienti attraverso i condotti di distribuzione dell'aria calda, dopo avere attraversato la camera di miscela, ove esiste, e quella di distribuzione.

La ventilazione meccanica per pulsione presenta dei vantaggi per rispetto a quella di richiamo col mezzo del calore, che giova ricordare perchè questi giustificano le numerose applicazioni fatte sin'ora di questo sistema di aereazione.

Questi vantaggi sono:

1.° Una notevole economia specialmente quando la forza motrice è data dal vapore. Poichè, mentre nella ventilazione per richiamo col calore tutto il calore prodotto dal combustibile va consumato per produrre il tiraggio nel camino di evacuazione ed il conseguente richiamo dell'aria viziata attraverso i condotti di estrazione dagli ambienti alla base del camino, nella ventilazione meccanica promossa col vapore, il vapore di scappamento della motrice, che altrimenti andrebbe perduto, può utilizzarsi per il riscaldamento, per il funzionamento delle cucine, ecc. e dopo condensato per l'alimentazione della caldaia, senza perdita alcuna di calore, che riesce così tutto convenientemente utilizzato.

2.° La ventilazione meccanica per insufflazione permette di attingere l'aria esterna ovunque si voglia, e quindi, con piccolo lavoro, anche dall'alto dei tetti, dove l'aria è ritenuta più pura.

3.° I ventilatori potendo essere muniti di registro, permettono di regolare la quantità di aria che si vuole iniettare negli ambienti, quindi facile riesce aumentare o diminuire la ventilazione a seconda del bisogno.

4.° La ventilazione meccanica per pulsione permette di distribuire l'aria pura nei punti dell'edificio dove questa è maggiormente richiesta, e poichè negli ambienti produce una eccedenza di pressione dell'aria interna rispetto alla pressione esterna, quando si apre una porta o una finestra, si produce una corrente di aria dall'interno verso l'esterno non

avvertita dagli astanti, il che non avviene nella ventilazione per richiamo, la quale producendo invece una depressione, genera correnti di aria fredda dallo esterno verso l'interno all'atto in cui si apre una porta o una finestra e sovente anche attraverso le fessure e le commessure delle medesime, arrecando molestia alle persone che si trovano negli ambienti ventilati.

Gli apparecchi ventilatori usati per la aereazione meccanica dei locali abitati possono essere *ad elica*, ovvero *a palette*; in quest'ultimo caso si dicono più propriamente *ventilatori centrifughi*. Gli uni e gli

altri con lievi modificazioni si adoperano generalmente tanto per aspirare l'aria viziata, quanto per insufflare l'aria pura.

I più comuni tipi di ventilatori ad elica sono: il *ventilatore automatico di James Howorth* ed il *ventilatore Schiele*.

Il ventilatore di Howorth a spirale di Archimede è di ferro galvanizzato e quindi inossidabile ed, allorchè viene lubrificato, funziona senza rumore e con grande regolarità. Esso serve per evacuare l'aria viziata; a tal uopo si costruisce con base quadrata, poligonale o circolare per potersi adattare alla estremità superiore del

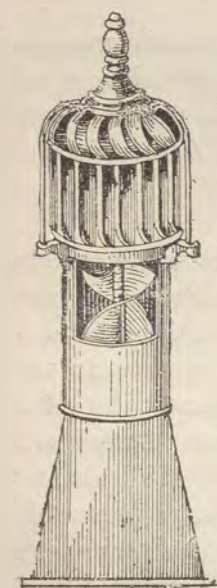


Fig. 887.

camino di richiamo (fig. 887). Le parti principali costituenti questo ventilatore, come si rileva dalla figura, sono il *cappello* e la *vite di Archimede*.

Il cappello è girevole e provvisto di alette curve, le quali con la rotazione generano l'espulsione dell'aria viziata, che si trova nello spazio compreso fra le alette.

La vite di Archimede, imperniata sull'asse medesimo del cappello, serve ad aspirare l'aria viziata contenuta nel camino generando una corrente viva e continua ascendente nella capacità del medesimo.

I ventilatori Schiele ad alette elicoidali che sono riportati dalle figure 1, 2, tav. 65 possono essere a tipo verticale od a tipo orizzontale, secondo la loro montatura. Essi servono per estrarre l'aria viziata o per iniettare l'aria esterna: a tale scopo sono forniti con ala a destra ed a sinistra, cioè con movimento a destra ed a sinistra a seconda delle opportunità della loro ubicazione. La cornice che li com-

prende è generalmente conica e l'ingresso dell'aria si pratica dalla parte più stretta. La puleggia ed il sopporto cuscinetto si trovano da un lato solo per semplificare la diretta congiunzione del ventilatore al tubo di condotta, nonchè per facilitare il libero afflusso ed efflusso dell'aria.

Il tipo verticale (fig. 1, tav. 65) è fornito dalle officine Schiele in 15 dimensioni a ciascuna delle quali corrisponde un volume diverso di aria insufflata come risulta dalla seguente tabella.

Numero del ventilatore	Diametro dell'ala mm.	Giri al minuto	Produce vento al minuto mc.	Forza cavalli
1158,00	200	1750-250	10-12	0,02-0,5
0	250	1400-2300	15-25	0,03-0,11
1	300	1150-2000	23-40	0,06-0,2
2	400	870-1500	35-65	0,1-0,3
3	500	700-1200	60-105	0,2-0,5
4	650	520-900	110-190	0,3-0,9
5	800	460-800	160-280	0,5-1,5
6	1000	350-600	260-450	0,7-2,2
7	1200	290-500	375-650	0,9-3,-
8	1500	280-400	570-1000	1,2-4,-
8 ^a	1750	200-350	800-1400	1,6-5,5
9	2000	175-300	1000-1800	2,-7,-
9 ^a	2500	150-260	1300-2325	3,-9,5
10	2500	135-230	1600-2850	3,5-11,5
11	3000	115-200	2300-4150	5,-17,-

Il tipo con cornice piatto e cuscinetti sferici riportato dalla fig. 2, tav. 65 è regolabile in maniera da potere essere montato tanto in posizione verticale che in posizione orizzontale direttamente mediante tre bulloni alla parete o al soffitto. Anche questo tipo si fabbrica in 10 dimensioni in corrispondenza della seguente tabella.

Numero del ventilatore	Diametro dell'ala mm.	Giri al minuto	Produce vento al minuto mc.	Forza cavalli
1150/71	300	1150	23	0,05
		2000	40	0,15
72	400	870	35	0,1
		1500	65	0,25
73	500	700	60	0,15
		1200	105	0,4
74	650	520	110	0,25
		900	190	0,7
75	800	460	160	0,4
		800	280	1,-
76	1000	350	260	0,6
		600	450	1,7
77	1200	290	375	0,8
		500	650	2,5
78	1500	230	570	1,1
		400	1000	3,5
78 ^a	1750	200	800	1,5
		350	1400	5,-
79	2000	175	1000	2,-
		300	1800	6,5

I ventilatori Schiele sono adatti per muovere grandi volumi di aria a bassa pressione cioè a piccola velocità e danno quantitativamente il più forte rendimento, riuscendo i più economici apparecchi di ventilazione e produzione di correnti di aria per stabilimenti industriali, officine, ecc. adatti anche per la ventilazione di sale da concerto, teatri, scuole, alberghi, ristoranti, ospedali e per asportare polvere, esalazioni nocive, vapori d'acqua, ecc. provenienti dalla lavorazione. Perchè realizzino il massimo rendimento è necessario che gli eventuali tubi o canali di afflusso o d'efflusso dell'aria devono avere in tutta la loro lunghezza lo stesso diametro del ventilatore.

Nei ventilatori centrifughi si ha una ruota a palette girevoli esattamente entro un tamburo avente la base a spirale come nelle pompe centrifughe ad acqua. L'eccentricità CE del tamburo (fig. 888), stando alle esperienze di Dollfus, deve crescere in ragione della velocità delle palette alla periferia e per velocità da 700 a 1000 giri per minuto deve ascendere fino a $\frac{2}{3}$ del raggio R delle palette della ruota. Per tracciare la spirale, si divide CE e l'arco BFC , che determina la periferia della ruota, in uno stesso numero di parti eguali; per tutti i punti di divisione del segmento CE si tirino altrettanti cerchi concentrici rispetto all'asse A ed i punti di intersezione fra questi cerchi e i corrispondenti raggi sono i punti successivi della spirale, la cui tangente al piede deve trovarsi sul prolungamento del tubo di efflusso, e la larghezza deve farsi eguale a quella del tamburo. L'altezza BD di questo tubo deve essere eguale ai $\frac{3}{5} AE$ e BM deve essere parallela a BD .

Il raggio R , secondo Boileau (1), dipende dal numero N di giri al minuto e dal volume Q in mc. che deve essere aspirato al minuto secondo ed è dato dall'equazione

$$R = 3 \sqrt[3]{\frac{a}{N}}$$

Il numero delle palette, secondo Dollfus, deve crescere col diametro della ruota nel modo seguente: col diametro di 0,50 m. vi devono essere 4 palette

»	»	»	0,60	»	»	»	»	6	»
»	»	»	0,70	»	»	»	»	8	»
»	»	»	1,00	»	»	»	»	10	»

(1) *Dictionnaire des arts*, ecc. per Laboulaie, 4.^e édition.

Il raggio dell'orificio di afflusso dal quale viene aspirata l'aria per essere poi lanciata in causa della forza centrifuga alla periferia della ruota, deve essere eguale alla metà del raggio della periferia esterna delle palette.

Se con h si indica l'altezza di una colonna di acqua, corrispondente alla differenza di pressione tra l'aria

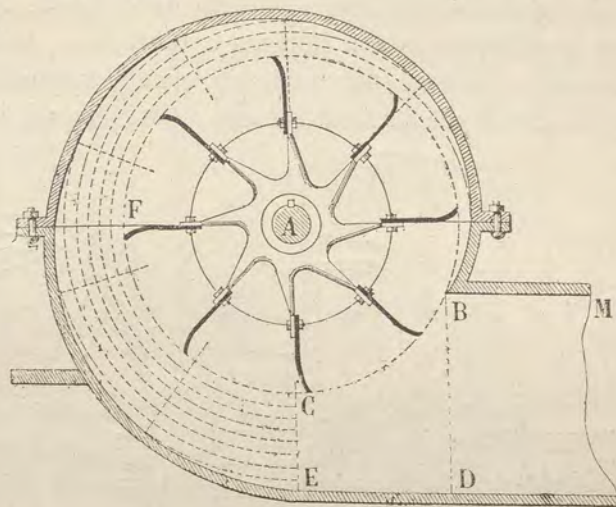


Fig. 888.

nel camino aspirante e l'aria esterna, si può determinare la velocità di efflusso v colla formola

$$v^2 = 2 gh \cdot 1000 : 1,293 = 123^2 h$$

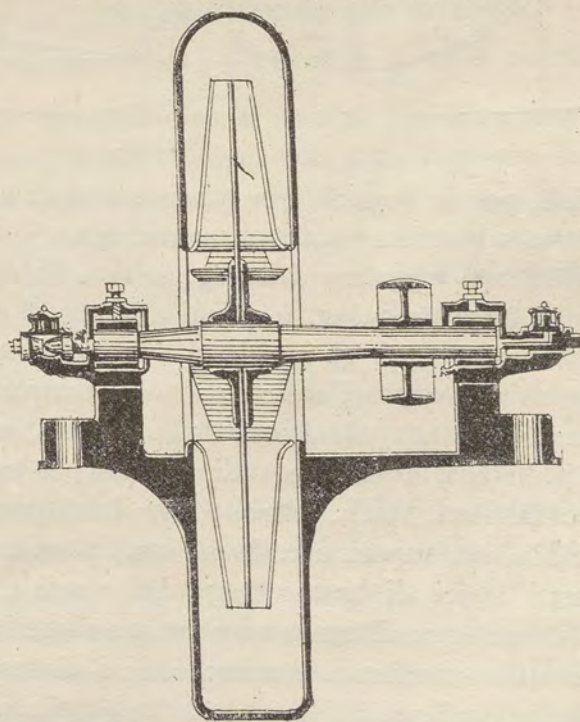


Fig. 889.

I ventilatori centrifughi *aspiranti* hanno le palette curve di forma trapezia che arrivano solo alla periferia dell'orificio di aspirazione (fig. 889), il quale è circolare e situato sopra una faccia o su entrambe

le facce verticali del tamburo come si vede praticato nel ventilatore riportato nella fig. 890. In generale l'orificio di afflusso dell'aria è in comunicazione col condotto di afflusso; a tale scopo il ventilatore, come mostra chiaramente la fig. 3, tav. 65, porta l'attacco per il condotto sopraddeito.

Ottimi tipi di ventilatori aspiranti forniscono pure le officine Schiele. Il tipo riportato dalla fig. 5, tav. 65 è munito di cassa a lamiera e funziona a bassa pressione; è adatto per aspirare grandi volumi di aria e quindi per la ventilazione di stabilimenti in-

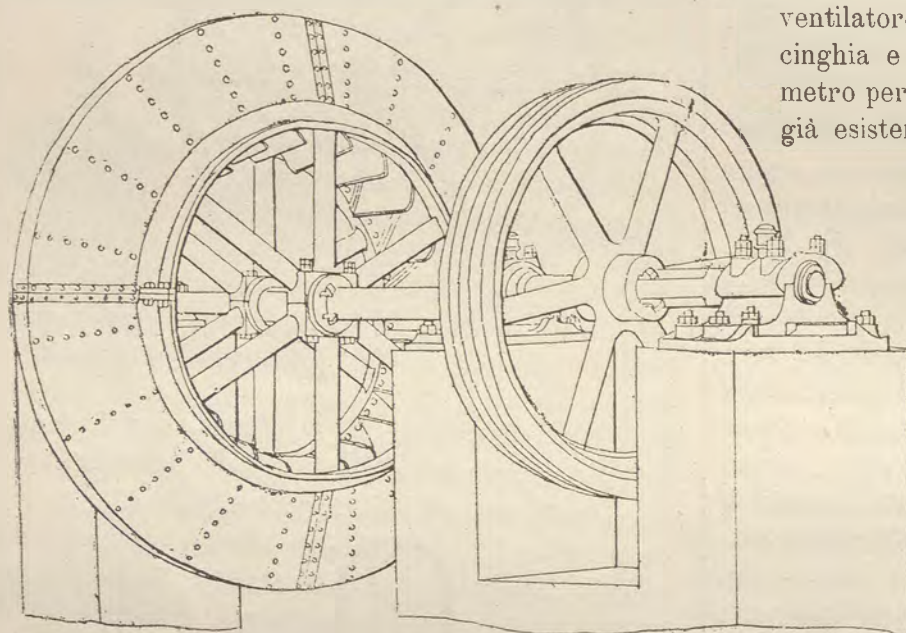


Fig. 890.

dustriali, per le miniere, per vasti essiccatoi e per allontanare polveri, esalazioni nocive, ecc.

L'altro tipo riportato dalla fig. 3, tav. 65 agisce invece a forte pressione, è quindi a pareti di getto robuste e serve per gli stessi usi del precedente e più specialmente per l'aspirazione e il trasporto a qualunque distanza ed altezza della polvere, segatura, piallatura, avanzi vegetali, nonchè per asciugare colla, lana, stoffa, feltro, e per il trasporto di aria calda, gas, vapori, ecc. Questi ventilatori hanno cuscinetti conici di bronzo regolabili speciali, che hanno il vantaggio di conservare sempre silenzioso il movimento e sono forniti in commercio in diverse dimensioni in conformità dello specchietto (v. più sotto).

La fig. 4, tav. 65, riporta un ventilatore centrifugo premente, tipo Schiele con scatola di aspirazione laterale e con condotto di efflusso cilindrico, che può agire a bassa come ad alta pressione, provvisto di cuscinetti conici regolabili e adatti per fucine, forni,

Numero dell'aspiratore	DIAMETRO in mm.			Produce vento al minuto mc.	Giri al minuto	Forza cavalli
	dell'ala	dell'apertura aspirante	dell'apertura soffiante			
1155/52	400	150	120	40	2400	1,8
53	500	200	150	60	1800	2,5
54	650	250	200	100	1400	4,0
55	800	320	250	150	1100	6,0
56	1000	400	320	210	800	7,5
57	1250	500	400	300	550	10,0
58	1500	600	500	450	425	13,0

focolari, per essiccatoi e per ventilazione, per pressione sino a 450 mm. in colonna di acqua. Questo ventilatore è messo in movimento da una sola cinghia e porta due pulegge di differente diametro per potere trarre profitto di trasmissioni già esistenti. È fabbricato in diverse misure in corrispondenza dello specchietto che riportiamo in testa alla pagina seguente.

La fig. 891 infine riporta con la sezione il ventilatore soffiante tipo *Guibat*. Questo ventilatore gira tramite a due pareti verticali, in una delle quali è praticato l'orificio di presa dell'aria fresca, nell'altro si ha il foro circolare per il passaggio dell'albero di rotazione. In *b b'* si ha il condotto di afflusso, il quale si allarga fino a costituire un vero camino. L'aria iniettata in *b* serve per lo scaldamento, quella in *b'* rimane fredda. Due registri *c' c''*, che si muovono in scanalature di ferro, servono a regolare l'afflusso dell'aria calda e dell'aria fredda secondo il bisogno. Le due correnti qualora occorra van-

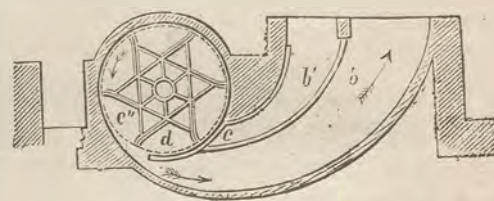


Fig. 891.

no poi in una camera di miscela, dalla quale passano nella camera di distribuzione per avviarsi agli ambienti.

§ 6.

LA VENTILAZIONE MEDIANTE GETTO DI VAPORE O DI ARIA COMPRESSA.

Iniettando in un condotto un getto di vapore o un getto di aria compressa si genera una corrente di aria nel camino nel senso stesso del getto di va-

Numero del ventilatore	DIAMETRO		PER FUCINARE colla pressione di 150 a 200 mm.			PER FONDERE colla pressione di 280-320 mm.			PULEGGIA mm.	
	dell'ala mm.	dell'aper- tura soffiante mm.	Numero dei fuochi di 30 mm. di diametro Bocca di ugello	Giri al minuto	Forza cavalli	Ghisa Kili all'ora	Giri al minuto	Forza cavalli	Diametro	Lunghezza
1160/0	250	60	1	3000	0,1	— —	—	—	30	35
1	350	60	1	3200	0,2	— —	—	—	30	38
1 ^a	350	90	2	3200	0,3	— —	—	—	40	38
2	300	120	2-3	3500	0,4	— —	—	—	50	80
			2-4	4000	0,6	— —	—	—	60	80
3	350	150	5-6	3250	1,0	750-1000	4000	2,0	60	90
			7-8	3500	1,5	1000-1250	4800	3,0	80	90
4	400	200	9-10	2850	1,6	1250-1500	3500	3,5	75	100
			10-12	3050	2,4	1500-1750	4000	4,5	100	100
5	500	250	13-15	2050	2,5	1750-2250	2700	4,5	100	100
			16-19	2250	3,4	2250-2750	3100	6,5	125	100
6	650	320	20-24	1650	3,5	3000-3500	2300	7,0	120	110
			25-30	1800	4,5	3750-4000	2550	9,0	150	110
7	800	400	30-38	1350	5,0	4500-5500	1900	10,5	160	110
			40-50	1450	6,5	5500-6000	2100	12,5	200	110
8	1000	500	50-60	1000	7,5	7000-8000	1350	14,0	200	120
			65-81	1100	9,5	9000-10000	1550	18,0	250	120

pore o di aria. Questa corrente ha per effetto di evacuare l'aria contenuta nel camino unitamente al vapore o all'aria compressa e quindi di richiamare dietro di sè altra aria che potrebbe essere viziata se il condotto al quale si applica il getto è un camino di ventilazione.

Nella pratica però, benchè sia cosa facile potere disporre di un getto di vapore o di aria compressa, questi sistemi di ventilazione non hanno trovato fin'ora una vasta applicazione.

Il getto di vapore, proveniente dallo scarico dei cilindri, si vede applicato utilmente nelle locomotive ferroviarie per aereare il focolare della caldaia. L'azione del getto di vapore attraverso la caminiera della locomotiva dipende dalla diminuzione di pressione che esso produce dietro di sè, per cui riescono maggiormente attirati verso l'esterno i prodotti della combustione di quel che sarebbero attratti in virtù dell'altezza del camino molto limitato in queste macchine. Nè la quantità di fumo, nè l'altezza del camino sono di sensibile influenza sull'aspirazione prodotta dal getto di vapore. Lo *Zeuner* ha potuto sperimentare che l'aspirazione è proporzionale al peso del vapore iniettato ed è indipendente dalla tensione del vapore medesimo.

Anche l'azione della iniezione di aria compressa dipende dalla diminuzione di pressione che si verifica immediatamente dietro il getto, per cui questo sistema può tornare utile per assorbire l'aria viziata ed evacuarla allo esterno ovvero per aspirare aria nuova e iniettarla nell'interno. Ma dove esso presenta

un vantaggio speciale si è per l'abbassamento di temperatura che si produce nell'aria del condotto, all'atto in cui questo si mescola coll'aria compressa, per cui questo sistema può utilmente servire nella stagione estiva per il refrigeramento dei locali abitati.

§ 7.

NORME E DISPOSIZIONI DIVERSE

RELATIVE ALLE BOCCHETTE ED AI CONDOTTI.

Sul funzionamento di un impianto di riscaldamento e ventilazione esercita non poca influenza la posizione delle bocchette di calore e di quelle per la estrazione dell'aria viziata e la loro facile manovra per mezzo di valvole che valgano a intercludere in parte o in totalità le correnti di aria attraverso le medesime.

La ventilazione degli ambienti può aver luogo sia quando gli ambienti vengono riscaldati, cioè nella stagione invernale, sia quando questi non sono riscaldati, ciò che ha luogo nella stagione estiva. È necessario quindi disporre le bocchette di aria calda e di aria viziata nella maniera che più convenga in corrispondenza della temperatura che assume l'aria nell'interno degli ambienti, la quale è più elevata di quella esterna nella stagione invernale e generalmente più bassa di quella esterna in estate. Esamineremo quindi partitamente i due casi.

Se ha luogo il riscaldamento il costruttore intanto terrà presente, come norma generale, che le correnti di aria calda, riuscendo moleste, devono predi-

sporsi in maniera che non investano le persone che stanno negli ambienti, per cui se si è costretti a collocarli in posizione piuttosto bassa, come nel caso delle stufe, si farà in maniera che le correnti siano dirette dal basso all'alto e non nel senso orizzontale, in ogni altro caso, per gli apparecchi di riscaldamento centrali, ad esempio, le bocchette non si collocheranno mai ad una altezza minore di 3 metri a contare dal pavimento.

Ove tanto il riscaldamento che la ventilazione siano praticate per mezzo di caminetto, la bocchetta di

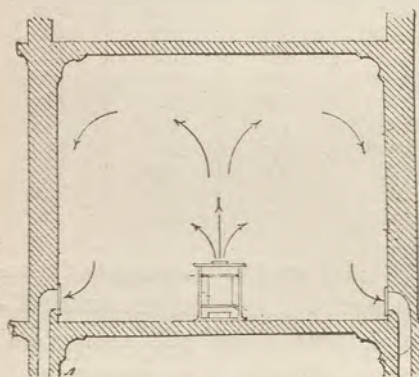


Fig. 892.

introduzione dell'aria esterna non si collocherà presso il pavimento, perchè l'aria della bocchetta si dirigerebbe subito verso la bocca del caminetto, lasciando indisturbata l'aria calda che occupa la parte superiore dell'ambiente, ma bensì si collocherà in alto verso il soffitto e nella parete opposta a quella a cui si appoggia il caminetto, perchè allora l'aria nuova, discendendo dalla bocchetta verso il pavimento, si mescolerebbe con l'aria calda, si scalderebbe a sua volta e terrebbe alta la temperatura anche nella parte più bassa dell'ambiente, prima di sfuggire per la canna da fumo del caminetto.

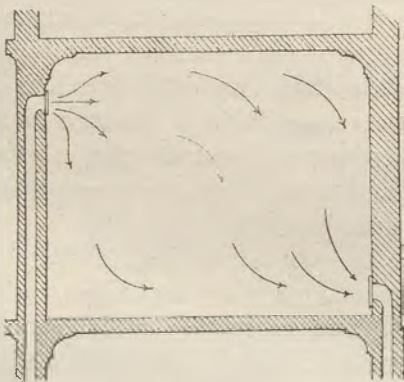


Fig. 893.

Se il riscaldamento e la ventilazione si effettuano per mezzo di stufe, l'aria nuova arriva nell'ambiente attraverso la stufa nella quale si riscalda, ed appena uscita dalla bocchetta di calore si dirige subito verso l'alto (fig. 892); laonde la disposizione migliore da assegnare alle bocchette dell'aria viziata è quella di collocarle presso il pavimento, perchè allora l'aria calda dal soffitto è richiamata verso il pavimento riscaldando tutto l'ambiente.

Se il riscaldamento è fatto col mezzo di caloriferi, le bocchette di aria calda si collocheranno, per le ragioni avanti esposte, ad una altezza superiore di 3 m. dal pavimento, ovvero presso il soffitto. In questo caso l'aria calda uscente dalle bocchette tenderà a stagnarsi presso il soffitto e perchè si costringa a discendere e scaldare l'ambiente, basterà collocare le bocchette di estrazione dell'aria viziata presso il pavimento (fig. 893). Concluderemo quindi che in ogni caso quando ha luogo il riscaldamento, le bocchette dell'aria viziata devono collocare in basso presso il pavimento e nella parete opposta a quella

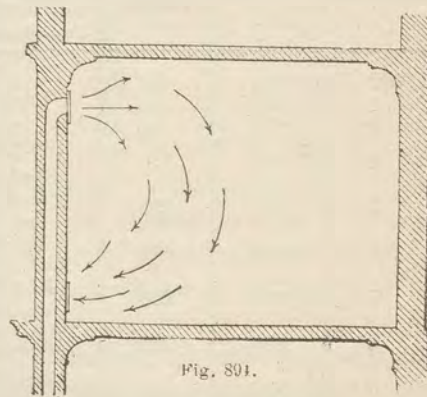


Fig. 891.

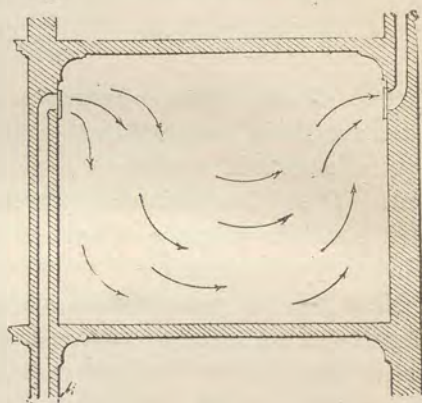


Fig. 895.

dove sono collocate le bocchette di calore, per evitare che l'aria calda passi dalla bocchetta di calore a quella di estrazione lambendo soltanto la parete per la quale si immette nella stanza come fa vedere la fig. 894.

In estate la ventilazione non si accompagna al riscaldamento; in sostituzione delle bocchette di calore si hanno allora nella stanza delle bocchette di aria nuova fredda e delle bocchette di estrazione dell'aria viziata. Per la loro disposizione si osserva intanto che deve proscribere la collocazione in basso di quelle che delle altre, perchè allora l'aria nuova si dirigerebbe direttamente dalla bocchetta di immissione al condotto di richiamo e la ventilazione dell'ambiente non avrebbe luogo altro che negli strati inferiori di aria.

La disposizione secondo cui le bocchette di aria nuova e quelle di estrazione siano collocate a livello differente ed in pareti opposte è quindi più conveniente, perchè, se l'aria nuova entra dall'alto e si

estrae dal basso essa attraversa tutto l'ambiente dall'alto al basso; egualmente potrà dirsi se l'aria nuova entra dal basso e l'aria viziata esce dall'alto. Però nel primo caso dalla bocchetta di estrazione situata in basso, anzichè evacuare l'aria calda che stagna verso il soffitto, si estrae molto probabilmente aria nuova fredda, la quale appena immessa nell'ambiente tende, anche per peso proprio, a scendere verso il basso; nel secondo caso in cui la bocchetta di estrazione sta in alto, viene estratta l'aria calda viziata del soffitto, ma si generano delle correnti di aria fresca in basso che possono riuscire nocive per le persone che si trovano nell'ambiente. Disponendo invece entrambe le bocche di aria nuova e di aria viziata nell'alto, verso il soffitto, ed in pareti opposte, l'aria nuova più pesante scende in basso e l'aria calda viziata sale in alto e la circolazione nell'ambiente ha luogo nella maniera più soddisfacente, come meglio fa vedere la fig. 895. Riterremo conveniente anche la disposizione precedente cioè la bocchetta d'aria nuova in basso e quella di evacuazione in alto, solo nel caso che la temperatura dell'aria esterna fosse più elevata della temperatura dell'aria interna; ciò del resto accade quasi sempre nel cuore dell'estate.

Per le ragioni sovraesposte ordinariamente i condotti verticali di richiamo dell'aria viziata sono muniti di due bocchette, l'una situata in basso da servire per la ventilazione invernale, e l'altra situata

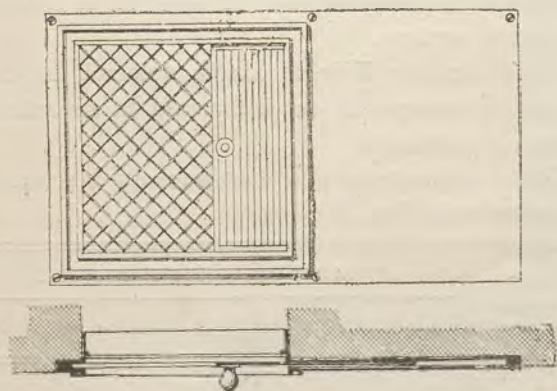


Fig. 896.

verso il soffitto per la ventilazione estiva, bene inteso avendo cura, che quando funziona l'una si mantenga chiusa l'altra. Analogamente converrà munire di due bocche i condotti dell'aria nuova, quella situata verso il soffitto servirà per l'introduzione dell'aria nuova riscaldata durante l'inverno, e nuova fredda durante l'estate, quando la temperatura esterna è

inferiore a quella dell'ambiente; nel caso contrario si farà funzionare la bocchetta più bassa e si terrà chiusa quella più alta.

Per regolare la corrente di aria attraverso le bocchette e per intercludere l'aria attraverso i con-

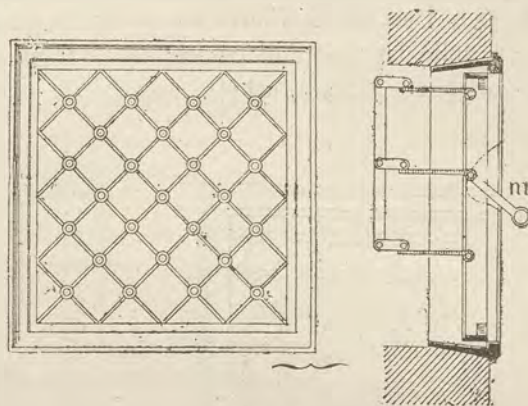


Fig. 897.

dotti si impiegano gli *sportelli a registro e le valvole a cerniera*.

La fig. 896 riporta un esemplare di sportello con registro munito di telaio di ghisa applicato sopra una doppia piastra di protezione fissata con perni alla parete, in mezzo alla quale scorre a saracinesca il registro in lamiera di ottone o di ghisa, guidato da un bottone che si prende, quando il registro debba spostarsi. L'apertura dello sportello è munita di reticolato di fil di ferro o di ottone, più o meno fitto o di lamiera traforata, come nella fig. 897, allo scopo di proteggere il condotto contro l'introduzione dei corpi estranei. Il registro si muove nel senso orizzontale, se si guarda la figura; però capovolgendo lo sportello di 90 gradi si può fare in modo che il registro movendosi nel senso verticale si chiude in virtù del proprio peso. Tale disposizione torna comoda, quando la bocchetta è situata presso il soffitto, perchè allora si attacca al bottone una catenella, che si fa avvolgere a una puleggia di rimando, la quale permetta la manovra dal basso.

Valvole a cerniera si hanno rappresentate nelle figg. 897-98. Nella prima il registro è costituito da tre regoli mobili a cerniera collegati ad un'estremità fra loro da un regoletto metallico pure a cerniera, che si manovrano per mezzo di una manovella *m*, che si vede disegnata nella sezione. Nella seconda i tre regoli hanno la cerniera nel loro asse, sono collegati fra loro da un regoletto a cerniera simile al precedente e si manovrano per mezzo della ma-

novella n segnata in sezione. I tre regoli costituenti il registro possono assumere la posizione che si voglia e quindi sono capaci di intercettare la corrente di aria in parte o in totalità.

La sezione dei condotti si fa ampia, di maniera che la velocità dell'aria sia generalmente compresa tra 0,80 e 1 m. Si diminuirà oltre questo limite la velocità delle bocchette di calore, aumentando a tal uopo la sezione della bocchetta, perchè le correnti

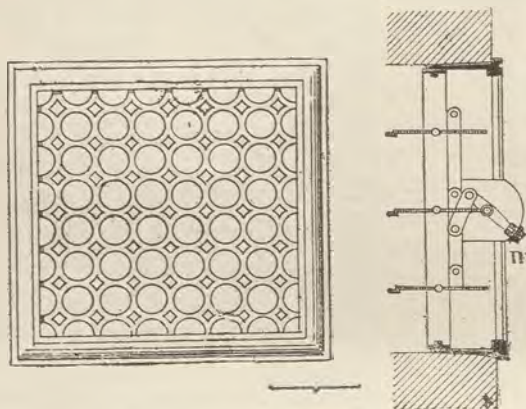


Fig. 898.

di aria calda riescano inavvertite dalle persone che si trovano negli ambienti; si manterrà entro i limiti sopra indicati nelle bocchette di estrazione e si aumenterà gradatamente nei condotti di estrazione, mano a mano che questi si avvicinano al camino di evacuazione, nel quale si assegna alla velocità il valore di 2 m. che si spinge fino a 3 m. all'orificio superiore del medesimo.

§ 8.

CALCOLO DELLE RESISTENZE PASSIVE (PISATI) (1).

Il lavoro necessario per effettuare la ventilazione è fornito dal calore appositamente sviluppato alla base del camino di evacuazione nella ventilazione per mezzo del calore e dai meccanismi, di cui abbiamo dato un cenno nei paragrafi precedenti, nella ventilazione meccanica.

Un fattore di questo lavoro è costituito dal moto del fluido aeriforme attraverso tutto il sistema dei condotti, che hanno origine alla bocca di presa dell'aria nuova, comprendono i condotti di immissione, le cavità degli apparecchi di riscaldamento, gli am-

bienti ed i condotti di estrazione e terminano all'orificio superiore del camino di richiamo.

L'altro fattore è costituito dalle resistenze che tale movimento incontra nel suo percorso.

Le resistenze passive che si oppongono al movimento di un gas, in un sistema di condotti, sono dovute:

- all'attrito,
- ai cambiamenti di direzione,
- ai cambiamenti di sezione.

Per ogni unità di massa (1 Kg.) di fluido in moto, la perdita di forza viva, ossia il lavoro necessario per vincere le resistenze passive si esprime per

$$L = C \frac{u^2}{2g}$$

in cui u è la velocità posseduta dal gas, $g = 9^m,80$ è l'accelerazione della gravità, e C è un coefficiente variabile a seconda della specie di resistenza che si considera: i suoi valori sono raccolti nelle seguenti tabelle.

1.° Attrito in un canale a sezione costante.

u = velocità del fluido nel canale

$$C = K \frac{LP}{4S} \text{ se la sezione è rettangolare,}$$

$$C = K \frac{L}{d} \text{ se la sezione è circolare,}$$

L , S e P sono rispettivamente la lunghezza del canale, la sezione normale all'asse ed il perimetro di questa sezione.

Il coefficiente K varia con la velocità del fluido e con la sostanza di cui è formata la superficie interna del condotto.

Nella seguente tabella sono raccolti i valori di K ammessi dal *Paul*.

Velocità in metri per secondo	VALORI DEL COEFFICIENTE K				
	1	2	3	4	5
0,1	0,036	0,048	0,072	0,084	0,120
0,2	0,030	0,040	0,060	0,070	0,120
0,3	0,028	0,037	0,056	0,065	0,093
0,4	0,027	0,036	0,054	0,063	0,090
0,5	0,026	0,035	0,053	0,062	0,088
0,6	0,026	0,035	0,052	0,061	0,087
0,7	0,026	0,034	0,052	0,060	0,086
0,8	0,025	0,034	0,051	0,060	0,085
0,9	0,025	0,034	0,050	0,059	0,084
1,0	0,025	0,034	0,050	0,059	0,084
2,0	0,024	0,033	0,049	0,057	0,082
maggiore di 2 metri	0,024	0,033	0,049	0,057	0,081

(1) Corso di Fisica tecnica predetto.

Osservazioni:

a) Pel gas-luce e per l'aria nei condotti metallici servono i valori 1 e 2;

b) Per l'aria nei condotti in muratura servono i valori 2, 3 e 4, a seconda della maggiore o minore levigatezza delle pareti;

c) Per il fumo valgono similmente i valori 3, 4 e 5.

2.° Cambiamenti di direzione rimanendo costante la sezione.

a) Gomito rettilineo (fig. 898 a):

u = velocità del fluido nel condotto

i = angolo supplementare di quello compreso dai due condotti

$C = \text{sen}^2 i \dots \dots$ (Péclet)

$i =$	20°	30	40	45	50	60	70	80	90
$C =$	0,12	0,23	0,41	0,51	0,59	0,75	0,88	0,97	1,00

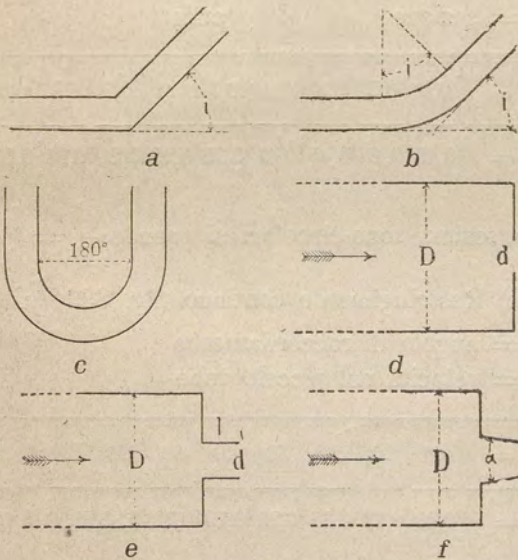


Fig. 898.

Per successivi cambiamenti di direzione $C = \sum \text{sen}^2 i$.

b) Gomito curvilineo (fig. 898 b) (fig. 898 c);

u = velocità del fluido nel condotto.

i = angolo supplementare di quello compreso dai tronchi rettilinei.

$C = \frac{i}{180^\circ} \dots \dots$ (Péclet)

$i = \dots$	20°	30	45	60	90	120	180
$C = \dots$	0,11	0,17	0,25	0,33	0,50	0,67	1,00

3.° Cambiamento di sezione.

a) Efflusso da un orifizio in parete sottile (fig. 898 d):

u = velocità dell'efflusso

D = diametro del condotto

d = diametro dell'orifizio

per $\frac{d}{D} < 0,1$ si ha $C = 1,367$.

$\frac{d}{D} =$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C =$	1,36	1,60	1,44	1,30	1,23	1,16	0,83	0,56	0,32	0,00

b) Efflusso da un orifizio munito di tubo addizionale cilindrico (fig. 898 e):

u = velocità nel tubo addizionale

d = diametro del »

l = lunghezza del »

D = diametro del grande condotto.

Quando sia $l > 0,8 d$ i valori di C sono dati dalla seguente tabella:

per $\frac{d}{D} < 0,1$ si ha $C = 1,367$ e per

$\frac{d}{D} =$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C =$	0,55	0,49	0,45	0,42	0,35	0,29	0,21	0,13	0,06	0,00

c) Efflusso da un orifizio munito di tubo addizionale conico convergente (fig. 898 f):

u = velocità di efflusso dal tubo addizionale

α = angolo del tubo addizionale

$\alpha =$	0	5	10	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180
$C =$	0,45	0,11	0,04	0,02	0,00	0,11	0,56	0,73	0,83	0,93	1,04	1,16	1,22	1,366

d) Efflusso da un tubo addizionale conico convergente applicato all'estremità di un tubo cilindrico (fig. 899 a):

u = velocità di efflusso del tubo addizionale

α = angolo del tubo addizionale

$\alpha = 0^\circ$	10	20	30	40	60	80	100	120	140	150	160	170	180
$C = 0,00$	0,06	0,16	0,26	0,35	0,45	0,49	0,56	0,78	0,88	0,98	1,10	1,23	1,366

e) Efflusso con decremento continuo di sezione, (fig. 899 b):

u = velocità nel piccolo tubo addizionale

d = diametro del » » »

D = diametro del grande condotto

α = angolo del cono di raccordamento.

Quando sia $\frac{d}{D} < 0,03$ si hanno per i seguenti valori di α i corrispondenti valori di C .

$\alpha =$	0°	10	20	30	40	60	80	100	140	180
$C =$	0,00	0,13	0,18	0,23	0,29	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45

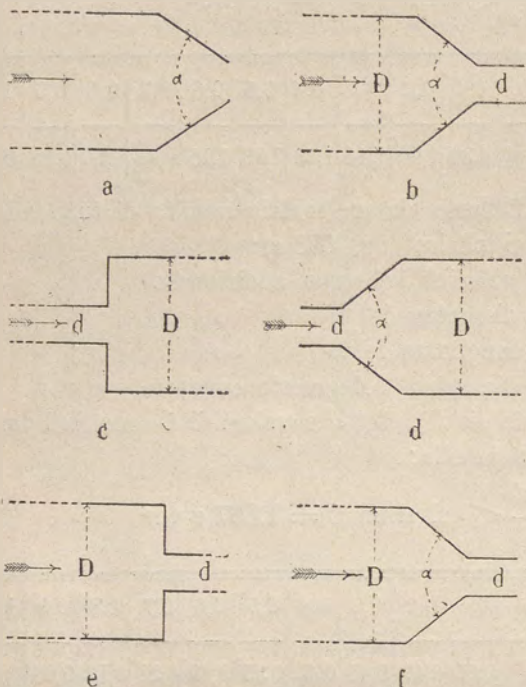


Fig. 899.

f) Allargamento brusco: (sezione circolare), (fig. 899 c):

D = diametro del tubo grande
 d = » » » piccolo
 l = lunghezza del tubo grande
 u = velocità nel tubo piccolo

Per $l \geq 6,5 (D - d)$, $C = 1 - \frac{d^4}{D^4} - B$

Per $l < 6,5 (D - d)$, $C = 1 - \frac{d^4}{D^4}$

$\frac{d}{D} =$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$1 - \frac{d^4}{D^4} =$	1,000	0,998	0,992	0,974	0,937	0,870	0,760	0,590	0,344	0,000
$B =$	0,02	0,08	0,17	0,27	0,38	0,47	0,43	0,22	0,17	0,00
$C =$	0,980	0,918	0,822	0,704	0,557	0,400	0,330	0,370	0,174	0,000

Se la sezione è circolare $\frac{d}{D} = \sqrt{\frac{s}{S}}$ dove

s = sezione del tubo piccolo
 S = » » » grande

g) Allargamento continuo (fig. 899 d)

α = angolo nel cono di raccordamento
 l = lunghezza del tubo grande
 u = velocità del tubo stretto

$$l \geq 6,5 (D - d), C = 1 - \frac{d^4}{D^4} - B$$

$1 - \frac{d}{D} =$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$1 - \frac{d^4}{D^4} =$	1,000	0,998	0,992	0,974	0,937	0,870	0,760	0,590	0,344	0,000

$\alpha =$	0°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20	25	30	40	50
$B =$	0,00	0,35	0,54	0,66	0,74	0,80	0,83	0,83	0,61	0,67	0,56	0,49	0,45	0,41	0,37	0,28	0,14	0,10

h) Restringimento brusco (fig. 899 e):

u = velocità del tubo piccolo
 s = sezione » » »
 S = sezione » » » grande

$\frac{d}{D} =$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$C =$	0,45	0,49	0,45	0,47	0,35	0,29	0,21	0,13	0,06	0,00

Se le sezioni sono circolari si prende $\frac{d}{D} = \sqrt{\frac{s}{S}}$

k) Restringimento continuo (fig. 899 f):

α = angolo di raccordamento
 u = velocità nel piccolo tubo

$A =$	0°	10	20	30	40	60	80	100	140	180
$C =$	0,00	0,13	0,18	0,23	0,29	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45

Nei casi seguenti si sommano le perdite corrispondenti ai diversi cambiamenti di sezione e all'attrito.

l) Rigonfiamento (fig. 900 a):

u = velocità del tubo piccolo,
 D = diametro » » grande,
 d = diametro » » piccolo
 l = lunghezza della parte allargata

$$l \geq 6,5 (D - d), C = 1 - \frac{d^4}{D^4} - B + C_B + \frac{Kl}{D} \frac{d^4}{D^4}$$

m) Strozzatura (fig. 900 b):

l = lunghezza del tubo stretto

per u = velocità nella strozzatura,

$$C = C_A + 1 - \frac{d^4}{D^4} - B + \frac{Kl}{d}$$

per u = velocità del tubo largo,

$$C = \left(C_A + 1 - \frac{d^4}{D^4} - B + \frac{Kl}{d} \right) \frac{D^4}{d^4}$$

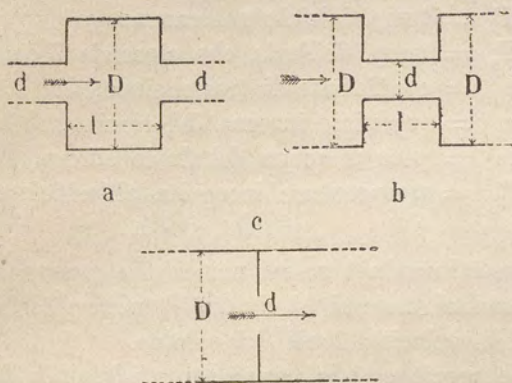


Fig. 900.

n) Diaframma (fig. 900 c): si riduce al caso precedente in cui però $l = 0$.

u = velocità nel tubo

$$C = \left(C_A + 1 - \frac{d^4}{D^4} - B \right) \frac{D^4}{d^4}$$

§ 9.

VERIFICA DELLA EQUAZIONE DELLE FORZE VIVE.

L'equazione delle forze vive che deve essere soddisfatta, allorchè ha luogo il libero movimento di un fluido aeriforme attraverso un sistema di condotti, è:

$$\frac{A}{T_0} = \sum W = \sum \frac{1}{T} \left(\frac{u^2}{2g} - \frac{u_0^2}{2g} + a + L \right)$$

nella quale per il caso che ci interessa, cioè dell'aria che si muove attraverso i condotti di riscaldamento ed a quelli di ventilazione, il camino di richiamo incluso,

A = altezza del camino,

T_0 = temperatura assoluta dell'aria esterna,

T = » » » nel relativo condotto,

$\frac{u^2}{2g}$ = carica finale di ciascun condotto,

$\frac{u_0^2}{2g}$ = carica iniziale di ciascun condotto,

a = lavoro della gravità in ciascun condotto,

L = lavoro delle resistenze passive;

di questa equazione il secondo membro deve estendersi a tutti i condotti indistintamente, dalla presa di aria pura alla bocca ultimale del camino di richiamo dell'aria viziata.

Osservando che per tutti i condotti, meno quello del camino, $\sum W$ è una quantità nota, perchè i termini $\frac{u^2}{2g}$, $-\frac{u_0^2}{2g}$, a sono nulli, la quistione si riduce

a dovere estendere il secondo membro per intero il camino di richiamo dell'aria viziata, cioè

$$(1) \quad \frac{A}{T_0} = \underbrace{\sum W}_{\text{termine noto}} + \underbrace{\frac{1}{T} \left(\frac{u^2}{2g} - \frac{u_0^2}{2g} + a + L \right)}_{\text{term. da estendersi al camino di richiamo}};$$

come vedremo la soluzione di questa equazione si compie per mezzo di un artificio di approssimazioni che ci conducono infine a un risultato esatto.

Sezione del camino di richiamo. — Si calcola ordinariamente in base ad una velocità iniziale di 1 a 2 m. La temperatura T dell'aria guasta nel camino, perchè abbia luogo un efflusso spontaneo, è incognita, però possiamo ritenere per poco che sia

$$\frac{u}{T} = \frac{1 \text{ a } 2 \text{ m.}}{\text{temp. aria viziata}} = \frac{2}{273 + 15}$$

da cui u = espressione in T

ed $\frac{u^2}{2g}$ = altra espressione in T^2

con la quale, rappresentando un valore che si avvicina a quello della vera carica del camino, possiamo calcolare le resistenze passive le quali non saranno le vere, ma avranno lo stesso grado di approssimazione della carica. Saranno delle espressioni in T^2 che si possono così enumerare:

1.° Resistenza alla graticola, c compreso tra 2 e 6, il lavoro è L_1 = espressione in T^2 .

2.° Attrito, $c = \dots$ il lavoro è L_2 = espressione in T^2 .

3.° Lavoro della gravità; il lavoro è $a = L_3 =$ = altezza del camino.

4.° Differenze di forze vive $\frac{u^2}{2g} - \frac{u_0^2}{2g} = \frac{u^2}{2g} - 0$, il lavoro è L_4 = espressione in T^2 ;

dividendo per T tutte e quattro le relazioni precedenti si ha

$$\begin{aligned} W_1 &= \text{espressione in } T \\ W_2 &= \text{» » } T \\ W_3 &= \frac{\text{altezza del camino}}{T} \\ W_4 &= \text{espressione in } T \\ \sum W_i &= \text{espressione in } T \end{aligned}$$

sostituendo questa nel secondo membro dell'equazione (1) si avrà:

$$\frac{A}{T_0} = \underbrace{\sum W}_{\text{termine noto}} + \sum W_i$$

il secondo membro della quale sarà un numero più una doppia espressione in T .

Da questa espressione noi possiamo ricavare un valore approssimativo di T , trascurando per poco il termine più piccolo in T . Questo valore approssimativo di T sostituito nel medesimo termine trascurato della equazione (2) ci permette di ricavare un secondo valore di T più esatto, il quale ci indica la temperatura che deve assumere l'aria nel camino.

E poichè nel camino potrà avere luogo una dispersione di calore, assumeremo questo valore come quello medio fra le temperature delle due estremità ed allora come temperatura iniziale del camino, suolsi assumere una temperatura maggiore di 30° circa, in base alla quale si calcola:

a) *Peso del combustibile occorrente all'ora alla base del camino.*

Sarà

$$\frac{\text{Quantità totale di calore}}{\text{Calorie prodotte da 1 kg. di combustibile}} = \text{kg.}$$

b) *Velocità dell'aria alla base del camino.*

Sarà data dalla

$$\frac{\text{Velocità aria guasta}}{288} = \frac{x}{T + 30}$$

da cui $x = \dots$; se questa velocità risulta inferiore a m. 3, quale è richiesta all'orificio superiore del camino per vincere la resistenza del vento più forte, fa d'uopo restringere fin da principio la sezione del camino all'orificio superiore, dando così al camino una forma conica, ed in modo da dare all'aria pressochè quella velocità.

c) *Velocità finale del camino.*

Occorre calcolare la trasmissione attraverso le pareti per avere la temperatura finale del camino con la formola

$$\log_e \frac{T_2 - T_0}{T_1 - T_0} = - \frac{cs}{p}$$

dove T_1 = temp. iniziale nel camino,
 T_0 = temp. dell'aria che circonda il camino,
 c = coefficiente di trasmissione,
 s = superficie interna del camino,
 p = peso in acqua del fluido all'ora,
 T_2 = temperatura incognita all'orificio superiore;

dove sostituendo i valori numerici e passando dai logaritmi ai numeri si ricava il valore di T_2 e quindi la velocità finale del camino.

Note perciò così la temperatura iniziale e finale, si calcoleranno le resistenze passive:

- 1.° Resistenza della graticola $L_1 = \dots W_1 = \dots$
- 2.° Attrito $L_2 = \dots W_2 = \dots$
- 3.° Lavoro della gravità $L_3 = \dots W_3 = \dots$
- 4.° Differenza di forza viva $L_4 = \dots W_4 = \dots$

la $\sum W_i$ così ottenuta si sostituisce nella (2) nella quale si deve verificare

$$\frac{\text{Altezza del camino}}{\text{temp. esterna assoluta}} = \text{termine noto ottenuto.}$$

Finchè ciò non avverrà, bisogna modificare l'altezza del camino, ed allora bisogna rifare i calcoli e vedere se, assumendo un nuovo valore per l'altezza del camino, l'equazione riesce soddisfatta. Ovvero si può tentare di diminuire le resistenze passive, modificando la disposizione dei condotti, o pure diminuire l'aria di ventilazione, ovvero aumentare la quantità di combustibile da bruciare all'ora alla base del camino, aumentando così la temperatura iniziale del camino. L'ultimo ripiego è quello che ha sempre il maggior effetto; evidentemente però esso è fatale per l'economia.

§ 10.

LA VENTILAZIONE DELLE CASE DI ABITAZIONE.

Da quanto abbiamo avanti esposto risulta che un appartamento, quando è composto di pochi ambienti di non grandi dimensioni ed è abitato da un piccolo numero di persone (in ragione di 1 persona per

ambiente) riesce abbastanza salubre, perchè basta il rinnovamento spontaneo dell'aria attraverso i giunti delle porte e delle finestre per ventilarlo sufficientemente, senza contare l'aereazione rapida che ha luogo allora quando è possibile aprire ad intervalli di tempo periodici le porte e le finestre dell'appartamento.

Per questa ragione di ordinario la ventilazione artificiale agli appartamenti di grandezza comune viene trascurata dai costruttori specialmente nelle regioni in cui il clima non è rigido.

Ma dove, come nelle abitazioni operaie, devono vivere e dormire stipate molte persone, l'aria si inquina per le traspirazioni del corpo umano, rendendosi ben presto inadatta alla respirazione, per cui è necessario provvedere alla ventilazione artificiale, qualora quella naturale attraverso i giunti od attraverso condotti speciali non riesca sufficiente.

Il mezzo più semplice di rinnovare l'aria in questo genere di edifici nella stagione invernale (perchè in estate provvedono le finestre), è quello di dotarne gli ambienti di caminetti o di stufe frankline; questi apparecchi riscaldano ed eliminano in quantità sufficiente l'aria viziata, poichè oltre l'80 per % del calore va utilizzato a questo scopo, per il quale rispondono ancora in modo migliore le stufe ventilatrici, perchè mentre coll'uso dei caminetti l'aria nuova penetra attraverso i giunti delle porte o delle finestre od attraverso le bocchette di presa e giunge fredda negli ambienti, con le stufe l'aria nuova viene riscaldata prima di versarsi nell'appartamento, e l'aria viziata trova egualmente facile sfogo all'esterno.

Comunemente al di fuori di questi apparecchi altri non se ne vedono impiegati per riscaldare e ventilare gli appartamenti; soltanto nei casamenti signorili, comprendenti un buon numero di vasti appartamenti, si deroga talvolta da questo sistema, adottando il calorifero centrale ad aria calda, o il termosifone a bassa o media pressione, che si installa nei sotterranei del fabbricato, e di cui la spesa di esercizio, mantenuto a cura del proprietario dello stabile, viene gravata sul fitto degli appartamenti nell'identica maniera come lo sono la luce e l'acqua potabile. La ventilazione allora va fatta per richiamo col mezzo del calore, utilizzando il condotto del fumo del calorifero o della caldaia per il riscaldamento e l'evacuazione dell'aria viziata.

§ 11.

LA VENTILAZIONE DELLE SCUOLE.

Le scuole sono frequentate da ragazzi appartenenti a famiglie di diverso ceto e quindi di nettezza differente. Occorre quindi ventilare abbondantemente le aule, se si vuole allontanare il pericolo di malattie provocate dal contagio.

Il PECLÈT ha potuto rilevare che si ottiene una buona ventilazione nelle scuole assicurando per ogni allievo un rinnovamento orario di 6 mc. di aria. Questa disposizione è stata adottata con successo nelle scuole che contengono un grande numero di piccoli allievi, come ad esempio negli asili. Nelle scuole per ragazzi e per giovanetti tale cifra sembra però insufficiente, specialmente se la scolaresca non è numerosa.

Poichè ogni allievo in una scuola occupa la superficie di mq. 1 a 1,2 (tenuto conto della superficie occupata dalla cattedra e dai passaggi) ritenendo l'altezza media delle aule di 4 m., ogni allievo dispone di 4 a 4,8 mc. di spazio, di cui l'aria abbisogna essere rinnovata almeno 3 a 4 volte all'ora, laonde la quantità oraria di aria di ventilazione deve ritenersi compresa tra 12 o 20 mc. per allievo.

Nelle scuole d'estate la ventilazione va disgiunta al riscaldamento; quella quindi deve potersi operare indipendentemente, senza cioè il concorso degli apparecchi di riscaldamento. Epperò la ventilazione spontanea attraverso i condotti, quando potrà effettuarsi, e quella per richiamo col calore sono i sistemi che più convengono.

Di inverno la ventilazione va collegata col riscaldamento. La temperatura dell'aria nelle aule non si eleva oltre i 15 gradi, perchè gli allievi arrivano a scuola già in stato di riscaldamento.

Le condizioni principali a cui deve soddisfare un impianto di riscaldamento e ventilazione per le scuole sono le seguenti:

1.° La temperatura deve mantenersi costantemente intorno a 15° nelle aule qualunque sia il numero degli allievi intervenuti senza grave disturbo per il maestro per regolarla.

2.° Il sistema di riscaldamento di un'aula deve essere indipendente da quello delle altre, e di facile attivazione come di sollecita interruzione e regolazione.

3.° L'aria calda dev' essere uniformemente distribuita nei diversi punti dell'aula.

4.° La ventilazione deve riuscire abbondante,

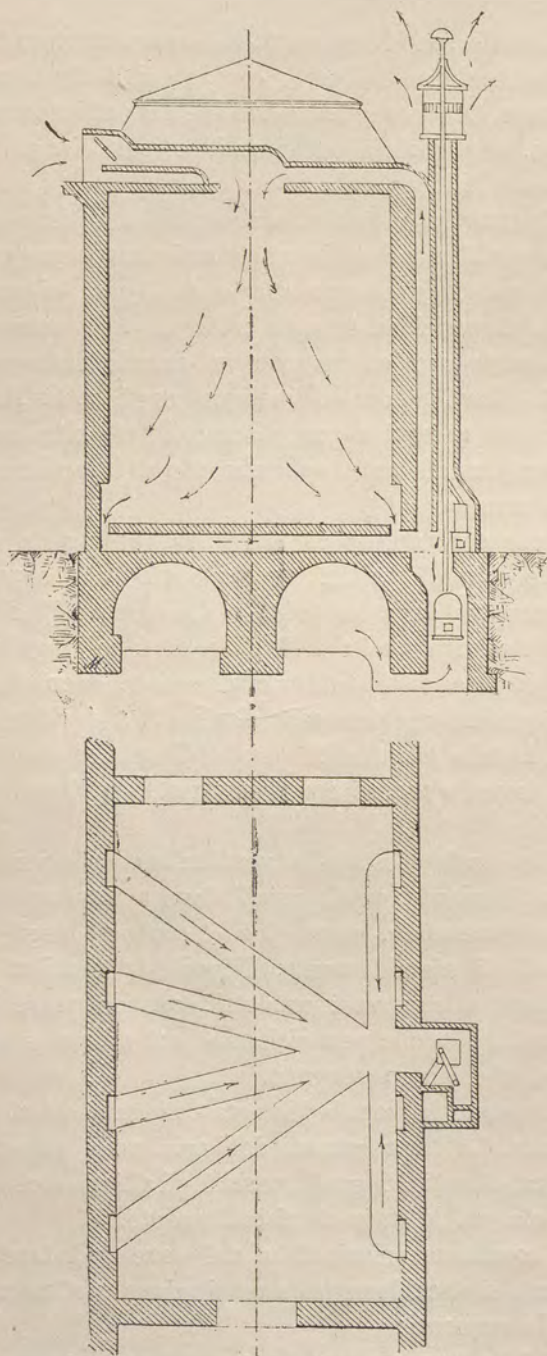


Fig. 901.

contenuta nei limiti sopra citati, e l'aria nuova sufficientemente pura.

Laonde il riscaldamento praticato con stufe ventilatrici ed a fuoco diretto corrisponde pienamente alle condizioni 1 e 2 e meno alle altre e quello effettuato con calorifero centrale ad aria calda, con

calorifero misto a vapore e aria o acqua e aria sodisfa in modo migliore alle condizioni 3 e 4; per cui nelle scuole comprendenti molte aule distribuite in piani diversi, questo sistema sembra preferibile al sistema con stufe. Nell'un caso e nell'altro la ventilazione va praticata per richiamo col mezzo del calore utilizzando la camera da fumo delle stufe o del calorifero per il riscaldamento e la evacuazione dell'aria viziata. Le bocchette di estrazione dell'aria guasta nelle aule si collocano opportunamente nel pavimento fra i banchi degli allievi e i condotti di richiamo che immettono nel camino di ventilazione si stabiliscono nello spessore del pavimento medesimo. Le bocchette di aria nuova riscaldata si collocano in alto verso il soffitto.

Talvolta l'aria calda proveniente da un tubo del calorifero si fa entrare in una capacità praticata nella parete esistente dietro i banchi. Questa capacità comunica pure con l'esterno mediante bocca a registro e può funzionare come camera di miscela. Da questa si dirama un tubo che conduce l'aria in una cornice forata che corre in giro alla sala, che la distribuisce dai fori in modo uniforme ed inavvertito.

In Germania prevale l'uso del termosifone per il riscaldamento delle scuole e dei ventilatori per la ventilazione meccanica. Per mezzo di ventilatori prementi si introduce nelle aule l'aria purificata attraverso un filtro o con un getto di vapore e previamente riscaldata di inverno.

Degno di menzione è l'esempio di ventilazione adottata negli Stati Uniti per le scuole dei distretti rurali, riportato nella fig. 901. Esso consiste in un apparecchio di riscaldamento collocato nei sotterranei od in mancanza di questi in una stanza laterale. Sotto il tetto vi è una camera di aria per l'ammissione dell'aria pura e sotto il pavimento vi è una serie di condotti per l'estrazione dell'aria viziata, che vanno a terminare nel camino di richiamo dei prodotti della combustione del calorifero.

Il punto di introduzione dell'aria pura è alla maggior distanza possibile dalla sommità del camino di richiamo; essa passa a lambire il calorifero, si alza verticalmente percorrendo un condotto, fino alla camera di aria del tetto e si introduce nell'ambiente da ventilare attraverso il soffitto. Allo scopo di attenuare, quando occorra, la temperatura dell'aria proveniente dal calorifero, si ammette nella camera d'aria una piccola quantità di aria fredda,

per mezzo di un'apertura che comunica coll'esterno. Per attivare l'aspirazione dell'aria viziata durante la calda stagione, si fa uso di un fornello supplementare posto nell'interno del camino di richiamo.

Speciale cura richiedono le aule quando sono adibite anche alle scuole serali. Queste richiedono una illuminazione sfarzosa, specialmente se vi si insegna il disegno. L'istallazione delle bocchette di estrazione dell'aria viziata fra i banchi nel pavimento in questo caso non è più suggeribile per non sottoporre gli allievi alle molestie, che loro arrecherebbero gli abbondanti prodotti della illuminazione, se questa è fatta col petrolio o col gas-luce. È necessario quindi situare le bocchette di estrazione verso il soffitto per avviare l'aria viziata e i prodotti della illuminazione al camino di evacuazione per mezzo del richiamo dall'alto, che si fa funzionare durante le ore di scuola serale. Di giorno invece le aule, trovandosi nelle condizioni normali, si ventilano più convenientemente con bocchette situate in basso fra i banchi, laonde converrà provvedere ciascun condotto di estrazione di due bocchette munite di registro, una cioè collocata verso il soffitto, l'altra nel pavimento o verso il basso della parete; con le prime si attiverà il richiamo dall'alto nelle ore di scuola serale, con le seconde il richiamo dal basso nelle ore diverse.

§ 12.

LA VENTILAZIONE DELLE CASERME

E DELLE PRIGIONI.

Nelle caserme e nei dormitori delle carceri con detenuti in comune, la superficie assegnata ad ogni individuo varia fra 4 e 5 mq. ed in corrispondenza lo spazio fra 16 e 20 mc. Nelle celle per un solo detenuto si ha una superficie di mq. 9 in media per testa ed uno spazio di mc. 28 circa. La quantità di aria di ventilazione ritenuta necessaria in questo genere di edifici corrisponde almeno al doppio dello spazio assegnato ad ogni individuo durante il giorno ed al triplo dello stesso spazio durante la notte.

Il riscaldamento nelle caserme ordinariamente viene trascurato anche nei paesi più freddi del nostro, perchè la robustezza propria dell'età del soldato affida l'inutilità di questo esercizio. Soltanto nei paesi molto nordici vediamo il riscaldamento applicato nelle caserme; in Inghilterra ha dato buona

prova l'uso di stufe di cotto, sempre che queste vengano bene regolate e siano ventilatrici.

Nelle caserme costruite dall'ingegnere militare HANAUS DI HANNOVER si è seguito il principio di non tenere di giorno i soldati negli stessi locali destinati per la notte. Senza per altro aumentare lo spazio, questo venne diviso in due parti disuguali, destinando la parte minore per la residenza di giorno e quello maggiore come dormitorio, che di giorno deve essere continuamente aereato. Se a questa disposizione si aggiungesse anche una ventilazione per la notte, il sistema non lascerebbe più niente a desiderare sotto il punto di vista igienico.

Il sistema di ventilazione più noto nelle caserme e nelle carceri comuni è quello naturale, anche perchè è il meno dispendioso e relativamente il più efficace. Certamente quando è possibile l'apertura delle finestre la ventilazione riesce sovrabbondante: non così avviene quando le finestre sono chiuse e nelle ore della notte, durante la quale la ventilazione deve essere maggiormente attivata.

In precedenza si è accennato ai diversi mezzi con cui si può praticare la ventilazione naturale, mediante bocchette di presa di aria nuova dallo esterno. Si potrebbe, ad esempio, disporre per le caserme nella parte più alta delle vetrate delle finestre medesime, che si tengono aperte di giorno, le bocchette provviste di ventilatori a palette per attivare la corrente di aria pura, ovvero si può rendere mobile la parte superiore di una vetrata con un telarino a bilico o scorrevole a saracinesca. Le bocche di estrazione dell'aria viziata vanno collocate al piede delle pareti dietro i letti, di maniera che i prodotti della respirazione vengano prontamente aspirati prima che si mescolino con l'aria dell'ambiente. Queste bocchette immettono in condotti verticali che si inalzano al di sopra del tetto, provvedendo al tiraggio per effetto dell'eccesso di temperatura dell'aria interna.

Il sistema di riscaldamento delle prigioni oltre, che a somministrare una quantità abbondante di aria, deve principalmente soddisfare alla condizione che l'impianto delle condutture non dia il mezzo ai detenuti di comunicare fra loro.

Per soddisfare a questa condizione non poche difficoltà si presentano al costruttore, se il sistema di riscaldamento è quello ad aria calda col mezzo del calorifero. Le medesime difficoltà presenta la ventilazione, specialmente se l'impianto è proposto per

le carceri cellulari, per la necessità di dovere tenere i condotti tanto del riscaldamento che della ventilazione separati per ogni cella e quindi per il grande numero di condotti che, si è costretti a praticare nello spessore dei muri, senza poi essere sicuri di riuscire allo scopo anche con una accurata esecuzione.

Per queste ragioni i caloriferi ad aria calda non sono indicati per il riscaldamento delle prigioni; di essi se ne ha qualche rara applicazione soltanto in Germania (*carcere di Bruchsal*).

Già abbiamo detto come sin dal 1849 l'ingegnere Grouvelle avesse applicato il termosifone a bassa pressione per il riscaldamento al carcere di Mazas. Da un generatore situato nel centro del penitenziario il vapore è portato mediante tubi per riscaldare l'acqua di una caldaia di termosifone installata in ognuno dei tre piani dei sei corpi di fabbrica radiali contenenti ciascuno due ordini di celle per piano.

La tubatura del termosifone si sviluppa in una cavità longitudinale praticata nello spessore del pavimento del corridoio, nella quale penetra l'aria esterna pur essendo suddiviso in scomparti, mediante traverse verticali, in corrispondenza di ogni cella. Da

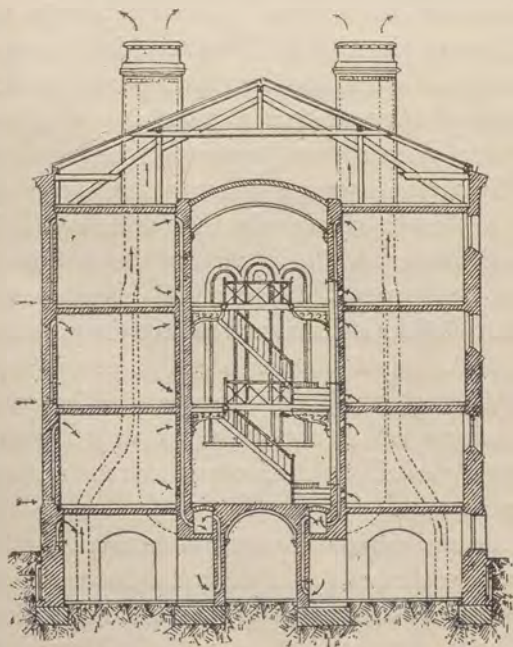


Fig. 902.

questa cavità si diramano i condotti di aria calda che sboccano in ciascuna cella in alto verso il soffitto in posizione, cioè, in cui il detenuto non può arrivare. Ciascuna cella ha una latrina e il Grouvelle si servi del tubo di discesa di questa come

mezzo di estrazione dell'aria guasta, per non praticare troppi condotti nei muri, smaltendola così per richiamo dal basso. A tale scopo mise in comunicazione il tubo di discesa di ciascuna latrina con un collettore comune, situato nel sotterraneo conducente l'aria viziata al grande camino centrale di richiamo.

In qualche carcere (*penitenziario di Petonville a Londra*) le bocchette di scarico dell'aria viziata si trovano in basso nella parete opposta a quella per la quale si pratica l'introduzione dell'aria calda, i cui condotti di evacuazione verticali salgono fino al soffitto ove si raccolgono in un collettore dal quale si smaltiscono col sistema di richiamo dall'alto.

Il Breymann nel suo trattato fa la descrizione dell'impianto di ventilazione e riscaldamento eseguito in una parte del penitenziario di Pöltzence presso Berlino, che giova qui riprodurre (fig. 902). Lo scaldamento è fatto con termosifoni ad alta pressione e si ventilano i locali mediante richiamo dell'aria guasta. I tubi di scaldamento per ciascun piano, si trovano nelle pareti frontali e sono scoperti. Per l'introduzione dell'aria fresca servono dei condotti a forma di Z, disposti nelle pareti frontali: questi condotti pigliano l'aria pura esternamente, a livello del pavimento, e la versano negli ambienti appena sotto la volta, mediante bocchette provviste di rete di fil di ferro. La presa dell'aria si può regolare mediante registri girevoli, i quali sono alla portata delle mani.

L'evacuazione dell'aria viziata si fa mediante condotti disposti nei muri di corridoio e provvisti di una bocchetta in alto e di un'altra abbasso; questi condotti scendono verticalmente sin sotto il pavimento del corridoio e si riuniscono in un collettore che si trova nel sotterraneo e che comunica col camino di richiamo, ascendente presso il condotto del fumo. Di estate, le canne per l'estrazione dell'aria guasta si scaldano con tubi del termosifone. La ventilazione delle ritirate si fa separatamente da quella delle celle. Ogni tre celle sovrapposte vi è un condotto comune per l'estrazione dell'aria viziata.

§ 13.

LA VENTILAZIONE DEGLI OSPEDALI.

Negli ospedali la ventilazione deve esercitarsi abbondantemente e devesi sommariamente soddisfare la condizione che ogni ammalato venga liberato dalle proprie emanazioni e rigorosamente difeso dalle esa-

lazioni degli altri ammalati. Senza soddisfare a questi precetti di igiene si incorre nel pericolo di propagare i germi di infezione da un degente all'altro ciò che, naturalmente, costituisce un difetto avente per risultato un effetto diametralmente opposto a quello intrinseco dell'edificio, in quanto che si aumenterebbe, anzichè diminuire, la mortalità degli ammalati.

Per queste ragioni il problema della ventilazione negli ospedali è stato ed è tuttavia sempre oggetto di studi speciali da parte dei costruttori e degli igienisti; questi studi finora hanno dato luogo a risultati pratici sovente disparati. È così che è prevalso in un ospedale il sistema di riscaldamento misto ad acqua e aria accoppiata ad una ventilazione artificiale promossa dalla azione di ventilatori aspiranti, mentre in un altro, a Parigi, il Grouvelle adottava il sistema di scaldamento a vapore ed acqua unito alla ventilazione con ventilatori prementi e più tardi il Morin nell'ospedale di S. Eugenia a Lilla otteneva un migliore e favorevole risultato, effettuando il riscaldamento con calorifero ad aria e la ventilazione con caminetti comuni. E poichè anche il termosifone si ritrova applicato presso qualche ospedale di non recente costruzione si può dire che quasi tutti i sistemi semplici e complicati sono stati impiegati per riscaldare e ventilare gli ospedali, sebbene con successo più o meno ragguardevole.

Di ordinario la ventilazione praticata con i ventilatori aspiranti, questi apparecchi possedendo una potenzialità poco sufficiente, raramente riesce a fornire una quantità di aria bastevole per una abbondante aereazione. La ventilazione con ventilatori prementi al contrario è capace di somministrare la quantità di aria richiesta specialmente, se l'azione dei ventilatori è coadiuvata da quella aspirante di un camino di evacuazione; ma il costo di impianto e di esercizio degli uni e degli altri meccanismi di ventilazione sono così elevati da non consigliare l'impiego altro che in casi eccezionali.

Il termosifone si presta dall'altro lato per riscaldare gli ospedali di antica costruzione, per la facilità con cui questo apparecchio si impianta in muri già costruiti e per il grande raggio di azione che può utilmente servire per fabbricati di vasta estensione. Con questo apparecchio l'aria pura si fa affluire dallo esterno in condotti facili a praticarsi nei pavimenti, nei quali si installano le tubature del termosifone discendenti dal vaso di espansione col-

locato al di sopra del soffitto; quivi l'aria si scalda convenientemente, se la tubatura ha sufficiente sviluppo nel condotto, diversamente l'aria finisce di scaldarsi alla temperatura di immissione richiesta, attraverso stufe ad acqua, che si collocano negli ambienti. L'aria guasta sarà avviata per mezzo dei condotti di richiamo ad un collettore, situato al di sopra del soffitto, comunicante a sua volta col camino di richiamo, nel quale può collocarsi il vaso di espansione per riscaldare l'aria viziata, la quale così viene evacuata per richiamo dall'alto.

Negli ospedali di piccola importanza e negli altri moderni costruiti a padiglioni isolati, nei quali cioè ciascun padiglione può essere scaldato e ventilato

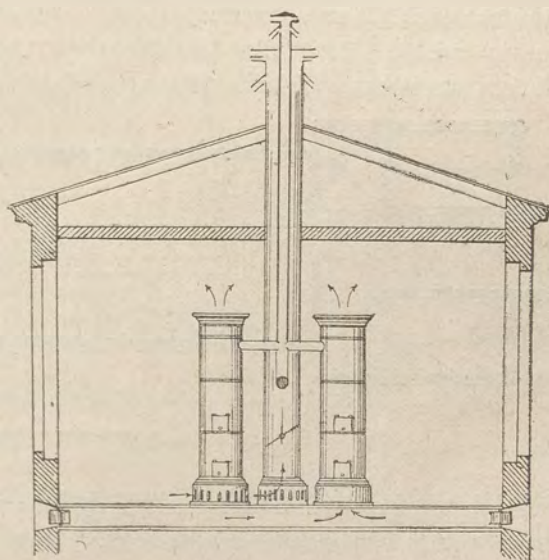


Fig. 903.

con sistema proprio indipendente da quello degli altri, il sistema più idoneo è quello promosso con calorifero ad aria, ovvero con stufe ventilatrici distribuite negli ambienti.

Adottando il calorifero centrale, la ventilazione è fatta per richiamo dal basso: i condotti di estrazione dell'aria viziata scendono verticalmente fino al sotterraneo per sboccare in un collettore, che immette nella base del camino di richiamo, dove il riscaldamento e l'evacuazione dell'aria guasta sono effettuati per mezzo della canna da fumo del calorifero, ovvero attivando il fuoco in un apposito focolare a carbone o a gas.

Le stufe ventilatrici rinnovano da sole l'aria dell'ambiente per cui non si richiede speciale disposizione dei condotti di espurgo. Nell'impianto di riscaldamento e ventilazione del Lazzaretto militare

di Berlino, descritto dal Breymann, in ogni sala vi sono due stufe a ventilazione e ad alimentazione continua a doppio inviluppo (fig. 903) coll'involuppo esterno prolungato fino al pavimento. Frammezzo

di registro. Così si può sempre utilizzare la direzione del vento per la presa dell'aria. Tanto le canne di richiamo che i tubi del fumo sono muniti di deflettori.

In ogni sala vi è poi anche un caminetto, nella

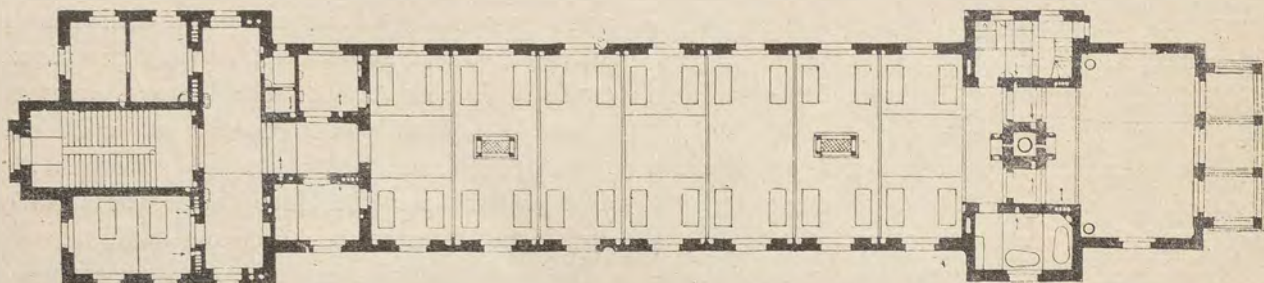
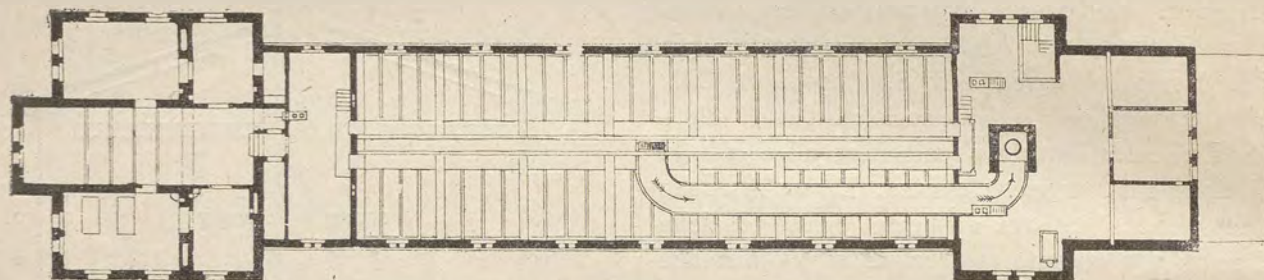


Fig. 904.

alle due stufe vi è un condotto collo zoccolo sfornato per l'estrazione dell'aria viziata.

Questo condotto è munito di valvole per potere regolare il movimento dell'aria viziata, la quale viene

parete più corta, per aiutare lo scaldamento e la ventilazione. La benefica influenza di questi caminetti si fa sentire specialmente di primavera e di autunno, nelle giornate fredde.



0 5 10 15 M.

Fig. 905.

richiamata dal tubo del fumo comune per tutte e due le stufe. L'aria nuova viene presa da ambedue

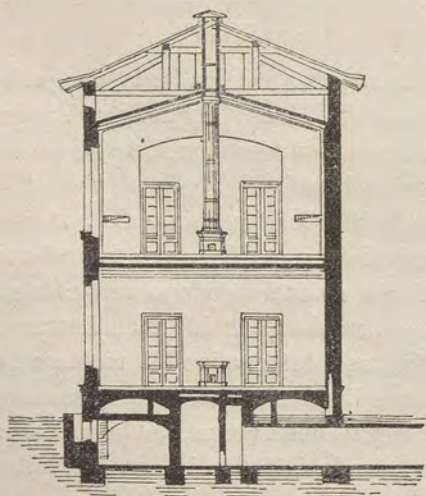


Fig. 905 a.

le pareti di fronte mediante bocchette munite da traliccio, che comunicano con un condotto orizzontale disposto sotto al pavimento e munito alla sua volta

Anche nell'Ospedale civico di Berlino (fig. 1, 2, Tav. LXVI) e figg. 904, 905, 905 a, costruito a padiglioni di due piani, il riscaldamento è fatto col calorifero centrale misto ad acqua e aria (1) e la ventilazione è praticata con richiamo dal basso nel piano inferiore del padiglione e con richiamo dall'alto nel piano superiore. L'aria di ventilazione, entrando per mezzo di una grande bocca praticata nel pavimento, si riscalda al contatto di questi registri, poi ascende verso il soffitto per ridiscendere, mentre si raffredda gradatamente. Nel piano inferiore del padiglione a due piani l'aria viziata si estrae mediante molte bocchette munite di traliccio ed aperte nei pilastri intermedi alle finestre, molto presso al pavimento. L'aria guasta (vedi la pianta del sotterraneo) percorre poi nella direzione della freccia i condotti orizzontali sottostanti al pavimento e passa quindi nel camino collettore che è riscaldato dal tubo del fumo dell'apparecchio di riscaldamento.

(1) Breymann predetto.

Nelle infermerie del piano superiore (vedi sezione) l'estrazione dell'aria viziata si fa a metà altezza della sala e cioè il richiamo è a livello. Per questo scopo si è costruito un camino di legno e di lamiera, in forma di colonna, che accompagna l'aria viziata prima in un condotto della sezione di mq. 0,75 rivestito interamente con lamiera di zinco, e poi all'altezza del sottotetto (vedi pianta del sottotetto) nella canna di ventilazione. Al piede del suaccennato camino, appena sopra la bocchetta munita di traliccio, vi è un tubo a gas piegato obliquamente all'insù e fornito di becchi di richiamo per rinforzarne l'efficacia. Un indicatore mostra continuamente la velocità dell'aria nel camino. D'estate quando non si voglia ricorrere ad alcuna altra sorgente di calore e nemmeno al fornello ad alimentazione continua a coke, basta tutto al più il consumo di 1 mc. di gas. per cambiare l'aria della sala una volta ogni ora.

Negli ospedali la posizione delle bocche di calore e quella delle bocche di estrazione esercitano una notevole influenza sulla regolarità ed efficacia del sistema di riscaldamento e ventilazione adottato, se si vuole che l'ammalato riesca circondato nel suo letto dalle proprie esalazioni e sia salvaguardato da quelle dei suoi vicini. È necessario che le bocche di estrazione si aprano in vicinanza di ogni letto, od al più tra un letto e l'altro, e che le bocche di introduzione dell'aria calda siano disposte in maniera che l'aria arrivi direttamente al tetto, di là espandendosi, ridiscenda, uniformemente raffreddandosi, fino a che non venga richiamata dalle bocchette di aria viziata. I condotti di estrazione quindi si disporranno nei pilastri compresi tra due finestre e le relative bocchette nella parete in basso presso il pavimento ovvero nel pavimento medesimo.

Degno di nota è, in proposito, un metodo che, pur non essendo scevro di inconvenienti, corrisponde alle suesposte esigenze. Questo sistema venne impiegato in un ospedale di New-York; il modo di svolgersi della ventilazione è rappresentato nella fig. 906. In questo metodo l'aria affluisce presso al malato, passando attraverso lunghe e strette aperture, coperte da una lastra perforata collocata un poco al di sopra del suo capo. A livello del pavimento esiste una bocca di estrazione per la quale si precipita l'aria viziata, aspirata dal camino di richiamo. In questo caso speciale l'efflusso dell'aria può utilmente combinarsi con la

sua eliminazione. Questa disposizione di bocchette esige però che sia ben regolata la velocità di efflusso e la temperatura dell'aria calda per non creare correnti moleste e quindi nocive al degente.

Negli ospedali a padiglione infine si può utilizzare la ventilazione naturale provocata dalla differenza di temperatura tra l'aria interna e quella esterna, bastando a tal'uopo un eccesso di temperatura di 10 gradi. Le bocchette di estrazione si stabiliranno in alto nei muri esterni situandole una per ogni pilastro tra due finestre, ed i condotti verticali si fanno salire fin sopra il tetto. Le bocchette saranno munite di valvole, per essere aperte solo nel caso che le condizioni siano favorevoli alla ventilazione sponta-

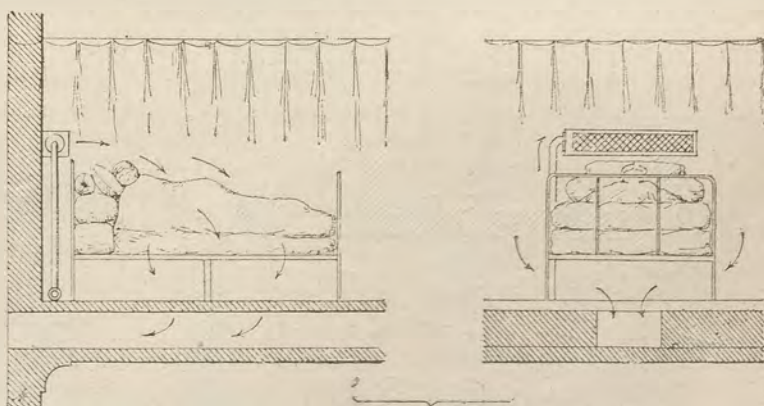


Fig. 906.

nea, diversamente la ventilazione si pratica artificialmente. Il sistema di ventilazione naturale degli ospedali a padiglioni si addice di preferenza ai padiglioni costituiti di un solo piano: esso riesce il più economico e può essere adoperato anche di estate, tutte le volte le condizioni atmosferiche non permettano di aprire le finestre.

§ 14.

LA VENTILAZIONE DELLE SALE PER LE ASSEMBLEE.

Nei grandi auditorium, nelle sale per riunioni politiche, in quelle per le assemblee legislative, ecc., nelle quali si possono trovare stipate molte persone per diverse ore, si deve tenere conto della quantità non indifferente di calore prodotto dalle persone, al quale si deve aggiungere quello prodotto dalle fiamme illuminanti, se questi locali vengono adibiti anche di notte.

La ventilazione in questi ambienti è esercitata secondo due principii differenti, cioè tanto per mezzo

del richiamo dal di sotto, quanto per mezzo del richiamo dall'alto. Però è facile comprendere come la quantità di calore in questi locali riuscendo spesso eccessiva, la ventilazione dall'alto debba avere la preferenza su quella inversa, dall'alto al basso, generalmente costosa in simili casi, perchè abbisogna un forte richiamo per vincere la tendenza dell'aria guasta a muoversi spontaneamente dal basso all'alto, e sovente insufficiente quando molto elevata è la temperatura dell'aria interna.

Il mezzo pratico quindi di ventilare queste sale, suggerito dal Ferrini, è quello di utilizzare il movimento ascensionale dell'aria viziata attraverso aperture praticate nel soffitto e qualora questo movimento non riesca sufficientemente efficace, aiutare il movimento saliente, insufflando l'aria pura con forza meccanica per mezzo di ventilatori prementi. L'uso di questi apparecchi si rende necessario, ad

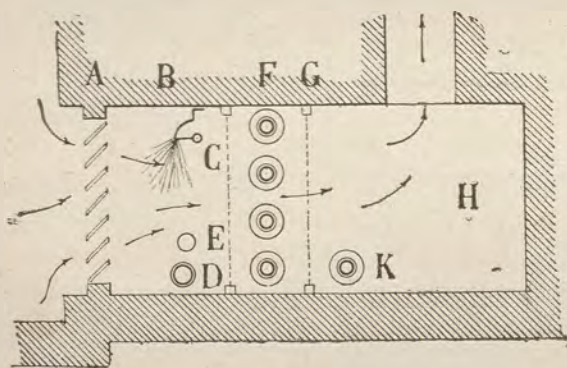


Fig. 907.

esempio, quando il numero delle persone convenute nella sala è scarso, ovvero di estate tutte le volte cioè l'eccesso di temperatura dell'aria interna per rispetto a quella esterna è piccolo.

Non mancando però i fautori del sistema di ventilazione dal basso, si hanno esemplari in cui sono applicati l'uno o l'altro sistema. La ventilazione dal basso ha per effetto di smaltire prontamente le esalazioni del corpo e impedire che l'aria della sala venga inquinata dalla polvere che si eleva se l'aria si muove nel senso inverso. Con la ventilazione dall'alto al contrario i prodotti della combustione del gas illuminante non discendono a contatto delle persone prima di essere evacuate.

La ventilazione dall'alto venne con successo applicata nel Parlamento di Londra (Westminster); esso infatti riunisce i vantaggi dei migliori sistemi conosciuti. L'apparecchio di riscaldamento composto da potenti generatori di vapore è situato sotto una

tettoia posta al centro dell'edificio. Si diede la preferenza al riscaldamento a vapore perchè dotato di maggior forza riscaldante e di maggior rapidità di svolgimento, in confronto di quello ad acqua calda.

Essendo ad ogni istante variabile il numero dei deputati presenzianti le sedute, è cosa essenziale che la temperatura e la ventilazione possano essere regolate quasi all'istante. A questo scopo un filo telegrafico collega il seggio presidenziale coll'ufficio degli impiegati sorveglianti gli apparecchi ed il presidente trasmette gli ordini secondo i bisogni e le esigenze del momento.

Una porzione di questo impianto è rappresentata schematicamente nella fig. 917. Nella parte dell'edificio prospiciente il Tamigi sono praticate le bocche A di presa dell'aria pura, munite di registri che possono manovrarsi stando in una camera adiacente B.

Una serie di zampilli di acqua fredda posti nella camera stessa, proveniente dal tubo C, servono a rinfrescare e purificare l'aria secondo le esigenze della stagione e secondo i bisogni del servizio. Il tubo di acqua E ed il sottostante tubo di vapore D, servono ad accrescere secondo il bisogno il grado di umidità dell'aria, lasciando cadere dal primo alcuni getti sottilissimi di acqua, che viene tosto vaporizzata dal secondo.

Gli apparecchi di riscaldamento collocati nella camera F, constano di batterie a vapore munite di alette, a forma di piastra circolare di cui il numero è determinato dalla quantità di aria da riscaldarsi.

Succedendo sovente il caso che l'aula del Parlamento prima vuota, si riempia quasi istantaneamente di deputati, attrattivi dalla discussione di un argomento interessante, è d'uopo di avere sottomano i mezzi opportuni per regolare rapidamente la temperatura. Questi sono forniti dalle batterie addizionali K situate nella camera H, servendosi della loro azione, o separandola affatto dal rimanente a norma delle ordinazioni diramate dal presidente.

L'aria corrotta è eliminata da aperture praticate nei cassettoni del soffitto, ed è assorbita dal tiraggio prodotto da un focolare posto alla base di un camino. I lumi a gas posti tutto all'ingiro in prossimità del soffitto, concorrono a promuovere il tiraggio del camino principale per l'estrazione dell'aria nociva.

Il Palazzo del Parlamento provvisorio in Berlino, che funzionò prima dell'attuale edificio monumentale,

ci offre un interessante esempio di ventilazione dal l'alto al basso per richiamo coadiuvato dall'azione meccanica di ventilatori prementi che iniettavano l'aria pura preventivamente scaldata nella sala. Questo impianto così descritto dal Breymann è rappresentato nelle figg. 908 e 909.

L'aria fresca venne presa dal giardino dell'attiguo palazzo e di solito arrivava mediante le bocchette *d, d* nei corridoi *B, B'* del sotterraneo; però in *A* vi è uno sportello, per potere iniettare l'aria, quando ve ne sia il bisogno, con due ventilatori tipo Schiele mediante due tubi di cotto disposti nel sotterraneo sotto il pavimento e terminanti alle bocchette *t, t*. L'aria entrava dai corridoi nelle camere scaldate dai condotti di vapore nella direzione della freccia. Di

ordinario si adoperava soltanto la camera più grande a sinistra, nella stagione più calda si faceva estrarre l'aria ai due lati della sala.

Sopra il corridoio *B'* e sui condotti *ZZ* a destra della camera di riscaldamento, si trovavano disposte nel senso della lunghezza le camere di miscela *C, C*, per le quali passava l'aria che dopo avviavasi ai condotti verticali, per portarsi a sboccare nella sala presso il soffitto ed all'altezza di m. 9,4 sul terrazzo,

mediante otto bocchette ornate e circolari del diametro di m. 1,2. Nella camera *C*, mediante numerose bocchette munite di registri, poteva entrare dal basso anche l'aria fresca, per ottenere una miscela

con quella calda. Perché la temperatura riuscisse il più possibile uniforme in tutti i condotti verticali, la camera a sinistra era divisa mediante tramezze in tanti reparti, quanti erano i condotti verticali e quindi le bocchette. Mediante termometri disposti alla sommità dei condotti, si poteva controllare la temperatura, regolando l'ammissione dell'aria fresca nelle camere di riscaldamento,

nonché la miscela dell'aria calda con quella fredda; questa miscela era indispensabile, perché la temperatura nella sala prima della seduta non dove-

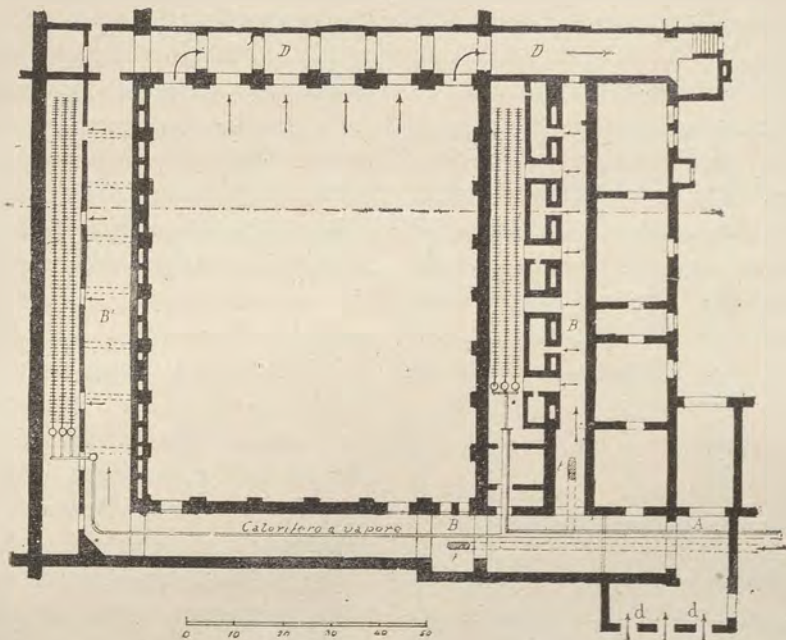


Fig. 908.

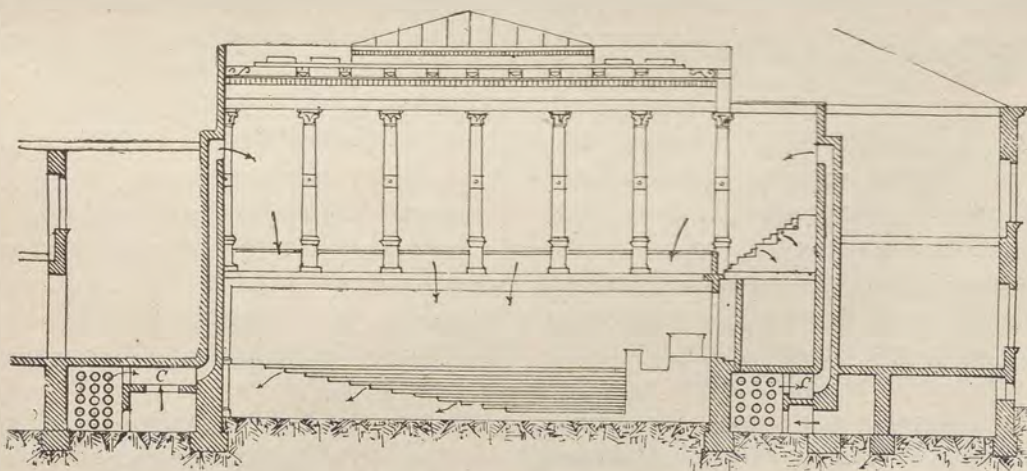


Fig. 909.

va superare $13 \frac{1}{3}$ R. e l'aria vi doveva entrare di qualche grado più calda, per impedire i richiami d'aria dalle aperture di porta e di finestra, mentre poi la temperatura non doveva elevarsi troppo rapidamente.

L'aria dopo essere entrata dalle bocchette a traliccio nella sala prendeva un movimento discensionale. Nonostante il forte richiamo dal basso, la circolazione non era sensibile che all'estremità infe-

riore dei rosoni e la velocità di efflusso si manteneva moderata.

L'aria guasta si estraeva dalla sala mediante numerose bocchette disposte nei frontalini della gradinata dei sedili e quindi dal locale sottostante si dirigeva nel senso della freccia nei corridoi *DD* e quindi nel cammino di richiamo che veniva fortemente riscaldato mediante un grande fornello ad alimentazione continua. Per le tribune si provvedeva separatamente all'estrazione dell'aria viziata mediante bocchette disposte nei frontalini dei sedili.

Per iniettare l'aria fresca nelle camere di riscaldamento venivano impiegati due ventilatori della ditta Schiele di Francoforte sul Meno con bocche soffianti all'ampiezza di mq. 0,39 mossi ciascuno da una macchina a vapore della forza di 8 cavalli.

§ 15.

LA VENTILAZIONE DEI TEATRI.

L'ambiente del teatro è ben diverso da quelli finora studiati, poichè, mentre in questi si hanno da ventilare generalmente ambienti determinati e nettamente separati gli uni dagli altri, nei teatri la platea, il palcoscenico, i palchetti, i corridoi, i vestiboli, ecc. possono formare ad un dato momento un ambiente unico, oppure sono separati. La temperatura che si esige nel palcoscenico è sempre più bassa di quella che si addice per gli spettatori della platea e dei palchetti e questa più bassa di quella richiesta nei corridoi e nei vestiboli. Inoltre la platea ed i palchetti ora si presentano zeppi di spettatori, ora si vuotano completamente, durante gli intervalli dello spettacolo. In tale condizione trovasi anche il palcoscenico che solo ad intervalli è invaso dai cori. Il problema della ventilazione pei teatri quindi, per tutte queste circostanze alle quali si unisce l'influenza di una lussureggiante illuminazione, specialmente se questa è fatta a gas, presenta gravi difficoltà per il costruttore, e non è quindi a meravigliarsi se finora non è stato risoluto in maniera del tutto soddisfacente.

Uno degli inconvenienti più gravi a cui si va incontro nella ventilazione dei teatri è quello delle facili correnti di aria che si producono tutte le volte si aprono le portierine dei palchi e quelle dei vestiboli e le altre non meno fastidiose provocate dalla immissione dell'aria pura, se le bocchette non sono razionalmente distribuite.

L'aria nuova, riscaldata preventivamente a 25-50 gradi nella stagione invernale, viene versata mediante bocchette nei vestiboli, nei corridoi e nelle sale. Tale volume di aria è sempre grande, perchè vasti sono gli ambienti a ventilare e molto più grande ancora è il volume di aria da rinnovare che deve essere rimpiazzata dall'aria pura. Perchè l'aria calda giunga nella sala senza recare disturbi agli spettatori basterà scemare il più che si possa la sua velocità di immissione (m. 0,5 al più) e frazionarne il volume. Epperò si sono immaginate diverse disposizioni delle bocchette e fra queste caratteristiche sono due le quali hanno lo scopo di distribuire uniformemente l'aria calda per tutta l'altezza della sala.

Con la prima disposizione l'aria calda, versata prima nei corridoi dei palchetti, giunge nella sala per mezzo di piccoli tubi attraversanti il pavimento dei palchetti e sboccanti al di sotto del loro davanzale, di maniera cioè da non ferire punto gli spettatori che si trovano nei palchetti, nè quelli della platea.

Con l'altra disposizione la medesima aria dei corridoi è introdotta nella sala per mezzo di un falso pavimento, sotto il pavimento di ogni palchetto, che permette lo sbocco un poco al di dietro del davanzale. L'aria così introdotta nella sala con tubi o con falso pavimento, che fanno il giro intero di ogni fila di palchi, è nelle migliori condizioni per rendere igienica al completo l'aria della sala senza dar luogo a correnti nocive, e le porte dei palchi potranno allora essere aperte senza che lo spettatore sia esposto a correnti sensibilmente fastidiose.

Assegnando alle bocchette di calore una posizione prossima al soffitto della sala si evitano egualmente le correnti di aria nociva per gli spettatori, però l'iniezione dell'aria nuova dall'alto esige l'estrazione dell'aria viziata dal basso, presso il pavimento della platea, perchè l'aria nuova fosse obbligata a discendere per tutta l'altezza dell'ambiente. Questa disposizione, che si vede rappresentata schematicamente nella fig. 910, nella quale le frecce indicano chiaramente le varie evoluzioni dell'aria, richiede con evidenza un forte richiamo nel camino di evacuazione, perchè sia vinta la tendenza ascensionale dell'aria calda nella sala: essa corrisponde perciò pienamente ai principi scientifici, ma può riuscire facilmente insufficiente, se il richiamo nel camino di evacuazione non è energico.

Tale fu il sistema adottato nel teatro Vaudeville di Parigi, dove per la ventilazione venne utilizzato

il calore prodotto dalle fiamme del grande lampadario centrale (fig. id.) per riscaldare l'aria viziata alla base del camino di richiamo. Nel centro del sotterraneo della sala, in *a* è stato situato il calorifero destinato a riscaldare l'aria nuova, richiamata dallo esterno per mezzo dei condotti *b b* ed avviata pei condotti *c c* alle bocchette di distribuzione *d d* situate in prossimità del soffitto, in giro della sala. Dalle bocchette l'aria calda si distribuisce nella sala e discende nella direzione delle frecce fino alla platea, richiamata dalle bocchette *e e* destinate all'estrazione dell'aria viziata. Questa per mezzo dei condotti *f f* è richiamata alla base del grande camino

rettamente coll'esterno, il quale fornisce l'aria alle bocchette di immissione.

Nei teatri in cui l'illuminazione si effettua col mezzo del gas senza dubbio il migliore sistema di ventilazione, che si possa adottare, è quello in cui si utilizza il calore delle fiamme per evacuare l'aria viziata. La maniera più semplice è quella di stabilire il camino di richiamo nel centro del soffitto al di sopra del lampadario centrale. L'aria viziata concorre nel camino da tutti i punti della platea e del palcoscenico nella maniera schematicamente indicata dalla fig. 911. Questo camino si può regolare mediante valvola girevole e comunica col locale supe-

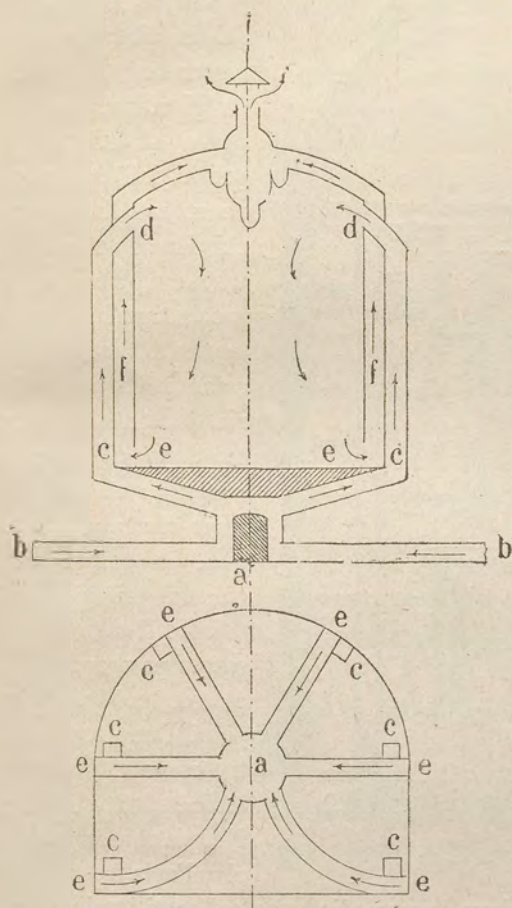


Fig. 910.

di evacuazione situato sopra il soffitto, nel centro, di maniera che i prodotti della combustione del gas del lampadario lo attivino, scacciando all'esterno l'aria viziata condotta al suo piede. Di estate, quando il calorifero non funziona, l'aria pura entra egualmente dall'alto in prossimità del soffitto, per mezzo di un canale ricorrente all'ingiro e comunicante di-

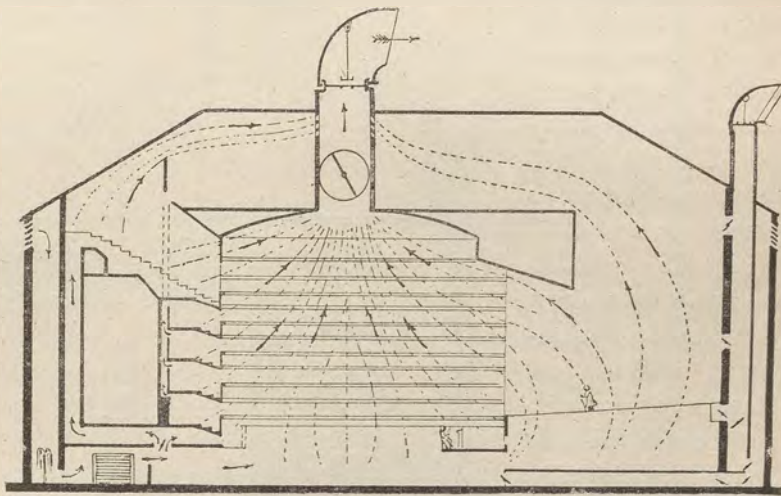


Fig. 911.

riore al soffitto, destinato ordinariamente agli scenografi, con aperture provviste di registri, per ricevere parte dell'aria guasta della galleria e della scena. Uno speciale camino situato in fondo a quest'ultima potrà servire in alcuni casi speciali per procurare una maggiore ventilazione.

L'efflusso dell'aria nuova, previamente riscaldata di inverno, si pratica mediante bocchette a guisa di strette feritoie situate lungo il contorno esterno del pavimento della platea, laddove questo si incontra col muro dei palchetti, ed attraverso tubi o falsi pavimenti installati nel pavimento dei palchetti e nelle gallerie con bocchette situate nei frontalini delle gradinate.

Per il riscaldamento dell'aria servono i caloriferi ad aria; non sono esclusi però i sistemi misti combinati con aria e acqua, ovvero con aria e vapore. È indispensabile far seguire al calorifero un'ampia camera di miscela per provvedere a tutte le esigenze tanto variabili di un teatro.

Questo sistema di riscaldare e ventilare un teatro, a preferenza dell'altro avanti citato, se è eseguito con diligenza, può soddisfare alle esigenze della ventilazione di un teatro in cui si disponga di un lampadario centrale a gas per riscaldare alla base del camino l'aria viziata.

Per mantenere fresca la sala durante l'estate si terranno aperte tutte le finestre e le porte durante la notte e si chiuderanno accuratamente durante il giorno. Si ventila allora la sala prendendo l'aria dai sotterranei nei quali giunge dallo esterno mediante bocche di presa esposte al Nord e dopo essere stata lavata e spruzzata di acqua allo effetto di abbassarne la temperatura.

Però dopo che fu abolito il lampadario e venne universalmente sostituito con lampade a luce elettrica, questo sistema di ventilare i teatri ha subito una radicale riforma. Colle lampade ad incandescenza si ottengono i maggiori vantaggi; non pericoli di incendio, non corruzione dell'aria per parte delle emanazioni del gas che guastavano le dorature, annerivano le vernici, ecc., non più finalmente l'incomodo aumento di temperatura, che agli spettatori dei palchi soprastanti riusciva insopportabile.

Per questa innovazione portata nel modo di illuminare i teatri, non potendosi più fare assegnamento sull'impiego del calore delle fiamme per aiutare efficacemente la ventilazione, si fu costretti a rinunciare agli accennati sistemi e valersi dei mezzi meccanici. Mediante un apposito ventilatore si spinge l'aria pura nell'ambiente, e si elimina l'aria viziata

facendola aspirare da un identico congegno aspirante collocato nel camino di richiamo.

La ventilazione meccanica fu adottata nei grandi teatri, anche prima che si diffondesse l'uso dell'illuminazione elettrica, perciò ne riporteremo qualche esempio a schiarimento del metodo seguito nel suo impianto.

Il teatro dell'opera in Vienna è appunto provvisto di sistema di ventilazione meccanica inventata ed applicata dal D. Böhm.

Questo grandioso fabbricato (fig. 912) è situato nel centro di un piazzale ed è circondato da due lati da giardino, entro il quale si effettua la presa dell'aria pura, per mezzo di una bocca che immette nei sotterranei. Un ventilatore a turbina del diametro di 3 m. ad asse orizzontale aspira l'aria da questa bocca, e, dopo che questa viene lavata con una serie di zampilli d'acqua, la spinge nelle camere di riscaldamento. Il sotterraneo, sotto il pavimento della platea, consta di tre piani, l'uno sopra l'altro come chiaramente indica detta sezione. Nel piano inferiore arriva l'aria fresca ester-

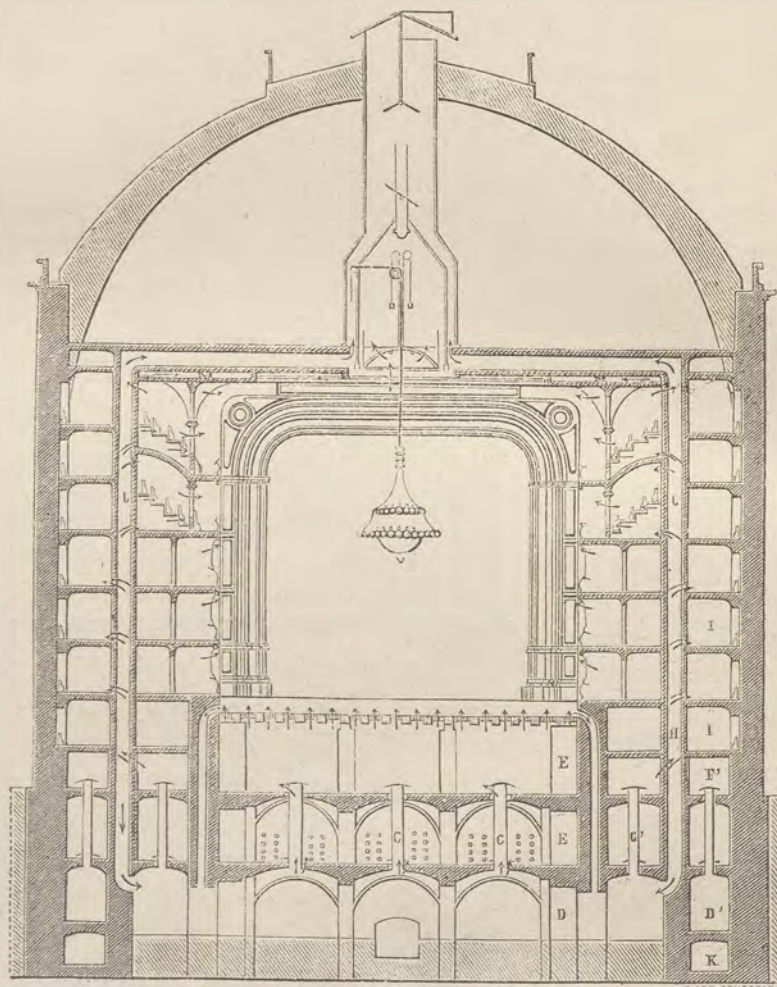


Fig. 912.

na; nel piano intermedio sono collocati i caloriferi a vapore (18 mila metri di tubi di ferro del diam. di 25 mm.); nel piano superiore sono le camere di miscela. L'aria fresca passa nelle camere di riscaldamento attraverso aperture praticate nelle volte, e nelle camere di miscela per mezzo di tubi che attraversano le medesime aperture come fa vedere la figura. Questi tubi attraversano pure le aperture praticate nelle volte delle camere di riscaldamento per mezzo delle quali l'aria riscaldata perviene nelle camere di miscela.

Le quantità di aria fresca e di aria calda che convengono in quest'ultime è regolata per mezzo di valvole per rispondere ai bisogni variabili da un momento all'altro col variare e coll'interrompersi dello spettacolo. Dalle camere di miscela l'aria pura si versa sulla platea attraverso 250 bocchette di 23 cm. di lato coperte di lamiera traforate e munite di valvole. I condotti *kk* servono per immettere di estate direttamente l'aria fresca spinta dal ventilatore nei palchetti, nei corridoi, ecc.

Sotto la platea nel centro vi è la camera di sorveglianza dalla quale si possono manovrare tutti i registri e le valvole principali che servono per l'introduzione dell'aria nuova, nonché quelle che servono a regolare l'immissione dell'aria negli ambienti e le altre relative alla evacuazione dell'aria guasta.

L'illuminazione della sala è fatta con un lampadario centrale circondato di becchi a sole. Anche nei parapetti dei palchetti si hanno delle lampade i cui prodotti si evacuano mediante opportuni piccoli condotti.

L'eliminazione dell'aria viziata si effettua in parte traendo profitto del calore svolto dagli apparecchi di illuminazione a cui provvede una apertura praticata nel centro del soffitto larga m. 4, ed in parte mediante piccole bocchette disposte nella parete dei palchi presso il soffitto e comunicanti mediante tubi collettori col camino di richiamo situato nel centro del soffitto al di sopra della bocca quivi praticata ed a tal'uopo mascherata da una griglia decorata. Questo camino di richiamo che si eleva sul tetto, è munito di valvola ed è sormontato da una mitra girevole; nel suo interno è collocato un ventilatore aspirante che si fa agire in caso di bisogno. Tanto questo ventilatore, quanto quello destinato a spingere l'aria nei sotterranei sono azionati da un motore a vapore di 16 cavalli che provvede anche la forza necessaria per muovere i meccanismi del teatro.

Nella ventilazione del teatro Lirico di Parigi (figure 913. 914) (1) si parti dal concetto di somministrare 1400 piedi cubici di aria pura per ogni individuo, con possibilità di aumentarla a 2000, in caso di bisogno. La bocca di presa dell'aria pura si trova in un giardino in prossimità della torre di S. Jacques e comunica con una galleria sotterranea *A* che si inoltra sotto il teatro. In questo sotterraneo sono

collocati gli apparecchi di riscaldamento e le camere di miscela dell'aria. La quantità di aria pura somministrata poteva raggiungere i 300 piedi cubici al secondo e perciò alquanto superiore alla richiesta, ma a questo limite mai non si arrivava se non in casi speciali.

Nella fig. 913 si vedono rappresentati in *FP* i canali principali che provvedono l'aria pura e la trasmettono attraverso i pavimenti dei palchi e gal-

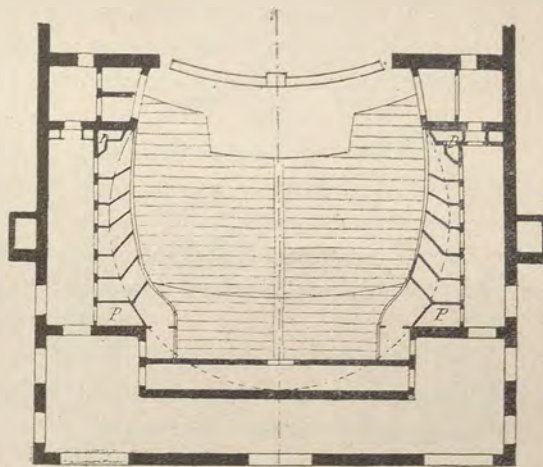


Fig. 913.

lerie, come è indicato in *B* dalle frecce nella fig. 914 passando negli interstizi compresi tra il pavimento vero e il finto e versandosi nell'ambiente in direzione orizzontale. Altri tubi conduttori di aria pura sono collocati sotto il pavimento dei corridoi e dei passaggi, versandola da luci praticate nelle pareti a conveniente altezza e munite di appositi registri.

Non tutta l'aria che entra nel canale sotterraneo *A* passa a contatto cogli apparecchi di riscaldamento, rappresentati in *CC* nel disegno, ma una parte di essa penetra nelle camere di miscela, il di cui compito è di moderare e regolare la temperatura dell'aria destinata agli ambienti.

L'aria corrotta viene assorbita da moltissime bocche di estrazione poste in prossimità del pavimento nelle pareti dei palchi, dei corridoi, nelle rampe delle scale, nei muri di circuito della platea, e tutte queste bocche fanno capo, mediante i rispettivi condotti, al camino generale di richiamo *K*, come vedesi nel disegno. Ogni palco è fornito del proprio condotto di scarico dell'aria viziata. Per la platea, l'orchestra ed il 1.° ordine di palchi, essi tubi sottopassano al pavimento e raggiungono il camino verticale *I*, ma per gli altri ordini di palchi, i tubi

(1) Costruttore vol. V.

di estrazione salgono fino alla cupola che sovrasta al lampadario e da essa al camino *K*. Gli apparecchi di riscaldamento posti in *C C* hanno i loro tubi di condotto del fumo *I I*, che si innalzano, prolungandosi fin sopra il tetto, allo scopo di coadiuvare potentemente l'eliminazione dell'aria nociva; ma pel caso che questo non basti e massime nell'estate in cui cessa la loro azione, due focolari posti nei camini *G G* attivano perennemente il tiraggio. Come

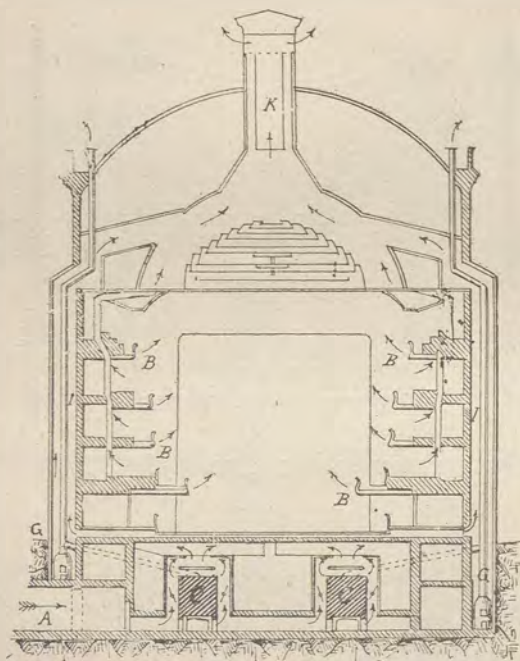


Fig. 914.

vedesi dalla figura i tubi *I I* sono per tutto il loro percorso mantenuti isolati e sono assicurati a lunghi intervalli da bracci infissi nel muro, per ragioni di stabilità. Il camino *K* posto sopra la cupola è costruito in muratura e sopravanza la cupola stessa di 20 piedi circa.

§ 16.

LA VENTILAZIONE DELLE LATRINE.

La ventilazione di questa parte infettiva dei fabbricati assume una importanza ragguardevole da meritare un cenno speciale. Nelle case di abitazione, negli alberghi, nelle pensioni, ecc., è necessario mantenere salubri le latrine, se non si vuole inquinare l'aria degli ambienti abitati coi gas mefitici delle fogne; ma dove tale necessità si manifesta di carattere più impellente è presso i pubblici edifici, nei

collegi, nelle caserme, nei teatri, ecc. e soprattutto negli ospedali dove il contagio delle escrezioni dei degenti è facile causa della propagazione dei mali.

Allora quando un edificio è riscaldato e ventilato, il richiamo dell'aria viziata dagli ambienti reagisce con forza anche sulle sedi e sui tubi di discesa dei gabinetti ed aspira negli ambienti l'odore disgustoso delle latrine, malgrado le porte che sono applicate a questi gabinetti. È necessario quindi ventilare le latrine in maniera indipendente e più energica di quello che non si faccia nelle camere circostanti, per vincere la tendenza, che ha l'aria della latrina, di avviarsi verso le bocche di estrazione degli altri ambienti.

Un mezzo semplice ed efficace di ventilare i gabinetti delle latrine è quello di interporre fra questi e gli altri ambienti, quando è possibile, un vestibolo o un semplice passaggio, che si possa ventilare ampiamente mediante larghe finestre. Questa disposizione è preferita nelle scuole, negli ospedali a padiglione, ed in genere in quegli edifici di nuova costruzione nei quali l'importanza dell'adattamento interno prevale, sull'effetto estetico delle diverse parti del fabbricato. Ma non tutti gli edifici si prestano per ricevere sul loro dorso questi piccoli corpi di fabbrica congiunti pel filo di un corridoio al corpo di fabbrica principale; tale partito mal si adatta alle ville, ai palazzi signorili, agli edifici pubblici, ecc. senza lederne sensibilmente la manifestazione artistica. Nei teatri poi alle latrine si accede direttamente dai corridoi dei palchi, dai quali talvolta si attinge l'aria pura per aereare la sala. La ventilazione più energica quindi si rende necessaria nelle latrine i cui gabinetti fan parte del corpo di fabbrica principale.

E poichè l'aria delle latrine tende a sfuggire verso gli altri ambienti è necessario che il richiamo nelle latrine sia anche effettuato in senso contrario ed indipendente.

Un mezzo semplice ed ingegnoso è quello di munire la latrina di un condotto di richiamo praticato verticalmente nel muro della periferia, facente capo sul tetto ad una mitra ventilatrice: ma un mezzo più sicuro ed efficace è senza dubbio quello proposto dal Pettenkoffer. Egli suggerisce di innalzare il tubo di estrazione dell'aria viziata comunicante con le latrine fin sopra il tetto e mantenere sempre viva nel suo interno una fiamma a gas. Si valuta che

per ogni metro cubo di gas bruciato, si aspirino 500 mc. di aria corrotta.

Negli ospedali, dove nelle latrine si gettano ogni sorta di materie, per cui pericolosissimi riescono i gas mefitici della fogna, il sistema migliore è quello di applicare il richiamo direttamente dalla fogna. A tale scopo un canale sotterraneo mette in comunicazione la parte più alta della fogna colla base di un camino di richiamo alimentato al suo piede da un fornello a fuoco nudo; allo scopo di evitare che i gas della fogna prendano la via della bocca del fornello, il fumo attraversa un tubo di ghisa che si eleva 4 o 5 m. dentro al camino di evacuazione, il quale alla sua estremità termina con una mitra girevole per impedire alle piogge di raffreddare il condotto ed al vento di ricacciare indietro l'aria inquinata.

Nelle case di abitazione spesso per la ventilazione delle latrine si ha una erronea trascuratezza. È nella credenza dei costruttori che sia sufficiente assegnare ai gabinetti un vano di luce (che raramente supera i mq. 0,5) per ventilarli ed è questo uno dei più pericolosi inconvenienti che si possono manifestare nelle comuni abitazioni, poichè se il vano di luce serve all'introduzione dell'aria nuova, specialmente se questa è favorita dal vento, non può ad un tempo servire per l'estrazione dell'aria guasta e questa prende inevitabilmente la via degli ambienti circostanti sebbene siano interposte le porte.

La ventilazione naturale delle fogne in queste latrine ha un risultato ormai noto. Si mette in comunicazione la parte più alta dei tubi di discesa con l'esterno per mezzo di un tubo di ghisa del diametro di 30 a 50 mm. che esce dall'alto del tetto. Questo tubo detto comunemente *sfiatatoio* si fa passare nello spessore del muro e preferibilmente in vicinanza dei tubi di cucina onde ottenere il riscaldamento atto a favorire il richiamo.

Perchè una latrina non dia esalazioni di sorta

non giova soltanto che sia ventilata. È anche necessario che nessuna materia solida o liquida si versi sul pavimento, sul sedile, ecc. fuori cioè dell'apparecchio scaricatore destinato a ricevere le deiezioni. Se per caso queste sostanze si versano, è necessario pulire immediatamente la parte sudicia per non dare tempo ai materiali di rivestimento di impregnarsi di sostanze organiche. Se ciò è possibile però ottenerlo nelle abitazioni signorili, negli alberghi di prim'ordine, ecc., è vano sperarlo nei pubblici locali, nelle caserme, nelle carceri, ecc., ed in generale negli edifici dove convengono persone diversamente educate. Quivi le pareti delle latrine, per lo più intonacate, e le piastrelle dei pavimenti si impregnano facilmente di idrogeno solforato, di solfidrato di ammoniaca, di liquidi organici, che poi danno origine a quel persistente cattivo odore proprio delle latrine. In simili casi le ordinarie lavature riescono inefficaci a fare scomparire l'inquinamento, ond'è necessario, non solo mantenere pulite il più che sia possibile le varie parti della latrina, ma bensì procedere ad intervalli di tempo alla loro disinfezione.

La disinfezione si pratica nell'ambiente della latrina, nell'apparecchio scaricatore ed occorrendo anche nella condotta della fognatura.

Sono buoni disinfettanti per gli apparecchi di deiezione le soluzioni di solfato di ferro, di solfato di zinco, di acido fenico, di cloruro di zinco nel rapporto di 1 a 10; per i pavimenti e i sedili (non di legno) le soluzioni di acido cloridrico e di nitrobenzina nello stesso rapporto; per la condotta: l'olio essenziale di trementina. l'idrocarburo fenico o catrame artificiale proveniente dalla distillazione del carbon fossile e le soluzioni di acido fenico, di cloruro di calcio, di acido solforico, di solfato di rame, e di solfato di ferro, pur tacendo di tutti quei preparati speciali che si hanno in commercio sotto il nome dei fabbricanti che li preparano.

LE OPERE DI COMPIMENTO DELLE FABBRICHE

CAPITOLO I.

LE IMPOSTE DELLE PORTE E DELLE FINESTRE

§ 1.

LE GENERALITÀ.

Le imposte delle porte servono a chiudere i passaggi praticati attraverso i muri e quindi a stabilire o ad interrompere le comunicazioni fra due ambienti contigui.

Si dividono le imposte di porte in due categorie principali, a seconda della loro posizione, e cioè in *porte esterne* e *porte interne*. Le prime servono per accedere nell'interno dell'edificio pervenendo dall'esterno, le seconde servono a mettere in comunicazione i diversi locali fra loro.

Le dimensioni delle porte dipendono in buona parte dalle influenze che l'estetica esercita sull'edificio, ma soprattutto da quelle degli oggetti che devono transitare attraverso le medesime.

La loro larghezza normale di solito può fissarsi nella maniera seguente:

Porte interne:

- 1.° per le porte delle cantine m. 0,80 a m. 1,00;
- 2.° per le porte di cucina m. 0,65 a m. 0,85;
- 3.° per le porte dei gabinetti da bagno e da latrine m. 0,65 a m. 0,78;
- 4.° per le porte delle stanze a un battente m. 0,75 a m. 0,90.
- 5.° per le medesime porte a due battenti m. 1,60 a 2 m.;

Porte esterne:

- 1.° per le porte di scuderie m. 1,20 a m. 2;
- 2.° per le porte di rimesse m. 2,60 a m. 3;
- 3.° per le porte di stalle per bovini a 1 battente m. 0,95 a m. 1,20;
- 4.° per le porte maestre di casa e portoni carrozzabili m. 2,66 a m. 3,20;
- 5.° per le porte esterne di casa a 1 battente m. 0,85 a m. 1,05;
- 6.° per le medesime porte a due battenti m. 1,30 a m. 2,30.

Queste dimensioni rappresentano il passaggio libero fra i piedritti del vano di muro, al quale la porta è applicata ovvero la distanza fra i montanti del telaio nelle porte che ne sono sprovviste.

L'altezza delle imposte è variabile con la loro larghezza ed è dipendente anche dall'altezza del piano di fabbrica. Potendo però dipendere da altre svariate circostanze inerenti all'uso del fabbricato, non possiamo stabilire, per fissare l'altezza, che dei dati generali:

1.° Se le porte sono a un battente, queste rappresentando, diremo quasi, la larghezza minima, hanno una altezza variabile fra m. 2 e m. 2,30.

2.° Per le porte a due battenti non bisogna scendere al di sotto di m. 2,20.

Per queste porte corrisponde bene l'altezza eguale alla diagonale del rettangolo (fig. 915) avente per

lati rispettivamente la larghezza della porta e il doppio della larghezza.

Rispetto al loro modo di costruzione le imposte di porte si distinguono:

1.° Imposte semplici o porte a tavolato semplice;

2.° Imposte doppie o porte a tavolato doppio sovrapposto;

3.° Imposte intelaiate o porte con specchiature.

Le imposte di finestra diconsi più propriamente *imposte vetrate* o semplicemente *invetriate* o *vetrate*.

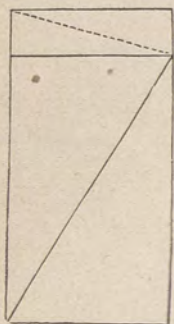


Fig. 915.

Le vetrate sono chiusure con vetri collegati da telai di legno o di ferro ed hanno lo scopo di impedire il passaggio dell'aria senza opporsi a quello della luce. Devono costruirsi quindi in maniera da riescire impermeabili al vento ed alla pioggia, ed in pari tempo, per essere comode, devono aprirsi con facilità e chiudersi con sicurezza.

Plinio parla di invetriate che chiudevano la sua villa di Laurento, ma gli archeologi ritengono che non fossero già vetri, ma bensì pietre speculari o mica.

Certamente fino al X secolo dell'Era volgare non si avevan vetri alle finestre, motivo per cui le finestre delle chiese si facevano lunghe e strette come feritoie. Anche durante il primo periodo dello stile ogivale, detto a lancetta, per la forma delle finestre, lunghe e strette e terminate acute superiormente, pare che non si usassero vetri. Nel secondo periodo cioè verso il 1200, troviamo però finestre con vetri colorati.

Durante tutto il Medio Evo e gran parte dei secoli posteriori, sin oltre il 1600, le invetriate erano formate da vetri rotondi tenuti assieme da piombi e da legature in ferro; i vetri erano fusi e non laminati, quindi robusti e verdognoli, tanto che la luce passava di molto modificata. Durante il XVIII secolo si introdussero i vetri squadrati, laminati, sottili e meno verdognoli, per cui la luce vi passava più vibrata. Questi vetri erano tenuti assieme da piombi collegati a bacchette di ferro ed erano di piccole dimensioni. Non fu che nel secolo passato che le invetriate furono fatte con lastre grandi di vetro comune che talvolta occupano tutto lo scomparto del telaio. Oggidi anche il cristallo si impiega per la

formazione di lastre, ma di grandi dimensioni, per le vetrine delle botteghe.

La grandezza delle finestre è variabile da un edificio all'altro; talvolta varia anche nello stesso edificio, dipendentemente dall'estetica delle fronti del fabbricato e da circostanze diverse per lo più inerenti alla destinazione dei locali interni. Spesso però le loro dimensioni variano con la quantità di luce che le finestre devono fornire nell'interno del fabbricato, come negli opifici, nei stabilimenti industriali, ecc., dove all'estetica delle facciate prevalgono le esigenze interne di aria e di luce.

Per costruire i telai delle vetrate oltre il ferro si usa il legno. Questo dovendo stare esposto agli agenti esterni, conviene che sia di essenza forte; è preferibile quindi il castagno ed il larice e si esclude la quercia, poichè quest'ultimo legname, al contrario dei primi due, è molto soggetto a contorcersi per effetto delle variazioni di temperatura e dell'umidità dell'aria. In difetto di castagno e di larice si usa l'abete, se trattasi di costruzioni economiche ed il noce, il palisandro, ecc, soltanto qualche volta per fabbricati di lusso.

Le intelaiature delle porte e delle vetrate vanno sempre dipinte con due o tre mani di colore ad olio per dar loro un aspetto più gradito e per preservarle dall'umidità. È necessario però che alla loro colorazione preceda un periodo piuttosto lungo di stagionamento del legname dell'imposta (di solito uno o due anni), durante il quale basterà spalmare l'intelaiatura di un solo strato di olio essiccativo di lino. Così facendo le intelaiature non vanno più soggette a rigonfiamenti ed a restringimenti notevoli durante le diverse stagioni ed i battenti una volta piallati chiuderanno ermeticamente senza lasciare larghe commessure.

Secondo il modo di costruire le vetrate, queste possono distinguersi in *vetrate fisse*, se non si possono aprire come sarebbero quelle delle vetrine delle botteghe; *vetrate a battenti* se si aprono a ventaglio e *vetrate a scorso*, se si aprono invece scorrendo sopra guide.

Perchè le imposte delle porte possano facilmente girare servono i *cardini* o *gangheri* che comprendono gli arpioni, le bandelle, i perni, ecc. I *serrami* si adoperano invece per chiudere le porte con sicurezza; essi comprendono le serrature, i chiavistelli, i saliscendi, ecc.

Anche per le finestre i cardini e i serrami hanno

lo scopo rispettivamente di far girare con facilità gli sportelli e chiuderli bene. In generale per le finestre, come per le porte, servono i cardini con gli arpioni e le bandelle ed i serrami con i saliscendi, i paletti, le spagnolette, le maniglie, ecc.

§ 2.

LE IMPOSTE DI PORTE A TAVOLATO SEMPLICE.

Le porte a tavolato semplice sono costituite da tavole disposte verticalmente dello spessore di 3 a

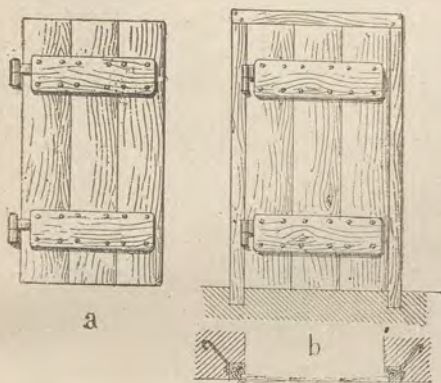


Fig. 916 a e b.

4 cm. unite a filo piano e rinforzate da due traverse di tavole simili (fig. 916 a) smussate nel lembo e chiodate nel senso trasversale a m. 0,30 dalle estremità. La fig. 916 b riporta un'altra imposta simile provvista di telaio di tavoloncino che forma il battente.

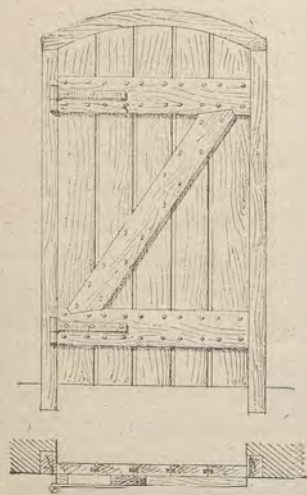


Fig. 917.

L'unione delle tavole fra loro si fa anche a scanalatura e linguetta (fig. 917), oppure a mezzo legno. Per impedire maggiormente l'infietersi delle tavole si usa aggiungere qualche volta una traversa obliqua, detta *contrafforte*, nella maniera indicata dalla fig. 917 medesima. Le traverse ed i contrafforti si fanno di legname duro, anche quando il tavolato è fatto con legname

di abete. Il contrafforte si unisce con indentatura semplice alle traverse e, come questo, è chiodato alle tavole con chiodi ribaditi.

La larghezza delle traverse varia da 8 a 12 cm. e lo spessore da 3 a 6 cm.

Le bandelle sono fissate alle tavole dell'assito nello stesso posto in cui sono inchiodate

le traverse (fig. 916), ovvero alle tavole delle traverse medesime (fig. 917) e possono talvolta sostituire le traverse se sono fatte con ferro piatto ordinario di lunghezza conveniente (fig. 918). Il primo

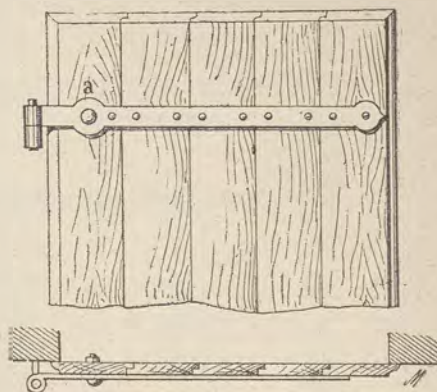


Fig. 918.

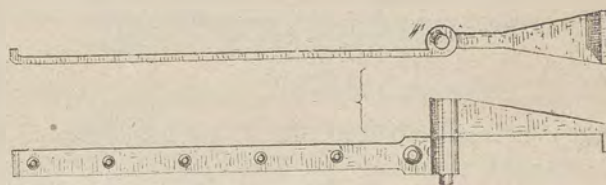


Fig. 919.

foro *a* delle bandelle presso la guaina o colletto riceve di solito un perno a vite, gli altri fori ricevono semplicemente viti o chiodi da ribadire. Talvolta il colletto delle bandelle è più largo (fig. 919), ciò dà affidamento di una maggiore solidità.

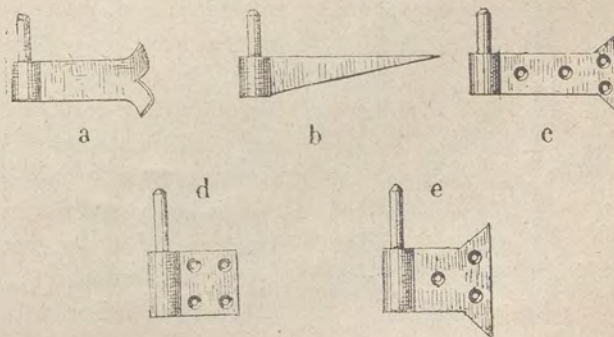


Fig. 920 a, b, c, d, e.

Gli arpioni sono fatti in tre maniere diverse e cioè: 1.° a *ingessatura* (fig. 920 a) se l'arpione va immurato nel piedritto del vano di porta: 2.° a *punta* (fig. 920 b) se va conficcato in un telaio di legname;

3.° a coda di rondine (fig. 920 c, d, e) se si fissa al telaio per mezzo di viti.

Il battente è fornito di solito dal telaio nelle porte ad una sola banda; questo può essere fatto di le-

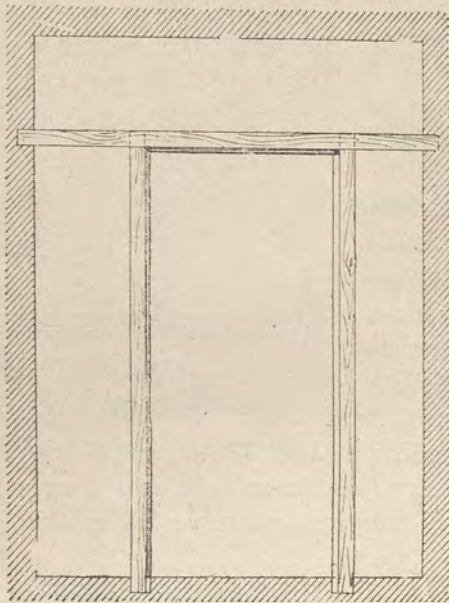


Fig. 921.

gno, come indica la fig. 916 b, mediante pezzi di tavoloncino dello spessore di m. 0,08 per 0,08 circa,

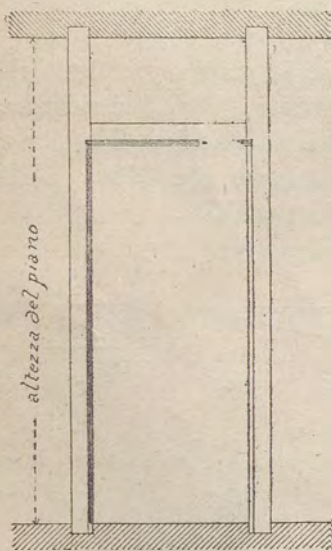


Fig. 922.

e cioè, due per i montanti e uno per il succiello od architrave immurati e fissati nel vano di porta nelle maniere indicate dalla medesima figura e collegati alla loro estremità con indentature a maschio e femmina. A tale scopo la faccia interna del telaio porta all'ingiro una scanalatura nella quale si colloca la porta. Talvolta il telaio ha la traversa superiore a cappello (fig. 921) ovvero presenta l'aspetto indicato della fig.

922. Tal'altro è di ferro d'angolo immurato per mezzo di grappette ai piedritti del vano di porta, come fa vedere la fig. 923. Il ferro di angolo avrà una larghezza corrispondente allo spessore della porta e il numero delle grappette che servono a fissare il

telaio alla muratura è di 5 o di 7 per porta secondo la grandezza della medesima.

I serrami più comuni per le porte di tavolato semplice ad un battente sono il lucchetto con relativa cerniera a fermaglio e nasello fissati con vite, ovvero semplicemente chiodati e ribaditi (fig. 924).

Se le porte sono a due battenti ciascuna banda (fig. 925) si costruisce in maniera identica a quella sopra descritta; soltanto cambia il sistema di chiusura.

La più semplice serratura per queste porte è quella così detta a *slanghetta*. Consiste questa serratura in una traversa a

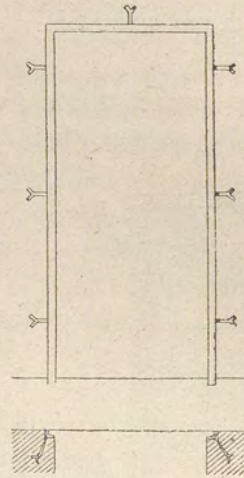


Fig. 923.

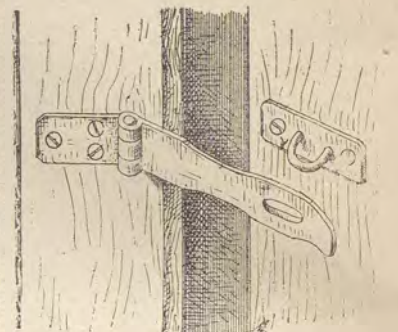


Fig. 921.

simile a quelle che servono a fissare l'assito di tavole, chiodata per metà sopra una banda di porta a metà

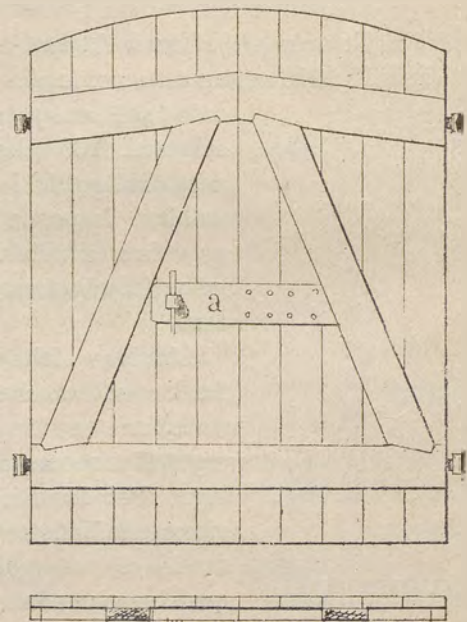


Fig. 925.

altezza della medesima, mentre l'altra metà, che costituisce il battente, porta una feritoia nella quale si con-

ficca un nasello fissato all'altra mezza porta. Un lucchetto o semplicemente una caviglia serve a completare la serratura, la quale può anche essere costituita da un regolo quadrato col lato di m. 0,08 a 0,12 detto *saliscendi* lungo quanto è larga la porta o poco meno (fig. 1, tav. LXVII), fissato circa nel suo punto di mezzo ad una banda di porta mediante un perno, attorno al quale è girevole, in maniera che, quando è in posizione verticale, l'imposta che lo porta si apre, ed in posizione orizzontale serve a chiuderla. Anche in questo caso si completa la serratura per mezzo di una staffetta od una caviglia.

Invece della suaccennata traversa fissa si può anche ricorrere ad una traversa amovibile, assicu-

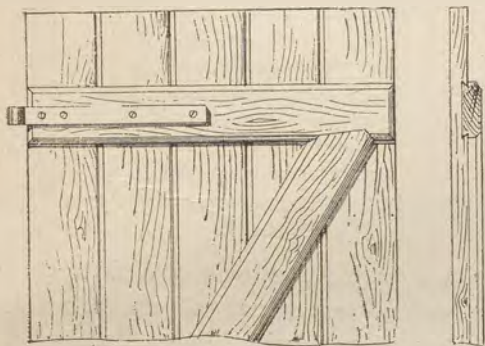


Fig. 926.

rando a ciascuna banda dell'imposta dalla parte interna una staffetta nella quale si possa far penetrare e fissare la stanga, in maniera che nessuna persona dal di fuori possa estrarla.

Le imposte per i grandi portoni a due battenti si rinforzano non soltanto colle traverse, ma bensì ancora per mezzo di 2 regoli verticali per ogni banda di porta, detti *battitoi*, collocati uno in corrispondenza del centro del vano di porta (fig. 1, tav. LXVII) ed un altro in corrispondenza dello stipite. Le traverse possono essere due o più secondo l'altezza della porta; le traverse intermedie fra le estreme chiamansi *pettorali* e sono disposte a una distanza di m. 1 a 1,20 fra loro e con le estreme. Si ha inoltre in queste porte la traversa obliqua o contrafforte, come nelle imposte precitate, collegata con dente alla traversa di testa ed al battitoio laterale e si unisce, senza interrompersi, alle traverse pettorali a mezza grossezza. Per queste porte valgono i medesimi sistemi di chiusura delle imposte avanti descritte.

Le imposte ad un solo strato di tavole, anche quando queste sono piallate, non presentano un bel-

l'aspetto. Se sono bene costrutte però con traverse di legno duro, riescono solide e di lunga durata per cui si applicano di sovente ai magazzini, alle rimesse, alle stalle, alle cantine, ecc. ed in generale a tutti quei vani di porta nei quali si richiede una solida, anzichè una bella chiusura.

Le imposte di questo genere quando sono collocate in posizione soggetta alla pioggia, van piallate sia nelle tavole che nelle traverse, poichè allora l'acqua non vi si ferma e sono quindi meno soggette a imputridire. Quando invece sono collocate in località

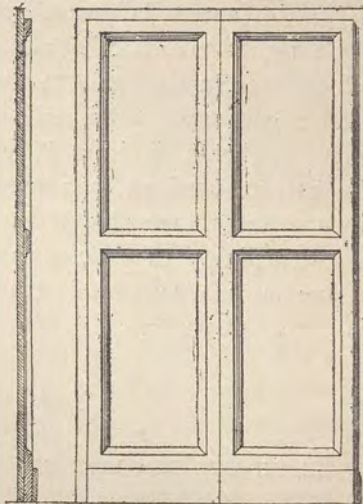


Fig. 927.

asciutte od al riparo dalla pioggia, allora le tavole possono anche connettersi a filo piano con colla, anzichè a scanalatura e linguetta e le traverse possono congiungersi alle tavole anzichè con chiodi, per mezzo di incastro a coda di rondine (fig. 926).

Talvolta in sostituzione delle traverse semplici si applica al tavolato per rinforzo una sopragguarnizione di tavole nella maniera meglio indicata dalla fig. 926; la quale dà alla imposta un aspetto più gradito.

Tal'altra i contrafforti, come le traverse, quando queste sono sostituite dalle bandelle, possono essere

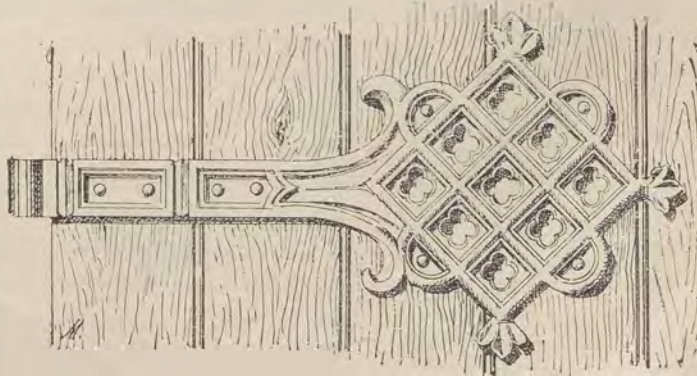


Fig. 928.

formati con lastre di ferro. Si gli uni che le altre possono anche assumere un carattere ornamentale, come si praticò nel Medio Evo. La fig. 928 rappresenta una bandella di questo genere.

Nella fig. 3, tav. LXVII la banda di sinistra è

munita di sportello la cui intelaiatura non taglia quella della banda di imposta. Questo sportello che si pratica nelle grandi e pesanti porte ad uno o a due battenti, permette il passaggio dei pedoni, senza il bisogno di aprire la mezza imposta.

La fig. 2, tav. LXVII mostra infine una imposta per portone, nella quale la intelaiatura di rinforzo è fatta con tavoloncini dello spessore di 4 cm. e della larghezza di 15 a 17 cm. ed è costituita di due battitoi verticali, una traversa di testa, una di piede e due intermedie. Il tavolato è disposto con le assi inclinate ed è dello spessore di 2,5 a 3 cm.: le commessure della intelaiatura sono rinforzate con piastre di ferro.

§ 3.

LE IMPOSTE DI PORTE CON TAVOLATO DOPPIO.

Nelle chiusure molto ampie ed in quelle che richiedono grande robustezza si adoperano le imposte con doppio tavolato, formato, cioè, con due strati di tavole od assi, l'uno sovrapposto all'altro, cosicchè uno strato rimane all'esterno e l'altro che resta visibile soltanto dall'interno si chiama propriamente tavolato cieco o *fodera*, onde queste porte si dicono anche *porte foderate*.

Nei due tavolati le commessure delle assi non si dispongono nello stesso senso, ma bensì in senso nor-

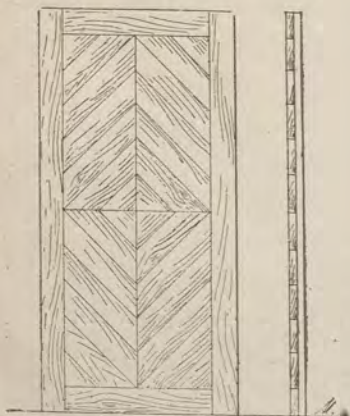


Fig. 929.

male di maniera che se sono verticali le assi del tavolato esterno, saranno orizzontali quelle della fodera e viceversa. Non di rado a scopo decorativo le assi si dispongono inclinate nel tavolato esterno (fig. 929) ovvero a bozze orizzontali come indica la fig. 4, tav. idem., la quale rappresenta una imposta a due bande foderata con le assi esteriori orizzontali provviste di cordone al ciglio e chiodate a rombi con chiodi a capocchia regolare o rotonda. I chiodi che servono a fissare lo strato di tavole esteriore alla fodera hanno di solito una lunghezza tale da penetrare nella fodera per 15 o 20 mm. dopo la ribaditura.

La fig. 6, tav. id. riporta una imposta foderata simile alla precedente provvista di sopraguarnizione di tavola scorniciata.

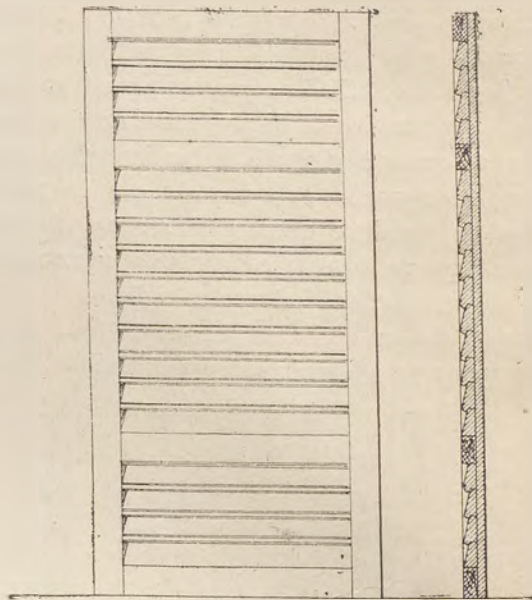


Fig. 930.

Talvolta il tavolato esteriore è fatto ad uso di persiana, con le assi orizzontali chiodate l'una sull'altra come in particolare indica la fig. 6, *a, b*, tav. id. e nell'insieme la fig. 930; tal'altra le porte siffatte mancano della fodera interna (fig. *b, c*, tavola id.) ed allora queste porte rientrano piuttosto nella categoria delle porte a specchiature.

A questa categoria appartengono ancora le porte fatte con un assito di tavole formante fodera al quale è sovrapposta una guarnizione di tavoloncino con specchiature. La fig. 5, tav. id. mostra una porta di questo genere nella quale la sopraguarnizione fatta con tavoloncino ad anima scorniciata costituisce il battente e la specchiatura formante bugnato è innestata con dentatura nella guarnizione. Variando il numero delle specchiature e la forma, si può ottenere una varietà di porte siffatte; la fig. 931 fa vedere il disegno di una porta analoga a 6 specchiature e 2 battenti, la fig. 8 tav. LXVII una porta simile a 3 battenti e sesto circolare e la fig. 1, tav. XVIII la vista e le sezioni di una porta siffatta provvista di 4 battenti e di sesto circolare.

Le imposte a doppio strato di tavole riescono molto robuste e pesanti; per la disposizione che si dà al doppio strato di tavole si gonfiano e si inflettono difficilmente per cui generalmente si adattano per le località umide, come sarebbero le porte esterne di

case e di magazzini, e quelle interne per cantine e sotterranei. Sono però poco usate per il loro costo

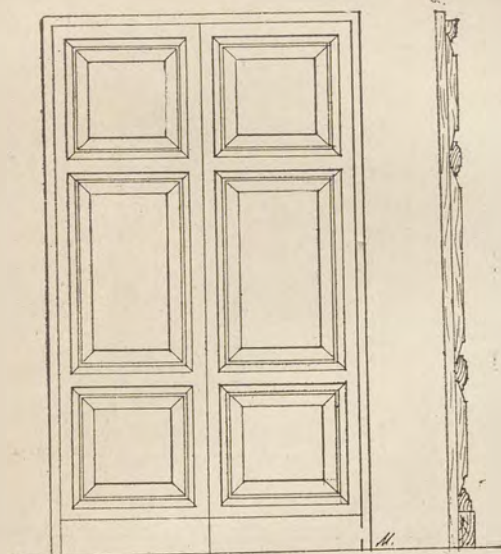


Fig. 931.

elevato, specialmente se sono fatte con legnami duri o di lusso.

§ 4.

LE IMPOSTE A SPECCHIATURE.

Nelle imposte di legno a specchiature si chiamano *riquadri* quelle modanature che si possono ricavare

o battitoi verticali per ogni battente di porta, dalle due traverse di testa e di piede e da un certo numero di traverse pettorali, dipendentemente dall'altezza della porta o dal numero dei riquadri che vi si vogliono stabilire.

Le piccole porte interne ordinarie si fanno con armatura di tavoloncino dello spessore di cm. 3,2 a 4 e della larghezza di cm. 12 a 15 con specchiature dello spessore di 18 a 22 mm.

In queste porte il numero delle specchiature può variare da 2 a 4 per le porte a un solo battente, come fa vedere la fig. 933 e di 4 a 10, ed oltre cioè di 2 a 5 per banda, nelle porte a più battenti, come nella fig. 932.

Queste figure mostrano ancora come le specchiature possono essere tutte eguali fra di loro ovvero diverse; in questo caso è necessario combinare le figure quadrate con quelle rettangolari, perchè la porta si presenti esteticamente ben fatta. Tali porte richiedono inoltre un telaro esteriore di legno che formi il battente; questo telaro viene sagomato in armonia con la sagomatura delle specchiature e dei riquadri della porta. Superiormente la specchiatura di testa può essere sostituita da una lastra di vetro e da una griglia di ferro o di legno, che permetta il passaggio della luce o dell'aria. Tanto il vetro che la griglia possono anche assumere carattere ornamentale secondo le esigenze artistiche che si richiedono nell'imposta.

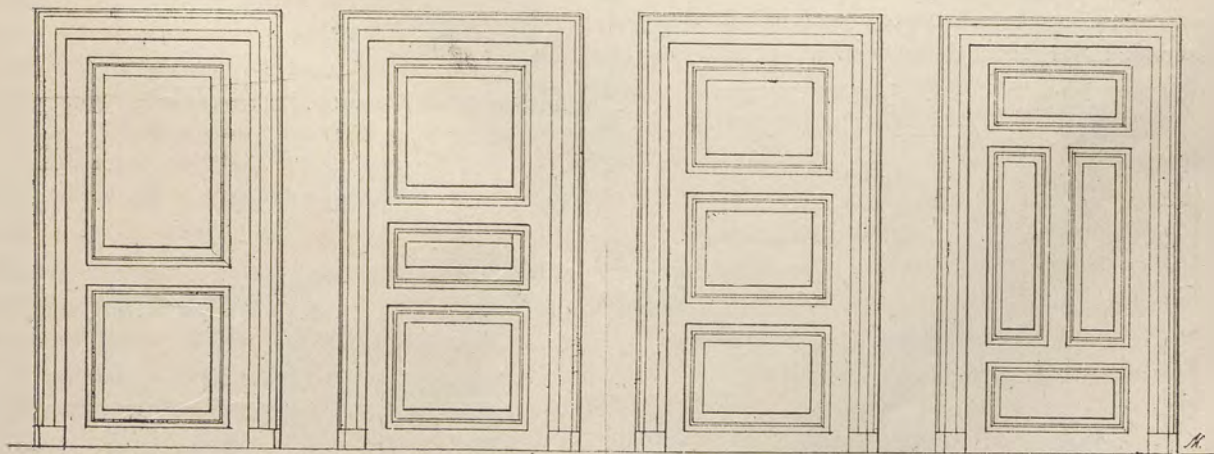


Fig. 932.

lungo il ciglio interno della armatura e *specchiatura* l'assito di tavole che serve a riempire i vani geometrici individuali delle diverse parti dell'armatura. Questa è generalmente costituita da due ritti

Le specchiature, fatte con tavole unite di costa a filo piano con colla o mediante scanalatura a linguetta, si connettono all'armatura di tavoloncini pure con scanalatura e linguetta nella maniera indicata

dalla fig. 934; conviene in questo caso che la scanalatura sia poco più profonda della linguetta per in rientranza per lasciare uno spessore nel legno della testa del battitoio sufficiente per non spaccarsi

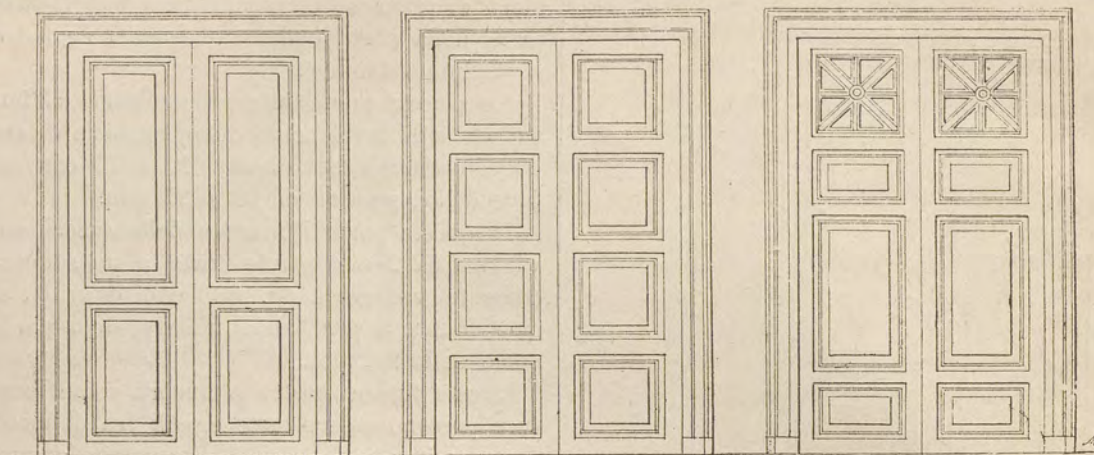


Fig. 933.

dare gioco al legname della specchiatura nello estendersi, senza spingere e sconvolgere l'armatura, per effetto delle variazioni di temperatura e dello stato igrometrico dell'aria. Di solito a maggiore effetto d

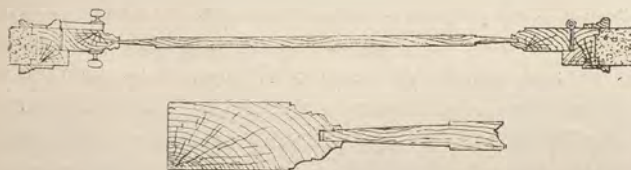


Fig. 931.

luce si dà alla linguetta delle specchiature una rastremazione; il loro incastro poi è profondo da 3 a 6 cm. secondo la larghezza della specchiatura medesima.

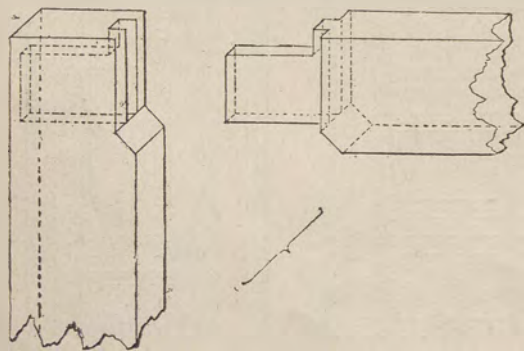


Fig. 935.

Il collegamento dei battitoi verticali con le traverse esterne si fa con incastro a dente semplice, come indica la fig. 935, ovvero con incastro a dente doppio (fig. 936) e piccolo smusso a 45 gradi della parte interna, avendo cura di far cominciare i denti

sotto l'azione dei cunei che vi si conficcano per con-

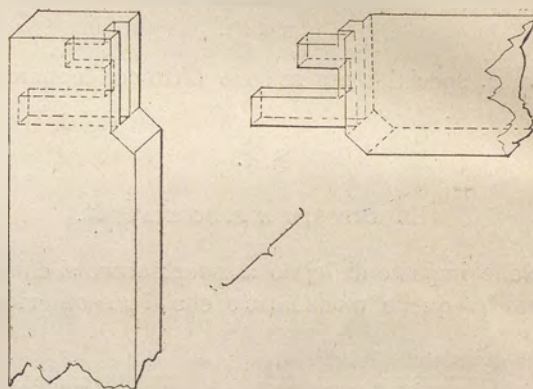


Fig. 936

solidamento dell'unione. Le traverse intermedie si in-

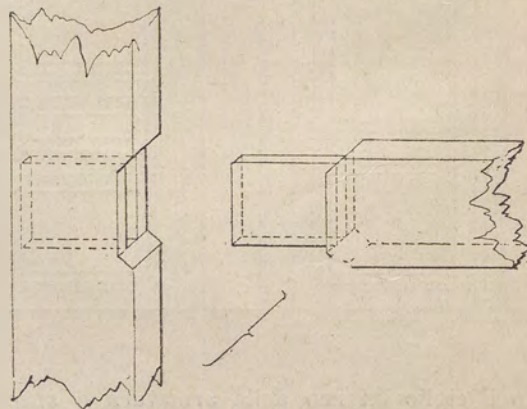


Fig. 937.

nestano pure per mezzo di incastro e dente con due piccoli smussi come indica la fig. 937 od a coda di

rondine (fig. 938). Queste unioni non si inchiodano, ma si incollano e si rinforzano con l'introduzione di piccoli cunei dello stesso legname.

Le piccole porte si fanno girare attorno a 3 cerniere, se sono a un solo ventaglio e con 6 cerniere, cioè 3 per banda, se l'imposta è a due battenti. Per la loro chiusura basta una serratura a scoppo e mandata, con maniglia, per le imposte a un solo battente e una serratura analoga e 2 paletti per quelle a due battenti. La serratura e la maniglia non vanno applicate in corrispondenza dell'unione di 2 pezzi del telaio, perchè si indebolirebbe troppo detta unione. Il telaio esterno si connette al vano di porta praticato nel muro per mezzo di sette zanchette o grappe di ferro (fig. 939) e cioè 3 per ciascun montante e una per l'architrave.

La sagomatura dei riquadri può farsi diversamente secondo il grado di eleganza che si vuole

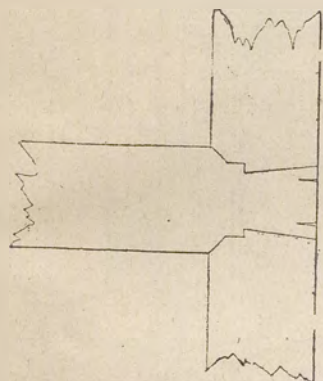


Fig. 938.

raggiungere nell'imposta; generalmente queste modanature sono comprese dentro lo spessore della porta e la fig. 940 ne mostra alcune combinazioni. Nelle unioni ad angolo retto i profili devono troncarsi secondo piani a 45 gradi e perchè coll'essiccarsi dei legnami non si verifichi una fenditura angolare che, per il non troppo estendersi della linguetta della specchiatura potrebbe far passare la luce da una parte all'altra, basterà all'assito della specchiatura aggiungere una piccola appendice angolare di legname nella maniera indicata dalla fig. 941.

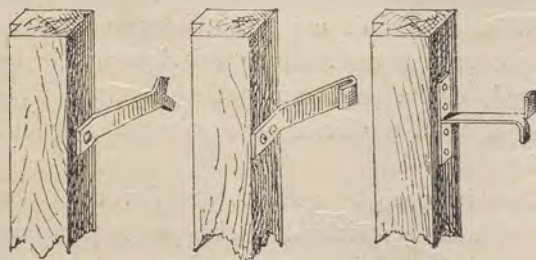


Fig. 939.

Le imposte a specchiature per la loro leggerezza e la loro eleganza si impiegano convenientemente

nell'interno degli edifici. Coll'impiego di diverse qualità di legno, liscie o sagomate, e ricorrendo ad intagli,

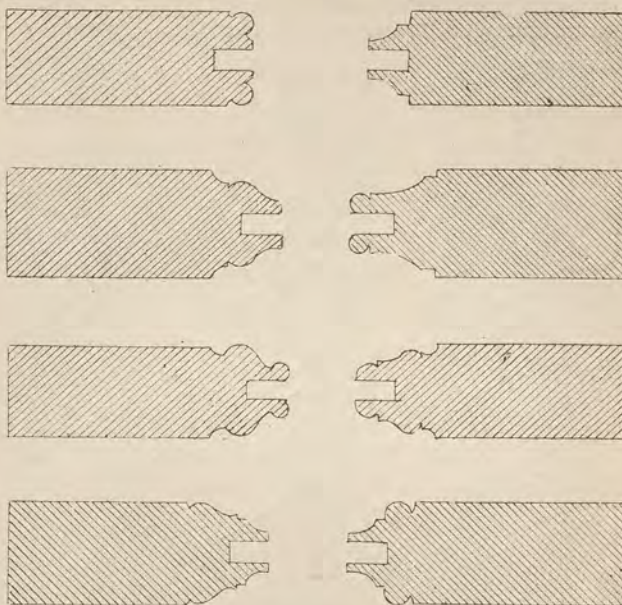


Fig. 940.

a dorature, e ornamentazioni metalliche, ecc. si possono ottenere imposte molto ricche ed eleganti.

Per le porte esterne, le imposte a specchiature non si adoperano che quando il muro in cui è praticata l'apertura è molto grosso, in modo che l'imposta non riesca troppo esposta alle intemperie.

Per le grandi porte esterne richiedendosi una maggiore robustezza, la costruzione è un po' diversa. Qui i riquadri si fanno spesso risaltare dall'armatura, la quale ha lo spessore di 4 a 5,4

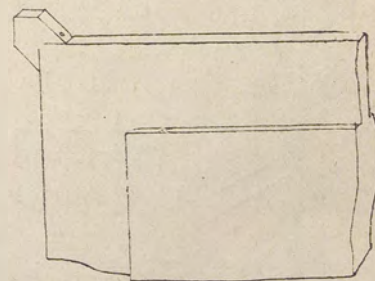


Fig. 941.

cm. e la larghezza di 15 a 18 cm. e le specchiature hanno lo spessore di 30 a 34 mm.

I profili di questi riquadri possono essere svariati secondo la loro sporgenza e la ricchezza che si vuol dare all'imposta. Queste sagomature si ottengono con pezzi di legname riportati e inchiodati lungo il margine interno dell'armatura, come mostrano gli esempi riportati dalla fig. 942, ovvero con un solo pezzo di sufficiente spessore, sagomato da ambedue le faccie e connesso all'armatura e colla specchiatura con scanalatura e linguetta, come fa vedere

la fig. 943. Anche qui i profili possono essere svariati e la stessa figura ne riporta alcuni come esempio.

Le porte grandi si prestano per essere composte con un numero maggiore di riquadri che può va-

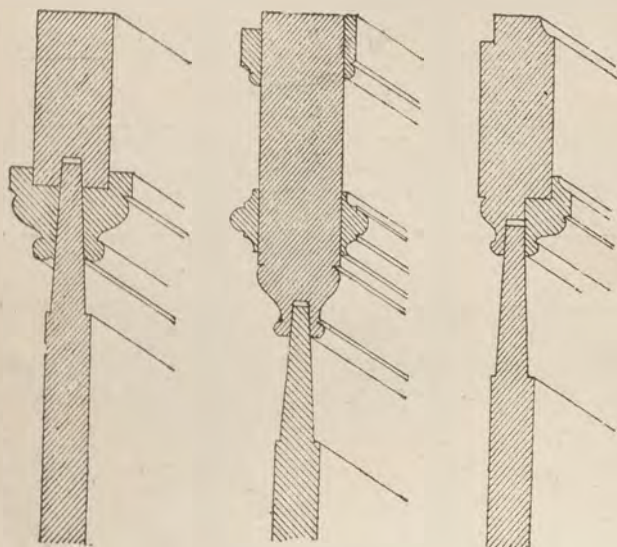


Fig. 942.

riare fino a 10 ed oltre; questi riquadri possono essere eguali tutti fra loro, ovvero diversi, accoppiati in maniera che meglio convenga alla buona estetica.

La fig. 933 mostra alcune di queste combinazioni

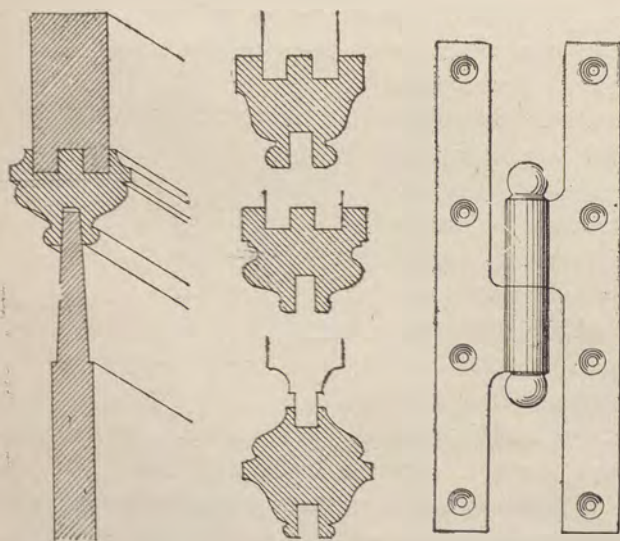


Fig. 943.

Fig. 944.

per riquadri di porte a due battenti, le quali possono avere ancora le specchiature di testa sostituite con vetri o con griglie più o meno decorative.

I collegamenti dei vari pezzi dell'armatura in queste imposte sono condotti nella stessa maniera indicata per le piccole porte interne e per la ro-

tazione e chiusura dei battenti bastano 3 a 4 cerniere per battente, del genere di quelle riportate dalla fig. 944, due paletti ed una serratura od in sostituzione di questi ultimi una cremonese.

Convieni inoltre rinforzare le connessioni angolari esterne dell'armatura, allora quando i battenti sono ampi, con squadrette di ferro piatto aventi la forma di U che si incastrano e si avvitano in apposita scanalatura ricavata al piede ed alla sommità nella maniera meglio indicata dalla figura 945.

Talvolta per assegnare una maggiore robustezza all'armatura di un'imposta, quando questa ad es. deve servire per porta o portone esterno di case, si compone l'armatura con due e perfino con tre ordini di stili formanti intelaiatura. La connessione

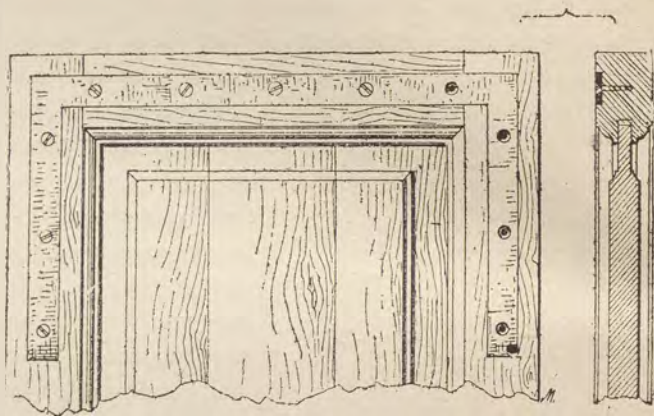


Fig. 945.

di questi stili si fa con scanalatura e linguetta nella stessa maniera praticata per l'unione dell'armatura con la specchiatura.

Questa nelle porte aventi grandi dimensioni non si fa mai molto ampia, perchè costituisce la parte più debole dell'imposta; il numero degli stili quindi dipende dalle dimensioni assegnate alle specchiature. La fig. 946 fa vedere la connessione di una specchiatura ordinaria di tavola con una armatura composta di stili e di un pezzo intermedio nei quali sono cavate le modanature dei riquadri; la fig. 947 fa vedere una porta analoga nella quale i riquadri sono ottenuti mediante pezzi sagomati applicati agli stili.

Quando però le specchiature devono essere più robuste, come si richiede spesso per le porte esterne, allora si fanno più grosse e si ottengono, come indica la fig. 948, le così dette *specchiature rialzate*, perchè da una parte dell'imposta restano in rilievo, mentre dall'altra rimangono rientranti. La medesima

figura fa vedere chiaramente la loro connessione con l'armatura.

I portoni maestri delle abitazioni hanno generalmente grandi dimensioni, specialmente se devono servire per il passaggio delle vetture. Dovendo ser-

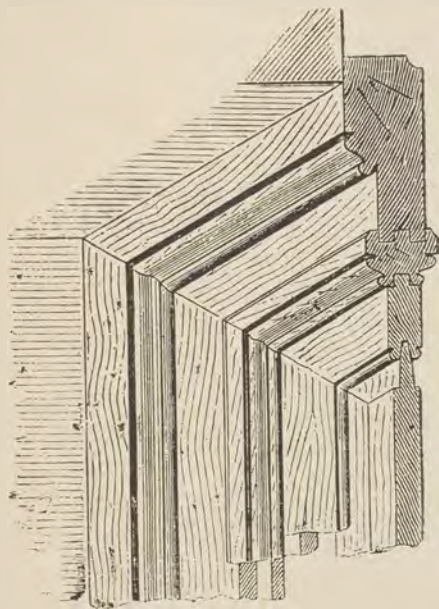


Fig. 946.

vire anche pei pedoni presentano degli inconvenienti; perchè se si tengono aperti per non stare a chiuderli al passaggio di ogni persona, essi lasciano passare molta aria e molta polvere; se si tengono chiusi per la loro pesantezza, sono faticosi ed incomodi ad aprirli ogni momento. Per rimediare in parte a questi inconvenienti si pratica in un battente del portone una piccola porta, armata come quella grande, detta propriamente *sportello* o *portoncino*, in maniera però da renderla visibile il meno che sia possibile. Ciò si ottiene facilmente, se l'imposta è decorata a specchiature, assegnando ai due battenti riquadri e specchiature accoppiate con disegni simmetrici, come fa meglio vedere l'esempio riportato dalla fig. 2, tavola LXVIII.

§ 5.

LE IMPOSTE SCORREVOLI ED A COULISSE.

Le imposte delle porte girevoli attorno gli arpioni richiedono uno spazio sufficiente perchè possano girare, che non può essere utilizzato per altro uso, mentre sarebbe desiderabile talvolta potere disporne, come ad esempio, accade spesso nelle camere delle

abitazioni per mettere dei mobili, o nei magazzini e nelle rimesse, ecc. dove lo spazio sciupato riesce tanto maggiore quanto più grandi sono le imposte.

Per queste ragioni si è immaginato di sostituire in speciali casi al movimento girevole delle porte attorno cardini, quello scorrevole sopra rotelle, nascondendo, ove fa d'uopo, le imposte medesime entro cavità a coulisse praticate nei muri o nei tramezzi (fig. 949).

Questa disposizione non interessa le imposte circa la loro struttura, perchè questa può essere qualsiasi, ma bensì le medesime per i meccanismi necessari a facilitare il loro scorrimento. Ond'è che si sono immaginati due sistemi diversi da adottarsi a seconda delle dimensioni delle imposte.

Per le porte interne delle case di abitazione, generalmente piccole e leggiere, certamente la disposizione più comoda è quella indicata dalla fig. 950, nella quale l'imposta è portata da un carrello for-

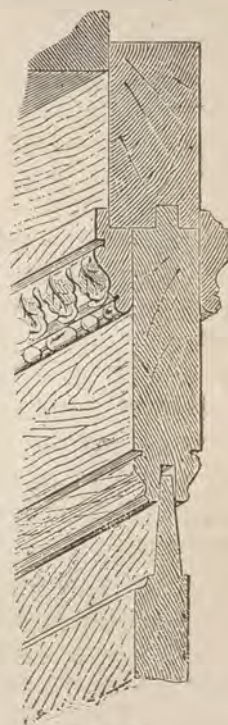


Fig. 947.

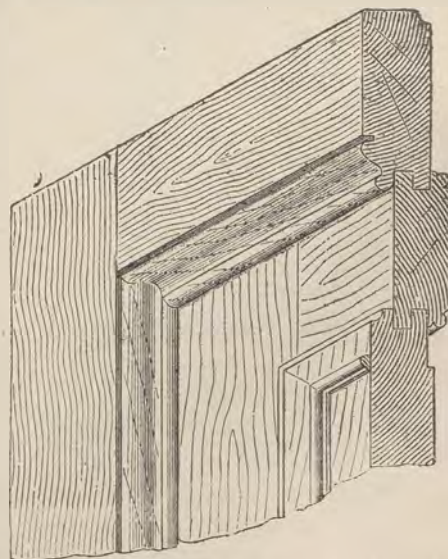


Fig. 948.

mato di 2 rotelle girevoli entro una guida metallica innestata nel pavimento ed è guidata superiormente da 2 coppie di piastrine che si appoggiano all'ala di un ferro a T.

Per le imposte delle grandi porte, sia ad uno che

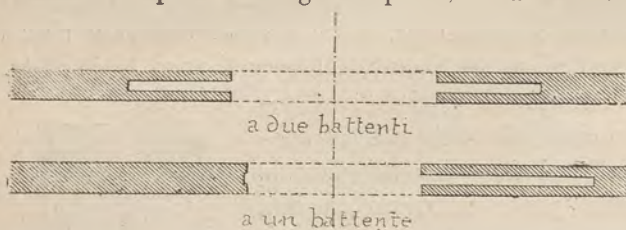


Fig. 949.

a due battenti, come sarebbero quelle per le scuderie, rimesse, magazzini, ecc., non si presta più la disposizione sopra indicata, perchè la guida situata nel pavimento si ostruirebbe per il facile depositarsi delle immondizie, con pericolo che l'imposta possa fuorviare e provocare degli infortuni. Per le grandi porte quindi giova invece so-

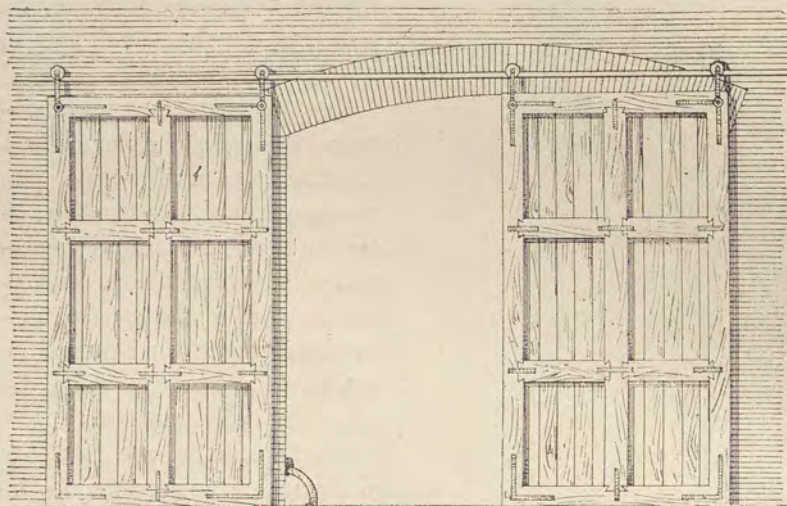


Fig. 952.

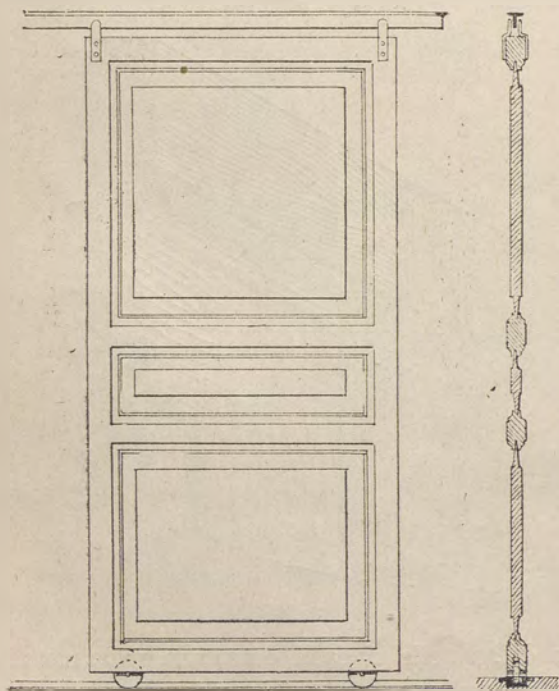


Fig. 950.

sponderle a rotelle scorrevoli sopra una guida di ferro

piatto, fissata al muro in alto, mediante mensole di ferro, come indica in particolare le figure 951 e nell'insieme la fig. 952. In queste porte, se fatte con tavolato semplice, non si mettono i contrafforti o traverse diagonali, perchè le imposte, essendo sostenute dall'alto, non tendono a sconquas-

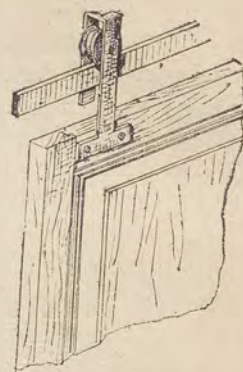


Fig. 951.

sarsi sotto l'azione del peso proprio, come quando girano attorno i cardini. Alle rotelle convien assegnare il maggior raggio possibile, perchè minore riesca lo sforzo per fare scorrere le imposte.

§ 6.

LE BUSSOLE DI RIVESTIMENTO DEI VANI DI PORTA.

La posizione che si assegna alle imposte di porte interne, per rispetto al vano di porta praticato nel muro, d'ordinario è quella riportata dalle figg. 953 *a, b*, secondo le quali la parete dell'imposta, quando questa è chiusa, si trova sul prolungamento della parete del muro. Con questa disposizione il battente corrisponde allo spigolo del vano di porta e l'imposta si apre girando entro lo spessore del muro, come fa vedere la stessa figura *a*, ovvero rimanendo tutta esternamente rispetto al vano di porta (fig. id. *b*); quest'ultima disposizione evidentemente si può applicare indipendentemente dallo spessore del muro, mentre la prima si addice soltanto ai muri grossi, perchè l'imposta, aprendosi non imbarazza l'ambiente restando in parte e in totalità disposta nello spessore del muro, specialmente se è a due battenti.

La miglior disposizione delle porte esterne, perchè riescano riparate dalla pioggia, è quella riportata dalla fig. 953 c, nella quale il battente della porta è fornito dal riquadro anteriore del vano di porta. In questo caso la imposta apre sempre verso l'interno disponendosi nello spessore del muro.

Qualunque sia il posto che si assegna all'imposta,

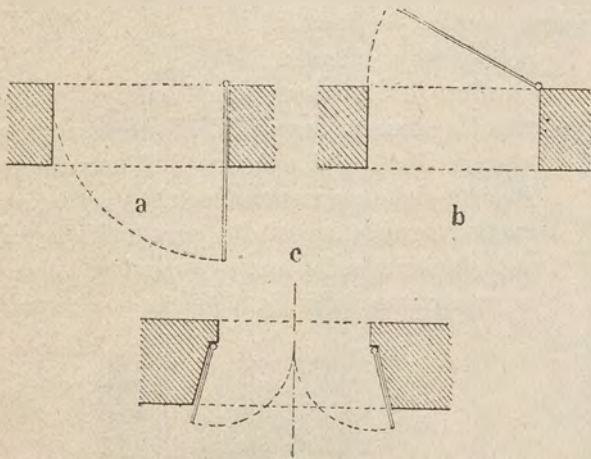


Fig. 953 , a, b, c.

il battente viene fornito quasi sempre da un telaio di legname composto di due montanti verticali e di due traverse, una di testa ed una di piede, aventi sezione quadrata di 6 a 9 cm. di lato, collegate fra loro con dente e incastro nella maniera indicata dalla fig. 954. Il telaio è fissato alla muratura mediante le appendici *bb* *bb* che si ottengono assegnando alle due traverse una lunghezza di 10 a 15 cm. maggiore di quella necessaria, ed ai montanti una sezione cuneiforme per incastrarsi nella muratura come più chiaramente indica la figura.

Spesso nel telaio si sopprime la traversa di piede ed allora i montanti si consolidano alla muratura per mezzo di zanche o di grappette di ferro in numero di due o tre per montante (fig. 939). Se il muro è un tramezzo di una testa, allora il telaio occupa tutto lo spessore del muro; se lo spessore del muro supera le 2 o le 3 teste allora al telaio, che costituisce il battente, corrisponde nell'altro spigolo interno del vano di porta un controtelaio similmente costruito, collegato al precedente mediante traverse (fig. 955) ed allora la posa in opera ed il consolidamento dei telai non richiede nessun'altra opera, bastando la muratura che penetra fra i due telai per tenerli fermi a posto.

Le pareti del vano di porta in corrispondenza dei piedritti e della piattabanda si ricoprono di un tavolato, chiamato *bussola*, a parete esterna liscia nelle case costrutte con economia od a parete esterna provvista di riquadri e specchiature, in corrispondenza delle specchiature dell'imposta, qualora si richiede maggiore eleganza (fig. 956).

Il collegamento di testa dei tavolati costituenti la bussola degli stipiti, cioè nel sopracielo, si pratica di consueto accostandoli e chiodandoli; più solida è l'unione con dentatura merlata (fig. 957). La bussola si mette in opera in maniera che fra il tavolato e il piedritto di muratura si lasci uno spazio libero di 2 o 3 centimetri, allo scopo di evitare il

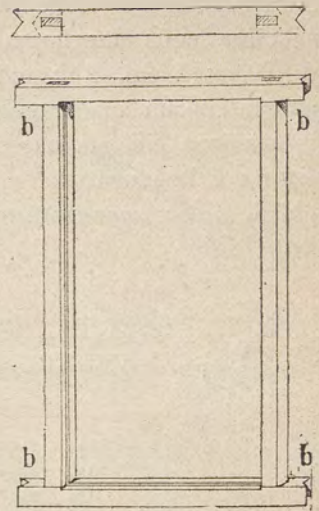


Fig. 954.

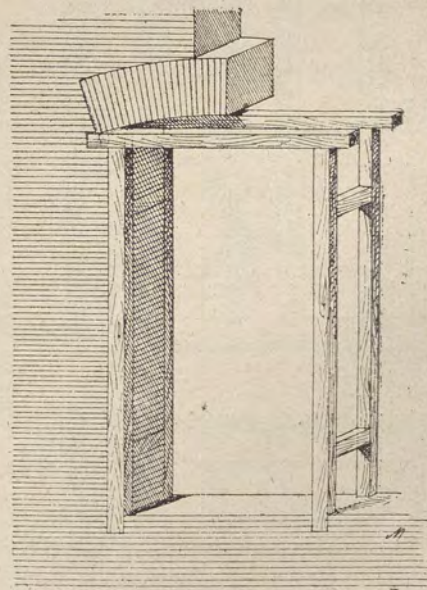


Fig. 955.

contatto tra il tavolato e la muratura e di impedire quindi che l'umidità di questa possa comunicarsi al tavolato.

Si completa e si rende elegante una bussola combinandola con due fascie, una per ogni margine, dette propriamente *mostre* o *brachettoni*, composte

di 2 stipiti e di un architrave. Questi sono formati con pezzi di tavola sagomata (fig. 958) con modanature riportate della larghezza corrispondente ad $\frac{1}{6}$ circa della larghezza del vano di porta, ossia di 10 a 15 cm. Il brachettone si riporta e si inchioda con un suo margine sul ciglio della bussola, in maniera cioè da nascondere il vano lasciato tra questa e la muratura, e si consolida fissandolo con chiodi al corrispondente telaio o controtelaio (fig. id.).

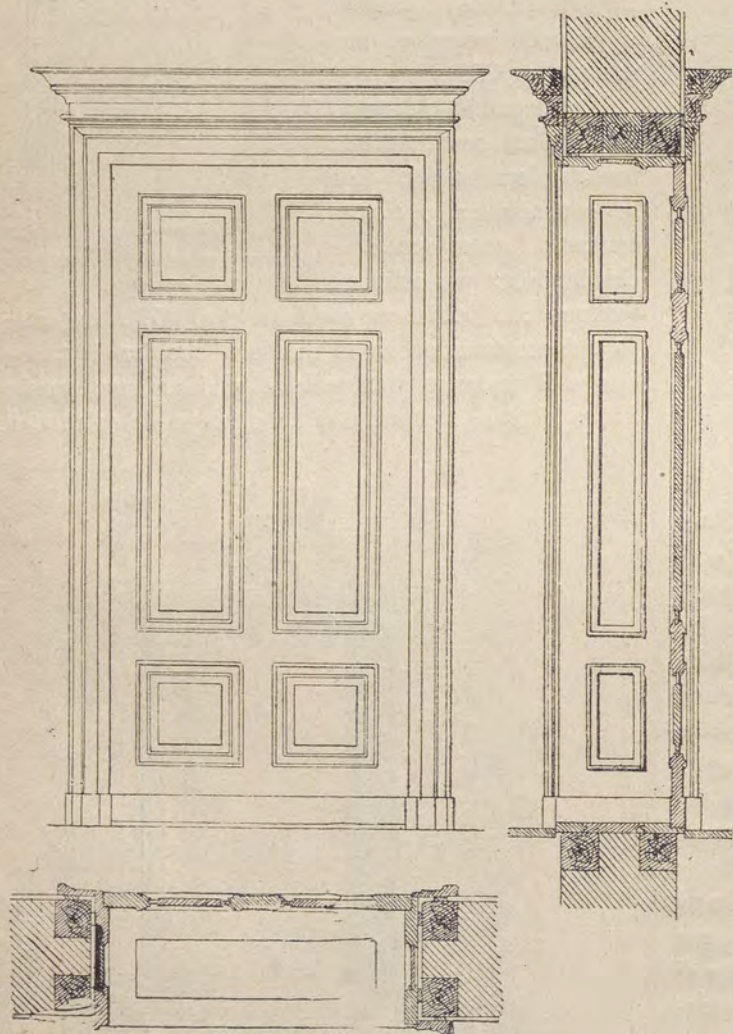


Fig. 956.

Gli stipiti del brachettone si uniscono all'architrave a mezza grossezza allo scopo di evitare col disseccarsi del legname le fessure angolari.

La porta acquista ancora eleganza se all'architrave si sovrappone un fregio e una cornice di coronamento, come indica la fig. 956. Il fregio si fa con un pezzo di tavola, la cornice con un'ossatura di tavole e listelli sagomati di legno in riporto; la

fig. 959 mostra un esempio di architrave con fregio e cornice.

§ 7.

I CARDINI E I SERRAMI
PER LE PORTE.

I ferri che servono a rendere mobili le imposte delle porte si chiamano *cardini* o *cerniere*; quelli che ne assicurano la chiusura *serrami*. E' interessante conoscere il senso di apertura della imposta per la scelta delle serramenta, poichè è chiaro che quello interessa soprattutto queste. Un'imposta può chiudersi nelle quattro maniere diverse rappresentate dalla fig. 960 che sono: a) a si-



Fig. 957.

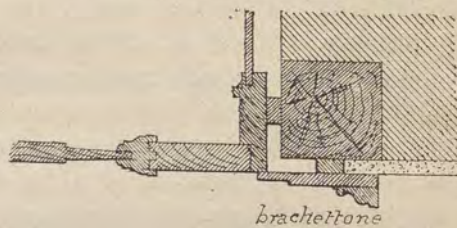


Fig. 958.

nistra tirando; b) a sinistra spingendo; c) a dritta tirando; d) a dritta spingendo. Queste espressioni si applicano pure alle cerniere ed ai serrami.

I cardini assumono forme svariatissime secondo il peso e la grandezza dell'imposta e secondo la sostanza che costituisce il telaio ed il battente fisso. Ciascun cardine si compone di due parti: dell'*arpione* che si collega rigidamente al telaio od alla muratura del piedritto e della *bandella*, che si fissa all'imposta mobile. L'arpione porta quasi sempre conficcato nella testa il *perno*, od *ago*, nel quale penetra la *guaina* od *anello* secondo cui termina la bandella. Qualche rara volta il perno è

portato dalla bandella, tal'altra è libero cioè non fa corpo, nè con l'arpione, nè con la bandella, ed allora il cardine dicesi propriamente *cerniera*.

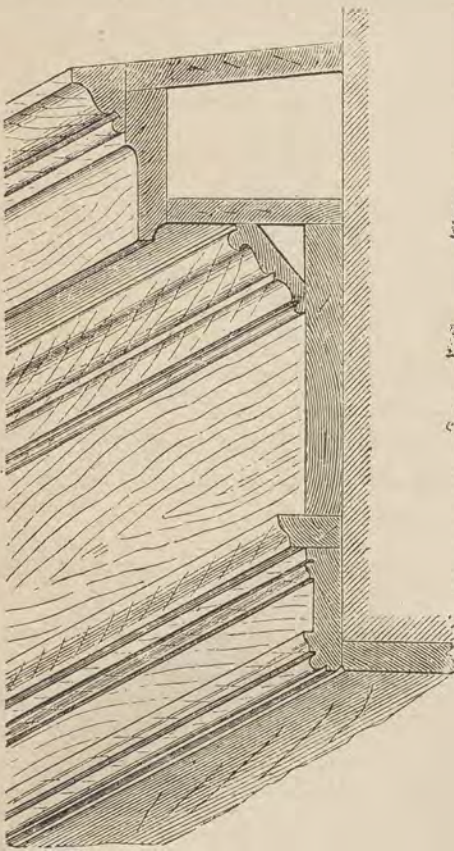


Fig. 959.

di pesce (fig. id. *a*) quando va ingessato nella muratura o impiombato in uno stipite di marmo o di pietra; ad *ala*, a *paletta* od a *piastra* (fig. id. *c, d, e*) quando la coda è piatta per essere avvitata al legname del telaio.

L'*arpione a vite* è quello che ha la coda a forma di vite per avvitarsi al legname del telaio.

L'*arpione a sopporto* è quello rinforzato da una mensoletta (fig. 961); questo arpione serve per sostenere porte di grande peso. In esso un perno *p* forma un unico pezzo con la mensola *m* ed è fermato al muro mediante l'occhio *o* conficcato nel perno e ingessato nella muratura.

L'*arpione ad elica* è quello che ha la testa a verme di vite ed è destinato a ricevere una bandella nel cui occhio è praticata una corrispondente chiocciola di vite. Si usa questo arpione per le porte interne quando ad esempio sul pavimento sono distesi dei tappeti, per costringere la porta nel girare a

sollevarsi per non strisciare contro il tappeto. Riportiamo infine nella fig. 962 un arpione a mensola per porte praticate nel muro con strombatura. Que-

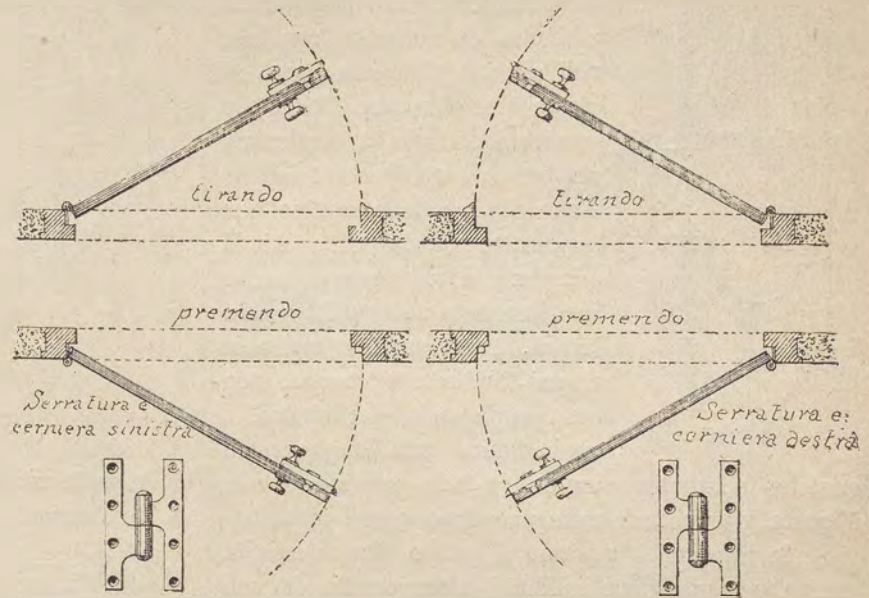


Fig. 960.

sto arpione richiede

l'impiego d'una bandella a gomito, il cui braccio ha una lunghezza eguale alla metà della profondità della strombatura, perchè la porta nell'aprirsi

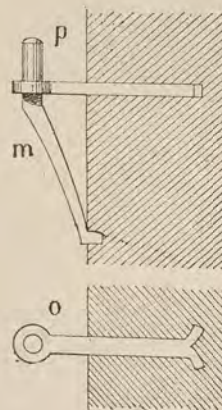


Fig. 961.

possa disporsi contro la parete interna del muro come facilmente si arguisce dal disegno.

La forma, le dimensioni e l'attacco delle *bandelle* dipendono

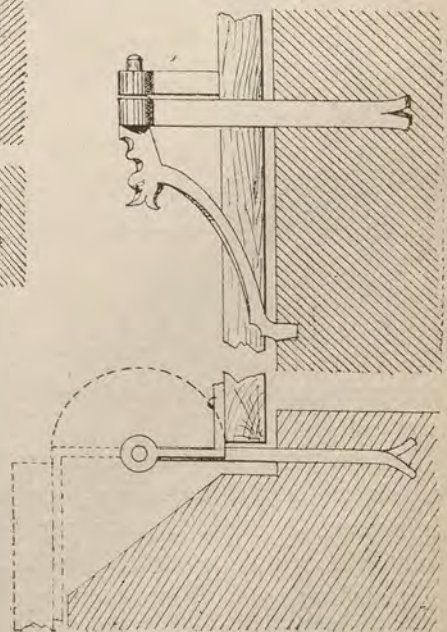


Fig. 962.

dalla struttura, dal peso e della grandezza della porta.

La bandella più semplice è quella diritta (figg. 918, 919), e consiste in una lamiera di ferro a forma allungata terminante ad una estremità con una ripiegatura o a forma di coda di rondine, nell'altra è ripiegata sopra se stessa per formare l'occhio o guaina destinata a conficcarsi nel perno o ago portato dall'arpione. La bandella si fissa alla imposta mediante viti o chiodi, adagiandola sul legno od anche incastrandola in apposita scanalatura. Adoperando le viti essa si può facilmente levare, non così impiegando dei chiodi, i quali hanno una lunghezza di

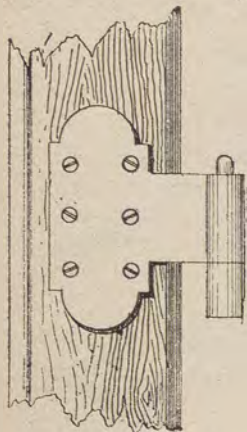


Fig. 963.

qualche centimetro superiore allo spessore della imposta, per poterli ripiegare dopo averli ribaditi.

Se la imposta è pesante il primo foro verso la guaina per maggiore solidità è attraversato da una

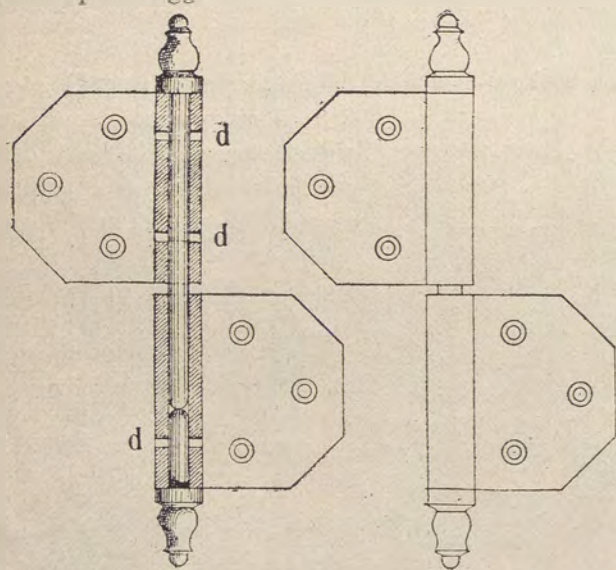


Fig. 961.

chiavarda a vite la cui madrevite è disposta all'interno dell'imposta.

Per le porte interne si usano sovente le *bandelle a paletta* (fig. 963) o quelle a *pinne* o ad *ali* (fig. 964) in numero di due a quattro per ogni battente secondo l'altezza della porta. Quest'ultima, avendo l'arpione la medesima forma a piastra della bandella, si impiega allora quando il battente è fornito di un telaro di legno. L'ago in queste bandelle è portato in parte dall'arpione al quale è fisso mediante i perni o

copiglie *p p*. Alla bandella è fissa l'altra parte dell'ago, per cui essa si appoggia all'arpione per mezzo

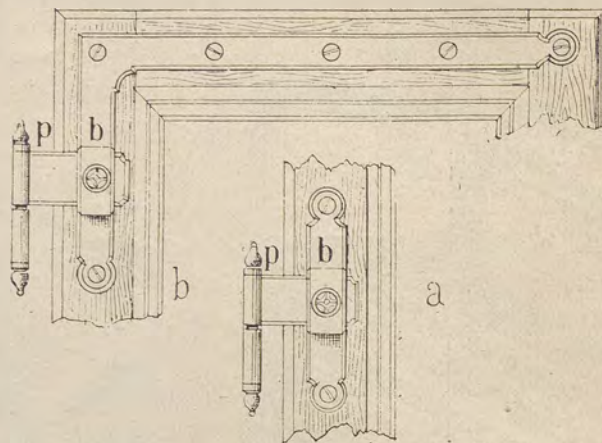


Fig. 965.

delle teste arrotondate dell'ago dimezzato allo scopo di diminuire l'attrito.

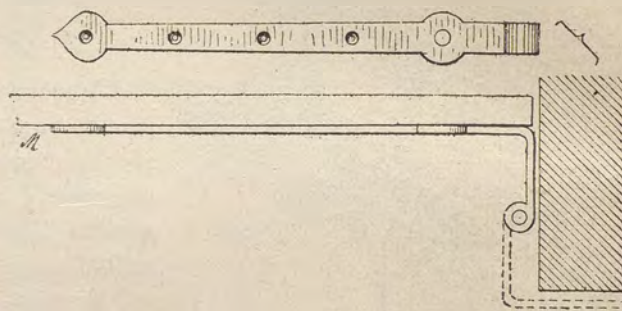


Fig. 966.

La bandella a *croce* (fig. 965 *a*) è una varietà delle bandelle a pinne in cui la piastra *p* viene a passare sotto la bandella *b* la quale si fa più o meno lunga secondo il peso dell'imposta e talvolta a gomito per rinforzare l'unione dei legnami dell'armatura dell'imposta; in tal caso si chiama più propriamente bandella a squadra (fig. id. *b*).

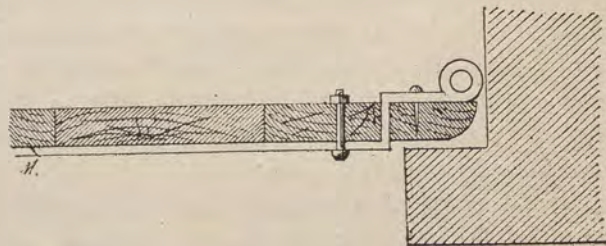


Fig. 967.

La bandella a *gomito* (fig. 966) si adopera quando il battente della porta è rientrante nello spessore

del muro e la porta aprendosi debba adagiarsi contro la parete interna del medesimo.

La bandella a *doppio gomito* (fig. 967) è quella ripiegata due volte e si impiega facendola attraver-

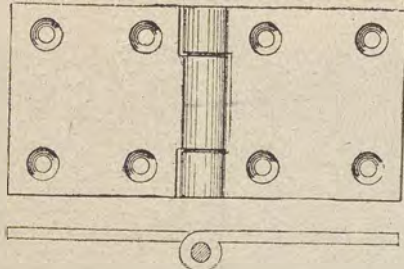


Fig. 968.

sare il legno dell'imposta, di maniera che una parte della bandella si adagia sulla fronte esterna come fa vedere meglio la figura. E' questa una disposizione che ferma con maggiore solidità la bandella all'imposta

La bandella a *cerniera mastiettata* si vede rappresentata in vista nella fig. 968. Questa bandella con-

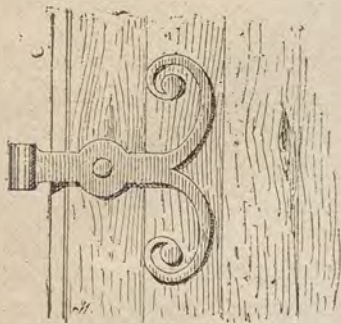


Fig. 969.

siste in una paletta a 3, 4 o 6 fori portante una doppia guaina. Il pernio è mobile ed è portato da una analoga paletta che funziona da arpione. Ha molta analogia con le cerniere ordinarie e si adopera con varie dimensioni, secondo il bisogno, per

le imposte delle porte interne, degli sportelli, dei mobili, ecc. ecc.

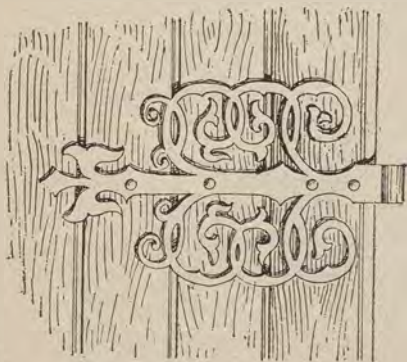


Fig. 970.

Come venne accennato avanti, nel Medio Evo le bandelle si decorarono con foglie di viticci ed ornati geometrici spesso sfarzosamente, al punto che l'im-

posta diventava un accessorio, e serviva solo di fondo all'ornato di ferro. Naturalmente per porre in vista

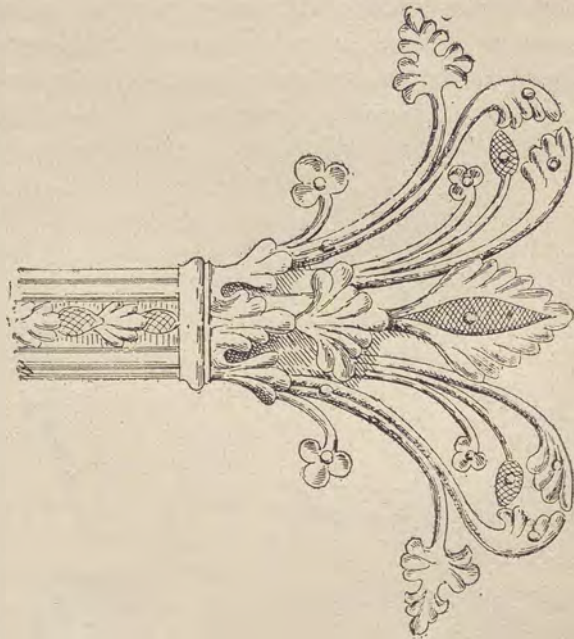


Fig. 971.

l'ornato, la bandella si applicava esternamente all'imposta, mentre di solito le bandelle, perchè non

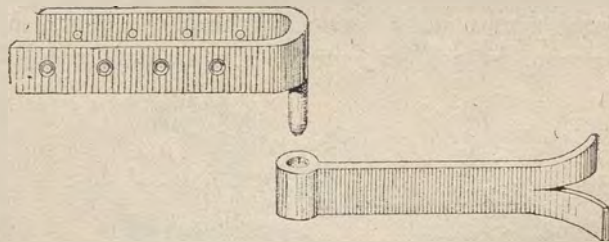


Fig. 972.

possano essere dimesse, si applicano internamente. La bandella a corni di stambecco riportata dalla

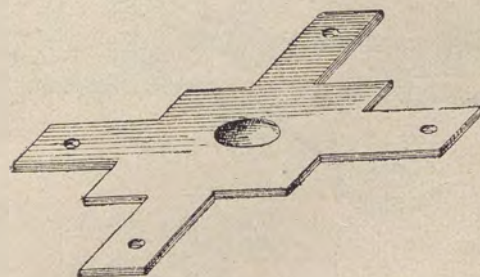


Fig. 973.

fig. 969 è la forma più semplice e fondamentale di quelle usate nel Medio Evo; simile ma più complessa è quella disegnata nella fig. 970, però senza dubbio l'esempio più splendido di bandelle decorative è quello

delle porte nella Nòtre Dame di Parigi a foglie di viti, che si vede riportata nella fig. 971.

Finora si sono citate le bandelle provviste di guaina e gli arpioni portanti in testa il perno, che si conficca nella guaina, ma, sebbene raramente, può accadere al contrario, e cioè, che il perno sia portato dalla bandella e l'occhio dall'arpione, come mostra la

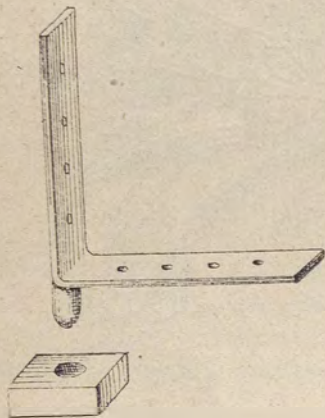


Fig. 974.

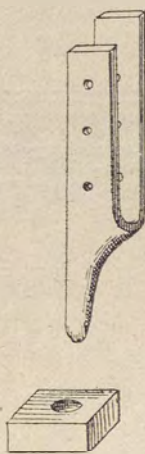


Fig. 975.

fig. 972. Questo genere di cardini si impiega talvolta per le porte rustiche molto pesanti, le quali non si ingangherano, ma si fanno sostenere per mezzo di un perno, detto *bilico*, situato al piede dell'imposta,

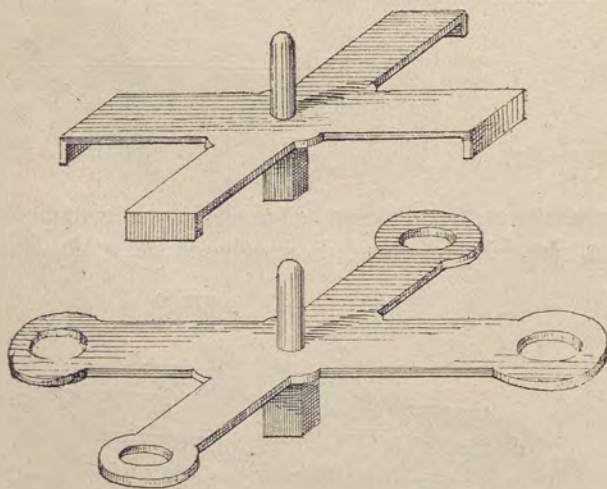


Fig. 976.

girevole in un occhio o dado di ferro, detto *pilletta*, od anche *rallino*, mentre superiormente la porta è provvista di una altra bandella con perno, che gira entro un occhio portato da un arpione.

Il rallino si fissa sulla soglia con impiombatura e perni (fig. 973) ed il bilico sull'imposta mediante viti

(figg. 974-75). Questa disposizione permette di potere oleare la cavità del rallino e quindi di diminuire lo

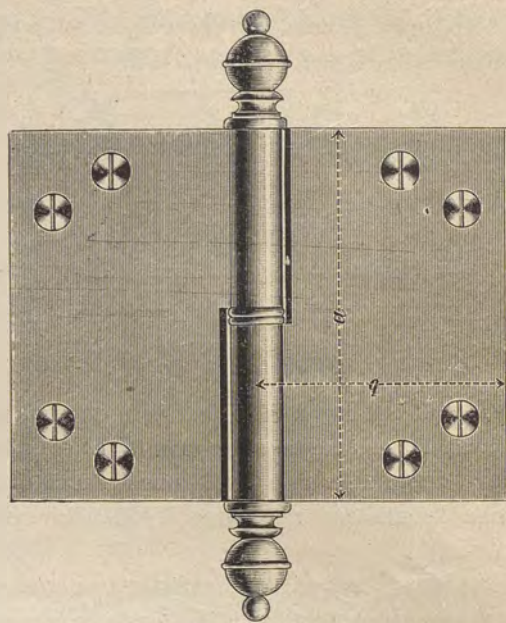


Fig. 977.

sforzo necessario per fare girare la pesante imposta, ma di contro però la polvere e le immondizie possono ostruire la cavità del rallino. Si rimedia a questo inconveniente facendo portare il perno dal rallino (fig. 976) e l'occhio dalla bandella fissata al piede dell'imposta.

Le *cerniere* differiscono dai cardini sopra citati per avere il perno o ago quasi sempre facente parte a sè, e le due parti che costituiscono il cardine fatte con pia-

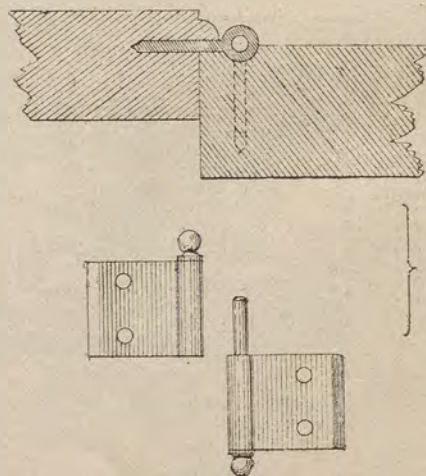


Fig. 978.

stre della stessa forma e dimensione, differenti soltanto nella guaina (fig. 977). Le cerniere sono propriamente

destinate a collegare e far girare, uno attorno all'altro, due corpi, più che a sostenerli. Le piastre si fissano sulla fronte dei legnami, entro cavità appositamente

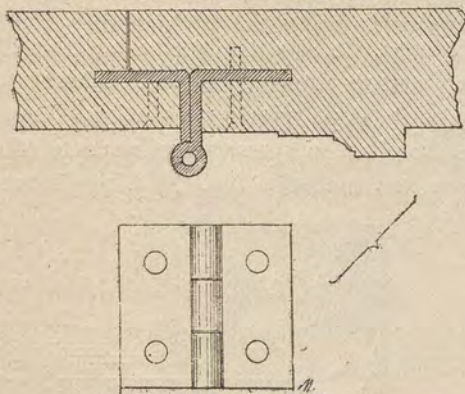


Fig. 979.

praticate, con viti a testa perduta. Il perno ha l'asse situato sul piano medio della grossezza delle piastre ed il numero dei fori attraversati dalle viti in ciascuna piastra può variare da 2 a 6, secondo la loro grandezza. Le cerniere più grandi hanno le piastre aventi il lato verticale di cm. 6,5 ed il lato orizzontale di cm. 7.; secondo il rapporto di questi lati si hanno *cerniere quadre*, *cerniere alte*, *cerniere larghe*, ecc. Così pure il numero degli occhi portati da ciascuna piastra varia da 1 a 10, quindi si possano avere cerniere a 2, a 3, a 4, ecc., perfino a 20 occhi. come nelle cerniere da pianoforti; aumentandone il numero degli occhi, cresce la solidità della cerniera.

Talvolta le cerniere si infiggono nello spessore del legname come mostra la fig. 978. Queste cerniere, dette da *infiggere*, hanno una bandella provvista di una sola guaina, l'altra portante l'ago; il loro profilo verticale esterno è foggiato a scalpello per potere infiggere le due ali nel legname dello stipite e dell'imposta. Il collegamento di queste cerniere col legname si consolida per mezzo di viti o di chiodi.

Le cerniere ad *ali piegate* (fig. 979) sono convenienti allora quando l'imposta porta l'incavo della battuta, perchè allora un'ala della cerniera, ripiegata ad angolo retto, si applica contro il battente e l'altro, pure ripiegato ad angolo retto, si conficca nel legname dello stipite, come fa vedere la figura, ed entrambe si assicurano con chiodi o con viti.

Le cerniere si possono costruire ancora più robuste impiegando una lamiera doppia per la formazione delle piastre, ossia una lamiera ripiegata sopra se stessa per formare la guaina (fig. 980).

La cerniera *ad elicoide*, infine, come l'arpione ad elicoide, serve a far sollevare la porta quando questa si apre. La fig. 981 fa vedere una cerniera di questo genere nelle due posizioni, chiusa cioè ed aperta.

I serrami più in uso per chiudere le imposte di porta sono: il *gancio*, il *saliscendi*, il *chiavistello*, il *catenaccio*, la *turga*, la *serratura*, il *lucchetto* ed il *paletto*. Generalmente nel commercio ad ognuno di questi serrami corrisponde una grande varietà, per cui sarebbe qui fuor di luogo descriverle tutte senza profitto alcuno, bastando imparare a conoscere di ciascuno le generalità e le caratteristiche principali.

Il *gancio* è il più semplice e ad un tempo il più leggero tra i serrami; per questo fatto è poco usato, non potendosi applicare che alle piccole porte interne dei ripostigli, gabinetti, ecc., e più convenientemente per gli

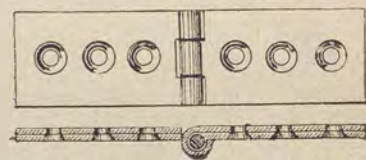


Fig. 980.

sportelli. Esso consta di due pezzi (fig. 982) e cioè del gancio propriamente detto, provvisto di occhio ad una estremità, per fissarlo con una vite, attorno cui può girare, e ripiegato ad angolo retto

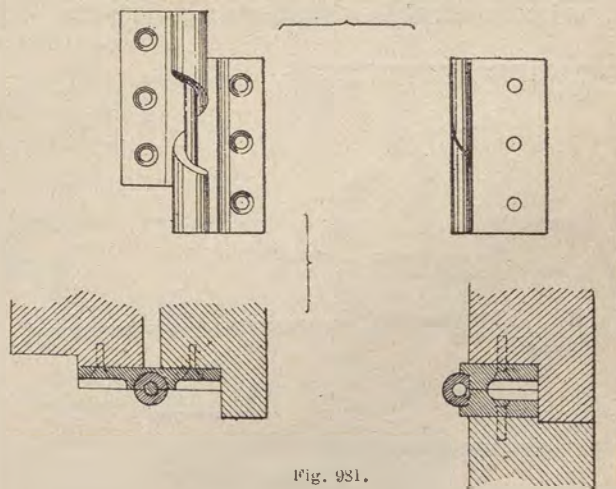


Fig. 981.

all'altro estremo per introdursi nell'occhio di un arpioncino a vite o a coda di pesce, secondo che questo è fissato al legname, ovvero alla muratura. La spranga del gancio è appiattita, come mostra la figura, per potersi afferrare con le dita, quando lo si vuole togliere o rimettere nella posizione di chiusura. Il gancio può applicarsi tanto alle porte a due battenti,

quanto a quelle ad un solo battente; in questo caso conviene fissare l'arpione ad occhio nello stipite.

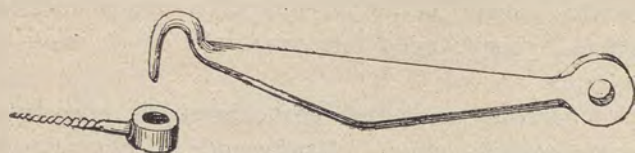


Fig. 982.

Una varietà molto usata del gancio si ha invece nel *gancetto di trattenuta* (fig. 983) molto più leggero ancora del primo, il quale però, come dice la parola, non serve a chiudere la porta, ma bensì a trattenerla nella posizione di completa apertura e ciò per garan-

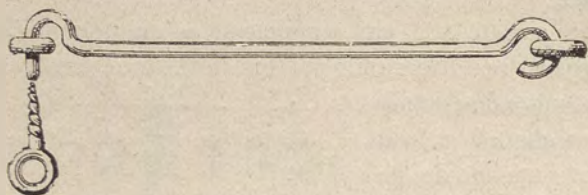


Fig. 983.

tirla dall'opera spesso devastatrice dei venti. Il gancio di trattenuta costa di tre pezzi e cioè della spranghetta o gancetto di piccolo ferro rotondo, simile al precedente, che gira col suo occhio entro un occhio a vite o a coda di pesce, che si fissa al piedritto del vano di porta, e si aggancia con la sua estremità ripiegata ad un occhio simile a vite fissata alla imposta.

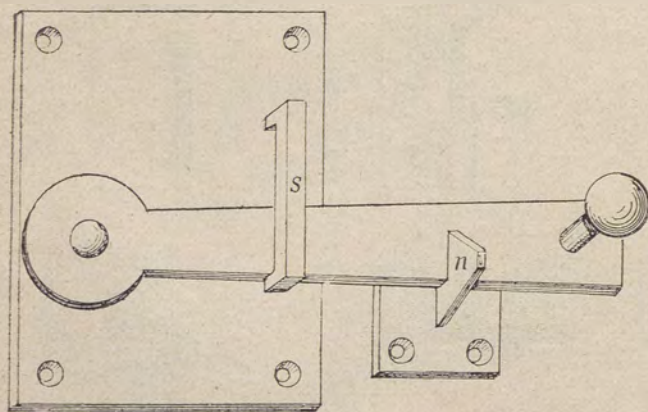


Fig. 984.

Un *saliscendi* (fig. 984) si compone di una piastrina di ferro, che si fissa alla porta dalla parte interna sul battitoio esteriore, di una spranghetta provvista di bottone per la sua manovra, girevole attorno ad un perno, a corsa limitata, per mezzo di una staffetta *s*. La spranghetta, quando la porta è chiusa, si accavalca al dente di un nasello *n*, fermato

a vite o per mezzo di piastrina all'altra imposta, se la porta è a due battenti, ovvero al montante del telaro.

Un saliscendi di questo genere si apre soltanto dalla parte interna. Se si vuole aprire anche dalla parte esterna, basterà allungare il perno attorno cui gira la stanghetta, dopo averlo reso solidale con la medesima, fin oltre lo spessore della porta, dove termina con una maniglia (fig. 985), per mezzo della

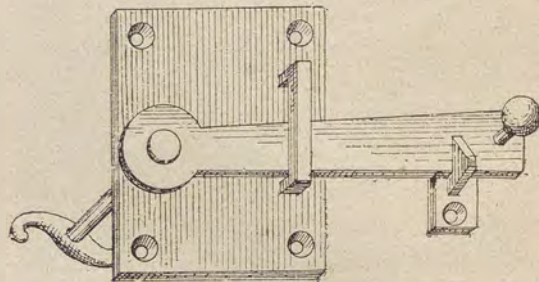


Fig. 985.

quale si manovra dallo esterno. Ovvero si fa attraversare lo spessore della porta da un semplice congegno a leva, come indica la fig. 986, il quale per mette, premendo sul braccio di leva, di potere alzare dall'esterno l'estremità della spranghetta agganciata nella feritoia del nasello. È necessario che il saliscendi abbia la spranghetta piuttosto pesante per ricadere da sè, allora quando si chiude la porta, dopo avere strisciato sul piano inclinato del nasello.

Se la porta è scorrevole, il saliscendi è rinchiuso in una scatola metallica, che si incastra dentro lo spessore del battitoio dell'imposta, come fa vedere la fig. 987. Questa scatola è limitata anteriormente da una lamiera concava, spesso ornata, la quale porta una feritoia attraversata dalla estremità della spranghetta. Questa è terminata con gancio a becco, il quale, chiudendo la porta, scivola col suo contorno inferiore contro lo spigolo inferiore di una analoga feritoia praticata nella bocchetta, alla quale si aggancia, quando la imposta ha compiuto la corsa per chiudersi. La stanghetta di solito è comandata da una maniglia, il cui asse a sezione quadrata penetra uel foro *b*.

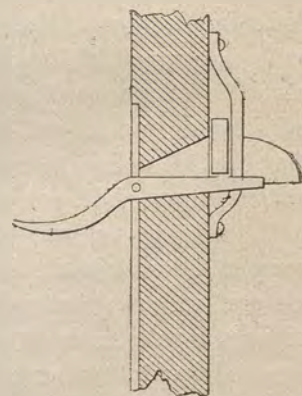


Fig. 986.

Il *chiavistello* è forse l'ordigno di chiusura più antico. Esso consiste in un bastone cilindrico di ferro il quale per mezzo di una maniglia, talvolta formata con la ripigatura dello stesso, come mostra la fig. 988, si fa scorrere attraverso diversi anelli conficcati nelle due parti dell'uscio, attraversandone la commessura.

Il chiavistello si adatta piuttosto alle porte rustiche ed allorquando la porta è ad un solo battente l'estremità del bastone infila in una bocchetta o in un anello conficcato nel montante del telaro o immurato nello stipite del vano di porta.

Se nel chiavistello la sezione del bastone è rettangolare, allora il chiavistello si chiama propriamente *catenaccio*. Questo non è altro che un paletto comune trasverso (fig. 989), dotato cioè di uno scorrimento orizzontale. È una serratura più robusta del chiavistello e, come questo, consiste in una stanghetta a sezione rettangolare, provvista di bottone per il comando, la quale scorre attraverso due piegatelli saldati a una piastrina di attacco, munita di 4 a 6 fori per viti, con la quale si fissa alla imposta. La bocchetta entro la quale penetra l'estremità della stanghetta, quando la porta è chiusa, è costituita da

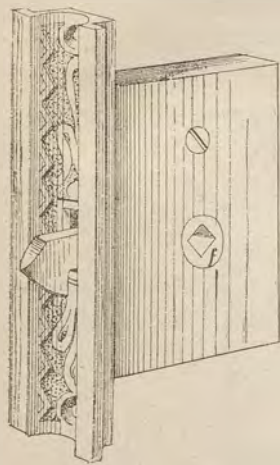


Fig. 987.

un analogo piegatello saldato a una piastrina più piccola di attacco, con la quale la bocchetta si fissa all'altra imposta, ovvero al montante del telaro nelle porte a un solo battente.

Se ad un catenaccio si assegnano piccole dimensioni, questo prende il nome di *targhetta*. Serve la targhetta per serrare le piccole porte interne e può essere fatta di ferro o di ottone.

La targhetta di ferro si compone della piastrina *a* (fig. 990) di lamiera, la quale convenientemente ripiegata costituisce le due piastre guide che funzionano da piegatelli, entro cui scorre la stanghetta provvista di bottone. Anche la bocchetta, come indica la stessa figura, può essere fatta di lamiera ripiegata.

Una targhetta più elegante è quella riportata dalla fig. 991, fatta interamente di ottone. La piastrina di questa targa porta un rigonfiamento provvisto di una cavità cilindrica, che viene attraversata dalla stan-

ghetta, il cui bottone col suo gambo percorre la feritoia *aa* a gomito, praticata nel rigonfiamento ci-

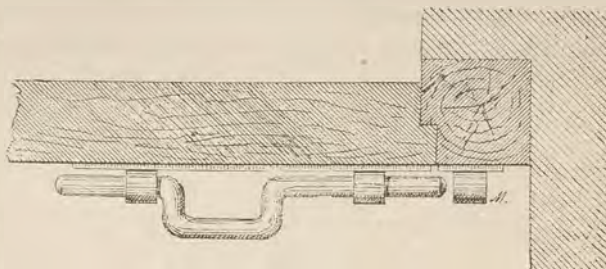


Fig. 988.

lindrico. L'intaglio verticale della feritoia serve al gambo del bottone per incastrarvisi, allora quando la

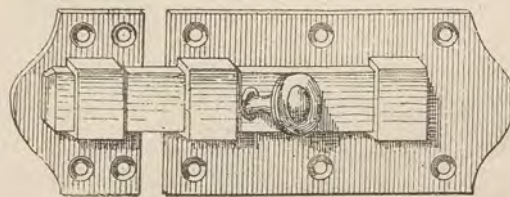


Fig. 989.

stanghetta ha compiuto la sua corsa, e allo scopo di ostacolarne il movimento indietro o di apertura della stanghetta, quando la porta è chiusa.

Le serrature, dette comunemente *toppe*, si distinguono in:

Toppe a mandate quelle in cui la stan-

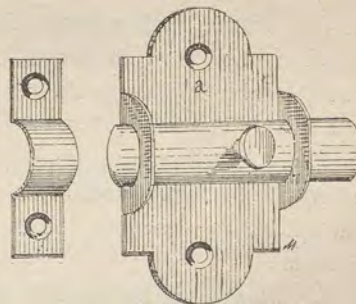


Fig. 990

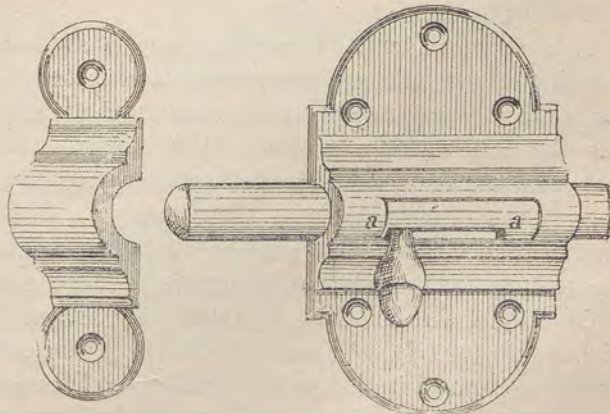


Fig. 991.

ghetta si muove in avanti e indietro in forza di uno o più giri successivi della chiave.

Toppe a colpo nelle quali la stanghetta, smussata nella sua estremità sporgente dalla scatola della serratura, si caccia indietro nel momento in cui la porta si chiude, strisciando con la parte inclinata della me-

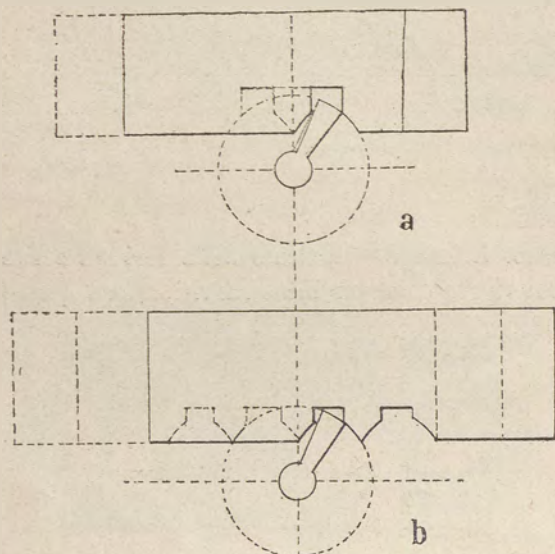


Fig. 992.

desima contro la bocchetta, nella quale si infilza, a porta chiusa, per l'azione di una molla interna. In queste toppe la stanghetta si comanda per mezzo di una maniglia.

Toppe a colpo e mandate quelle che comprendono entrambi i sopradescritti congegni di chiusura, per cui queste toppe sono provviste di maniglia e di chiave.

Si hanno inoltre speciali toppe in cui non si ha un solo mezzo di chiusura, ma una combinazione di 2 o più mezzi.

Nelle toppe a mandate la parte più importante è la stanghetta. Questa ha ordinariamente una sezione rettangolare e scorre, spinta dalla chiave, attraverso due piegatelli saldati alla piastra della toppa o attraverso due piastre guide, costituite dalla ripiegatura della piastra di fondo medesima. A tale scopo la stanghetta porta lungo il margine inferiore uno o due incavi a dente, secondo che le mandate, cioè i giri della chiave, sono in numero di uno (fig. 992 a) o di due (fig. 992 b) ed il suo movimento si arresta per mezzo di un altro incavo, praticato verso la estremità posteriore, mediante il quale la stanghetta si infilza nella piastra guida a corsa finita, ovvero per l'azione di una molla, detta molla di arresto, che penetra nell'incavo della stanghetta a corsa finita, e che

viene sollevata dalla chiave prima che questa spinga la stanghetta nel suo movimento indietro.

Un'altra parte importante della toppa è la *chiave* (fig. 993) la quale si compone di tre parti e cioè dell'*anello*, dello *stelo* o *fusto* e dell'*ingegno*.

L'anello serve a impugnare la chiave per farla girare.

Il fusto, ordinariamente cilindrico, unisce l'anello all'ingegno; questo è l'estremità della chiave che penetra nella toppa per far scorrere la stanghetta. Secondo che il fusto è pieno o cavo per una lunghezza corrispondente a quella dell'ago della toppa, la chiave dicesi *maschia* o *femina*. Nella chiave maschia (fig. id.) il fusto sporge oltre l'ingegno per pochi millimetri, per penetrare in apposito buco praticato nella piastra anteriore della toppa e che serve di suo sostegno.

Il fusto deve avere una lunghezza sufficiente per attraversare lo spessore della imposta, alla quale è applicata la serratura e giungere nella toppa.

Il meccanico studia la costruzione di una chiave in maniera che questa non riesca pesante e voluminosa, e ad un tempo resistente contro gli sforzi di torsione a cui è soggetta. Perciò in commercio si trovano toppe provviste di chiavi variamente foggiate; va ricordato la chiave di tipo americano il cui fusto è cilindrico nella sola parte, che penetra nella toppa (fig. 994), e di lamiera piatta nel fusto e nell'anello.

Le chiavi nei secoli scorsi ricevettero spesso una impronta artistica; anche oggi se ne fabbricano con gli anelli di ottone, intarsiati con avorio o di argento formando, quando è richiesto, oggetto di ricca decorazione.

L'ingegno della chiave è destinato ad alzare la molla di arresto od agire sugli arresti di altro genere

e sulla stanghetta. Perché una toppa non possa aprirsi altro che colla propria chiave, l'ingegno della chiave porta delle scanalature o degli intagli, che vengono attraversati da laminette dette *fernette*, saldate sulla piastra della toppa, di cui il numero e la forma variano da una chiave all'altra. La fig. 995 riporta alcuni ingegni di chiave, forniti di intagli paralleli alla di-

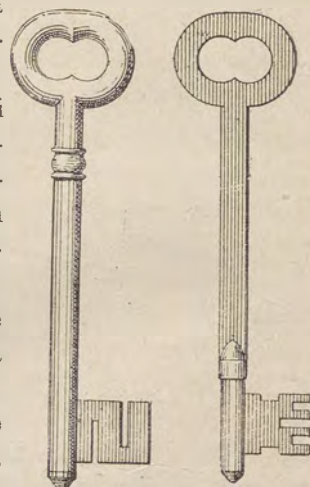


Fig. 993.

Fig. 994.

rezione del fusto, o soltanto normali o combinati insieme, paralleli e normali per dar luogo a quegli intagli che sono a zig-zag; la fig. 996 fa vedere un ingegno di chiave con le relative fernette cilindriche saldate nella piastra della toppa.

Per rendere ancora più sicura una chiave si può modificare in mille guise il profilo dell'ingegno, creando, ad esempio, come mostra la fig. 997, dei profili ad *s* ovvero a *z* o con forme più complicate.

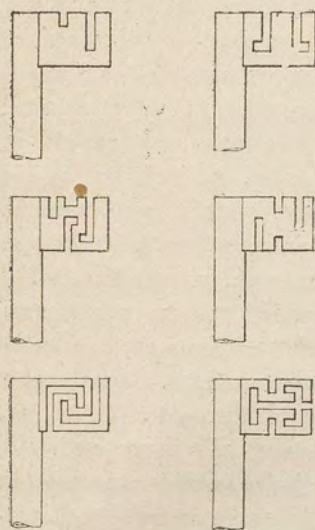


Fig. 995.

La chiave, per giungere alla toppa dallo esterno, deve attraversare tutto lo spessore della imposta, nella quale perciò bisogna praticare un foro convenientemente ampio. A difen-

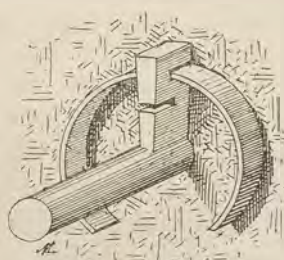


Fig. 996.

dere il bordo di questo foro, vi si appone un pezzo di lamiera di ferro, di ottone o di nichelio, fissandola con chiodini o con piccole viti, portante un foro con profilo identico a quello dell'ingegno della chiave, di modo che questa vi entri esattamente e quella serva di guida alla chiave nella introduzione e impedisca che nella toppa si possano introdurre oggetti estranei. Questo accessorio delle toppe chiamasi *scudetto*, dalla forma pri-



Fig. 997.

mitiva a scudo, che questo assunse (fig. 998). Oggi di scudetti se ne fabbricano di forme svariatissime, semplici e ornati anche riccamente, se si richiede una maggiore eleganza nella imposta.

Nella fig. 999 è riprodotto il disegno di una toppa a due mandate ed a chiave maschia munita di due intagli corrispondenti a due fernette di cui una *f*

saldata nella piastra di fondo della scatola della toppa ed una nella piastra di coperchio che nella figura non si vede rappresentata. La stanghetta *s*, che si muove tra la piastra feritoia e la guida *g* che penetra nella propria feritoia *f*, porta in corrispondenza due tacche inferiori corrispondenti alle due mandate e tre



Fig. 998.

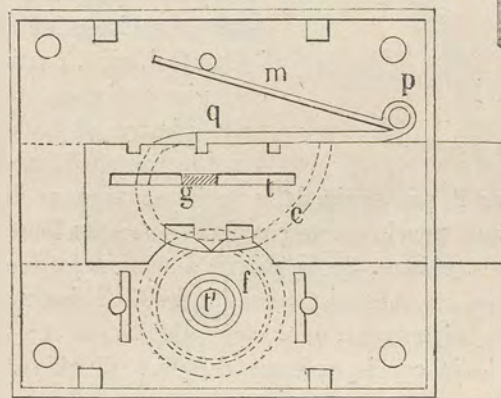
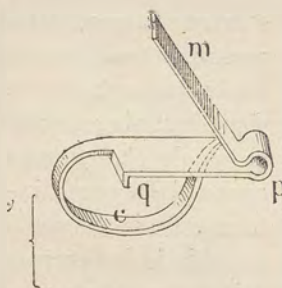


Fig. 999.

tacche sul dorso per l'arresto *q* della molla *m*, imperniata nel punto *p*, corrispondenti alle tre diverse

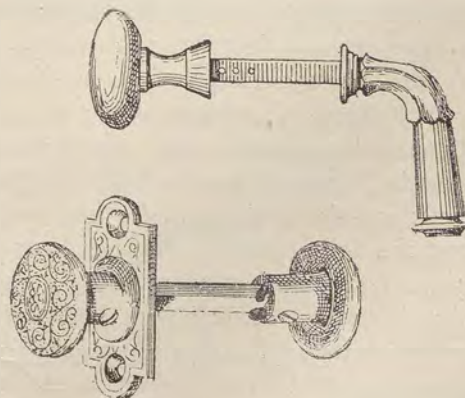


Fig. 1000.

posizioni della stanghetta e cioè di chiusura, semichiusura, con una sola mandata, e di apertura. La chiave, girando, comprime il calcio *c* della molla e fa

sollevare l'arresto *q* per cui la stanghetta resta libera di muoversi avanti e indietro.

La disposizione delle varie membrature non cambia se la toppa è provvista di chiave femina; soltanto al posto del foro *t*, attraversato dalla estremità del fusto della chiave, vi è saldato l'ago che penetra nella cavità della chiave femina.

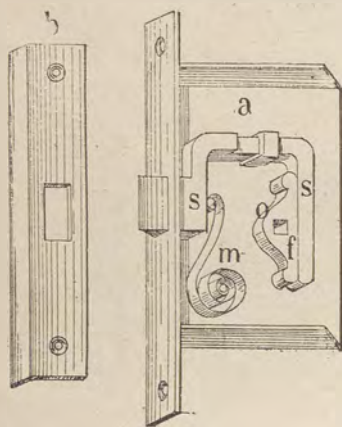


Fig. 1001.

La toppa descritta si apre soltanto dalla parte esterna, ma è facile immaginare le disposizioni in una toppa simile che si apra anche dalla parte interna. Se la chiave è maschia le due entrate della medesima possono essere corrispondenti, i due fori, cioè, praticati rispettivamente nella piastra di fondo e nella piastra di coperchio, per il passaggio della chiave, avranno il medesimo asse per la parte circolare corrispondente al fusto della chiave. Se la chiave è femina le due entrate non possono corrispondersi, perchè abbisogna un ago per ogni entrata, uno, cioè saldato alla piastra di fondo in corrispondenza del foro di chiave del coperchio ed uno sulla piastra del coperchio in corrispondenza del foro di chiave della piastra di fondo. Ed allora la stanghetta avrà le tacche corrispondenti a ciascuna entrata, e quindi 4 tacche.

La *toppa a colpo* ha una grande analogia col catenaccio, che abbiamo descritto più avanti, con la differenza che la stanghetta, anzichè essere comandata da un bottone, essendo sprovvista di arresto, si mantiene costantemente nella sua posizione di chiusura sotto l'azione di una molla a spirale contenuta nella scatola della toppa. La manovra della stanghetta che nella sua estremità sporgente è munita di smusso inclinato, è fatta quasi sempre per mezzo di una semplice maniglia (fig. 1000) avente il fusto a sezione quadrata. Queste toppe quindi si possono comandare tanto dallo esterno, come dall'interno; basterà a tale scopo che il fusto della maniglia sia munito ad entrambe le estremità di pomo o di maniglia propriamente detta. Non è il caso di fermarci sulla forma delle maniglie che può essere svariaticissima, e diamo senz'altro nella fig. 1001 la

vista di una toppa a colpo della forma più comune. In questa *b* è la bocchetta, che si fissa allo stipite o al battente, in cui non si applica la toppa, allorché l'imposta è a due battenti, *a* è la scatola della toppa, nella quale *s* è la stanghetta ripiegata ad *U*, guidata da un piegatello e dalla piastra guida anteriore, *m* è una molla a spirale, che spinge sempre all'infuori la stanghetta, *f* è un eccentrico che agisce sul braccio verticale posteriore della stanghetta. L'eccentrico si manovra per mezzo della maniglia, il cui fusto penetra nel foro quadrato *o*; di maniera che, girando la maniglia in un senso o nell'altro, la stanghetta è spinta indietro e la porta si apre; abbandonando la maniglia a se stessa, a porta chiusa od aperta, la toppa si chiude, e si chiude anche quando si chiude il battente, perchè la stanghetta col suo profilo inclinato striscia contro la bocchetta, finchè a corsa finita dell'imposta, vi si aggancia.

La stanghetta e l'eccentrico possono modificarsi in molte maniere, ond'è che in commercio si trovano toppe a colpo di forme svariate. Senza stare quindi a descriverle tutte ci limiteremo a citare quelle che a parer nostro sono più importanti.

Fra queste degna di maggior considerazione è la toppa a colpo speciale per le porte vetrate di botteghe e simili, la quale per solidità, forma ed eleganza può superare le altre congeneri, potendosi costruire in ferro, come in ottone ed in nichel. Questa toppa si vede rappresentata in vista nella fig. 1002. La stanghetta *s*, provvista di smusso inclinato nella sua estremità sporgente, si mantiene costantemente chiusa per l'azione di una molletta a spirale cilindrica con-

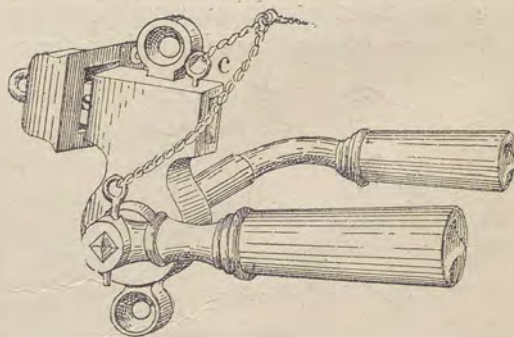


Fig. 1002.

tenuta nella scatola, la quale agisce dietro di essa. Le maniglie comandano la stanghetta, soltanto nella sua corsa di apertura, per mezzo di una leva la quale, come l'eccentrico, agisce sulla stanghetta solamente quando le maniglie, premendo, si abbassano.

Una volta aperta la stanghetta, si abbandonano le maniglie, le quali ritornano nella primitiva posizione in forza di un'altra molla a spirale più robusta, di cui è munita la leva. Anche la stanghetta ritorna nella sua posizione di chiusura per effetto della propria molla.

Si può impedire l'apertura della stanghetta, e rendere la serratura più sicura, introducendo una copiglia *c* in un apposito foro della scatola, come mostra la figura, corrispondente ad un foro analogo praticato nella stanghetta.

La *toppa a colpo e mandate* è una combinazione della serratura semplice a colpo con quella a mandate. In queste toppe si hanno generalmente nella stessa scatola due stanghetta, una che si manovra a colpo, e l'altra a mandate, ed in corrispondenza una maniglia per il comando della toppa a colpo ed una chiave per quella a mandate.

Si può avere però una sola stanghetta, la quale prima agisce a colpo e quindi, per mezzo di uno o più giri di chiave a mandate. In queste toppe è la stessa chiave che manovra anche a colpo la stanghetta.

Anche qui non staremo a dilungarci con la descrizione delle svariate toppe di questo genere, ci fermeremo soltanto sopra quella che ci sembra diremo quasi indispensabile a conoscersi per la sua universale applicazione alle porte esterne degli appartamenti. Questa toppa a colpo e mandate è quella conosciuta sotto il nome di *toppa inglese* la quale è così descritta dagli ingegneri Belloc e Donghi (1). Questa toppa è così chiamata perchè inventata dall'inglese Chubb nato a Portsea nella contea di Santhampton; egli prese il suo primo brevetto nel 1818; nel 1824 fu perfezionato notevolmente il congegno di tale serratura. Essa è rappresentata nella fig. 1003 e contiene da 3 a 8 sottili lastre di acciaio o di ottone sovrapposte che funzionano da arresti. Dette lastre, girevoli attorno un perno devono essere sollevate tutte insieme dalla chiave in modo da permettere il movimento della stanghetta.

Naturalmente aumentando il numero di simili lastre si accresce la sicurezza del congegno, poichè basta che un solo arresto non si trovi nella voluta posizione, perchè la stanghetta non possa muoversi.

Per assicurare la toppa contro aperture clandestine, gli arresti portano delle false tacche, le quali

hanno solamente per ufficio di ingannare quegli che tentasse di aprire il serrame mediante grimaldelli.

La detta fig. 1003 rappresenta una serratura semplice di Chubb priva del suo coperchio. La stanghetta *R* è provvista di uno piccolo *z*, che si caccia nelle feritoie degli arresti, di cui si vede il superiore *k*; le lastrine come *k* sono imperniate in *o* e ciascuna di esse è munita di una molla simile ad *f*, appoggiantesi al piuolo *b*. Supponiamo ora che si introduca e si giri la chiave (*e*); le sue barbe 1, 2, 3, 4, 5 e 6 innalzeranno gli arresti in modo che scorgerà lungo il piuolo *z* finchè questi si troverà

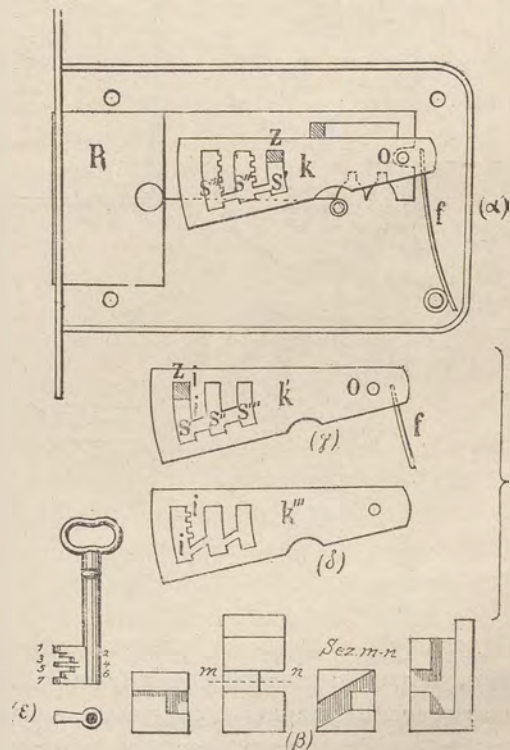


Fig. 1003.

in presenza della fenditura aperta fra *s'* e *s''*; allora la barba *f* si appoggerà con la sua punta alla stanghetta e questa sarà libera di scorrere perchè *z* potrà passare da *s'* in *s''*. Dando un secondo giro di chiave, il piuolo *z* da *s''* passerà in *s'''* e la stanghetta si trasporterà di quel tanto che equivale alla seconda mandata. Quando la chiave avrà ultimato il suo giro, gli arresti ricadranno in basso perchè sollecitati dalle loro molle e così la serratura, sarà chiusa. Le false tacche *i i* servono, come dicemmo, ad impedire l'apertura della toppa, quando non si adopera la relativa chiave.

(1) Arti e Industrie, Vol. VI, Parte II.

Supponiamo infatti che la serratura sia chiusa. Per aprirla bisognerà innalzare le lastrine k contemporaneamente, in modo che la parte inclinata del piolo z (vedi fig. β , sezione $m n$) passi tra le fenditure che riuniscono s''' con s' ed s'' con s .

Adoperando la chiave si otterrà che dette fenditure vengano a trovarsi in corrispondenza e lascino

stessa quantità, quanto perchè la parte di z che deve passare tra le loro fenditure, è inclinata, affine di evitare urti e facilitare così il passaggio di z .

Per dare qui una immagine completa della toppa di Chubb, ne rappresentiamo una in grandezza maggiore in tutte le sue parti nella fig. 1004.

In (φ) si suppone tolto il coperchio, nel quale si

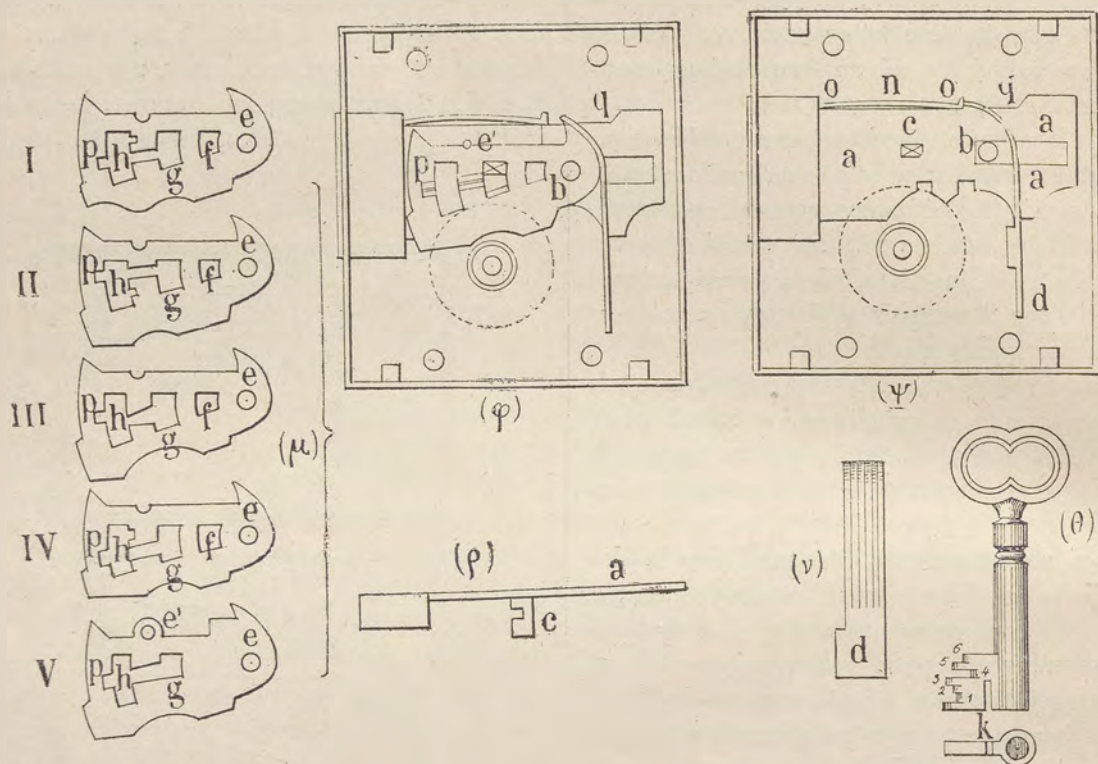


Fig. 1004.

libero il passaggio a z ; ma se invece si usa un grimaldello e , mentre si innalzano le lastrine, si tende di fare scorrere la stanghetta da sinistra a destra, l'intaccatura quadrangolare aperta nella parte inclinata di z (vedi fig. β) si impiglierà con i denti i corrispondentisi delle lastrine e la stanghetta farà un piccolo movimento, arrestandosi però subito. Così bisognerà ritornare la stanghetta al suo posto e fare un nuovo tentativo. Ma siccome parecchie sono le false tacche i , così molti saranno i tentativi infruttuosi che si dovranno fare prima di indovinare la posizione precisa delle lastrine. Se le false tacche i non esistessero, le lastrine sarebbero come quella indicata in k' e si comprende che il grimaldello raggiungerebbe il suo scopo assai facilmente. Notiamo poi che le fenditure riunenti s''' ad s'' ed s'' ad s' sono più o meno inclinate e ciò tanto perchè le lastrine si innalzano simultaneamente, ma non della

trova il buco della toppa ed è disegnato il solo arresto superiore, mentre gli altri cinque sottostanti sono disegnati separatamente nella fig. (μ) . Nella (ψ) son levati tutti gli arresti, di modo che è visibile la sola stanghetta, il cui fianco è rappresentato in (ρ) . La chiave è poi riprodotta in (θ) . La stanghetta ad una sola mandata è guidata dalla piastra della feritoia, e da un piolo b , fisso al fondo della scatola, il quale si introduce in apposita feritoria aperta nella stanghetta. Tutti e sei gli arresti sono di lastra di ottone e sono infilati sul perno b mediante il loro foro e , in guisa che il N. I è il più vicino alla stanghetta, il II giace sopra di esso, quindi il III e così di seguito fino al VI che è visibile nella (φ) . La molla d , fig. (ν) , è spaccata in due parti, ciascuna delle quali preme su uno degli arresti. Le finestre f degli arresti non hanno nessun scopo, invece le g ed h sono quelle in cui si introduce il piolo di

arresto c . Nella posizione di chiusura c si adagerà contro l'orlo superiore di h ed in quello di apertura contro l'orlo di g .

Come pel caso precedente noteremo che gli intagli tra le piastre g ed h devono essere di grandezza sufficiente perchè il piuolo c possa passare da g in h e viceversa, e devono trovarsi in perfetta corrispondenza quando la chiave sta per spingere avanti o indietro la stanghetta. Per conseguenza le barbe dell'ingegno della chiave, fig. (9), devono essere fatte esattissimamente. Le barbe 1, 2, 3, 4, 5 e 6 servono per alzare i 6 arresti e l'ultima pel comando della stanghetta. La chiave è femina e possiede un intaglio k , al quale corrisponde una fernetta incurvata posta al fondo della scatola. Da quanto esponemmo si vede che qualora il possessore della toppa dubiti non essere il solo a possedere anche la relativa chiave, può invertire l'ordine di sovrapposizione degli arresti, a patto però di modificare convenientemente le barbe della chiave.

La preziosa serratura di Chubb ha ricevuto un maggiore perfezionamento con l'aggiunta di un *delatore*, chiamato *detector* dall'inventore. L'arresto I, fig. (v), porta un piuolo e' , ed un dente ad angolo retto m . Inoltre alla piastra di fondo è inchiodata in prossimità di o una molla n , il cui estremo o' si appoggia sulla faccia superiore del dente m , e vi rimane appoggiato finchè l'arresto è innalzato solo della quantità necessaria per il passaggio del piuolo c . Se invece l'arresto I si innalza troppo, l'estremo o' della molla sfugge dalla faccia superiore di m , e cade lungo la sua faccia verticale contro la quale eserciterà una pressione sufficiente per obbligare l'arresto a rimanere innalzato. Allora il piuolo c non potrà trovarsi davanti alla feritoia di scivolamento tra g ed h e la stanghetta rimarrà ferma. Lo stesso succede quando invece di I si innalzi di troppo uno qualunque degli altri arresti, poichè l'arresto innalzato spinge in alto il piuolo e' mediante la piccola tacca semicircolare corrispondente a detto piuolo, e perchè e' è fisso sopra I. Allora la molla n scatta e tiene l'arresto I innalzato. Una volta che la stanghetta si trovi così imprigionata, non è più possibile riportarla subito con la chiave nella sua posizione normale di chiusura per poterla indi aprire, ma bisogna volgere la chiave come se si volesse chiudere; allora tutte le lastrine di arresto, meno la I che è già in alto, si sollevano e si può spingere la stanghetta di qualche poco, poichè gli arresti sono

muniti di un intaglio p nel quale può entrare il piuolo c . In seguito a tale movimento, la superficie inclinata q della stanghetta figg. (φ e ψ) viene a premere contro l'estremo o' della molla e l'innalza, liberando così l'arresto I il quale potrà cadere e ritornare nella sua posizione primitiva. Allora soltanto, girando nell'altro senso la chiave, si aprirà la toppa.

Come si vede l'aggiunta del delatore è di non poca importanza, non solo perchè rende assai difficile l'apertura clandestina della serratura, anzi la impedisce quando nei tentativi che si fanno, si innalza di troppo uno qualsiasi degli arresti, ma anche perchè rivela il tentativo fatto. Infatti, se dopo il tentativo la stanghetta è rimasta imprigionata dalla molla del delatore, quegli, che possiede la vera chiave, non riesce ad aprire subito la serratura, ma bisogna che operi nel modo descritto. Perciò egli è in grado di riconoscere che fu fatto un tentativo di scassinamento. Ed allora se la chiave glielo permette, potrà scambiare l'ordine delle lastrine, impedendo così a quegli, che ha già proceduto ad un primo tentativo e si è accorto dell'ostacolo di riuscire nell'intento, quando si accingesse ad un secondo, e manovrasse nel modo indicatogli dalla pratica acquistata nel precedente.

Per maggiore comodità le toppe all'inglese si muniscono anche di una stanghetta a colpo oltre di quella a mandate (fig. 1005), che si manovra dall'interno mediante un bottone b e dall'esterno mediante la chiave medesima, che serve per la stanghetta a mandate. A tale scopo è fissata nella scatola, con un perno o , una leva a gomito l che ha il braccio più lungo n , infilzato in una feritoia praticata nella stanghetta a colpo t , la quale è costantemente spinta all'infuori di una molla a spirale s , di maniera che la sua estremità smussata resta sempre sporgente dalla piastra delle feritoie. La chiave preme il braccio corto l della leva, il quale si innalza, in pari tempo il braccio lungo n preme sulla stanghetta obbligandola ad aprirsi.

Il *lucchetto* è una serratura che richiama da vicino la toppa con la differenza che non si fissa in maniera stabile all'oggetto che si vuole chiudere, e non ha una bocchetta separata.

Il lucchetto più comune è quello riportato dalla fig. 1006 e consta della cassa, contenente un meccanismo simile a quello della toppa a mandate e di una staffa curva robusta, la quale è fissata per una estremità

alla cassa con un perno, attorno al quale gira, e nell'altra estremità porta una feritoia, che funziona da bocchetta, allora quando la staffa è chiusa. La stanghetta rettilinea è generalmente a una mandata, ma può es-

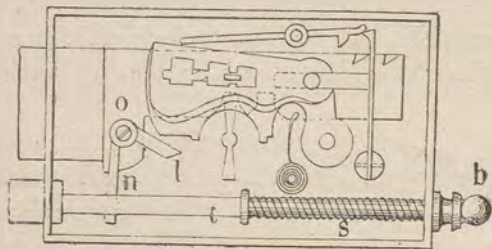


Fig. 1005.

sere anche a due mandate. La cassa può assumere forme svariatissime e può essere anche costruita con metalli diversi, secondo il grado di eleganza che si desidera nella serratura.

Come le toppe a colpo si hanno anche *lucchetti a colpo* di cui il tipo più comune è quello *inglese* che

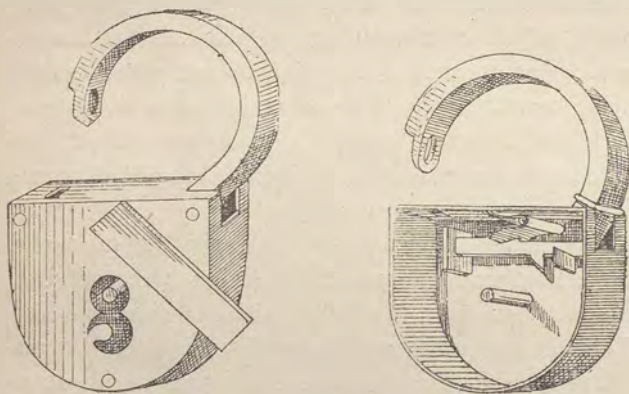


Fig. 1006.

si vede rappresentato nella fig. 1007. In questo lucchetto la staffa cilindrica è incurvata ad U, ma non è girevole attorno un perno come quella del lucchetto a mandate. Essa è pure a braccia disuguali, di cui il più breve rimane fuori della cassa, allora quando il lucchetto è aperto. Questo si chiude comprimendo la staffa entro la cassa, allora il braccio corto della medesima penetra per pochi millimetri nella cassa e nel più lungo, che a tal uopo porta una feritoia, va ad infilzarsi l'estremità di una stanghetta a colpo, che si manovra dallo esterno mediante una chiave a tre barbe, il cui foro per lo più è praticato nella faccia inferiore della scatola, opposta a quella nella quale si introduce la staffa.

Un lucchetto molto usato per le imposte delle costruzioni murali, per le porte di cantine, magaz-

zini, ecc. è quello che si vede riportato dalla fig. 1008. La staffa in questo lucchetto si compone di una robusta asta cilindrica ripiegata a forma di U, di cui il braccio più corto è fissato rigidamente alla scatola del lucchetto. Sul braccio più lungo scorre un pezzo l detto *boncinello*, provvisto di occhio ad una estremità e di un nasello a occhio nell'altra, col quale penetra nella scatola e si infila nella stanghetta del lucchetto.

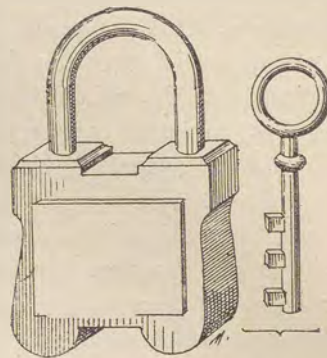


Fig. 1007.

Si hanno inoltre lucchetti automatici, lucchetti a chiave piatta, lucchetti con arresti simili a quelli della toppa inglese, lucchetti a parola e con segreti speciali che lo spazio limitato ci impedisce di descrivere. Per la loro più ampia conoscenza rimandiamo il lettore all'articolo *Serrami di sicurezza* della precitata memoria, nella quale si trovano citate ancora le toppe con segreti, quelle con combinazioni, ecc.

Per maggiore sicurezza per le porte interne ad uno o due battenti oltre la serratura si usano anche uno o due *paletti* verticali, l'uno in alto più lungo, l'altro in basso più corto.

Il paletto superiore, la cui lunghezza dipende dall'altezza della porta, ha per maniglia un bottone od

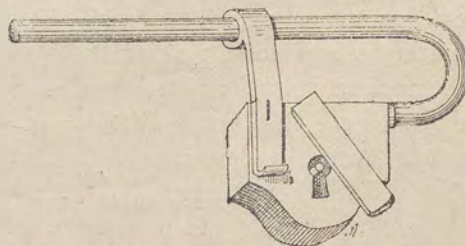


Fig. 1008.

un pallino, scorre fra due o tre piegatelli assicurati ad una piastrina di attacco (fig. 1009) ed entra superiormente in una bocchetta assicurata all'architrave del telaro. Alle due estremità, tra le piastrine

e il paletto, vi sono delle mollette, per tenere fermo il paletto ed impedire che cada da sè. Per trattenerne poi il paletto entro i limiti fissati, servono i denti o risalti *n n*.

Il paletto inferiore (fig. 1010) entra in una bocchetta praticata nella soglia, e del resto è formato come il paletto superiore. Ambedue i paletti si applicano nell'interno della imposta, sul corrispondente battitoio del telaro, e si fanno con dimensioni proporzionali alla sicurezza e resitenza che devono presentare.

Molto migliori, specialmente per gli usci interni, sono i *palettini nascosti*, i quali possono anche essere robusti quanto i paletti sporgenti. I paletti nascosti si pongono di fianco, nello spessore dell'imposta e si fanno scorrere mediante un pallino nascosto in una piccola scanalatura. Nella fig. 1011 si vede uno di questi palettini e non abbiamo altro da aggiungere, se non che ogni paletto deve essere

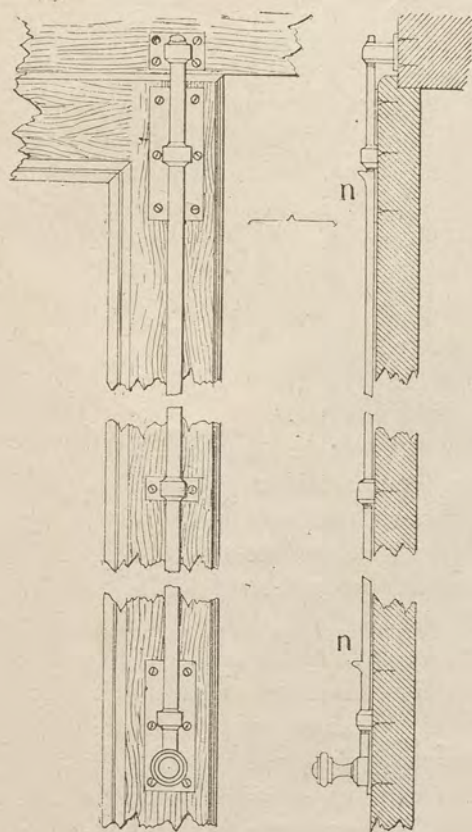


Fig. 1009.

provvisto di una molletta posteriore, perchè abbia a mantenersi nella posizione prefissata e non abbia a scivolare da sè. La sezione dei palettini nascosti solitamente si fa rotonda, e la scanalatura nella quale

essi devono scorrere si riveste di lamiera. Per le portine interne basta pei palettini nascosti uno scor-

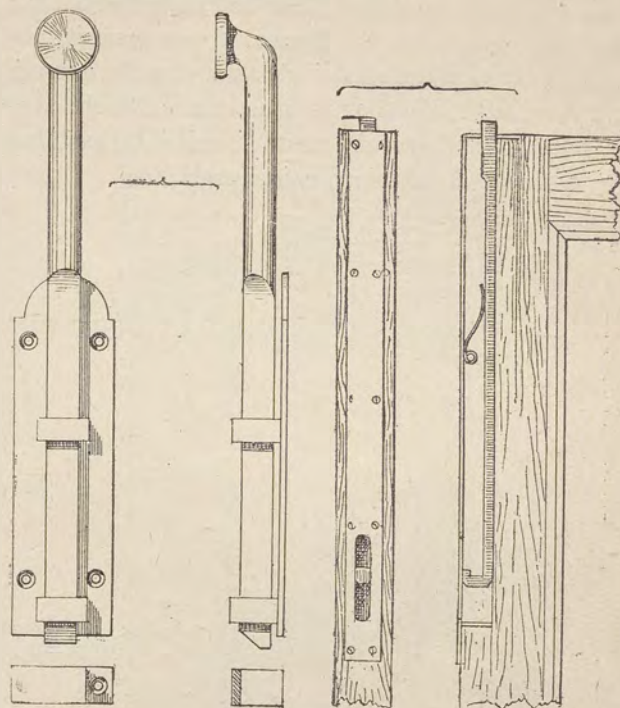


Fig. 1010.

rimento di 12 a 15 mm. La sezione di questi palettini potrà essere rettangolare, colla maggiore dimensione secondo lo spessore dell'imposta, onde così si trovino nelle migliori condizioni di resistenza.

La bocchetta, quando l'imposta è aperta, può facilmente empirsi di polvere e di immondizie, per cui è bene munirla di una piastrina di protezione. Questa piastrina chiude mediante una molla, la bocchetta quando se ne esce il palettino.

Finora si è detto dei palettini che chiudono l'imposta sopra o sotto, per cui usando di questi paletti bisogna applicarne almeno due e chiuderne prima uno e poi l'altro.

Questo sistema di chiusura si semplifica impiegando i paletti *a doppio effetto*, ossia, capaci con un solo movimento di chiudere ad un tempo sopra e sotto. Naturalmente questi paletti devono avere una lunghezza di poco superiore all'altezza delle imposte per potersi agganciare nella bocchetta di testa ed in quella di piede. La fig. 1012 rappresenta uno di questi paletti; esso è manovrato da una maniglia a forma di leva, la quale gira intorno un perno fisso nel battitoio anteriore e per mezzo di una manovella, col movimento in su ed in giù, trascina seco

la spranghetta del paletto. Inferiamente la spranga, abbassandosi, penetra in una bocchetta praticata o impiombata nella soglia; l'estremità superiore della spranga, essendo fatta a forma di una cruccia, penetra, quando il paletto si abbassa, con le due ali, in due ganci fissi mediante piastrina all'architrave del telaro. La figura del resto è chiara abbastanza e ci dispensa di ulteriori chiarimenti.

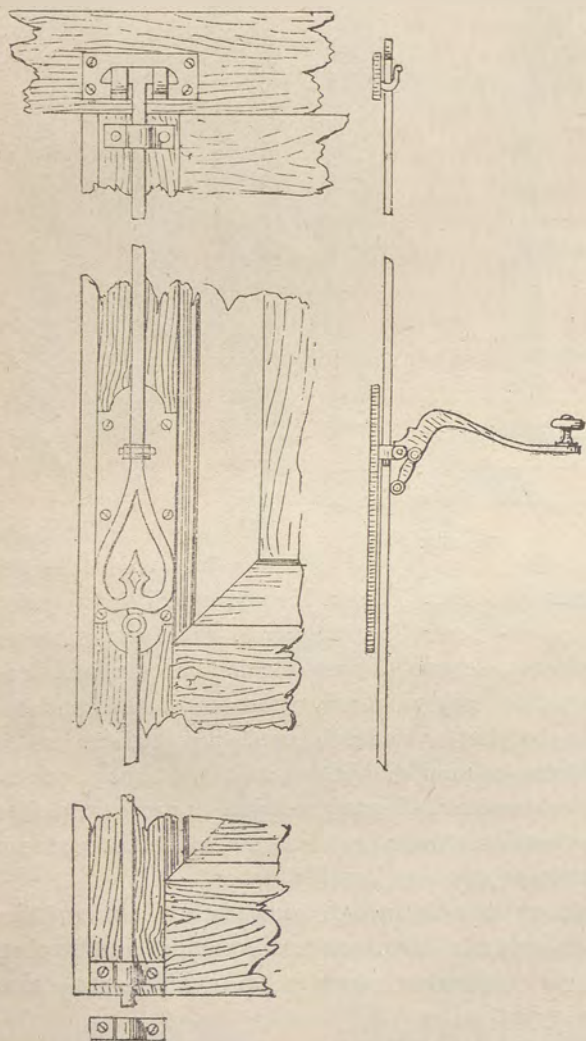


Fig. 1012.

Il solo inconveniente, che questo paletto presenta, è quello di dovere prima alzare e poscia abbassare la maniglia tutte le volte si debba chiudere l'imposta e per aprire bisogna prima innalzare e poi abbassare la maniglia, perchè questa nella posizione orizzontale impedisce la totale apertura della imposta od almeno riesce incomoda.

Paletti a doppio effetto sono pure quelli conosciuti sotto il nome di *cremonesi* e gli altri che propria-

mente si intitolano *spagnolette*. Poichè però questi paletti si applicano più di sovente alle invetriate, ne faremo parola allora quando si tratterà dei serrami delle finestre.

§ 8.

LE INVETRIATE A BATTENTI.

Le invetriate a battenti sono quelle che hanno gli sportelli girevoli intorno i cardini. Il numero degli sportelli che costituiscono una invetriata può variare da uno a 6, secondo la grandezza del vano di finestra praticato nel muro e l'importanza che la finestra medesima ha rispetto all'ambiente che deve illuminare.

Qualunque sia il numero degli sportelli, una finestra vetrata consta di due parti principali e cioè del *telaro fisso* e degli *sportelli*.

Il telaro serve a far cornice agli sportelli e si compone di quattro pezzi, di due montanti verticali, cioè, e di due pezzi trasversi, congiunti a squadra coi montanti per mezzo di unione a dente e incastro; uno dei pezzi trasversi è situato in testa, l'altro al piede ed è chiamato più propriamente *pezzo di appoggio*. I collegamenti con incastro e dente si rafforzano, come per le imposte di porte, mediante l'introduzione di piccoli cunei di legno che si cacciano a viva forza nelle commessure dell'incastro.

Sulla faccia interna del telaro è praticata una scanalatura nella quale si applicano e battono gli sportelli della invetriata.

Il telaro fisso ha una sezione il cui lato più lungo può essere eguale alla larghezza della battuta del vano di finestra, cioè sarà circa 7-8 cm., quando si fa terminare il telaro stesso a filo della mazzetta della finestra, per ottenere così la massima luce. Però, di solito, si fa il telaro, facendolo sporgere di 2 a 3 cm. della mazzetta (fig. 1013). Lo spessore del telaro, dovendo questo ricevere la scanalatura del battente, conviene che sia eguale o maggiore dello spessore degli sportelli delle vetrate.

Il telaro deve essere bene assicurato alla muratura poichè deve sopportare tutto il peso degli sportelli. Se la mazzetta del vano di finestra è in pietra da taglio, il migliore sistema di fissare il telaro è quello di assicurarlo alla battuta *ab* (fig. id. *b*) con viti a uncino, che da una parte si impiombano o si ingessano nella spalla della finestra per una

lunghezza di 4 a 7 cm., e dall'altra trattengono il telaro col mezzo di una madre vite a testa nascosta. Il numero di questi perni varia secondo l'altezza del telaro; generalmente si dispongono alla distanza di un metro circa l'uno dall'altro, di modo che per una finestra che misura m. 2.10 di altezza per m. 1 di larghezza, si adoperano 3 viti per ogni montante ed una per la trasversa di testa.

Se la spalla è in muratura si usa fissare il telaro per mezzo di zanche o di grappe di ferro (fig. 939) che si fissano al telaro per mezzo di viti e chiodi e si immurano nello spessore della parete, disponendone una per ogni metro di montante o di trasversa.

Un modo di attacco più economico, ma anche meno buono, è quello di fissare il telaro mediante le così dette *punte di muro* delle quali se ne vede una in pianta ed in vista nella fig. 1013 a.

Queste punte si infiggono nelle connessure del muro e comprimono il telaro contro la battuta *ab* del vano di finestra.

Si possono adoperare delle viti per ottenere una migliore aderenza fra queste punte ed il telaro, però tali viti di ordinario si omettono. Per finestre alte circa m. 2.10 ordinariamente si adoperano quattro di queste punte per montante, per cui, contando anche la punta, che si suole infiggere in corrispondenza alla mezzadria della trasversa di testa, si adoperano complessivamente nove punte per finestra.

Il modo di combaciare gli sportelli col telaro fisso non si fa dappertutto lo stesso; spesso pei regoli verticali si adotta un combaciamento diverso che per le traverse. La battuta si fa profonda da 12 a 20 mm. e quando lo spessore del telaro è eguale a quello degli sportelli, questi si fanno sporgere internamente dal telaro per circa un terzo del loro spessore (fig. id *b*) quando lo spessore del telaro è maggiore allora gli sportelli hanno la faccia interna in corrispondenza con quella interna del telaro (fig. id. *a*) ovvero anche in rientranza secondo lo spessore del telaro, come chiaramente fa vedere la fig. id. *c*.

Nelle latrine, nei gabinetti da bagno, nei ripostigli, ecc. delle comuni case di abitazione di ordinario si dispongono delle piccole finestre a un ventaglio. Questi sportelli vetrati per luci comprese tra mq. 0,25 e 0,50 si compongono con un telaro fisso dello spessore di 5 cm. (fig. 1014) contro il quale batte lo sportello vetrato composto di un quadro di legno dello spessore di 28 a 34 mm. I serrami necessari per queste piccole finestre sono due cerniere ed un

saliscendi o una targhetta, più 2 a 4 zanchette, secondo la grandezza della finestra, per immurare il telaro.

I piccoli ambienti delle comuni case di abitazione sono soventi illuminati da finestre a un solo battente

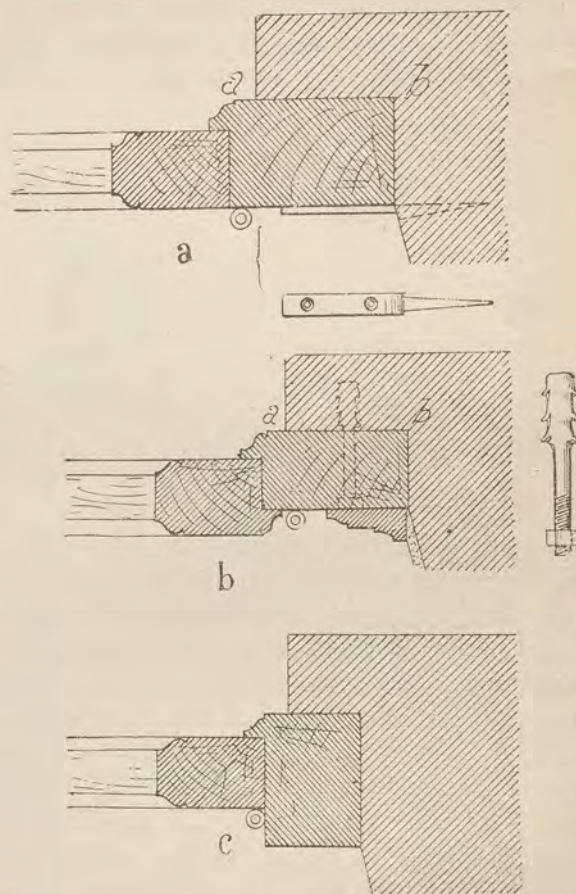


Fig. 1013.

dell'altezza comune con le altre finestre e della larghezza di 50 a 60 cm. La costruzione di queste vetrature è la stessa di quella delle finestre a due battenti, di cui ci occuperemo tosto; sola differenza vi ha nei serrami di chiusura, che sono più semplici, e nella forma della scanalatura del battente, che in queste finestre si fa generalmente diritta.

Le fig. 1 e 2 tav. LXIX riporta il disegno di una finestra vetrata a due battenti di grandezza e forma comune, come sono quelle che si adottano per le case di affitto.

Il telaro è fissato contro la battuta del vano di finestra mediante sette zanche; la sua sezione è pressochè quadrata, col lato di 8 a 10 cm., il doppio circa dello spessore degli sportelli che, per altezza di finestra di m. 2 a m. 2,80, è di 36 a 40 mm. La lar-

ghezza dei regoli degli sportelli può variare tra 5 e 7 cm. in corrispondenza degli stessi limiti di altezza dell'imposta.

Il pezzo trasversale di piede o pezzo di appoggio, oltre la scanalatura diritta del battente, porta scavato un condotto (fig. 1015) *a* inclinato verso il mezzo della finestra, dove comunica con un tubetto di piombo o di altro metallo per mezzo del quale, l'acqua pio-

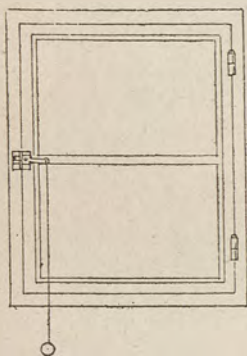


Fig. 1014.

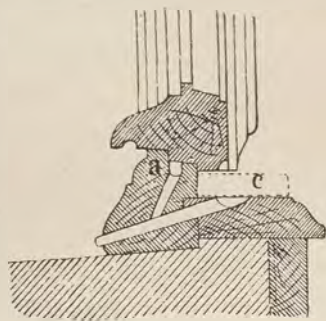


Fig. 1015.

vana che si infila attraverso la battuta si scarica all'esterno. Talvolta si dispone un piccolo recipiente *c* di lamiera (fig. id.) il quale serve a raccogliere l'acqua; questo recipiente si fa lungo quanto è larga la finestra e inclinato verso il mezzo, dove si trova il tubo di scarico: Più spesso ancora in sostituzione del recipiente si colloca semplicemente una lastra di marmo o di ardesia, inclinata verso il di fuori (fig. 2 tav. LXIX), la quale, mentre fa da soglia del parapetto della finestra, essendo anche declive verso il mezzo permette di smaltire prontamente per mezzo di un tubetto di scarico, l'acqua che si possa infiltrare attraverso la battuta.

In Francia si usa spesso fare il pezzo di appoggio del telaro delle finestre in ferro battuto o di

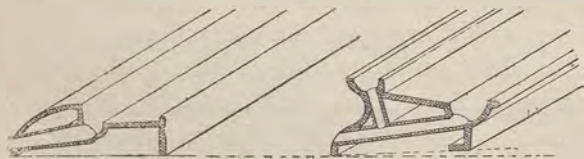


Fig. 1016.

ghisa, portante uno o due condotti, nel modo indicato dalla fig. 1016, i quali ricevono l'acqua pluviale e la rimandano all'esterno mediante il condotto di scolo. Questi pezzi di piede portano alle loro estremità una tacca per impedire che l'acqua raccolta giunga fino al montante, col quale si collegano; così

il montante viene preservato dall'azione corruttrice dell'umidità.

Come il telaro fisso, ciascun sportello si compone di quattro pezzi e, cioè, di due traverse, una di testa e una di piede, e di due regoli verticali, di cui l'uno costituisce il battitoio centrale e l'altro il battitoio laterale. La loro connessione a squadra si opera con incastro a dente semplice nella maniera stessa come si uniscono i vari pezzi dell'armatura di una porta a specchiature (fig. 935).

La traversa inferiore è ordinariamente più larga di quella superiore e dei regoli, perchè questa traversa assume di solito un profilo speciale curvilineo, simile a quello talvolta riportato sul pezzo di appoggio del telaro fisso (fig. 1015), allo scopo di smaltire verso l'esterno l'acqua piovana che scorre lungo la faccia esteriore della vetrata. Perciò nella faccia inferiore di detta traversa di piede, oltre alla scanalatura diritta, con la quale essa batte contro il pezzo di appoggio del telaro fisso, è praticata una seconda scanalatura composta di una piccola parete verticale ed una curvilinea corrispondente a un quarto di circolo o addirittura semicircolare, come in figura; questa scanalatura funziona da gocciolatoio per cui l'acqua pluviale non può che per capillarità guadagnare la battuta e penetrare nell'interno.

La traversa superiore è provvista di scanalatura semplice diritta per la battuta ed ha la medesima larghezza dei regoli verticali.

Il regolo laterale combacia col montante del telaro fisso per mezzo di battuta semplice diritta (fig. 1013) o meglio per mezzo di una battuta curvilinea con profili ad *S* (fig. 6, tav. LXIX) o con profilo così detto a *nocella*, perchè composto di una linguetta semicircolare portata dal regolo, che penetra esattamente in una cavità analoga praticata nel montante del telaro, come chiaramente fa vedere la fig. 5 tav., id. Tanto la battuta ad *S*, quanto quella a *nocella* hanno lo scopo di assegnare effettivamente al regolo una larghezza maggiore ed impedire quindi le possibili deformazioni dei regoli ed ostacolano più che la battuta diritta il passaggio del vento. La linea doppia che si vede disegnata nelle figure mostra l'agio che si suole lasciare nella battuta, perchè il legno possa dilatarsi liberamente.

I due regoli battitoi centrali degli sportelli si muniscono di una battuta semplice diritta nei locali non esposti al vento (fig. 7, tav. id.); ma se si vuole impedire che questo non attraversi la battuta, i due

battenti si congiungono a *nocella e gola di lupo* (fig. 8, tav. id.). Secondo questa disposizione un battente porta una linguetta rotonda a nocella, che penetra esattamente in una cavità praticata nell'altro battente che si chiama gola di lupo.

Tanto la gola di lupo che la nocella possono limitarsi a tutto lo spessore del regolo, come nella figura precedente, quanto a parte dello spessore sovrapposto come nella fig. 9, tav. id.

Queste disposizioni sono molto pratiche, ma obbligano a chiudere i due battenti nello stesso tempo. Si può rimediare a questo inconveniente assegnando ai battenti una sezione ad S che si vede rappresentata nella fig. 10, tav. id.; questa disposizione permette di chiudere prima uno e poi l'altro sportello.

I regoli e le traverse formano in ciascun sportello un telaro mobile di forma rettangolare, che si fissa al montante del telaro fisso con due o tre cerniere. Il telaro dello sportello può essere riempito con una sola lastra di vetro o di cristallo, ma se si vogliono impiegare lastre di vetro più piccole, si divide il rettangolo in due a quattro scomparti, a seconda dell'altezza della finestra e del suo grado di eleganza, per mezzo di bacchette trasverse di legno di cui presentiamo nella fig. 11, tav. id. qualche sezione. Le bacchette si fanno di solito più sottili dei regoli degli sportelli, e talvolta si fanno di ottone, perchè siano viste il meno possibile. Per le bacchette di legno basta uno spessore di 25 a 30 mm. e conviene che si fendano con l'accetta e non con la sega, per impedire che si possano scheggiare.

I regoli di piombo che si usavano per lo addietro nella unione delle lastre di vetro, ora sono affatto in disuso, anche per le costruzioni rurali più economiche e sono sostituiti dai regoli di legno che ripetono la sagoma del telaro. Ogni regolo è in due pezzi, uniti fra loro con due viti, come mostra la fig. id., fra i quali restano inseriti, con piccolo agio, i capi di due lastre. In oggi, a similitudine dei serramenti di ferro, si usa applicare la lastra di vetro nell'esterno del telaro, mediante un apposito mastice a base di olio di lino cotto essiccato, per il che il regolo risulta in un sol pezzo, con una semplice battuta piana nella parte ove deve applicarsi la lastra (fig. id.); è un sistema questo poco elegante, ma molto comodo, perchè non lascia passare attraverso le unioni delle lastre con il legname nè l'acqua, nè il vento.

Le bacchette si dispongono soltanto orizzontalmente, rare volte nel senso verticale (fig. 1017); ma queste finestre sono in disuso perchè più piccoli sono i vetri, minore è la quantità di luce che passa, a causa del maggior numero di bacchette occorrenti.

I vetri si fissano nella incavatura diritta praticata lungo la faccia interna dei regoli verticali e delle bacchette. Questa incavatura si fa esternamente, perchè così il vento preme i vetri contro le

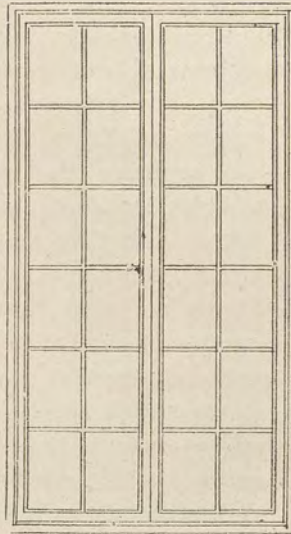


Fig. 1017.

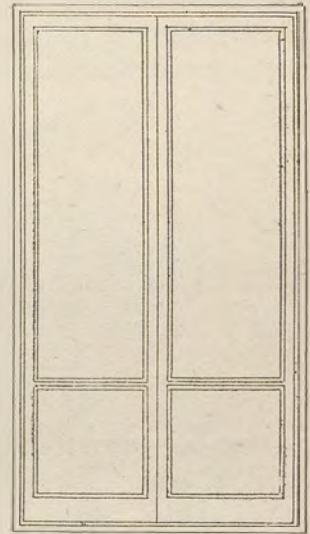


Fig. 1018.

bacchette senza poterli levare. Ogni lastra di vetro si fissa anche con puntine alla distanza di 20 cm. l'una dall'altra, prima di venire assicurata col mastice.

Le bacchette si uniscono al contorno dello sportello con dente, e quando occorre dovere impiegare le bacchette verticali, il loro collegamento con le bacchette orizzontali si fa a mezzo legno.

Generalmente nelle case signorili si adottano cristalli di un sol pezzo per ogni sportello vetrato e soltanto quando questo ha una altezza che esce dall'ordinario, si dispone al più una sola bacchetta trasversale all'altezza del petto, perchè la visuale non resti interrotta dalla medesima (fig. 1018).

La finestra che ha formato oggetto del nostro esame, rappresentata nella tav. LXIX, è una di quelle in cui i due sportelli abbracciano tutta l'estensione della medesima. Osserviamo intanto che generalmente gli sportelli si aprono e si chiudono dal di dentro, ciò non toglie però che si possano aprire verso l'esterno; questa disposizione permette anzi di potere preservare meglio ancora la battuta contro l'infiltrazione dell'acqua piovana, perchè il

battente stesso forma gradino di ostacolo a che l'acqua penetri nell'interno. Ma tale maniera di aprire le vetrate richiede dei serrami speciali, perchè gli sportelli non sbattano ed i vetri non si infrangano per l'azione del vento e poi i serrami stessi non riescono molto efficaci, come quelli applicati dall'interno.

Così pure sinora abbiamo considerato una finestra di dimensioni usuali (m. a $1,20 \times 2$ a $2,80$) conveniente per le modeste case di abitazione, dove i piani di fabbrica sono alti intorno ai 3 metri. Ma per gli appartamenti di lusso, per gli edifici pubblici, ecc. nelle quali i piani hanno una altezza di 5 metri ed

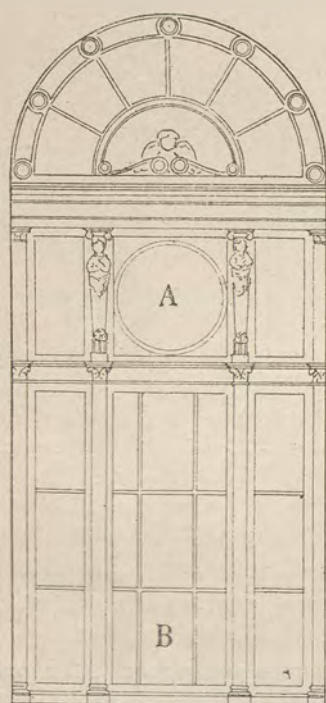


Fig. 1019.

oltre, e le finestre assumono un'altezza, che può arrivare fino ai m. 3,50, per non manovrare sportelli vetrati tanto pesanti, si suole dimezzare o dividere in più scomparti tutto il vano della finestra, mediante regoli trasversali e verticali fissi, i cui scomparti superiori si chiudono con sportelli vetrati quasi sempre fissi e quelli inferiori con due o più sportelli mobili. La parete superiore della finestra che fa da cappello alla vetrata mobile, può avere forma rettangolare, come nella finestra ri-

portata dalla fig. 3, tav. LXIX. ovvero essere a sesto circolare, o comunque a ventaglio, come nella fig. 4, tav. id. La costruzione di queste vetrate non presenta nulla di particolare oltre a quanto si è detto per le finestre a due sportelli, quindi non è il caso di occuparci in maniera speciale di queste. Soltanto si osserva che per le finestre, che hanno dimensioni, le quali escono dall'ordinario, bisogna studiare convenientemente la divisione degli scomparti delle vetrate, con una buona ripartizione dei regoli fissi, perchè la finestra vetrata presenti il migliore aspetto possibile.

Il Breymann cita come esempio la finestra vetrata riportata nella fig. 1019, per la sala delle adu-

nanze nel Palazzo della Direzione generale delle ferrovie Badesi. L'apertura, larga m. 2,20 ed alta m. 5, è divisa mediante due sole colonnine e due traverse orizzontali in sette scomparti a diversi sportelli, essendo lo scomparto superiore costituito da un ventaglio semicircolare. Gli sportelli si possono levare facilmente, quando ve ne sia bisogno per le riparazioni e per la pulitura, perchè sono fissati al telaro con palettini, ad eccezione dello sportello quadro A, che si apre dall'alto al basso, facendolo girare di un arco di circolo attorno al suo asse orizzontale. In modo simile, per dare aria alle sale, si può aprire anche la lastra di vetro B dello sportello inferiore centrale, essendo essa perciò posta in opera in un telarino di ferro, che si adatta nelle bacchette.

In Germania, in Austria ed anche fra noi nei paesi di clima rigido, la finestra semplice, anche se questa è bene costruita, non è sufficiente a garantire dal freddo gli ambienti, essendo notevole il disperdimento di calore attraverso la parete vetrata. Si usa perciò la *finestra vetrata doppia*, formata cioè con due vetrate ordinarie, ma di dimensioni differenti, in maniera da permettere agli sportelli della vetrata esterna di potersi aprire senza che in tale movimento questi incontrino ostacolo negli sportelli della vetrata interna. La disposizione più conveniente è quella che chiaramente fa vedere la fig. 1020. Lo spazio compreso fra le due vetrate quando entrambe sono chiuse, di inverno, forma una camera d'aria

stagnante, la quale, agendo da coibente, diminuisce la dispersione di calore attraverso la finestra ed impedisce che sulla vetrata esteriore si condensino del

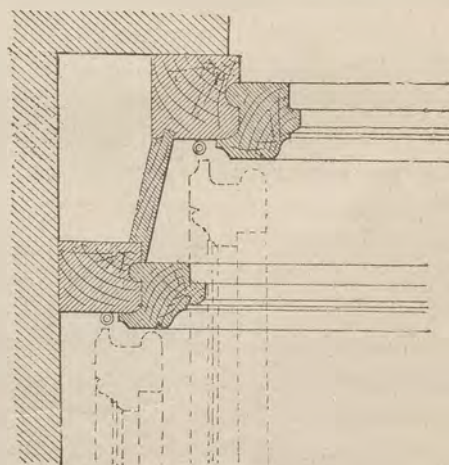


Fig. 1020.

vapore acqueo; per cui, se da un lato si lamenta nella doppia finestra l'inconveniente di lasciar passare una minore quantità di luce, dall'altro lato, non appannandosi i vetri, tale diminuzione di luce viene in parte compensata.

Lo spazio compreso fra le due vetrate non deve essere troppo grande, perchè questo impedisce di guardare fuori della finestra, nè deve essere troppo piccolo, perchè i serrami della finestra esterna hanno sempre una certa sporgenza sulla faccia degli sportelli. La distanza minima fra le due vetrate deve quindi essere almeno di 10 cm., ma quando il muro non è molto spesso, le due vetrate si collocano convenientemente in maniera che quella interna abbia la fronte sul prolungamento della parete interna del muro.

La vetrata interna non si fa fissa, perchè si usa metterla a posto soltanto di inverno; nè fa d'uopo che sia robusta come quella esterna, non essendo a contatto cogli agenti atmosferici; per questo motivo si fa generalmente di abete, però la sua costruzione non differisce da quella indicata per le vetrate esterne,

In alcuni paesi della Germania si usa mettere la vetrata mobile non dalla parete interna dell'ambiente, ma bensì dalla parte esterna alla vetrata fissa. A tale scopo gli stipiti del vano di finestra portano una incavatura *a* diritta lungo lo spigolo esterno, che serve da battuta alla vetrata mobile, come in-

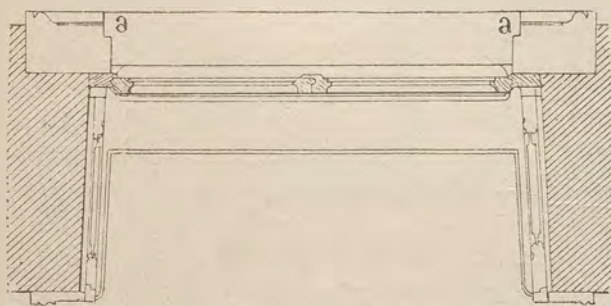


Fig. 1021.

dica la fig. 1021. Questa disposizione della vetrata invernale riesce meno comoda, perchè più difficile riesce la posizione in opera di detta vetrata, la quale per altro, a cagione della connessione a battuta semplice con gli stipiti, non riesce a preservare dal freddo e dalle correnti di aria, come quando la vetrata mobile è collocata all'interno.

Allora quando il muro ha uno spessore forte, in maniera cioè che la vetrata sia compresa nello spessore del vano di finestra, generalmente a strombatura, perchè la luce affluisca in maggior quantità, si intonacano e si rivestono di carta da parato simile a quella impiegata per le pareti.

Spesso però tale parete è rivestita di tavolato semplice o, meglio ancora, con una bussola a specchiature che richiami il disegno delle porte interne (fig. 1021 e 1022).

Tale rivestimento si applica pure fra le vetrate di una finestra doppia, come indica

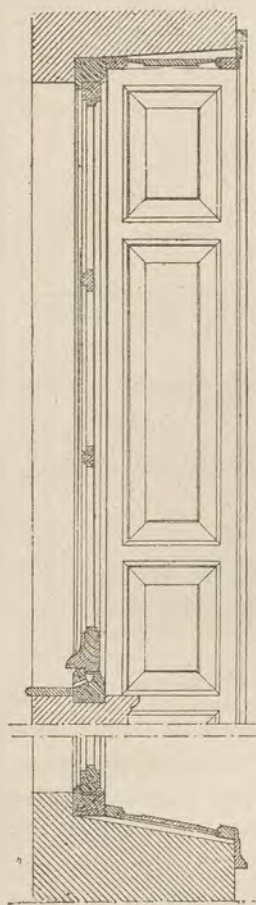


Fig. 1022.

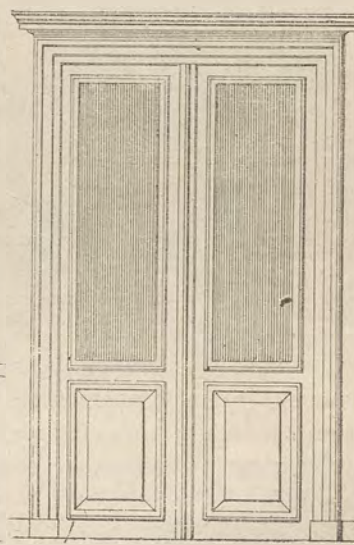


Fig. 1023.

la fig. 1020 e lo spigolo interno del vano di finestra va guarnito della solita fascia sagomata, che serve a nascondere la connessura fra il tavolato e lo stipite in muratura.

Le porte vetrate (fig. 1023), le vetrate da balcone (fig. 1024), le vetrine per botteghe (fig. 1025) non richiedono per la loro costruzione norme speciali diverse da quelle enunciate per la costruzione delle vetrate semplici. Una sola differenza si ha nella loro struttura e cioè che la parte inferiore della imposta, anzichè essere completata nelle luci con lastre di vetro, è munita di specchio bugnato con incastro a linguetta, come nella costruzione delle imposte di porte a specchiature.

§ 9.

LE INVETRIATE SCORREVOLI.

A somiglianza delle porte scorrevoli si possono costruire anche le vetrate a scorrimento entro guide tanto nel senso orizzontale, quanto nel senso verticale.

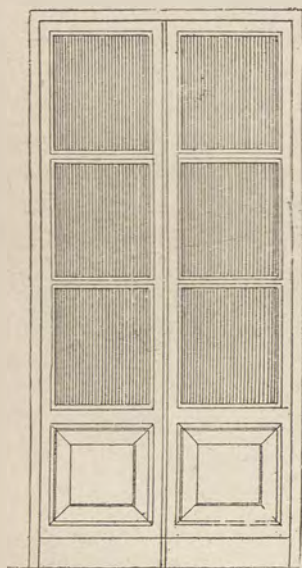


Fig. 1024.

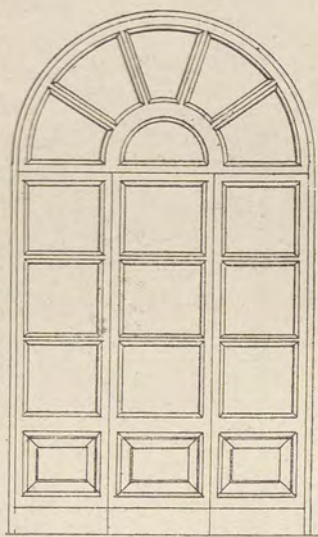


Fig. 1025.

Le vetrate scorrevoli nel senso orizzontale si costruiscono come le porte scorrevoli e quindi rimandiamo lo studioso a quell'argomento già avanti trattato, non senza fare osservare che tale movimento,

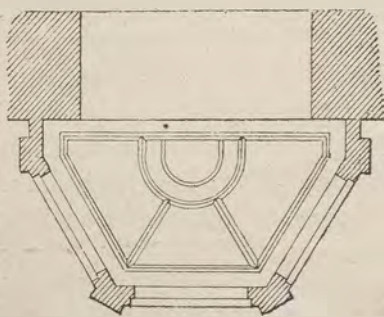


Fig. 1026.

più che alle finestre vetrate, si applica di sovente alle porte a vetri.

Sono più usate invece le vetrate scorrevoli nel senso verticale, le quali si dicono anche *vetrate a ghigliottina*. In America, in Inghilterra, nella Germania del nord, ecc. queste finestre sono impiegate specialmente quando non si dispone di spazio suffi-

ciente per la loro apertura a cerniera, ovvero quando l'ambiente, cui servono per dar luce, è molto piccolo, come avviene, ad esempio, nei corpi di fabbrica sporgenti a balcone ed a pianta poligonale (fig. 1026).

Le vetrate a ghigliottina si compongono con due sportelli, uno fisso superiore, ed uno inferiore di superficie eguale al primo, scorrevole verticalmente di maniera che quando si apre, innalzandosi, copre esattamente lo sportello superiore fisso. La fig. 1027

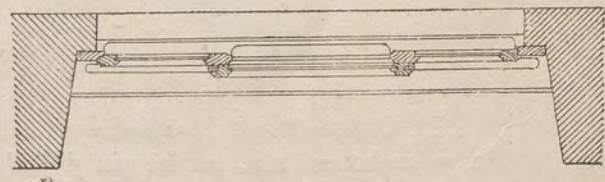
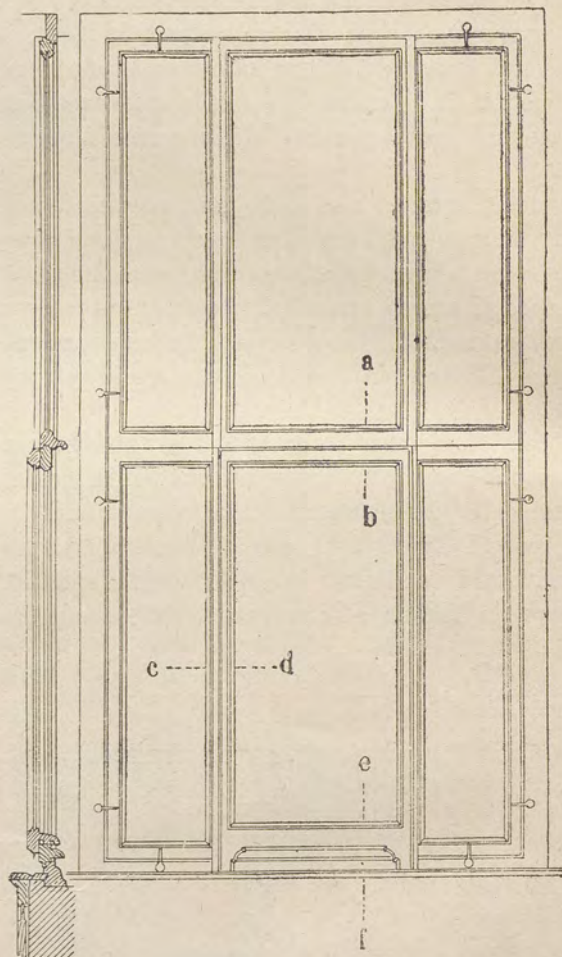


Fig. 1027.

mostra una vetrata di questo genere con 6 scomparti, di cui cinque sono fissi, e mobile a scorrimento verticale è soltanto lo sportello inferiore cen-

trale. La parte fissa è assicurata al telaro esterno della finestra mediante palettini; condizione questa indispensabile per poterla levare tutte le volte si devono pulire i vetri. Lo sportello mobile scorre fra due guide verticali, formate da due regoli di legno, con scanalatura nella quale scorre la linguetta portata dalla sportello (fig. 1028).

Le guide possono anche essere di ferro o di ottone; a tale scopo sulla faccia esterna dei regoli

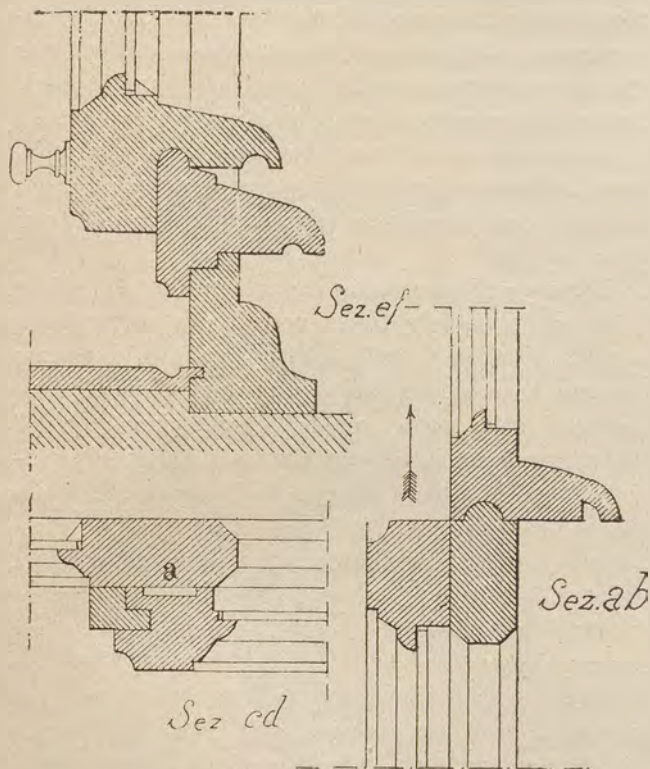


Fig. 1028.

dello sportello mobile si fissa un ferro a *T*, che con la sua flangia sporgente si fa scorrere entro un ferro ad *U* assicurato al montante del telaro o al regolo dello sportello fisso.

L'innalzamento dello sportello mobile viene agevolato da contrappesi sostenuti da cordicelle, che si avvolgono sopra piccole puleggie situate in alto, ovvero per mezzo di arresti speciali che funzionano quando lo sportello è aperto. Lungo la faccia esterna dei regoli dello sportello mobile è praticata una incavatura *a* (fig. id.) allo scopo di diminuire l'attrito di fregamento nel chiudere ed aprire lo sportello.

Le vetrate scorrevoli hanno anche il pregio di richiedere serrami semplicissimi, però riescono sempre poco pratiche ed il loro uso non è raccoman-

dabile per le case di abitazione, perchè sono pericolosissime, se per un caso qualsiasi si rompe la corda a cui è assicurato il contrappeso o si guastano gli arresti.

L'apertura della finestra poi è ridotta a metà della sua superficie od anche meno, come nella figura, e la chiusura non può mai riuscire perfetta, perchè, dovendo la finestra scorrere facilmente, l'acqua piovana ed il vento penetrano senza difficoltà attra-

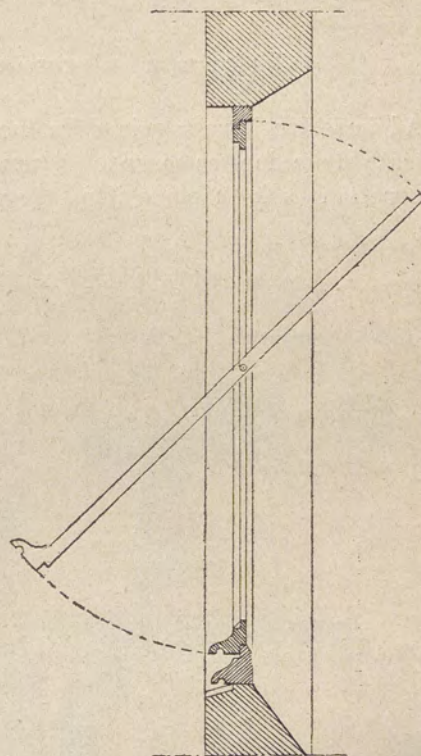


Fig. 1029.

verso le guide fra le quali scorre lo sportello.

Non chiudiamo l'argomento senza accennare a quelle finestre spesso impiegate per illuminare da una certa altezza ambienti speciali di opifici, stabilimenti, studi di artisti, bagni, ecc., le quali non potendosi facilmente manovrare, a causa della altezza alla quale sono impostate, con movimento girevole attorno cardini, nè con scorrimento, si aprono facendole girare attorno un'asse orizzontale, che determina nella vetrata un movimento a bilancia, come meglio indica la fig. 1029. Il telaro fisso di queste vetrate porta nella parte superiore e dalla parte interna una incavatura semplice dritta per il battente, e nella parte inferiore una incavatura analoga dalla parte esterna. Queste finestre si chiu-

dono manovrandole dal basso mediante un saliscendi a molla a cui è assicurata una cordicella, che si lega ad un uncino, quando la finestra è aperta. È necessario che l'asse di rotazione dello sportello sia eccentrico, cioè sia situato al di sopra del suo baricentro, per agevolare la chiusura del saliscendi; diversamente bisognerà unire alla parte inferiore dello sportello un contrappeso.

§ 10.

GLI SCURI E LE PERSIANE.

Ad impedire il passaggio della luce attraverso le vetrate delle finestre servono gli *scuri*. Le *persiane* intercettano solo in parte il passaggio della luce e

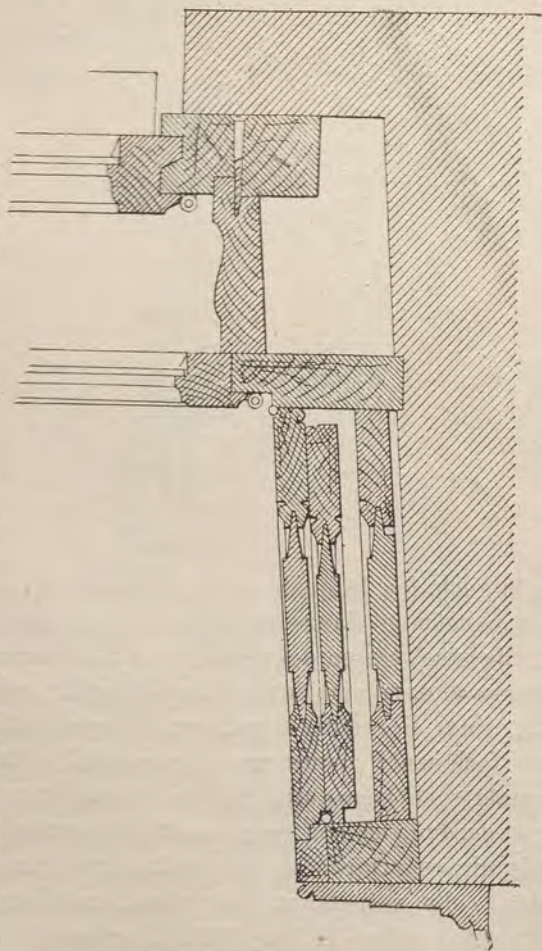


Fig. 1030.

lasciano libero il passaggio dell'aria. Queste si dispongono dalla parte esterna della vetrata, gli scuri invece tanto dalla parte esterna quanto dalla parte

interna; anzi è da questa parte che più sovente si applicano.

Gli *scuri* si costruiscono, come le imposte di porte, in due maniere e cioè o con parete piena per mezzo di tavolato semplice, rinforzato con traverse di legno più forte, ovvero a specchiature, ossia con armatura a telaio e assito di tavole incastrato all'armatura con scanalatura e linguetta. Non ci fermeremo quindi a lungo sulla loro costruzione, potendo il lettore riferirsi a quanto si è detto avanti circa la costruzione delle imposte di porte; diremo qui soltanto che conviene sempre dividere gli scuri in due o più bande per poterli ripiegare a libro, perchè quando sono aperti non abbiano ad ingombrare collo sporgere dallo strombo della finestra, e dalla mazzetta esterna, quando gli scuri sono applicati al di fuori della vetrata.

Le ante degli scuri si assicurano mediante cerniere al telaro dello sportello della vetrata ovvero, mediante arpioni e bandelle agli stipiti del vano di finestra e intorno a questi cardini essi girano. Quando sono applicati dalla parte esterna, combaciano con gli stipiti mediante incavatura dritta a battente, praticata lungo lo spigolo esterno dei medesimi. Tale disposizione degli scuri però non si adotta che raramente e soltanto nei fabbricati rustici, allorquando, oltre a intercettare la luce, si vogliono proteggere i vetri delle finestre, ovvero si vuole rendere più sicura l'imposta.

Se gli scuri si applicano dalla parte interna e si uniscono, mediante cerniere, agli sportelli delle vetrate, essi hanno una superficie eguale a quella delle luci della vetrata medesima, aumentata di quel tanto che è necessario per formare il battente, la cui incavatura, sempre dritta, è praticata lungo gli spigoli interni del telaro vetrato. Questi scuri si dicono più propriamente *contro sportelli* e si costruiscono per finestre di grandezza ordinaria in una sola anta e in due quando gli sportelli delle vetrate sono molto ampi. La fig. 1, tav. LXIX fa vedere uno di questi contro sportelli per finestre vetrate ordinarie a due battenti, costruito a specchiature. Quando gli scuri sono costruiti in due o più bande, queste combaciano fra di loro o con scanalatura e linguetta rotonda, ossia a gola di lupo e nocella.

Gli scuri si assicurano agli arpioni murati nei piedritti del vano di finestra, più sovente quando questa è a balcone, cioè quando la vetrata si estende fino al pavimento dell'ambiente. In questo caso gli scuri,

in due o più bande, secondo l'ampiezza della strombatura del muro, si ripiegano a libro, allorchè sono aperti, e si vengono così a trovare in un telaro a cassone costituito dalla parete della strombatura, rivestita di tavolato, come nella figura 1030, o semplicemente intonacata, come nell'altra fig. 1031, dal telaro fisso della vetrata e dalla fascia interna del vano di finestra.

Le *persiane* (fig. 1032) si costruiscono con stecche di legno inclinate circa a 45 gradi ed incastrate fra i regoli del telaro delle persiane. I due montanti e le due traverse che formano il telaro si uniscono dente e incastro, hanno lo spessore di cm. 3,5 ed una larghezza variabile da 8 a 11 cm. secondo la loro superficie.

Le stecche che riempiono il vano individuato dal telaro si fanno di tavole larghe da 6 a 9 cm. e

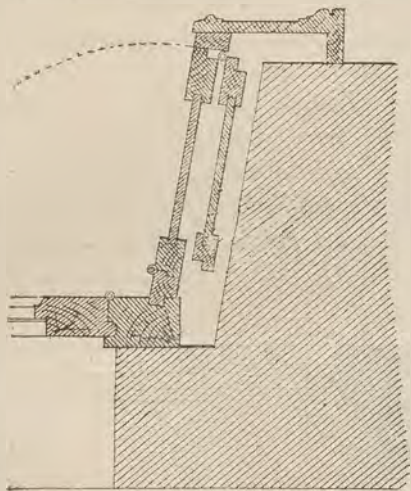


Fig. 1031.

grosse da 9 a 15 mm. e si dispongono ad una distanza da 3 a 6 cm. l'una dall'altra, in maniera che la parte superiore di ciascuna e la parte inferiore della seguente si trovino almeno sopra lo stesso piano orizzontale (fig. 1033).

Le stecche possono essere tutte fisse, come nella fig. id., ovvero tutte o parte mobili, allora quando si vuole far passare una maggiore quantità di luce. Le stecche fisse si uniscono ai regoli del telaro della persiana mediante semplice incastro (fig. id. a), ovvero con incastro e dente (fig. id. b). Quelle mobili girano attorno perni di ferro che, situati sulla stessa verticale, sono assicurati sopra una lastra di ferro fissata mediante viti sulla faccia interna del montante della persiana. Tutte le stecche mobili sono as-

sicurate nel loro punto medio, mediante un piccolo cardine, ad un regoletto di legno o di ferro (fig. 1034), così che, innalzando o abbassando il regoletto, si chiudono o si aprono le stecche della persiana. Talora queste non sono mobili, ma la persiana, pur avendo tutte le stecche fisse, si rende suscettibile di far passare una quantità di luce a piacimento, assicurandone una parte a un controtelaro, contenuto fra i regoli del telaro della persiana, mobile attorno un'asse orizzontale. Nella fig. 12, tav. LXIX, si ha disegnato uno sportello di questo genere per una persiana a due battenti, vista dal di fuori. L'altezza di ciascuna imposta è divisa in due parti presso che eguali, di maniera da risultare due scomparti, mediante una traversa pettorale. Le stecche

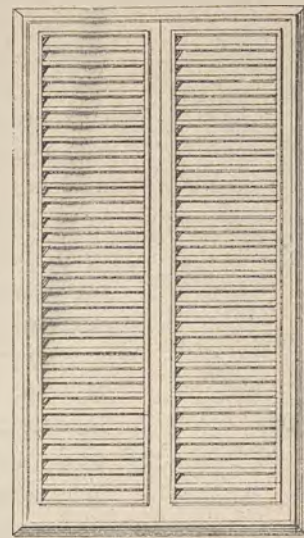


Fig. 1032

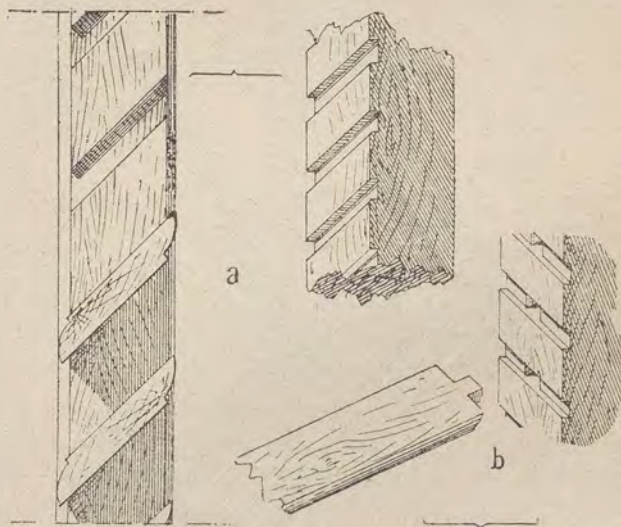


Fig. 1033.

dello scomparto superiore sono fisse; quelle dello scomparto inferiore sono contenute entro due appositi battitoi di legno, che si adattano alla battuta praticata nei regoli del telaro principale (fig. id., tav. id.). Questi battitoi possono essere fatti anche con lamiera di ferro (fig. 1035) così anzi sono più forti, più

durevoli e danno affidamento di maggior precisione nel lavoro e si manovrano più facilmente. I due battenti mobili sono girevoli attorno allo spigolo superiore mediante due coppie di bandelle a cerniera, che si uniscono alla traversa intermedia, se i battenti sono di legno od ai montanti del telaro della persiana, se i battenti sono di ferro; in questo caso si può anche omettere la traversa pettorale del telaro medesimo.

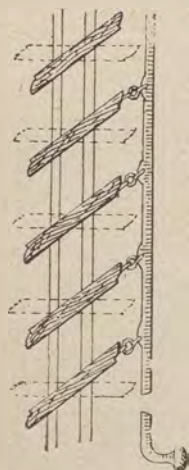


Fig. 1034.

Come si rileva dalla fig. id., tav. id., che riproduce anche la sezione della persiana, i due battenti mobili a stecche possono aprirsi verso l'esterno e possono essere trattenuti, in quella posizione che si vuole, mediante una asticciuola di ferro a snodo a cui

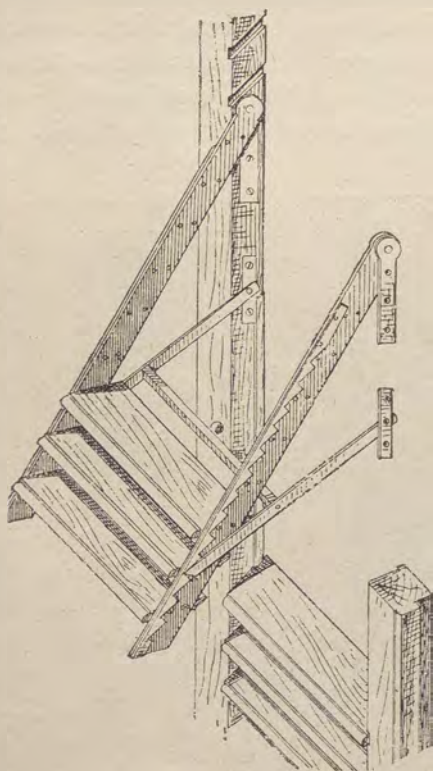


Fig. 1035.

corrisponde una scala di buchi o di denti praticata nei regoli del battente mobile.

Le due ante di una persiana si fanno girare mediante bandelle assicurate a degli arpioni immurati nello stipite del vano di finestra, ovvero mediante

cerniere assicurate con viti al telaro fisso della in vetriata. Nel primo caso lo stipite può portare il battente, nel secondo il telaro fisso (fig. 1036) porta due battenti e cioè uno interno per le vetrate ed uno esterno per le persiane.



Fig. 1036.

Per quanto le persiane sieno comode, riescono sempre poco estetiche, sia perchè danno sbattimenti di ombra taglienti, senza chiaroscuri e quindi poco graditi all'occhio, sia ancora perchè, quando sono aperte, coprono parte della decorazione delle facciate a detrimento della composizione architettonica. Per queste ragioni si è cercato in questi ultimi tempi di costruire le persiane in tante bande da ripiegare a libro, in modo che, quando sono aperte, stiano entro lo stipite della finestra, come pure si fanno le persiane stesse preferibilmente in lamiera di ferro anzichè di legno, perchè abbiano ad occupare minore spazio. Oggi si fabbricano persiane rotabili me-

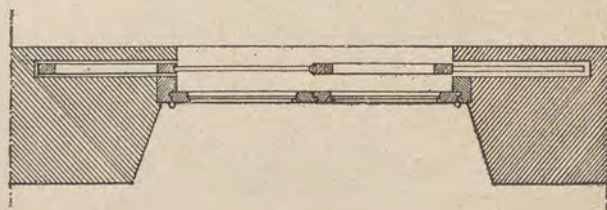


Fig. 1037.

dante molte piccole stecche di legno, dette *tapparelle*, tenute insieme mediante nastri di lino o metallici. Queste persiane riescono nascoste, allorchè sono aperte, per cui con esse si raggiunge perfettamente lo scopo di contribuire, anzichè ostacolare, alla buona estetica della facciata,

Anche le persiane scorrevoli a coulisse, come si praticano per le porte a scorrimento, entro cavità praticate dai muri, rispondono alle esigenze della estetica. Per la loro applicazione si lasciano, durante la costruzione della fabbrica, lateralmente alle finestre due rientranze, che poi, mediante tavolati di mattoni, si riducono a semplici vani larghi 6 a 8 cm., capaci ciascuno di contenere un'anta di persiana (fig. 1035). Lo scorrimento orizzontale si ottiene me-

dianete due guide di ferro rettangolare, fisse l'una in basso sul davanzale della finestra, l'altra in alto sulle quali girano delle rotelle di bronzo e di ottone nascoste in una gola al piede ed alla sommità del serramento. Il descritto congegno di scorrimento deve essere eseguito con molta cura e, perchè funzioni con facilità e prontezza, è necessario, oltre tutto, che il legname delle persiane sia bene stagionato e lavorato con molta cura.

Per *persiane a tapparelle* si intendono le tende formate di stecche di legno disposte in senso oriz-

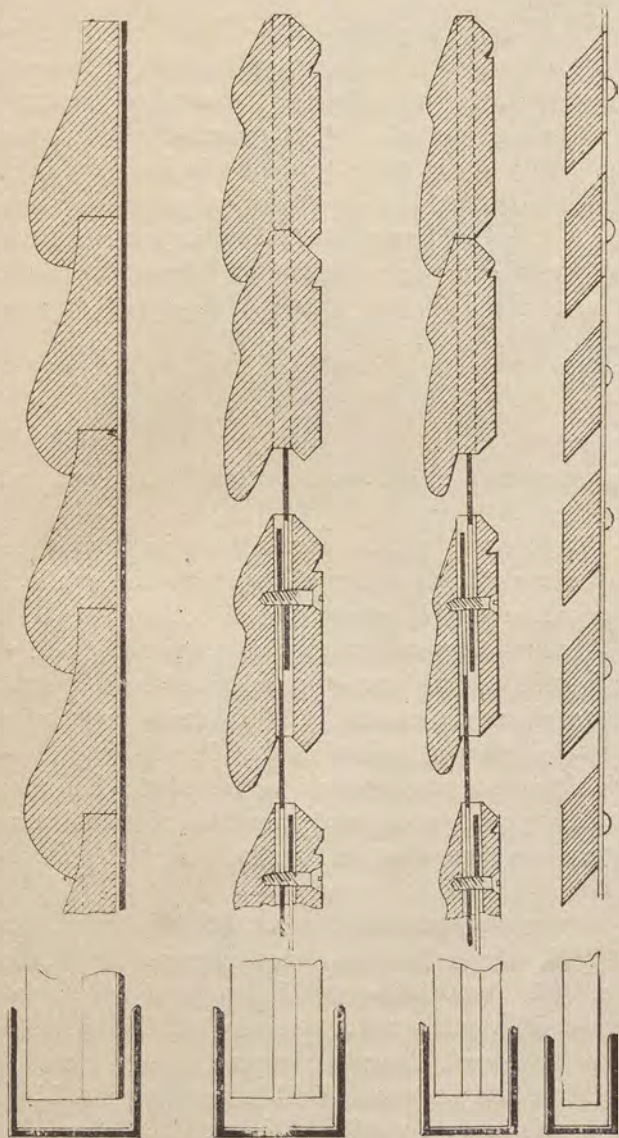


Fig. 1038.

zontale, cioè nel senso della larghezza dell'apertura, e tenute a distanza opportuna od anche a contatto fra di loro, o per mezzo di passanti di lino, ovvero

per mezzo di nastri metallici. Un meccanismo di rotazione, dai più semplici ai più complicati, mette in

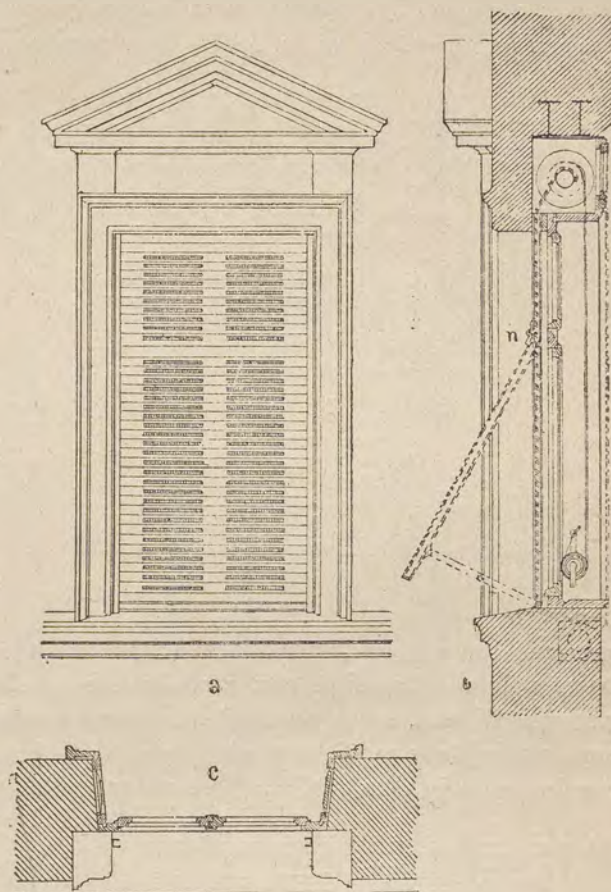


Fig. 1039.

movimento i passanti o i nastri metallici, che alla loro volta spostano le stecche regolando la luce che a piacimento si desidera nella camera.

La forma più comune delle stecche è quella a tavolette rettangolari, ma possono le medesime anche essere sagomate, come quelle riportate dalla figura 1038. La tenda è armata inferiormente di un ferro d'angolo che serve a proteggere la stecca inferiore degli urti e nello stesso tempo a impedire che, nell'aprire l'imposta, l'estremità inferiore abbia a salire oltre il limite fissato. L'estremità superiore della tenda è fissata ad un cilindro (fig. 1039 b) al quale si imprime il movimento di rotazione mediante una cordicella, che si avvolge in una puleggia solidale col cilindro. La tenda si muove entro guide di ferro ad *u* come fa vedere la fig. id. c, che si fissano agli stipiti del vano di finestra.

Il rullo resta nascosto dal tavolato che riveste il vano di finestra, come mostra la fig. id. b, ed il

meccanismo di manovra può rimanere in vista dalla parte interna ovvero nascosto. Generalmente queste tende si muovono dall'interno senza bisogno perciò di aprire le imposte a vetro. Spesso sono munite di

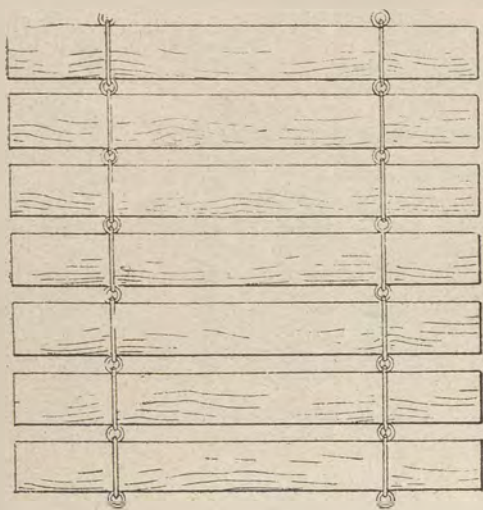


Fig. 1040.

freno che serve a mantener la tenda sollevata alla altezza voluta e impedisce così che, durante il sollevamento di essa, se la cordicella che serve a tale scopo sfugge dalle mani, la tenda possa calare improvvisamente in causa del suo peso naturale.

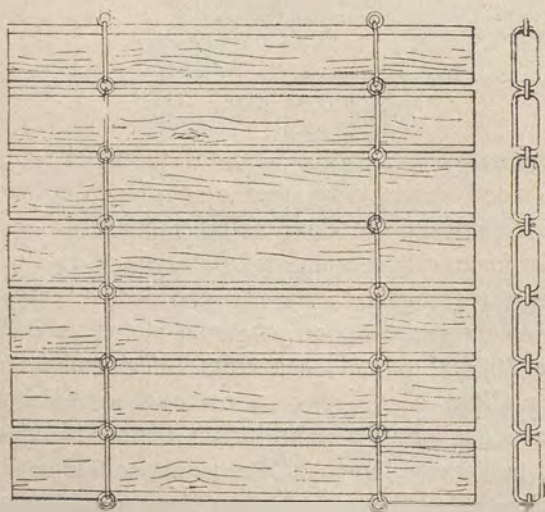


Fig. 1041.

Le tende a tapparelle, eseguite con precisione, riparano dal sole, dall'acqua e dalla grandine in occasione di temporali; distanziate danno una penombra deliziosa, permettendo all'aria di circolare liberamente. Tanto chiuse che aperte non coprono alcuna parte architettonica del fabbricato. Per questi vantaggi esse hanno avuto una grande diffusione e sono

preferite per le scuole, ospedali, asili, ecc., vengono adottate ora negli edifici privati perchè, oltre alla loro praticità, rispondono all'igiene e danno alla finestra un aspetto elegante.

Per fornire maggior quantità di luce e di aria le stecche possono essere in parte forate come suppone la fig. id. *a* e possono le tende aprirsi all'infuori a leggio per una certa altezza. Basterà a tale scopo snodare le guide laterali nel punto *n* e per tenere aperte le persiane servono due asticciuole di ferro pure esse a snodo ed applicate ai due fianchi della persiana.

Per le serre e per le tettoie di officine, per finestre di stalle e di magazzini si fabbricano tende a tavolette di legno di abete o di pino-pece americano per riparare dal sole e dalla grandine a modo della fig. 1040: queste tende mediante la loro legatura di filo metallico sono resistenti e possono disporsi anche a rotolo, come le persiane avanti descritte, in questo caso però i listelli di legno si fanno a smusso e doppio incavo per la legatura metallica (fig. 1041).

§ 11.

I CARDINI E I SERRAMI PER LE FINESTRE E LE PERSIANE.

Come per le porte, i cardini per gli sportelli delle invetriate si compongono di arpioni e di bandelle. I tipi più in uso di questi cardini sono quelli stessi usati per le imposte di porte; però, essendo gli sportelli delle vetrature meno pesanti dei battenti di porta, tanto gli arpioni che le bandelle si fanno più piccole e più eleganti nella loro forma. Perciò questi cardini, pur essendo analoghi ai precedenti, formano una categoria quasi speciale, perchè si adattano esclusivamente per vetrature e persiane e si chiamano *mastietti*.

Il tipo più semplice di *mastietto piano* per sportelli di vetrature l'abbiamo visto rappresentato nella fig. 964. Esso si compone di due parti eguali ciascuna delle quali provvista di occhio. Una parte si fissa al telaro, l'altro al montante dello sportello della vetratura per mezzo di viti a testa perduta. L'ago ordinariamente è mobile e si introduce quando lo sportello è in posizione di opera.

La fig. 1042, *a*, rappresenta pure un mastietto semplice con arpione da murare. Si adatta convenientemente per persiane, quando queste sono sprovviste

ste di telaro fisso e sono destinate a collegarsi direttamente agli stipiti del vano di finestra.

Se le vetrate e le persiane sono del genere di quelle a balcone, riuscendo gli sportelli piuttosto pesanti, convengono i *mastietti*, così detti, *a squadra* (fig. id. *b*) di cui l'arpione semplice si fissa al telaro e la bandella a squadra allo sportello vetrato ed alla persiana. Questa serve anche a impedire le possibili deformazioni dell'armatura dello sportello.

Se la persiana deve fissarsi al telaro della vetrata il quale, a sua volta, è fissato contro il battente del vano di finestra, ovvero, quando la persiana, allor-

facilmente e rapidamente una vetrata e nello stesso tempo devono impedire che il legno subisca contorcimenti. La scelta del serrame ordinariamente dipende dalla grandezza, dal peso e dalla struttura dell'imposta.

I serrami maggiormente in uso per le finestre vetrate e per le persiane sono: *il nottolino*, i *paletti*, le *spignolette*, e le *cremonesi*.

Il nottolino serve a chiudere gli sportelli vetrati

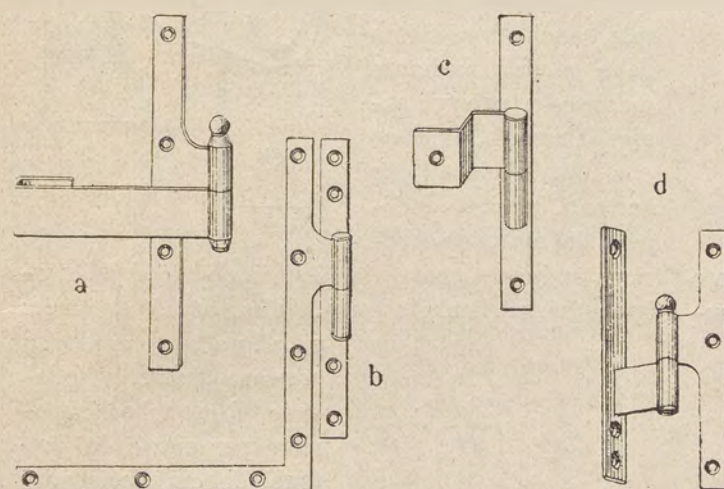


Fig. 1042.

chè è aperta, deve sporgere all'infuori per non guastare le parti architettoniche in risalto degli stipiti, si usano i *mastietti con sporto*, di cui diamo la vista nella fig. id. *d*. L'arpione con braccio a sporto si fissa al telaro con viti e la bandella semplice alla persiana.

Il cardine con doppio uso, rappresentato dalla fig. id. *e*, si usa sovente per vetrate munite di scuri e il *mastietto ribadito su piastra senza vasetti*, rappresentato dalla fig. id. *c*, è quello che viene usato dai falegnami milanesi per l'attacco di sportelli vetrati; di questo cardine la bandella a piastra ripiegata due volte a gomito si adatta contro le due faccie del montante dello sportello.

A questi cardini sono da aggiungersi le cerniere a piastra già citate per le porte interne, usate su larga scala quando gli sportelli non sono molto ampi.

Quanto sono semplici i cardini di una finestra altrettanti sono complicati i serrami.

I serrami devono servire a chiudere ed aprire

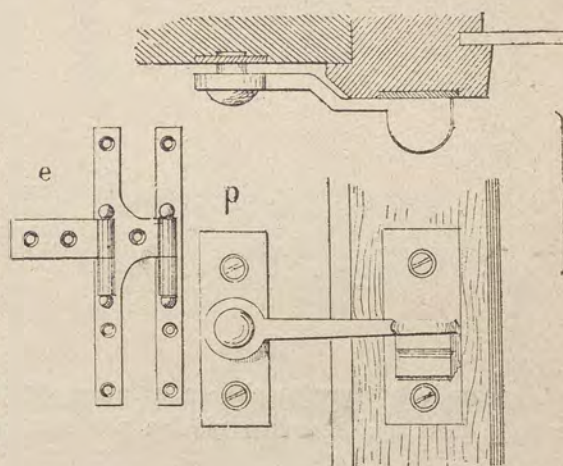


Fig. 1043.

ad un solo battente. La fig. 1043 riporta la forma più comune di nottolino, che in que-

sto caso dicesi *semplice*. Ad una piastrina *p*, assicurata al montante dello sportello per mezzo di viti, è fissato il perno attorno al quale gira la spranghetta di un saliscendi, il quale nel chiudere va a conficcarsi nella tacca di un nasello assicurato al telaro.

Quando il nottolino è destinato a serrare le vetrate a 2 battenti deve essere *doppio*, ed è inoltre necessario che i due sportelli battano contro un battitoio fisso centrale (fig. 1044) al quale possa assicurarsi il perno del nottolino. Questo dicesi *doppio*, perchè è provvisto di due braccia con le quali serra i due battenti, quando è disposto orizzontalmente.

Anche il nottolino *francese* (fig. 1045) serve per serrare due sportelli vetrati, quando sono muniti di un battitoio centrale fisso; più comunemente si usa per serrare i due scuretti di una vetrata, nella forma più adatta rappresentata dalla fig. id. *a*. Al battitoio fisso centrale, nel caso di dovere serrare due sportelli vetrati, od al montante centrale di uno sportello vetrato, nel caso di dovere serrare due scuri,

si fissa mediante piastra ovvero a vite, il nasello *n*; il nottolino semplice si fissa per mezzo di piastra ad

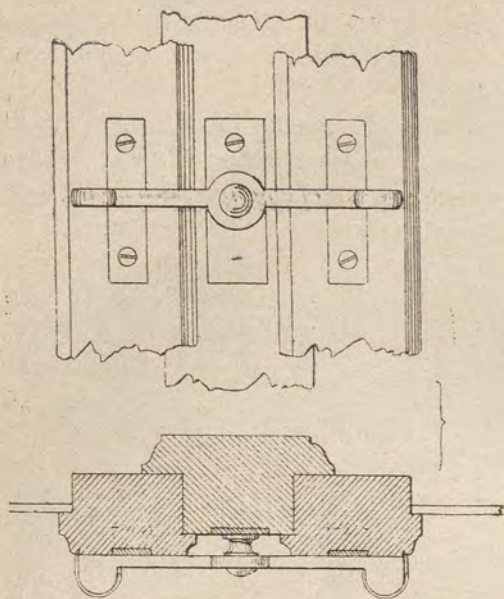


Fig. 1044.

uno sportello o scuretto che sia, all'altro sportello o scuro si fissa una semplice piastra per non consu-

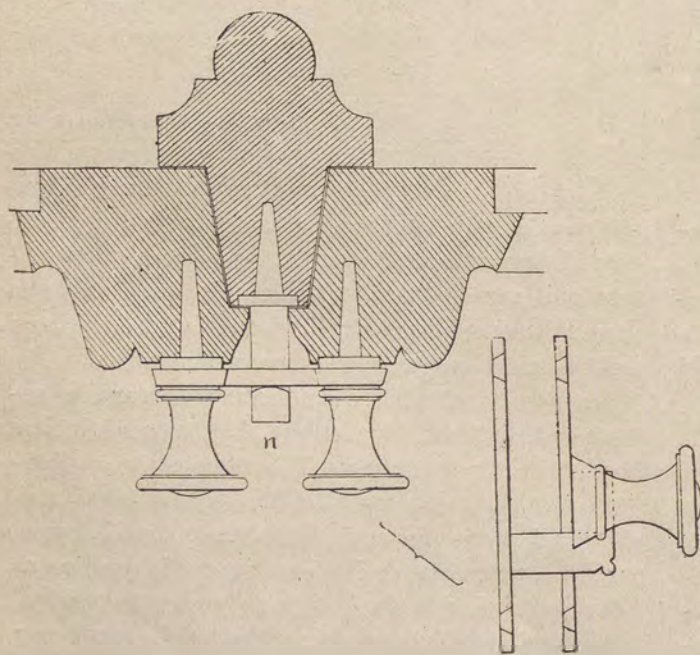


Fig. 1045.

mare il legname. Quando il nottolino è portato in posizione orizzontale, e si accavalca al nasello, serra entrambi gli sportelli.

Per le persiane a coulisse serve il *nottolino doppio* rappresentato dalla fig. 1046. Questo nottolino,

detto anche *mezzo cavallo doppio*, si compone di un nottolino semplice *a* fissato allo sportello di sinistra e di un analogo nottolino *b*, spinto da molla a spirale, fissato allo sportello di destra. Ora se il primo nottolino, in un modo qualsiasi, è impedito di scendere oltre la posizione orizzontale ed al nottolino *a* molla è pure impedito di abbassarsi oltre la posizione orizzontale, benchè fosse spinto dalla molla, mediante un arresto, che può essere il perno *p*, è chiaro che, nel chiudere i due battenti, la parte inclinata del nottolino superiore striscierà contro la parte inclinata del nottolino inferiore, finchè a corsa, finita, non si aggancia: ed allora per aprire la persiana basterà sollevare il nottolino superiore per mezzo del bottone di cui l'estremità della stanghetta è munita.

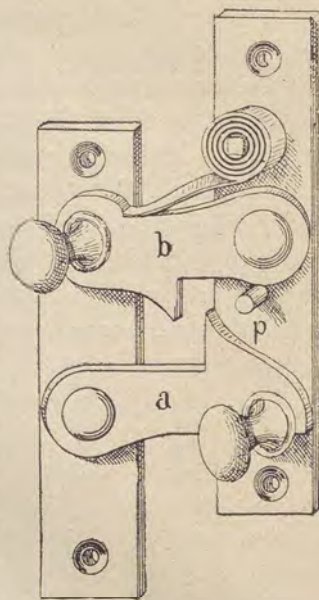


Fig. 1046.

Anche i paletti comuni si usano per serrare le vetrate ad un solo battente, come per le imposte di porte. Naturalmente per una buona chiusura occorrono due paletti, uno di testa convenientemente lungo per poterlo manovrare, l'altro di piede meno lungo.

Se le vetrate sono a due battenti, basterà fissare i due paletti al battente che si chiude per

ultimo, cioè a quello di destra.

Però questi palettini semplici si impiegano per le vetrate soltanto negli ambienti di secondaria importanza. Per finestre molto alte, per le finestre a balcone, ecc. sono più adatte le *spagnolette* e le *cremo-*

nesi, le quali sono appoggiate sullo stesso principio del paletto doppio, in cui cioè le due parti costituenti il paletto, mediante un solo congegno a leva o ingranaggio, si innalzano e si abbassano contemporaneamente, penetrando con le loro estremità in apposite bocchette fisse, ovvero, con un movimento di rotazione, si agganciano a sostegni fissi, come meglio si vede esaminandone partitamente i tipi principali.

La *spagnoletta*, da taluno chiamata *serrame a torcetto* o semplicemente *torcetto*, è quella costituita da un paletto verticale cilindrico di ferro, del diametro di 8-15 mm., girevole per 90 gradi attorno il suo asse, lungo quanto lo sportello della vetrata o della persiana al quale è fissato, terminante ai due capi con bracciolo ad angolo retto, in modo da presentare due ganci, che si impigliano, quando il serrame è chiuso, in due bocchette o in due piccoli arpioni fissati alle due traverse del telarone delle finestre. Questo movimento rotatorio è impresso all'indicato paletto per mezzo di un nottolino *n* semplice (fig. 1047 *a*) imperniato all'asta della spagnoletta ad una altezza conveniente.

Per serrare l'imposta vetrata con la spagnoletta occorre prima chiudere i due battenti e quindi girare la stanghetta del nottolino prima nel senso orizzontale per 90 gradi, quindi in senso verticale fino

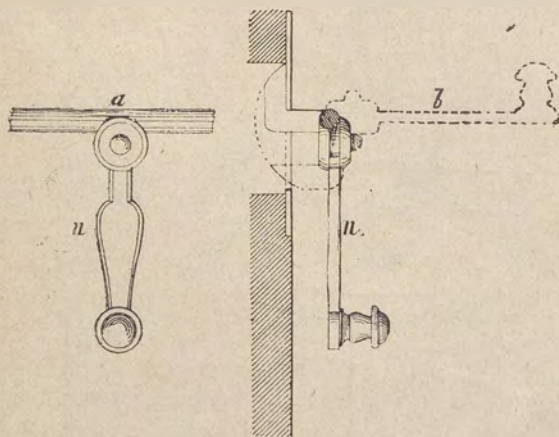


Fig. 1047.

ad accavalciarla ad un nasello fissato sullo sportello di sinistra della vetrata.

La fig. 1048 riproduce il montante centrale dello sportello destro della vetrata al quale è fissata la spagnoletta, le cui estremità provviste di gancio si impigliano, a serrame chiuso, in due arpioni o piuoli

chiodati alle traverse del telarone, ovvero fissati per mezzo di piastrina speciale di attacco (fig. id.).

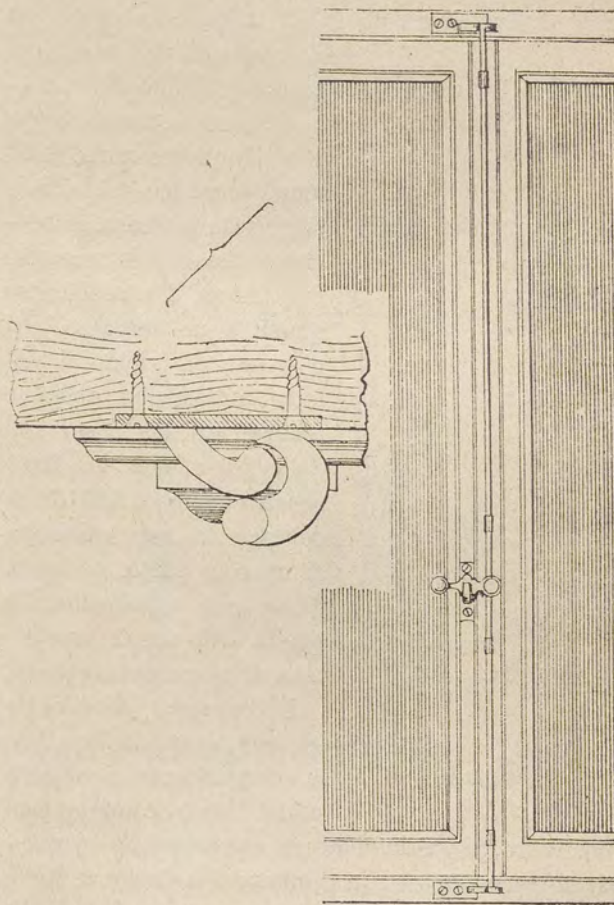


Fig. 1048.

Il nottolino snodato che manovra l'asta, può essere sostituito da un manubrio diritto, dotato di movimento orizzontale, il quale a serrame tanto chiuso, quanto aperto, si mantiene sempre in posizione verticale (fig. 1049). Così gli arpioni fissati alle traverse del telaro possono essere sostituiti da due bocchette individuate da una cavità praticata nelle trasverse e ricoperte da una piastrina di ferro fissata con viti, nella quale è praticata la bocchetta propriamente detta, come meglio fa vedere la fig. 1047 *b*, la quale rappresenta la pianta della spagnoletta a serrame chiuso e dove con punteggiata è designata la sua posizione di apertura.

L'asta della spagnoletta è sostenuta da 3 o 4 piegatelli *p* fissati al montante dello sportello (fig. 1050),

coi quali contrastano gli ingrossamenti *i* dell'asta, che impediscono alla medesima qualsiasi spostamento longitudinale.

Nelle *cremonesi* l'asta del paletto consta propriamente di due pezzi, dotati di movimento rettilineo longitudinale in senso opposto per ogni asta, di maniera che le estremità sporgenti di queste vanno facilmente a conficcarsi, quando la vetrata è chiusa, in bocchette fissate alle traverse del telaro. La cremonese quindi è un serrame, che richiama da vicino il paletto doppio, che abbiamo annoverato fra i serrami delle porte, con la differenza che in questo l'asta del paletto era costituita di un solo pezzo, e dotata di un solo movimento, in quella sono due le aste dotate di movimento opposto.

Il congegno che mette in movimento le due aste è generalmente complesso e dal modo come questo

è costituito, si distinguono le cremonesi in *cremonesi ad eccentrico* ed in *cremonesi a dentiere*. Nelle prime è un eccentrico solidale con la maniglia, che muove le due aste, nelle seconde è una ruota dentata, di cui è munita la maniglia, che si impiglia nei denti di un cremagliera praticata nelle aste, che ne determinano il movimento.

La fig. 1051 rappresenta una cremonese ad eccentrico nella posizione di apertura in *a* e di chiusura in *b*. Dalla prima posizione, girando la maniglia pel senso indicato dalle frecce, l'eccentrico passa nella seconda posizione *b* e le aste in quella di chiusura, occorre però che queste siano dotate di piccolo gioco fra i piegatelli che le contengono, perchè il loro movimento non è semplicemente verticale, ma per poco anche orizzontale nell'estremità a contatto con l'eccentrico. Più pratico e diffuso è l'eccentrico rappresentato dalla fig. 1052, perchè può essere contenuto in una scatoletta di ghisa di protezione poco ingombrante e perchè l'eccentrico è provvisto di due pioli *p p* che si muovono in due cavità *c c* praticate

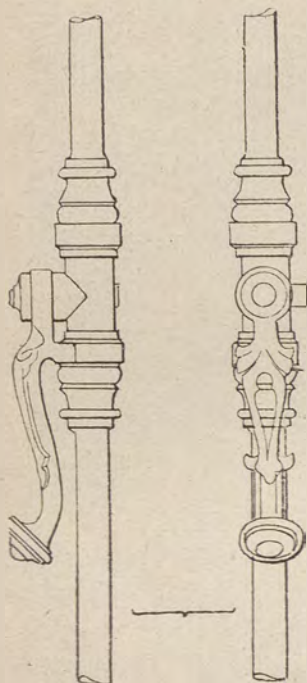


Fig. 1049.

nelle due aste, come chiaramente fa vedere la figura, di maniera che, col girare del medesimo, è impedito alle aste qualsiasi movimento laterale e le aste possono quindi essere esattamente contenute nei piegatelli.

Una cremonese a doppia dentiera si vede rappresentata con profilo e sezione nella fig. 1053. Le due aste terminano con due dentiere, che si possono far salire e discendere mediante il rocchetto a denti *r*, e la maniglia *m*. La cassetta che contiene l'ingranaggio e le dentiere, si trova assicurata con viti al montante dello sportello di destra della vetrata. Da questa cassetta esce il nottolino *n*, che si serra contro il nasello *g* assicurato al montante dello sportello di sinistra. Con questa cremonese gli sportelli si serrano meglio l'uno contro l'altro e i montanti non possono contorcersi.

La fig. 1054 riporta con vista di fronte e di fianco e con sezione una cremonese il cui movimento di rotazione dell'ingranaggio è diretto secondo un piano perpendicolare a quello della vetrata e l'asta della

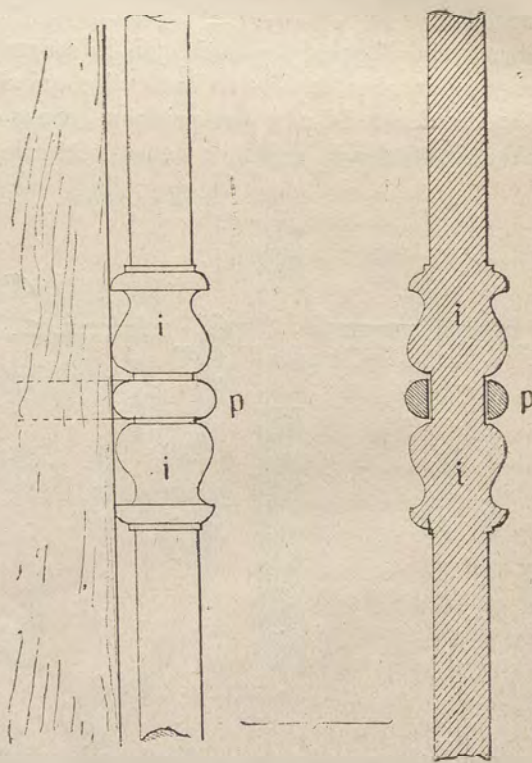


Fig. 1050.

cremonese è di un solo pezzo. Il rocchetto dentato è assicurato ad una maniglia a saliscendi, il cui perno è fisso in una piastra di attacco. Il disegno rappresenta il serrame allorchè è chiuso; per aprirlo si ab-

bassa il saliscendi, il quale, con questo movimento determina l'innalzamento dell'asta e l'uscita del nottolino dal nasello, nonchè delle due estremità dalle relative bocchette. In questa cremonese è necessario foggare l'estremità superiore dell'asta a cruccia, come nei paletti doppi delle imposte di porte (fig. 1012).

§ 12.

LE IMPOSTE IN FERRO DELL PORTE E DELLE FINESTRE.

Per dotare di maggiore sicurezza gli usci delle porte esterne, delle vetrine, delle botteghe, ecc. si costruiscono le imposte in ferro in luogo di quelle di

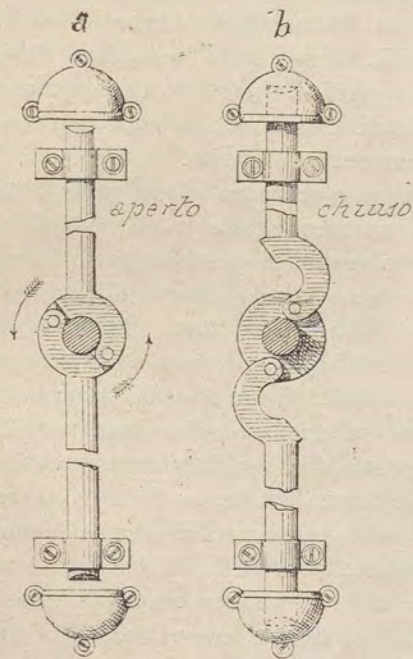


Fig. 1051.

legno, di cui ci siamo occupati nei paragrafi precedenti.

Le imposte in ferro delle porte presentano il vantaggio di non restringere il vano delle medesime, di essere meno ingombranti delle imposte di legno, perchè, allorchè sono aperte, occupano uno spazio situato tutto al disopra o tutto al di sotto del vano di porta e lasciano liberi i piedritti dei pilastri in muratura che comprendono il vano di porta.

Le chiusure metalliche delle porte maggiormente usate oggigiorno sono di tre specie: 1) le chiusure

composte di lamiera orizzontali rientranti l'una nel

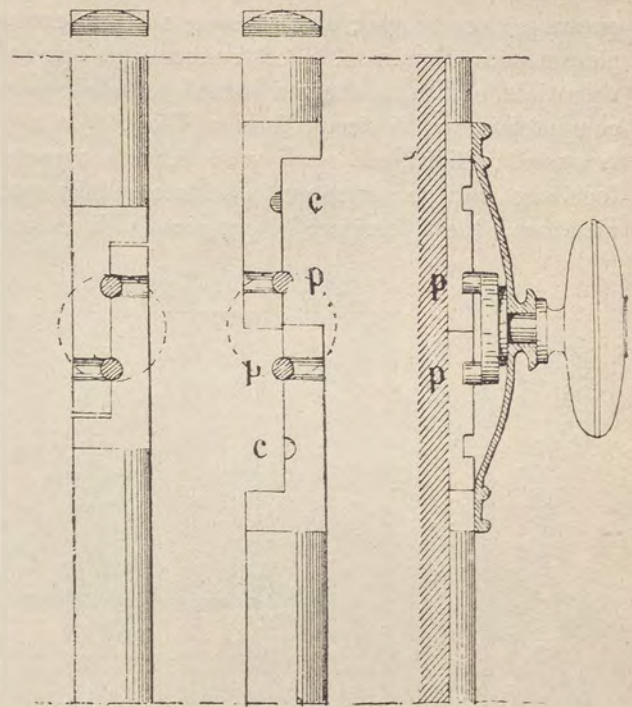


Fig. 1052.

l'altra a coulisse; 2) le chiusure di lamiera ondu-

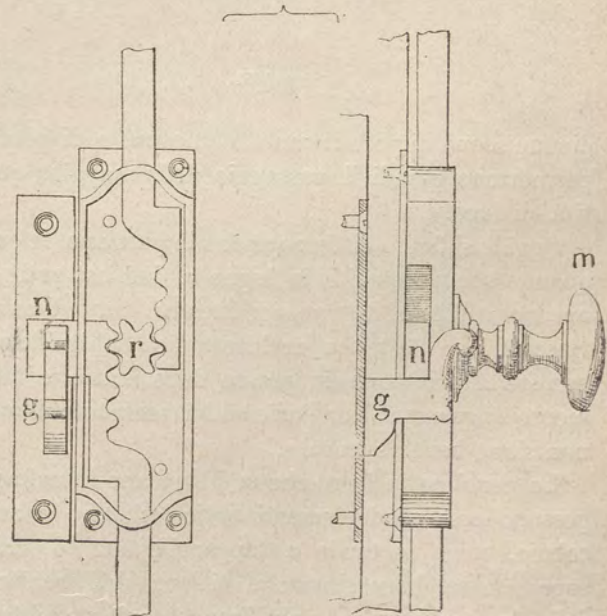


Fig. 1053.

late di un solo pezzo; 3) le chiusure ad elementi articolati di lamiera.

Qualora non si voglia diminuire la quantità di luce che penetra attraverso una finestra, allora quando questa è poco ampia; ovvero sporge in un cortile piccolo poco illuminato, si costruiscono gli sportelli vetrati delle finestre e talora anche quelli delle porte con intelaiatura di piccoli ferri a T o a L o a \perp tirati alla filiera, sui quali sono talvolta riportati ferri sagomati per ottenere la battuta o delle scorriature. Questi ferri per la loro piccola dimensione

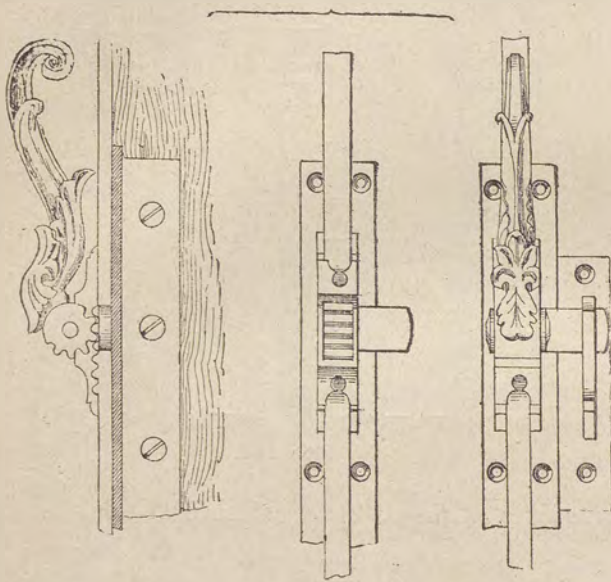


Fig. 1054.

diminuiscono di poco il vano di finestra o di porta e permettono quindi il passaggio della maggior quantità di luce.

Oggidi si fanno di ferro anche le persiane, le quali, quando sono costruite in legno a due battenti e si aprono al di fuori del vano di finestra, tanto disastrosi riescono per l'estetica architettonica dell'edificio ed esposte alle intemperie presto deperiscono e facilmente si guastano per l'azione dei venti tutte le volte non siano bene assicurate.

Le persiane in ferro che si fabbricano attualmente possono essere ad elementi articolati, che si arrotolano, come le tende a tapparelle anzi descritte, sopra un tamburo situato al di sopra dell'architrave della finestra, ovvero, e più frequentemente, si fanno di lamiera traforata a guisa di stecche ed a quattro o più ventagli ripiegabili su loro stessi dentro lo spessore della mazzetta. Queste persiane si uniscono mediante cerniere al telaro di legno della vetrata ovvero

ad un proprio telaro di ferro; allorchè in ogni caso sono aperte, non coprono alcuna parte della facciata e diminuiscono di poco la larghezza del vano potendosi ritenere che, per ogni 4 ventagli ripiegati, la larghezza del vano diminuisce di 8 cm., per 6 ventagli di 11 cm., e di 14 cm. per 8 ventagli, ciò equivale a dire che occorre assegnare una maggiore larghezza al vano di finestra, variabile da 8 a 14 cm. in corrispondenza del numero dei ventagli delle persiane variabile da 4 ad 8.

Una *chiusura con lamiera* per porte di botteghe o di ingresso per edifici si compone di solito di 5 a 8 lamiera orizzontali dello spessore di 0.5 a 1 mm., lunghe quanto la larghezza del vano di porta, alte circa 50 cm. e rinforzate nei loro bordi orizzontali con un ferro d'angolo inferiormente e con un ferro a sezione rettangolare lungo il bordo superiore (fig. 1055). Questi ferri assegnano alle lamiera una notevole rigidità e servono anche a mantenere nei giusti limiti di contatto le varie lamiera fra di loro, senza aumentare l'attrito.

Le lamiera scorrono entro guide di ferro verticali, in numero eguale a quello delle lamiera, di modo che ognuna di queste scorre nella propria guida ottenuta accoppiando striscie di lamiera distanziate da ferri rettangolari, tanto quanto basta perchè la lamiera dell'imposta vi possa scorrere con un piccolo agio (fig. 1056). Sollevando con un meccanismo qualsiasi la lamiera inferiore, questa dopo avere fatto un percorso eguale alla sua larghezza incontra e trascina seco per mezzo del ferro d'angolo di cui è munita nel suo bordo inferiore, la seconda lamina, la quale, innalzandosi, incontra e solleva la terza e così di seguito, tutte le lamiera riunite a gruppo vengono sollevate e nascoste, come mostra la figura, dietro la cornice della porta o dietro l'insegna delle botteghe.

La manovra si pratica mediante due viti a cremagliera verticali, situate alle due estremità dell'imposta, nelle quali si avvitano due madreviti portate alle due estremità dalla lamiera inferiore. Le due cremagliere sono collegate superiormente con un asse orizzontale provvisto alle due estremità di ingranaggi conici e quindi girano nella stessa misura, se una di esse è manovrata da apposito manubrio, situato di solito nell'interno della bottega, egualmente provvisto di ingranaggio conico. Questo sistema di chiusura non abbisogna di arresti speciali per fermare l'imposta ad una altezza qualsivoglia, bastando l'attrito, che si

sviluppa nella madre vite in virtù del peso delle lamiere, per impedire la rotazione della vite e quindi il loro abbassamento; di più presenta il vantaggio, se il manubrio di comando è situato all'interno, di non abbisognare di alcuna serratura, nè di altro apparecchio di sicurezza, per impedire che si apra dallo esterno. Di contro però è lento nei movimenti, ma l'imposta, una volta chiusa, è di una sicurezza forse superiore a quella che offrono gli altri sistemi. Inoltre lo sforzo necessario per la sua manovra, non è costante; esso cresce a misura che cresce il numero delle lamiere sollevate, essendo tutte le lamiere sostenute da quella inferiore.

Per questo si sono immaginati parecchi altri sistemi di manovra delle lamiere o per mezzo di pressione idraulica, o per mezzo di aria compressa, od infine per mezzo di contrappesi speciali.

Naturalmente adoperando quest'ultimo sistema, perchè lo sforzo della manovra riuscisse costante, bisognerebbe munire di contrappeso ciascuna lamiera orizzontale: ma tale disposizione non sarebbe pratica, perchè si otterrebbe un meccanismo troppo complicato dal numero dei contrappesi e dal rispettivo numero di puleggie e di funi o di catene alle quali sono attaccati i contrappesi.

Fra i sistemi a contrappesi quello di Chedeville sembra il più pratico, perchè si manovrano contemporaneamente tutte le lamine per mezzo di un meccanismo semplice, quanto ingegnoso, provvisto di un solo contrappeso, che si vede rappresentato nella fig. 1057.

Le lamiere sono di larghezza variabile, crescente dalla inferiore verso la superiore di 4 cm. per lamiera, sono rinforzate da ferri di angolo come nel precedente sistema, e sono collegate a tergo fra di loro da coppie di bracci articolati a croce di lunghezza pure variabile, in proporzione colla larghezza delle lamiere (crescenti dal basso all'alto di cm. 2,5 per ogni coppia di bracci) di maniera che, quando la catena solleva la lamiera inferiore, questa, per mezzo dei bracci a croce, solleva contemporaneamente tutte le lamiere soprastanti in diversa misura, di maniera che la loro corsa completa avviene nello stesso

intervallo di tempo per tutte ossia tutte, arrivano alla sommità della loro corsa nello stesso istante. Ne

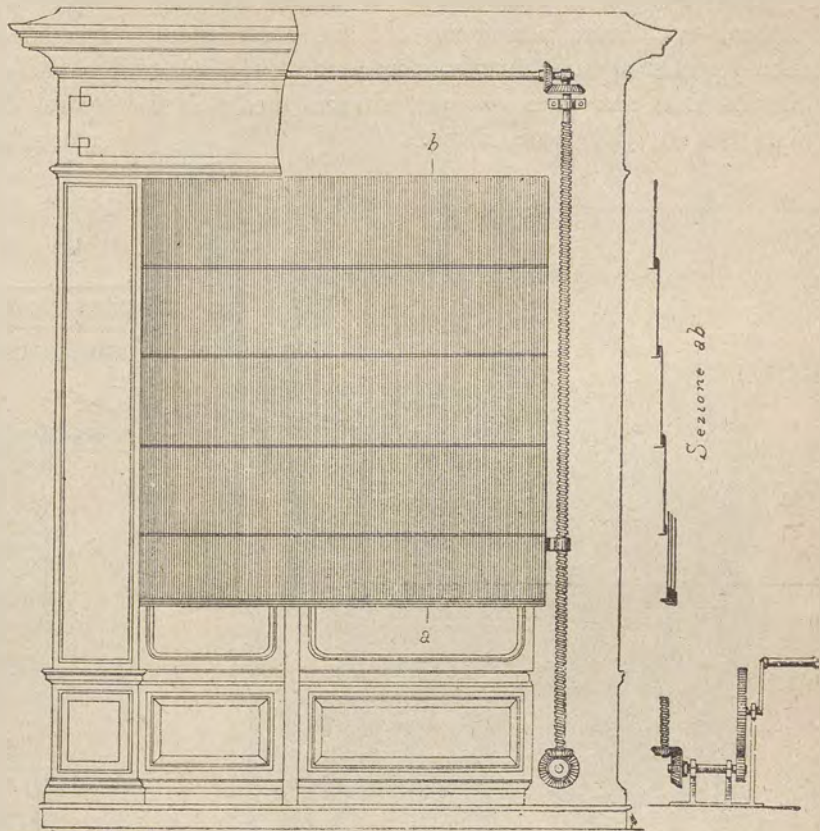


Fig. 1055.

segue che tutte le lamiere gravano sopra quella più bassa a cui è attaccato il contrappeso, e quindi tutte si fanno equilibrio col contrappeso di modo che, manovrando il manubrio, lo sforzo riesce costantemente

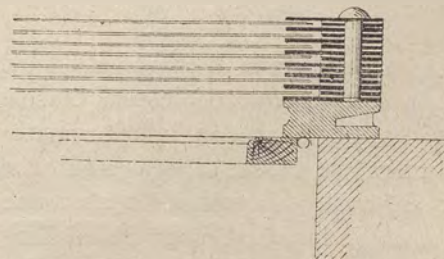


Fig. 1056.

lo stesso tanto in principio, quanto alla fine del movimento. Il numero delle lamiere varia secondo l'altezza dell'insegna destinata a nascondervi il gruppo di lamiere. Il contrappeso agisce sulla lamiera inferiore per mezzo di una catena che si avvolge sopra due puleggie di rimando, e scorre pure fra guide

comprese fra lo stipite ed il sostegno con guide delle lamiera.

Una chiusura di questo genere, se è bene costruita e bene equilibrata per mezzo del suo contrappeso, non oppone al suo funzionamento che debolissimo attrito e la sua manovra per altezze medie si fa con 9 a 10 giri di manubrio.

spessore virtuale di 18 mm., che è la distanza fra i piani verticali tangenti alle onde. Tale distanza rende la imposta rigida nel senso normale alla parete, mentre essa conserva nel senso longitudinale la grande elasticità dovuta al tenue spessore della lamiera, che permette di potersi facilmente arrotolare su di un tamburo situato al di sopra del vano di porta.

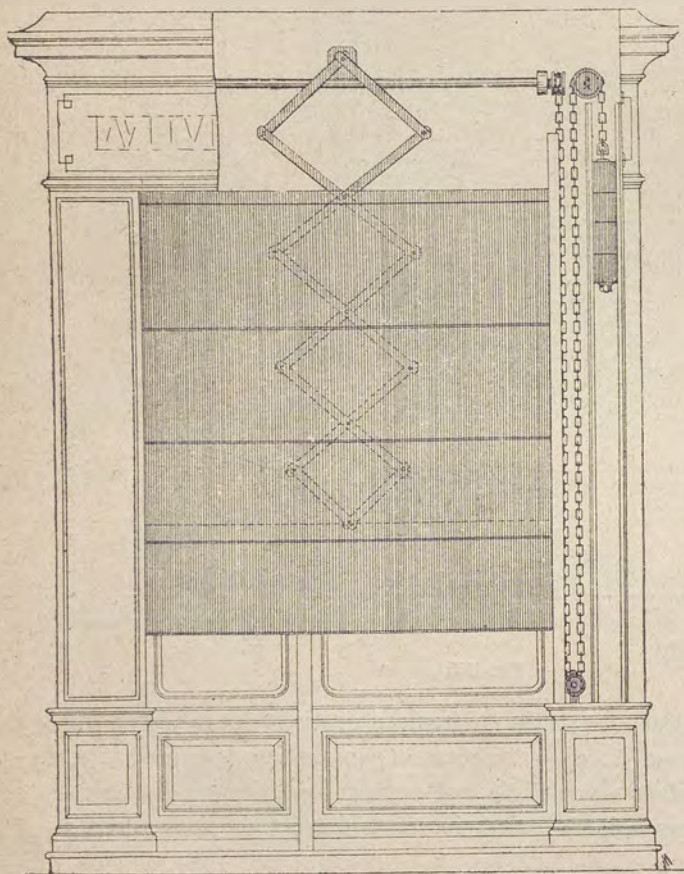


Fig. 1057.

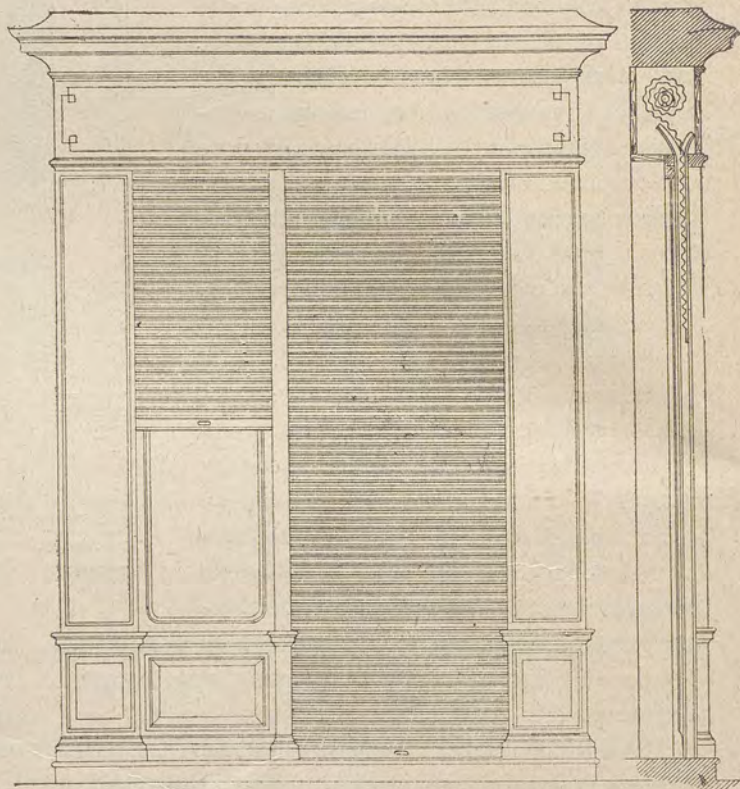


Fig. 1058.

In altri sistemi simili di chiusure con lamiera orizzontali, in sostituzione della catena di sollevamento, si ha un nastro di acciaio inferiormente attaccato colla lamiera più bassa, superiormente fissata ad un cilindro sul quale si avvolge. In altri ancora in sostituzione degli ingranaggi di trasmissione si ha la trasmissione per mezzo di una catena di Gall.

Più usate presso di noi sono le *chiusure di lamiera ondulata* di acciaio del sistema Clark. L'imposta consiste in una lamiera piena di acciaio, dello spessore di 0,3 a 0,4 mm., ondulata nel senso orizzontale (fig. 1058) con una distanza di 4 cm. da un'onda all'altra misurata sopra una stessa faccia dell'imposta. La lamiera acquista con tale disposizione uno

E necessario però che la larghezza di detto vano non superi i tre metri, perchè oltre questo limite la rigidità della lamiera diminuisce sensibilmente; perciò, allora quando si abbiano a chiudere vani di botteghe munite di vetrine, conviene dividere la lamiera ondulata in scomparti corrispondenti a quelli delle vetrine, di larghezza inferiore ai tre metri, per dotare di maggior sicurezza la chiusura (fig. id.).

Lungo il bordo inferiore l'imposta è rinforzata con un ferro ad L al quale si unisce con perni ribaditi. Sull'ala verticale di detto ferro di rinforzo è fissato un occhio, nel quale si introduce un rampino di un bastone (fig. 1059) adatto per tirare in basso e per innalzare l'imposta. Sull'ala orizzontale del medesimo

ferro da rinforzo è praticato un foro nel quale penetra un occhio fissato sulla soglia dell'apertura, destinato ad accogliere il gambo di un lucchetto, che serve a serrare l'imposta la quale può anche essere provvista di serratura. Questa consiste in un paletto doppio fissato dalla parte interna sul ferro di rinforzo, il quale si manovra per mezzo di rocchetto ad ingranaggio (fig. 1060) e dopo che le estremità del paletto siano penetrate nelle relative bocchette portate dai pilastri, si serra con una comune serratura con chiave dalla parte esterna.

La lamiera ondulata scorre verticalmente entro guide di ferro ad U fissate ai piedritti; l'estremità



Fig. 1059.

superiore di queste guide si allargano, come fa vedere la fig. 1061, per facilitare i movimenti dell'imposta, ed evitare i possibili impedimenti, provenienti dalla forma diversa, che acquista la lamiera per il cambiamento di diametro del rotolo, a misura che la

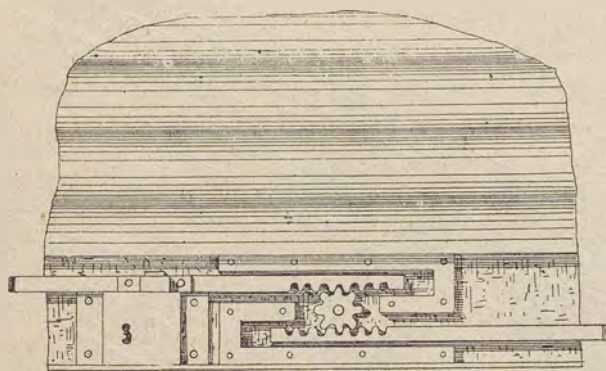


Fig. 1060.

lamiera di acciaio si abbassa o si innalza. Il diametro del rotolo varia da 30 a 45 cm. per altezza dell'imposta comprese fra m. 2,50 e m. 6; occorre quindi un vano largo almeno cm. 50 x 50 per contenere questo rotolo. Questo vano si stabilisce di solito al di sopra dalla piattabanda del vano di porta, dalla parte interna, come fa vedere la fig. id, ovvero dietro l'insegna della bottega. in una delle maniere indicate dalle figure 1062 e 1063. Talora questo vano occupa lo spazio compreso tra la piattabanda e il solaio del piano superiore, tal' altra quando il

solaio è allo stesso livello della piattabanda, occupa uno spazio compreso tutto o in parte nel piano

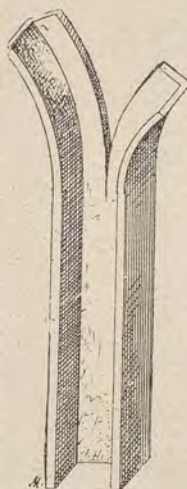


Fig. 1061.

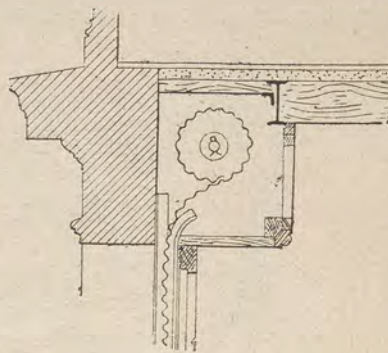


Fig. 1062.

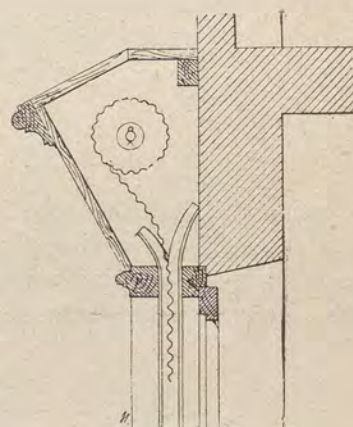


Fig. 1063.

superiore (fig. 1065). Allo scopo poi di potere ispezionare il rotolo dell'imposta, lo spazio sopra detto è munito di sportello, che si apre a ribalta della parte interna, cosicchè si possano facilmente eseguire quelle riparazioni di cui spesso abbisognano tanto l'imposta, come il meccanismo che serve alla sua manovra.

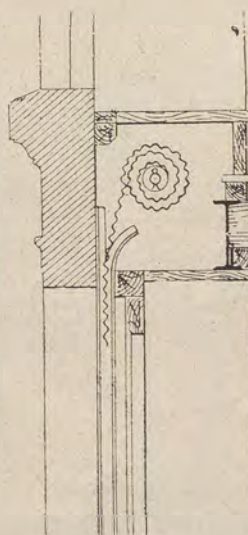


Fig. 1061.

Le imposte di lamiera, scorrendo entro le guide di ferro urtano contro le pareti di queste e generano dei rumori dovuti alle vibrazioni della lamiera ondulata per effetto degli urti. Allo scopo di rendere meno rumorosa la manovra dell'imposta, la lamiera ondulata si munisce lungo i due bordi verticali di un rivestimento in cuoio, largo quanto le ali delle

guide, come fa vedere la fig. 1065, ovvero si adotta quest'altra disposizione: lungo il bordo delle ondulazioni si incastra e si salda per metà larghezza un nastro

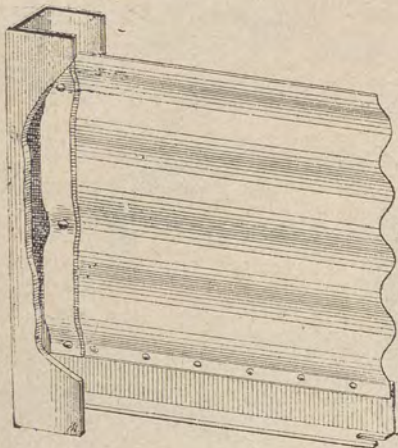


Fig. 1065.

di acciaio (fig. 1066), il quale fa da guida alla lamiera ondulata nei suoi movimenti; a tale scopo questo nastro corre in una incavatura contenuta nella colonna guida e individuata da due listelli di legno

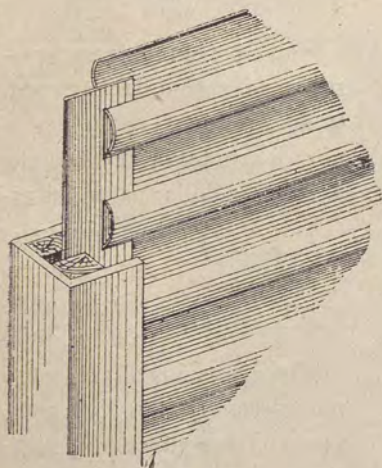


Fig. 1066.

duro. Tanto l'una che l'altra disposizione impedisce alla lamiera di strisciare contro le pareti delle guide, evitano che questa si logori nei bordi e rendono silenzioso il suo scorrimento.

Il tamburo attorno cui si avvolge l'imposta è generalmente costituito da 2 o 3 rocchetti di ghisa, del diametro di 20 cm. circa, congiunti fra loro da spran-

ghe di ferro (fig. 1067), che individuano la superficie del tamburo; questo è girevole attorno un asse di ferro del diam. di 30 mm. fissato ai piedritti mediante robusti supporti. I rocchetti sono cavi internamente e contengono delle robuste molle di acciaio a spirale, le quali hanno una estremità fissata nell'asserigido (fig. 1068). l'altra nel rocchetto. Conseguentemente, quando il tamburo gira, le spire delle molle si restringono o si allargano secondo il senso di rotazione e precisamente quando l'imposta si abbassa le molle si restringono, e lo sforzo che essi oppongono è equilibrato in parte dal peso della lamiera abbassata; quando l'imposta si innalza le spire si allargano ed agevolano l'apertura dell'imposta.

Questa disposizione del meccanismo di chiusura rende la imposta meno costosa fra tutti i sistemi noti, non richiedendo nè trasmissioni, nè ingranaggi di sorta: l'imposta si chiude con facilità attirandola verso il basso per mezzo del rampino, e si apre semplicemente spinta in su con le mani.

In sostituzione del tamburo automatico sopradescritto si può impiegare uno dei noti sistemi di trasmissione ad ingranaggi conici per fare girare il

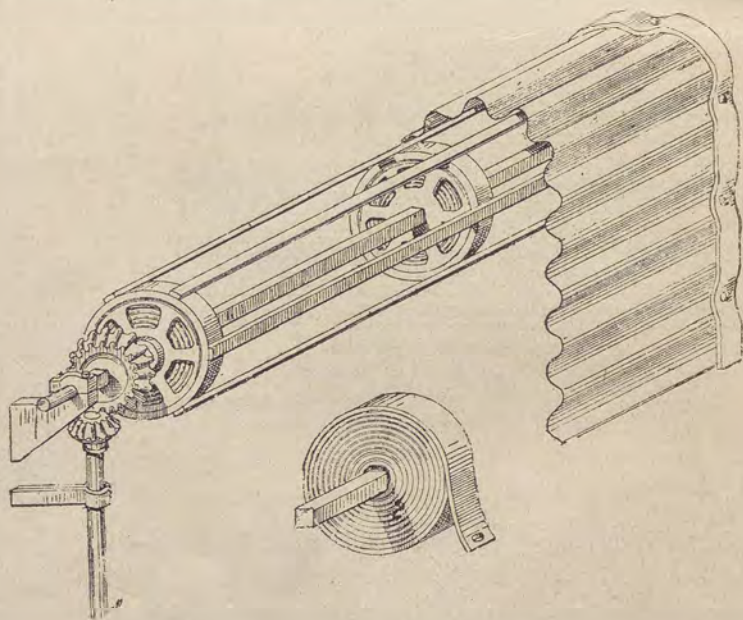


Fig. 1067 e 1068.

tamburo su cui si avvolge la lamiera, ovvero una trasmissione con vite senza fine, che ingrana in una ruota dentata portata dal tamburo (fig. 1069). Nell'un caso e nell'altro, quando il manubrio di comando è situato nell'interno, queste imposte presentano il vantaggio rispetto a quelle automatiche, di non richiedere l'impiego di una serratura speciale per as-

sicurarne la chiusura; del resto, anche per il loro costo più elevato, sono meno preferite.

Completiamo l'argomento col dare un cenno di quelle imposte metalliche, adatte tanto per le porte

Gli *sportelli vetrati*, allorchè sono costruiti con armatura di ferro, a causa delle piccole dimensioni dei ferri, offrono una superficie illuminante più considerevole e presentano il vantaggio di non restringersi, nè dilatarsi sensibilmente sotto l'influenza degli agenti esterni. Mentre in una

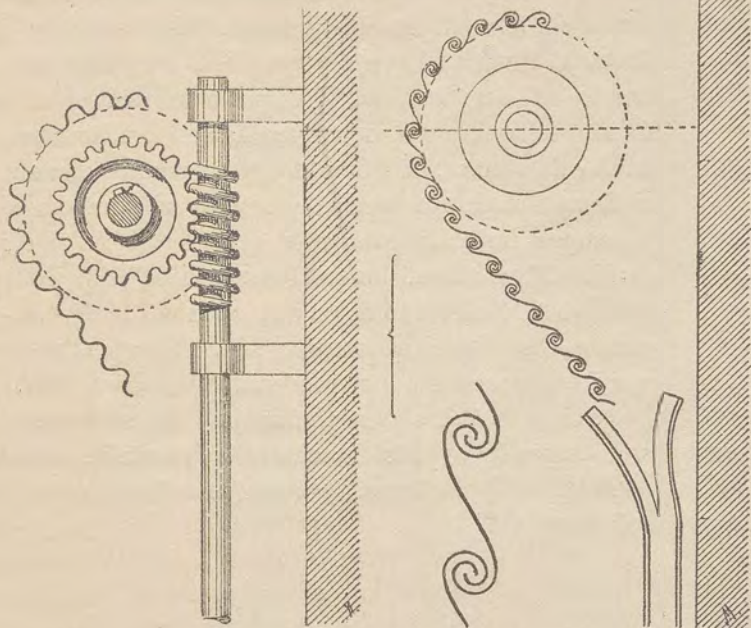
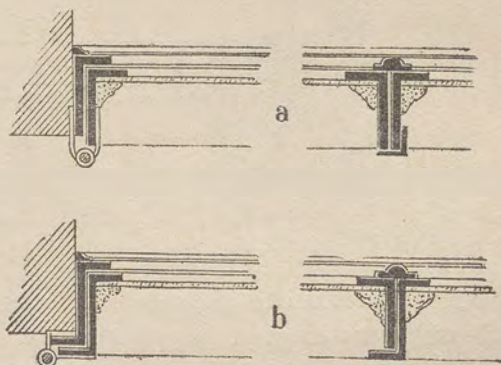
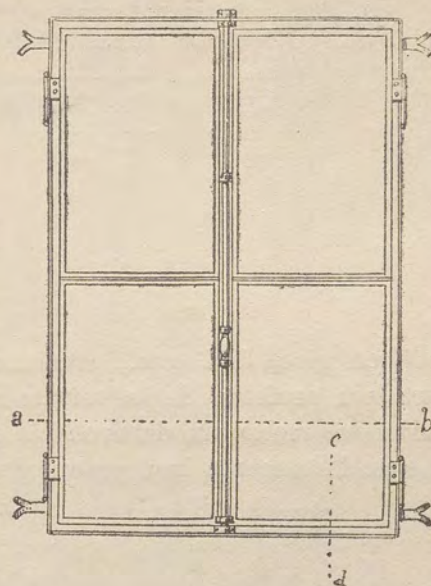


Fig. 1069.

Fig. 1070.

come per le finestre, nelle quali la lamiera è fatta con elementi articolati. La fig. 1070 riproduce in sezione questi elementi di lamiera metallica ripiegata nei bordi longitudinali su se stessa, a forma di S; questi elementi hanno la sezione compresa in un rettangolo di 16 a 18 per 50 mm. e si congiungono l'uno con l'altro conficcandone le estremità per mezzo di scorrimento lineare; allorchè sono montate richiamano da vicino le tende a tapparelle di legno, usate in sostituzione delle persiane. La forma ad S delle stecche affida alla lamiera articolata una resistenza notevole contro gli sforzi normali alla sua superficie, mentre, essendo identico il meccanismo per arrotondare l'imposta, la flessibilità della lamiera e la piccola dimensione delle stecche, che la compongono, permettono di farne un rotolo ancora più ristretto di quello che richiede una lamiera ondulata.

Nelle stecche superiori possono altresì praticarsi delle fessure, senza indebolire l'imposta metallica, le quali permettono di illuminare e di aereare parzialmente l'ambiente interno; così egualmente per lo stesso scopo potrà praticarsi, nelle lamiere ondulate, quando si vuole impedire che l'aria ristagni nell'ambiente.



Sezione ab

Sezione cd

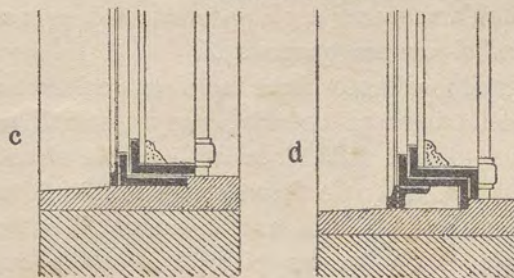


Fig. 1071.

vetrata comune con sportelli di legno, per il disseccamento del legname, possono verificarsi delle comessure

fra i battenti larghe perfino un centimetro, nelle vetrate metalliche, la dilatazione del ferro nei nostri climi, essendo di 1 mm. circa per metro, si avrà al più

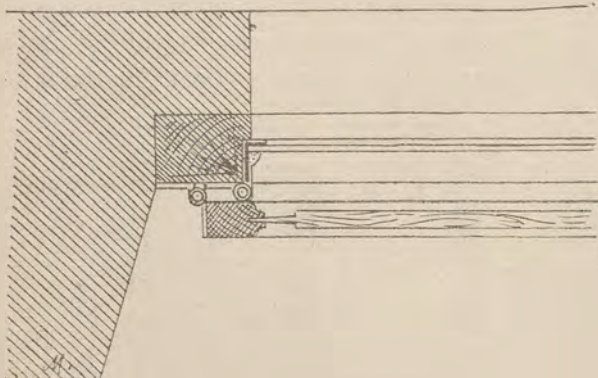


Fig. 1072.

fra i battenti un gioco di 1 mm., ottenendosi così una chiusura più perfetta. Se le vetrate in ferro, quindi, quantunque molto più durevoli di quelle in legno, non sono largamente impiegate nelle costru-

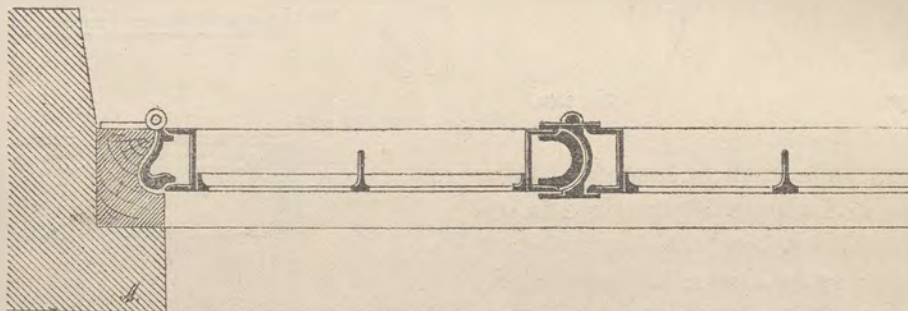


Fig. 1073.

zioni, si deve al fatto che gli sportelli di legno si hanno ad un prezzo di gran lunga inferiore.

La fig. 1071 mostra la vista interna di una vetrata per finestra con sportelli di ferro a due battenti congiunti con mastietti al telaro fisso pure in ferro. I ferri che si impiegano per la formazione del telaro fisso e dell'armatura degli sportelli può avere la sezione ad *L* ovvero quello a *Z*.

Impiegando soltanto ferri ad *L* la sezione orizzontale della imposta vetrata, rappresentata nella figura precedente, sulla linea *ab* è quella riportata dalla fig. id. *a*, la quale fa vedere come è fatta la battuta pei ferri dei montanti di mezzo; il battente è costituito da un ferro semicircolare saldato a uno dei montanti centrali, e contro di esso batte il ferro dell'altro montante. Nella medesima figura si vede l'accoppiamento dei due ferri ad *L* che costituiscono il telaro ed il montante laterale dello sportello, come

sono fissati le cerniere, e la posizione che occupa il telaro fisso rispetto alla mazzetta alla quale è congiunto mediante zanchette ben murate. Nella figura 1071 *c* si ha una porzione di sezione verticale, secondo la linea, *cd*, a dimostrare l'accoppiamento del ferro di piede del telaro col davanzale della finestra. I vetri in questi sportelli si adagiano contro le ali dei ferri ad *L* disposte nel senso della fronte della finestra, e basterà fissarli mediante uno strato di stucco; più di rado, per maggior cautela, si fissano mediante speciali piccoli ferri d'angolo ed è sempre buona regola interporre fra i vetri e i ferri dell'armatura, lungo il bordo di quelli, delle sottili bande di legno dolce o di caoutchouc per impedire che i vetri si spezzino sotto gli urti, che sovente subiscono gli sportelli contro il telaro fisso.

Quando le lastre non si fanno di un solo pezzo, si interpongono delle bacchette orizzontali, come negli sportelli in legno, le quali sono fatte con piccoli ferri a *T*.

Gli sportelli fatti con ferri ad *L* riescono piuttosto leggeri e non possono quindi servire altro che

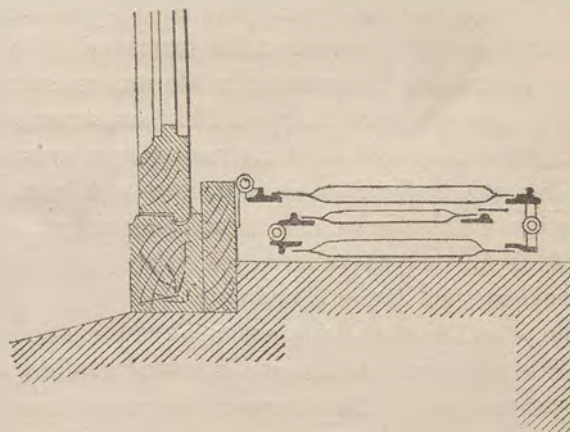


Fig. 1074.

per finestre piccole non eccedenti la superficie di 1 mq. Per finestre più ampie si impiegano comunemente i ferri a Γ coi quali si ottengono armature

più robuste. La figg. 1071 *b, d* fa vedere la sezione orizzontale e la sezione verticale della medesima vetrata di finestra, secondo le medesime linee *ab* e *cd*; queste figure mostrando chiaramente le combinazioni dei ferri ed i loro collegamenti ci dispensano di una ulteriore descrizione.

Qualora le invetriate con armatura di ferro sono munite di scuri, è necessario che il telaro fisso della vetrata sia fatto di legno, anzichè di ferro, per mastiettarvi anche gli scuri. Il telaro di legno si fissa dentro il battente della mazzetta del vano di finestra, come per le vetrate di legno, gli sportelli vetrati e gli scuri si collegano al telaro con cerniere come fa vedere la fig. 1072.

Per ottenere armature più robuste di sportelli per vetrate con maggiore spessore, ai ferri ad *L* od ai ferri a \sqsubset si accoppiano dei ferri cavi di sezione speciale. La fig. 1073 fa vedere la sezione, orizzontale

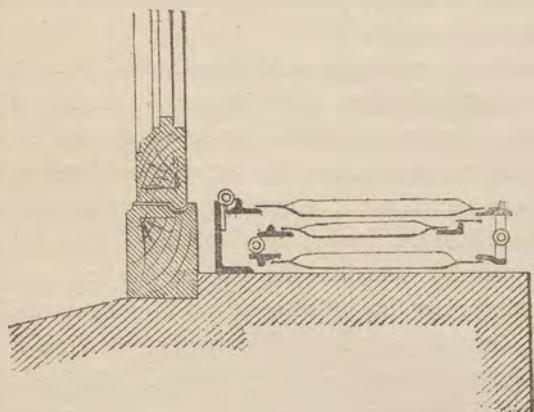


Fig. 1075.

di una finestra analoga alla precedente fatta con ferri speciali; da questa figura chiaramente si rilevano le combinazioni dei ferri per il telaro fisso, pei montanti centrali e per i montanti laterali degli sportelli, ed il congiungimento del telaro fisso con la mazzetta.

Le *persiane di ferro* si costruiscono con stecche di lamiera mobili, come quelle di legno e con un'ar-

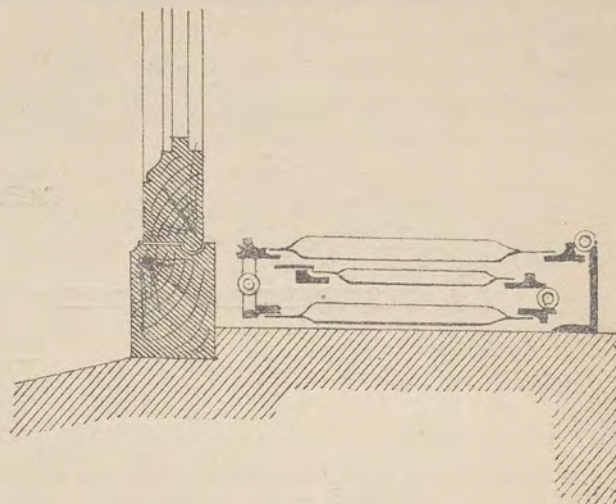


Fig. 1076.

matura di piccoli ferri d'angolo, ovvero con stecche fisse di lamiera. Nel primo caso le stecche possono assumere quella inclinazione che si desidera, essendo manovrate da un'asta metallica verticale, alla quale sono articolate; nel secondo si mettono in opera fissandole all'armatura inclinate di 45 a 60 gradi. Si fanno sportelli a persiana in ferro in lamiera di un sol pezzo, nella quale siano praticate delle fessure corrispondenti ai bordi orizzontali delle stecche; detti bordi si inclinano tutti nello stesso senso, verso la parte esterna, cosicchè possa passare la luce e l'aria.

Comunque fatte le persiane in ferro hanno gli sportelli pochissimo larghi e mastiettati l'uno con l'altro, di maniera che ripiegati su loro stessi occupino lo spazio abbracciato dalla mazzetta della finestra (fig. 1074). Il telaro fisso delle persiane di ferro può essere di legno, come fa vedere la medesima figura, ovvero di ferro d'angolo (fig. 1075) e può trovarsi tanto contro il battente del vano di finestra, quanto nel bordo esterno della mazzetta (fig. 1076).

CAPITOLO II.

LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA E DELLA FOGNATURA

§ 1.

LA CONDUTTURA.

Per le grandi città l'acqua ordinariamente si prende a grande distanza, traducendola per mezzo di tubi o di canali. L'approvvigionamento si può fare in diversi modi secondo le circostanze e cioè:

a) allacciando *diverse sorgenti*, tanto visibili che nascoste;

b) derivando l'acqua direttamente dal fondo o dalle rive dei *laghi* o dai *corsi* d'acqua;

c) estraendo le acque del *sottosuolo* a diverse profondità con pozzi ordinari o con pozzi artesiani;

d) raccogliendo infine l'acqua piovana in *serbatoi artificiali*.

Perchè l'acqua riesca potabile è necessario anzitutto che non contenga sostanze organiche, perchè queste riescono nocive alla salute, e contenga disciolte il meno possibile di sostanze minerali. La sua temperatura poi non deve superare i 12 gradi e perchè riesca gustosa deve contenere dell'acido carbonico.

In città l'acqua è diramata mediante condutture sotteranee distribuite per le vie, sotto il pavimento stradale, nelle quali essa scorre continuamente a condotta forzata, munita cioè di pressione sufficiente, perchè, mediante condotti secondari, che si dipartono dalle prime, giunga fino alle parti più alte degli edifici.

I tubi delle condotte possono essere fatti di materie diverse e cioè di cotto, di gres, di cemento, di ferro, di acciaio, di ghisa, di piombo, di rame, ecc. dipendentemente dalla pressione a cui l'acqua è sottoposta ed alla qualità dell'acqua medesima, poichè

questa per non alterarsi abbisogna che si trovi a contatto di materie, che non sono attaccate dalle sostanze minerali, che eventualmente vi si possono trovare disciolte.

Ordinariamente però le condutture principali, situate sotto il piano delle strade, si fanno di ghisa e ciò a motivo dell'alta pressione di cui è dotata l'acqua in questi condotti (3 a 6 atmosfere) e le condutture secondarie, le quali si diramano dalle prime e distribuiscono l'acqua negli edifici, si fanno di ferro o di piombo, secondo che l'acqua conserva o perde la carica che ha all'atto in cui è rimessa nell'edificio. Quando poi le acque sono poco alcaline, avendo la facoltà di sciogliere particelle di piombo, si rendono facilmente insalubri, specialmente quando risiedono ferme per lungo tempo nei tubi di piombo in questo caso i tubi di piombo si fanno rivestiti internamente di un sottile strato di stagno. I tubi stagnati a parità di spessore riescono più resistenti di quelli di solo piombo e quindi possono convenientemente adoprarsi anche per condotta forzata. Nella seguente tabella si ha il peso dei tubi di solo piombo ed il peso dei tubi di piombo stagnati internamente, in corrispondenza dei diametri interni, secondo cui si trovano in commercio:

Diametro interno mm.	Tubi di piombo Peso kgr. per ml.	Tubi di piombo stagnati Peso kgr. per ml.
13	3,0	1,25
15	3,5	1,50
20	4,5	2,25
25	5,0	2,75
30	7,0	3,25

Ad eccezione dei tubi di piombo e dei tubi di piombo stagnati, che vengono somministrati dalle fabbriche in rotoli lunghi m. 10 ed anche più, i tubi di qualsiasi altro materiale si costituiscono in pezzi che variano da m. 0.50 a 1 m. e soltanto pei tubi di ferro e ghisa da 2 a 4 m. Questi si congiungono fra di loro

di mastice di minio è indispensabile che sia interposto fra il manicotto e le flangie.

Più facile e meno costosa è l'unione così detta a *bicchiera* rappresentata nella fig. id. c. I due capi di ciascun tubo sono foggati in modo diverso; in uno si ha semplicemente un piccolo orlo sporgente,

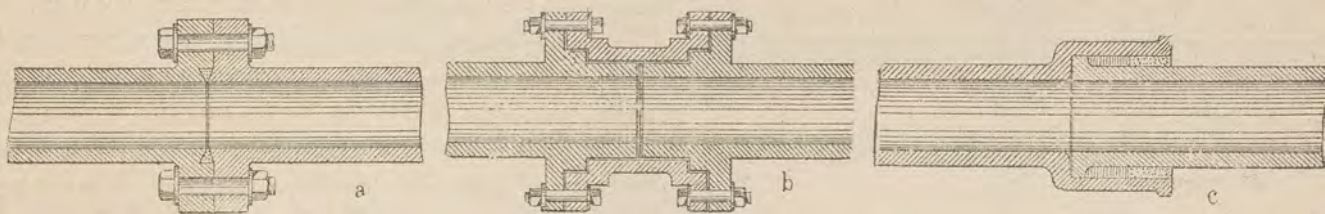


Fig. 1077.

nel momento che si collocano in opera nelle trincee praticate nel suolo stradale, qualora si tratti di tubi appartenenti alla rete principale. Nella fig. 1077 sono rappresentate le diverse maniere di collegare i tubi di ghisa. Nella fig. id. a si ha il, così detto, collegamento a *flangie*, secondo cui i capi dei tubi di ghisa terminano con una flangia, provvista di un certo numero di fori, che vengono attraversati da bulloni a vite. Le flangie si mettono coi fori in corrispondenza e quindi si stringono per mezzo di viti, dopo avere inserito fra di loro uno strato sottile di cuoio, o di caoutchouc, ovvero semplicemente spal-

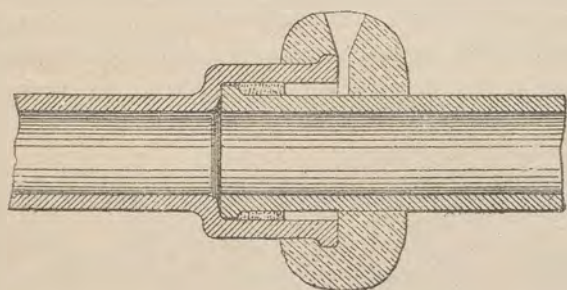


Fig. 1078.

mate le faccie poste a contatto con mastice di minio. La unione riesce più ermetica, se una delle flangie è munita di risalto e l'altra di un corrispondente incavo, come indica la figura, cosicchè questo penetri nel primo.

Migliore è l'unione a *flangie doppie* con *manicotto libero*, riportata dalla fig. id. b; i tubi hanno e flangie in prossimità dei loro capi, i cui fori si corrispondono con quelli di un manicotto, che ha un profilo eguale a quello delle flangie, come chiaramente indica la figura. Anche in questa unione bisognerà inserire fra i capi dei due tubi posti a contatto un anello di cuoio o di caoutchouc ed uno strato

nell'altro si ha un ingrossamento superiore, che individua una specie di manicotto congiunto al tubo e che chiamasi *bicchiera*.

Questo porta un risalto analogo a quello dell'altra estremità del tubo, ma dalla parte interna lungo il bordo. L'estremità provvista di orlo semplice di ciascun tubo si introduce nel bicchiere del tubo consecutivo; la posa in opera ha luogo in maniera che i tubi abbiano il capo foggato a bicchiere rivolto verso la parte dalla quale perviene l'acqua. La chiusura si rende ermetica, conficcando e comprimendo mediante scalpello e martello nella commessura fra i capi dei tubi, dei filamenti di canape catramati e fino a riempire metà circa della commessura; nel resto viene quindi colato del piombo fuso. Questa operazione si compie

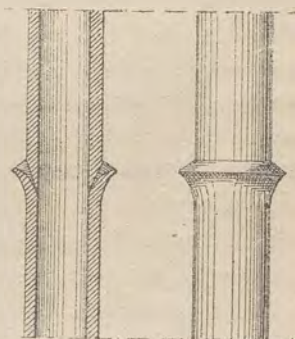


Fig. 1079.

nell'altra si ha un ingrossamento superiore, che individua una specie di manicotto congiunto al tubo e che chiamasi *bicchiera*. Questo porta un risalto analogo a quello dell'altra estremità del tubo, ma dalla parte interna lungo il bordo. L'estremità provvista di orlo semplice di ciascun tubo si introduce nel bicchiere del tubo consecutivo; la posa in opera ha luogo in maniera che i tubi abbiano il capo foggato a bicchiere rivolto verso la parte dalla quale perviene l'acqua. La chiusura si rende ermetica, conficcando e comprimendo mediante scalpello e martello nella commessura fra i capi dei tubi, dei filamenti di canape catramati e fino a riempire metà circa della commessura; nel resto viene quindi colato del piombo fuso. Questa operazione si compie

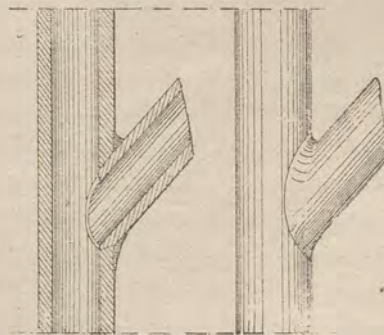


Fig. 1080.

nella maniera indicata della fig. 1078, formando, cioè, con creta o con gesso un involucro attorno al bicchiere, nel quale sia praticato un canaletto ad im-

buto, cosicchè il piombo, che si cola in questo, è costretto ad occupare soltanto il vano della commessura.

I tubi di piombo non si fanno mai di diametro maggiore ai 10 cm. Quelli di piccolo diametro, non

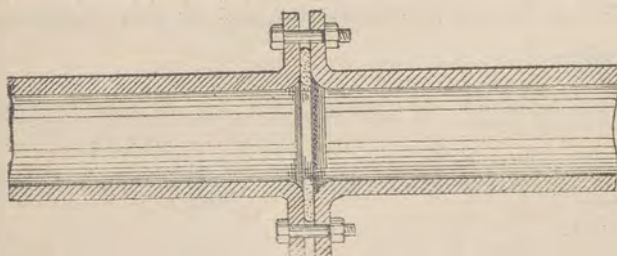


Fig. 1081.

oltre i 5 cm. si uniscono saldandoli. A tale scopo si introduce all'estremità del tubo da allungare un cono di legno duro, in modo da allargarla a forma di imbuto (fig. 1079); in questa allargatura si introduce poi, per circa 10 mm., l'altro tubo, previamente raschiato e assottigliato, in modo che venga a combaciare col primo tubo e che la saldatura che in seguito si applica fra i due lati, non abbia a penetrare sulla condotta. Poi prima di eseguire la saldatura, la quale si può fare tanto con la lampada che col saldatoio, si scaldano bene le estremità dei due lati, spalmandole leggermente di sego e dopo si introduce tanta saldatura nel vano imbutiforme da riempirlo. Per mantenere liquida la saldatura, durante la sua applicazione; conviene mescolarvi un poco di colofonia, scaldandola abbastanza da liquefarla tutta. Dopo che la saldatura è stata applicata, la si lascia solidificare, versandovi acqua fredda per raffreddarla. Le ineguaglianze della saldatura si correggono poi con una lima grossolana e si sfrega tutta la superficie con carta vetrata. In maniera identica si eseguisce la saldatura per diramazione di tubi. Quando da un dato tubo di piombo debesì distaccare un braccio di tubo laterale per diramazione, prima si smussa il tubo di diramazione (fig. 1080) secondo l'angolo che esso deve fare colla condotta principale e poi si pratica in questo un foro conico adatto all'attacco del tubo di diramazione; che deve essere bene liscio in superficie. Dopo si eseguisce la saldatura come nel caso precedente. La saldatura, quando si fa colla lampada, deve comporsi con 1 parte di stagno e 1 parte di piombo; quando invece si fa col saldatoio deve comporsi con 2 parti di stagno e 1 parte di piombo. Per la saldatura dei tubi di piombo stagno,

si adopera una composizione di 4 parti di piombo e di 5 parti di stagno.

I tubi di piombo di diametro maggiore ai 5 cm. si uniscono diversamente, specialmente quando debbono resistere a forti pressioni. I capi dei due tubi si ripiegano, battendoli col martello di legno a forma di flange, le quali si uniscono, come indica la fig. 1081 per mezzo di due colletti di ferro, che si stringono con buloni a vite. Il giunto riesce ermetico, se si interpone, fra i bordi ripiegati dei due tubi di piombo, un anello di cuoio ingrassato con sego. Questa unione è molto conveniente, quando si debba unire un tubo di piombo con uno di ghisa o di ferro, il quale termini a flangia; in questo caso si può anche omettere uno dei due colletti di ferro.

I tubi di ferro di piccolo diametro, inferiore ai 5 cm., non si uniscono per mezzo di flange nè colle altre già citate unioni a bicchiere ed a manicotto adatte soltanto per le grandi condotte. La congiunzione di due piccoli tubi dello stesso diametro si pratica con manicotto indipendente, provvisto di madreviti interne, colle quali il manicotto si avvita alle due estremità dei tubi da congiungere, fatti anch'essi a vite (fig. 1082 a). In tale unione si avrà cura di spalmare con mastice di minio le spire della madrevite e della vite e di interporre qualche filamento di canape catramata per rendere ermetica la congiunzione. Se ha luogo un cambiamento di direzione nel posto in cui havvi l'unione dei tubi, si impiega il

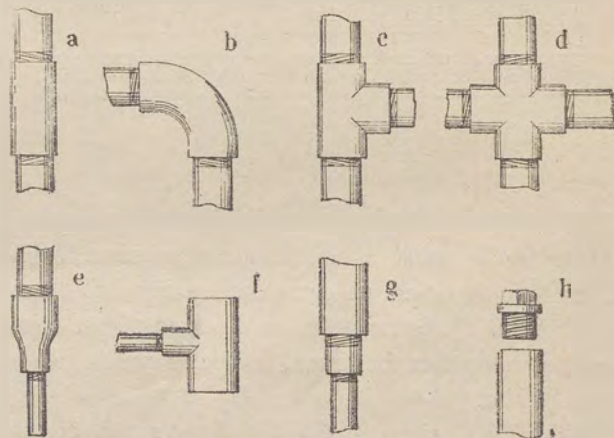


Fig. 1082.

manicotto curvilineo indicato dalla fig. id. h, anche questo indipendente ed a madreviti interne.

Per le diramazioni semplici e per quelle doppie della condotta si hanno i pezzi speciali a croce semplice (fig. id. c) ed a croce doppia (fig. id. d). Si hanno poi pezzi

di riduzione di sezione, sia a manicotto rettilineo o curvilineo (fig. id. *e*), sia a croce (fig. id. *f*), e dei pezzi speciali cilindrici provvisti di viti all'interno ed all'esterno, colle quali si avvitano a due tubi di differente sezione (fig. id. *g*). Il pezzo a vite esterna rappresentato dalla

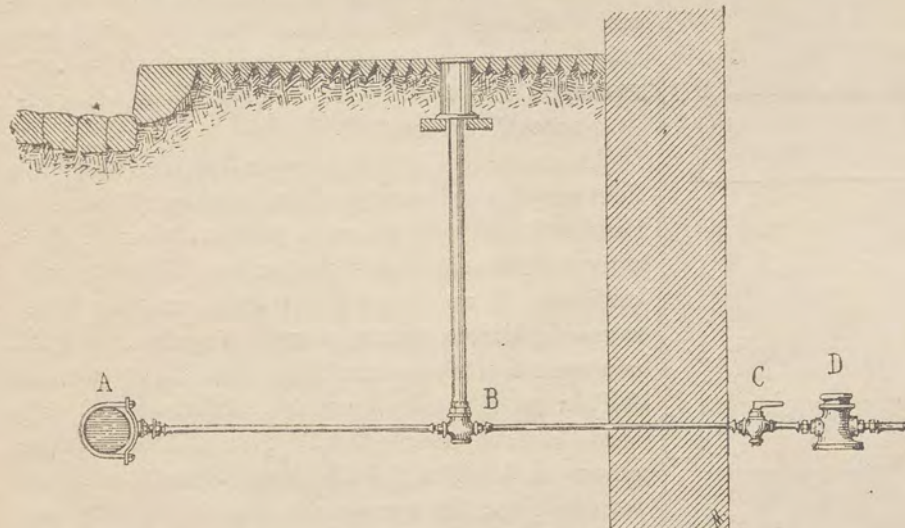


Fig. 1083.

fig. id. *h*, detto pezzo a turacciolo, serve a tappare l'estremità di un tubo o di un pezzo a croce, quando questa deve chiudersi.

Nella fig. 1083 infine è riportata la maniera come si pratica l'attacco di una condotta di diramazione per edificio privato alla tubazione stradale. A questa tubatura *A* collocata di solito ad una profondità di m. 1, a m. 1,50 dal suolo stradale, si attacca il tubo di diramazione, mediante il manicotto a calotta, che

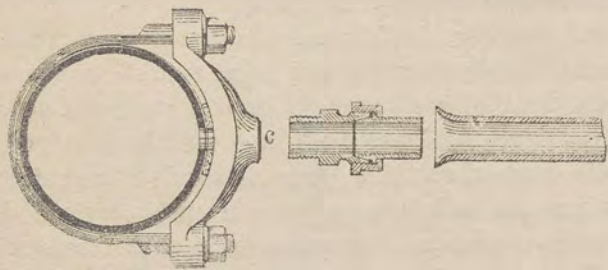


Fig. 1084.

si vede disegnato nella fig. 1084. La parte più grossa *b* del manicotto, che è di ghisa, porta un foro a vite *c*, nel quale si avvita un piccolo pezzo di tubatura, detto *pezzo di invito*, e si ferma contro la tubatura maestra in corrispondenza del foro praticato nella medesima, mediante una fasciatura di ferro con viti, e con l'interposizione di un anello di cuoio o di

caoutchouc; il pezzo di invito quindi si unisce alla tubatura di diramazione mediante manicotto a vite.

Nella medesima figura in *B* si ha la chiave che serve a intercettare il passaggio dell'acqua per conto dell'amministrazione concessionaria; di solito questa chiave, che è costituita da un semplice rubinetto di passaggio, si colloca sotto al marciapiede, e si manovra attraverso un chiusino. A sua volta, perchè il privato possa chiudere l'acqua a suo piacimento, serve un secondo rubinetto *C* di passaggio, interposto fra il primo e il contatore, situato nel sottoterraneo dello stabile. Dal contatore *D* quindi l'acqua segue il corso prestabilito mediante le tubature di distribuzione interna, nella maniera di cui si dirà in seguito.

§ 2.

I ROBINETTI.

Per *chiavi* o *robinetti* si intendono quegli apparecchi muniti di valvole, che si manovrano dallo esterno, che servono ad impedire o a promuovere il movimento dell'acqua nei condotti, ovvero a far defluire l'acqua in luoghi prestabiliti. Nel primo caso le chiavi diconsi propriamente *chiavi* o *robinetti di passaggio* o *di arresto* nel secondo, invece *robinetti di efflusso*. Esteriormente queste due specie di robinetti sono caratterizzati per la loro forma differente. I robinetti di passaggio hanno per lo più le due imboccature terminanti con flangie, con le quali possono unirsi alle flangie dei tubi della condotta, ovvero terminano con estremità a vite, per collegarsi direttamente coi capi dei tubi della condotta, o per mezzo di manicotti. I robinetti di efflusso hanno una imboccatura identica a quella dei robinetti di passaggio, l'altra invece è a collo ripiegato.

I robinetti si possono costruire in maniere diverse, secondo la natura del fluido che scorre per i condotti. Per la distribuzione dell'acqua negli edifici servono le due categorie di robinetti dette *a maschio* ed *a valvole*. Quest'ultimi a valvola si dicono

anche *robinetti otturatori*, perchè hanno le valvole che si muovono secondo piani regolatori, generalmente provviste di congegni perchè la pressione dell'acqua non possa esercitare alcuna azione sulle valvole che si comandano dallo esterno.

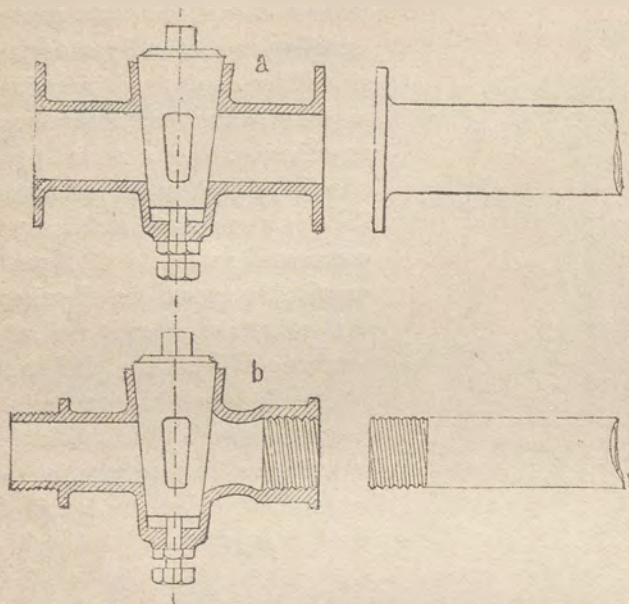


Fig. 1085.

Poichè i robinetti di efflusso non differiscono da quelli di passaggio, altro che per la forma esteriore, noi descriveremo i due tipi di robinetti a maschio ed a valvole, riferendoci solamente alla forma di robinetti di passaggio.

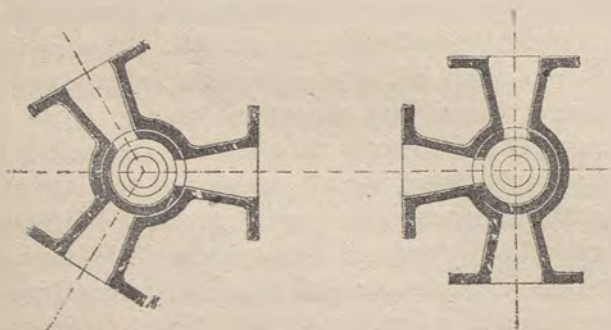


Fig. 1086.

I robinetti a *maschio* possono dirsi davvero di uso universale, sia perchè comunissimi, sia ancora perchè vengono impiegati non solo per le condotte di acqua ma anche per quelle attraversate da altri fluidi, per es. nelle macchine a vapore.

Per solito il maschio si costruisce di forma cilindrica o conica, ma quest'ultima forma si preferisce, perchè si ottiene con essa una chiusura più per-

fetta. La fig. 1085 *a* dà la sezione di un robinetto di questo genere, il quale consta di una scatola cilindrica di ghisa o di bronzo, munita alle due imboccature di flangie, ovvero come nella fig. id. *b*, di vite interna ad una estremità ed esterna nell'altra, per collegarsi, talvolta anche col mezzo di un manicotto, con le estremità dei tubi della condotta. Detta scatola è attraversata normalmente da una cavità tronco-conica, che contiene esattamente il maschio, che è sempre di bronzo.

È necessario che le due superficie, del maschio e delle cavità, che lo contiene, combacino perfettamente, perchè il robinetto riesca a perfetta tenuta; ciò si ottiene facilmente, se si pratica una diligente smerigliatura. Il maschio è provvisto di una luce di passaggio di forma rettangolare o trapezia, la quale corrisponde alle aperture della sede. La proporzione dell'altezza di queste aperture col diametro D della condotta deve essere di $1,20 D$ a $1,50 D$ e la larghezza di $0,5 D$ a $0,6 D$. Se il robinetto e le parti sono in ghisa, lo spessore di esse si fa di $8 \text{ mm.} + 0,016 D$, se invece è tutto di bronzo basta attenersi ai due terzi di questo. Girando di 90 gradi il maschio in un senso, la luce di passaggio si trova in corrispondenza delle due imboccature del robinetto e quindi anche dei tubi della condotta; girando di 90 gradi nell'altro senso, la luce di passaggio si chiude e così si viene ad impedire il passaggio dell'acqua.

Quando il diametro dei tubi eccede i 10 cm. i robinetti a maschio più non si adattano perchè difficilmente si possono manovrare ed allora conviene ricorrere ai robinetti otturatori.

Col tipo di robinetti a maschio si possono costruire anche i robinetti a più vie, rappresentati in pianta nella fig. 1086 *a* e *b* per i robinetti a tre vie e nella stessa figura 1087 per quelli a 4 vie. Come si vede dalla disposizione delle figure, girando il manubrio del maschio, si può ammettere la comunicazione di due linee qualsiasi o sopprimerla in tutti i sensi.

I *robinetti otturatori a valvola* possono assumere svariate forme dipendentemente dai vari sistemi di comando delle valvole e dalle differenti forme delle scatole a stoppa, che per maggior sicurezza si adattano ai robinetti stessi. La fig. 1088 offre il tipo più usuale di robinetto a valvola. La valvola è fabbricata in bronzo oppure in ghisa con guarnizione di bronzo. e le congiunzioni vengono operate col mezzo di flangie, limitando l'uso dei bocchettoni a vite sol-

tanto pei piccoli tubi e per quelli di efflusso. Le aste di comando delle valvole sono generalmente di ferro; si fanno di bronzo se trattasi di aste di piccole dimensioni. Le scatole a stoppa sono di bronzo eccetto che le valvole sorpassino il diametro di 10 cm., in tal caso le sole guarnizioni sono di bronzo e il rimanente è in ghisa.

¶ Nell'uso domestico, per la presa dell'acqua dalla condotta forzata per le cucine, pei lavamani, ecc.

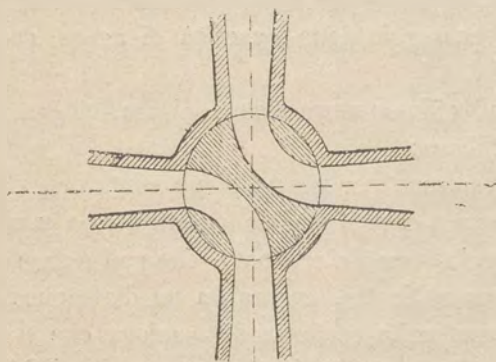


Fig. 1087.

è molto in uso il robinetto a valvola riportato dalla fig. 1089. Questo robinetto è provvisto di un bocchet-

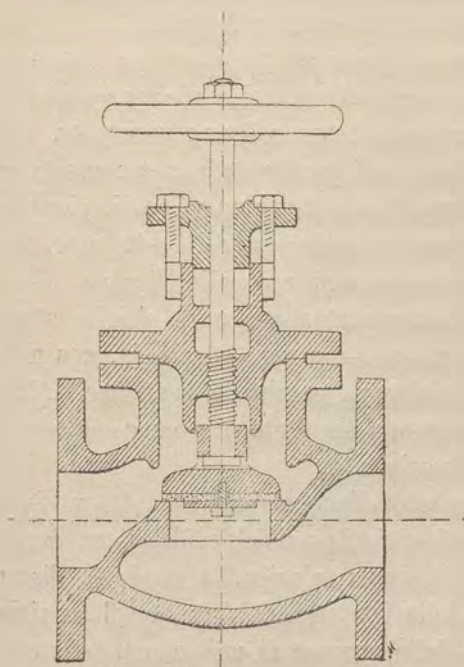


Fig. 1088.

tone a vite per unirlo alla condotta, ed ha l'altra estremità terminante in un tubo ripiegato in giù a

collo. La scatola del robinetto è divisa in due parti da una parete provvista della luce di passaggio, che

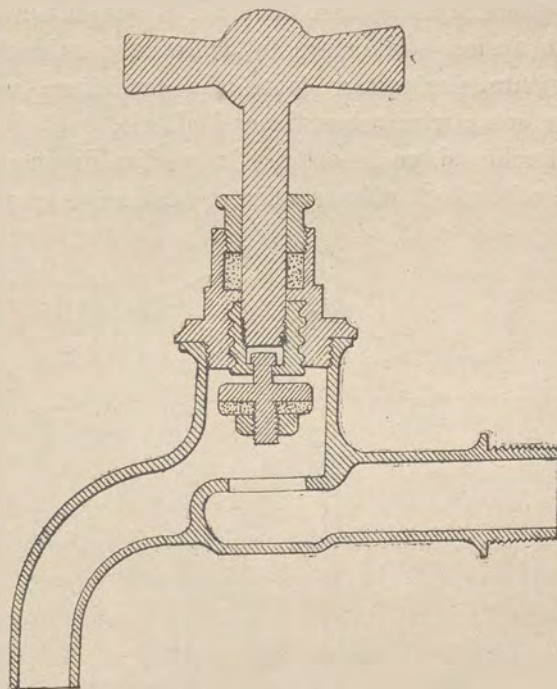


Fig. 1089.

forma la sede di una valvola, che si manovra dall'esterno, mediante un'asta a vite, che per mezzo di una maniglia si fa girare in una madrevite, portata superiormente dalla scatola stessa.

La valvola è provvista inferiormente di un disco di cautchouc o meglio di cuoio, che rende la chiusura più perfetta. Le diverse parti del robinetto possono svitarsi, come fa vedere la figura, per estrarre la valvola, quando questa abbisogna di riparazioni ogni e qualvolta bisogna ricambiare il disco di cuoio facile a consumarsi. Questi robinetti per la graduale manovra della valvola evitano i colpi di

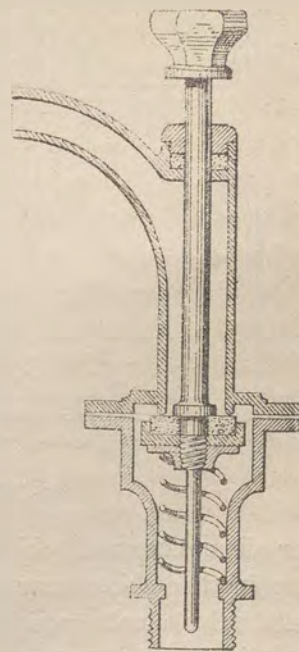


Fig. 1090.

ariete, che invece sono tanto frequenti coi robinetti a maschio. Questi robinetti intercludono la luce di passaggio in modo repentino, ed allora l'acqua in movimento in tutta la condotta, non potendo più defluire, produce contro le pareti del tubo un urto

proporzionale alla forza viva di cui trovasi dotata, ed essendo l'acqua incompressibile, l'urto qualche volta produce la rottura dei tubi. È quindi buona regola aprire e chiudere le chiavi e i robinetti lentamente, per evitare danni alla condotta costosi e spesso rimarchevoli per l'edificio.

Allorchè si vuole evitare la perdita di acqua, che il robinetto fa effluire, allora quando resta aperto

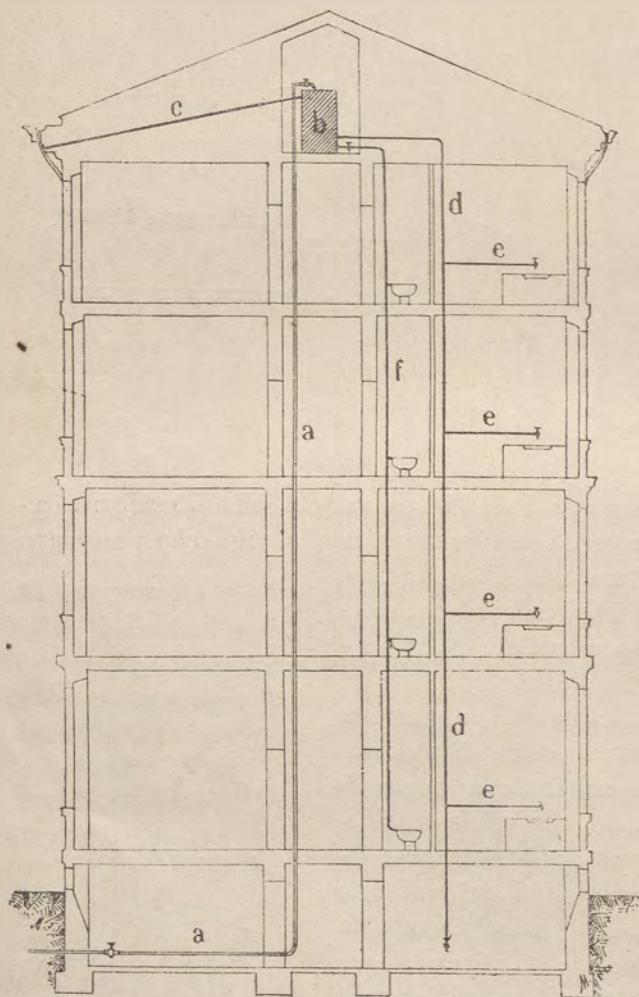


Fig. 1091.

per dimenticanza di chi se ne serve, si adoperano i robinetti a chiusura automatica, nei quali il ritorno della valvola nella posizione di chiusura si effettua per l'azione di una molla. La fig. 1090 mostra in sezione uno di questi robinetti nel quale la valvola si apre finchè si preme la maniglia e ritorna nella posizione di otturare la luce di passaggio, abbandonando semplicemente la maniglia, per l'azione di una molla a spirale, che contrasta con la valvola e il fondo della scatola del robinetto.

§ 3.

LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA NELL'INTERNO DEGLI EDIFICI.

Le amministrazioni concessionarie dell'acqua potabile forniscono ai privati l'acqua in tre maniere distinte:

a) ad efflusso determinato, costante o intermittente, regolato per mezzo di modulo, che permette il passaggio della quantità di acqua prestabilita;

b) ad efflusso senza alcuna misura, cioè a concessione libera;

c) a misura per mezzo di un contatore.

Nel primo caso il modulo è costituito da una luce di passaggio bene determinata, che può essere fornita da un robinetto, ovvero da un diaframma, che si interpone nella condotta di maniera che si lasci passare attraverso la medesima per ogni 24 ore tanta quantità di acqua, finchè non arrivi al volume concesso. Il posto migliore di collocare il modulo è nel punto in cui la condotta dalla strada immette nella proprietà privata, perchè quivi detto apparecchio può riuscire facilmente controllabile dagli agenti dell'amministrazione e si evitano le frodi.

L'acqua, dopo avere percorso un tratto di tubo orizzontale nei sotterranei, sale per una condotta unica verticale, detta *colonna montante*, generalmente situata nel cortile della casa; questa colonna termina superiormente in un serbatoio piazzato nell'ultimo piano o nello spazio del sottotetto, nel quale l'acqua si versa e si raccoglie. Il serbatoio si fa di lamiera di ferro stagnato o di piombo stagnato e di forma cilindrica o parallelepipedica, non molto sviluppata in altezza, perchè la pressione sulle pareti e sul fondo non sia forte da compromettere la solidità del recipiente.

Dal serbatoio l'acqua viene condotta mediante tubi discendenti ai vari piani dell'edificio; converrà distinguere, per misura igienica, la condotta discendente per uso delle latrine dall'altra per il servizio delle cucine e delle camere di abitazione, nelle quali l'acqua è portata mediante diramazione di tubo laterali, che si dipartono dalla colonna discendente, come fa vedere la fig. 1091, nella quale *a* è la colonna montante, *b* il serbatoio, *c* il tubo pel soprapieno, che

fa affluire l'acqua di sopravanzo nella doccia del cornicione, *dd* sono le condotte discendenti, dalle quali per mezzo dei bracci orizzontali di tubo *ee* si porta l'acqua nelle cucine.

Le colonne discendenti si fanno arrivare fino al piano sotterraneo, dove si intercludono per mezzo di robinetto, che serve a vuotarle internamente, qualora devonsi praticare delle riparazioni; in *f* infine si ha la condotta discendente per uso delle latrine.

Per intercettare l'efflusso dell'acqua nel serbatoio dalla colonna montante, quando il serbatoio è pieno, si può fare uso di un robinetto galleggiante, cosicchè l'acqua giunta ad un determinato livello, più non si versa nel serbatoio. Inoltre l'acqua lungo la colonna montante non conserva più la carica che aveva prima di attraversare l'apparecchio a modulo e nella condotta interna l'acqua si distribuisce a quella pressione che le consente l'altezza alla quale è piazzato il serbatoio.

Con questa disposizione l'acqua affluisce nei diversi ambienti nella misura che abbisogna; basterà, cioè, aprire il robinetto di efflusso per versare quella quantità di acqua che si desidera.

Naturalmente tale disposizione mal si presta quando l'edificio è una casa da pigione, perchè l'uso dell'acqua non verrebbe ripartito egualmente o in determinata misura per ogni appartamento; potendosi in taluno di questi verificarsi degli abusi, questi ritornerebbero a scapito degli altri appartamenti, se il volume giornaliero totale dell'acqua è fisso.

A Roma ed a Napoli nelle nuove case da pigione si eseguono impianti di distribuzione interna con lo stesso principio dell'apparecchio a modulo, che fa perdere la carica all'acqua, la quale, anzichè essere versata in un serbatoio unico viene prima separata in quella che serve pel servizio delle latrine, dall'altra per uso delle cucine e delle camere di abitazione e quindi suddivisa in tanti serbatoi quanti sono gli appartamenti, cosicchè ognuno di questi ne usufruisce nella misura prestabilita per ogni 24 ore. Ecco come il Formenti ben descrive questo impianto (1).

Tutta l'acqua della casa che si deriva dalla condotta maestra sotterranea stradale, si fa salire mediante un unico tubo montante, fin sopra il tetto della casa stessa; presso l'estremità superiore di que-

sto tubo si applica un apparecchio a modulo che ha nel suo interno un regolatore, per mezzo del quale si determina, per unità di tempo, il quantitativo totale dell'acqua che entra nell'edificio. L'acqua che sale nel tubo montante, dopo attraversato il modulo si fa sgorgare nel fondo di un piccolo recipiente metallico di forma cilindrica, rappresentato nella fig. 1092 in sezione verticale nella quale con *t*, *m*, *v* sono rispettivamente rappresentati il tubo montante, il modulo e il recipiente che di solito è di piombo; il recipiente *v* è in sommità munito di un tubo aperto *t*₁ pel quale l'aria può entrare nella sua capacità interna; esso poi è in comunicazione col tubo *t*₂ che partendo dall'alto del vaso si dirige ai serbatoi. Con una tale disposizione, l'acqua entrando nel recipiente *v* prima di passare ai serbatoi perde la carica che aveva nella condotta: inoltre il tubo *t*₁ serve a scaricare l'acqua, allorchè il livello di questa si eleva repentinamente nel recipiente *v* in seguito ai colpi di ariete che si verificano nella

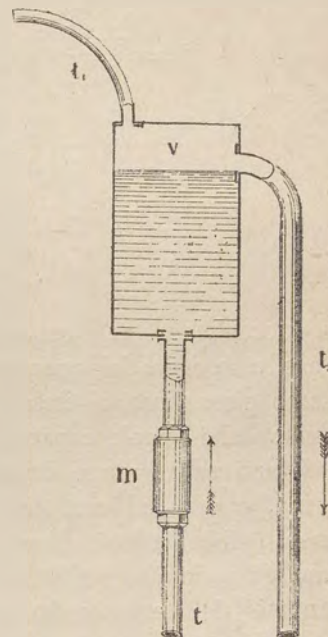


Fig. 1092.

condotta maestra stradale, allorchè in essa si manovrano le chiavi.

I serbatoi vengono collocati lungo le pareti di una stanza che si ha nella parte più elevata della casa. Tutta l'acqua della casa che fluisce per il tubo *t*₂ si fa entrare in un piccola cassa metallica, che chiamasi la *cassetta di separazione*; in essa l'acqua viene separata in due parti, quella destinata al servizio latrine e quella per le cucine degli appartamenti, dalle quali dirama poi anche nelle altre stanze, sia per bere come per gli altri usi; dalla cassetta di separazione quindi, partono due tubi, i quali portano l'acqua a due altre cassette metalliche separate, che sono le *cassette di suddivisione*; in queste cassette l'acqua si suddivide nelle parti corrispondenti ai quantitativi che si vogliono assegnare alle diverse abitazioni della casa. Dalle due cassette di suddivisione partono tanti tubi quante sono le abitazioni

(1) La pratica per fabbricare.

stesse, e questi tubi separati in due serie, portano l'acqua a due serbatoi distinti, l'uno detto *delle latrine*, l'altro *delle cucine*, nei quali serbatoi l'acqua

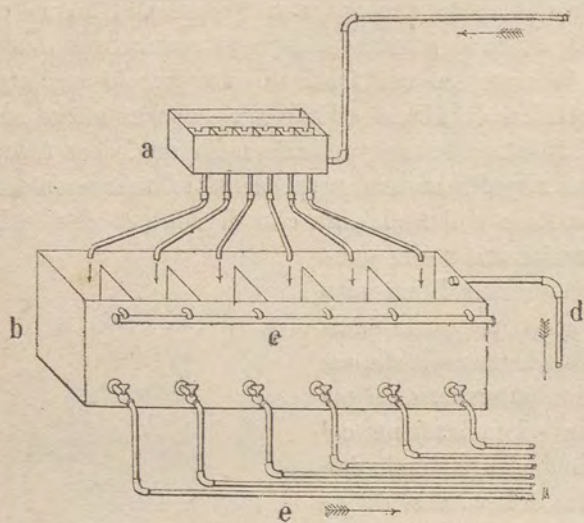


Fig. 1093.

si raccoglie in tanti compartimenti o capacità separate, a seconda del quantitativo occorrente pel consumo giornaliero di ciascun appartamento dell'edificio: dalle singole capacità dei due serbatoi partono poi tanti tubi ognuno dei quali si dirige ad una latrina, ovvero ad una delle cucine. Questo ordinamento distributivo dell'acqua viene anche completato con gli opportuni scaricatori, infatti ciascun compartimento dei serbatoi ha uno sfioratore speciale, il quale comunica con un tubo che distribuisce l'acqua eccedente in *eguali quantità* agli altri compartimenti nei quali ogni serbatoio è suddiviso, avendo inoltre ciascun serbatoio un altro sfioratore e scaricatore messo nella parte più elevata di esso il quale funziona allorchè per dimiuito o cessato consumo di acqua, tutti i compartimenti in cui il serbatoio è diviso sono completamente pieni di acqua. La fig. 1093 che rappresenta la vista prospettica di uno di questi serbatoi serve a chiarire meglio queste particolari disposizioni; in *a* si ha la cassetta di divisione, in *b* si ha il serbatoio a compartimenti interni in numero di 6, se gli appartamenti sono sei, in *c* si ha il tubo di scarico pei compartimenti di questo serbatoio, il quale scarica l'acqua nei compartimenti del serbatoio *b* che non sono pieni; in *d* si ha lo scaricatore dei serbatoi che funziona soltanto quando tutti i compartimenti del serbatoio son pieni di acqua; in *e* si hanno i tubi che portano l'acqua alle cucine ovvero alle latrine.

In taluni ordinamenti i serbatoi relativi a ciascun appartamento sono situati nella cucina dello stesso appartamento; in altri si hanno poi delle disposizioni speciali, mediante le quali l'acqua che si scarica in eccesso da ogni compartimento, appartenente al serbatoio delle cucine, si raccoglie in un terzo serbatoio speciale, destinato pei bagni, munito esso pure di sfioratore e scaricatore; avvertendo pure che tale serbatoio potrebbe anche essere alimentato in modo speciale e indipendente.

Le cassette di separazione e quelle di suddivisione costituiscono in generale una parte importante di questi ordinamenti per le condotte interne degli edifici. Esse sono formate in modo affatto simile fra loro, trattandosi ognora di fare entrare l'acqua entro cassette metalliche, foggiate internamente in modo tale che l'acqua stessa abbia poi a passare, in determinata misura, entro compartimenti speciali distinti, i quali servono appunto per separazione dell'acqua destinata, nelle cassette di separazione a diversi usi e nelle cassette di suddivisione ai diversi appartamenti.

Una di simili cassette metalliche è rappresentata in sezione verticale e in scorcio nella fig. 1094 che ne mette in evidenza la forma intera ed il modo di funzionare. Il tubo *i* di alimentazione della cassetta entro dal fondo di questa, prolungandosi di una certa quantità verso l'alto e verso l'acqua in una prima capacità *A* che si ha nella cassetta stessa. Dalla capacità *A*

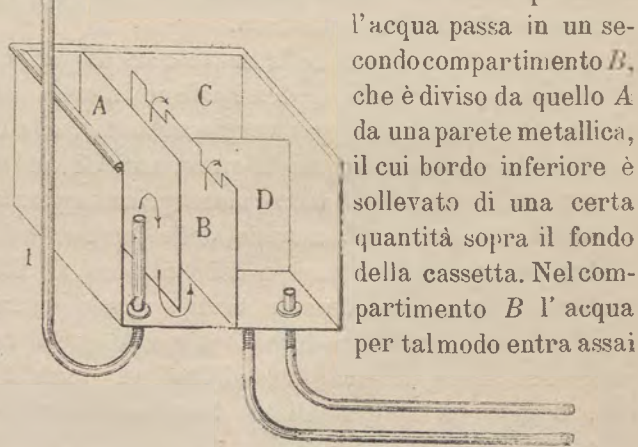


Fig. 1094.

regolarmente, si mette in riposo, raggiunge un certo livello, e passa in seguito attraverso a bocchette aperte nella parte superiore di una delle pareti metalliche del compartimento stesso, le quali hanno la forma di piccole

bocche a stramazzo e servono a precisare i diversi quantitativi d'acqua che si vogliono separare e che vengono versati in altrettanti compartimenti distinti alimentati dalle dette bocchette, come vedesi in *C* e *D* della stessa figura.

L'ordinamento generale di una di queste distribuzioni d'acqua a due condotte interne applicata a un corpo di fabbrica è dimostrato nella fig. 1095 nella quale si dà la sezione verticale del corpo di fabbrica con la rete della conduttura di distribuzione interna dell'acqua; in *A* si ha la colonna montante che porta l'acqua della casa al recipiente metallico *v* preceduto dal modulo misuratore *b*; in *c* si ha il tubo che scende dal recipiente *v*, che porta l'acqua alla cassetta di separazione *d*; in *e* ed *f* si hanno due tubi che rispettivamente portano l'acqua alle cassette di distribuzione *g* e *h*, destinate rispettivamente per le cucine e per le latrine; in *i* e *k* si hanno i serbatoi a compartimenti interni rispettivi per le

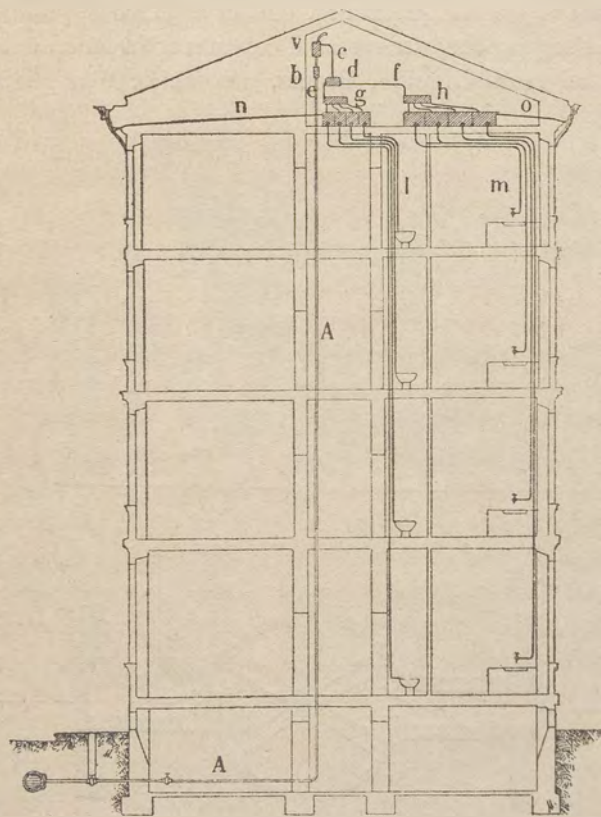


Fig. 1095.

cucine e le latrine; in *l* ed *m* i tubi che si riferiscono alle latrine e quelli per le cucine; in *n* ed *o* i tubi sfioratori per il soprapieno, che in taluni ordinamenti si fanno convergere in un analogo serbatoio a cassetta destinato per i gabinetti di bagno.

Nel secondo caso, di concessione di acqua, cioè, senza misura, questa è fornita ad afflusso sotto pressione e viene pagata sulla base del numero degli ambienti o sulla superficie degli appartamenti o in

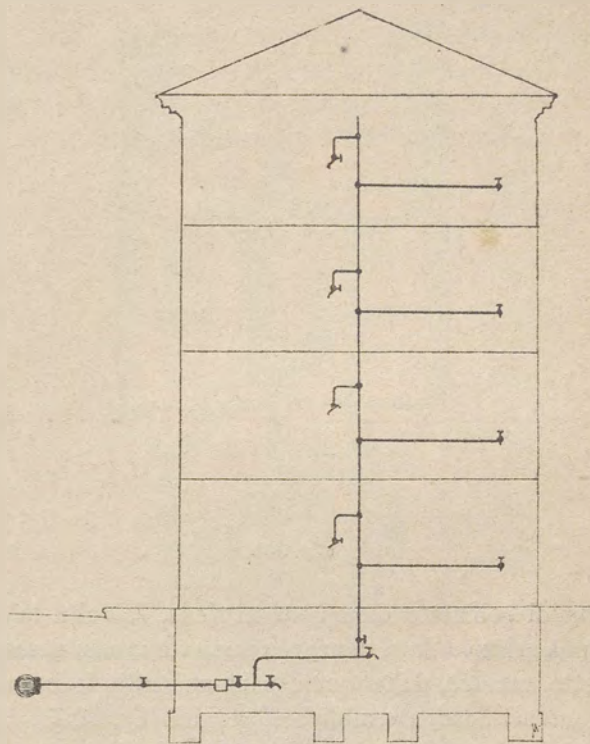


Fig. 1096.

base al canone di fitto; comunque sia non si ha bisogno di ricorrere al serbatoio, perchè si caverà l'acqua direttamente dalla condotta per mezzo di robinetti in tutte le ore nella quantità che abbisogna. Converrà sempre però disporre un robinetto di passaggio per l'arresto dell'acqua nella condotta di presa al confine della proprietà e un robinetto di arresto alla base di ciascuna colonna montante, che si fa agire allorquando si deve provvedere a delle riparazioni. L'ordinamento dei tubi è semplice ed è quello stesso che si pratica allorchè l'acqua viene concessa nel terzo modo, cioè, a misura per mezzo di contatore al quale ci riferiamo. Dalla condotta stradale si diparte il tubo di presa che porta l'acqua nella casa (fig. 1096); al confine si ha un primo robinetto di arresto, che si manovra dall'esterno; immediatamente dopo il confine si ha il contatore in posizione che possa facilmente controllarsi dagli agenti dell'amministrazione; un secondo robinetto di arresto si ha subito dopo il contatore per uso privato. Da questo si diparte la condotta orizzontale situata nel

sotterraneo, che porta l'acqua al piede di tante colonne montanti, quante ne abbisognano per il servizio della casa; ciascuna di queste colonne è mu-

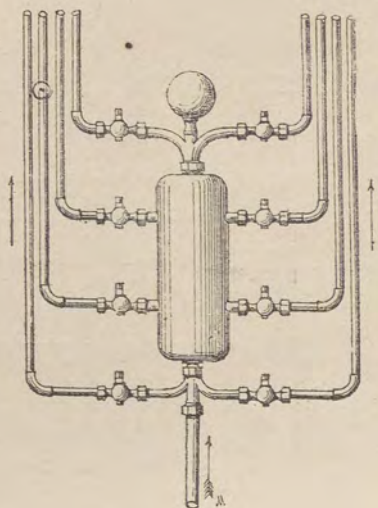


Fig. 1097.

nita di rubinetto di arresto al piede. Talvolta la colonna orizzontale sotterranea immette in una cassetta detta *nutrice*, dalla quale partono tutte le colonne montanti destinate ai diversi servizi (fig. 1097). Con queste disposizioni si ha il vantaggio di potere arrestare il movimento di tutta l'acqua e quello separatamente di ciascun condotto ascendente. Nel sotterraneo poi si stabilisce un rubinetto di afflusso situato in posizione comoda, possibilmente sopra un chiusino comunicante con la condotta di fognatura, per scaricare l'acqua di tutta la conduttura. Così anche nelle colonne montanti, per scaricare separatamente l'acqua di ciascuna colonna. Dalle colonne ascendenti l'acqua giunge ai diversi servizi mediante diramazioni laterali facenti capo ai rispettivi rubinetti di efflusso.

Nella seguente tabella sono indicati i diametri che devono avere i tubi di acqua per i diversi servizi.

	DIAMETRO INTERNO DEI TUBI	
	d'arrivo	per la scarica
Per una piletta di cucina . . .	m. 0,013	m. { 0,05 per tubi verticali 0,065 per tubi obliqui
Per lavamani. . .	» 0,013	» 0,025 a 0,035
Per latrina . . .	» 0,020	» { 0,08 a 0,125 per tubi vertic. 0,125 a 0,160 per tubi obliqui
Per bagni e doccie	» 0,020	0,030 a 0,045

Per calcolare lo spessore dei tubi si può fare uso delle seguenti formole nelle quali e = spessore dei tubi; n = pressione in atmosfere dell'acqua; d = diametro (Barberot).

Piombo	$e = 0,^m 0050 + 0,^m 00242 \, dn$
Ghisa colata orizzontalmente . .	$e = 0,^m 0100 + 0,^m 00290 \, dn$
» » verticalmente . .	$e = 0,^m 0080 + 0,^m 00160 \, dn$
Rame laminato	$e = 0,^m 0040 + 0,^m 00147 \, dn$
Ferro	$e = 0,^m 0030 + 0,^m 00086 \, dn$
Zinco	$e = 0,^m 0040 + 0,^m 00620 \, dn$

I *contatori* sono congegni meccanici, i quali registrano la quantità di acqua che passa attraverso un tubo; il contatore si innesta nella condotta di presa stradale, subito dopo il confine della casa, e prima del rubinetto d'arresto d'uso privato. Consistono questi congegni in una scatola cilindrica nella quale è contenuta una ruota a palette, girevole sotto la pressione ed il movimento dell'acqua. L'asse della ruota, mediante un meccanismo d'orologeria, trasmette il numero dei giri della ruota agli indici situati sopra un quadrante, che ci segnano il volume dell'acqua, che attraversa il contatore, in metri cubi e nei multipli, cioè, decine, centinaia, e migliaia

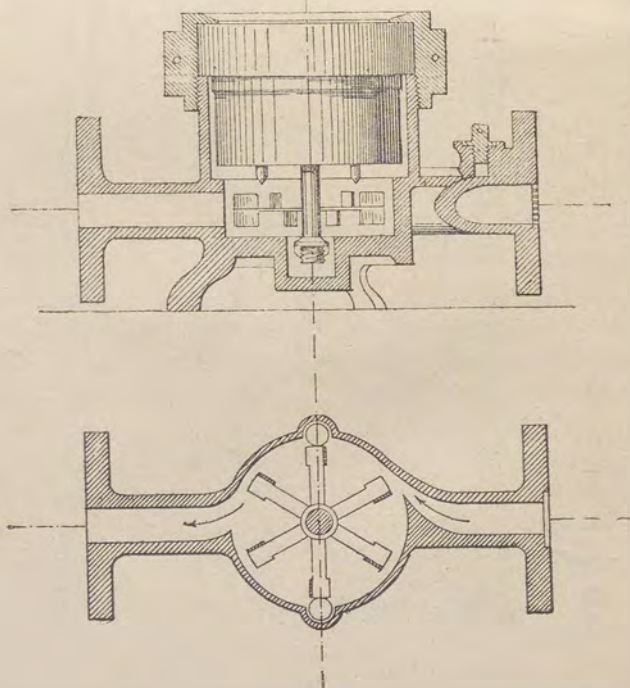


Fig. 1098.

di mc., di modo che la lettura si effettua assai facilmente, ponendo primail numero delle migliaia, e quindi successivamente quello delle centinaia, decine e unità.

La differenza fra due letture consecutive segnerà l'acqua consumata nello stabile durante il tempo che separa le due letture. La fig. 1098 mostra la sezione di un contatore di questo genere, congiunto per mezzo di flangie alla condotta di presa; l'acqua prima di giungere alla ruota a palette attraversa uno staccio, costituito da un diaframma trasforato, per impedire che materie estranee trasportate dall'acqua arrivino al contatore ed ostacolino il movimento della ruota. Nel contatore rappresentato dalla fig. 1099 la ruota non è a palette, ed ha la forma della ruota delle turbine; l'acqua arriva per il tubo *a*, passa per lo staccio e scende verticalmente sulla ruota, attraverso la quale esce tangenzialmente nel tubo *c* passando per gli spazi *b b*, imprimendo un movimento di rotazione all'asse, che viene registrato dagli indici del quadrante col solito meccanismo ad ingranaggi.

§ 4.

I POZZI PER LA PROVVISTA DELL'ACQUA.

In quelle località dove nel sottosuolo esistono falde attraversate dalle acque il mezzo più antico e più comune per provvedersi di acqua per uso domestico, agricolo, industriale, ecc. è quello fornito dai *pozzi di acqua potabile*, altrimenti detti *pozzi di acqua viva*.

Sono i pozzi delle escavazioni, generalmente verticali e cilindriche, fatte sino a raggiungere l'acqua del sottosuolo. In verità oggidì è rara la costruzione dei pozzi nei centri abitati, nei quali la provvista di acqua potabile è fatta generalmente mediante condotta forzata che fornisce acqua pura di sorgente situata anche a notevole distanza. La costruzione dei pozzi è quindi limitata alle abitazioni rustiche lontane dai centri abitati ed in questi centri talvolta allo scopo di premunirsi in caso di guasti delle condotte forzate e di conseguente cessazione del servizio di acqua potabile.

Nel praticare l'escavazione di un pozzo, ad eccezione della roccia, gli altri terreni hanno bisogno di un rivestimento di muratura per essere sostenuti. Questo rivestimento si estende dal fondo del pozzo fino al livello del suolo e, quando l'acqua viene attinta col secchio, fino a qualche metro al disopra di questo livello per costituire il *parapetto* o *vera* del pozzo, che fu un giorno anche oggetto di abbellimento architettonico, nei cortili,

negli atri dei vecchi palazzi e dei castelli medioevali, dei monasteri, abbazie, ecc.

Nei nostri paesi è tuttavia vigente l'uso di fare terminare i pozzi con una botte ordinaria mancante dei due fondi, formata con doghe di legno dello spessore di 4 a 5 cm. grossolanamente accozzate e tenute ferme da cerchiature di ferro del

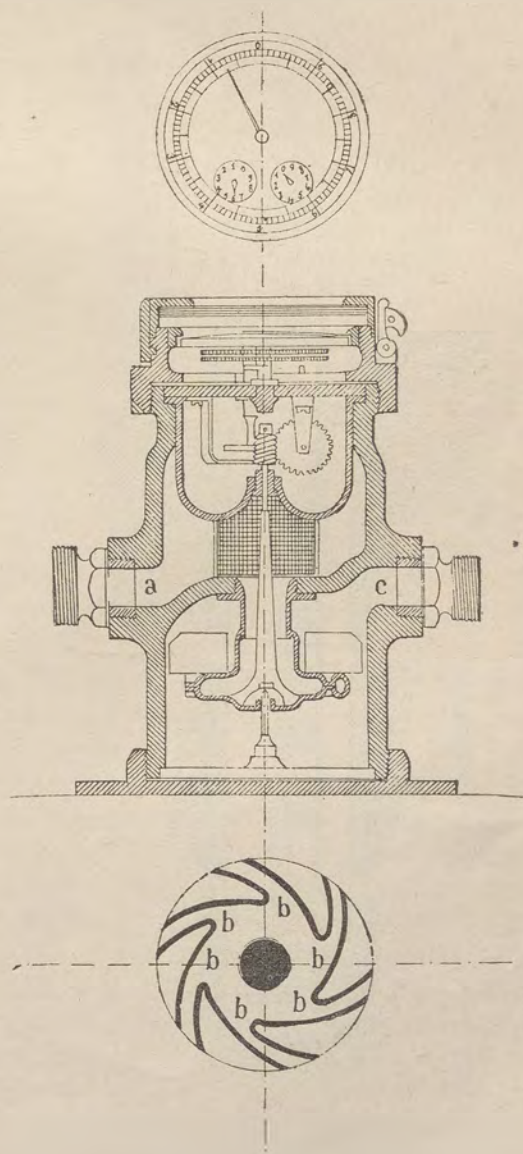


Fig. 1099.

diametro di 1 m. circa e dell'altezza di m. 1.50 a 2. Questa botte disposta verticalmente costituisce una parete di legno, la quale non si sfascia facilmente, perchè di forma circolare e compressa all'intorno dalla terra e frattanto fra le commesure delle doghe penetra nella cavità del pozzo

l'acqua fornita dallo strato permeabile circostante. A tal'uopo si comincia dal praticare lo scavo un poco più largo del diametro della botte (m. 1,40 a m. 1,60) e vi si affonda la botte, la quale sulla parete esterna porta chiodati dei pezzi triangolari di legno, disposti verticalmente, che col loro vertice più aguzzo si approfondano nel terreno in un

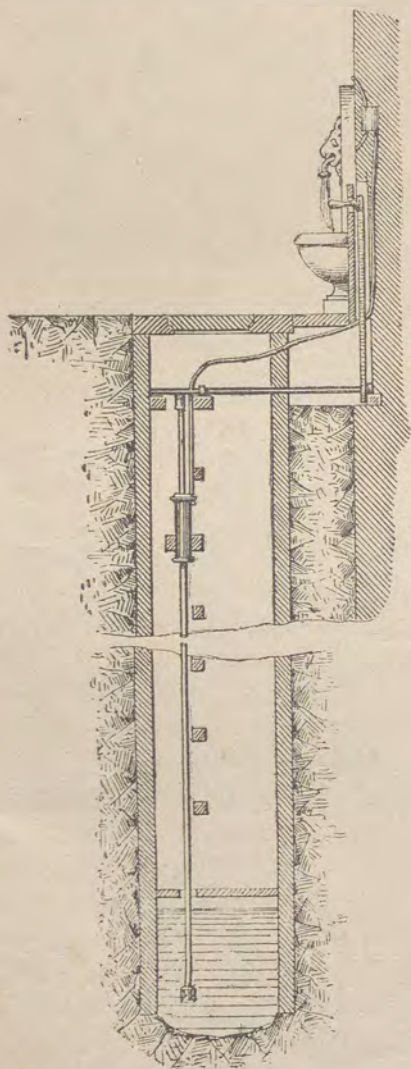


Fig. 1099 a.

colla botte, mano mano che si procede allo scavo di terra nel centro ed ai piedi della botte, in virtù anche del peso della struttura murale di rivestimento che sul loro dorso si eleva via via che si progredisce nello scavo.

Lo spessore della muratura, se è fatta con mattoni, sarà quello di due teste, ossia di 25 cm.; se è di pietra, sarà di m. 0,30 a m. 0,40. Del resto la

costruzione dei pozzi per attingere acqua in terreni molli procede per affondamento successivo, come si pratica per i pozzi di fondazione; ad evitare quindi di ripetere le medesime nozioni indicate per questi ultimi rimandiamo il lettore al Vol. I al capitolo *Attacco degli sterri* nel quale si tratta dello scavo dei pozzi e del loro rivestimento interno con legnami o con muratura.

L'acqua si cava dal pozzo per mezzo di secchielli ovvero per mezzo di pompe. Se l'estrazione è fatta col primo sistema, la bocca del pozzo deve essere aperta, ed il muro di rivestimento interno, come anzi si disse, deve protendersi fuori, fino a 1 m. dal suolo, formando il parapetto. Se l'acqua si attinge colla pompa, il pozzo si ricopre con un voltino di mattoni o di pietra da taglio, lasciando soltanto le aperture per i tubi ed un chiusino mobile di m. 0,60 di larghezza, per potere accedere nella cavità del pozzo per le opportune ispezioni e riparazioni.

Le pompe, che conducono alla superficie l'acqua dal fondo del pozzo, possono essere di varie forme e di esse si è trattato al capitolo *Fondazioni idrauliche*, Vol. I, § 4 a 7.

Alle ragioni già date quindi nulla abbiamo da aggiungere. Soltanto si fa rilevare che le pompe più comunemente impiegate, per l'uso domestico, sono quelle a doppio effetto, aspiranti cioè e prementi, essendo queste quelle che meglio corrispondono anche per far risalire l'acqua all'altezza dei diversi piani di una casa. Il corpo di pompa si colloca ad una altezza di 7 m. circa al disopra del livello dell'acqua e si ferma alle pareti del pozzo per mezzo di travi di legno o di ferro. Altre travi di legno si dispongono alla distanza di m. 0,75 circa per servire di scala agli operai che procedono alla montatura ed alla manutenzione della pompa, ed un palco di legnami si dispone pure a circa 1 m. dal livello dell'acqua. La pompa è fatta agire per mezzo di un congegno a leva mosso a mano o per mezzo di volantino ed eccentrico fatto girare per mezzo di manubrio.

A maggior chiarimento diamo nelle fig. 1099 a la sezione di un pozzo col quale la pompa fa scaturire l'acqua attraverso una bocca di fontana sotto la quale è disposta una vasca di pietre addossata alla parte della casa. Tale impianto è quello che si pratica ordinariamente a Torino nell'interno dei cortili delle case.

§ 5.

I POZZI ARTESIANI.

Le acque pluviali e quelle che provengono dallo scioglimento delle nevi sono assorbite dal suolo e penetrano nelle viscere della terra finchè non raggiungono uno strato impermeabile sul quale si fermano o scorrono secondo la pendenza dello strato impermeabile. Queste acque depositate nel sottosuolo scaturiscono alla superficie nei punti più depressi del terreno a guisa di polle ed alimentano così le sorgenti. Talvolta queste acque, scorrendo, si trovano comprese fra due strati impermeabili, che ne comprendono uno permeabile attraversato dalle acque; in tal caso le acque si trovano come rinchiusa fra gli strati impermeabili; se quindi si perfora verticalmente lo strato superiore fino a raggiungere la falda liquida, avviene sovente che l'acqua del sottosuolo scaturisce attraverso il foro e zampilla, se è spinta dalla pressione idrostatica dovuta al livello superiore al quale viene ricevuta l'acqua che penetra nello strato.

I pozzi artesiani hanno adunque questo scopo. Essi ebbero origine in Francia nelle provincie dell'Artois, di cui presero il nome. In seguito in Italia si applicarono su vasta scala nel Modenese per cui presso di noi questi pozzi si chiamano anche *Pozzi modenesi*. Sono anche conosciuti all'estero sotto il nome di *Pozzi Norton*, dal nome dell'americano Guglielmo Norton che li introdusse in America ed anche col nome di *Pozzi abissini*, perchè gli Inglesi se ne servirono nella loro ultima spedizione in Abissinia per provvedere di acque il loro esercito invasore.

Il pozzo artesiano consiste in una serie di tubi di ferro battuto ognuno della lunghezza di circa 3 m. e del diametro interno compreso tra 3 e 7 cm. che si approfondano nel terreno sotto la percussione di un maglio. Il primo pezzo, che è quello che si conficca nel terreno e che deve fare la strada agli altri, termina inferiormente con una punta aguzza di acciaio ed è provvisto sulla parte superiore di fori diretti obliquamente, di sopra in sotto, per lasciar passare l'acqua e non lasciarsi otturare dalla terra durante la discesa. La punta di questo pezzo, che è chiamata *cipolla di aspirazione*, è di forma conica o piramidale ed ha una base un poco maggiore del diametro dei tubi, cosicchè questi nel discendere non incontrano notevole resistenza. I vari pezzi sono

collegati fra loro per mezzo di manicotti filettati a vite che si ha cura di far girare, finchè le estremità dei tubi non sono perfettamente a contatto.

La fig. 1099 *b* fa vedere l'apparecchio di un pozzo artesiano tubolare nel momento in cui si predispone per l'affondamento. In questa figura *a* è il tubo (ci-

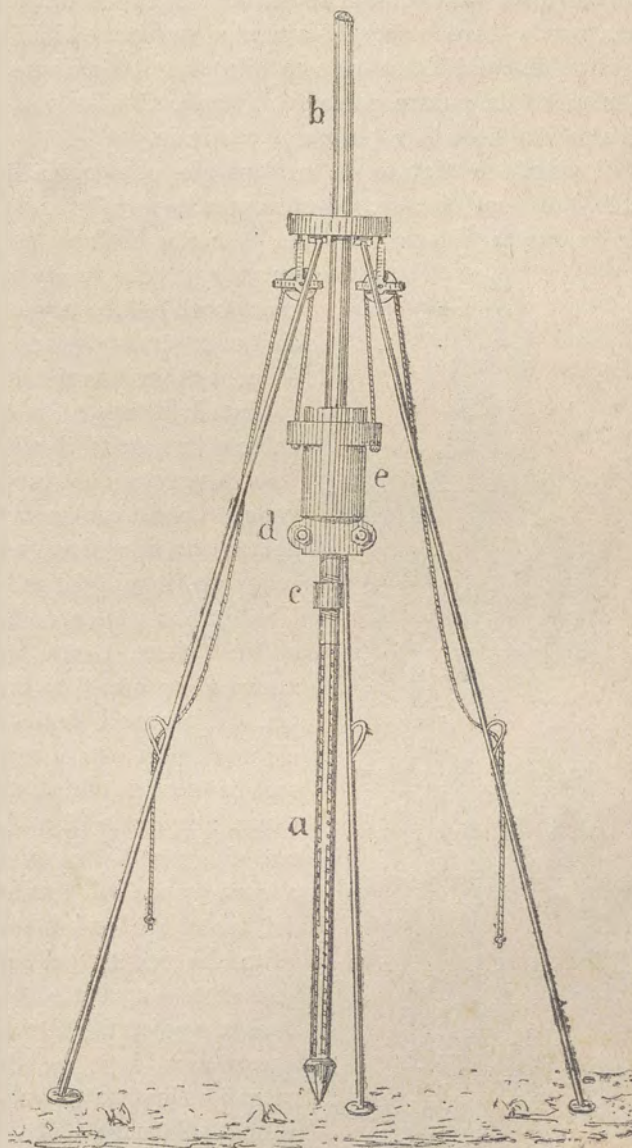


Fig. 1099 b.

polla d'aspirazione) provvisto di punta di acciaio e di fori elicoidali del diametro di 3 a 6 mm., congiunto al secondo tubo *b* mediante il manicotto *c* a vite. A questo tubo è fissato un collare *d* per mezzo di chiavarde a vite, detto *collare di percossa*, sul quale batte un maglio *e* provvisto di foro per potere scorrere lungo il secondo tubo *b*, che così ne guida

il movimento. L'azione del maglio ha luogo mediante due o tre funi accavalcate ad altrettante carucole portate da una capra e manovrate dai manovali nello stesso istante di tempo.

Nell'operazione di affondamento si porrà cura nel fare discendere il tubo verticalmente, e quando questo acquista una direzione diversa dalla verticale, una corda deve essere fissata alla sua estremità e tenuta tesa dal lato opposto alla sua inclinazione, per modo da potere portare di nuovo il tubo gradualmente nella sua posizione verticale.

Il maglio è aiutato da un operaio che guida il colpo ad ogni discesa. Questo operaio poi di tempo in tempo fa girare con una tenaglia il tubo nel

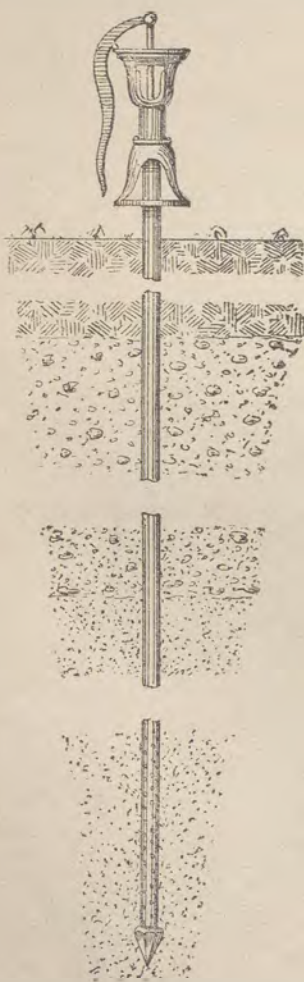


Fig. 1099 c.

terreno, il che aiuta il processo di battitura, specie se la punta del tubo è a contatto con le pietre.

Quando il tubo è stato battuto fino a che il collare di percossa è pervenuto a pochi centimetri dal terreno, il maglio viene sollevato, le viti del collare sono disciolte ed il collare viene fissato di nuovo al tubo a circa 60 cm. dal terreno, dopo di ciò il maglio viene abbassato per continuare la battitura fino a che 12 a 15 cm. di tubo si trovano ancora sopra il livello del terreno e così di seguito si procede finchè il pozzo non è arrivato alla dovuta profondità. Deve aversi cura, dopo essere entrati nello stato acqueo, di non effettuare più oltre la battitura per la smania di ottenere un eccesso di acqua. Quando si giudica che il tubo è battuto a sufficiente profondità, una pompa viene avvitata al sommo del tubo e l'acqua è aspirata (fig. 1099 c).

Si verifica ordinariamente che l'acqua al primo apparire è torbida e si scarica dal tubo in piccola quantità; ma dopo aver pompato per breve tempo

e la camera al fondo del pozzo si fa più larga, la quantità di acqua si fa maggiore ed esce incolore. Il tubo essendo assai piccolo, esso è per se stesso capace di contenere una piccolissima quantità d'acqua, che sarebbe aspirata in poche corse dalla pompa; la condizione quindi per la quale questi pozzi possono essere efficaci, è che i tubi debbano essere liberi da ogni passaggio d'acqua, dall'esterno attraverso le aperture che si trovano all'estremo inferiore del tubo.

Quando lo strato in cui si trova l'acqua è molto poroso, come nel caso di ghiaia ed in alcune specie di calcare, l'acqua passa liberamente; e può essere ottenuta in tali condizioni una portata abbastanza grande e pronta, quale corrisponde alla portata della pompa, che è di circa 3000 litri all'ora.

Con altri terreni è difficile raggiungere questa portata. Quando lo strato è sabbioso pur tuttavia avendo cura di estrarre prima una certa quantità di sabbia unitamente all'acqua in maniera da individuare un serbatoio attorno all'estremità inferiore del tubo, quivi si accumula una certa quantità di acqua nel tempo che la pompa non agisce, che viene prontamente aspirata allorchè se ne ha bisogno, come nei pozzi comuni.

I tubi dei pozzi artesiani non possono essere battuti attraverso strati di roccia, quando anche sotto i medesimi esiste uno strato acqueo. In tale caso bisogna ricorrere alla trapanazione della roccia con sistemi diversi da quelli precedentemente citati e che richiamano da vicino quelli per la formazione dei cavi per le mine di cui ci siamo occupati nel volume precedente.

Così pure i pozzi artesiani non possono funzionare per profondità superiori ai m. 8 stante che la pompa non aspira oltre a questa profondità. Nella perforazione quindi del terreno si oltrepassa questo limite, soltanto quando si giudica che l'acqua è dotata di una pressione sufficiente per cui sale da sé lungo il tubo ad un'altezza sufficiente per essere estratta colla pompa. A tale scopo la cipolla di aspirazione è di solito provvista di una valvola sferica la quale permette all'acqua di salire nel tubo per non più ridiscendere.

Prima di affondare un pozzo artesiano è necessario procedere a degli assaggi del terreno per mezzo della trivellazione comune per conoscere la natura del terreno.

Per l'estrazione dei tubi in casi di insuccesso si

fa uso dello stesso maglio disposto in maniera che agendo di sotto in sopra batta sulla base inferiore del collare di percossa. Se il tubo nell'estrarsi incontra molta resistenza, si fa uso di un morsetto a vite, di cui il tenditore è provvisto alla sua estremità inferiore di collare nel quale si innesta l'estremità del tubo prima di girare la manovella del morsetto.

§ 6.

LE CISTERNE ED I PURIFICATOI O FILTRI,

Quando non è possibile disporre di acqua potabile sorgente o fornita per mezzo del cavo di un pozzo, per la provvista di acqua nell'uso domestico si ricorre alle cisterne che sono serbatoi dove si raccolgono le acque pluviali che defluiscono dai tetti. Mentre in un pozzo si ha un serbatoio di acqua alimentato da sorgente propria, che si scava e si costruisce per ritrovare l'acqua alla profondità necessaria, nella cisterna si ha un serbatoio analogo nel quale a differenza si raccolgono e si conservano le acque pluviali, quando le acque di sorgente non si trovano affatto o si trovano a tale profondità per cui la costruzione del pozzo riesce molto dispendiosa.

La costruzione delle cisterne rimonta ad epoche immemorabili; infatti si riscontrano avanzi di cisterne in Algeria, in Arabia, in Babilonia, in Palestina, in Spagna, e in Roma stessa. Gli antichi costruirono cisterne davvero monumentali; basta ricordare quella detta *delle mille ed una colonna* costruita a Costantinopoli nel tempo del basso impero e l'altra vastissima, detta *cisterna imperiale*, nelle vicinanze di S. Sofia e costruita all'epoca di Costantino il grande. I Romani costruirono cisterne di un lusso straordinario come quella detta *delle sette sale* presso le terme di Tito. Tutte le case infine di Pompei mostrano cisterne di maggiore o minore grandezza dove si raccoglievano le acque di pioggia del tetto e dell'impluvio.

Le superficie più adatte per raccogliere le acque pluviali sono i tetti di ardesia, quindi seguono i tetti di tegole di cotto e quelli di cemento, i terreni rocciosi e le coperture di paglia. Tuttavia l'acqua piovana che cade sopra queste superficie trascina seco sempre delle sostanze organiche provenienti da escrementi di animali o che sotto forma di pulviscolo si deposita sulle medesime. Per questo motivo non si

immettono nelle cisterne le acque pluviali, che si hanno dopo un lungo periodo di siccità, intercettando a tale scopo le condutture che immettono nella cisterna durante l'estate ed il primo periodo dell'autunno e solo quando le piogge si sono iniziate da qualche tempo si immettono le acque nella cisterna. Quando si vuole avere una conserva di acqua pura è necessario intercalare fra la condotta di arrivo dell'acqua e la cisterna un *purificatoio* o *filtro*, il quale consiste in una capacità proporzionale alla capacità della cisterna, nella quale si dispongono a strati alternati materie porose e impermeabili, come sabbia, ghiaia, carbone, ecc., che si fanno attraversare dalle acque di maniera che le materie terrose e tutte le altre impurità vengono da quelle trattene prima che le acque si versino nella cisterna.

Per la costruzione delle cisterne nulla di speciale si ha da osservare per ciò che riguarda la capacità di conserva delle acque. Si devono naturalmente applicare tutte le norme suggerite dall'arte del costruire per avere una robusta costruzione che deve resistere alla spinta di una grande massa di acqua internamente ed a quella esterna delle terre circostanti. Tenendo presenti questi due elementi, si giungerà ad assegnare alle mura quella grossezza adeguata, per non avere ad opera finita, in esercizio, risentimento, fenditure o screpolature qualsiasi delle pareti.

Per le dimensioni da assegnare al vano della cisterna si osserva che deve essere ampia in maniera rispondente ai bisogni degli abitanti che ne fanno uso; sarà quindi proporzionale al numero delle persone, anzi un poco maggiore del necessario, perchè l'acqua non venga a mancare nei lunghi periodi di siccità e perchè l'acqua del fondo, essendo meno pura, non si usi che per la lavatura annuale della cisterna stessa. Per il consumo giornaliero si possono ritenere i seguenti dati:

Una persona adulta consuma ogni giorno litri	10
Un cavallo	» » » » 50
Un animale bovino	» » » » 30
Un animale ovino	» » » » 2
Un animale suino	» » » » 5

Nel caldo si tiene conto del 10% in più, per causa delle perdite inevitabili per evaporazioni, filtrazioni, ecc.

In relazione al volume del vano di cisterna si calcola la superficie dei tetti, dei terrazzi e dei terreni

che devono alimentare la cisterna. A tal'uopo si terrà conto dei dati forniti dai bollettini meteorologici circa la quantità di pioggia che cade nelle diverse località. Da questi bollettini risulta che la media annua di pioggia caduta è così espressa in millimetri per le seguenti città:

Udine	mm. 1362,0
Torino	» 804,5
Milano	» 812,5
Alessandria	» 674,4
Bologna	» 732,3
Genova	» 1365,3
Firenze	» 1099,7
Perugia	» 1022,4
Roma	» 815,2
Napoli	» 901,4
Palermo	» 623,0

Per ragioni igieniche poi non si dovrà impiantare la cisterna in terreni che danno esalazioni nocive di gas carbonico, solfidrico, idrogeno carbonato, che sono impregnate di acque minerali, petrolio, ecc. e quindi, di conseguenza, le cisterne si costruiscono interrato e lungi dalle case, perchè danno umidità e perchè sieno preservate dagli inquinamenti delle fogne, dei letami, ecc.

La forma più comune che si assegna alle cisterne è quella cilindrica a base circolare od ellittica; però queste possono farsi anche di forma parallelepipedica a base rettangolare o poligonale. La prima forma però è più conveniente dal punto di vista statico, perchè il muro circolare resiste meglio alla spinta delle terre circostanti quando la cisterna è vuota.

I muri si fanno di mattoni cementati con malta idraulica e rivestiti di intonaco cementizio, perchè non si verifichi alcuna screpolatura e le pareti riescano affatto impermeabili. A tale scopo converrà che il fondo della cisterna sia costruito di una platea di calcestruzzo, e che il vano di cisterna sia coperto di volta di mattoni per difenderlo dagli inquinamenti.

Il purificatoio o filtro si dispone vicino al vano di cisterna ed in prossimità del suolo, perchè possa facilmente ispezionarsi e nettarsi delle impurità che raccoglie.

Il filtro si compone di uno strato di ghiaia grossa riposante sopra un letto di pietre granitiche, di uno strato successivo di ghiaia fine e quindi uno strato di sabbia bene lavata. Sulla sabbia può disporsi an-

cora uno strato di pezzetti di carbone mantenuti a posto con uno strato di piccole pietre.

La disposizione a sifone è la più conveniente, potendo dare all'acqua un cammino più lungo traverso il purificatoio. La fig. 1099 *d* mostra la disposizione usata per le cisterne nell'isola di Malta. In *B* si ha l'arrivo dell'acqua che deve traversare un primo filtro, da questo un secondo *F'* e poi si versa nella cisterna *C*. I due filtri sono facilmente votabili dagli sportelli *S, S*. Le frecce danno chiaramente spiegazione del cammino percorso dall'acqua.

Molto ingegnoso è il purificatoio adoperato a Venezia dove fino a pochi anni fa la città non era fornita di altra acqua che quella di pioggia che si raccoglieva alla superficie. Per costruire la Cisterna veneziana (1) si procedè alla escavazione del terreno a forma di tronco di cono rovesciato od anche a forma di tronco di piramide (fig. 1099 *e*) che abbia la base superiore rivolta in su. Al fondo dello scavo, che di ordinario raggiunge la profondità di m. 3, si comincia col disporre le sponde indicate nella figura colle lettere *A, m, D* coi lati inclinati secondo il naturale declivio delle terre; quindi tutto attorno al terreno ed al fondo si adatta uno strato di argilla *m, m* dello spessore di m. 0.30, ben manipolata e ben compatta. Al fondo dello scavo, nel mezzo, sopra l'argilla, si colloca una pietra circolare e sopra questa un'altra pietra cilindrica a forma di calotta: quindi si costruisce il cilindro cavo *a, a* del diametro di un pozzo ordinario, avendo cura di lasciare nel fondo varie aperture a forma di sifone per le quali l'acqua possa penetrare.

Si prolunga questo cilindro al disopra del livello del suolo terminandolo con un parapetto di marmo lavorato. Il vano *q q* che rimane fra la canna e lo strato di argilla *m, m* si riempie con sabbia silicea bene lavata, si continua così il riempimento *s, s* fino al livello del selciato e per una estensione maggiore della circonferenza *AD* che rappresenta la base maggiore dello scavo fatto.

Prima di disporre tutto attorno alla cisterna un buon lastricato di pietra silicea, si costruiscono con muratura a secco dei piccoli pozzetti o cassettoni *FF'*, coperti con pietre da taglio munite di fori per il passaggio dell'acqua, che lentamente traverserà la muratura dei pozzetti deponendo le parti solide e quindi si purificherà attraverso il filtro di

(1) NONNIS-MARZANO. *La scienza e l'arte nell'edificare*. Torino.

sabbia per raccogliersi al fondo nel pozzo centrale dal quale si attinge. I cassettoni *FF* sono in comu-

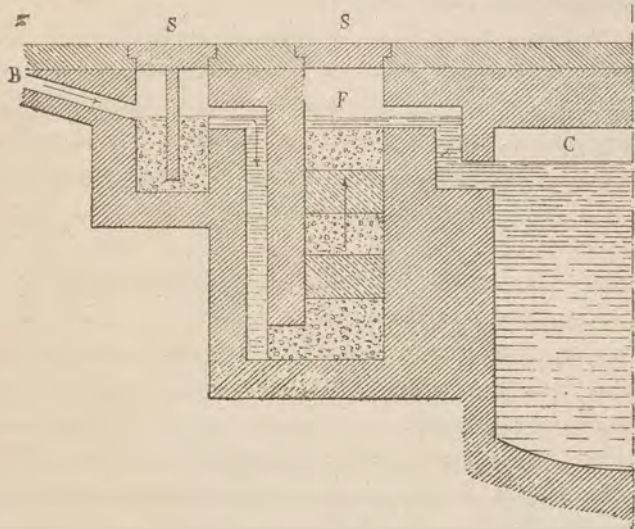


Fig. 1099 d.

nicaazione fra loro mediante un canaletto. Ben si comprende come l'acqua piovana proveniente dai tetti e dalla superficie dei cortili lastricati con opportuna pendenza, vada tutta a defluire nei cassettoni *FF*, i quali facilmente di tempo in tempo si possono espurgare.

Una cisterna così costruita somministra per bere acqua limpidissima e fresca e si può conservare fino all'ultima goccia. In Venezia di queste cisterne ne esistono 120; solo da pochi anni si introdusse in città l'acquedotto, ma antecedentemente le cisterne da sole provvedevano tutta l'acqua necessaria per bere e per gli usi domestici.

Le Società ferroviarie hanno costruito per le stazioni e per le case cantoniere diversi tipi di cisterne fra i quali degno di nota è quello adottato dalla Società delle ferrovie romane qui riprodotta in sezione nella fig. 1099 *f*. La forma di queste cisterne è circolare od ellittica secondo i casi. La struttura murale è di calcestruzzo rivestito internamente di un muro di cotto dello spessore di 2 teste, intonacato con malta cementizia. La cavità della cisterna è coperta da cupola sormontata da un pozzetto munito di sportello verticale che si

serra con chiave. L'acqua giunge nelle cavità della cisterna attraverso un purificatoio costituito da due cavità congiunte a sifone, la prima delle quali serve per decantare le acque, la seconda costituisce il filtro propriamente detto, attraversando l'acqua degli strati successivi di ghiaia grossa, ghiaia fina e sabbia. Dalla cisterna l'acqua si cava con gli ordinari secchielli.

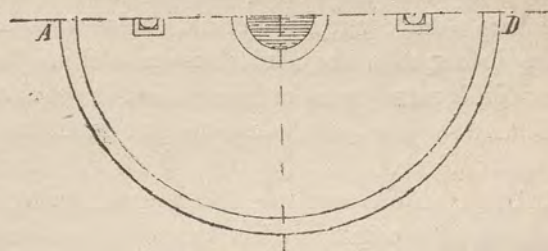
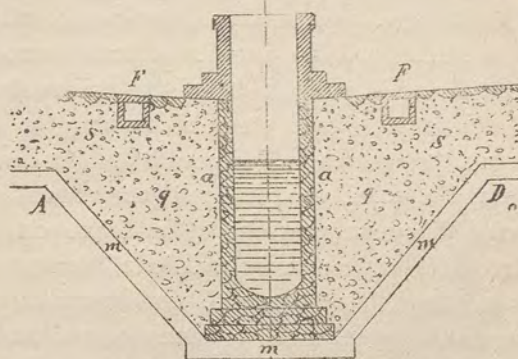


Fig. 1099 e.

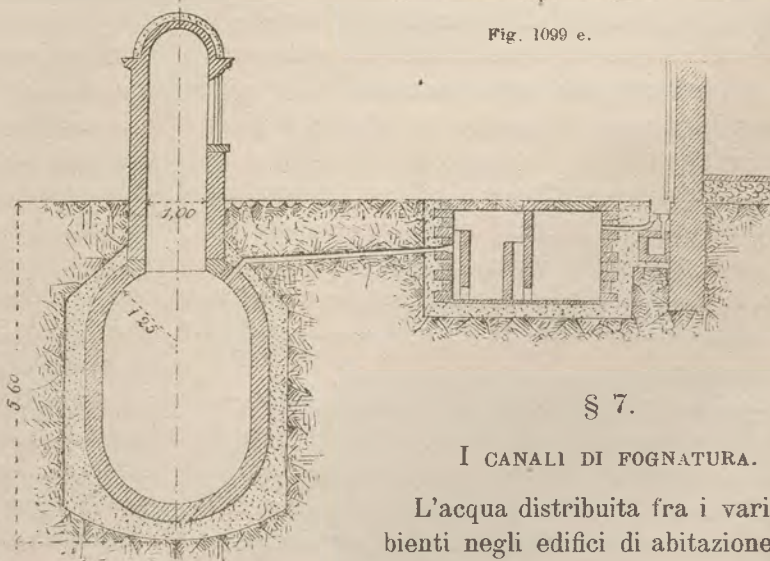


Fig. 1099 f.

§ 7.

I CANALI DI FOGNATURA.

L'acqua distribuita fra i vari ambienti negli edifici di abitazione non è più pura, allorché di essa se ne è fatto uso. Le diverse sostanze che vi si possono trovare disciolte o in sospensione, per l'uso che se ne è fatto, la rendono non più adatta ad altro

uso e sovente nociva riesce la sua permanenza nei locali abitati, per cui abbisogna tosto allontanarla, avviandola per mezzo di apparecchi speciali, installati nei locali medesimi, che la introducono nella condotta di scarico, che fa capo alla fogna stradale, ovvero in apposita fossa di deposito. L'insieme dei condotti di scarico e degli apparecchi, che servono a scaricare le acque luride nei medesimi, costituiscono la *fognatura della casa*.

Sono da considerarsi come luride e quindi devono prontamente smaltire: *a*) le acque pluviali, le quali, cadendo sulla superficie dei tetti, trascinano seco delle impurità di ogni genere, depositate dal vento, dai camini del fumo o dagli stessi abitanti; *b*) le acque di lavatura provenienti dalle pilette delle cucine, dai lavamani, dai bagni, ecc., le quali generalmente sono più luride di quelle pluviali; *c*) le acque che provengono dallo scarico delle sedi delle latrine e degli orinatori più sudicie ancora di quelle avanti citate per la grande quantità di sostanze organiche contenutevi. Per ciascuna di queste categorie di acque impure, si hanno nelle abitazioni dei speciali condotti di scarico e dei congegni speciali, che servono a scaricare le acque nelle condotte; quest'ultimi hanno forma differente, come meglio si dirà in seguito, secondo che servono per le cucine, per le latrine, per i lavamani, ecc.

Il sistema di evacuazione delle acque luride più rispondente alle esigenze della igiene delle abitazioni, è quello che i Francesi chiamano sistema *tout-à-l'égout*, ossia *sistema di circolazione*; il quale consiste nello installare delle canne verticali, nelle quali si immettono i condotti particolari di scarico degli apparecchi; i condotti verticali comunicano al piede con una rete di condotti poco inclinati, disposti nel piano sotterraneo o interrati nel pavimento del medesimo, convergenti in un unico punto di deposito, ovvero in una sola condotta, che raccoglie e conduce nella fogna stradale tutte le acque provenienti dalle canne verticali.

Perchè una rete di condotti, siffattamente disposti, risponda bene allo scopo, è necessario che lo stabile sia provvisto di una notevole quantità di acqua, la quale trascini seco, scorrendo per detti condotti, le materie solide e lavi le pareti interne dei tubi medesimi; diversamente questi facilmente si ostruiscono e tramandano la loro esalazione negli ambienti con grave danno della salute delle persone che li abitano. È necessario inoltre che la rete della

fognatura sia facilmente ventilata, senza che l'aria, che ne attraversa i condotti, possa penetrare e diffondersi negli ambienti; a questo scopo si impiegano alcune speciali chiusure interposte fra i tubi, subito dopo gli apparecchi di scarico, ed al loro piede, le quali, mentre permettono il facile passaggio delle acque sporche e delle materie solide contenutevi in sospensione, impediscono che l'aria fetida, contenuta nei condotti della rete, segua il corso opposto a quello dello scarico delle acque, penetrando negli ambienti.

Le chiusure più efficaci sono quelle idrauliche, che si ottengono mediante *sifoni* o *condotti a S*, perchè l'acqua impedisce il passaggio dei gas, se questi non sono sottoposti a pressione; laonde impiegando i sifoni è necessario inoltre, come meglio si vedrà in seguito, ventilare con speciali disposizioni dei condotti, i condotti medesimi, onde non si abbiano a manifestare sulla superficie del liquido contenuto nei sifoni pressione o rarefazione di sorta.

Nella fig. 1100 che riproduce la sezione di un corpo di fabbrica è rappresentato l'insieme dell'installazione dei canali di fognatura. In questo schema si ha indicato con *A* l'ubicazione della fogna stradale, con *b* il condotto del piano sotterraneo con la pendenza del 7 al 10 ‰, con *c*, i condotti verticali delle acque pluviali, con *d* i condotti verticali per le acque luride provenienti dalle latrine, dagli acquai, dai bagni e dagli orinatori, con *e* i raccordi inclinati di dette canne con la condotta del sotterraneo.

Poi si hanno dei condotti secondari, di minore dimensione, per la ventilazione della rete principale e le speciali disposizioni di condotti di scarico nella rete principale degli apparecchi scaricatori; questa rete secondaria è segnata in figura con una linea meno marcata. In questa rete secondaria *f* ed *f*₁, sono i condotti ventilatori dei sifoni delle latrine; *g g* sono le condotte di scarico degli acquai delle cucine ed *h h* i condotti di ventilazione dei relativi sifoni *v*; *i* e *k* sono i medesimi condotti per i bagni *x*; e così via, facendo notare che per la ventilazione della fognatura abbisogna prolungare le canne verticali di scarico fino sopra il tetto, dove si mantengono aperte, perchè i gas fetidi possano facilmente smaltirsi.

Perchè poi la ventilazione nei condotti riesca efficace, di guisa che non si eserciti pressione, nè aspirazione alcuna nei sifoni, si deve ventilare partitamente ciascun sifone; a tale scopo servono i condotti *f*, *h*, *k* segnati nello schema, i quali si diramano

Fig. 1100.

Per gli acquai, per le pilette delle cucine, i sifoni hanno un diametro interno di 5 a 6 cm. e sono muniti nel punto più depresso (fig. 1101) di un tappo a

giungono col piccolo condotto ventilatore. I sifoni cambiano di forma secondo che sono intercalati in un condotto orizzontale od in un condotto verticale od inclinato. Il sifone rappresentato nella fig. 1102 serve per essere interposto fra le due parti di una condotta verticale discendente; quello riportato dalla fig. id. *b* si presta per essere interposto tra una condotta verticale ed una inclinata; quello della fig. id. *c* serve per i condotti orizzontali del sotterraneo, ma può servire ancora per congiungere, come l'altro rappresentato dalla fig. id. *d*, una condotta verticale ad una orizzontale. Per ottenere una chiusura idraulica efficace occorre che la ripiegatura del sifone sia tale che lo spessore di acqua contenuta nei due rami

metro più piccolo; i pezzi riportati dalla fig. 1104 sono detti pezzi a *T*, e servono per il medesimo uso, quando la diramazione è ortogonale; i pezzi curvilinei della fig. 1205 servono per il raccordo dei condotti diversamente inclinati ed il pezzo a gomito

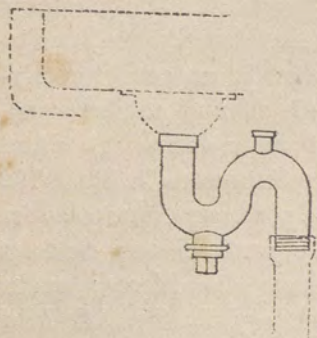


Fig. 1101.

impiega in sostituzione del sifone orizzontale nei

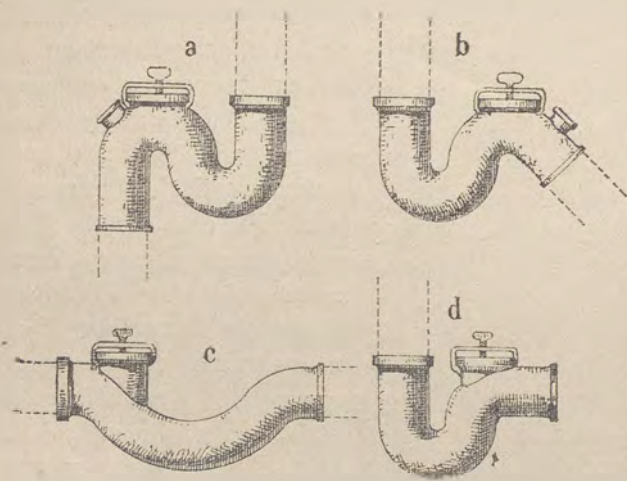


Fig. 1102.

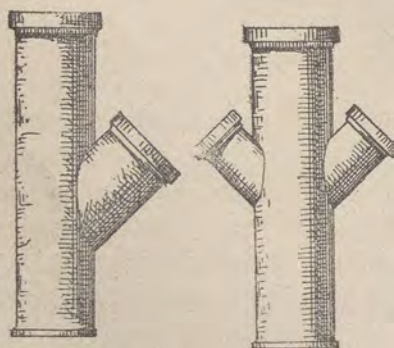


Fig. 1103

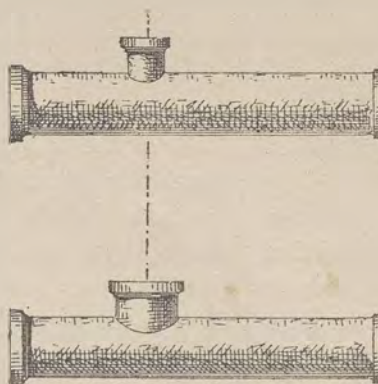


Fig. 1104.

condotti del sotterraneo; questa chiusura è preferibile perchè è provvista superiormente di due bocche, una più piccola per la pulizia del sifone e

una più grande provvista di griglia per la ventilazione della condotta.

§ 8.

LA DISCARICA DELLE ACQUE PLUVIALI.

Le acque pluviali che si versano sulle falde dei tetti per mezzo dei canali di gronda orizzontali, vengono raccolte in punti determinati della linea di imposta del letto e quivi, mediante condotte verticali, che possono essere di lamiera di zinco, o di ghisa, avviate al basso ed introdotte



Fig. 1105

nella fognatura. I condotti verticali hanno un diametro, che è in rapporto al massimo volume di acqua, che possono accogliere nei casi di pioggia più copiosa, e si lasciano liberamente aperti all'estremità superiore.

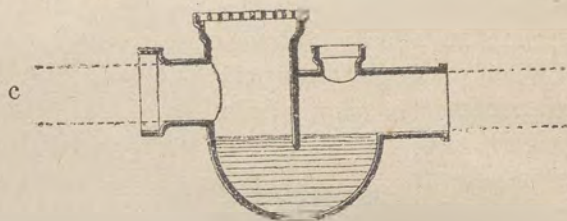


Fig. 1106 a, b, c.

In basso, se non esiste fogna stradale, comunicano per mezzo di canali coi rigagnoli, che allontanano le acque dall'abitato. Se si dispone in vicinanza di una fogna stradale, allora i condotti discendenti dell'acqua pluviale si immettono al basso nei condotti della fognatura della casa, così l'acqua è avviata nella fogna stradale assieme alle acque diverse. Nel primo caso i condotti di discesa, essendo aperti alle due estremità, riescono naturalmente ventilati; infatti basterà che il sole colpisca per poco la tubatura per riscaldare

l'aria contenutavi e conseguentemente provocare una corrente d'aria ascendente, che rende ventilata la condotta.

Nel secondo caso bisognerà impedire che attraverso la condotta delle acque pluviali penetrino i gas mefitici contenuti nella fogna. Ciò si ottiene semplicemente intercalando un sifone al piede della condotta pluviale, prima che essa penetri nella fogna o nella canalizzazione sotterranea della casa, e munendo di una bocca di presa d'aria il sifone medesimo, cosicchè la condotta pluviale si troverà provvista della libera circolazione d'aria, come nel caso precedente.

Per la discarica delle acque pluviali, che si versano nei cortili e nelle chiostrine, e per la discarica delle acque di diverso genere degli atri, dei vestiboli carrozzabili, ecc. si impiegano speciali bocchette, dette propriamente *chiusini*, provviste di chiusure idrauliche e di pozzetti di deposito, di guisa che queste, mentre permettono il passaggio delle acque, impediscono che le sostanze solide, trasportate dalle medesime, penetrino nei condotti, ed ai gas fetidi della fogna di espandersi all'esterno.

Un tipo semplice di chiusino idraulico è quello riportato in sezione dalla fig. 6, tav. LXX. Questo chiusino consta di un pozzetto cilindrico di ghisa a fondo raccordato con un tubo che serve a collegarlo con i condotti della fognatura; detto tubo sporge anche nell'interno dal fondo del chiusino; questo è superiormente coperto da una griglia asportabile, munita di un recipiente a campana, il quale, come mostra la figura, va a collocarsi al disopra della bocca del tubo discendente di maniera che, versando dell'acqua, si viene a costituire una chiusura idraulica che impedisce ai gas di espandersi all'esterno, mentre dal fondo del pozzetto, asportando la griglia, si possono togliere le sostanze solide che vi si depositano.

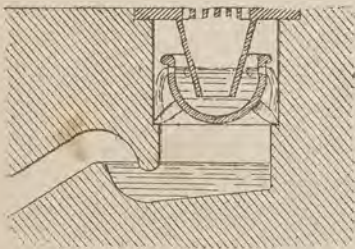


Fig. 1107.

Un tipo di chiusino più perfetto, perchè provvisto di doppia chiusura idraulica, è quello, a base circolare o quadrata, disegnato in sezione nella fig. 1107. Il pozzetto è munito di condotto per la discarica ripie-

penetrando in parte nel secchio, costituisce una seconda chiusura idraulica. L'acqua del secchio si versa nel pozzetto e quindi si avvia per il sifone nei condotti.

§ 6.

L'ISTALLAZIONE DEGLI ACQUAI NELLE CUCINE.

L'acquaio è quella parte delle cucine nella quale si puliscono i piatti ed il vasellame di casa e comprende: a) la *vaschetta* o *piletta*, nella quale si mettono a bagno e si lavano le terraglie; b) la *tavola* sulla

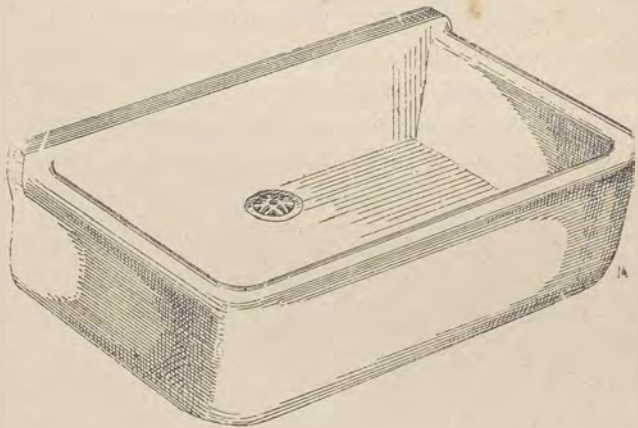


Fig. 1107 a.

quale queste si collocano, dopo essere state lavate; c) la *presa di acqua* per la provvista della vaschetta; d) la condotta per la discarica delle acque sudicie.

La *vaschetta* o *piletta* generalmente è di pietra (marmo), ma può essere anche di maiolica, di ghisa smaltata o di getto di cemento idraulico. Le vaschette di pietra assorbono i grassi, per cui difficilmente riescono inodore; più pulite si mantengono quelle di

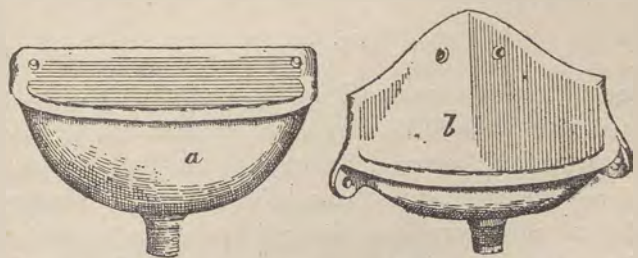


Fig. 1108.

maiolica e di ghisa smaltata, ma le prime sono fragili, le seconde a lungo andare si scrostano e si ossidano, per cui le vaschette di marmo hanno la prevalenza. La forma più comune delle vaschette è quella parallelepipeda, a pianta rettangolare o quadrata. (fig. 1107) profonda 12 a 20 cm.; quelle di marmo

si fanno sovente a bacino, con la cavità emisferica (fig. 5, tav. id.); quelle di maiolica e quelle di ghisa hanno la cavità spesso rispondente a un quarto di sfera (fig. 1108 *a*), o ad un ottavo di sfera (fig. id. *b*) secondo che si addossano ad una parete o all'angolo individuato da due pareti contigue.

La *tavola* ordinariamente è di lastra di marmo e porta sulla faccia superiore delle scanalature o un riquadro nel quale si raccoglie l'acqua versata dalle terraglie che si collocano sopra la medesima; la tavola perciò si dispone un poco inclinata e comunica con la vaschetta mediante una incavatura per la quale affluisce l'acqua di scolo delle stoviglie.

Negli appartamenti di poche camere, nelle comuni case di abitazione, la vaschetta e la tavola di marmo sono collocate in un angolo della medesima cucina, ad un'altezza di m. 0,90 circa dal suolo, sostenute

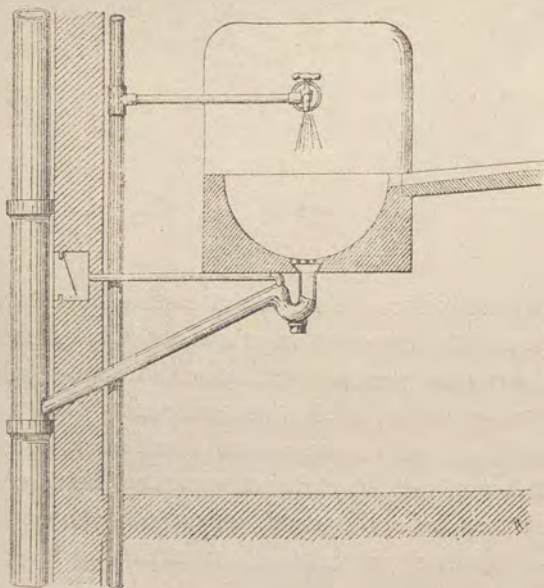


Fig. 1109.

per mezzo di muretti di mattone o meglio ancora mediante mensole di ferro, come indica la fig. id. Le pareti, all'ingiro della vaschetta e della tavola, si rivestono per una altezza di 50 a 60 cm. con lastre di marmo ovvero con piastrelle smaltate, per impedire che sglì spruzzi di acqua insudicino le pareti; le vaschette di maiolica e quelle di ghisa portano sovente delle piastre di fondo dello stesso materiale a difesa delle pareti, come fa vedere la fig. 1108 *b*.

La *presa* d'acqua si fa mediante una diramazione incastrata nel muro della colonna montante, come indica la fig. 1109, ovvero mediante una condotta che si diparte dal serbatoio e giunge al rubinetto col-

locato m. 0,40 circa al di sopra della vaschetta per potervi collocare sopra e riempire un recipiente. Il rubinetto sarà di quelli a maschio, se l'acqua non è sottoposta ad una forte pressione, diversamente si impiegherà un rubinetto a valvola manovrato a vite; il tubo di diramazione, che porta l'acqua alla vaschetta sarà di ferro o di piombo, del diametro interno di 13 a 15 mm.

La *discarica* della vaschetta si effettua mediante un condotto di 5 a 6 cm. di diametro interno, il quale si diparte dal fondo della piletta. Se la vasca è di forma parallelepipedica, l'orificio di scarico della medesima è situato presso un angolo del suo fondo, perciò la vaschetta si metterà in opera un poco pendente verso questa bocca di scarico. Il condotto deve essere provvisto di una chiusura, la quale ad un tempo permetta una facile circolazione dell'acqua e impedisca ai gas deleteri della fognatura di espandersi nella cucina attraverso questa apertura. A tale scopo si ripiega il condotto di scarico a forma di sifone, subito dopo la bocca di scarico della vaschetta, la quale si munisce anche di griglia per impedire che le materie solide voluminose penetrino nella tubatura; questo sifone essendo soggetto ad ostruirsi, sia pei grani di sabbia o di cenere, che eventualmente vi si depositano, sia per le materie grasse che vi si conglomerano, è munito nel dorso inferiore di un'apertura chiusa da tappo a vite per poterlo facilmente ripulire. Il sifone avrà lo stesso diametro interno della tubatura e della bocca di discarica; laonde per il piccolo volume di acqua, che può contenere, facilmente rimane all'asciutto, cosicchè se si versa dell'acqua calda, fa presto questa ad evaporare e poi basterà effettuare un forte getto d'acqua nella condotta, perchè si formi subito dietro una rarefazione nell'aria di questa conduttura per scaricare l'acqua del sifone e aprire così la via ai gas mefitici della fogna per accedere negli ambienti.

Ad evitare questo inconveniente giova ventilare il sifone; questo sul dorso superiore è munito di una seconda apertura che serve a congiungerlo con un tubo del diametro di 25 mm. circa, per mezzo del quale il sifone è posto in diretta comunicazione con l'esterno, come indica la fig. id., ovvero col tubo di ventilazione della condotta verticale della fognatura, il quale si prolunga fin sopra il tetto ovvero si unisce alla condotta verticale in un punto situato al di sopra del sifone più alto, come è stato accennato nello schema della fig. 1104. Se il piccolo con-

dotto di ventilazione comunica all'esterno, per buona regola converrà munire l'orificio esterno di valvola che si apre verso l'interno, come indica la fig. 1109, cosicchè l'aria esterna possa entrare nella tubatura e resti impedito ai gas deleteri di affluire all'esterno.

Le *griglie* di cui si muniscono le bocche di scarico degli acquai si fanno oggigiorno in modo che funzionano esse stesse come apparecchi di chiusura per l'acqua che attorno ad esse rimane ad otturare i pori. È questo però un impedimento molto labile all'uscita dei gas dal tubo stesso, per cui è sempre necessario aggiungere il sifone al tubo di scarico, ed è sempre buona regola intercalare fra la condotta verticale e quella orizzontale della fognatura un secondo sifone.

Nelle regioni fredde i grassi contenuti nell'acqua delle vaschette facilmente si condensano nella condotta, per cui il sifone di scarico va soggetto a otturarsi frequentemente. Per questo inconveniente in alcuni paesi in sostituzione del sifone si impiegano per lo scarico dell'acqua alcuni speciali chiusini idraulici che giova qui ricordare.

Nel Friuli, ad esempio, è comune la chiusura idraulica rappresentata nella fig. 5 tav. LXX. Essa consiste in un'aspecie di ciotola con piccole protuberanze all'esterno, od orecchie, larghe circa m. 0,20 e profonde m. 0,15, la quale viene collocata entro un imbuto, posto immediatamente sotto l'acquaio, in corrispondenza al foro scaricatore delle acque, e cioè al principio del tubo scaricatore che in questa parte è più largo e imbutiforme. Per mezzo delle accennate protuberanze od orecchie, la ciotola resta distante dall'imbuto circa 4 cm. La bocca di afflusso è munita da un chiusino traforato, a cui sta infisso un tubo cilindrico, il quale è lungo quanto è necessario per entrare nella ciotola, lasciando uno spazio fra esso e il fondo della ciotola stessa.

È evidente che l'acqua dell'acquaio riempirà innanzi tutto la ciotola, poi si rovescerà da questa scendendo fra lo spazio degli orecchi o protuberanze, per entrare nel tubo scaricatore, e che quindi, scaricato l'acquaio, la ciotola resterà riempita di liquido sino al suo bordo ed in tal modo chiuderà la parte inferiore cilindrica del chiusino che pesca in essa. Se poi si ha l'avvertenza, dopo scaricato l'acquaio, di versare una certa quantità d'acqua pura, allora si avrà il vantaggio della chiusura idraulica, eliminando tutto l'acqua grassa ed impura che era prima nella ciotola.

Altre chiusure, dette a campana, meritano di essere indicate, sia per la loro semplicità che per la loro piccolezza, due qualità che contribuiscono moltissimo pel loro bassissimo costo e la facile manutenzione. La fig. 6, tav. LXX rappresenta una di queste chiusure. Il tubo di scarico è superiormente munito d'un allargamento ad imbuto che si innesta nella bocca di afflusso dell'acquaio. Questa è munita di un coperchio traforato, sotto al quale è applicato una campana. Quando questo coperchio è al suo posto, la campana coll'allargamento del tubo scaricatore viene a formare un sifone, che finisce col formare una perfetta chiusura idraulica coll'ultima acqua entrata nella bocca di afflusso. È facile comprendere come questo semplicissimo sistema si possa con molta facilità ripulire, solamente coll'aprire il coperchio.

L'altro sistema rappresentato nella fig. 7 tav. id. non è meno ingegnoso. Esso consiste nell'adattare al tubo smaltitore una specie di canale anulare, colla parte centrale formata a breve tubo, che si insinua nel tubo scaricatore. Questo canale è superiormente fornito di un coperchio traforato all'ingiro, o meglio, col bordo a stella, ed armato al di sotto di un bordo che entra nel canale in modo che il bordo interno di esso canale riesce più alto di quello posto sotto il coperchio, ciò che costituisce un sistema a sifone ed a chiusura idraulica.

Anche questo sistema si presta facilmente alla pulitura, potendosi levare dal tubo smaltitore.

§ 7.

L'IMPIANTO DELLE LATRINE.

Per *latrina* ordinariamente si intende non soltanto l'apparecchio, che serve a scaricare le deiezioni umane, ma anche lo stanzino o gabinetto, generalmente non molto vasto, destinato a contenere l'apparecchio con tutti gli accessori.

Ad evitare il pericolo che i gas mefitici, che si sviluppano nelle latrine, invadano facilmente gli ambienti abitati, il gabinetto per la latrina nelle abitazioni va collocato in luogo piuttosto segregato dalle stanze principali; deve essere inoltre di facile accesso, non esposto agli sguardi, per poterne fare uso senza reticenza, bene illuminato ed abbondantemente ventilato, non esposto ai raggi solari diretti, poichè questi favoriscono lo sviluppo dei gas, e quindi possibilmente rivolto verso il Nord, e quando è possibile.

staccato dalle pareti della casa, e collocato in un edificio speciale, così da potere essere attraversato abbondantemente da correnti di aria ed avere nessuna diretta comunicazione coll'interno delle abitazioni. In campagna si suole collocare la latrina all'aperto, nelle adiacenze della casa; questa disposizione è molto vantaggiosa tutte le volte che il gabinetto della latrina e il relativo accesso è difeso dalle intemperie.

La superficie di un gabinetto può essere stabilita come minimo, di un metro quadrato circa, scegliendo a preferenza la pianta rettangolare di m. 1,50 di lunghezza per m. 0,70 di larghezza. Se la porta si apre verso l'interno, come è da preferirsi, la profondità del camerino deve essere almeno di m. 1,30. Una maggiore ampiezza certamente non è dannosa e si può ritenere che una latrina larga m. 1 e lunga m. 1,50 è abbastanza comoda.

Le pareti del gabinetto si rivestiranno di intonaco di calce idraulica, e tutto all'intorno dovranno essere



Fig. 1110.

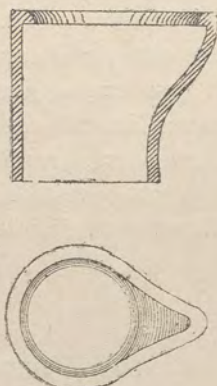


Fig. 1111.

protette, per l'altezza di m. 1,50, di un materiale di facile pulizia, quale il marmo, il cemento, le piastrelle di maiolica verniciata, lo stucco lucido, od in mancanza di queste uno strato di dipintura bianca ad olio. Così il pavimento si farà con piastrelle comuni o con piastrelle di cemento idraulico, purché le commisure vengano bene stuccate. Migliore pavimento si ha con piastrelle verniciate, o coi quadrelli maiolicati di Napoli, i quali, essendo smaltati, non sono assorbenti e si prestano alla pulizia mediante lavaggio. Oltre la porta che preferibilmente si deve aprire verso l'interno, non mancherà in un buon cesso una finestra sufficientemente ampia per ventilare ed illuminare il gabinetto. Questa apertura sarà munita di

telaio vetrato e difeso all'esterno da uno sportello di persiana, oppure da una tela o rete metallica.

Perché in un gabinetto da latrina non ristagni aria fetida, è necessario allontanare subito le deiezioni delle latrine; gli apparecchi scaricatori quindi devono potersi mantenere puliti con facilità e devono essere provvisti di una chiusura ermetica che impedisca ai gas mefitici della fogna di penetrare nel gabinetto. È necessario inoltre per ottenere una buona latrina: *a)* che si abbia a disposizione di questa una provvista di acqua sufficiente per il lavaggio; *b)* che i canaletti di scarico siano disposti in maniera da evitare ogni possibilità di ostruzioni; *c)* che la canalizzazione di scarico sia del genere di quelle da noi descritte per la fognatura di una casa, e cioè che si adotti il sistema di canalizzazione a circolazione continua e si evitino i pozzi neri, i quali infettano il sottosuolo, inquinano l'acqua dei pozzi, ed appetstano l'aria.

Il pericolo di infezioni e di epidemie, che per i condotti delle latrine possono trasmettersi, consiglia poi a dovere porre una grande cura sia nella scelta dell'apparecchio scaricatore, che nell'apparecchio intercettatore collocato tra questo e la condotta di scarico della fognatura.

Una latrina comprende la *sede* o *sedile*, l'*apparecchio scaricatore* e l'*apparecchio di chiusura* per i gas mefitici.

Il *sedile* deve essere alto circa m. 0,50 dal suolo e profondo m. 0,50 per riuscire adatto a potersi sedere; esso porta un foro del diametro di m. 0,25 situato a m. 0,10 dall'orlo anteriore del medesimo e che si fa corrispondere con la bocca dell'apparecchio scaricatore. Generalmente il sedile è costituito da una lastra di marmo o di ardesia, però può bensì farsi di tavola di quercia o di noce verniciata. Nei sedili di pietra il foro si chiude con un coperchio di legno o di metallo; i sedili di legno, invece, hanno una parte fissa ed una mobile a ribalta, che gira attorno a cerniere di ottone, di maniera che, abbassata, copra l'apertura del sedile (fig. 1110).

Quando il sedile è ricoperto di lastra di marmo allora, a seconda del genere di apparecchio scaricatore, che si adotta, può avere struttura di pietra, di mattoni, ovvero l'apparecchio scaricatore è semplicemente difeso anteriormente di un'altra lastra di marmo o di ardesia, o di tramezzo rivestito con quadrelli di cemento o di semplice intonaco od anche da tavola di legno verniciato. Nei sedili di legno l'ap-

parecchio scaricatore è rivestito anteriormente pure da tavola di legno verniciato, come fa vedere la fig. id.

Altre volte il sedile consiste in un cilindro di ghisa con bordi rivoltati, internamente smaltato, oppure provvisto con bordi di legno verniciato, con coperchio o non, secondo la disposizione proposta dal prof. Pagliani, adottato con buon esito nelle scuole e negli asili infantili (fig. 1111). Questo cilindro sporge dal pavimento 40 a 50 cm. e termina superiormente in una apertura a becco rivolto all'innanzi; con tale forma di sedile, chi va alla latrina è obbligato a se-

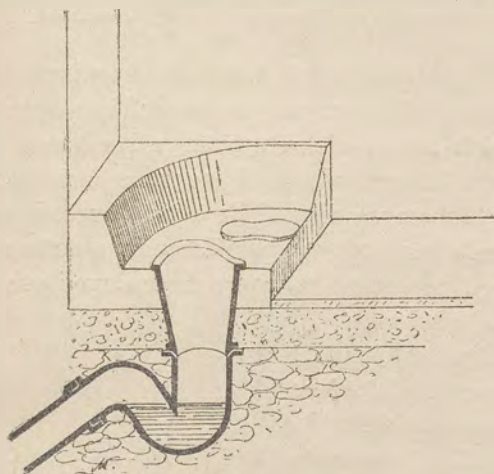


Fig. 1112.

dervirsi ed in tale posizione è impedito di spandere acqua sul pavimento; per ragazzi quindi è una disposizione soddisfacente dal punto di vista della pulizia.

Nelle caserme, nei dormitori, nelle scuole, nei luoghi in cui non si può fare assegnamento sulla buona volontà dei visitatori, si ricorre a un sistema di latrine, detto alla *turca* o alla *certosina*, nel quale è soppresso il sedile e la buca della latrina si apre rasa al suolo o quasi (fig. 1112), di forma circolare od ellittica, con diametri compresi tra m. 0,20 e 0,25 e distante m. 0,25 dal muro posteriore. Da una parte e dall'altra della bocca sono disposti due risalti sulla faccia esteriore della lastra, della forma di una pantofola per potervi collocare i piedi all'asciutto. La lastra è poi leggermente concava, perchè i liquidi possano defluire prontamente verso la bocca, la quale per mezzo di vaso a imbuto comunica con la condotta di scarico con l'interposizione di un apparecchio intercettatore, che può essere di sistema qualsiasi.

L'apparecchio scaricatore è generalmente costituito da un vaso imbutiforme di ghisa smaltata, di

maiolica o di porcellana; che comunica col tubo di scarico della fognatura a mezzo degli *apparecchi in-*

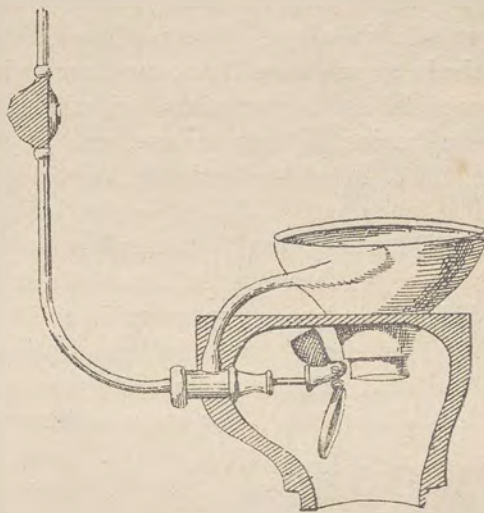


Fig. 1113.

tercettatori dei gas. Questi ultimi si costruiscono secondo tre tipi differenti e cioè *a valvola*, a chiusura idraulica con *tappo* ed a chiusura idraulica per mezzo di *sifone*.

Gli apparecchi a valvola possono essere anche provvisti di sifone, cosicchè la chiusura doppia riesce più ermetica. I più semplici apparecchi a valvola sono quelli in cui la valvola si muove automaticamente (fig. 1113), quando questa è caricata di un certo peso.

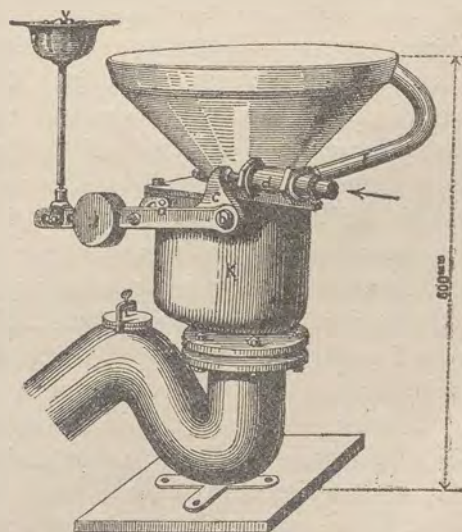


Fig. 1114.

la si apre e si chiude, appena vuotata, per l'azione di un contrappeso applicato all'altro braccio della leva; nell'abbassarsi la valvola apre l'orificio di efflusso dell'acqua per la pulitura della latrina. È necessario

però per il buon funzionamento di queste valvole, che alcuna materia solida resti sull'orlo della valvola, diversamente la valvola non si chiude ermeticamente e resta aperta la via ai gas di espandersi all'esterno.

La valvola si può fare funzionare comandandola dall'esterno del sedile per mezzo di una maniglia, come nelle latrine di tipo inglese, che riportiamo nella fig. 1114. In queste latrine la valvola di rame è racchiusa nella custodia *k* ed è girevole attorno il perno *c*. Quando si alza la maniglia *v* a leva, la valvola si apre, ed abbandonando la maniglia, si chiude. La fig. 1115 fa vedere un apparecchio simile in cui l'asta della maniglia è munita di una dentiera, che ingrana coi denti di una ruota, che per mezzo di leve comanda la valvola. Comunque sia impresso il

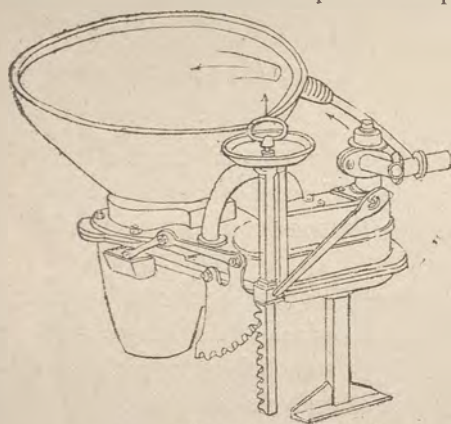


Fig. 1115.

movimento alla valvola, automaticamente o no, questa nell'aprirsi preme mediante un'asta contro un'altra piccola valvola di arresto, che chiude il tubetto rifornitore di acqua di maniera che nel contempo che il vaso si scarica, si effettua nel medesimo un getto d'acqua, che serve a ripulirlo. Queste latrine vanno rivestite di un sedile in muratura, di marmo o semplicemente di tavola di legno.

Il tipo di chiusura ad acqua e tappo mobile è quello conosciuto sotto il nome di *vaso Ienning*. La fig. 1116 mostra uno di questi vasi in riposo. Il fondo del vaso *a* è riempito d'acqua ed è chiuso mediante un embolo *b*, provvisto di una guarnizione di caucciù o di cuoio e di una maniglia *m*. Quando si solleva l'embolo *b*, le materie contenute nel vaso scendono nel sifone *d* e poi passano nel tubo di scarico *e*. Sull'embolo trovasi un galleggiante anulare *f*, che chiude l'orificio da cui affluisce l'acqua, finchè questa si conserva in *a* ad un certo livello. Quando invece si alza l'embolo e si scarica l'acqua del vaso, il galleggiante *f* apre l'orificio d'afflusso e lo lascia

aperto, finchè la nuova acqua che entra nel vaso ha raggiunto il livello stabilito.

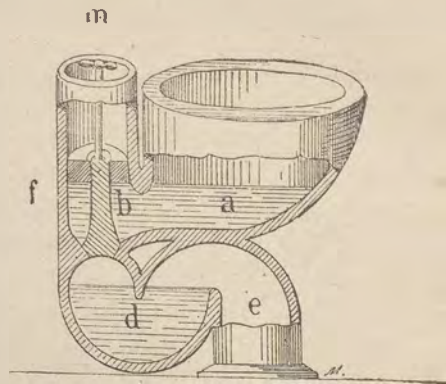


Fig. 1116.

Oggidi l'impianto delle latrine ha raggiunto, diremo quasi, la perfezione, per mezzo dell'impiego dei scaricatori a sifone, molto convenienti soltanto quando si dispone di un volume di acqua sufficiente; se la quantità di acqua disponibile è poca, succede sovente che i sifoni si otturano per l'accumulo delle materie solide ed importano manovre disgradevoli per rimetterli in funzione.

Dal tipo rudimentale di scaricatore a sifone rappresentato nella figura 1117 si è bentosto pervenuti ai tipi perfetti di vaso a sifone del sistema Dulton (figura 1118) impiegati oggidì su vasta scala sotto forma più o meno diversa. Questi vasi si fanno anche riccamente decorati di maniera che, accoppiati con accessori in ferro nichelato o dorato, con le parti in legno verniciato, e coi rivestimenti a stucco ed a piastrelle di maiolica

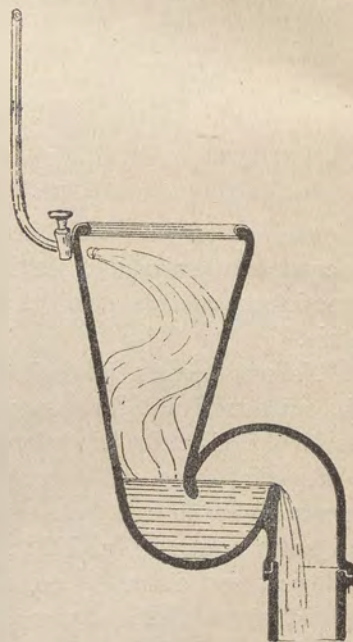


Fig. 1117.

delle pareti e del pavimento dello stanzino, formano quel tipo di gabinetto da latrine (fig. 8, tav. LXX) che è generalmente adottato per le case signorili e con materiali di minor lusso anche per le comunicazioni da pigione.

L'apparecchio scaricatore si fa in grès o in maiolica in uno (fig. 1118) o in due pezzi (fig. 1119) verniciati osmaltati, lisci o con ornati in rilievo (fig. 1120), con fiorami a colori e con dorature (fig. 3, tav. LXX).

Quelli costruiti in due pezzi hanno il sifone, che non è solidale con l'apparecchio, di modo che si può procedere a delle riparazioni e rimuovere il vaso senza togliere il sifone ed esporre così l'abitazione alle emanazioni della condotta di scarico; il giunto poi tra il sifone e la condotta una volta ben fatto più non si rimuove e si evita il pericolo della fuga dei gas mefitici attraverso il medesimo, ciò che non avviene quando il vaso è in un solo pezzo, e bisogna rimuoverlo tutte le volte che lo si deve riparare.

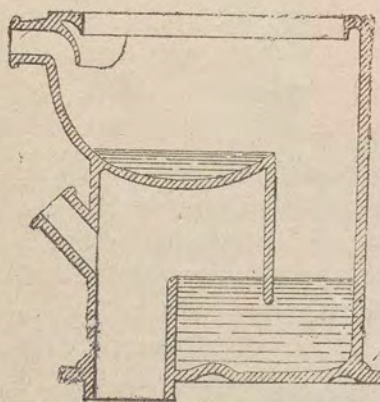


Fig. 1118.

o più latrine sovrapposte. La condotta di scarico, tutte le volte che è possibile, va collocata al di fuori, lungo la superficie esterna della parete della casa, perchè la imperfezione dei giunti riesca meno dannosa. Inferiormente la condotta prima di congiungersi alla fognatura, si munisce di sifone ventilatore, di un sifone, cioè, provvisto di una bocca per la presa dell'aria di ventilazione della condotta; la sua estremità superiore si innalza fin sopra il tetto,



Fig. 1120.

Nella figura 1121 è rappresentato con una sezione verticale l'impianto di due

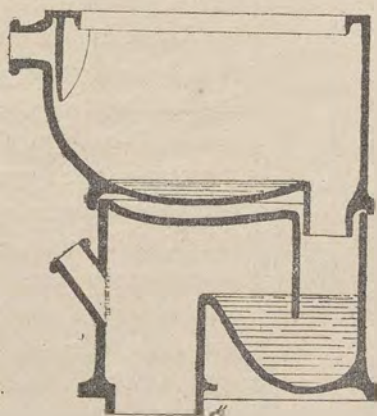


Fig. 1119.

dove termina aperta per mezzo di un apparecchio ventilatore.

Il vaso è munito del sifone *s*, che talvolta possiede una apertura di ispezione sul dorso superiore, munito inferiormente di una apertura *a*, per mezzo della quale si congiunge al tubo di scarico *t*, che immette nella condotta verticale; questo tubo si fa ordinariamente di piombo per poterlo facilmente ripiegare e raccordare con le boc-

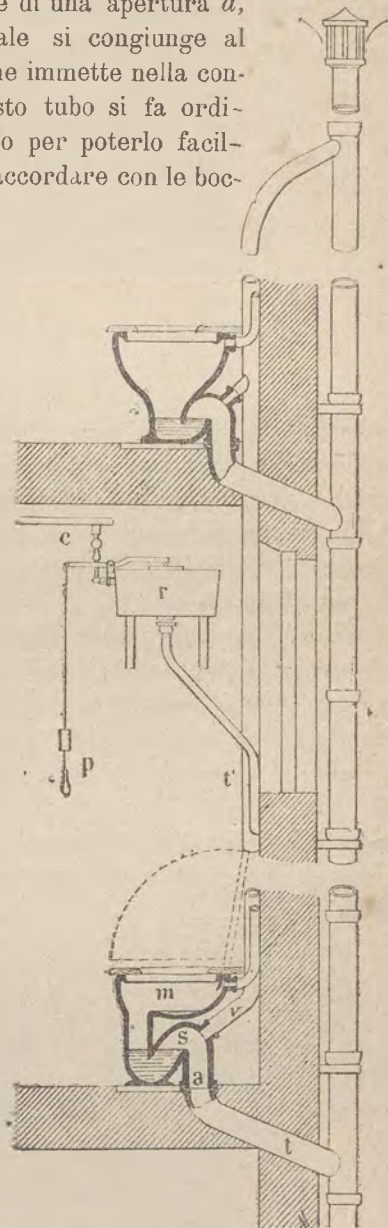


Fig. 1121.

che. La forma ovoidale del vaso è conveniente e preferibile per lo scopo al quale deve servire, più che non la forma rotonda degli altri sistemi. In

ve si ha la tubatura di ventilazione del sifone che si innalza verticalmente per ricevere i tubi analoghi dei sifoni soprastanti e quindi congiungersi alla condotta di scarico in un punto più elevato dell'ultimo sifone. In *m* il vaso offre una leggera cavità, dove si effettua una ritenuta d'acqua, della profondità di 2 a 3 centimetri; la presenza dell'acqua nel fondo del vaso ha lo scopo di isolare le materie che vi cadono ed agevolano la scarica all'atto in cui ha luogo il getto d'acqua per lavarlo

Il sedile è di tavola di noce verniciato, dello spessore di 3 cm. (fig. 1122) girevole a ribalta attorno due cerniere, di maniera che, aperto il sedile, si possa disporre della latrina per versare dell'acqua o per usarne come orinatoio. La sede abbassandosi si appoggia contro l'orlo del vaso con l'interposizione di

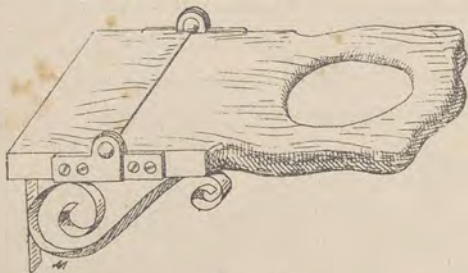


Fig. 1122.

cuscineti di caucciù per evitarne gli urti o meglio ancora si fa riposare sopra due mensole di ferro o di altro metallo incastrate nella parete del muro, in maniera da lasciare uno spazio di 1 a 2 cm. tra l'orlo del vaso e la tavola della sede, quando questa è chiusa.

Da un recipiente o vaschetta *v*, che funziona da deposito d'acqua, fissato in alto sulla parete, alimentata dalla condotta *c*, tirando la catenella *p*, che comanda una valvola, si diparte un getto facoltativo d'acqua, il quale, discendendo con violenza in apposito tubo *t*, si immette presso il bordo superiore del vaso con movimento a ventaglio di maniera da lavare tutta la parete interna e vuotare il bacino *m*.

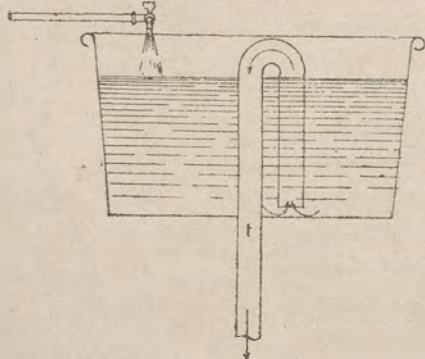


Fig. 1123.

La massa si riversa nel sifone *s* e respinge le materie nel condotto di scarico. È necessario che l'acqua, che si scarica dalla cassetta, abbia un volume di 10 litri circa, e non sia mai meno di 6 litri, e che la sua caduta si effettui in non più di 4 secondi. A tale scopo il condotto *t'* di scarico, che è di piombo

o di ferro, ha il diametro interno di 4 a 5 cm. e termina superiormente nella cassetta ripiegato a sifone.

Nelle cassette a getto automatico ad intervalli di tempo intermittente, l'alimentazione d'acqua della cassetta è fatta mediante un robinetto in modo continuo, ricavando l'acqua dalla cassetta di distribuzione. Il robinetto è regolato in maniera che la cassetta si riempie durante il tempo che separa una scarica dalla successiva della cassetta. Il sifone è fisso (fig. 1123) col suo braccio corto che termina poco al disopra del fondo della cassetta; il braccio lungo attraversa il fondo della stessa e finisce per mezzo del tubo *t* scaricatore nell'apparecchio della latrina. Allora quando l'acqua nella cassetta ha raggiunto un certo livello, una parte di essa penetra nel tubo discen-

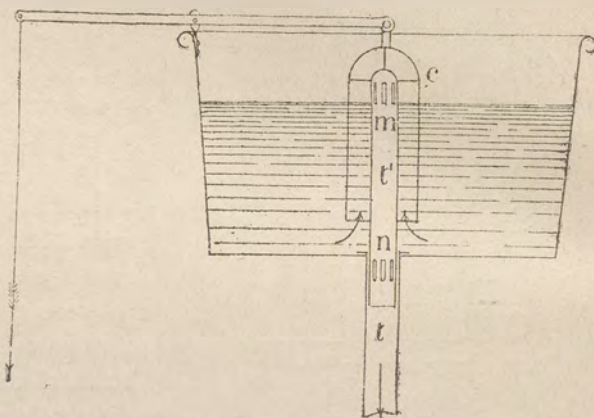


Fig. 1124.

dente *t*, produce una rarefazione nell'aria del sifone, che determina la chiusura del sifone medesimo e quindi la scarica repentina dell'acqua contenuta nella cassetta. Queste cassette a getto automatico sono di ghisa o di lamiera di ferro galvanizzato, e di solito si impiegano per i gruppi di latrine delle scuole, delle caserme, ecc.; esse hanno la dimensione di m. 0,20 × 0,30, × 0,25 circa, se servono per una sola latrina, per contenere circa 15 litri di acqua.

Nelle latrine per le abitazioni, il sifone delle cassette di lavatura si scarica per mezzo di un congegno a leva, il cui fulcro trovasi nel bordo della cassetta, e di una maniglia, congiunta alla leva per mezzo di una catenella, posta a portata di mano della persona che se ne serve, tirando, quando abbisogna operare la lavatura del vaso scaricatore. In queste cassette il rifornimento dell'acqua è fatto automaticamente, mediante un robinetto, che si apre, quando l'acqua della cassetta si scarica, e si chiude, per mezzo

di un congegno a galleggiante, quando l'acqua ha raggiunto nella cassetta un determinato livello. Per effettuare lo scarico dell'acqua contenuta nella cassetta il tubo *t* di scarico termina nel fondo della cassetta (fig. 1124), ed è tappato nella sua estremità

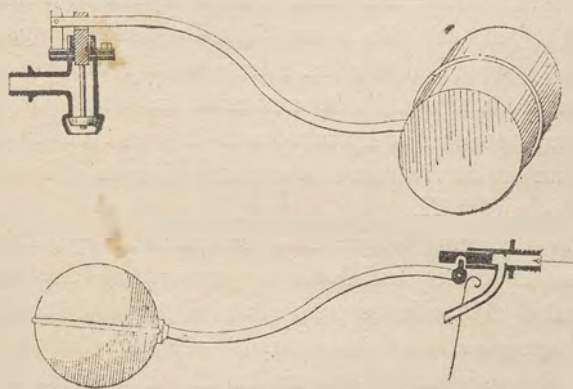


Fig. 1125.

superiore per mezzo di un corto tubo, *t*, che penetra esattamente nel primo con una estremità, mentre colla estremità opposta chiusa è solidale con una campana *c*, che lo avvolge ed il tutto è congiunto a snodo col braccio della leva opposto a quello a cui si attacca la catenella con la relativa maniglia. Il tubo corto porta due ordini di feritoie, uno *m* in testa, ed uno *n* in basso, di maniera che quest'ultime essendo internate nel tubo *t*, impediscono l'accesso dell'acqua nel medesimo. Se per poco, però, sollevando la leva, le feritoie *n* si innalzano, fanno penetrare l'acqua della cassetta nel tubo di scarico *t*, determinando la rarefazione nell'aria della campana e la conseguente scarica repentina dell'acqua della cassetta attraverso lo spazio compreso tra la campana e il tubo corto e le feritoie superiori *m*.

I robinetti automatici a galleggiante, che riforniscono d'acqua la cassetta, hanno la forma che si vede rappresentata nella fig. 1125. Questi meccanismi in generale consistono in una piccola leva, ad un braccio della quale è congiunto rigidamente un galleggiante sferico o cilindrico di lamiera sottile di ottone; coll'estremità opposta la leva apre o chiude un orificio o una valvola per la quale l'acqua della condotta di distribuzione si versa nella cassetta. Quando il livello dell'acqua nella cassetta raggiunge una determinata altezza, il galleggiante, innalzatosi con esso, chiude la valvola; quando l'acqua della cassetta si scarica il galleggiante ridiscende e la leva apre la valvola di rifornimento.

Sovente nel gabinetto medesimo della latrina, oltre all'apparecchio scaricatore delle materie solide, si impianta un apparecchio analogo per smaltire le urine e che chiamasi *orinatoio*. Questo di solito consiste in un vaso a forma di nicchia, terminato inferiormente in un bacino ovoidale, munito nel fondo di orificio, che lo mette in comunicazione col tubo di scarica delle urine (fig. 1126). Un vaso per orinatoio ha un'altezza di 40 a 50 cm. e si colloca a circa m. 0,60 dal suolo. Si fabbricano questi vasi in maiolica smaltata a parete bianca liscia ovvero ornata con risalti o con fiorami a colori in maniera da armonizzare, quando si hanno esigenze estetiche con la forma ed il colore dell'apparecchio della latrina (fig. 2 tav. LXX).

La fig. 1126 rappresenta anche il particolare in sezione di un impianto di orinatoio e la fig. 1127 la vista di un impianto simile per un gruppo di orinatoi. Il bacino del vaso dell'orinatoio è ricurvo in maniera da effettuare una ritenuta d'acqua, la quale arresta le emanazioni del condotto e viene rinnovata mediante un getto automatico, quando l'impianto è mul-

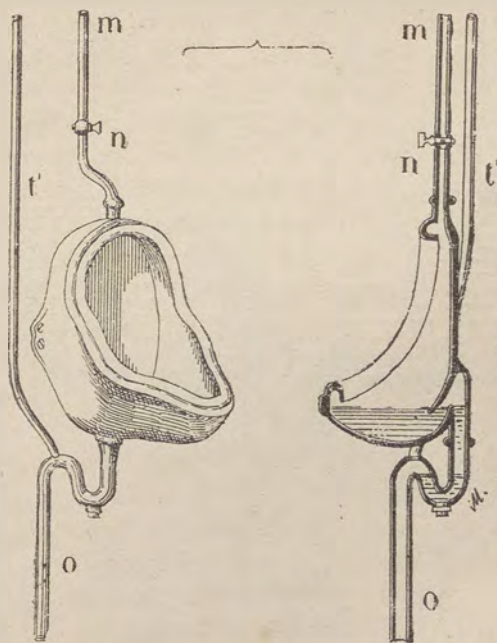


Fig. 1126.

tiplo, o per mezzo di un robinetto manovrabile a mano, quando trattasi di un solo orinatoio. Nella prima figura si ha in *m* il tubo di rifornimento dell'acqua, in *n* un robinetto di arresto che si apre tutte le volte abbisogna rinnovare l'acqua nell'ori-

natoio. È buona norma, inoltre, munire il condotto di scarico *o* di chiusura idraulica e di ventilare mediante un tubetto *t'*, questo sifone. Nella fig. 1127 si

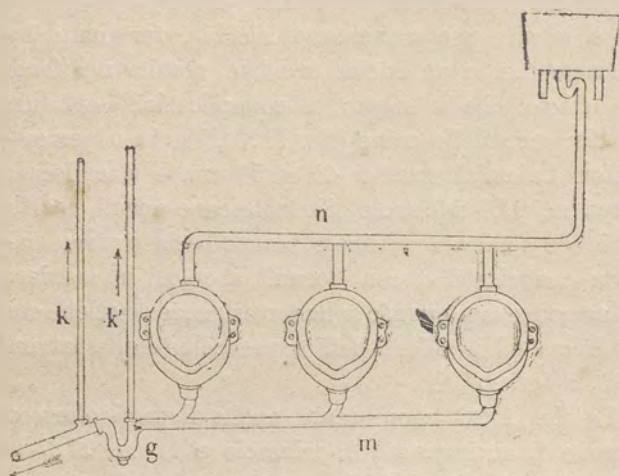


Fig. 1127.

ha in *kk* i tubi di ventilazione della condotta di scarico e del sifone *g*, in *m* la condotta di scarico del gruppo degli orinatoi, in *n* la condotta di scarico della cassetta di lavatura a getto automatico.

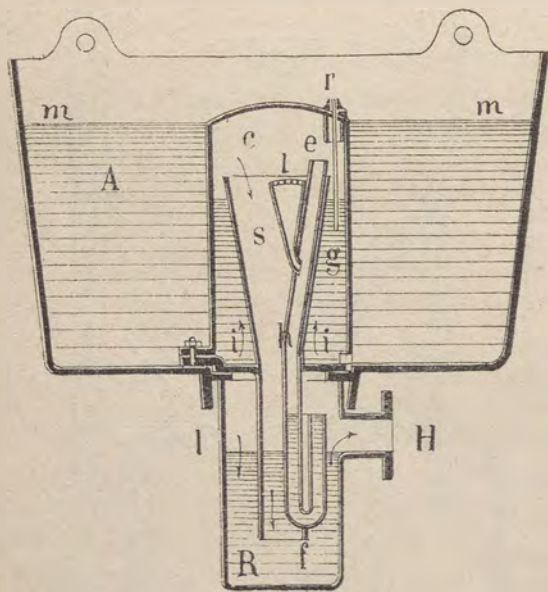


Fig. 1128.

Una cassetta di questo genere indicata per i gruppi di orinatoi o di latrine con meccanismo a campana si vede rappresentato con sezione nella fig. 1128. Questa cassetta consta del recipiente *A*, di un sifone *s* con vaso di ritenuta *R* alla base, di una campana *c* che copre il braccio *s* del sifone ed è fissata al fondo del recipiente, di un tubo regolatore *rg* ed

infine di un sifone *chf* sussidiario del grande sifone. Il livello di ritenuta *l* è costante. Un robinetto più o meno aperto, in proporzione dell'intervallo di tempo che separa due getti consecutivi, alimenta il serbatoio *A*. L'acqua giunge nel recipiente e per gli intervalli *I*, lasciati fra i piedi della campana ed il fondo di *A*, penetra allo stesso livello nella campana. Quando però il livello ha oltrepassato l'orifizio inferiore del tubo *rg*, l'aria contenuta in *c* non può oltre fuggire e si comprime finchè la pressione di essa fa d'un tratto riversare la ritenuta d'acqua *hfh* prima in *l* e poi in *H*.

Ciò avvenuto, l'aria della campana sfugge attraverso il sifone sussidiario e permette all'acqua di elevarsi al livello esterno *mm*, sicchè si determina il riversamento a piena sezione nel sifone *s*, donde l'acqua passa in *R* e poscia in *H*, ed il serbatoio si vuota senza interruzione. Attraverso una piccola lamina bucherellata *l*, durante il riversamento del sifone *I* si rinnova la ritenuta d'acqua nel sifone sussidiario occorrente per la successiva azione del serbatoio. L'aria infine rientra sotto la campana nello stesso tempo attraverso il tubo regolatore *rg*.

§ 8.

L'IMPIANTO DEI LAVAMANI.

I lavamani si dispongono sovente nei gabinetti della latrina o in quelli da bagno, talvolta anche nelle stesse camere da letto, negli uffici, negli studi, ecc. Le parti principali che costituiscono un lavamani sono: la *provvista* dell'acqua, il *catino* che serve per la lavatura, e la *condotta di scarico*.

La *presa* e la *provvista* dell'acqua in un lavamani si pratica (fig. 1129), come per le vaschette degli acquai, derivandola dalla colonna montante o dalla condotta di distribuzione, mediante un tubo di diramazione, e facendolo affluire nel catino per mezzo di un robinetto, che può essere a maschio o a valvola; più spesso però a chiusura automatica, provvisto cioè di un pomo di vetro o di porcellana o di un semplice bottone metallico, che, compresso, apre la valvola e fa defluire l'acqua; abbandonato, chiude l'orificio di passaggio del rubinetto automaticamente per l'azione di una molla.

Il becco dei robinetti da lavamani è foggiato a *collo di cigno* (fig. 1130) per non riuscire incomodo a chi fa uso del lavamani, ovvero è fatto a braccio

snodato, come nella fig. 1129, di maniera che, quando questo è disposto in direzione normale alla parete, apre il foro di passaggio del rubinetto e l'acqua scorre attraverso il braccio a snodo e si versa nel lavamani a filetto unito ovvero, se il braccio termina con un piccolo pomo sfiorato, sotto forma di pioggia per evitare gli spruzzi di un getto unito troppo forte. Quando il braccio è girato, a destra o a sinistra, e disposto parallelamente alla

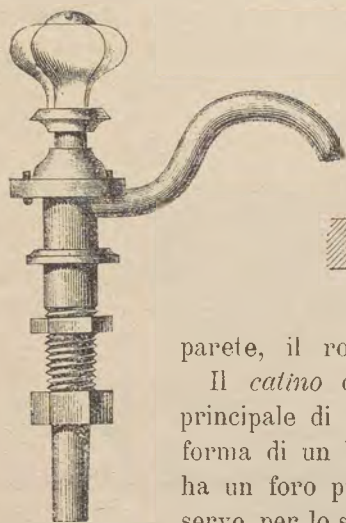


Fig. 1130.

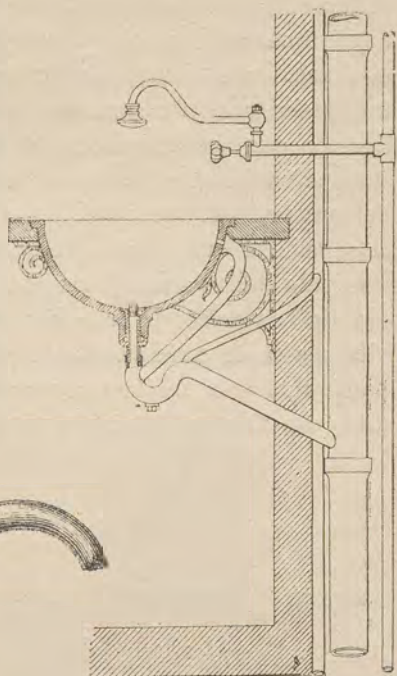


Fig. 1129.

parete, il rubinetto resta chiuso.

Il *catino* o *catinella* è la parte principale di un lavamani, ed ha la forma di un bacino nel cui fondo si ha un foro provvisto di valvola, che serve per lo scarico dell'acqua. Il catino si può fare di lamiera di zinco,



Fig. 1130 a.

di ferro smaltato o nichelato e di alluminio, ma più sovente si fa di porcellana o di maiolica smal-

tata, talvolta con ornati e fiora colori (fig. 1 tav. LXX) quando esso deve armonizzare col disegno e coi colori degli altri apparecchi della latrina o del bagno. Presso l'orlo superiore il catino è provvisto di un orificio sfioratore, per mezzo del quale l'acqua che in esso si versa può defluire prima di giungere all'altezza dell'orlo superiore del medesimo. Al catino

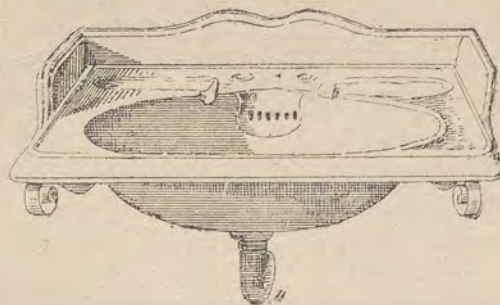


Fig. 1131.

si unisce una tavola di marmo sostenuta da mensole, quando il catino è destinato a rimanere in vista (fig. 1129); spesso il catino si rinchiude in un mobile



Fig. 1132.

speciale di legno, ricoperto superiormente di lastra di marmo (fig. 1130 a) con le tavole di sponda pure di marmo, allo scopo di evitare che gli spruzzi dell'acqua insudicino le pareti. Le catinelle di porcellana più eleganti hanno le tavole delle sponde solidali col catino, che può essere sostenuto da mensola

(fig. 1131), come da gambe tornite di legno verniciato o di ferro nichelato (fig. 1132).

Una disposizione comoda, specialmente dal punto di vista igienico è quello riportato dalla fig. 1133, nella quale il catino non è fisso, ma è girevole a bilico,

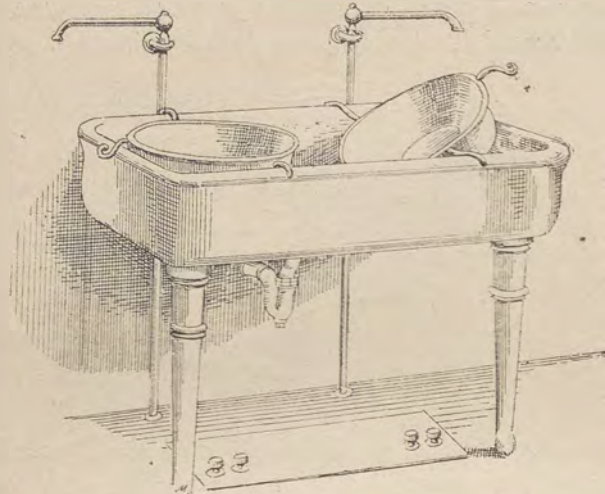


Fig. 1133.

attorno un perno, per cui si vuota girandolo attorno il medesimo. L'acqua si scarica in un recipiente a vaschetta od a forma di catino più grande del quale defluisce per il condotto di scarico.

In generale nella condotta di scarico bisogna prendere assolutamente le stesse precauzioni che si pren-

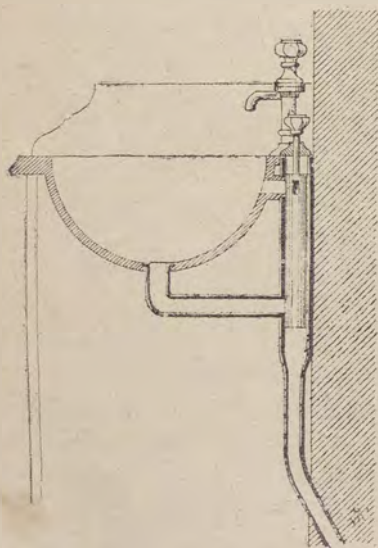


Fig. 1034.

dono per le installazioni degli orinatoi; bisogna, cioè, intercettare a mezzo di sifoni le emanazioni dei condotti di scarico della fognatura. Il tubo di scarico del catino è di piombo o di ferro del diametro interno di 4 a 5 cm. e si attacca al fondo del catino mediante l'apertura a valvola di cui questo è provvisto nel suo fondo e coll'inter-

mezzo di un sifone provvisto sul dorso inferiore di tappo a vite per poterlo ripulire (fig. 1129) e di una apertura del dorso superiore per congiungerlo al tubo di ventilazione. La valvola di scarico ha forma di turacciolo, è di

ottone e si manovra per mezzo di una catenella metallica fissata alla lastra della toeletta. In sostituzione della catenella, che è incomoda, e difficilmente si può mantenere sempre pulita, si adopera talvolta la chiusura riportata dalla fig. 1134 con sezione. Secondo questa figura il catino è provvisto di apertura di scarico che rimane sempre aperta e comunica col tubo della condotta mediante una valvola a tubo cilindrico che si manovra col bottone di cui è sormontato, situato nella tavola del lavamani in prossimità del rubinetto di presa dell'acqua. Alzando il bottone, si solleva il tubo che è compreso in una porzione verticale della canna di scarico, cosicchè si apre la via dello scarico. Il tubo interno ha poi la sua cavità messa in comunicazione, mediante lo spazio fra i due tubi e la feritoia superiore di cui esso è munito, con l'acqua del catino; così questa non può ele-

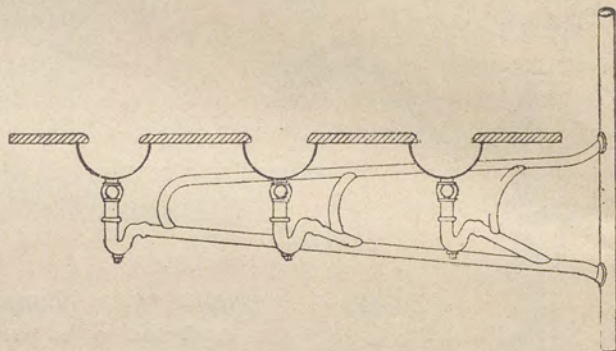


Fig. 1135.

varsi al di sopra del livello della feritoia, che agisce da sfioratore.

Nella fig. 1135 diamo infine la disposizione della condotta di scarico e dei relativi condotti ventilatori dei sifoni per un impianto di un gruppo di lavamani, quale comunemente si pratica negli ospedali, nelle caserme, nei manicomi, nelle prigioni, ecc., allora quando in una sola stanza, cioè, si collocano molti catini, perchè i ricoverati vi si possano lavare.

§ 9.

L'IMPIANTO DELLE TINOZZE DA BAGNO.

La tinozza da bagno si colloca di solito in uno stanzino speciale in vicinanza delle camere da letto, non molto distante dal gabinetto della latrina per potere con maggiore opportunità disporre la condotta di fornitura dell'acqua e quella di scarico, ciascuna delle quali può essere una sola per entrambi i locali.

Talvolta la latrina si colloca anche nella stanza da bagno, quando però essa è pulita e bene garantita dalle infiltrazioni dei gas mefitici della fognatura.

Un completo gabinetto da bagno quindi comprende oltre la tinozza da bagno, l'apparecchio riscaldante l'acqua del bagno, la doccia, il lavamani, il vaso della latrina, un orinatoio ed uno o due sedili. Si fa grande al minimo m. $1,60 \times 2$ e si rivestono le pareti, fino all'altezza di m. 1.50 circa, con intonaco lucido o con piastrelle smaltate o con lastre di marmo. Il pavimento deve essere impermeabile e rivestito di lastre o di quadrelli di marmo o con piastrelle smaltate o

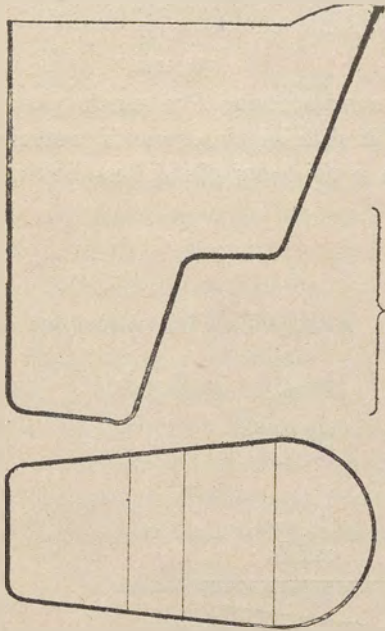


Fig. 1036.

di cemento, acclive verso il punto dove è collocato un chiusino per lo scarico delle acque che vi si possono casualmente versare.

Una tinozza da bagno comprende oltre la tinozza propriamente detta, la presa e la provvista dell'acqua calda e dell'acqua fredda, e la condotta di scarico dell'acqua contenuta nella tinozza.

La forma della tinozza varia secondo tipi diversi studiati principalmente per la comodità di somministrare il bagno a persone sane o sofferenti. Il modello di cui è data la pianta e la sezione schematica nella fig. 1134 ha il vantaggio di collocare la persona nel bagno come seduta su una comoda sedia; allo scopo di facilitarne l'introduzione si munisce la vasca di due manubri, uno appeso al soffitto e l'altro infisso nella parete del camerino lateralmente alla tinozza.

L'altro modello di cui alla fig. 1137 permette l'adagiarsi della persona colle gambe orizzontali ed

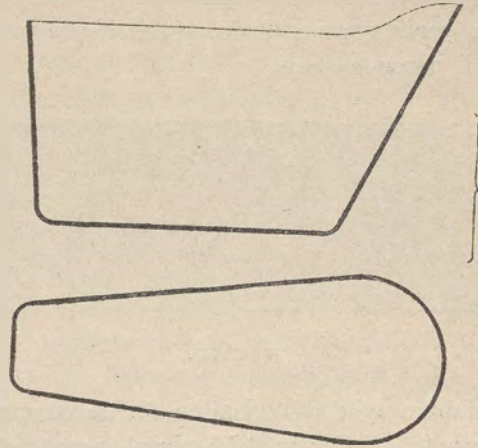


Fig. 1137.

il tronco leggermente inclinato all'indietro, posizione comoda che permette bagni lunghi. Il modello dato

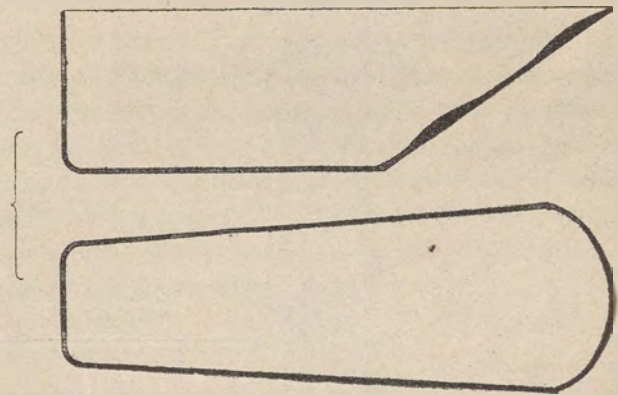


Fig. 1138.

dalla fig. 1138, detto *vasca fisiologica*, segue le forme del corpo umano nella sua parte dorsale, permetten-

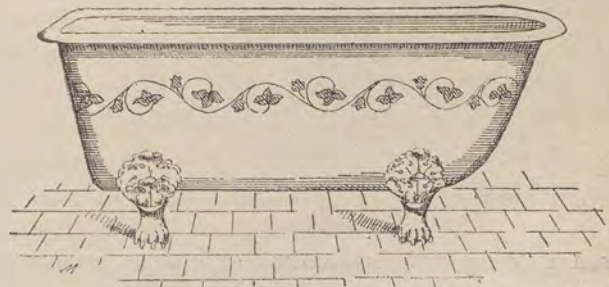


Fig. 1039.

tendone l'adagiarsi in posizione perfettamente distesa. Il vantaggio grandissimo di questa vasca per rispetto alle altre è quello di non stancare menomamente il bagnante, stando questo completamente ap-

poggiato. Questi modelli però sono comunemente impiegati negli stabilimenti balneari per la cura di bagni medicati, raramente nelle case di abitazione dove il bagno serve quasi esclusivamente per la pulizia del corpo di persone sane.



Fig. 1140.

La tinozza nelle abitazioni ha forma comunemente allungata (m. 1,65 per 0,50 circa), arrotondata alle due estremità, talvolta più in quella contro la quale il bagnante appoggia la schiena (fig. 1139), le pareti

tinozze però presentano l'inconveniente di raffreddare presto l'acqua calda del bagno per la grande quantità

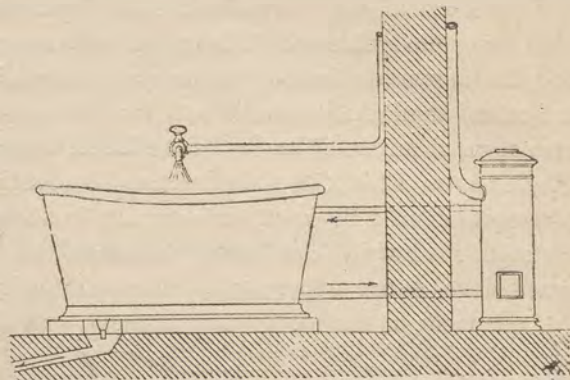


Fig. 1141.

di calore che assorbono. Per questo motivo ed anche dal punto di vista igienico, sono da preferirsi le tinozze metalliche e nei bagni più di lusso le tinozzedi maio-

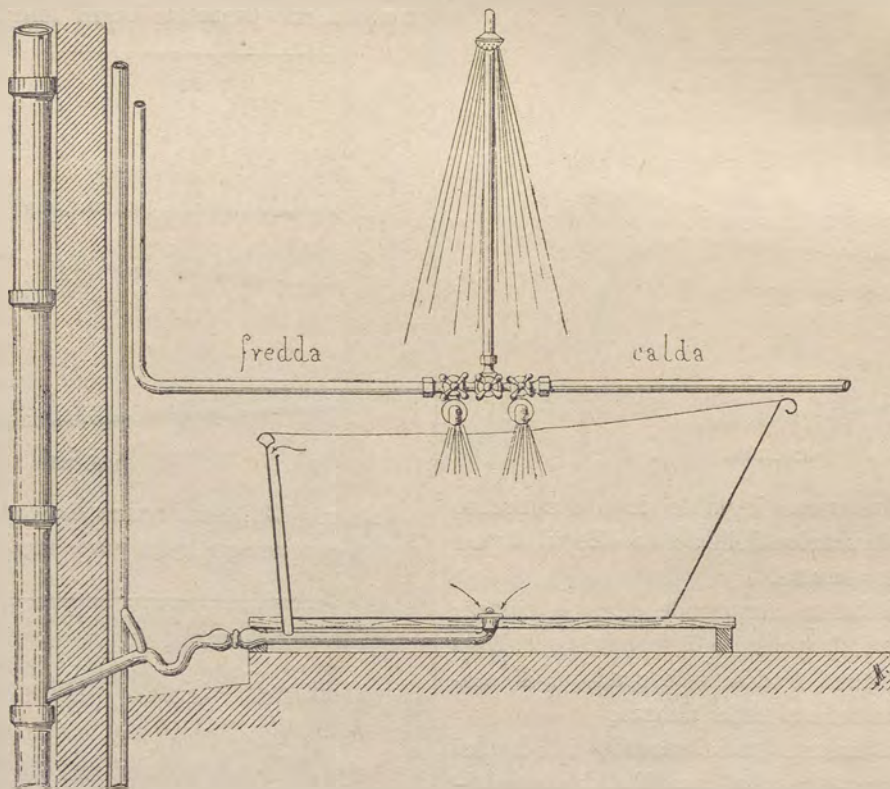


Fig. 1142.

sono inversamente inclinate e terminano superiormente con un bordo arrotondato.

Le tinozze si costruiscono di lamiera di zinco o di ferro, in quest'ultimo caso si smaltano in bianco, uso porcellana, od a finto marmo; più di sovente si fanno le tinozze di marmo o di conglomerato artificiale con cemento idraulico e scheggie di marmi colorati; queste

lica, le quali facilmente si possono mantenere pulite.

Come nei catini dei lavamani e nelle pilette delle cucine, anche nelle tinozze da bagno, per impedire che l'acqua si eleui al disopra di un determinato livello, si dispone un orificio sfioratore provvisto di un tubo che lo mette in comunicazione con la condotta di scarico.

Sul fondo la tinozza è munita di un'apertura di scarico provvista di valvola a forma di turacciolo di ottone, che si manovra dall'esterno per mezzo di una catenella alla estremità della quale è attaccata la valvola. Le tinozze si mettono in opera collocandole sul pavimento del gabinetto da bagno, se sono di marmo, o col fondo un poco sollevato dal pavimento se sono di metallo, per cui queste si provvedono di 4 pieducci coi quali si appoggiano sul pavimento. Il fondo delle tinozze si dispone un poco declive verso l'apertura di scarico e quando le tinozze sono di lamiera, si rinforza il fondo perchè questo non si pieghi sotto il peso dell'acqua contenuta nella tinozza.

Negli stabilimenti balneari, talvolta, le tinozze si collocano approfondendole nel pavimento dello stanzone, tal'altra si fanno in muratura con rivestimento di lamiera di piombo saldate fra di loro e ricoperte con piastrelle di maiolica o di cemento; in questo caso si provvedono di uno o due gradini per accedere al bagno con maggiore facilità.

La presa dell'acqua per le tinozze si fa mediante diramazione della colonna montante o mediante la tubatura di distribuzione proveniente da apposito serbatoio. Il tubo di provvista dell'acqua di piombo o di ferro ha il diametro di 15-20 mm. e mette capo, di solito, a 3 chiavi che si collocano nella parete del muro in prossimità della tinozza (fig. 1140). La prima

di queste chiavi serve per introdurre acqua fredda nella tinozza, la seconda per mettere in azione la doccia e la terza per introdurre nella tinozza l'acqua calda. Questa si ottiene scaldando l'acqua fredda mediante una stufa a gas situata in prossimità della tinozza. Talora l'acqua fredda della tinozza è avviata nella stufa e quindi trasmessa nella tinozza in modo continuo, per effetto di diminuzione di pressione in virtù dell'azione del calore, nella stessa guisa con cui si effettua la circolazione dell'acqua nei termosifoni (fig. 1141); in questo caso si evita la disposizione della terza chiave per l'acqua calda, perchè questa arriva nella tinozza mano a mano che viene riscaldata nella stufa.

La condotta di scarico si unisce alla tinozza mediante l'apertura a valvola praticata nel fondo della medesima. Questa condotta si fa generalmente di piombo del diametro interno di 45-50 mm. e prima di immetterla nella condotta di scarico della fognatura, si munisce di un sifone per intercettare i gas mefitici della fognatura. Questo sifone porta saldato sul dorso superiore un piccolo tubo che ne mette in comunicazione la cavità con la canna verticale di ventilazione della fognatura che si eleva fino al tetto. La fig. 1142 mostra l'impianto di una tinozza da bagno con la condotta di provvista d'acqua e quella per lo scarico dell'acqua della tinozza.

CAPITOLO III.

I PARAFULMINI

§ 1.

LE GENERALITÀ.

I *parafulmini* sono apparecchi speciali che si installano sul colmo dei tetti e delle cuspidi allo scopo di preservare gli edifici sottostanti dallo scoppio della folgore. Inventati e costruiti per la prima volta a Filadelfia da Franklin nel 1760 ben tosto si generalizzarono in Francia ed in Germania dove subirono quei perfezionamenti secondo i quali oggidi si applicano anche presso di noi, per opera di quei fisici, come Leroy, Gay-Lussac, ecc., che si sono occupati in ispecial modo dell'elettricità dell'atmosfera.

Un parafulmine si compone di tre parti essenziali e cioè dell'*asta*, del *conduttore* e della *comunicazione col suolo*. L'insieme di queste parti costituisce un corpo maggiormente conduttore del fabbricato sul quale il parafulmine si applica, per cui la disperzione dell'elettricità del *suolo* si effettua di preferenza attraverso il parafulmine, risparmiando così il fabbricato.

Perchè un parafulmine, però, produca l'effetto desiderato, deve essenzialmente soddisfare alle seguenti condizioni: *a)* che la sua punta sia abbastanza acuta e tuttavia abbastanza resistente per non essere spaccata dal colpo della folgore; *b)* che la corda metallica, che funziona da conduttore, comunichi perfettamente col suolo; *c)* che dalla punta superiore fino all'estremità inferiore del conduttore metallico non vi sia alcuna interruzione; *d)* che tutte le parti dell'apparecchio abbiano sufficienti dimensioni.

Che queste condizioni siano essenziali risulta dalle seguenti considerazioni. Se la punta del parafulmine non è acuta, la sua azione riesce notevolmente af-

fievolita; perchè questa si fonda sul potere che hanno le punte di scaricare l'elettricità del corpo, che ne sono provviste, poichè i parafulmini hanno lo scopo di prevenire lo scoppio del fulmine, scaricando sulle nubi l'elettricità contraria del suolo. Se la punta non fosse acuta sarebbe attratta sull'asta, per l'azione delle nubi temporalesche, una grande quantità di elettricità, formandosi come un serbatoio il quale attirerebbe il fulmine anzichè scongiurarlo. Se poi il conduttore non comunica perfettamente col suolo o presenta difetti nella continuità, riescirebbe ancora più pericoloso, anche nel caso in cui non sia colpito dalla folgore, perchè l'influenza dell'elettricità meteorica farebbe sempre concentrare una grande quantità di elettricità sulla parte di conduttore imperfettamente isolato ed allora le scintille, che potrebbero scoccare con facilità fra le due parti del conduttore, danneggerebbero sicuramente i corpi vicini, infiammandoli o rovinandoli con rischio, che può riuscire anche grave, della stabilità dell'edificio. È necessario poi che tutte le parti dell'apparecchio, per il suo buon funzionamento, non oppongano resistenza alcuna alla trasmissione dell'elettricità, e questa condizione non può conseguirsi, che assegnando alle parti medesime spessori e sezioni sufficientemente ampie.

§ 2.

LA ZONA DI PROTEZIONE DEI PARAFULMINI.

L'esperienza^f ha dimostrato che un parafulmine protegge dalla folgore una zona di terreno di ampiezza variabile col variare della lunghezza dell'asta

del parafulmine; più alta è questa, maggiore riesce la zona protetta.

La sezione fisica della Accademia di Scienze di Parigi avrebbe trovato che un parafulmine difende uno spazio di raggio eguale al doppio dell'altezza dell'asta. Veramente i pareri degli scienziati in proposito sono un poco disparati. Chapman, ad esempio, e Adams convengono invece che la zona circolare protetta abbia un raggio eguale all'altezza dell'asta del parafulmine; di modo che, stando agli uni ed agli altri, la zona protetta varia da un raggio eguale

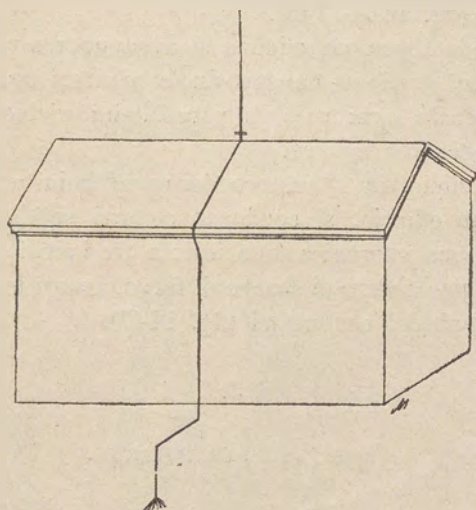


Fig. 1143.

a un raggio doppio dell'altezza dell'asta. Il costruttore quindi si regolerà secondo i casi, tenendo prin-

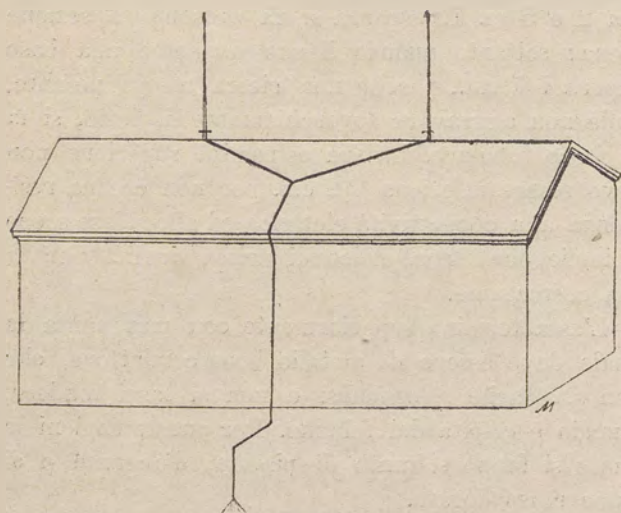


Fig. 1144.

cipalmente conto dell'altezza e del numero dei corpi di fabbrica di cui si compone l'edificio. Se questo è costituito da un sol corpo di fabbrica, della lun-

ghezza di 20 m., ad esempio (fig. 1143), basterà attenersi alle norme più late, adottando, cioè, un

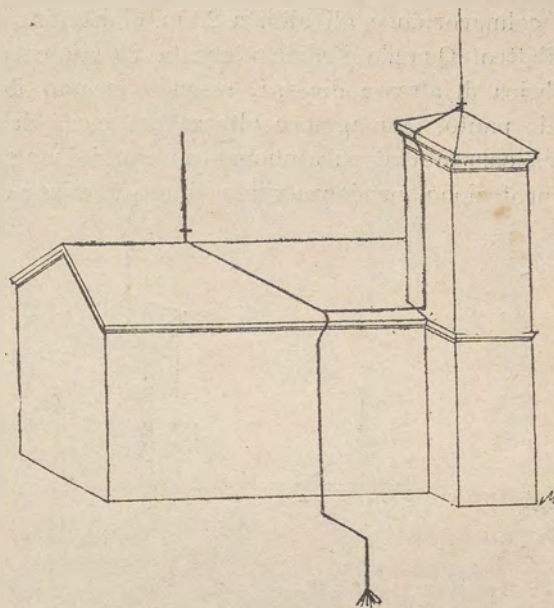


Fig. 1145.

parafulmine da collocarsi nel punto di mezzo del colmareccio, che abbia un'asta della lunghezza di 5

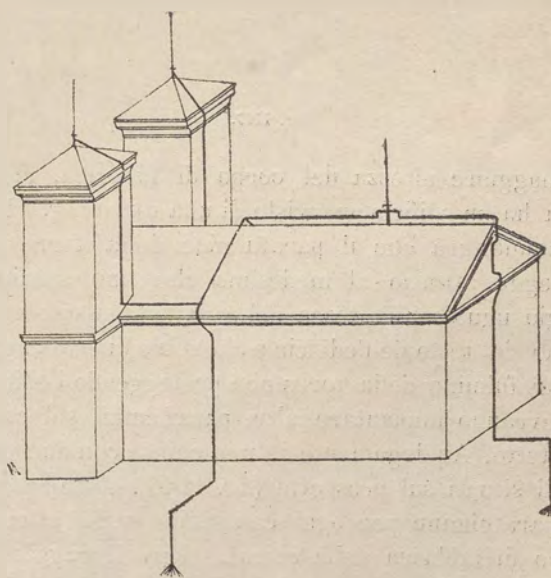


Fig. 1146.

od al più di 6 m. Se il corpo di fabbrica unico ha una lunghezza ancora maggiore, converrà, anziché adattare un'asta più lunga di 6 m., come si fece per il passato, con grave difficoltà a tenerla in piedi per l'azione dei venti, impiantare due o più parafulmini di lunghezza minore (fig. 1144) così che, se il corpo di fabbrica fosse di 100 m. di lunghezza,

basterà disporre sul colmo 5 parafulmini di 5 m. cadauno, di cui uno si colloca nel punto di mezzo del colmareccio e gli altri a 20 m. di distanza l'uno dall'altro. Quando l'edificio consta di più corpi di fabbrica di altezza diversa, essendo incerto fino a quale punto, la maggiore altezza dei corpi di fabbrica consenta al parafulmine un raggio maggiore di protezione, prudenza vuole tenere in minor conto

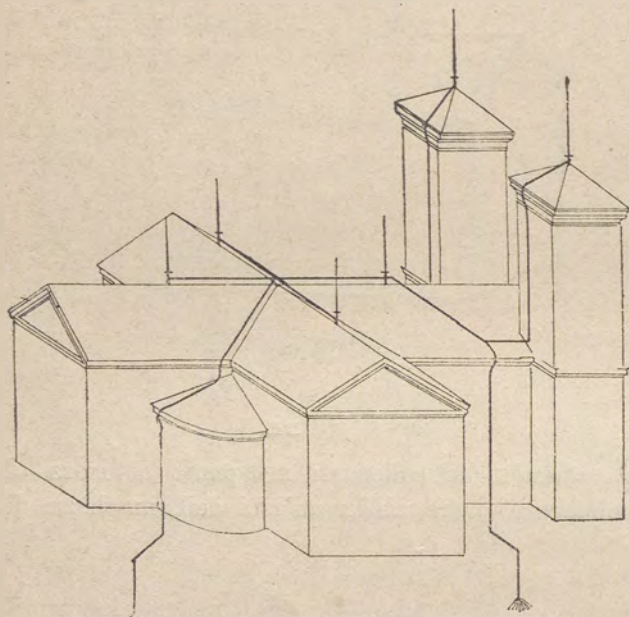


Fig. 1147.

la maggiore altezza del corpo di fabbrica, laonde se si ha un edificio provvisto di una torre (fig. 1145), si ammetterà che il parafulmine della torre non protegga attorno al medesimo che uno spazio di raggio uguale all'altezza del parafulmine rispetto al colmo del tetto dell'edificio e che oltre questo raggio, il parafulmine della torre non proteggendo l'edificio, si dovranno impiantare altri parafulmini sul colmo del tetto. Analogamente in una chiesa con due campanili situati sul prospetto (fig. 1146), si impianterà un parafulmine per ogni campanile e gli altri sul corpo di fabbrica della chiesa, oltre il raggio del campanile.

I conduttori dei parafulmini devono disporsi in maniera da mantenere intima la comunicazione tra l'asta del parafulmine ed il suolo; questa condizione si conseguirebbe certamente se ogni parafulmine fosse legato al suolo con un conduttore proprio. Questa disposizione però non è scevra di inconvenienti; fra l'altro si aumenterebbe il numero dei pozzi per l'immersione dei conduttori nel suolo, che

non è sempre facile provvedere. Per cui in pratica si cercherà sempre di condurre il fulmine, dall'asta del parafulmine al suolo, per la via più corta possibile. Conformemente a questo principio, quando si disporranno due parafulmini sopra uno edificio, dando loro un conduttore comune, ciò che basta infatti, si faranno concorrere in un punto sul tetto a eguale distanza dai due parafulmini, le porzioni dei conduttori che non possono essere comuni, ed a partire da questo punto un conduttore della stessa dimensione che per un solo parafulmine servirà ad entrambi (fig. 1144-1145).

Quando sopra un edificio si avranno tre parafulmini, sarà prudente dar loro due conduttori (fig. 1146). In generale ogni paio di parafulmini richiede un conduttore particolare.

Qualunque sia il numero dei parafulmini collocati sopra un edificio, si renderanno tutti solidali, stabilendo una comunicazione intima fra i piedi di tutte le aste per mezzo di sbarre di ferro, aventi le stesse dimensioni dei conduttori (fig. 1147).

§ 3.

L'ASTA DEL PARAFULMINE.

L'asta o *tige* è una sbarra di ferro di forma piramidale ovvero conica per resistere all'azione dei venti, con un diametro alla base corrispondente a $\frac{1}{100}$ circa della sua altezza, quando questa è compresa fra 2 e 5 m. La sbarra si fa di solito a sezione piena; soltanto quando il suo diametro alla base supera i 7 cm., perchè non riesca troppo pesante, onde non aggravare soverchiamente il tetto, si fa di ferro tubulare. La sua estremità superiore non deve essere inferiore a 2 cm. per non creare resistenza alla conduttività elettrica ed allo stesso scopo si impiegherà ferro dolce di prima qualità per la sua costruzione.

L'asta termina superiormente con una punta la quale deve essere di metallo buon conduttore, che non sia facile a ossidarsi e non si lasci fondere, quando è colpita dal fulmine. Per queste ragioni le punte si fanno soltanto di platino, d'argento o di rame rosso dorato.

Le punte di platino hanno il vantaggio di non ossidarsi e di essere meno fusibili; al contrario poi sono conduttori dell'elettricità in grado minore di quelle d'argento o di rame. L'argento è più con-

duttore del platino e del rame, lascia quindi disperdere più facilmente l'elettricità ed evita più degli altri metalli lo scoppio del fulmine; però il costo delle punte di argento è più elevato di quelle di rame. Queste non presentano che un solo inconveniente, quello cioè di ossidarsi facilmente alla loro superficie; il rame dorato alla galvanoplastica risponde invece a questa condizione essenziale.

La forma migliore della punta è quella conica avente 4 cm. di altezza e 2 cm. di diametro alla base. Il piccolo cono si può fare massiccio (fig. 1148 *a*) ovvero, per riuscire più economico nel caso dell'impiego dell'argento o del platino, si fa a modo di capsula conica (fig. id. *b*). L'unione fra le punte e l'asta deve essere fatta nel migliore modo possibile, per cui le punte a capsula richiedono una speciale abilità nell'operaio, perchè combacino perfettamente

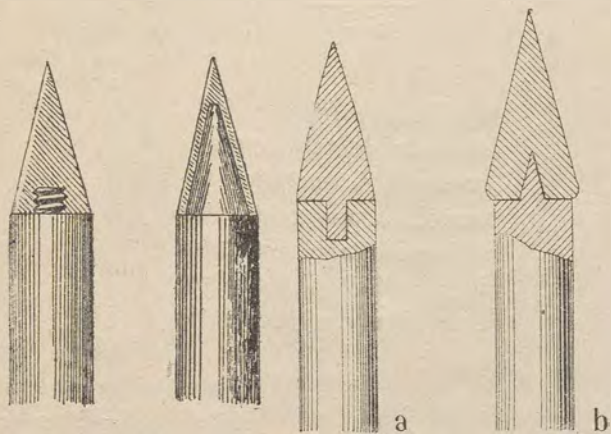


Fig. 1148.

Fig. 1149.

con la loro superficie interna all'asta di ferro, alla quale si saldano. Primieramente si usava quasi esclusivamente l'unione a vite, ora invece si adatta l'innesco forzato, che si può praticare in due modi e cioè: *a maschio* nella punta e *femina* nella spranga (fig. 1149 *a*) o viceversa a femina nella punta ed a maschio nella spranga (fig. id. *b*).

La fig. 1150 mostra due forme di punta molto adoperate; la prima è un lungo tronco di cono terminato da una oliva a cui segue una punta acutissima; la seconda è un cilindro terminato da un piccolo cono con angolo di apertura piuttosto grande per evitare la fusione della punta.

Il costruttore Buchin fece brevettare nel 1877 delle aste di parafulmini a sezione angolare e terminanti in una punta piramidale (fig. 1151); questa disposizione facilita il deflusso dell'elettricità; in uno

dei modelli di queste aste, gli spigoli sono divisi in un gran numero di punte piramidali, che aumentano ancora l'azione di disperdimento.

Il Perrot, allo scopo di aumentare la potenza del parafulmine, propose che alla punta unica, venisse

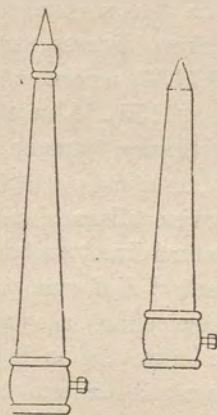


Fig. 1150.

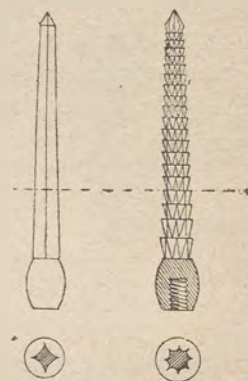


Fig. 1151.

sostituita una corona di punte (fig. 1152). Questa punta è adottata oggidi su vasta scala anche fra noi. Analoghi a queste sono i parafulmini sistema Grenet. Questi sono costituiti da un nastro di rame rosso della larghezza di 3 cm. e dello spessore di 2 mm., che percorre tutti i comignoli, provvista di punte di rame nei punti più salienti, e discendente fino al suolo forma anche il conduttore.

La tige si fissa sul fabbricato che deve proteggere, ovvero sul colmo dei tetti per mezzo di armature

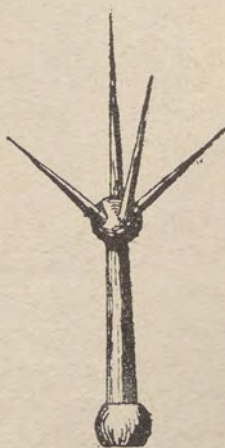


Fig. 1152.

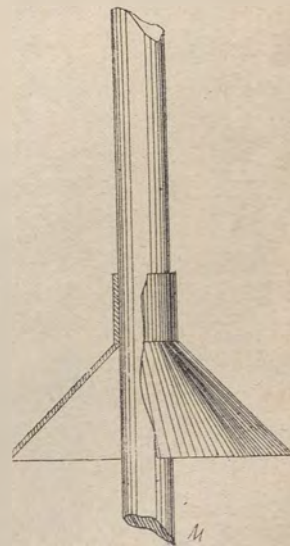


Fig. 1153.

di ferro speciali, di cui la forma varia secondo la struttura del tetto e la forma delle falde. Nella

base la tige porta saldato un cappelletto di lamiera di ferro zincato o di piombo, di forma conica (fig. 1153) che serve a impedire che l'acqua piovana penetri nel sottotetto attraverso la connessura. L'asta di ferro si vernicia a colore, onde preservarla dall'azione ossidante dell'aria e dell'acqua. La tige si può collegare al fabbricato in due maniere diverse, mediante torrino in muratura (fig. 1154) ovvero mediante spranghe metalliche (fig. 1155). L'unione mediante torrino in muratura si pratica quando il parafulmine deve congiungersi ad un muro maestro;

il torrino allora si fa in muratura di mattoni bene cementati di forma parallelepipedica a base quadrata di m. 0,50 di lato, sormontato da una lastra di marmo o di beola a cuspide dello spessore di 10 cm. La lastra porta un foro che si fa attraversare dall'asta del parafulmine, in corrispondenza di un foro lasciato nella muratura del torrino, nel quale si cola del cemento dopo aver posto in opera la tige; si cola quindi in ultimo

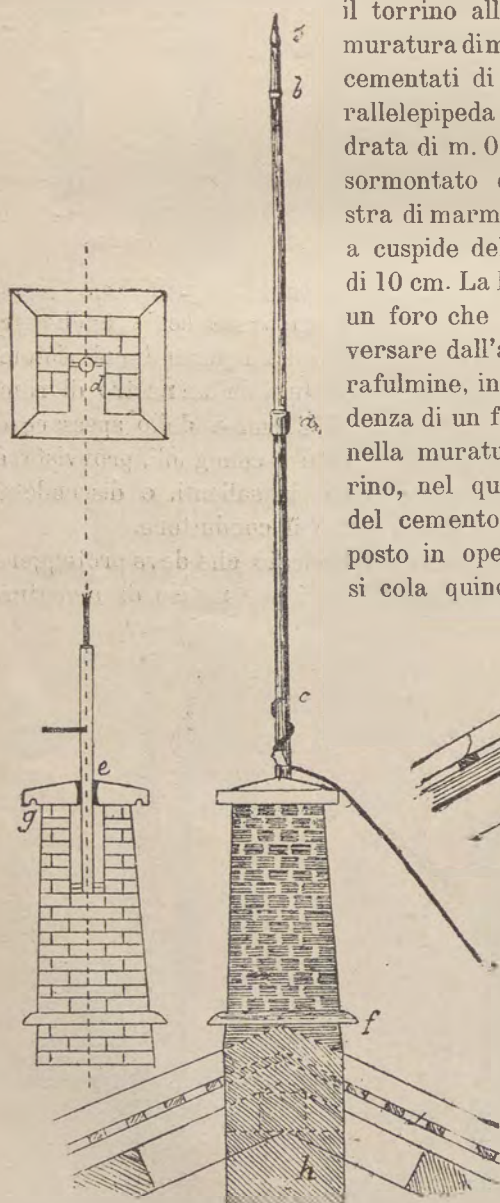


Fig. 1154.

spranghe di ferro si pratica quando la tige va collo-

cata all'armatura del tetto. La fig. 1155 fa vedere il modo di collegamento della tige col monaco di una incavallatura, mediante due piegatelli e un dado a vite, che serve a serrarla contro il piegatello inferiore. Nella figura 1156 si ha l'unione simile con spranghe di ferro e chiodi con lo spigolo di un cavalletto alla Mansard e la fig. 1157 l'unione, mediante dado a vite, col trave di colmareccio del tetto.

La pratica di isolare l'a-

sta del parafulmine dalla struttura del tetto, quando questo è di metallo, fissandolo a una colonnetta di legno o sopra una base di cristallo o di maiolica, è erronea, convenendo di

Fig. 1156.

più congiungere intimamente la tige e il tetto medesimo col suolo mediante il conduttore, evitando così i pericoli cui possono dar luogo due corpi conduttori separati.

I parafulmini si possono applicare bensì alle aste delle bandiere situate nelle torri; ba-

sterà a tale scopo prolungare il conduttore di pochi centimetri al di sopra del coronamento dell'asta; quando poi questa si fa di metallo si può collegare la punta direttamente all'asta al piede della quale si fissa il conduttore.

Nelle chiese i parafulmini si uniscono nel modo anzidescritto all'asta verticale della croce con la quale terminano sempre i campanili e le cupole, ed il conduttore si unisce al piede della croce stessa. Quando i campanili delle chiese hanno i castelli per le cam-

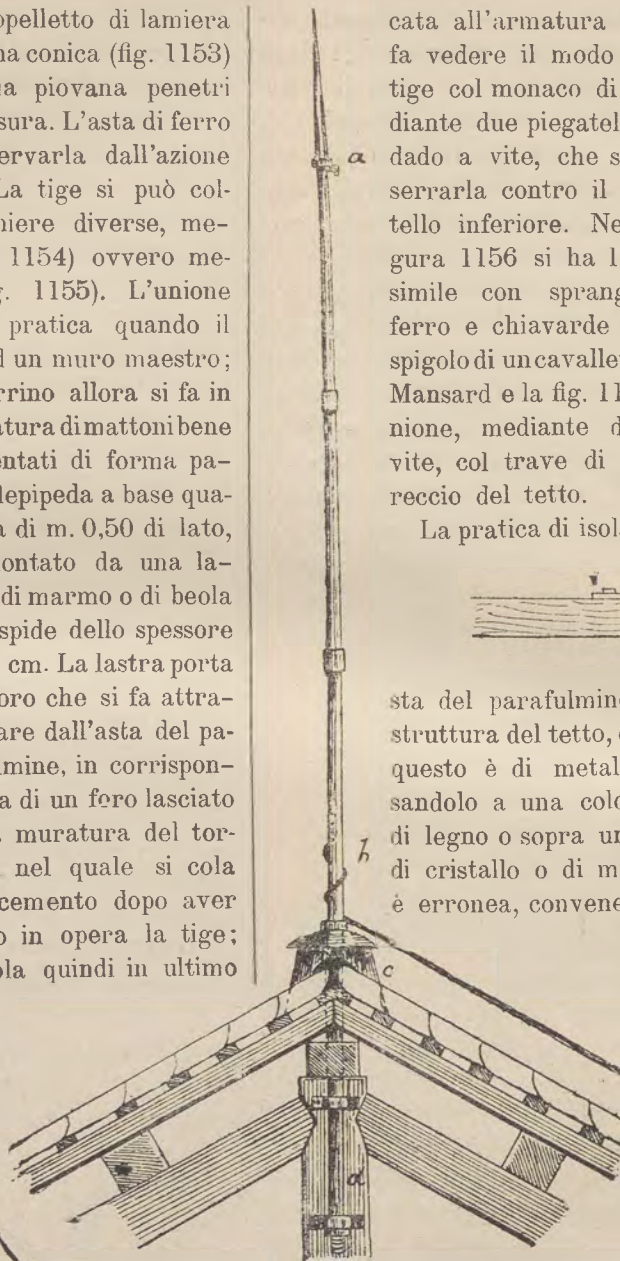


Fig. 1155.

pane costruiti in ferro converrà mettere in comunicazione col suolo per mezzo del conduttore oltre la tige, il castello e le campane.

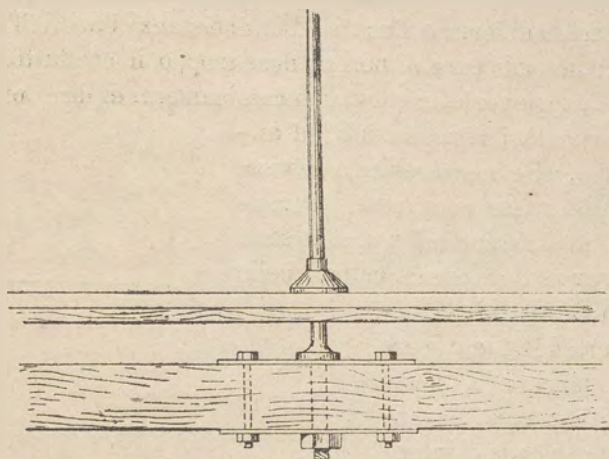


Fig. 1157.

Nei camini industriali la tige si fissa mediante un cavalletto di ferro ripiegato a U impiombato sul coronamento in pietra del camino (fig. 1158) e, se il camino è sprovvisto di detto coronamento, ed è tutto in muratura, mediante chiodi a vite con contropiacche (fig. 1159). Il conduttore si congiungerà al cavalletto mediante un pezzo di ferro a squadro, come fa vedere questa ultima figura, se lo si vuole preservare dall'azione corrosiva dei vapori solfurei del fumo. In questi casi la punta del parafulmine non si fa d'argento, perchè questo metallo è attaccato dai vapori acidi, ma bensì di rame dorato o di rame rosso sormontato di una punta di platino di 3 o 4 cm. di altezza. La disposizione a baionetta del parafulmine riportata dalla figura 1160 con collegamento mediante arpioni di ferro pare che non protegga efficacemente.

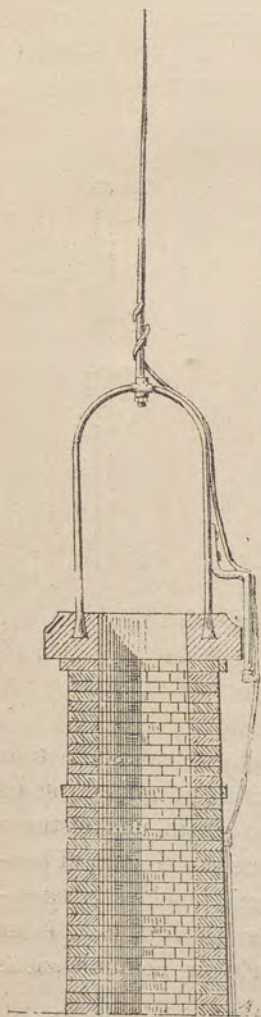


Fig. 1158.

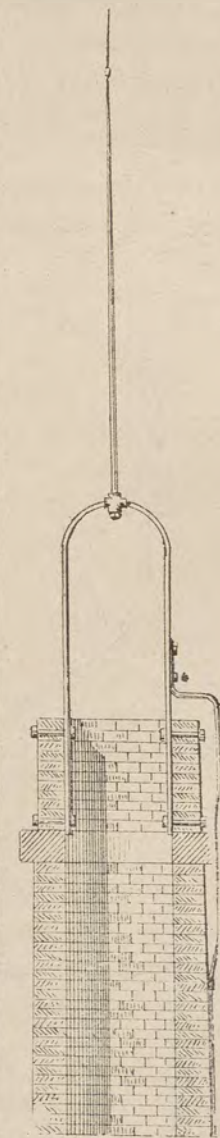


Fig. 1159.

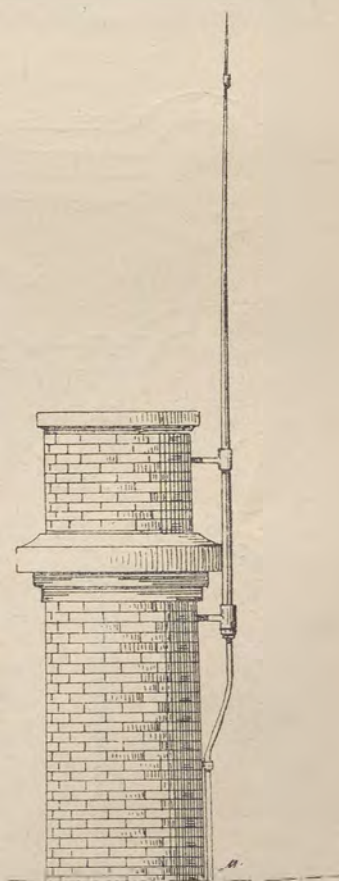


Fig. 1160.

§ 4.

IL CONDUTTORE.

I conduttori prima adoperati erano costituiti da sbarre di ferro a sezione quadrata o circolare del diametro di 13 mm. circa o sbarre di rame del diametro di 7 a 8 millimetri. Oggidì questi conduttori sono stati abbandonati e sostituiti da funi metalliche composte di fili di rame o di ferro, le quali, essendo più flessibili, sono più comode a collocarsi in opera. Si fanno le

funi con fili di rame del diametro di 2 a 2,5 mm. cadauno, intrecciati insieme in numero di 6 a 12 (fig. 1161). L'uso di fili di ferro zincato deve essere proscritto per gli impianti nelle città di mare, perchè il cloruro di sodio contenuto nell'aria di queste città ben presto attacca lo zinco e il ferro, danneggiando il conduttore; ad ogni modo essendo il ferro meno conduttore del rame il numero dei fili di ferro, per ottenere la stessa conduttività, dovrà essere di 18 a 28.

Il conduttore si unisce con la sua estremità alla base della tige per mezzo di morsetta a vite (fig. 1162) che serra ad un tempo l'asta e l'estremità del conduttore. Quando la tige è tubulare, il conduttore attraversa l'asta, penetran-

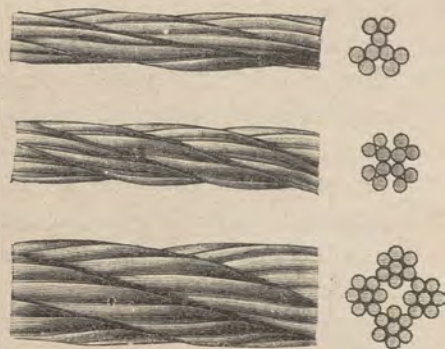


Fig. 1161.

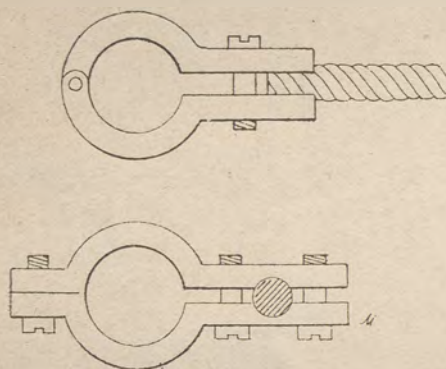


Fig. 1162.

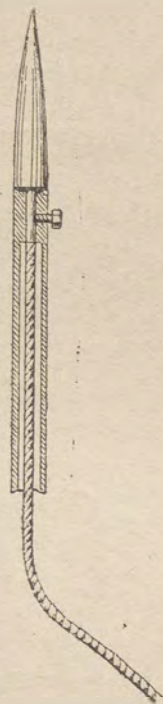
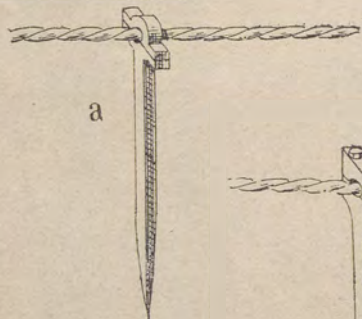
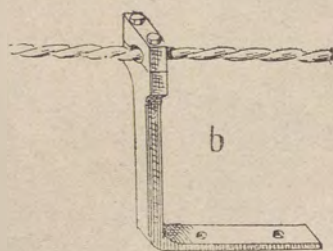


Fig. 1163.



a



b

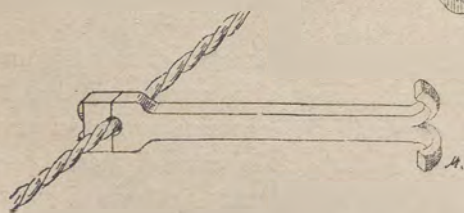


Fig. 1164.

do per una piastrella posta al piede della medesima, e si collega direttamente alla punta di rame del pa-

rafulmine mediante una vite (fig. 1163). Entrambi questi collegamenti si rendono più intimi con una buona saldatura di stagno. Al fine di mantenere il conduttore in una stabile posizione, lo si appoggia sopra supporti speciali di ferro collocati a 4 m. di distanza l'uno dall'altro, avendo cura di non tendere troppo il conduttore, e di ripiegarlo in curva nei cambiamenti di direzione, evitando i ripiegamenti ad angolo, che metterebbero in vista delle punte pericolose. I rapporti si fissano nel muro, se sono provvisti di punta, come quello indicato dalla figura 1164 a ovvero si murano a gesso nel muro, se terminano a coda di pesce (fig. id. c); quando si inchiodano alle travi del tetto terminano a piastra (fig. id. b).

Appena raggiunto il suolo il conduttore si ripiega obliqua-



Fig. 65.

mente fino a qualche metro di profondità, quindi si accompagna in trincea sopra un letto di *coke* ridotto a piccoli pezzi e costipato col mazzapicchio, allo scopo di aumentare la superficie di contatto col suolo e di impedire l'ossidazione del conduttore; quando si dispone in vicinanza di un pozzo o di una cisterna si immerge nell'acqua per un metro almeno di profondità (fig. 1165), facendo terminare la sua estremità con un *dispersore* o *perdifluido*, che è un apparecchio destinato a metterlo in comunicazione col suolo in maniera più rigorosa.

Il dispersore può essere costituito da una ancora

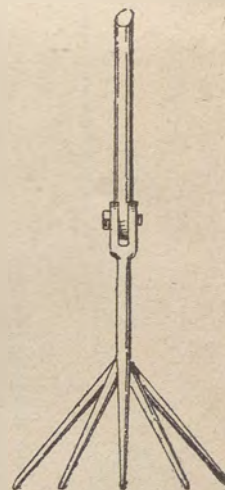


Fig. 1166.

di ferro galvanizzato a braccia multiple, della forma indicata dalla fig. 1166, ovvero da una lamiera me-

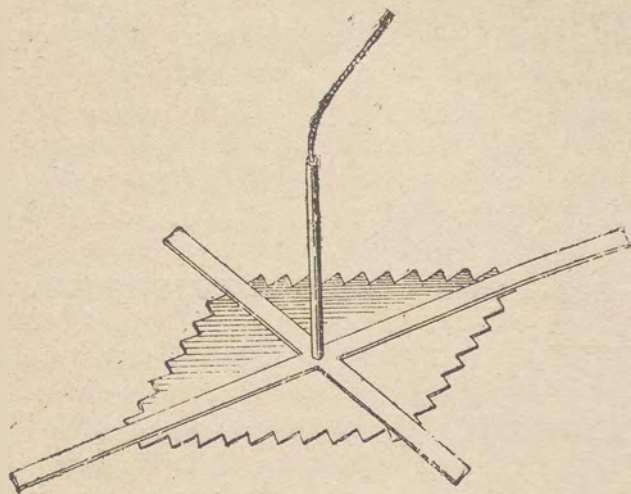


Fig. 1167.

tallica (rame, zinco, piombo) di m. 0,80 di lato al centro della quale si congiunge l'estremità del conduttore mediante buona saldatura (fig. 1167). La la-

stra metallica si fa terminare coi bordi spizzettao con punte, come mostra la figura, le quali aumentanti il potere disperdente.

Quando si ha in vicinanza delle condotte metalliche per il gas o per l'acqua, converrà collegare a queste i conduttori dei parafulmini. Quando non si ha a disposizione nè acque nè condutture metalliche, converrà scavare una fossa fino a ritrovare uno strato di terreno umido e quivi si seppellirà il dispersore. E se anche questo manca, come avviene nei terreni rocciosi, si supplirà alla poca conduttività del terreno scavando una fossa ampia 2 mq. e profonda un metro nella quale si seppellisce il dispersore fra due strati ben costipati di *coke* ridotto in frammenti minutissimi; in questo caso si assegnerà ai dispersori dimensioni doppie di quelle ordinarie e se è fatto di lamiera si salderanno due nastri dello stesso metallo in direzione delle diagonali, come mostra la fig. 1167, che si fanno sporgere uno o due metri ancora oltre gli spigoli per aumentare così la superficie di contatto.

CAPITOLO IV.

GLI APPARECCHI PORTA-VOCE E GLI APPARECCHI AVVISATIVI

§ 1.

II. PORTAVOCE.

Il portavoce impiegato nelle nostre abitazioni serve a trasmettere la voce fra due ambienti situati nel medesimo piano o in piani differenti anche a notevole distanza.

Questo apparecchio consiste in un semplice tubo terminato ai due capi mediante due imboccature provviste di fischietto, le quali funzionano l'uno come apparecchio trasmettente e l'altro ricevente. La legge, secondo la quale le onde sonore si trasmettono nello spazio sotto forma di sfere concentriche, non ha luogo nel caso di trasmissione del suono attraverso i tubi di piccolo diametro; quivi le onde sonore, guidate dalle pareti del tubo, si trasmettono nel senso longitudinale, lungo il tubo, anche a una distanza notevole senza che il suono si affievolisca sensibilmente. Esperienze fatte da Biot a Parigi attraverso una condotta di distribuzione d'acqua, lunga m. 951, condussero al risultato che la voce si indeboliva talmente poco, che fu possibile conversare a bassa voce da una estremità all'altra. Avviene il contrario nei tubi di grande diametro, laddove per le pareti molto estese e più lontane hanno luogo facilmente dei fenomeni di risonanza per cui la voce si sperde anche attraverso tubi non molto lunghi. Perciò il diametro interno del tubo è fissato dai pratici fra 16 e 30 mm. e poichè i tubi si fanno generalmente di metallo (ferro, zinco, piombo, rame) ed i metalli sono buoni conduttori del suono, perchè la voce non si indebolisca attraverso il tubo, converrà isolare questo dal con-

tatto delle altre parti metalliche della fabbrica e quando si hanno diversi tubi portavoce vicini l'uno all'altro, si sogliono isolare avvolgendoli con feltro o canape.

Quando la condotta può essere disposta nel muro, il portavoce si trova in migliori condizioni, perchè sono eliminate le sottrazioni alla intensità della voce dovute all'influenza degli agenti esterni, per cui di ordinario si preferiscono le condotte sotterranee a quelle aeree. Perchè le onde sonore non incontrino resistenza nella propagazione attraverso i tubi, si eseguiranno con cura le congiunzioni dei tubi, e si eviteranno i cambiamenti bruschi di direzione, preferendo i raccordi curvilinei a quelli angolari rettilinei, e soprattutto i cambiamenti di sezione.

I tubi si possono fare anche in caucciù specialmente per quelle parti che devono essere flessibili. In questo caso i tubi di caucciù si sogliono rinforzare mediante un rivestimento di tessuto di cotone, di lana o di seta.

L'imboccatura del portavoce consiste in un astuccio imbutiforme di legno duro o di metallo o di avorio (fi-

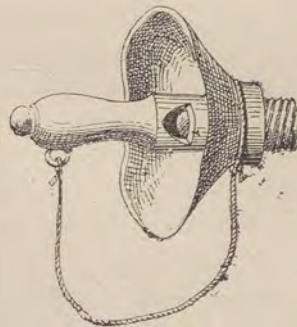


Fig. 1168.

gura 1168) munito di un fischietto, che ha forma di tappo, cosicchè mentre serve a chiudere l'estremità del tubo, può essere azionato dall'estremità opposta mediante un soffio. Il fischietto si appende al collo dell'imboccatura mediante una catenella. Quando si vuole servire del portavoce si toglie il fischietto dell'appar-

recchio trasmettente, e, avvicinando la bocca al medesimo, si soffia nel tubo; quindi si attende che la persona chiamata risponda, dopo avere levato il fischietto dell'apparecchio ricevente; allora si entra in conversazione ponendo cura alla stazione trasmettente di tenere vicino all'apparecchio la bocca ed alla stazione ricevente l'orecchio. Finita la conversazione si tappano le due imboccature coi relativi fischietti.

Il portavoce è molto comodo per trasmettere gli ordini negli alberghi, negli stabilimenti, per mettere in comunicazione il portiere cogli inquilini dei diversi appartamenti di una casa, ecc. e per quanto il telefono oggi giorno è applicato diffusamente, in determinati casi il portavoce non può essere vantaggiosamente sostituito da questo apparecchio.

§ 2.

IL TELEFONO.

Il *telefono* è un apparecchio per mezzo del quale si trasmette la voce a distanza; questo è basato sulla corrente indotta da un magnete ed è di una semplicità meravigliosa; se ne deve l'invenzione a Graham Bell, oriundo scozzese e naturalizzato americano, allorchè insegnava all'Università di Boston. La prima apparizione di questo strumento ebbe luogo nell'esposizione di Filadelfia del 1876, e da quell'epoca ad oggi pochi mutamenti esso ha subito, talchè si vede tuttavia impiegato sotto la forma che ebbe in origine.

Il Bell ottenne la trasmissione della voce utilizzando gli effetti di una lamina vibrante collocata davanti a un magnete. Allorchè questa lamina, messa in vibrazione dal suono, si allontana o si avvicina al magnete, genera in questo delle perturbazioni, le quali vengono raccolte da un filo conduttore, che si avvolge a spirale sul medesimo, sotto forma di onde elettriche indotte. Se il conduttore si avvolge lungo il suo percorso attorno un secondo magnete, imprimerà le stesse perturbazioni a questo ed animerà la corrispondente lamina di un movimento sincronico con la prima, di maniera che questa ripete le identiche vibrazioni che quella ha ricevuto.

La fig. 1169 riproduce in vista ed in sezione l'apparecchio telefonico di Bell, quale viene adope-

rato oggidi nell'industria. Esso consiste in un astuccio di legno composto di due pezzi. Il pezzo anteriore *r r* costituisce l'imboccatura che porta nel centro un foro del diametro di 15 mm.; questa è fissata per mezzo di quattro viti alla parte posteriore dell'astuccio *s* che contiene il magnete *m* di forma cilindrica. Per mezzo della vite *e* questo magnete può subire degli spostamenti longitudinali in maniera da

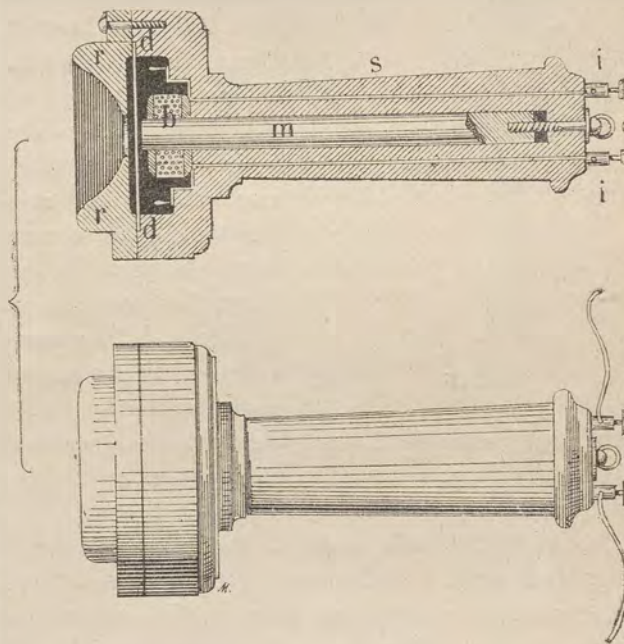


Fig. 1169.

regolare la distanza tra la sua estremità e il diaframma vibrante *d d*, il quale è stabilito tra l'imboccatura e il polo nord del magnete; questo diaframma è costituito da una lamiera di ferro dolce dello spessore di 0,2 mm. Attorno all'estremità del magnete rivolta verso il diaframma si ha un rocchetto *b* sul quale si avvolgono circa 1000 giri del filo conduttore di rame che con le due estremità mette capo ai due serragli *i i*. Nei serragli si stringono le estremità dei due fili che costituiscono la linea. Cosicchè quando si parla dinanzi ad uno di questi apparecchi, la corrente ondulatoria indotta nel conduttore, dell'apparecchio trasmettente, viene lanciata nella linea, produrrà sul magnete dell'apparecchio ricevente delle variazioni di intensità del campo magnetico, che hanno per effetto di imprimere nella membrana di questo apparecchio le identiche vibrazioni di quella trasmettente, facendo comprendere non soltanto la parola, ma anche il suono e la voce.

Per servirsi del telefono la persona che parla avvicina la bocca all'apparecchio trasmettente e quella che ascolta deve tenere l'orecchio vicino all'apparecchio ricevente.

Come avanti si accennò l'apparecchio di Bell ha subito delle modificazioni non però sostanziali. Mildè,

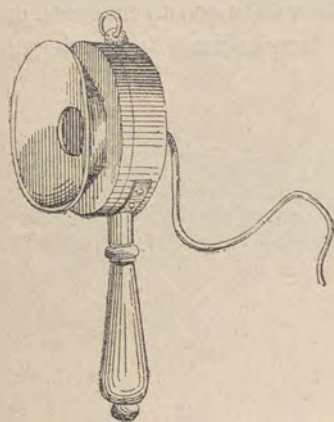


Fig. 1170.

ad esempio, ha dato all'apparecchio una forma appiattita (figura 1170) cambiando la forma della calamita, la quale, invece di essere diritta, è circolare, il cui polo centrale è contornato dal rocchetto, il quale è mantenuto a posto da due linguette avvitate al magnete. L'apparecchio è di dimensioni piccolissime ed è prov-

visto superiormente di un anello per sospenderlo al gancio e di un manico di legno, estraneo al funzionamento, per tenerlo quando se ne fa uso. Così il Muller, allo scopo di rafforzare il campo magnetico, muni il diaframma di un nucleo di ferro con rocchetto, situato nel centro della lamina, in corrispondenza del nucleo dell'apparecchio; i fili dei due rocchetti sono congiunti di modo che la corrente polarizza in maniera opposta le due estremità poste di contro dei due nuclei con effetto magnetico molto più accentuato, accrescendo così l'intensità del suono nell'apparecchio.

Anche nell'apparecchio di Ader i suoni sono amplificati da una sovraccitazione degli effetti magnetici del nucleo polarizzato dal rocchetto per effetto della reazione di un'armatura di ferro supplementare.

Il telefono Bell presenta un solo inconveniente come apparecchio trasmettente. Il diaframma in questo apparecchio compie vibrazioni di piccolissima ampiezza, non maggiore di mm. 0,01, cosicché le correnti ondulatorie indotte riescono di debole intensità. Per le grandi distanze riesce quindi più conveniente l'uso del *telefono a pila*. In questo apparecchio il diaframma metallico, per un fenomeno di conduzione invece che di induzione, modifica l'intensità di una corrente fornita da una pila, lanciando sulla linea anche quando vibra correnti ondulate

davanti a un pezzo di carbone del quale può allontanarsi ed avvicinarsi modificando la pressione del contatto, i due elettrodi essendo la lamina ed il carbone.

Questa applicazione diretta dei fenomeni sopra indicati sulle variazioni dell'intensità, in un circuito comprendente sostanze discretamente conduttrici ed a contatto, deve principalmente a Edison il quale fece i primi esperimenti tendenti a modificare il telefono Bell. L'apparecchio trasmettitore del telefono a pila differisce dal ricevitore che è un apparecchio Bell ordinario.

Il trasmettitore di Edison consiste in una imbocatura di ebanite nella quale la lamiera metallica vibrante si avvicina e si allontana da un dischetto di carbone del diametro di m. 0,025 circa, attraversato dalla corrente della pila. In questi movimenti preme più o meno sul disco di carbone; le variazioni di pressione sopra questo corpo discretamente conduttore, dovute alle vibrazioni della voce, variano in maniera sincronica l'intensità della corrente e queste variazioni sono registrate dall'apparecchio ricevente. L'uso della corrente permette di trasmettere la voce a una distanza molto più considerevole.

§ 3.

IL MICROFONO.

Il *microfono* non è che un telefono a pila, nel quale viene utilizzato lo stesso principio dei contatti imperfetti sul quale si fonda questo apparecchio. Come dice la parola, esso ha lo scopo di ampliare considerevolmente i piccoli suoni, rendendoli adatti per la trasmissione a notevole distanza.

L'invenzione del microfono si deve a Hughes che nel 1877 ne fece il primo esperimento con l'apparecchio riportato schematicamente dalla fig. 1171. In un sopporto *m* di legno sono infissi due pezzi di carbone prismatici *a a*, tra i quali contrasta a debole contatto una piccola asticciuola di carbone acuminata alle due estremità. Il circuito di una pila passa da un pezzo all'altro del carbone attraverso il bastoncino e comprende un apparecchio di telefono magnetico nella linea. Se il sopporto *m* si fa debolmente vibrare, p. es. a mezzo dei battiti di un oriuolo, il movimento si comunica ai due prismi di carbone,

producendo delle variazioni nella pressione con cui il bastoncino mobile di carbone si appoggia ai mede-

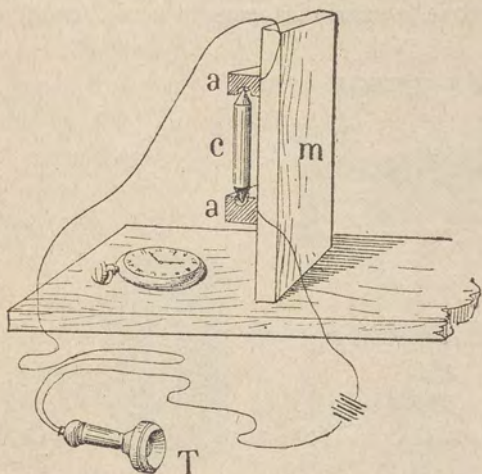


Fig. 1171

simi, cosicchè si hanno delle variazioni nella resistenza che oppone il contatto, le quali generano alla loro volta delle variazioni nella intensità di corrente che sono accusate dal telefono. In tal modo tutti i suoni che scuotono il bastoncino di carbone per mezzo del supporto restano amplificati notevolmente.

La figura precedente mostra l'apparecchio del microfono nella sua forma primitiva; anche oggidì il carbone essendo riconosciuto per la sostanza più adatta a trasformare la corrente di un circuito in corrente ondulatoria, i microfoni si costruiscono con contatti forniti da carboni solidi o da carboni polverulenti o granulosi; soltanto in una categoria si ha il contatto misto provvisto da un pezzetto di platino appoggiato contro un organo a carbone. Nella prima categoria di microfoni a contatto di carboni solidi il tipo più semplice è quello di Berliner molto usato in America e nel Belgio (fig. 1172). Questo apparecchio è semplicissimo; nel diaframma vibrante p è fissato un cilindretto di carbone formante un elettrodo. L'altro è costituito da un altro cilindretto acuminato o da una mezza sferetta di carbone fissata all'estremità di una molla s , che la preme contro il primo elettrodo. Le vibrazioni che colpiscono il diaframma allontanano e avvicinano i due pezzetti di carbone, variano la pressione e la resistenza del contatto ed amplificano il suono.

Fra i microfoni a contatto misto platino e carbone il tipo caratteristico è quello di Blake per diverso

tempo adottato da molte Società telefoniche. In questo apparecchio (fig. 1173) un dischetto di carbone è assicurato all'estremità di una molla s_1 ed un bottone di platino all'estremità di una seconda molla s , entrambi questi organi sono posti a contatto e congiunti cogli estremi del conduttore. La lamina vibrante e è situata dinanzi al bottone di platino e la sua distanza è regolata, per mezzo della vite v , in maniera che le vibrazioni della medesima fanno oscillare i due organi costituenti il contatto imperfetto, di cui varia la pressione e quindi la resistenza nel circuito in cui essi sono intercalati.

Fra i microfoni a contatto di carboni è degno di menzione quello molto usato di Ader, riportato dalla fig. 1174, nel quale il numero dei contatti è maggiore di due, maggiore di quelli che presenta il primitivo apparecchio di Hughes. La figura riproduce un apparecchio di Ader provvisto di 10 cilindretti di carbone e quindi di 20 contatti. Due prismi di carbone k , disposti in direzione normale ai cilindretti servono al loro sostegno. La corrente entra per uno di essi ed esce per l'altro, avendo così cinque vie di passaggio aperte, ciascuna provvista di due contatti.

Simile del tutto al microfono Ader è quello di Mix-Genest largamente adottato in Germania. Differisce

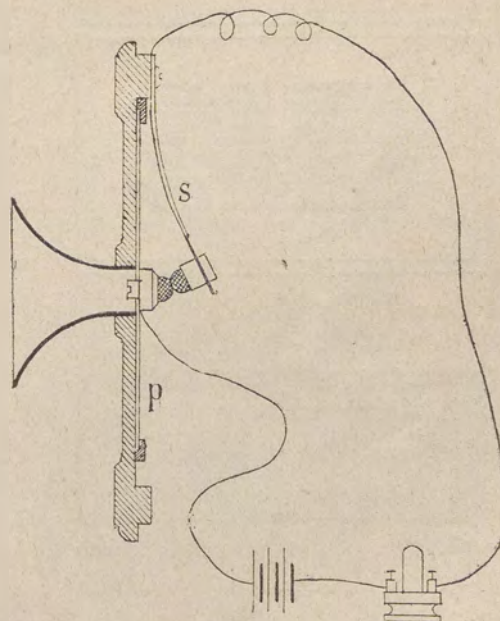


Fig. 1172.

soltanto per la disposizione verticale del diaframma vibrante e per la sua dimensione relativamente piccola. Dietro il diaframma si hanno tre cilindri di car-

bone (fig. 1175) paralleli e orizzontali sostenuti da due prismi di carbone verticali *k*. Una molla *f*, si-

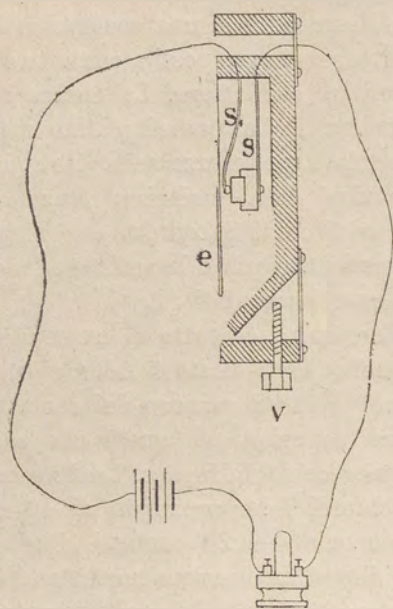


Fig. 1173.

tuata verticalmente, serve di freno e porta sulla faccia anteriore una laminetta di ottone, che preme sui carboni mediante un pezzetto di feltro; l'apparecchio

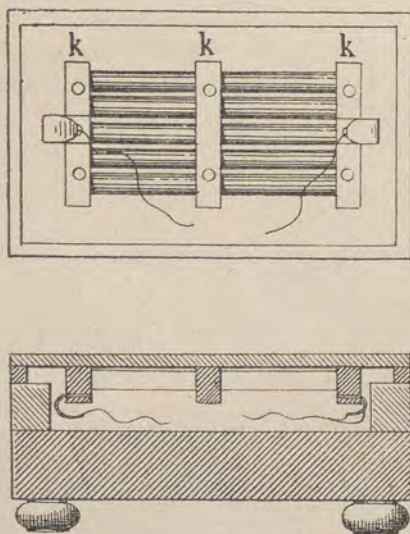


Fig. 1174.

si regola stringendo più o meno le viti di supporto del freno.

Nella categoria dei microfoni a polvere il tipo migliore che si conosca è quello di Hunning (fig. 1176) adottato con lievi modificazioni nelle linee telefoniche

da New-York a Chicago (1500 km.). In questo apparecchio dietro la lamina vibrante, che è di platino, è collocato a breve distanza un disco di carbone o di platino e lo spazio intermedio è ripieno di polvere

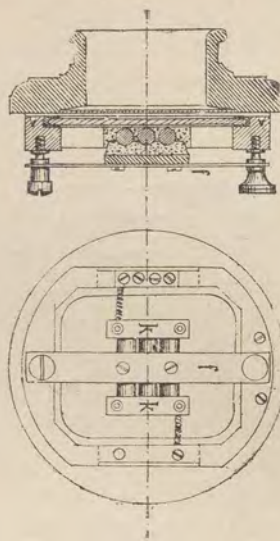


Fig. 1175.

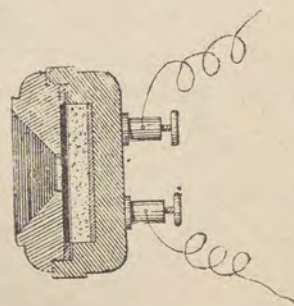


Fig. 1176.

di *coke* non molto compresso. Le due membrane sono congiunte con gli estremi del conduttore.

Nell'apparecchio americano le due lamine sono sostituite da due dischi di carbone separati da uno strato di polvere finissima di antracite; uno dei dischi è fissato alla lamiera vibrante.

§ 4.

GLI APPARECCHI DI CHIAMATA PER TELEFONI.

Per chiamare al telefono la persona con la quale si vuole comunicare si usano apparecchi di suoneria che possono distinguersi in tre categorie e cioè: *a*) apparecchi fonici; *b*) apparecchi elettro-magnetici; *c*) apparecchi magneto-elettrici. Questi ultimi sono quelli generalmente adottati presso le Società telefoniche specialmente per le grandi distanze.

La *chiamata fonica* consta di una linguetta vibrante o di un fischietto che si adatta al telefono magnetico e che mette in azione il telefono ricevitore, allorchè nell'apparecchio trasmettente il medesimo organo è fatto vibrare dalla persona, che vuole comunicare.

La chiamata più caratteristica di questo genere è quella di Siemens a fischietto, che si vede rappresentata nella fig. 1177. Questa suoneria consiste in

un fischietto *f* applicato all'orificio della imboccatura dell'apparecchio telefonico, e di cui la linguetta è disposta in maniera che, quando vibra, mediante una asticciuola *y* metallica saldata alla medesima (vedi particolare del fischietto) colpisca il diaframma vibrante. L'apparecchio ricevitore allora registrerà delle correnti indotte molto energicamente, che fanno vibrare la relativa membrana così fortemente da richiamare la persona che si trova nella stessa stanza dove si trova l'apparecchio.

In generale le chiamate foniche riescono utili, perchè non generano frastuoni negli ordinari telefoni, ma la loro efficacia si limita ad un raggio di pochi metri dell'apparecchio.

Sotto il punto di vista della distanza, per chiamate più energiche, meglio corrispondono le *chiamate elet-*

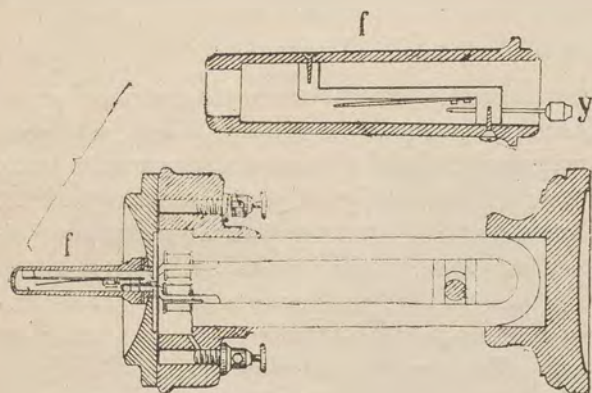


Fig. 1177.

tro-magnetiche costituite di un ordinario campanello elettrico, di cui si hanno forme svariate, ma tutte fondate sullo stesso principio. Di questo apparecchio si dirà meglio nel paragrafo seguente in cui si tratterà delle suonerie elettriche: per ora ricordiamo semplicemente che queste chiamate richiedono l'uso di una pila la quale può essere quella stessa che mette in azione il telefono, quando si fa uso del telefono a pila o del microfono. Coll'uso del telefono magnetico sono necessari 4 fili conduttori, uno dei quali *ab* (fig. 1178) resta comune con la condotta telefonica e colla condotta del tasto della stazione *S*; perciò la corrente che mette in azione il campanello, passa anche per i due telefoni, producendo all'imboccatura di questi un sibilo. Per evitare questo bisognerebbe introdurre un altro filo od un commutatore presso ogni stazione. In ogni caso bisogna aver cura di disporre tutti gli apparecchi in modo che non

resti diminuita l'azione magnetica delle calamite degli apparecchi, per cui la corrente telefonica non risulterebbe di forza costante.

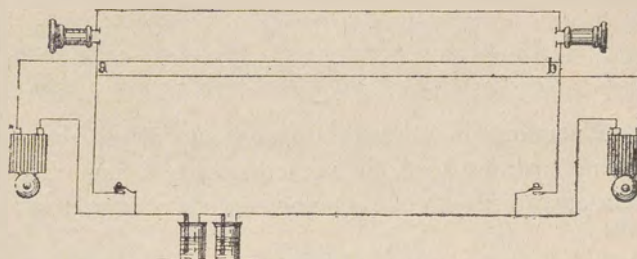


Fig. 1178.

Le suonerie *magneto-elettriche* (1) sono quelle che oramai si adoperano quasi esclusivamente in telefonia, presentando degli indiscutibili vantaggi su quelle a pila. La corrente necessaria per fare squillare la suoneria è prodotta da una piccola macchina magneto-elettrica (fig. 1179) il cui indotto è mosso a mano dalla rapida rotazione di un volantino *v* (fig. 1180).

Gli induttori sono formati di un fascio di magneti (fig. 1181) e precisamente di tre calamite a ferro di cavallo di ottimo acciaio magnetizzato a saturazione con espansioni polari in ferro dolce.

L'indotto (fig. 1182) è a tamburo con avvolgimento tipo Siemens, formato da un ferro a doppio *T* intorno al quale è avvolto del sottilissimo filo di rame isolato con seta.

Queste piccole macchine per funzionare bene devono però essere costruite con molta cura e con materiale di ottima qualità. Il sistema induttore specialmente deve essere costruito con ottimo acciaio, di

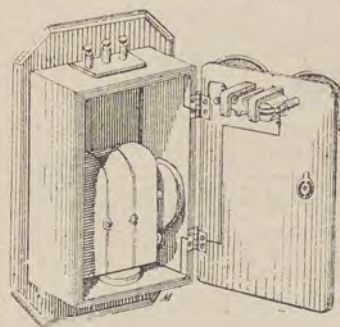


Fig. 1179.

una forza portante almeno 1500 gr. e dopo 18 a 24 mesi di funzionamento deve conservare sempre le sue qualità magnetiche, ciò che con gli acciai eu-

(1) Dr. Civita, *Telefono*. Enciel. A e I.

ropei generalmente non si ottiene, ragione per cui le migliori suonerie sono tuttavia quelle americane.

§ 5.

LA POSTA TELEFONICA.

La riunione in un solo apparecchio di un apparecchio trasmettitore, di un ricevitore e di una chiamata costituisce ciò che comunemente si chiama *posta*

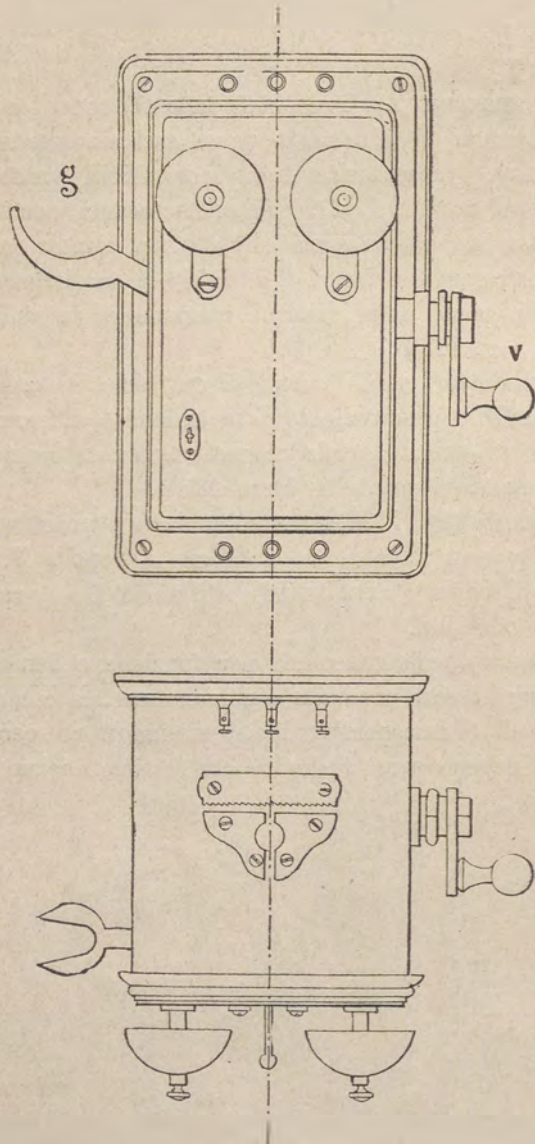


Fig. 1180.

telefonica (fig. 1183). Due poste telefoniche sono fra loro collegate mediante una linea. In generale per una linea si richiedono due fili che si congiungono all'apparecchio trasmettitore per mezzo di serrafili;

però, come nelle linee telegrafiche, uno dei fili è di solito sostituito dalla comunicazione con la terra.

In ogni posta l'organo ricevitore è sempre un te-

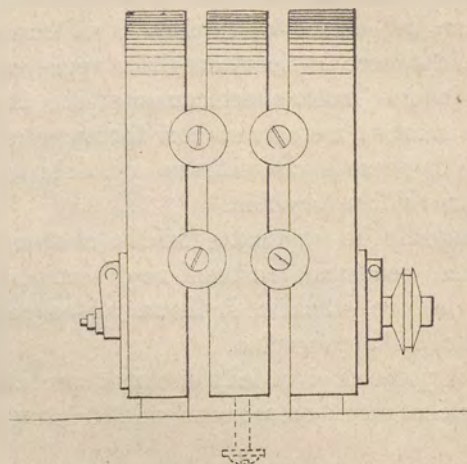


Fig. 1181.

lefono magnetico, quello trasmettitore può essere un telefono magnetico o un telefono a pila ossia un microfono; laonde le poste si distinguono in *poste telefoniche magnetiche* e *poste microtelefoniche*. Qualunque sia la posta telefonica, questa deve essere dotata dei seguenti requisiti:

1.° la soneria di ciascuna posta deve potere funzionare indipendentemente dalle altre, ogni qual volta si voglia effettuare una chiamata;

2.° la persona chiamata deve potere interrompere il circuito della propria soneria e stabilire quella dell'organo ricevitore per iniziare la conversazione senza alcun frastuono che lo impedisca;

3.° quando è terminata la conversazione, la medesima persona deve potere interrompere il circuito del ricevitore e ristabilire quello della soneria, per tenerla pronta per la ulteriore chiamata.

Per soddisfare a queste condizioni ciascuna posta è provvista di un gancio *g* (fig. 1180-1183) nel quale si appende l'apparecchio ricevitore; questo gancio è costituito da una leva mobile, la quale, quando vi si appende il telefono, si abbassa, in virtù del peso di questo apparecchio, ed allora esso per mezzo di un contatto chiude il circuito della soneria ed interrompe quello con l'apparecchio ricevitore. Viceversa, quando il telefono si leva dal gancio, la leva per l'azione di una molla si innalza, chiude il circuito dell'apparecchio ricevitore e interrompe quello della soneria. Nelle poste provviste di doppio apparecchio ricevitore, si hanno due ganci, di cui uno è fisso e l'altro

è mobile per funzionare, come sopra si disse, da commutatore. La fig. 1183 fa vedere l'insieme di una posta telefonica, nella quale l'organo ricevitore *r* è un telefono magnetico tipo Bell, quello trasmettitore è un microfono tipo Hunning, la soneria è del tipo magneto-elettrico e *v* è il volantino che la mette in

azione. Tutti gli elementi sono installati in una elegante tavoletta, che si fissa alla parete in maniera che l'imboccatura stia ad un'altezza di circa m. 1.30 dal suolo. L'organo ricevitore è legato a un filo flessibile, che contiene il conduttore ricoperto di un tessuto di lana o di seta.

Per servirsi dell'apparecchio si eseguono le seguenti operazioni:

a) si imprimono uno o

d) quando la conversazione è finita, si appende il ricevitore al gancio e si gira il volantino della soneria per indicare che la conversazione è finita.

Allorquando si hanno molte persone riunite da una rete telefonica, come avviene nelle grandi città, anzichè impiantare una linea per ogni coppia di persone, ciò che importerebbe la costruzione di un numero stragrande di linee, si stabilisce una stazione centrale alla quale mettono capo le linee di tutte le poste e dove si ha un quadro riportante il numero corrispondente a ciascuna posta. Allorquando si desidera stabilire la comunicazione fra due persone, si mette in azione la soneria; questa richiama l'addetto alla stazione centrale, che così conosce il numero dell'apparecchio trasmettitore; quest'impiegato allora per mezzo di un commutatore apre la comunicazione fra il trasmettitore e il ricevitore, se dal primo riceve l'indicazione del numero del secondo.

§ 6.

LA SONERIA ELETTRICA.

La soneria elettrica si può considerare come un telegrafo domestico, essendo destinato a mettere in comunicazione le diverse parti di una casa di abitazione. Con la soneria si chiama una persona o si trasmette un ordine per mezzo di un segnale acustico ovvero ottico.

Le parti principali che costituiscono una soneria elettrica sono:

a) la soneria o campanello elettrico; b) il motore o pila; c) il tasto o bottone di contatto; d) il conduttore.

La soneria o campanello elettrico può agire a suono continuo ossia, a tremolo, ovvero ad un solo colpo.

Nella soneria a tremolo (fig. 1184) di contro a un elettro magnete a forma di *U*, fissato sopra una tavoletta, si ha l'ancora di ferro dolce sostenuta ad un estremo da un sottile nastro di acciaio e portante coll'altro estremo il martelletto destinato a battere sul campanello. L'ancora nella sua posizione di equilibrio chiude un contatto *t* regolabile a vite, comunicante con uno dei serrafili. L'altro serrafilo è in comunicazione col filo che si avvolge sui rocchetti dell'elettro-magnete e che quindi si congiunge col sostegno *e* dell'ancora, cosicchè la corrente entra per uno dei serrafili ed esce per l'altro. Lanciando la

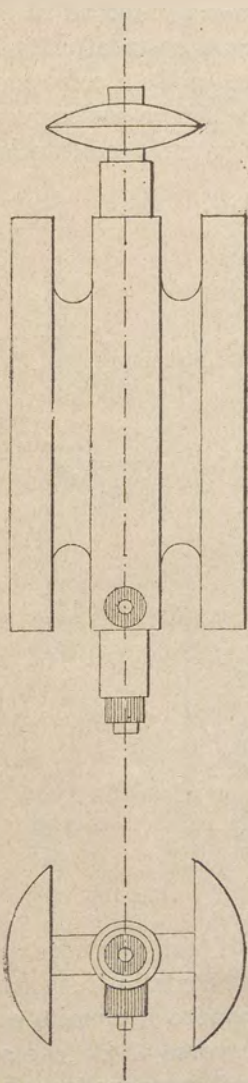


Fig. 1182.

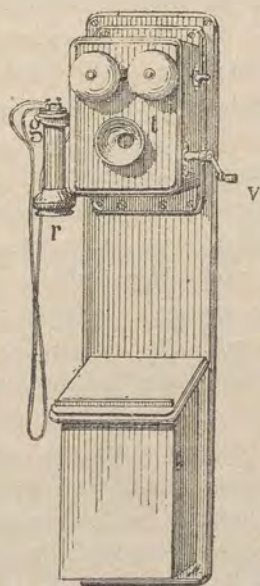


Fig. 1183.

due giri al volantino per effettuare la chiamata all'altra posta e si attende che la persona chiamata risponda mettendo in azione la soneria della stazione trasmettente;

b) si leva dal gancio il telefono ricevitore e si appressa all'orecchio; se i telefoni sono due, si accostano uno per orecchio;

c) si parla dinanzi all'apparecchio trasmettitore mantenendo le labbra a 5 cm. di distanza dalla imboccatura, si avrà cura di pronunziare nette le parole;

corrente attraverso il circuito così prestabilito, l'elettro-magnete si polarizza ed attrae l'ancora, che così batte col martello sul campanello; però interrompendosi il circuito, cessa l'attrazione e l'ancora ritorna

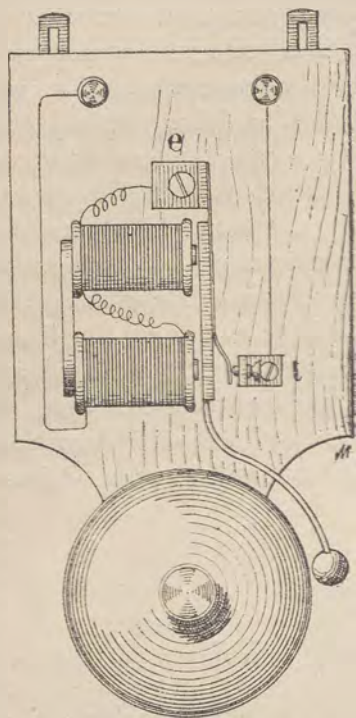


Fig. 1184.

La loro forma può variare secondo la forma dello elettro-magnete e secondo che il campanello è staccato dall'apparecchio, ovvero forma corpo col mede-

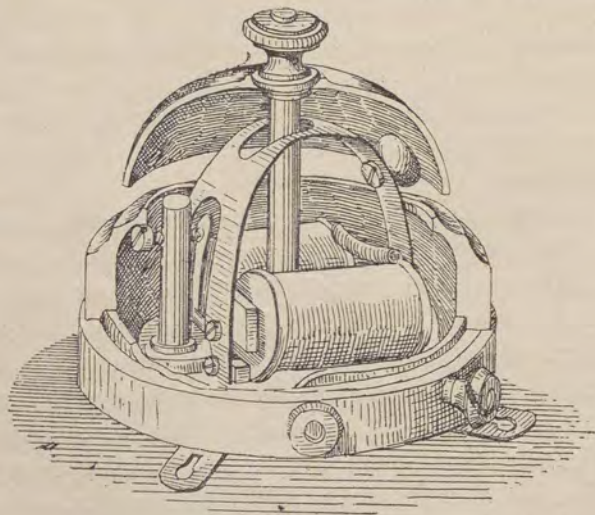


Fig. 1185.

simo, poichè se ne hanno di quelle in cui il campanello serve talvolta a chiudere il meccanismo (fig. 1185).

Allora quando riesce incomodo sentire il frastuono

subito nella primitiva posizione, chiudendo nuovamente il circuito. Allora nuova attrazione e ripercussione del campanello e così di seguito.

Questa serie di movimenti dell'ancora, succedentisi rapidamente, producono una analoga serie di percussioni sul campanello dando luogo a un suono continuamente tremulo. Queste sonerie riescono le più efficaci per farsi udire anche da persone che si trovano ad una certa distanza dal luogo dove si trova il campanello.

di un campanello a tremolo, si impiega convenientemente il campanello ad un solo colpo. La medesima soneria a tremolo può servire per soneria a un solo colpo, mediante una opportuna disposizione dei reofori (fig. 1186). Se i due serrafili sono messi in comunicazione colle due estremità del filo che si avvolge sui rocchetti dell'elettro-magnete, all'atto in cui si chiude il circuito, l'ancora resta attratta da questo e batte col martelletto un solo colpo sulla campana, che in questi campanelli deve possedere un timbro più forte per farsi sentire efficacemente anche a una certa distanza.

Epperò una medesima soneria elettrica del tipo sopracitato può funzionare, a piacimento, tanto ad un solo colpo, quanto in modo continuo, se ai fili si dà la disposizione indicata dalla fig. id. e si aggiunge un commutatore. In questa disposizione *a* e *b* sono le due estremità del filo che si avvolge sui rocchetti; l'estremità *a* è congiunta con uno dei serrafili; l'estremità *b* forma un contatto; *c* è un secondo contatto messo in comunicazione coll'interruttore a vite contro cui si appoggia l'ancora nella sua posizione di equilibrio: questa è congiunta col contatto *b* per mezzo del filo *r*.

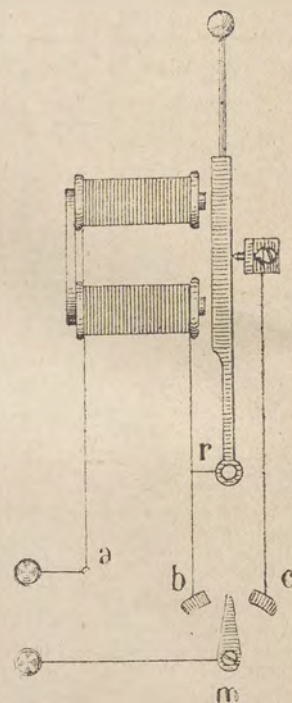


Fig. 1186.

Un commutatore *m*, congiunto col secondo serrafilo può adagiarsi tanto sul contatto *b*, quanto sul contatto *r*. Nel primo caso apre il circuito e la corrente si slancia soltanto attraverso il filo che avvolge l'elettro-magnete; allora il campanello agisce ad un solo colpo. Nel secondo caso la corrente attraversa anche l'ancora, che, restando attratta, interrompe il circuito, richiudendolo tosto, ed il campanello allora agisce a suono continuo ossia a tremolo.

Le figg. 1187 e 1188 rappresentano un tipo di soneria elettrica ad un solo colpo in cui l'elettro-magnete è verticale e l'ancora è a cerniera. Una piccola leva a gomito, connessa all'apparecchio, ha il braccio corto impegnato con l'ancora ed il braccio lungo porta il martelletto che batte sul campanello.

Allo scopo di produrre una chiamata ancora più energica si sono immaginate delle sonerie in cui si hanno due campanelli colpiti dallo stesso martelletto. Tali sono le sonerie a corrente indotta impiegate nei telefoni e di cui abbiamo tenuto parola nel paragrafo precedente.

Il motore ossia il *generatore di corrente* per le sonerie elettriche addette agli impianti domestici consiste in una pila nella quale l'elettricità si sviluppa per azione chimica. È necessario che l'intensità della

corrente prodotta dalla pila sia costante, se si vuole che la soneria presenti sempre la stessa energia.

Nelle pile ad un solo liquido acidulato, l'acqua essendo scomposta dallo zinco, si sviluppa dell'idrogeno, che in parte si de-

rame, nella quale, finalmente, è immerso un cilindro di rame *c*. Al filo conduttore fissato allo zinco corrisponde il polo negativo dell'elemento. È facile di

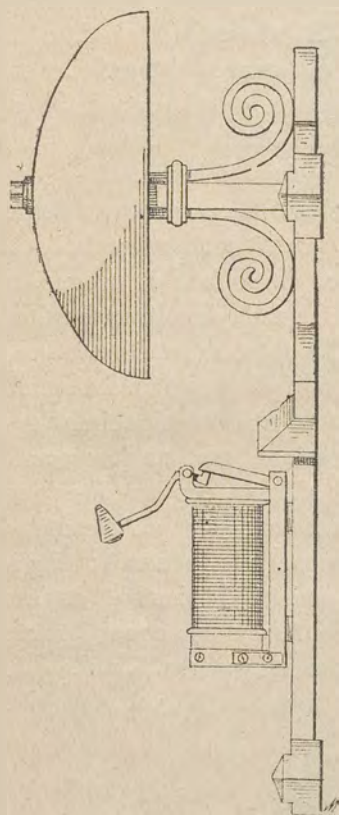


Fig. 1187.

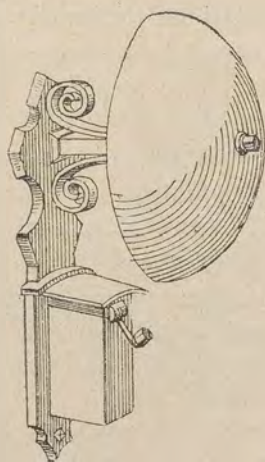


Fig. 1188.

posita sulla lamina di rame, formando uno strato, che presenta alla corrente una grande resistenza e ne diminuisce notevolmente l'intensità. E poichè questo strato può possedere uno spessore variabile, risulta una variazione continua nella intensità della corrente. Questi inconvenienti scompaiono nelle pile a due liquidi (pila Daniell, pila Bunsen, pila Meidinger, pila Leclanché, ecc.).

L'elemento di Daniell (fig. 1189) è formato da un vaso esterno contenente dell'acqua acidulata, nella quale è immerso un largo cilindro cavo di zinco *z*. Nella cavità di questo cilindro si trova un vaso di terra porosa, contenente una soluzione di solfato di

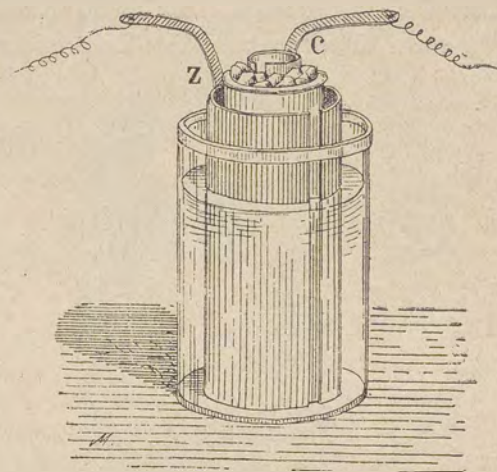


Fig. 1189.

scorgere come, con questa disposizione, lo strato di idrogeno, che nelle pile ordinarie a un solo liquido ha un'azione tanto dannosa, è tolto. Infatti, il solfato di rame viene decomposto dall'idrogeno, che entra nel vaso poroso, ed il metallo seguendo lo stesso cammino dell'elettricità positiva, si porta sulla lamina di rame; lo svolgimento di idrogeno è, per

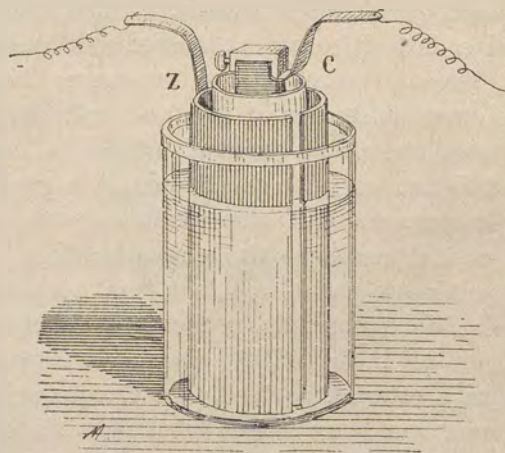


Fig. 1190.

così dire, sostituito da uno svolgimento di rame, che nulla cambia alla condizione fisica del sistema.

Se si congiungono, successivamente, il rame di un elemento collo zinco dell'elemento seguente, si formerà la pila. La pila Daniell lavora con una rimarchevole regolarità, e può funzionare per un tempo lunghissimo, senza che l'aria dell'ambiente provi altera-

zione sensibile. Tra le cause che possono far variare l'intensità della corrente in questa pila, si annovera il cambiamento di natura dei liquidi. Infatti, l'acqua acidulata si va mano mano caricando di solfato di zinco; lo stato di saturazione poi della soluzione di

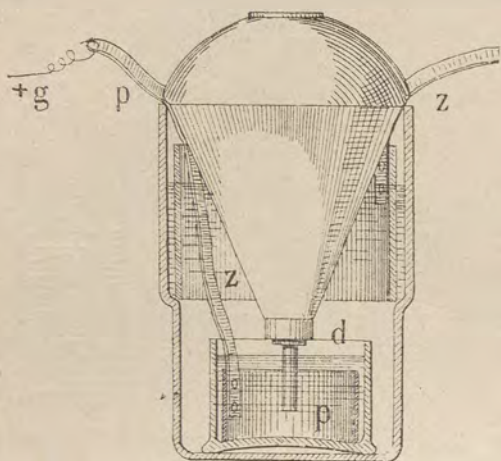


Fig. 1191.

solfato di rame va gradualmente diminuendo. L'esperienza ha dimostrato, che la prima di queste cause non agisce che in modo insignificante sull'intensità della corrente. Diversamente bisogna dire della seconda causa, e per toglierne gli effetti, si ha la precauzione di porre, come mostra la figura, dei cristalli di solfato di rame in una specie di bacino traforato, formato col cilindro di rame, così che i cristalli si trovino sempre in contatto colla soluzione. Mano mano che questa tende ad indebolirsi, riprende ai cristalli una porzione di sale eguale a quella che venne decomposta dall'azione della corrente, e conserva, così, il medesimo titolo di saturazione.

Di andamento meno regolare, ma notevole per l'intensità della corrente prodotta è l'elemento di Bunsen di cui la fig. 1190 presenta la disposizione. In un vaso esterno, contenente dell'acqua acidulata, è immersa una larga lamina tubulare di zinco, come nell'elemento Daniell; però, invece, nel vaso poroso si pone dell'acido azotico a 40.^o e vi si immerge un prisma di carbone *c* buon conduttore (*carbone di storta*). Nella pila Bunsen, l'idrogeno proveniente dalla decomposizione dell'acqua, decompone a sua volta l'acido azotico che bagna il carbone; ne risulta dell'acido ipoazotico, il quale si discioglie gradatamente, e non si presenta sotto forma di bolle gassose. Si raggiunge bensì lo stesso risultato ottenuto colla pila Daniell, ma ciò non ostante, l'acido

ipoazotico, sciolto nell'acqua, si sviluppa poi ulteriormente nell'atmosfera.

L'elemento Meidinger si distingue per la sua lunga durata e per la costanza della corrente (fig. 1191). In questa pila si hanno due liquidi che sono una soluzione di solfato di magnesia e una soluzione di solfato di rame. Entro un vaso esterno cilindrico di vetro è conficcata una lamiera cilindrica di zinco *z* che va a riposare sopra la parte inferiore del vaso che a tal'uopo è più ristretta dalla parte superiore. Uno dei reofori *f* è fissato alla lamiera di zinco che fornisce il polo negativo. Il polo positivo è dato da una lamiera cilindrica *a* di piombo, appoggiata sul fondo di un secondo recipiente *d* situato dentro al primo. Il reoforo *g* congiunto con la lamina *d*, è pure di lamiera di piombo. Nel recipiente interno *d* si pone una soluzione satura di solfato di rame; il recipiente esterno si riempie fino a pochi centimetri dall'orlo superiore di una soluzione di solfato di magnesia, che essendo meno densa di quella di solfato di rame, resta da questa divisa. Allo scopo di rendere sempre satura la soluzione di solfato di rame, un recipiente a forma di pallone di vetro, che termina inferiormente con un cono rovescio e con un turacciolo provvisto di un tubetto di efflusso, contiene dei pezzi di solfato di rame e serve di coperchio all'elemento. L'azione chimica che avviene è la seguente: l'idrogeno, che si avvia alla lamiera di piombo, sottrae ossigeno al solfato di rame, formando acqua; il rame che resta libero si deposita sul piombo. L'acido solforico scioglie lo zinco e forma solfato di zinco che

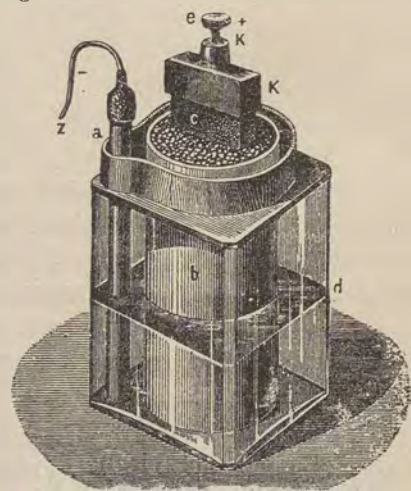


Fig. 1192.

resta sciolto nel liquido. A misura che la soluzione di solfato di rame, a motivo della precipitazione di rame, si rarefa, scende la soluzione nuova dal pal-

lone. Queste pile devono porsi in opera con circospezione, perchè basta una piccola scossa per mescolare i due liquidi, diminuendo la costanza della corrente. Le pile Meidinger, adottate negli uffici telegrafici di alcuni paesi, consistono di un grosso cilindro di zinco appeso al recipiente esterno e di un grosso disco di piombo, che si trova sul fondo del recipiente stesso.

disporsi o *in serie*, come mostra la fig. 1193 e 1194 *a*, in cui lo zinco di una pila è collegato col rame o col carbone di quella successiva, ovvero *in batteria*, in cui tanto le lamiera di zinco, quanto i carboni o le lamiera di rame sono rispettivamente congiunte fra loro per mezzo di morsette di rame, come indica lo schema riportato dalla fig. 1194 *b*. Nell'un caso e nell'altro l'intensità della corrente è la stessa,



Fig. 1193.

La pila che più si addice però agli impianti di campanelli elettrici è quella a soluzione di perossido di manganese ed a soluzione di idroclorato di ammoniaca di Leclanché. In un vaso di vetro alto m. 0,26 circa (fig. 1192) e di forma parallelepipedica, un cilindro di zinco amalgamato pesca in una soluzione di cloridrato di ammoniaca (*sale ammoniaco*) contenuto nel vaso; si ha così il polo negativo. Il polo positivo consta di un pezzo di carbone *c* disposto in un vaso cilindrico poroso riempito di una miscela di perossido di manganese e di carbone di storta triturato non molto finamente. Questo vaso si immerge nel liquido contenuto dal primo. Tosto che il circuito è chiuso, la corrente elettrica decompone l'acqua e il sale ammoniaco nel vaso esterno e il perossido di manganese nel vaso poroso. Nel compartimento esterno lo zinco si combina col cloro formando cloruro di zinco, mentre nell'altro compartimento si svolgono ammoniaca e idrogeno, il quale si converte in acqua riducendo il perossido di manganese a sesquiossido. Tanto lo zinco, quindi, che il carbone rimangono bene in contatto col liquido e la forza della corrente si mantiene costante per lungo tempo (circa 2 anni), senza che vi sia il bisogno di una grande cura, bastando aggiungervi dell'acqua e del sale ammoniaco e tenere netti i serrafili.

Generalmente un elemento non è sufficiente a mettere in azione una soneria, per cui, di ordinario, si impiegano due a quattro elementi, i quali possono

sebbene col variare della disposizione, vari la resistenza. Migliore riesce la disposizione dei quattro elementi, nella maniera indicata dalla fig. 1195 in due batterie, cioè, di due pile ciascuna, perchè in questo caso l'intensità della corrente riesce doppia di quella che si avrebbe accoppiando i quattro elementi tutti in serie o tutti in batteria.

Allora quando la soneria elettrica si fa agire da diverse camere, perchè la persona accorsa conosca

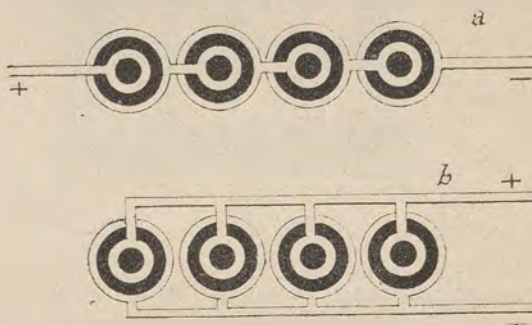


Fig. 1194.

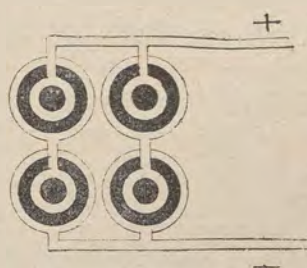


Fig. 1195.

da quale sito provenga la chiamata, è necessario munire la soneria di un segnale ottico per mezzo di un *quadro indicatore* munito di indici mobili corrispondenti ai numeri con cui sono contrassegnate le camere. Ciascun indice porta il numero della camera corrispondente ed è manovrato per mezzo di un elettro-magnete, il quale polarizzandosi attrae un'ancora che per mezzo di leva fa comparire l'indice nel quadro. Questo poi ritorna a nascondersi manovrato a mano dalla persona chiamata.

Il quadro (fig. 1196) ordinariamente è costituito da una cassetta di legno chiusa anteriormente da uno sportello vetrato. La lastra di vetro è dipinta in nero con un grosso strato di vernice per tutta la super-

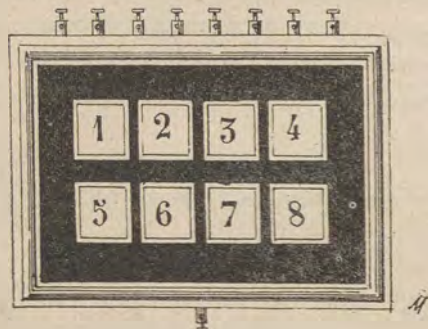


Fig. 1196.

ficie ad eccezione di alcuni quadratini, che costituiscono altrettante finestrelle trasparenti dalle quali appariscono i numeri portati dagli indici.

Il *tasto o bottone di contatto* è destinato a chiudere il circuito, quando si vuole mettere in azione la soneria per effettuare la chiamata. Il tasto consiste in una custodia (fig. 1197) che può avere forma svariata e può essere fatta di materiale diverso (legno, porcellana, osso, avorio, metallo, ecc.), la quale racchiude un contatto costituito da 2 piccoli pezzi di metallo (rame, plackfond, platino) tenuti a distanza da due molle *a* e *b*, di maniera che, premendo con un bottone isolato *c* la molla superiore *a*, i due pezzetti di metallo sono posti a contatto e chiudono il circuito.

Talvolta, in luogo del bottone premente, si ha una *presa*, la quale è attaccata al pezzo *b* mon-

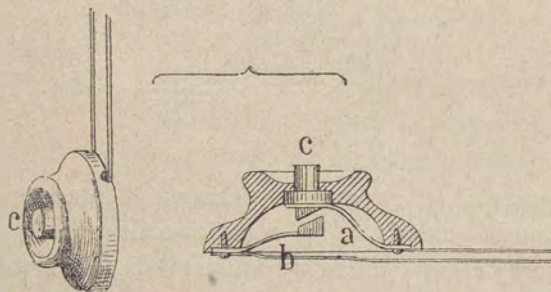


Fig. 1197.

tato sopra una molla; col tirare la presa si avvicina e si mette a contatto il pezzo *b* col pezzo *a*. Questa disposizione si usa sovente per gli usci di entrata negli appartamenti.

Per le camere da letto, per quelle da pranzo, ecc., spesso i due reofori sono contenuti in un cordone

flessibile e messi a contatto per mezzo di un bottone, che ha forma di *pera* (fig. 1198), appeso all'estremità del cordone.

Sotto le scrivanie, sotto i banchi delle botteghe, ecc. in luogo del tasto comune può riescire comodo un *pedale* sul quale premendo col piede, si chiude il circuito.

Nelle vetrine delle botteghe, negli usci degli uffici e talvolta delle abitazioni, quando si vuole essere avvertiti dell'ingresso di una persona, si dispongono i *contatti d'allarme*. Un contatto di questo genere non è che un semplice tasto frapposto fra i battenti dell'imposta, di modo che, quando la porta è aperta, resta chiuso il circuito e questo si interrompe soltanto quando la porta torna a chiudersi.

Il *filo conduttore* è di rame del diam. di mm. 0,8 a 1 rivestito di un doppio strato di materie isolanti. Comunemente il rivestimento si fa prima con uno

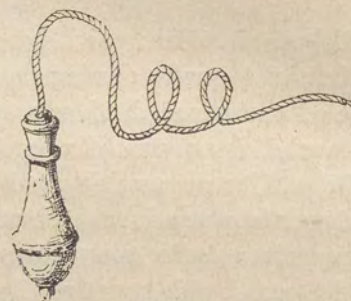


Fig. 1198.

strato di cotone incerato e quindi con un secondo strato di seta o di cotone colorato, avente la stessa tinta della tappezzeria applicata alle pareti, perchè i fili rimangano poco visibili. Se le pareti sono umide, il filo si ricopre prima con uno strato di caoutchouc e quindi con un doppio strato di cotone come prima. Se il filo deve attraversare un muro, conviene introdurlo in un tubo di porcellana lungo quanto lo spessore del muro, e nei posti in cui può andare soggetto a urti, lo si difende con tubi di latta o di rame. Quando il filo deve essere flessibile in luogo di un solo filo di rame si impiega una funicella di fili sottili di rame.

I fili conduttori si assicurano alle pareti per mezzo degli *isolatori* di osso o di porcellana chiodati ad una distanza di 2 m. circa, l'uno dall'altro e ad ogni cambiamento di direzione. Sopra gli isolatori il filo si fissa avvolgendolo per un giro. Negli impianti all'aperto i fili sono ricoperti di caoutchouc, però meglio difesi dagli agenti esterni riescono i fili di

ferro galvanizzato o spalmati di olio di lino. Questi fili si fanno del diam. di 2 a 4 mm. e si dispongono sopra isolatori del genere di quelli che si vedono nei pali telegrafici.

Il filo principale, ossia quello che si diparte dalla pila e perviene ai bottoni di contatto dovrebbe essere più grosso degli altri, di un diametro di 2 mm. circa, doppio, cioè, di quello dei fili secondari che servono per i campanelli e pei quadri indicatori. Generalmente però si mettono in opera per tutti i circuiti fili o funicelle del medesimo diametro.

§ 7.

L'IMPIANTO DI UNA SONERIA ELETTRICA.

La batteria per l'impianto di una soneria elettrica si colloca di solito in una stanza non abitata, e bene ventilata perchè i gas che si sviluppano non riescano nocivi ed in luogo nel quale non possa ricevere scosse od essere manomessa.

I fili conduttori si dispongono sulle pareti nel senso verticale o nel senso orizzontale, parallelamente l'uno all'altro e distanziati di qualche centimetro, perchè così si può procedere alla loro ispezione e si possono facilmente riparare allorchè si verificano dei guasti.

La soneria si attacca alla parete ad una altezza dal pavimento alla quale non si arriva con le mani per non essere guastata.

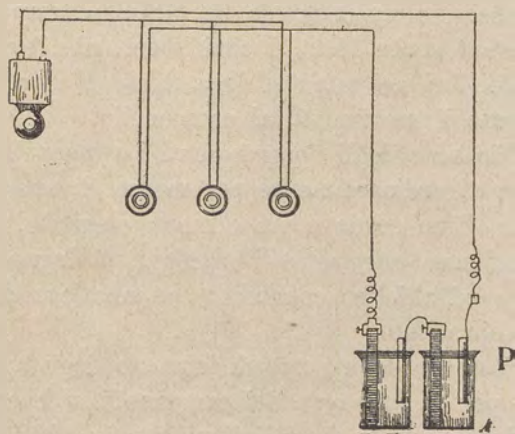


Fig. 1199.

I bottoni di contatto invece si collocano a portata di mano nei siti in cui fanno più comodo.

Nelle sonerie provviste di quadri indicatori talvolta il campanello è congiunto col quadro, il quale

deve essere collocato in luogo esposto alla luce e ad un'altezza conveniente, perchè i numeri possano essere facilmente rimessi a posto. Se il campanello

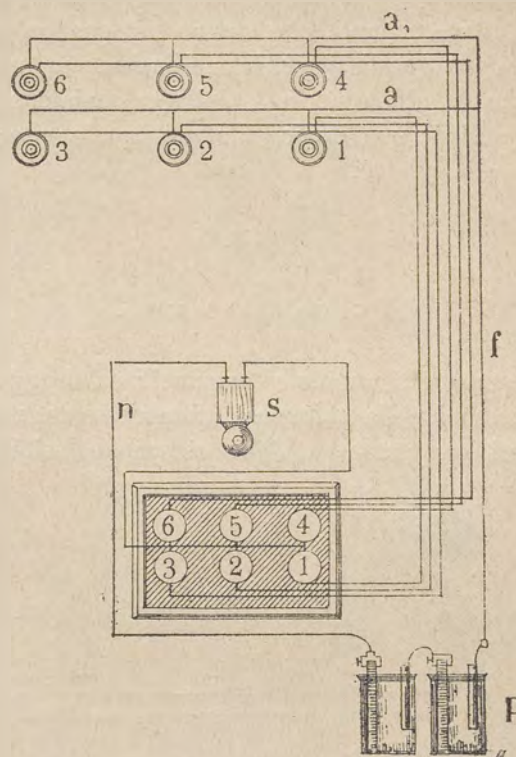


Fig. 1200.

è distaccato dal quadro, si dispone immediatamente al di sopra di questo.

Diamo a maggior chiarimento nella fig. 1199 lo schema della disposizione dei vari organi costituenti una soneria comune, che può essere messa in azione da punti diversi, supposti in numero di tre nella nostra figura. *P* è la batteria; il filo che si diparte dal polo negativo arriva direttamente ad un serrafilo del campanello; l'altro che si diparte dal polo positivo giunge al contatto di ciascun tasto. Il secondo contatto dei tasti è congiunto con un filo che va al secondo reoforo del campanello. Con tale disposizione basterà premere un tasto perchè si chiuda il circuito e si metta in azione la soneria. I tasti possono essere collocati in camere diverse situate nello stesso piano o in piani differenti e possono essere di numero qualsiasi. Nella fig. 1200 è rappresentato lo schema di una soneria elettrica completa. *P* è la pila; da questa si dirama il filo principale *f*, che si divide in due parti; la prima parte *a*, disposta, ad esempio, al primo piano dell'edificio e la seconda *a*₁ disposta al 2° piano. Ognuna di queste parti va a

finire ad ogni tasto per mezzo di diramazioni speciali. Da ogni tasto esce fuori un filo che va a finire nel quadro al corrispondente numero del tasto. Tutti questi fili sono indipendenti fra loro fino ai rispettivi elettro-magneti, che stanno nel quadro, e soltanto dopo questi si riuniscono insieme in un solo filo che va alla soneria *s*, dalla cui calamita temporaria si dirama l'unico filo *n* il quale ritorna di nuovo alla pila *P*.

§ 8.

I CAMPANELLI A MANO.

I campanelli a mano o campanelli da alloggio sono comunissimi nelle abitazioni, all'ingresso degli appartamenti, con manovra dallo esterno e nell'interno

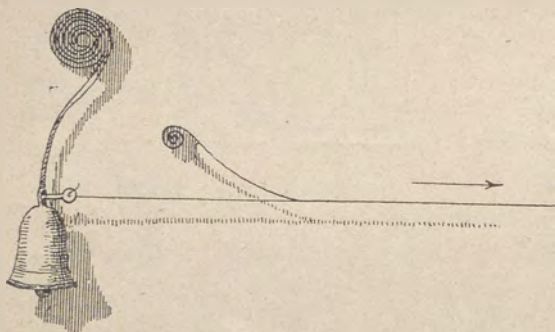


Fig. 1201.

degli appartamenti medesimi in sostituzione delle sonerie elettriche, per chiamare una persona da una

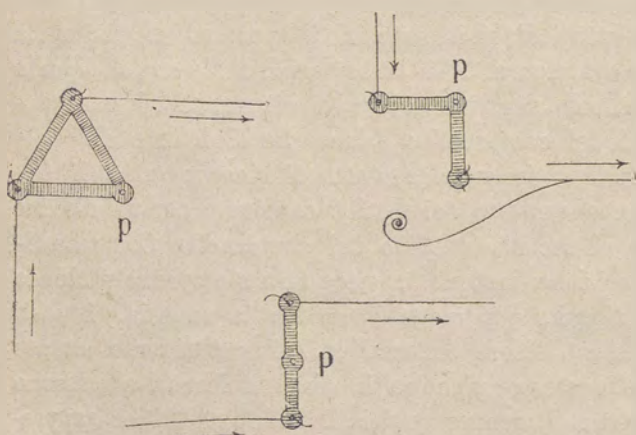


Fig. 1202.

camera all'altra o da più camere alla camera di servizio.

Il campanello da alloggio ha la forma delle comuni campane, è di piccole dimensioni (8 a 10 cm. di diametro) e si colloca in opera rendendolo solidale

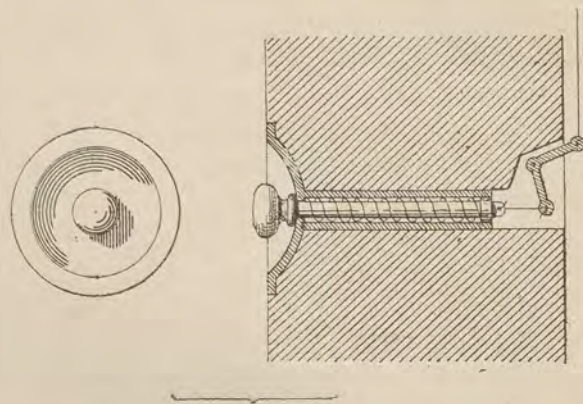


Fig. 1203.

coll'estremità di una molla a spirale (fig. 1201) unita nel centro ad un ferro che poi si incastra nel muro. Si manovra questo campanello per mezzo di un filo di ferro del diametro di mm. 1, 2, che si dispone orizzontalmente nell'alto delle pareti, sostenendolo per mezzo di rotelle girevoli di ottone, di maniera che il filo possa scorrere e quando questo deve attraversare un muro, si fa passare per un tubetto di zinco collocato in un foro praticato nel muro. Laddove ha luogo un cambiamento di direzione nel filo si impiega un congegno a leva, chiamato *leva da campanello*, provvisto di fulcro *p*, di cui la forma può essere, come indica la fig. 1202, a triangolo, a gomito od anche retta. I capi liberi della leva pertanto dei fori nei quali si lega il filo di ferro che trasmette il movimento al campanello.

Nell'interno degli appartamenti i campanelli sono manovrati ordinariamente per mezzo di una catenella o di un cordone più o meno elegante, provvisto ad una estremità di maniglia di legno o di metallo ed all'altro congiunto con una leva del genere sopracitato.

All'esterno delle porte di ingresso degli appartamenti per la manovra dei campanelli si hanno invece delle maniglie speciali di cui alle fig. 1203 e 1204 sono dati due modelli molto in uso nelle comuni case di abitazione.

Nel primo di essi (fig. 1203) si ha un'asta a movimento longitudinale, lunga quanto lo spessore del muro, manovrata dallo esterno per mezzo di un

bottone, che sporge nel mezzo di un disco cavo di metallo o di porcellana. L'asta è provvista di una molla a spirale ed allora quando il bottone è tirato, questo, per mezzo di una leva, fa suonare il campanello; la molla serve a ricondurre l'asta nella posizione primitiva, dopo che il bottone viene abbandonato.

Nella maniglia di ottone riportata dalla fig. 1204 si ha una targa dello stesso metallo dalla quale emerge la maniglia congiunta al filo di ferro per mezzo di una leva articolata, che per il proprio peso e per la tensione del filo ritorna nella posizione di prima, allorchè si abbandona a se stessa.

I mezzi manuali esterni per suonare i comuni campanelli possono variare secondo il gusto del costruttore e l'esigenze estetiche dell'impستا, per cui

le targhette si fanno di ottone, di ferro smaltato,

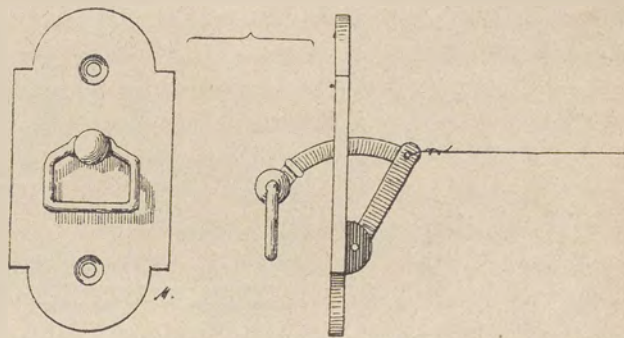


Fig. 1204.

di nichel, di porcellana, ecc. ed i bottoni di vetro, di osso, d'avorio e di metallo più o meno di lusso.

CAPITOLO V.

L' ILLUMINAZIONE A GAS

§ 1.

LE GENERALITÀ.

Il gas viene fornito nelle case di abitazione allo scopo principale di illuminare gli ambienti. Può altresì però essere impiegato come combustibile nei fornelli da cucina e nelle stufe per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua per il bagno (v. RISCALDAMENTO, IMPIANTO DEI GABINETTI DA BAGNO). Diremo qui brevemente quanto si riferisce all'impiego del gas come mezzo universalmente adottato per la illuminazione degli edifici.

Un impianto per gas-luce potrà dirsi perfetto se i suoi beccchi bruciano tutto il gas che gli viene fornito per mezzo della conduttura. senza cioè, che lascino passare particelle di gas non bruciato e se lungo la tubatura di distribuzione non si verifica alcuna fuga di gas.

Si sodisfa alla prima condizione: *a)* assegnando alle fiamme una altezza moderata, non superiore a 8 cm.; *b)* bruciando le fiamme entro caminetti di vetro dell'altezza di 20 cm.; *c)* col regolare la pressione del gas in maniera che le fiamme non oltrepassino determinate dimensioni.

Si consegue la seconda condizione ponendo ogni cura nell'eseguire gli impianti della tubatura di distribuzione, praticando le congiunzioni dei tubi, le saldature, ecc. secondo buona regola d'arte e provando insieme, col mezzo di un manometro, la loro tenuta, dopo che i tubi e gli apparecchi di illuminazione sono collocati in opera, prima ancora che i tubi siano stati adibiti alla distribuzione del gas.

Senza usare queste precauzioni la condotta di distribuzione del gas può lasciare sfuggire del gas che, accumulandosi negli ambienti, riesce di effetto dannoso alla salute e può essere causa di gravi accidenti, se per poco se ne verifica la combustione. Per queste ragioni l'impianto del gas non dovrebbe mai estendere alle camere da letto, e soltanto negli ambienti temporaneamente abitati, che possono facilmente ventilarsi in tutte le ore. Poichè molti inconvenienti e molte disgrazie si evitano se si ha cura di ventilare perennemente gli ambienti illuminati e riscaldati col gas, cosicchè il gas, che casualmente può sfuggire attraverso la condotta, prima di accumularsi in quantità rilevante e pericolosa in un ambiente possa facilmente evacuare all'esterno mescolato all'aria di ventilazione. Converrà inoltre provvedere di robinetto ciascuno dei beccchi ed un robinetto principale di arresto si applicherà nella tubatura di distribuzione nel punto in cui questa penetra nell'appartamento, subito dopo il contatore. Cosicchè per estinguere le fiamme si chiuderà prima il robinetto di ciascuna fiamma e quindi, tosto, il robinetto principale, poichè quando questo è serrato, si è al sicuro di ogni accidente.

§ 2.

LA CONDOTTA DI DISTRIBUZIONE DEL GAS.

In città il gas è distribuito mediante condotti sotterranei di ghisa di cui il diametro varia a seconda del volume del gas che deve fornirsi ai privati e di quello necessario per l'illuminazione della via pubblica.

La provvista del gas alle proprietà private viene praticata mediante tubi di diramazione, che si dipartono dalla condotta principale. Questi tubi sono pure di ghisa ed hanno il diametro interno mai inferiore ai 20 mm., anche se dovesse servire per alimentare una o due fiamme; il loro diametro si regola nel modo seguente:

Per	1-5	fiamme	basta un tubo di 20 mm. di diametro
»	5-15	»	» » » » 25 » » »
»	16-25	»	» » » » 30 » » »
»	26-40	»	» » » » 35 » » »
»	41-100	»	» » » » 50 » » »
»	101-150	»	» » » » 60 » » »
»	151-250	»	» » » » 75 » » »

L'unione del tubo di diramazione con la condotta principale si pratica forando la condotta e applicandovi uno speciale manicotto al quale si impiomba, nel solito modo, il tubo di diramazione; questo sovente è munito di robinetto di arresto per uso esclusivo degli addetti all'amministrazione del gas. Attraverso il tubo di diramazione il gas è introdotto nella proprietà privata ed immesso nella tubatura di distribuzione interna, facendolo prima attraversare per il contatore, che si colloca dopo che il tubo di diramazione ha oltrepassato il confine privato e perciò di solito nel piano terreno od in quello sotterraneo.

Il contatore del gas è l'apparecchio che serve a misurare la quantità di gas che si consuma in un determinato locale, per cui si costringe il gas ad attraversare il contatore. Quando il gas deve servire per diversi appartamenti di uno stesso stabile, ciascuno di questi sarà munito di un contatore, che si disporrà nel punto in cui le diramazioni della colonna montante penetrano nell'appartamento.

I contatori impiegati per la misurazione del gas generalmente sono per via umida. Questi apparecchi consistono in una cassa di latta, verniciata con lacca (fig. 1205), tutta chiusa all'esterno, col quale comunica solamente col tubo di arrivo del gas e col tubo di uscita. La cassa è divisa in due parti per mezzo di una tramezza verticale; il gas penetra nella cavità anteriore e passa nella posteriore non senza prima avere attraversato il tamburo misuratore. Questo consiste in una ruota cava, di diametro calcolato in rapporto alla grandezza del contatore, ad asse orizzontale, il quale porta una vite continua, e per mezzo di questa si ingrana in un meccanismo

di orologeria che registra sopra quadrante il numero dei giri della ruota. La ruota ha la forma di tamburo cilindrico ed è divisa in scomparti disposti in maniera che questi si riempiscono e si vuotano di gas successivamente. A tal'uopo la ruota pesca in una certa quantità di acqua contenuta nella cassa, a livello costante, tale che impedisca agli scomparti di comunicare fra loro. Quando il gas arriva nella avancassa, trova solamente aperto l'orificio di un solo scomparto della ruota, penetra quindi in questo, e quando questo è pieno, con la sua pressione, e poichè gli scomparti del tamburo hanno forma elicoidale, spinge la ruota a girare finchè non si

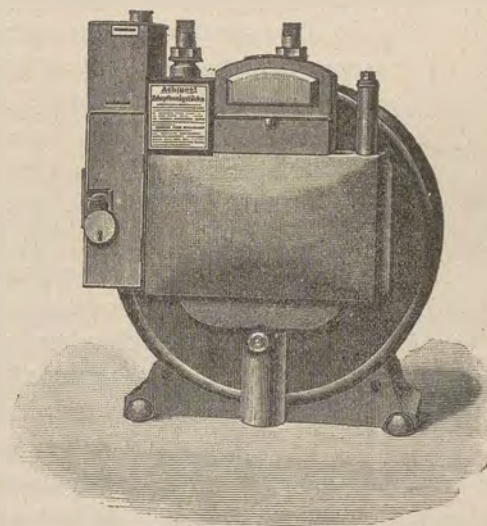


Fig. 1205.

scopre l'orificio di sortita, per la quale il gas che riempie lo scomparto passa nella parte posteriore della cassa e quindi si avvia per la tubatura di distribuzione.

Quando il tamburo ha girato per evacuare il gas contenuto nel primo scomparto, dal livello dell'acqua vien fuori l'orificio di ingresso dello scomparto successivo, di modo che mentre il primo si vuota, il secondo si riempie e così di seguito. È chiaro quindi, se gli scomparti del tamburo hanno un volume determinato, come il meccanismo di orologeria, costruito in rapporto al numero dei giri del tamburo, possa registrare il volume del gas che attraversa la ruota, che è quello del gas consumato, poichè quando il gas non viene consumato, cessando l'efflusso, il tamburo si ferma. Ordinariamente in questi apparecchi si hanno 4 quadranti che registrano

il volume esprimendolo in unità, decine, centinaia e migliaia di metri cubi.

Perchè però un contatore di tal genere riesca a valutare esattamente il volume del gas contenuto, è necessario che la parte degli scomparti emessa dal livello dell'acqua contenuta nella cassa sia costantemente la stessa; ossia è necessario che il livello dell'acqua sia invariabile. A tal'uopo la cassa porta tre aperture chiuse con tappo a vite; una di queste è praticata sul dorso superiore della cassa, una in basso sul fondo e una sul fianco in corrispondenza

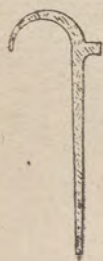


Fig. 1206.

del livello costante che deve avere l'acqua. Questa si versa dall'apertura superiore mediante un imbuto, finchè essa non sorte dall'apertura laterale; l'apertura inferiore serve soltanto a scaricare l'apparecchio, allorchè bisogna rinnovare l'acqua quando è divenuta putrida. I contatori sono di diversa grandezza secondo il numero delle fiamme; vi sono contatori per 3, 5, 10, 20, 30, 50,

60, 80 e 100 fiamme.

I tubi della condotta di distribuzione privata si dipartono dal contatore. Se questo è situato nel piano terreno, si avrà un tubo maestro collocato nel pavimento di questo piano, dal quale si partono le colonne montanti destinate ai vari servizi. Se si hanno diversi appartamenti nello stesso stabile, le colonne montanti faranno capo ai singoli appartamenti; in questo caso però torna più comodo stabilire una sola colonna montante, dalla quale, al livello del pavimento di ogni piano, si dirameranno i tubi che distribuiscono il gas agli appartamenti situati nel medesimo piano; ed allora il contatore relativo a ciascun appartamento si collocherà là dove il tubo si interna nell'appartamento. Al piano terreno si avrà inoltre un contatore destinato alla diramazione relativa all'ingresso, ai vestiboli ed alle scale, di cui l'illuminazione ordinariamente è fatta a spese del proprietario dello stabile.

I tubi avranno una portata corrispondente al volume del gas che si consuma nei determinati servizi e vanno collocati incassandoli nelle murature o meglio fissandoli esternamente alle medesime per mezzo di rampini (fig. 1206), cosicchè si possono ispezionare e si possono ritrovare facilmente i punti in cui ha luogo una fuga di gas. Sono i rampini, come si rileva dalla figura, degli arpioni a testa curvilinea, che si cacciano a viva forza nella

muratura battendo sulla loro testa col martello, finchè questa non va ad adattarsi sul tubo da fissare.

I tubi della condotta interna possono essere di ferro o di piombo.

I tubi di ferro sono simili a quelli che servono per la condotta di distribuzione dell'acqua a pressione, soltanto ne differiscono per lo spessore, che è più piccolo, e di conseguenza si connettono fra loro con manicotti a vite interna; si hanno poi pezzi speciali che servono a cambiare la loro direzione (gomiti curvilinei e gomiti ad angolo), altri a cambiare la sezione (pezzi di raccordo) ed altri per le diramazioni (pezzi a T e a croce) per otturare (tappi a vite), ecc. (fig. 1207). La loro posa in opera richiede molta cura perchè non si verifichi alcuna fuga di gas attraverso il grande numero di congiunzioni che si rendono necessarie in una condotta di ferro. A tale scopo si suole spalmare le viti di mastice di minio prima di congiungere i pezzi e vi si avvolgono dei filamenti di canape catramata, perchè la connessione riesca ermetica.

I tubi di piombo sono meno resistenti, vanno facilmente soggetti alle ammaccature, se si fissano in vista delle pareti, di contro però presentano il vantaggio di evitare i pezzi di raccordo, essendo pieghevoli e potendosi saldare facilmente fra loro. Ma poichè il piombo va soggetto al tarlo, col tempo possono dar luogo a fughe pericolose di gas, per cui in alcune città è vietato l'uso di questi tubi.

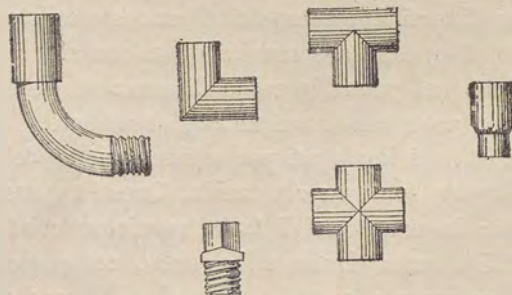


Fig. 1207.

Come norma approssimativa per la determinazione del diametro dei tubi, in base alla loro lunghezza ed al numero delle fiamme che devono alimentare, può servire la seguente tabella (1).

(1) Breymann, Vol. IV.

Diametro del tubo in mm.	Numero delle fiamme per un tubo lungo metri									
	3	6	9	12	15	18	20	24	27	30
9	4	3	2	1	—	—	—	—	—	—
13	10	7	5	4	3	2	1	—	—	—
19	25	14	10	8	6	5	4	3	2	—
25	60	38	26	19	15	12	10	8	7	6
31	100	64	42	32	25	20	16	13	10	8
38	150	95	65	48	37	30	25	20	16	13
50	350	228	156	114	90	70	60	50	40	25

Il gas-luce trascina seco delle particelle di acqua che si depositano sulle pareti dei tubi e finiscono per raccogliersi al piede delle colonne montanti e là dove i tubi orizzontali presentano qualche punto depresso. Per evitare all'acqua di condensazione di ostruire i tubi, e di impedire il libero deflusso del gas nei condotti, i tubi orizzontali si collocano leggermente inclinati verso il piede delle colonne montanti, quivi poi e nei punti in cui la condotta è depressa, si collocano dei piccoli recipienti, detti *sifoni*, i quali servono a raccogliere l'acqua e ad evacuarla all'esterno mediante un'apertura, di cui sono muniti, chiusa con tappo a vite o con una chiavetta d'efflusso. I sifoni sovente si fanno con un pezzo corto dello stesso tubo, che si colloca a sito in posizione verticale, alle cui estremità è fissato il tappo o la chiavetta, che si manovra a intervalli di tempo, quando occorre evacuare l'acqua.

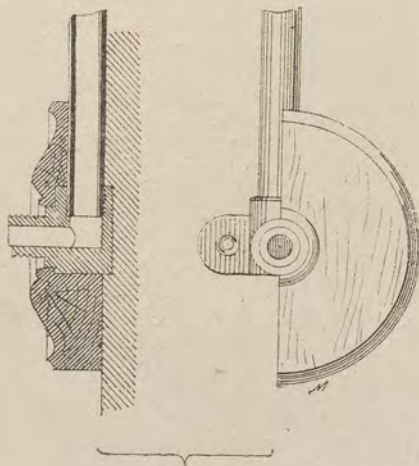


Fig. 1208.

I tubi della condotta privata si prolungano fino agli apparecchi di illuminazione. La congiunzione dei tubi con questi apparecchi si pratica mediante pezzi speciali di raccordo a gomito di ottone, provvisti di ma-

dreviti interne, che si avvitano con un ramo al tubo e con l'altro all'apparecchio. La fig. 1208 dà la vista e la sezione di uno di questi raccordi per muro e la fig. 1209 un raccordo dello stessogenere per soffitto. Si fissano questi raccordi con gesso alla muratura, ovvero mediante un tassello di legno. A tal uopo il raccordo porta un'appendice a forma di piastra provvista di due o tre fori che si fanno attraversare da viti. Il tutto può essere mascherato con una rosetta di legno o di metallo (fig. 1210) dalla quale sporge soltanto l'appendice a cui si avvia l'apparecchio di illuminazione.

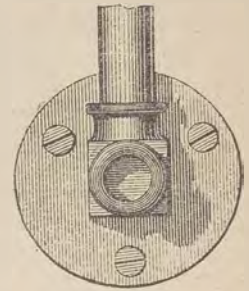


Fig. 1209.

§ 3.

GLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE.

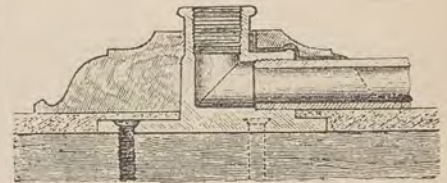


Fig. 1210.

Gli apparecchi di illuminazione variano di forma secondo il locale nel quale vengono installati secondo che sono attaccati alla parete od al soffitto.

Pei cortili, per gli atri, i vestiboli, gli scaloni, ecc. gli apparecchi consistono in lampade sostenute da candelabri (fig. 1211) o da bracci attaccati alla parete (fig. 1212), ovvero appese al soffitto mediante catenelle (fig. 1213), o mediante un tubo verticale (fig. 1214).

Per l'interno delle stanze l'apparecchio più semplice è il becco trasportabile (fig. 1215) per mezzo di un lungo tubo di caoutchouc; si hanno anche candelabri trasportabili per mezzo di tubo di gomma, i quali possono avere la fiamma rinchiusa in un tubo di vetro e sono provvisti di globo di vetro smerigliato, che ripara la luce viva (fig. 1216), ovvero sono provvisti, al medesimo scopo, di tubo di vetro e di campana di vetro smerigliata in sostituzione del globo (fig. 1217).

Si hanno inoltre per le stanze i bracci fissi e quelli girovoli. I bracci fissi sono mensole fisse, che sostengono semplicemente un becco (fig. 1218) che può essere anche contenuto in un tubo di vetro e provvisto di globo smerigliato (fig. 1219); in sostituzione del globo

si può avere la campana di vetro rovescia senza caminetto o diritta con caminetto (fig. 1220 e 1221). Perchè i bracci non riescano incomodi si fanno

avvita direttamente al rosone. La custodia entro cui gira il pezzo a snodo ha un foro in corrispondenza dell'apertura del rubinetto. Il pezzo a snodo porta un canaletto scavato nella sua superficie ed un foro trasverso in corrispondenza di questo canaletto, il quale alla sua volta coincide col foro del rubinetto. Il foro trasverso comunica con uno verticale e quindi col braccio, cosicchè il gas, comunque si giri il braccio, giunge fino alla fiamma.

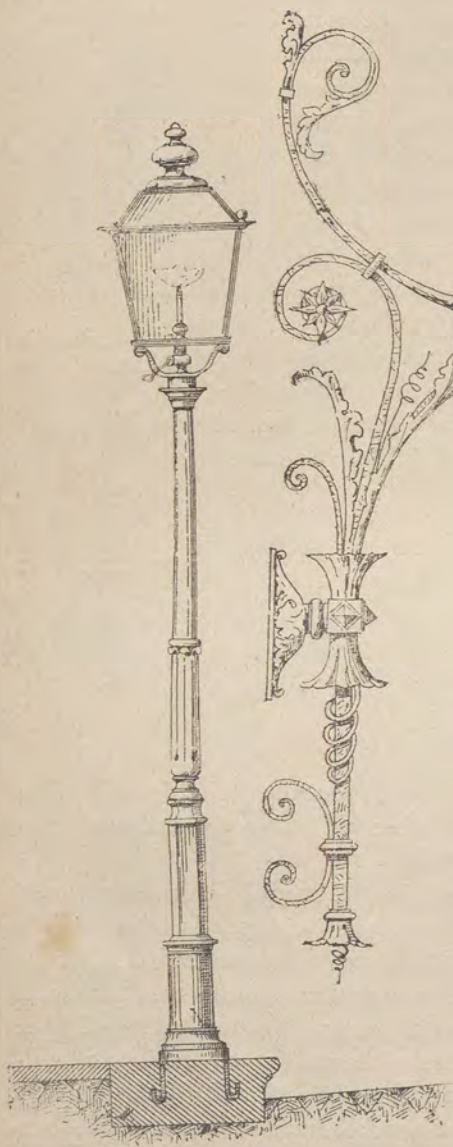


Fig. 1211.

anche mobili a snodo, di maniera che possano girarsi e adagiarsi contro la parete durante il giorno. Questi bracci possono essere provvisti di 1, 2 o 3 movimenti, secondo che sono provvisti di 1, 2 o 3 apparecchi a snodo (fig. 1222). La connessione dei bracci girevoli col tubo della condotta si fa mediante l'apparecchio a snodo che si ha in sezione nella fig. 1223 ed in vista nella figura precedente. Lo snodo è unito al rubinetto, che si

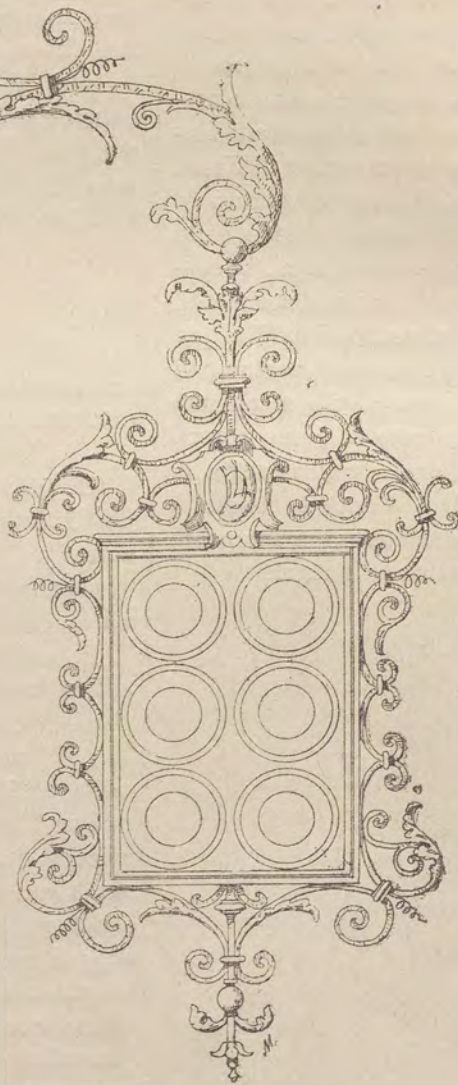


Fig. 1212.

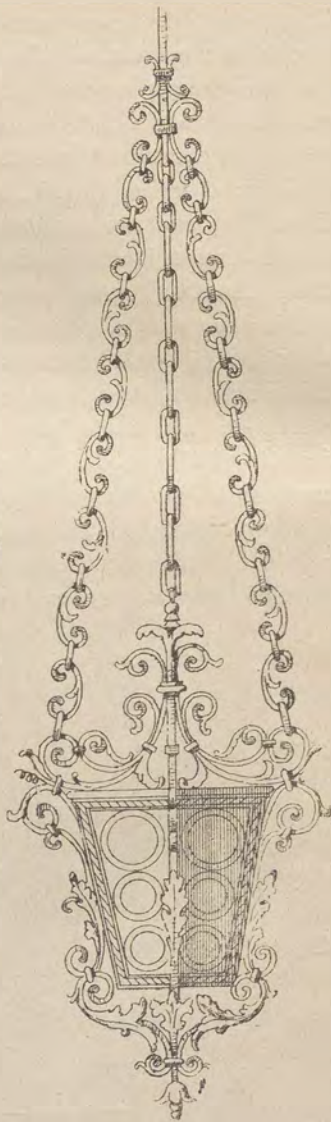


Fig. 1213.

Si hanno poi i bracci e le lampade appese ai soffitti che possono egualmente essere fisse o girevoli a snodo, ovvero solamente scorrevoli nel senso verticale, di maniera che possono innalzarsi od abbassarsi a piacere. La fig. 1224 mostra la vista di un



Fig. 1214.

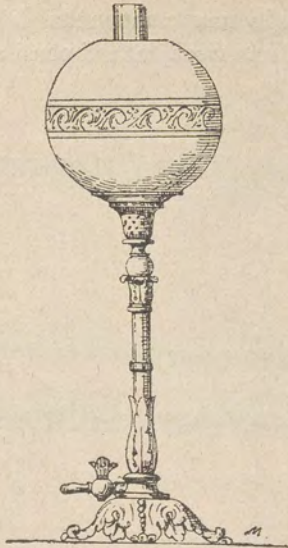


Fig. 1216.

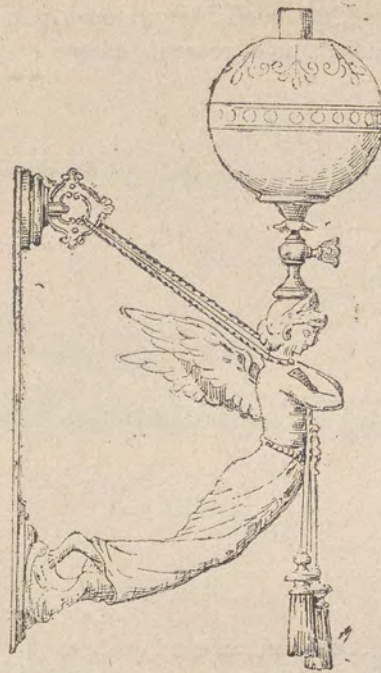


Fig. 1219.

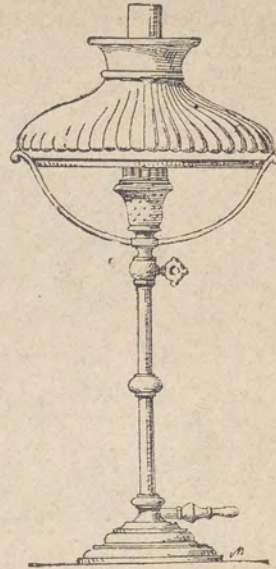


Fig. 1217.

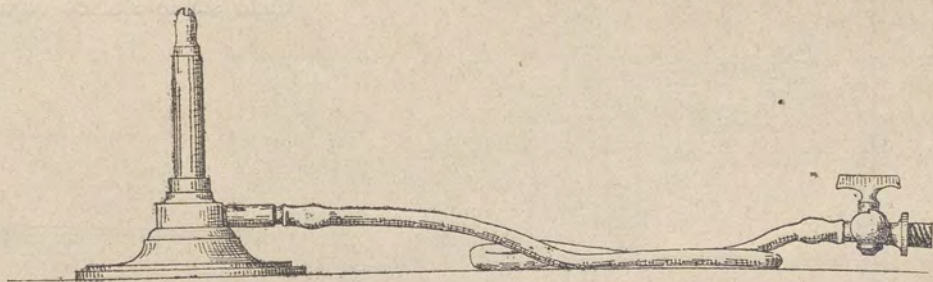


Fig. 1215.

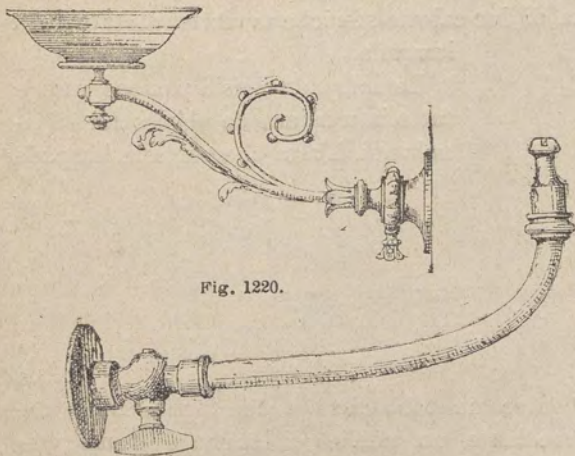


Fig. 1220.

Fig. 1218.

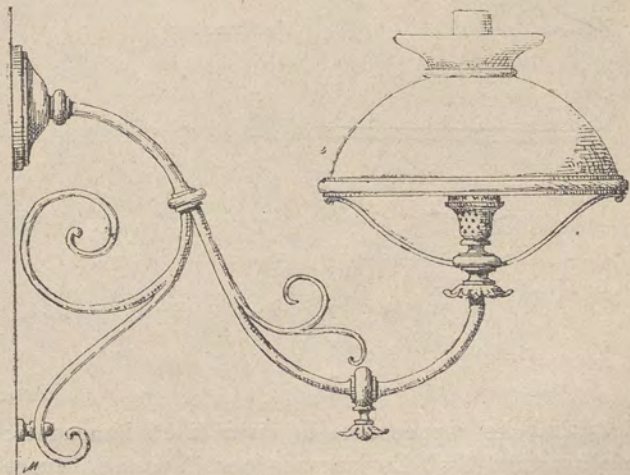


Fig. 1221.

braccio pensile fisso; la fig. 1225 quella di un doppio braccio pensile fisso, le cui fiamme possono essere

pende una campanella di porcellana, che impedisce all'aria riscaldata di porsi a contatto dell'apparecchio.

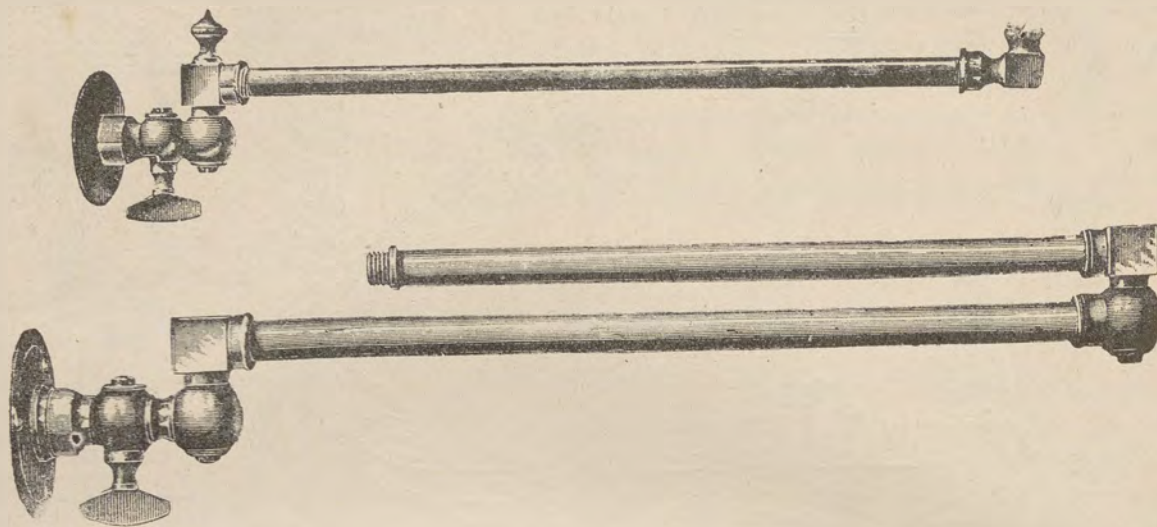


Fig. 1222.

parate da campane (fig. 1226) o rinchiusi in tubi di vetro e globi di vetro smerigliato, come mostra la

I bracci e le lampade pensili girevoli sono provviste di apparecchio a snodo simile a quello dei bracci, che si attaccano alle pareti (fig. 1223) ovvero dello snodo sferico riportato dalla fig. 1229, facile a

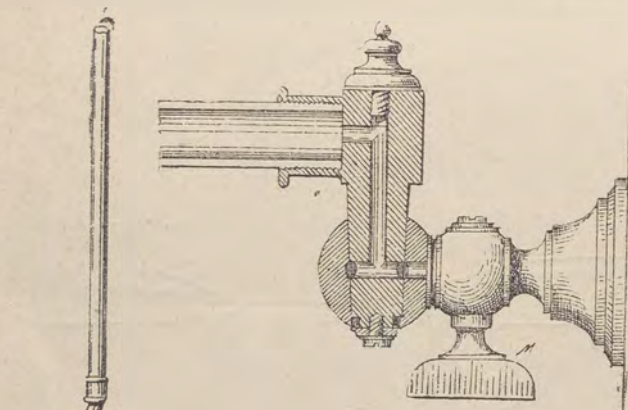


Fig. 1223.



Fig. 1224.

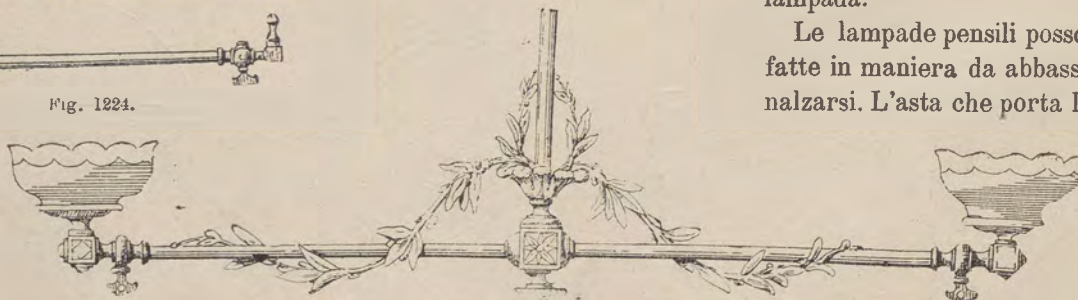


Fig. 1226.

fig., 1227 che rappresenta la vista di un lampadario a più bracci fissi. Le lampade pensili possono avere la forma di una lira (fig. 1228), allora sulla fiamma

comprendersi dalla sola figura; il raccordo presenta una rigonfiatura sferica, che penetra in una custodia formata di due calotte sferiche avvitate, portate dalla lampada.

Le lampade pensili possono essere fatte in maniera da abbassarsi ed innalzarsi. L'asta che porta la lampada

scorre entro un tubo fisso e le fughe sono impedito mediante un anello di sughero o un premistoppa ovvero con una chiusura idraulica con

glicerina. Poichè nessuna di queste chiusure sviluppa un attrito sufficiente per tenere ferma la lampada in qualsiasi posizione, è necessario appendere questa a dei con-

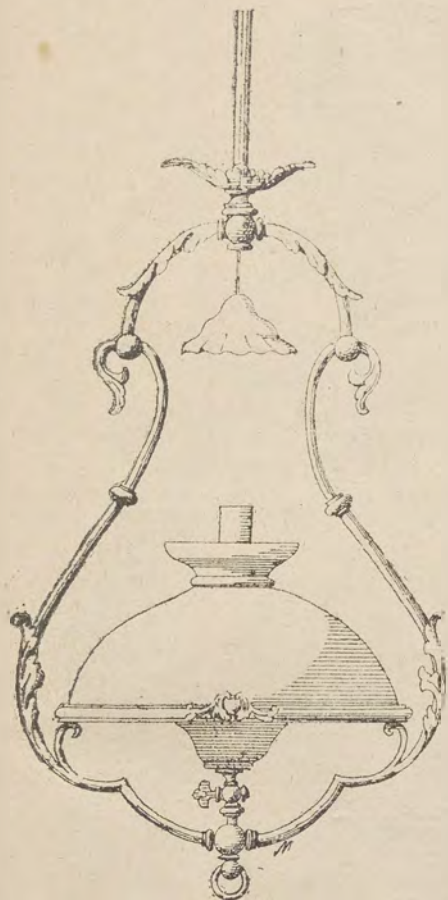


Fig. 1228.

trappesi, per mezzo di catenelle che si avvolgono sopra pulegge, come fa vedere la figura 1230.

§ 4.

I BECCHI.

Gli apparecchi di illuminazione terminano alla loro estremità con una parte speciale dalla quale si di-

parte la fiamma e che chiamasi *becco*. I becchi si fanno di metallo molto duro, talvolta anche di porcellana o di steatite e si distinguono in due gruppi

secondo che servono per fiamme rinchiuso entro tubi di vetro, o per fiamme libere.

In generale la scelta dei becchi dipende, non solamente dal locale che si deve illuminare, ma anche dalla pressione alla quale è sottoposto il gas e dalla qualità del medesimo. Poichè un gas molto ricco di

carbonio, riuscendo più leggero e quindi meno denso di un altro gas meno ricco, abbisogna per bruciare di un becco provvisto di fori più piccoli, e di fori più grandi, se è più denso.

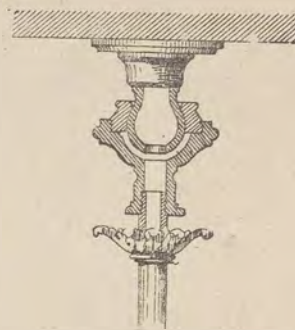


Fig. 1229.

Uno dei becchi più noti per l'illuminazione dei locali abitati è quello a doppia corrente d'aria, conosciuto col nome di *becco Argand*. La fiamma con questi becchi acquista una forma anulare cava ed è rinchiusa in un tubo di vetro cilindrico, che funziona da caminetto. Il becco è circolare ed è costituito da un cilindro cavo attraversato da un certo numero di piccoli fori praticati nello spessore, l'uno vicinissimo all'altro (fig. 1231). Il numero dei

fori varia da 16 a 40 e più, e questi sono distribuiti in una od anche in due circonferenze concentriche (fig. 1232). Di solito la parte superiore del becco è formata di steatite e si salda col mastice alla parte inferiore che è di ottone. La parte di steatite, in sommità ove è prov-

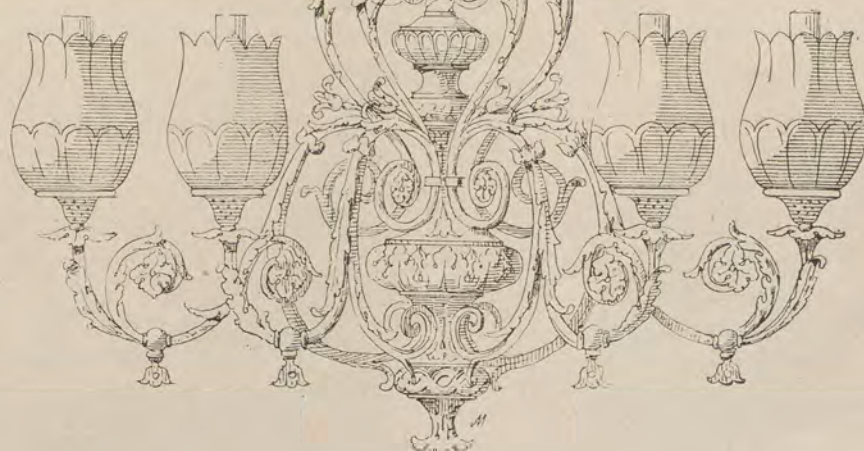


Fig. 1227.

vista di fori, è arrotondata. L'aria lambisce la fiamma tanto all'interno che all'esterno, secondo come più chiaramente indicano le frecce della figura 1231,

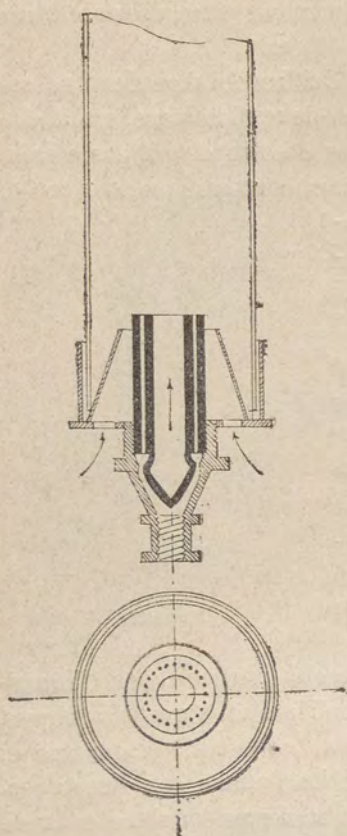


Fig. 1231.

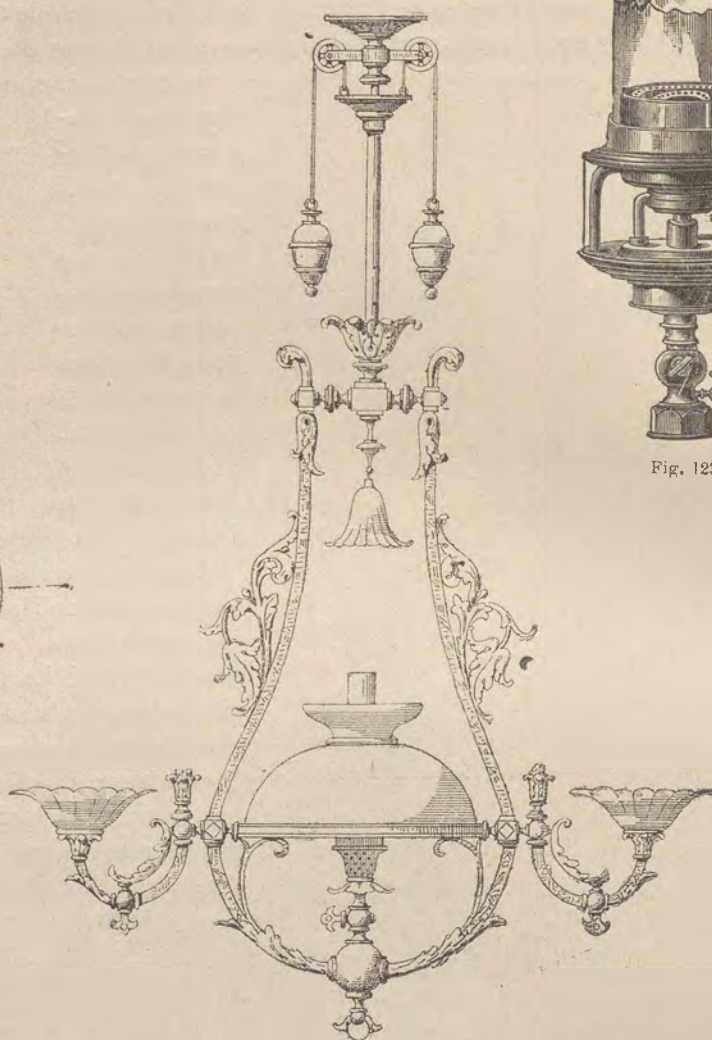


Fig. 1230.

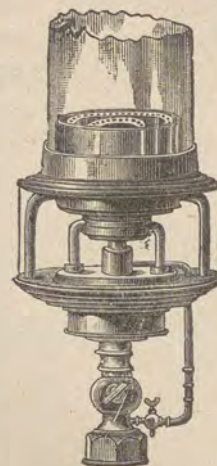


Fig. 1232.

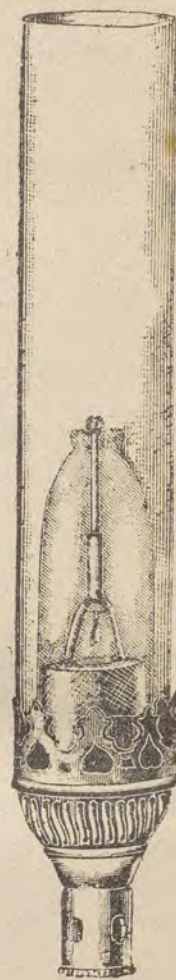


Fig. 1234.

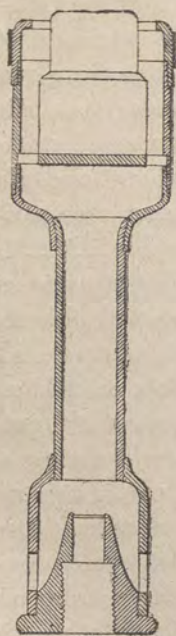


Fig. 1236.

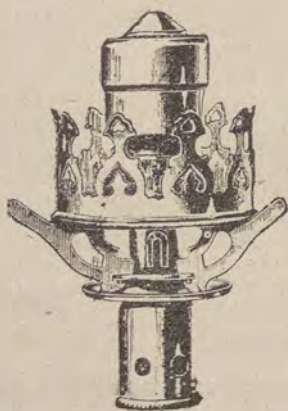


Fig. 1235.



Fig. 1233.

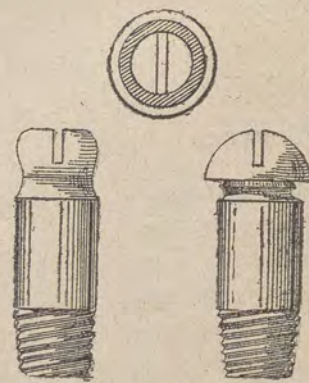


Fig. 1237.

Un cilindro o un cono cavo di metallo serve ad avviare l'aria verso la fiamma: questo cono è munito alla base di aperture per le quali l'aria affluisce dallo esterno.

Recentemente questi becchi hanno subito alcune piccole modificazioni, allo scopo di aumentarne il potere luminoso o di diminuire il consumo di gas. Si hanno quindi in commercio diversi tipi di becco-Argand (*Argand-London*, *Argand-Sugg*, *Argand-Schwarz*, ecc) che si distinguono dal nome del costruttore o da quello del luogo, dove è più generalmente adottato. Un apparecchio speciale in questo becco serve a regolare la pressione del gas, abbassandola quando il gas arriva al becco, allo scopo di evitare quel crepitio speciale che si ha in una fiamma chiusa, quando la pressione del gas è molto elevata.

Per locali di abitazione è diffuso molto il *becco Auer* che consiste in un becco, nel quale si brucia un miscuglio di gas e di aria nelle proporzioni di 1 volume di gas e 2,88 volumi di aria, e in una rete finissima di forma conica (fig. 1233) che inviluppa il becco (fig. 1234) e che conseguentemente, per il calore sviluppato dalla combustione, si rende incandescente. Il becco propriamente detto è un becco Bunsen ordinario (fig. 1235) sormontato da una piccola camera nella quale si fa il miscuglio dell'aria, che arriva nel becco da aperture praticate nella sua base, e del gas che perviene pure alla base del becco dalla tubatura, come meglio si rileva dalla sezione riportata dalla fig. 1236.

La reticella è formata da un tessuto di sostanze minerali (ossido metallico) che si ottiene bruciando al calore di una fiamma ottenuta con un getto di gas compresso, una reticella analoga di tessuto di cotone imbevuta di una soluzione di azotato metallico: il cotone si riduce in cenere sotto l'azione del calore e l'azotato si riduce in ossido. Questi becchi presentano quindi un solo inconveniente e cioè la estrema fragilità delle reticelle; basta infatti un piccolo urto per spezzarle. Per questo fatto conviene accendere la fiamma in questi becchi mediante uno stoppino imbevuto di spirito che si avvicina alla parte inferiore, anzichè alla parte superiore del tubo di vetro, per evitare che la piccola esplosione, che si verifica inevitabilmente in tutti i becchi a caminetto di vetro con l'ultima maniera di accensione, possa ridurre la reticella in frantumi. Del resto il becco Auer presenta un rendimento luminoso maggiore fra i becchi congeneri, produce

poco calore e consuma 20 a 25 litri di gas per ogni candela luminosa.

Le fiamme all'aperto si ottengono impiegando il becco a *intaglio* o a *farfalla* ed il *becco a candela*. Col becco a intaglio (fig. 1237) si ottiene una fiamma

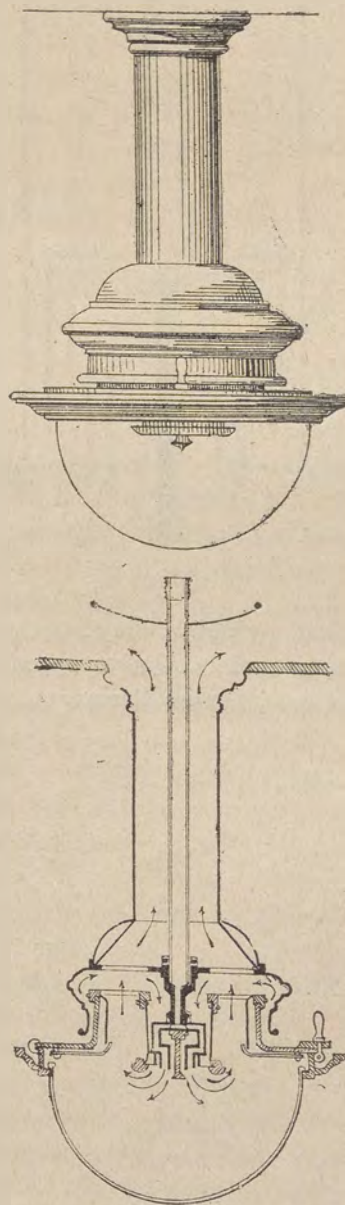


Fig. 1238.

della forma di un ventaglio o di una farfalla perchè il gas esce da una fessura ad intaglio praticata nel becco cilindrico. Questi becchi si fabbricano in 10 grandezze distinte coi numeri da 1 a 10 a cui corrispondono fessure larghe da mm. 0,1 a mm. 1,0. Dalle esperienze eseguite sembra che il n. 7, quello cioè che ha la fessura larga mm. 0,7,

sia il più soddisfacente, in quanto che si ottiene con questo becco il migliore rendimento economico.

In luogo di una fessura si può praticare nel becco un piccolo foro circolare, si ha così il così detto

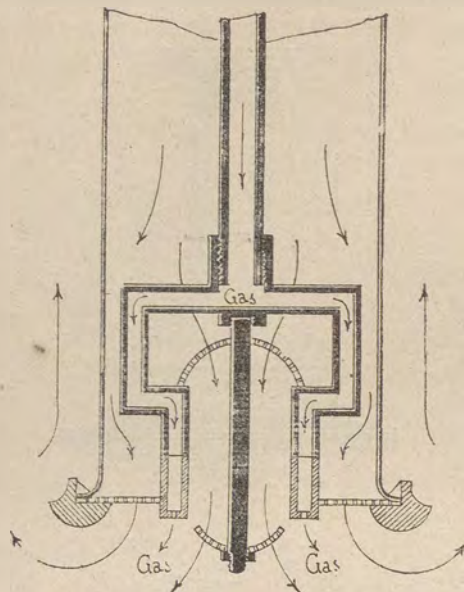


Fig. 1239.

becco a candela, perchè la fiamma acquista la forma di quella d'una candela. Questo becco ha il difetto di dare poca luce, perchè l'aria non affluisce bene

nella fiamma, che è a filetto rotondo. Per questo motivo i becchi a candela sono pochissimo usati nella illuminazione, e soltanto talvolta accoppiati l'uno vicino all'altro per dar luogo a una serie di fiammelle o ad una fiamma unica, se i fori sono molto vicini.

Nelle botteghe, nei negozi, nei caffè e ristoranti, ecc. per ottenere una illuminazione brillante si usano sovente becchi a fiammelle aperte disposte a corona circolare contenute in un involucro parte di vetro e parte di metallo che funziona da caminetto e ad un tempo da riflettore. Questo becco multiplo è noto sotto il nome di *becco-sole* o *becco-stella*; la fig. 1238 mostra la vista e la sezione di una lampada provvista di becco-sole; la fig. 1239 dà poi il dettaglio del becco. Le frecce tanto nella sezione che nel particolare indicano il movimento dell'aria circolare e la maniera come si evacuano i prodotti della combustione. Le fiamme vengono ripiegate orizzontalmente dalla corrente, offrendo così la massima luce. Queste lampade si collocano a circa 40-80 cm. al di sotto del soffitto e talvolta anche incassate nella struttura del soffitto medesimo; in questo caso un secondo camino concentrico al primo, raccoglie ed evacua l'aria che si riscalda a contatto del primo; cosicchè serve a proteggere la struttura del soffitto dal calore.

CAPITOLO VI.

L'ILLUMINAZIONE ELETTRICA

§ 1.

LE GENERALITÀ.

L'illuminazione elettrica applicata fino a pochi anni addietro soltanto alle sale dei grandi teatri, alle aule per le assemblee, ai vasti negozi ed ai grandi magazzini, ha preso oggi tale sviluppo, specialmente per le vie e le pubbliche piazze, negli edifici di abitazione, negli uffici, nelle botteghe ecc. da contendere il dominio agli altri generi d'illuminazione, non escluso quello a gas, specialmente in tutti quei centri abitati, grandi o piccoli, nei quali riesce facile disporre di una energia meccanica, sia questa prodotta col mezzo della combustione del carbon fossile, sia col mezzo di pressione idraulica dovuta a dislivello.

Un impianto di illuminazione elettrica comprende come parti essenziali: la *macchina o generatore* della corrente, il *conduttore* che lo trasmette e le *lampade*, che da questo ricevono la corrente e la trasformano in luce; si hanno poi degli accessori, indispensabili per il funzionamento della luce, che servono a misurare, controllare e governare la corrente.

La *corrente elettrica* è un fluido tuttavia non bene definito dai fisici, che scorre nei fili conduttori a guisa dell'acqua immessa in un tubo, e può essere generata da *pila idroelettriche*, da *pila termoelettriche*, da macchine *magneto-elettriche* o da macchine *dinamo-elettriche*, dette anche semplicemente *dinamo*. I corpi che permettono in essi la circolazione della corrente si chiamano *conduttori*. Non tutti i

corpi presentano però la stessa facoltà di farsi penetrare dalla corrente; ve ne hanno alcuni che si prestano in sommo grado, altri che si prestano in grado minore, altri infine che si oppongono recisamente al movimento della corrente. Questi ultimi si dicono propriamente *isolanti*, perchè s'impiegano per impedire il passaggio della corrente.

Nel caso in cui i corpi si oppongano parzialmente al movimento della corrente si dice che questo incontra nel corpo una *resistenza*, che si oppone al suo passaggio.

In generale tutti i corpi offrono una certa resistenza al passaggio della corrente, che varia col variare della loro natura ossia della loro conduttività elettrica; la resistenza è minima nei buoni conduttori, grande nei cattivi e diviene praticamente infinita negli isolanti. L'esperienza dimostra che la resistenza varia ancora in un medesimo corpo colla sua temperatura e col suo stato di aggregazione molecolare.

Perchè una corrente si produca e si mantenga in un conduttore è necessaria una forza senza la quale non è possibile generare una corrente, come senza pressione o dislivello non è possibile generare il movimento di un liquido in un condotto. Col variare di questa forza, alla quale venne dato il nome di *forza elettro-motrice* (*f. e. m.*) evidentemente varierà l'intensità della corrente, col cessare della *f. e. m.* cesserà la corrente e coll'aumentare crescerà la intensità della corrente.

Nella forza elettromotrice sviluppata per mezzo delle pile idroelettriche si ha un fenomeno chimico che dà luogo allo sviluppo di *f. e. m.*; nella forza

elettromotrice sviluppata con le pile termoelettriche è un fenomeno calorifico che dà luogo alla f. e. m.: usando le macchine magneto e dinamo-elettriche per la produzione di f. e. m. è un fenomeno di induzione magnetica o di induzione elettromagnetica che genera la f. e. m.

La quantità di corrente che passa attraverso un conduttore nell'unità di tempo (secondo) chiamasi *intensità della corrente*: il prodotto dell'intensità con la durata del tempo, nel quale ha avuto luogo il fenomeno del passaggio della corrente, ci dà la quantità totale di elettricità consumata o prodotta da un fenomeno qualsivoglia, bene inteso supponendo costante per tutto il tempo l'intensità della corrente.

La corrente può essere *continua* od *alternata*. La corrente continua a sua volta può essere costante, se si mantiene della stessa intensità, o variabile se l'intensità varia col tempo, generalmente, seguendo una certa regola periodica.

Un caso particolare di corrente variabile è quello in cui l'intensità varia da un valore zero ad un massimo positivo in un senso, per tornare quindi a zero e, cambiando di segno, giungere ad un massimo negativo per ritornare a zero e ricominciare la variazione di prima. Queste correnti, che graficamente si possono rappresentare con una sinusoide (fig. 1240)

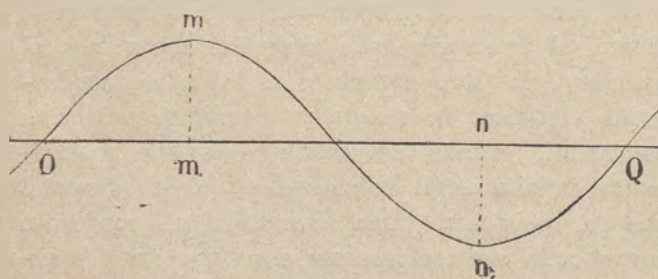


Fig. 1240.

nella quale le ordinate danno il valore della forza elettromotrice, si chiamano propriamente correnti *sinusoidali* od *alternate*, ed *OQ* dicesi *periodo*, ossia tempo impiegato dalla corrente per una intera variazione.

Due o più correnti alternate, aventi lo stesso periodo, diconsi della *medesima fase*, se passano nello stesso istante per i loro valori massimo e minimo. Quando ciò non avviene allora le correnti diconsi a fase *spostata* o *polifasi*. Fra le correnti polifasi sono notevoli, perchè praticamente utilizzate, le correnti *difasi*, ossia due correnti spostate di mezzo periodo di tempo e le correnti *trifasi* ossia tre correnti spostate di un terzo del periodo del tempo.

L'insieme di un generatore o di più generatori di correnti, di un conduttore e degli apparecchi destinati a utilizzare la corrente prodotta dai primi, come

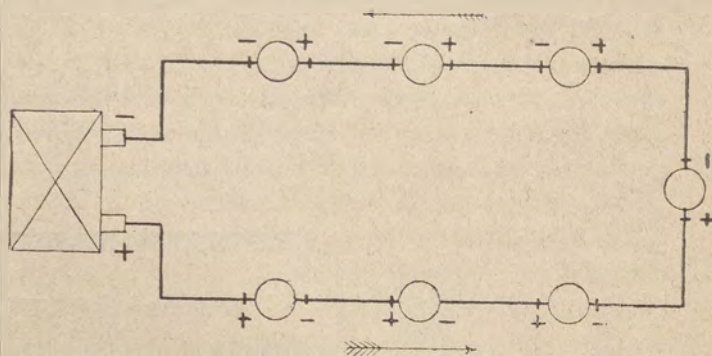


Fig. 1241.

lampade, motori elettrici, bagni galvanoplastici, ecc., si chiama *circuito elettrico*. In un circuito gli appa-

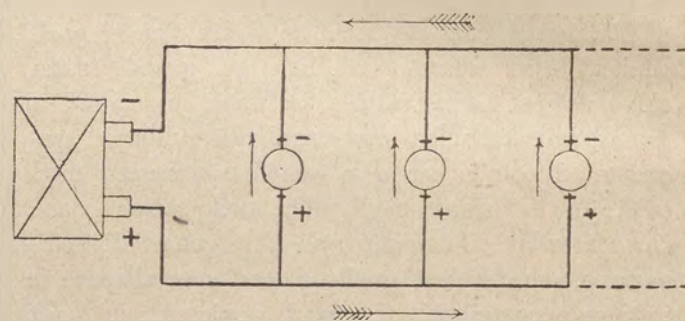


Fig. 1242.

recchi che utilizzano la corrente possono disporsi tutti in *serie* (fig. 1241) o tutti in *derivazione* (fig. 1242

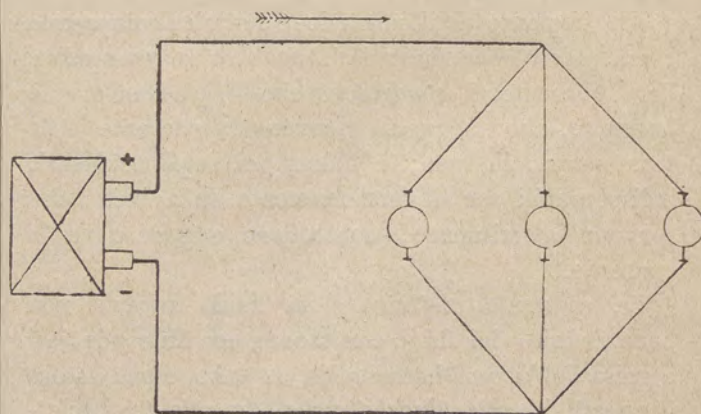


Fig. 1243.

e 1243). Con la prima disposizione la corrente che percorre il conduttore parte dal polo positivo del generatore, attraversa uno per volta gli apparecchi

utilizzatori e ritorna al polo negativo del generatore. Con la disposizione in derivazione i due conduttori si riuniscono per mezzo di derivazioni in ognuna delle quali è compreso un apparecchio utilizzatore della corrente. Si possono immaginare anche delle disposizioni miste di apparecchi utilizzatori della corrente, disponendo questi ultimi parte in serie e parte in derivazione. Ciò meglio si vedrà allorchè diremo delle disposizioni delle lampade nei circuiti.

I diversi fattori della corrente elettrica sono praticamente misurati per mezzo di unità elettriche che occorre ricordare, poichè è per mezzo di queste che si può nella pratica studiare quantitativamente, per mezzo di numeri, i fenomeni cui dà luogo la corrente.

Le unità pratiche sono state dedotte dal sistema unitario assoluto *C. G. S.* (centimetro, grammo, secondo) mediante fattori e divisori e sono:

1.° L'unità di *resistenza* di un conduttore, detta *Ohm*, equivalente a 10^9 unità del sistema *C. G. S.* elettromagnetico. I congressi internazionali del 1881 e 1884 decisero che l'*Ohm* debba essere praticamente rappresentato dalla resistenza di una colonna di mercurio della sezione di un mm. quadrato e della lunghezza di 160 centimetri alla temperatura di 0°.

2.° L'unità pratica di *forza elettromotrice* è detta *volt* ed è eguale a 10^8 quella *C. G. S.* di *f. e. m.* Praticamente non si hanno campioni esatti di un volt, e soltanto approssimativamente questa si può rappresentare mediante un elemento Bunsen e con una pila Daniell la quale, in certe condizioni, ha la forza elettromotrice di 1,07 volt.

3.° L'unità pratica di *intensità* di una corrente porta il nome di *ampère* ed equivale a 10^{-1} unità *C. G. S.* di intensità.

4.° L'unità di *quantità* di elettricità, detta *Coulomb*, è la quantità di elettricità che attraversa un circuito in un secondo, quando l'intensità della corrente è di un ampère.

Conseguentemente l'*ampèr-ora* (ampère in un'ora) equivale a 3600 coulomb; per cui con questa relazione si passa facilmente dal coulomb all'ampère e viceversa, servendosi del tempo come fattore.

5.° L'unità di *energia* sviluppata dalla corrente è detta *Joule* o *Coulomb-volta* ed equivale al lavoro di un coulomb quando la *f. e. m.* è un volt.

6.° L'unità di *potenza*, detta *Watt* o *Voltampère*, si definisce come la potenza o l'energia elettrica prodotta durante un secondo dalla corrente di

un ampère con un volt di *f. e. m.* Il watt equivale a $\frac{1}{9,81}$ chilogrammetri al secondo e quindi un cavallo vapore equivale 735,5 watt.

La potenza degli elettromotori si indica in pratica mediante il multiplo *chilowatt*. In generale per esprimere i multipli ed i sottomultipli delle unità elettriche al loro nome si antepongono le parole: *chilo* = 1000, *miria* = 10.000, *mega* = 1000.000, *milli* = $\frac{1}{1000}$, *micro* = $\frac{1}{1000.000}$.

§ 2.

I GENERATORI DELLA CORRENTE ELETTRICA. LE PILE.

In altra parte di quest'opera abbiamo dato già un cenno delle principali *pile idroelettriche* usate nella pratica come generatori di corrente elettrica ed abbiamo citato la pila Daniell, la pila Bunsen, la pila Meidinger e la pila Leclanché. Senza ripetere quindi la loro descrizione rimandiamo il lettore al cap. IV *Apparecchi portavoce* ed *Apparecchi avvisativi*, laddove appunto queste pile trovano la loro facile applicazione, non prestandosi in genere alla produzione industriale della corrente a causa del costo elevatissimo con cui fornirebbero, ad esempio, la luce. Basta citare che per produrre con una pila Bunsen una forza elettromotrice equivalente a quella che darebbe un kgr. di carbon fossile che costa 4 centesimi, sarebbe necessario consumare una quantità di zinco, di mercurio, di acido nitrico e di acido solforico del costo complessivo di 20 lire.

Le *pile termoelettriche* sono fondate sul noto principio del contatto di due metalli a temperatura differente. Se due metalli sono saldati in un punto e uno di essi è scaldato più dell'altro, si genera nel circuito una corrente, sensibilmente apprezzata dal galvanometro, di intensità variabile con la temperatura e con la struttura dei due metalli.

Non è neppure necessario impiegare nel circuito due metalli differenti, bastando che da una parte e dall'altra del punto in cui si produce l'elevamento di temperatura, si abbia una differenza di struttura anche in uno stesso metallo, perchè si manifesti la corrente. Questo fatto è dimostrato con la nota esperienza riportata dalla fig. 1244, la quale rappresenta un filo metallico contorto ad elica od anche anno-

dato e riscaldato in un punto vicino all' elica o al nodo. La corrente che si genera è dovuta in prevalenza alla differenza di struttura, per quanto leggera sia, e non già ad altra circostanza, come sa-



Fig. 1244.

rebbe, per esempio, il cambiamento di sezione. Quando la costituzione molecolare è la stessa dalle due bande del punto scaldato, non si ottiene corrente alcuna.

La corrente che si genera percorre un senso che viene determinato dalla natura dei metalli associati. Il Becquerel ha potuto stabilire, che nella seguente serie di metalli, questi sono disposti in ordine tale che la corrente attraversa la saldatura, andando da quello che lo precede a quello che lo segue:

Bismuto, platino, piombo, stagno, rame, argento, zinco, ferro, antimonio.

Associando un certo numero di coppie termoelettriche e scaldando simultaneamente tutte le saldature di eguale rango, si ottiene una pila termoelettrica.

Sotto il punto di vista della produzione dell' elettricità però le pile termoelettriche non hanno dato ancora

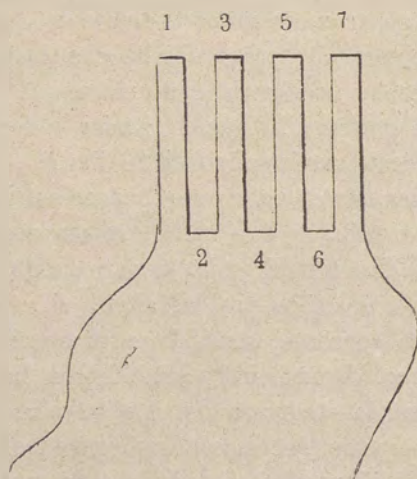


Fig. 1245.

risultati assai utili. Infatti, in causa della conduttività dei mezzi nei quali prendono origine, le correnti termoelettriche si indeboliscono assai rapidamente passando in un circuito di resistenza appena apprezzabile.

Per questa ragione le pile termoelettriche non si impiegano nel campo industriale per la produzione della luce elettrica, la loro pratica applicazione quindi resta confinata più nei laboratori e gabinetti scientifici, che per le vie e le abitazioni. Ne descriveremo per ciò soltanto qualcuna tra i tipi principali proposti, rimandando il lettore ai trattati di fisica per avere più larghe nozioni di questi apparecchi.

Generalmente i due metalli si saldano di maniera che le saldature di ordine pari di ogni coppia e le saldature di ordine dispari si trovino situate tutte dalla stessa parte (fig. 1245). Cosicchè, dovendo le saldature di ordine pari e le saldature di ordine dispari essere rispettivamente riscaldate o raffreddate contemporaneamente, così basterà applicare ri-

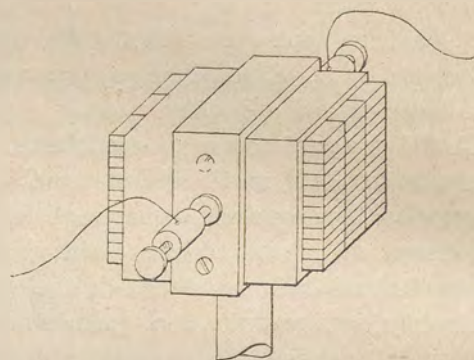


Fig. 1246.

spectivamente il riscaldamento lungo una faccia e il raffreddamento lungo la faccia opposta. Le coppie termoelettriche possono convenientemente venire associate e rinchiuse in un astuccio, come mostra ad esempio la fig. 1246, munito di due serrafili a cui mettono capo i due estremi della batteria.

Le pile termoelettriche non differiscono in sostanza fra loro che per la diversità dei metalli che costituiscono ciascuna coppia. Così la pila Bunsen risulta di coppie composte con pirite di rame e rame, la pila di Marcus di coppie composte con 2 leghe differenti (rame con zinco e antimonio con zinco), ecc. Ma la sola pila termoelettrica che potè avere qualche applicazione industriale è quella di Clamond così descritta dal Verole (1).

Gli elementi della pila Clamond, che è una modificazione di quella di Marcus, sono formati da prismi di una lega di zinco e antimonio accoppiati a lamine di ferro. Tali elementi sono disposti in corona circolare

(1) *Illuminazione*. Encicl. Arti e Ind. Torino.

e congiunti fra loro nel modo indicato in pianta dalla fig. 1247. Ogni corona circolare consta di 10 elementi.

Le saldature di ordine impari si trovano al centro e quelle di ordine pari alla periferia della corona circolare. Più serie di corone di 20 elementi ciascuna sono disposte l'una al di sopra dell'altra (fig. id.) e si possono riunire a volontà o in quantità o in tensione. Tutte le saldature impari delle diverse serie sono riunite fra loro da un mastice isolante, il quale costituisce una specie di tubo disposto nel centro dell'apparecchio. Concentrico al primo trovasi un altro tubo *T* di terra refrattaria, bucherellato, che comunica con una condotta di gas luce. Per mettere la pila in attività basta accendere il getto di gas proveniente dalla condotta *T*, il quale determina allora il riscaldamento di tutte le saldature di ordine impari.

Il Clamond avendo osservato che la pila, di cui si è fatto cenno, presentava diversi inconvenienti, tra i quali una considerevole perdita di calore ed il rapido deterioramento delle saldature dovute ai colpi di fuoco a cui venivano soggette, la modificò sensibilmente e le diede la disposizione rappresentata dalla fig. 1248.

In essa sono da distinguersi il collettore di ghisa *PR* nel quale circolano i prodotti della combustione provenienti dal forno *F* in cui si abbrucia dell'arso, l'apparecchio termoelettrico *C* propriamente detto, formato nel modo già indicato (fig. 1247) e il refrigerante *D* costituito da tante lamine di rame disposte radialmente.

Gli elementi negativi della pila, fatti, come si disse, con una lega di antimonio e zinco, hanno la forma di tanti prismi rettangolari aventi lati eguali a 2 cent. e 3 cent. Gli elementi positivi (fig. 1248, *b*) constano di una sottile lamina di ferro munita a due suoi lembi di appendici pure di ferro, in modo da presentare, visto di fianco, la forma di uno *Z*. Gli elementi positivi e negativi sono tra loro uniti in guisa da formare tante catene come quella della fig. id *a*, la cui lamina di ferro di ogni elemento positivo è compreso tra due successivi elementi negativi e le sue appendici sono saldate sulle faccie opposte di questi due elementi. Ciascuna lamina di ferro è ricoperta da un foglio di amianto, affinchè non possa stabilire una comunicazione diretta tra prisma e prisma. Tutte le catene così formate vengono disposte verticalmente tra il collettore e il refrigerante per modo che tutte le saldature d'ordine impari siano in contatto col primo e tutte quelle di ordine pari col secondo.

Il collettore *PR* (fig. 1248), obbligando i prodotti della combustione a fare in esso tre giri prima di

immettersi nel camino *B*, toglie loro e cede alle saldature d'ordine impari della pila la maggiore possibile quantità di calore. Le lamine *D*, presentando una considerevole superficie di contatto con l'aria

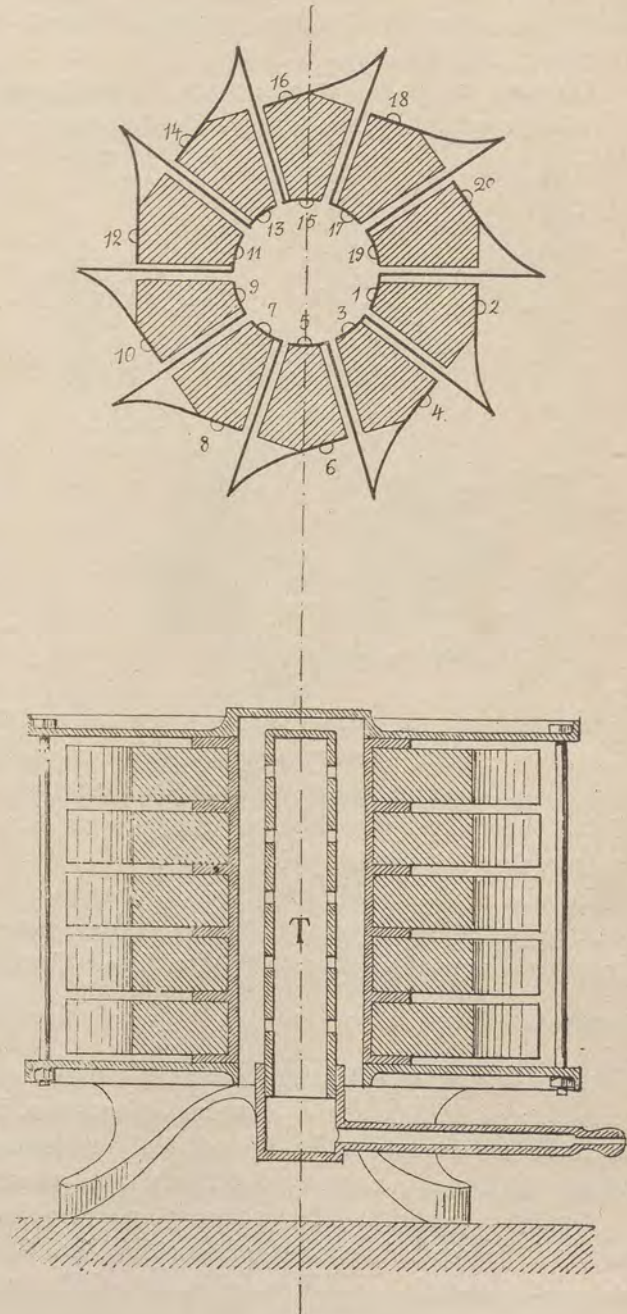


Fig. 1247.

esterna, trasmettono invece rapidamente a questa il calore comunicato alle saldature di ordine pari e le mantengono costantemente a temperatura assai poco considerevole. Per questo è stato dato al complesso di tutte queste lamine il nome di *refrigerante*.

Coll'impiego di questo refrigerante si può ridurre la lunghezza degli elementi e diminuire perciò la resistenza interna della pila già per sua natura assai considerevole.

Il collettore è formato da tante parti a ciascuna delle quali corrispondono una catena di elementi e lamine refrigeranti (fig. id. c).

Ciascuna catena è compressa tra il collettore e il refrigerante: ed allo scopo di impedire che le sal-

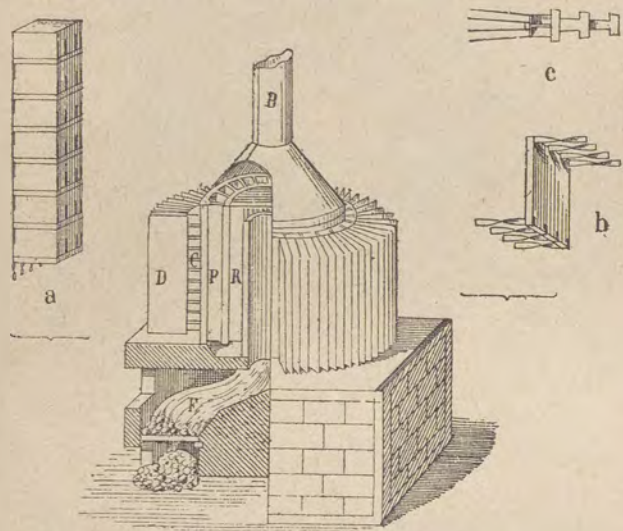


Fig. 1248.

dature dello stesso ordine possono comunicare fra loro, ogni catena è accuratamente isolata dal collettore e dalle lamine radiali mediante fogli di amianto. Tutte le catene si possono poi congiungere tra di loro a volontà o in quantità o in tensione.

La pila di Chamond, come quella rappresentata dalla fig. 1247, composta di 50 elementi disposti in tensione consuma mediamente 120 litri di gas all'ora ed equivale approssimativamente a $1 + \frac{2}{3}$ pile Bunsen.

Il tipo più recente (fig. 1248) della pila di Chamond, composta di 9000 elementi congiunti in tensione, ha la forza elettromotrice di 109 volt e la resistenza di ohm 15,5 con un consumo di 5 kgr. di arso all'ora.

I migliori generatori termoelettrici non trasformano al presente in energia elettrica che dal 3 al 4 % della energia calorifica generata nel focolaio che li alimenta.

§ 3.

GLI ACCUMULATORI DI ENERGIA ELETTRICA.

Con gli elementi ordinari delle pile difficilmente si possono ottenere correnti di energia sufficiente per la produzione dell'arco voltaico o per alimentare delle

lampade. In loro vece gli *accumulatori* rispondono bene a questo scopo.

Come dice la stessa parola, gli accumulatori sono apparecchi nei quali si immagazzina l'energia elettrica. Questa operazione si compie, come meglio vedremo in seguito, per mezzo della polarizzazione degli elementi, che costituiscono l'accumulatore, dovuta all'azione della corrente sviluppata da pile ordinarie o da macchine dinamo elettriche.

Si sa come per mezzo di una corrente si possa decomporre l'acqua in ossigeno ed idrogeno, che si raccolgono rispettivamente sull'elettrodo positivo e negativo del voltmetro. Se durante questa operazione la corrente viene interrotta e ristabilito il circuito fra i reofri dei due elettrodi dell'apparecchio, l'ossigeno e l'idrogeno, sviluppati durante la decomposizione dell'acqua, si ricompongono dando luogo a formazione di acqua, e nel circuito si sviluppa una corrente secondaria diretta in senso inverso della prima. E poichè non è soltanto l'acqua che si decompone sotto l'azione della corrente elettrica, ma molte altre sostanze ancora, le quali tutte sono capaci, ricomponendosi, di produrre nel circuito la corrente secondaria, così questa corrente è quella che viene utilizzata cogli accumulatori e riesce tanto più energica e duratura quanto maggiore è la quantità di sostanza decomposta epperò ancora quanto maggiore è l'intensità magnetica della corrente che la decompone.

L'utilizzazione di queste correnti secondarie, che si trovano come immagazzinate in questi apparecchi, ha dato agli accumulatori anche il nome di *pila secondarie*, le quali perciò funzionano come veri e propri serbatoi di elettricità.

La costruzione degli accumulatori risale fino al 1803 nel quale anno il Ritter utilizzò per primo la corrente inversa di una pila secondaria.

Però il primo accumulatore che diede prova della sua pratica applicazione nel campo industriale è quello dovuto al Planté, presentato alla Accademia di Francia nell'anno 1860.

Consiste questo accumulatore in due lamine eguali di piombo di forma rettangolare e della estensione di un mq. circa, arrotolate fra loro a spirale, e tenute discoste l'una dall'altra mediante striscie di caucciù ed immerse in un vaso contenente acqua acidulata con acido solforico nel rapporto di 1 a 10. Alle lamine così accartocciate sono congiunte due appendici costituite da 2 nastri pure di piombo

(fig. 1249), che vengono fuori dal vaso, per mezzo dei quali l'accumulatore si pone sotto carica, facendovi passare la corrente di una pila composta di 2 o 3 elementi Bunsen o di Grove.

La corrente allora scompone l'acqua; l'ossigeno che si deposita sull'elettrodo positivo trasforma in biossido il piombo della lamina che forma l'elettrodo positivo, nella quale perciò si forma uno strato di biossido di piombo; l'idrogeno si accumula sulla lamina che costituisce l'elemento negativo. In seguito, togliendo la corrente e chiudendo il circuito, si manifesta in questo una corrente secondaria che accompagna la decomposizione del biossido di piombo con ossigeno libero, il quale in parte si combina coll'idrogeno disponibile sull'elemento negativo con formazione di acqua ed in parte attacca l'elemento negativo stesso rivestendolo di uno strato più sottile di biossido di piombo. L'azione



Fig. 1249.

della corrente dura finchè non si sia decomposto il biossido depositato sull'elemento positivo e le due lamine non siano ricoperte di uno strato di biossido del medesimo spessore. Come le pile ordinarie questi elementi si possono riunire fra di loro in quantità o in tensione per costituire una pila composta ossia un accumulatore propriamente detto, capace di sviluppare una energia elettrica di intensità ragguardevole.

Gli elementi di un accumulatore Plantè si riuniscono in quantità per essere caricati, e si uniscono in tensione per scaricarli. La loro forza elettromotrice nel tempo della scarica riesce di 2 volt per ogni elemento, di modo che la loro carica si può effettuare con una pila la cui forza elettromotrice sia poco superiore a 2 volt. Con 20 elementi Plantè, caricati con 2 elementi Bunsen, si può sviluppare una corrente secondaria capace di arroventare un metro di filo metallico e di produrre l'arco voltaico fra due pezzi di carbone.

La polarizzazione delle lamiere degli accumulatori tipo Plantè, col sistema soprariferito, dura però molto tempo (1 a 2 mesi). Ad evitare questo inconveniente il Faure ha immaginato di fissare, con un processo meccanico, nella lamiera di piombo del minio, che è ossido di piombo, ed allora la polarizza-


zione delle lamiere viene semplificata in quanto che la corrente decomponendo il liquido cambia, in minor intervallo di tempo, l'ossido in biossido dell'elettrodo positivo e riduce in piombo polverulento l'ossido depositato nell'elettrodo negativo.

La forza elettromotrice di ogni elemento Faure, così costruito, riesce pure di 2 volt come quella dell'elemento Plantè, offre il vantaggio però di potersi caricare in un tempo di gran lunga minore.

Queste due pile secondarie segnano i due tipi caratteristici di accumulatori che si siano fin'ora costruiti, l'una a *lenta* carica, l'altra a *rapida*. Fra i primi si annoverano quelli di Reynier, Meritens, Kabath, Garassino, ecc., fra i secondi quelli di Aron, Barrier e Tourrielle, Fanre-Sellon-Volckmar, ecc. Tanto gli uni che gli altri variano per la natura dei metalli impiegati per la formazione delle lamine o per le sostanze applicate alle lamine allo scopo di accelerare l'operazione di caricamento, od infine per la forma od estensione data alle lamine ed agli involucri che le contengono.

Senza quindi stare a descrivere tutti gli accumulatori finora conosciuti, la qual cosa non sarebbe compatibile con lo spazio serbatoci dal presente lavoro, citeremo sommariamente le loro principali differenze ed estenderemo la descrizione soltanto a quelli che trovano oggidì più facile applicazione.

L'accumulatore proposto dal Reynier è di due tipi. Il primo ha l'elettrodo positivo di piombo ricoperto di ossido, il negativo è pure di piombo, ma rivestito di uno strato di rame ed il liquido è acqua in cui sono disciolti dell'acido solforico e del solfato di rame; la sua f. e. m. è di 1,7 volt. Il secondo ha l'elettrodo positivo come nel primo (piombo perossidato); l'elettrodo negativo è di piombo ricoperto di zinco ed il liquido è acqua in cui sono disciolti acido solforico e solfato di zinco; la sua f. e. m. riesce di 2,3 volt.

L'accumulatore di Meritens non differisce da quello di Plantè che per la forma data alle lamine di piombo costituenti i due elettrodi. L'elettrodo positivo è una lamina ripiegata diverse volte su se stessa a guisa da formare una serie di  contenenti ciascuno un fascio di piccole lamine di piombo costituenti il polo negativo.

Nell'accumulatore di Kabath gli elettrodi sono lamiere di piombo (cm. 8 per 40 circa) disposte parallelamente in una scatola, rivestita essa pure di piombo, ed alternativamente una liscia ed una pie-

ghettata. Le lamine lisce riunite per appendici formano un elettrodo, le ondulate l'altro. Questo accumulatore offre il vantaggio di potersi facilmente trasportare; a tale scopo la cassetta porta due maniglie per essere sollevata di peso, essendo questo circa 35 kg. per ogni elemento.

L'accumulatore di Aron è del tipo Faure dal quale differisce per il modo come è applicato il minio alle lamiere di piombo che costituiscono gli elettrodi. Aron sostituì al minio in polvere, una miscela di minio e collodio, che distesa liquida sulle piastre, finisce per indurirsi e fissarsi alle medesime.

Barrier e Tourvielle per separare le lamine di piombo dei due elettrodi ripongono un miscuglio di litargirio e polvere di carbone impastato con glicerina.

Sellon e Volkmar proposero un modello di accumulatore, oggidì costruito sopra larga scala, nel quale il minio è fissato alle piastre degli elettrodi mediante una forte compressione. A tale scopo nelle lamine sono praticati dei solchi e dei fori per mezzo dei quali l'ossido rimane più aderente alla lamina.

Ciascun elettrodo è formato con diverse piastre di forma rettangolare disposte parallelamente e riunite da una striscia di piombo alla quale sono saldate. Le lastre che formano un elettrodo variano di numero secondo le dimensioni che si vuol dare all'elemento ed entrano negli intervalli lasciati da quelle che costituiscono l'elettrodo di segno contrario, nella maniera meglio indicata in pianta dalla

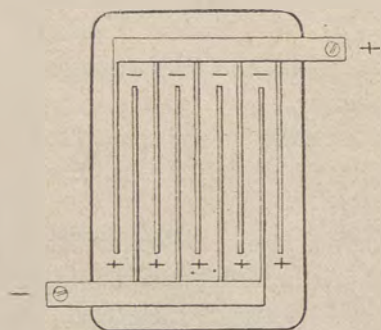


Fig. 1250.

fig. 1250. Le piastre sono tenute a distanza fra di loro per mezzo di striscie di caucciù ovvero per mezzo di prismi di vetro o di legno alla paraffina e possono essere collocate dentro la cassetta destinata a contenerle verticalmente ovvero anche nel senso orizzontale.

Ciascuna piastra di piombo porta dei solchi di forma variabile, a seconda delle fabbriche e questi solchi sono occupati dall'ossido compresso.

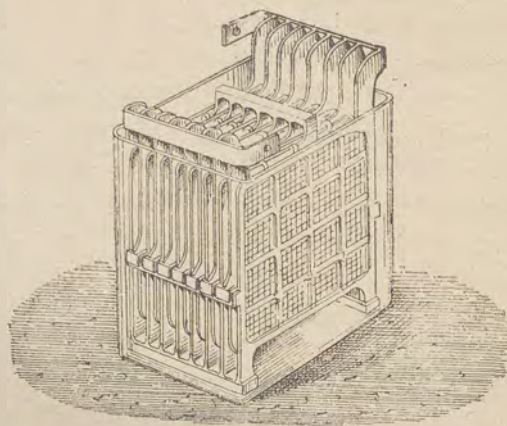


Fig. 1251.

Negli accumulatori Faure, Sellon-Volkmar, detti E. P. S. perchè fabbricati dalla Electrical-Power-Storage e C. di Londra, la piastra è a graticcio e nei vani del graticcio è compresso l'ossido di piombo. In altri tipi, come ad esempio negli accumulatori Gadot, i fori praticati nelle piastre hanno la forma di tronco di cono; in altri infine

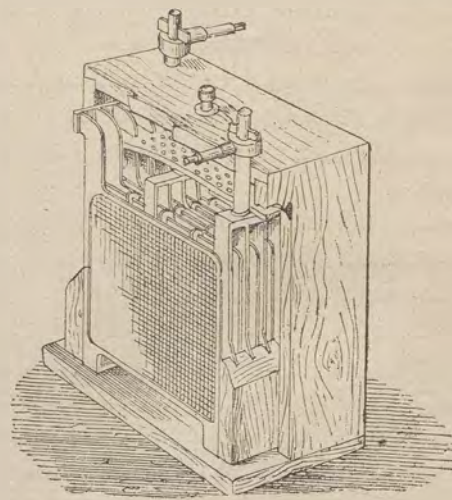


Fig. 1252.

si hanno delle scanalature con nervature salienti a *T* e così via.

Con queste disposizioni ingegnose si ottengono piastre della massima rapidità congiunta ad un peso minimo e ad una massima aderenza dell'ossido col piombo.

La fig. 1251 riporta la vista di un elemento a 16 piastre di accumulatore della E. P. S. rinchiuso

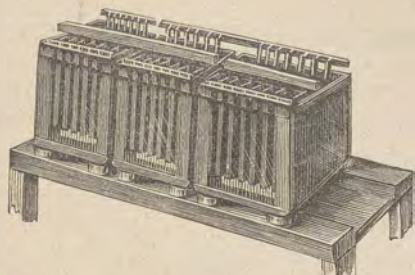


Fig. 1253.

in una cassetta di vetro, nella fig. 1252 si ha rappresentato lo stesso accumulatore disposto in una

cassetta di legno foderata di piombo. La fig. 1253 fa vedere la disposizione che si dà agli elementi quando un certo numero di essi debbonsi accoppiare. La loro istallazione è fatta sopra scaffali di legno o di ferro di facile ispezione e bene isolati. Ed anche perfettamente isolato deve riuscire ogni elemento; a tale scopo si sogliono appoggiare sopra sostegni di porcellana, come in figura, ovvero sopra guantiere di legno ripiene di segature isolate alla loro volta con sostegni di porcellana. I diversi elementi si congiungono in serie o in quantità come si pratica per le pile.

Nella seguente tabella si hanno i risultati forniti da alcuni tipi di accumulatori (G. H. Robertson),

Accumulatori	Tipo	COMPOSIZIONE DELL'ELEMENTO	Capacità (ampèr-ora)	Capacità (watt-ora)	Corrente di carica	Corrente mass. di scarica	Superficie tot. delle piastre (cmq.)	Ampère per cmq.	Ampère-ora per Kg. di peso totale	Watt-ora per Kg di peso totale	Rendimento in Watt-ora
REYNIER	—	Piombo e perossido in acido solforico	30	740	—	6	—	—	0,6	1,6	—
E. P. S. C. ^o	1888, L	Graticola di piombo e pasta; H ² SO ⁴	130	247	10-13	13	—	—	3,7	7,3	—
	1890, K	Piastre a nervature con pasta; H ² SO ⁴	—	—	15-25	25	—	—	—	—	—
OERLIKON	B	Graticola di piombo, pasta di minio e litargirio	50	0,5	6	10	17,7	0,47	2,8	5,3	—
	E		260	494	30	48	83,0	0,50	3,5	6,8	—
	F		160	304	18	25	52	0,41	3,5	6,8	—
	D		70	133	9	9	35	0,21	5,7	11,0	—
DRAKE e GOZKAM	A	Positivo a pasta; negativo in piombo e H ² SO ⁴ diluito . . .	140	266	12	12	—	—	4,6	8,8	—
TOMASI	—	Minio e litargirio in vasi porosi; H ² SO ⁴	321	642	25-100	18-30	—	—	14,7	—	80%
JULIEN	S, 17	Piastre e pasta; H ² SO ⁴ diluito .	180	—	15	20	50	0,33	9,5	—	—
GADOT	I A	Doppia graticola con pastiglie di ossido di piombo; H ² SO ⁴ . .	28	53,3	3,1	52	—	—	3,5	6,6	—
CROMPTON-HOWELL	11	Piastre di piombo; H ² SO ⁴ . . .	220	440	28	85	102	—	4,2	8,4	—
	21		420	840	52	170	195	—	4,2	8,4	—
	61		1200	2400	152	300	570	—	3,1	6,2	—
ATLAS	N. 1	Blocchi composti di piombo, ossidi e sali di piombo; H ² SO ⁴ .	150	285	8	16	—	—	12 a 15	19 a 24	—
ROBERTS	—	Lega di piombo; H ² SO ⁴ con sali alcalini	75	162	15	illim.	—	0,4	9,0	20,0	—
»	—		450	990	50	—	—	0,4	9,0	20,0	—
LEGAY	—	Piastre di piombo, processo Plantè	194	364	20	200	700	—	6,8	12,5	—
TUDOR	—	Piombo; perossido in H ² SO ⁴ diluito	240	456	18	24	—	—	4,6	—	—

Nella seguente altra tabella si hanno alcuni dati relativi ai diversi tipi di accumulatori fabbricati dalla E. P. S. C. di Londra.

Tipo	Accumulatori		Peso dell'acido	Regime di lavoro		Capacità ampère ora	Dimensioni esterne (approssimate)				Peso dell'accumulatore completo colla soluzione	Prezzo approssimativo in lire	Osservazioni
	Numero delle lastre	Materiale del recipiente		Carica	Scarica		Lunghezza	Larghezza	Altezza	Altezza totale			
L	7	Legno	Phg. 8,16	10-13	1-13	130	133	336	463	520	33,60	45	Il tipo L si applica all'illuminazione elettrica.
		Vetro	11,35	10-13	1-13	»	140	292	339	400	30,85	40	
	11	Legno	11,35	16-22	1-22	220	191	336	463	520	48,55	65	
		Vetro	16,32	»	»	»	203	292	339	400	45,85	55	
	15	Legno	16,32	25-30	1-30	330	241	336	463	520	64,90	85	
		Vetro	21,32	»	»	»	245	298	339	400	58,10	75	
	23	Legno	24,05	38-46	1-46	500	349	336	463	520	103,45	125	
		Vetro	30,39	»	»	»	362	298	350	405	95,70	115	
	31	Legno	31,75	50-60	1-60	660	490	350	463	520	129,75	165	
		Vetro	39,90	»	»	»	470	305	350	405	120,20	120	
C	9	Legno con coperchio	3,81	6-8	1-8	72	152	346	158	196	17,23	35	Il tipo C si applica per l'illum. dei treni
		» » »	6,35	12-14	1-14	136	241	355	171	210	28,15	70	
	11	Legno senza coperch.	4,53	16-20	1-20	66	174	222	295	333	16,89	35	
		» con »	4,53	»	»	»	155	222	288	314	17,23	40	
	15	Ebanite senza »	4,53	»	»	»	152	196	279	323	13,60	40	
		Legno senza coperch.	6,35	24-28	1-30	95	222	222	295	333	23,60	45	
	19	» con »	»	»	»	»	225	222	288	314	24,—	50	
		Ebanite senza »	»	»	»	»	203	196	279	323	19,05	50	
	26	Legno » »	8,16	30-35	1-40	120	280	225	295	333	29,90	60	
		» con »	»	»	»	»	280	225	288	314	30,—	60	
T	19	Ebanite senza »	»	»	»	»	257	196	279	323	24,50	60	Il tipo T è adatto per scariche rapide (motori, trazione, ecc.).
		Legno senza coperch.	9,98	38-42	1-50	145	337	225	292	314	35,85	65	
	26	» con »	»	»	»	»	337	225	288	333	36,30	70	
		Ebanite senza »	»	»	»	»	311	196	279	323	30,—	70	

In Italia la Ditta G. Garassino e C. di Torino fornisce accumulatori rispondenti alle seguenti dimensioni:

Tipo	Dimensioni di un elemento in mm.			Numero delle placche	Peso delle placche in Kg.	Capacità in ampère-ora	Intensità della corrente				Prezzo di un elemento Lire	NATURA DEL RECIPIENTE
	Lunghezza	Altezza	Larghezza				di carica		di scarica			
							normale 0,7 ampère	massima 0,8 ampère	normale 0,9 ampère	massima 1,2 ampère		
1	150	120	80	5	2,75	20	1,9	2,2	2,4	3,0	10	Vetro.
2	140	130	90	7	4,00	28	2,8	3,2	3,6	4,5	12	
3	180	165	85	7	6,50	45	4,5	5,2	5,8	7,5	18	
4	200	180	130	11	13,00	90	9,0	10,5	11,5	15,5	28	Vetro o lega di piombo.
5	265	230	150	11	20,00	140	14,0	16,0	18,0	24,0	40	
6	265	230	195	15	27,50	190	19,0	22,0	24,5	33,0	50	
7	340	275	195	15	39,00	270	27,0	31,0	35,0	46,5	70	Lega di piombo in cassetta di legno di vetro.
8	350	280	250	19	50,00	350	33,0	40,0	44,5	59,5	80	
9	370	315	280	23	78,00	545	54,5	62,5	69,5	93,5	120	
10	380	320	370	29	100,00	700	70,0	80,0	90,0	120,0	150	
11	420	355	370	29	127,00	890	89,0	100,5	114,0	152,5	185	
12	420	355	440	35	154,00	1075	107,5	123,0	138,0	184,5	215	

§ 4.

LE MACCHINE ELETTROMAGNETICHE.

Le macchine generatrici della corrente elettrica sono fondate sul principio noto della induzione delle correnti.

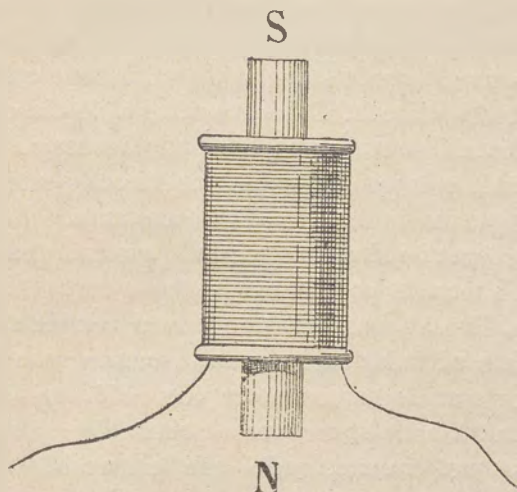


Fig. 1254.

Si sa che se un nucleo di ferro dolce viene avvolto da un filo a spirale (fig. 1254) attraversato da una corrente elettrica, il ferro dolce si magnetizza trasformandosi in una calamita avente il polo Nord nell'estremità rivolta verso la sinistra della corrente

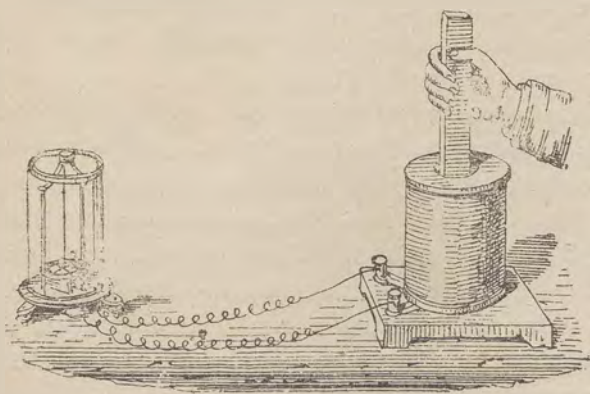


Fig. 1255.

ed il polo Sud nell'estremità opposta cioè a destra della corrente. E poichè interrompendo la corrente, il nucleo di ferro dolce perde la sua proprietà magnetica, così a questa calamita venne dato il nome di *calamita temporaria*, ovvero semplicemente di *elettro-calamita* od anche di *elettro-magnete*.

Un fenomeno simile, ma inverso, si verifica, se dentro la cavità di un rocchetto, costituito da un filo avvolto a spirale (solenoid) si introduce una calamita naturale (fig. 1255) od un pezzo di ferro magnetizzato con un mezzo qualsiasi. Avvicinando od allontanando la calamita dalla cavità del rocchetto, se il filo di questo forma un circuito chiuso, si sviluppa in esso una corrente elettrica variabile a seconda del movimento del magnete. Ed il fenomeno non varia se nel solenoide si avvicina o si

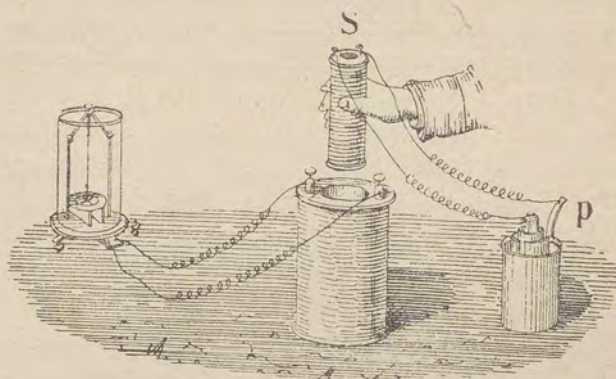


Fig. 1256.

allontana, in sostituzione della calamita, un secondo rocchetto *S* (fig. 1256) percorso da una corrente prodotta da un generatore qualsiasi p. es., da una pila *p*. Il moto relativo cioè, di un circuito chiuso, entro un campo magnetico, sia questo prodotto da una calamita permanente o temporaria, sia da una corrente, genera nel circuito una corrente detta *corrente indotta*, il magnete o la corrente inducente prende il nome di *induttore* e *indotto* si chiama il circuito nel quale si genera la corrente.

Le correnti indotte non sono che istantanee: infatti se l'induttore cessa di muoversi, non ha più luogo la corrente indotta, la quale perciò si forma e cessa istantaneamente ad ogni piccolissimo movimento dell'induttore, di modo che se questo si muove in maniera continua, il succedersi di tutte le correnti indotte istantanee costituisce una corrente indotta continua. Il senso di questa corrente dipende dal senso del movimento dell'induttore; se questo si avvicina, la corrente indotta si manifesta in senso contrario a quello dell'induttore, e nello stesso senso se si allontana.

Laonde mentre per mezzo di una corrente si riesce a rendere magnetica una spranga di ferro dolce, per mezzo di un magnete, qualunque questo fosse,

si riesce a generare una corrente elettrica in un circuito chiuso, dando luogo a una forza elettromotrice, semprechè però abbia luogo un movimento relativo tra l'induttore e l'indotto ossia uno spostamento dell'indotto nel campo magnetico del primo.

Sopra questi fenomeni segnalatici per la prima volta da Faraday nell'anno 1830 riposa la costruzione dei generatori ad induzione elettromagnetica, i quali sono generalmente costituiti con induttori (calamite naturali o elettro-calamite) fissi e con una serie di spirali di fili di rame, costituenti l'indotto, che rota in presenza dei poli dei primi o viceversa con un indotto fisso, similmente costruito, e con induttori mobili attorno a questo.

La corrente elettrica che si sviluppa nell'indotto, essendo il risultato del movimento relativo tra indotto e induttore, è prodotta a spese dell'energia meccanica che genera tal movimento; essa quindi non rappresenta che la trasformazione dell'energia meccanica.

Dipendentemente dal genere di induttore che si adotta, le macchine generatrici della corrente elettrica si distinguono in due categorie principali e cioè in macchine *magneto-elettriche*, ossia quelle nelle quali l'induttore è costituito da calamite permanenti e macchine *dinamo-elettriche*, ossia quelle in cui l'induttore è costituito da calamite temporarie, ossia da elettro-magneti. Quest'ultime poi, a seconda che gli induttori (elettro-magneti) sono alimentati da una corrente eccitatrice esterna, ovvero dalla corrente fornita dalla macchina stessa, si distinguono in macchine ad *eccitazione separata* e macchine *auto-eccitatrici*.

Nelle macchine auto-eccitatrici si può impiegare per eccitare gli induttori tutta la propria corrente di lavoro ovvero soltanto una derivazione di questa; nel primo caso le macchine auto-eccitatrici si dicono *eccitate in circuito*, nel secondo *eccitate in derivazione*.

Si ha infine un'altra categoria di macchine dinamo-elettriche nelle quali i nuclei degli induttori sono rivestiti di doppia spirale, una delle quali è alimentata dalla corrente di lavoro della macchina stessa, l'altra da una corrente di derivazione di quella, ovvero da una corrente separata. Queste macchine che riescono evidentemente più poderose, si distinguono col nome di *dinamo a doppia eccitazione*.

Le macchine magneto-elettriche provvedono correnti di energia uniforme e costante perchè, tale è la

potenza degli induttori, non così si può dire delle macchine dinamo-elettriche. Se le dinamo sono ad eccitazione separata, e costantemente la stessa è la corrente eccitatrice, come è facile immaginare, si ottengono correnti indotte uniformi e costanti. Con le macchine auto-eccitatrici e con quelle eccitate in derivazione, la potenza degli induttori dipende dall'intensità della corrente della macchina, questa a sua volta dalla potenza degli induttori epperò, riuscirà uniforme e costante solo quando uniforme e costante è anche la velocità. Colle macchine a doppia eccitazione, infine, si ottengono correnti di energia proporzionale al lavoro consumato nel circuito esteriore, anche quando la loro velocità è costante.

Le correnti indotte nel circuito riescono naturalmente alternate perchè cambiano di senso ad ogni istante. Perchè una corrente riesca continua nelle macchine ad induzione, alcune di queste sono provviste di speciale commutatore che raddrizza la corrente tutta nello stesso verso prima che questa sia immessa nel circuito, ond'è che le macchine a induzione si distinguono ancora in macchine a *corrente continua*, se provviste di commutatore e macchine a *corrente alternata*, se non ne sono munite. Quest'ultime a pari condizione danno un rendimento maggiore delle prime, perchè il commutatore nell'invertire il senso della corrente, consuma una parte di energia della corrente medesima.

La prima macchina magneto-elettrica venne costruita dal francese Pixii nell'anno 1833 subito dopo cioè che si conobbero i fenomeni e le leggi dell'induzione. In seguito Santos e Clarke modificarono questa macchina ed altre ne costruirono Siemens, Wilde, Despretz, Meritens, Nollet, ecc. Nella pratica però non tutte queste macchine si prestano per la illuminazione elettrica. Sicchè si ritrovano soltanto quelle di Siemens e di Wilde impiegate come macchine eccitatrici degli induttori delle dinamo e la macchina di Nollet, costruita dalla compagnia dell'Alliance, applicata in special modo per la illuminazione dei fari dell'Havre.

La macchina dell'Alliance si presta anche per altre diverse applicazioni, ed in particolare può servire alla produzione dell'elettricità necessaria al funzionamento di una officina di galvanoplastica.

La fig. 1257 mostra la vista prospettica della macchina della quale ecco una descrizione succinta. Si compone di otto serie di fasci magnetici, disposti alla superficie di un castello ottagonale in ghisa;

questi magneti sono disposti in modo che, nella serie lineare dei poli, tanto presa parallelamente all'asse

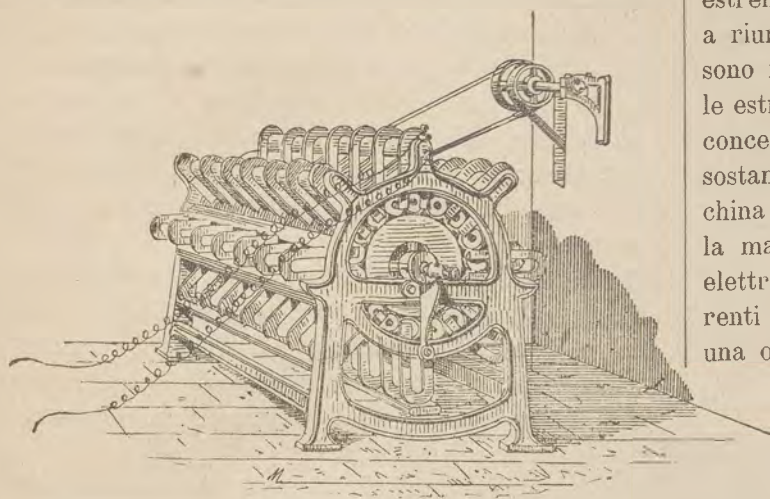


Fig. 1257.

del castello, come sulla circonferenza perpendicolare all'asse stesso, i poli riescano alternativamente di senso opposto.

Nell'intervallo lasciato su due serie circolari di magneti, sono disposti dei cilindri di bronzo, montati sopra un medesimo asse, il quale da un motore a vapore riceve, per mezzo di cinghie di trasmissione, una velocità di rotazione, ordinariamente 350⁰ giri al minuto.

Alla superficie di ciascuno di tali cilindri sono disposti, coll'asse orizzontale, sedici rocchetti, tanti cioè quanti poli vi sono nella serie circolare di calamite. Il nucleo dei rocchetti è formato da un cilindro di ferro dolce, fesso su tutta la sua lunghezza; si è trovato che questo artificio rende più rapida la sua magnetizzazione al cambiare del senso dell'influenza.

Da queste disposizioni consegue che ciascun rocchetto ha le sue estremità affacciate ai poli di due magneti e che nel suo moto di rotazione, ciascuna delle estremità passa successivamente da un polo all'altro della serie circolare di magneti.

Si supponga che i rocchetti essendo esattamente affacciati alle superfici polari, la ruota giri di $\frac{1}{16}$ di circonferenza. Ciascun nucleo di ferro dolce si magnetizzerà nella prima metà e si smagnetizzerà nella seconda metà di questa escursione; ne risulteranno dunque due correnti di ugual senso in ciascun rocchetto e quindi, in causa della disposizione alterna degli organi, delle correnti di egual senso in tutti i

rocchetti. All' $\frac{1}{16}$ di giro seguente le correnti saranno tutte rovesciate. Con un opportuno collegamento delle estremità dei rocchetti, tutte queste correnti vengono a riunirsi; tutte le estremità positive dei rocchetti sono in comunicazione coll'asse della macchina, tutte le estremità negative comunicano con un manicotto concentrico all'asse e separato da questo con una sostanza isolante. Sono questi i due poli della macchina che fanno poi capo al circuito esterno. Quando la macchina è applicata alla produzione della luce elettrica, non occorre il raddrizzamento delle correnti elettriche, se invece la si vuole applicare ad una officina di galvanoplastica, bisogna munirla di commutatori.

Le macchine di questo genere impiegate all'Havre per la illuminazione dei fari sono poste in movimento da un motore della forza di tre cavalli.

Nella macchina di Siemens, che è una modificazione di quella di Clarke, tra le regioni polari di un fascio di magneti a ferro di cavallo gira un circuito costituito da un rocchetto di forma speciale (*bobina Siemens*). Il nucleo di ferro dolce di questo rocchetto è costituito da un cilindro di ferro AB fig. 1258) la di

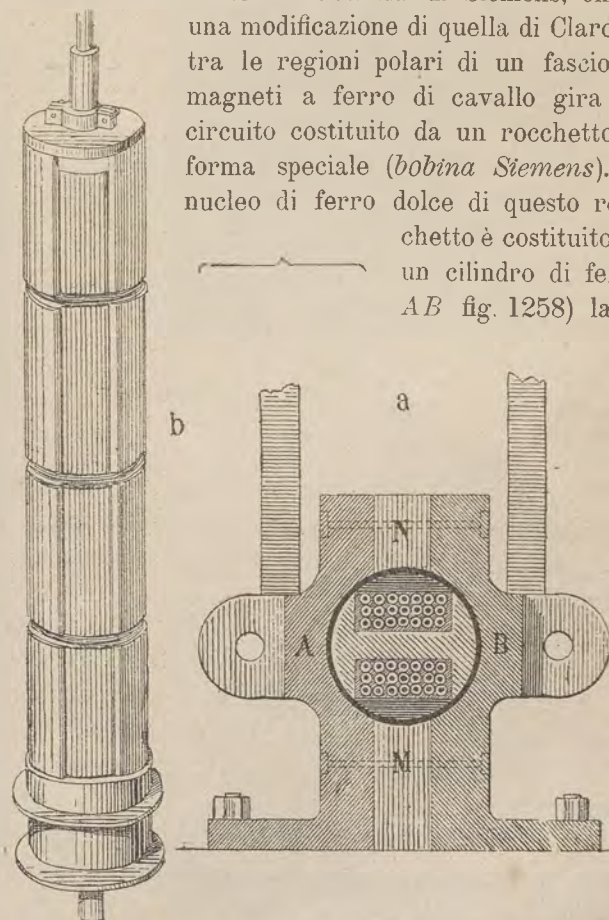


Fig. 1258.

cui superficie presenta due profonde incavature parallele all'asse; gli è in questa doppia cavità che

è avvolto il filo a spirale costituente l'indotto, parallelamente alla lunghezza stessa del cilindro. Le estremità di questo sono avvitate nelle guarnizioni metalliche *AB*, *MN* che portano gli assi di rotazione e gli organi del commutatore. La fig. id. *b* fa vedere la disposizione esterna del rocchetto.

Il vantaggio di questa disposizione è ragguardevolissimo, il rocchetto di Siemens essendo di piccolo volume, può porsi tra le regioni polari dei magneti

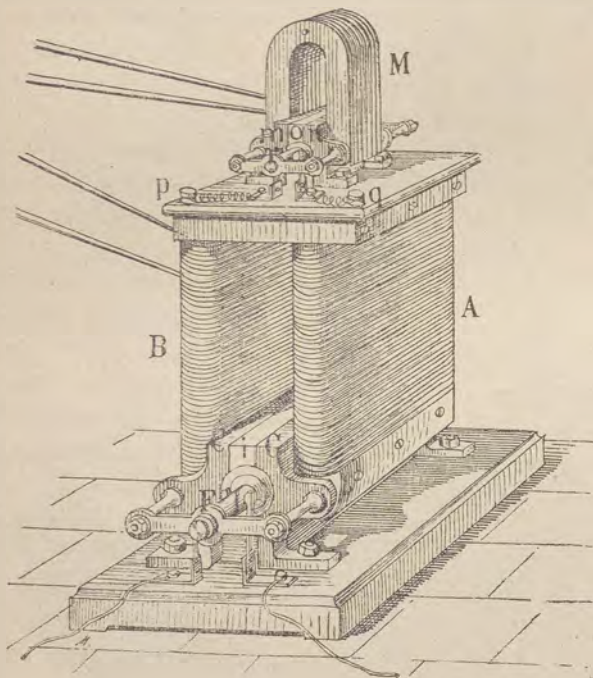


Fig. 1259.

a ferro di cavallo; d'altronde per la sua forma, il rocchetto può ricevere una velocità di rotazione notevole che permette di moltiplicare il numero delle correnti indotte.

Una delle estremità del filo conduttore è fissata al nucleo stesso del rocchetto e comunica quindi coll'asse di rotazione; l'altra estremità comunica con una viera, isolata da una lamina non conduttrice.

Se si immagina, poi che, invece di utilizzare direttamente la corrente del rocchetto, la si impieghi per animare un elettromagnete, si potrà con questo ottenere una forza magnetica assai più intensa di quella che agisce nel magnete induttore.

Si ponga allora tra i poli dell'elettro-magnete un secondo rocchetto Siemens, al quale si comunichi un rapido movimento di rotazione; in esso si potranno ottenere delle correnti di assai grande intensità. Que-

sto è appunto il principio della macchina ideata da Wilde di Manchester. La fig. 1259 rappresenta la disposizione di questa macchina, letteralmente formata da due macchine Siemens sovrapposte. La macchina superiore è costituita da un fascio magnetico fisso *M*, i di cui poli sono appoggiati a due armature di ferro dolce *m* ed *n* separate da una lastra di ottone *o*; in questa morsa di metallo è praticata una cavità cilindrica, nella quale gira una bobina Siemens *r*.

La corrente prodotta nella bobina, dopo raddrizzata dal commutatore si porta ai serratili *p* e *q* e da questi all'elettro-magnete *AB*. Questo è formato da due lastre di ferro riunite alla loro parte superiore di una piastra pure di ferro, che serve di supporto alla prima macchina.

Le estremità inferiori di questa elettro-calamita si appoggiano sulle armature *C* separate dalle masse di ottone *i*. All'interno di questo sistema gira il secondo rocchetto *F*, il di cui diametro è presso che triplo di quello del rocchetto superiore. La corrente utilizzata nel circuito esterno è quella appunto fornita dal rocchetto *F*.

Si potrebbe spingere oltre il principio della macchina Wilde e servirsi della corrente del secondo rocchetto per animare un secondo elettro-magnete, più gagliardo del primo, fra i poli del quale si muove un terzo rocchetto.

In ogni caso la macchina Wilde si può sempre annoverare fra le macchine magneto-elettriche, sebbene la corrente che essa produce sia effettivamente una corrente di eccitazione, perchè il suo punto di partenza è un magnete fisso.

A rigore questa macchina segna il passaggio tra le macchine magneto-elettriche e le macchine dinamo-elettriche. Infatti se noi immaginiamo che il punto di partenza di una tal macchina, anzichè essere un magnete fisso, fosse il nucleo di ferro dolce di un elettromagnete, nel quale si sia fatta cessare la corrente magnetizzante, ossia fosse un elettromagnete di intensità minima (il ferro dolce dell'elettromagnete conserva sempre tracce di proprietà magnetica anche dopo il cessare della corrente), si può sempre ottenere con una serie di elettromagneti secondo il principio di Wilde una corrente di intensità ragguardevole. Avremo allora non più una macchina magneto-elettrica, ma bensì una vera dinamo-elettrica, nella quale la corrente elettrica viene prodotta per effetto della rotazione, ciò che equivale

a dire, per la sola trasformazione dell'energia meccanica.

La prima macchina dinamo-elettrica applicata nell'industria è stata quella di Gramme costruita nell'anno 1871. Come è noto, però, la macchina di

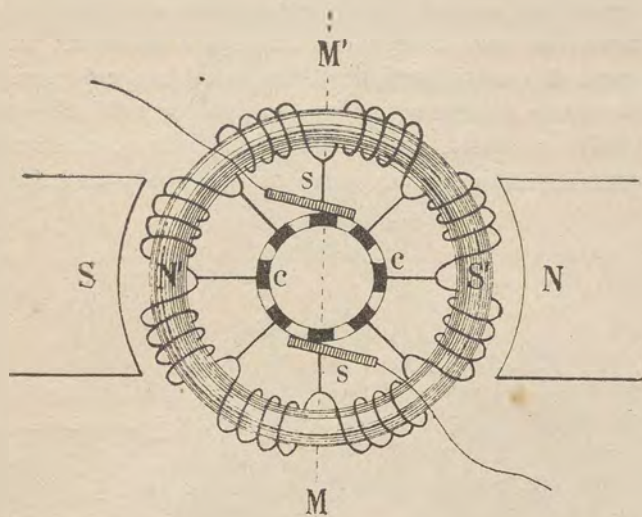


Fig. 1260.

Gramme, come in genere tutte le numerose dinamo ad anello, che si incontrano oggidì nella pratica, trae la sua origine dall'armatura ad anello di Pacinotti.

Il prof. Pacinotti immaginò e fece costruire fin dall'anno 1861 pel Gabinetto di Fisica dell'Università di Pisa, una macchina magneto-elettrica fondata sopra una disposizione del tutto originale. La fig. 1260 rappresenta lo schema della sua armatura.

Fra i poli di un magnete permanente N ed S ruota un anello di ferro dolce sul quale sono avvolte delle spirali di filo di rame, congiunte fra loro in serie, in maniera cioè che l'estremità con cui comincia una di esse è congiunta all'estremità opposta della spirale precedente. Tali punti di congiunzione sono posti in comunicazione con una spranga di un colletto c , costituito perciò da tante spranghe isolate l'una dall'altra quanto è il numero delle spirali. Due spazzole $s s$ disposte lungo il diametro MM' dell'anello, normale a quello passante per i poli (*diametro di commutazione*) raccolgono le correnti indotte nelle spirali, quando tutto il sistema dell'anello con le spirali si fa ruotare nel campo magnetico.

Per dedurre il senso delle correnti indotte, si consideri una sola di queste spirali (fig. 1261). È chiaro che se si pone fra i poli N ed S di una cala-

mita permanente l'anello di ferro dolce, questo si magnetizza per influenza della calamita e si producono in esso due poli N' ed S' opposti ai poli S ed N del magnete. Se l'anello gira attorno al proprio centro, i poli in esso producentesi resteranno sempre di contro ai poli del magnete, vale a dire che si sposteranno nel ferro dolce stesso con una velocità eguale e di senso contrario a quella di cui è animato l'anello; i poli rimangono dunque fissi nello spazio, e la spirale considerata, che si muove unitamente all'anello, non fa che passare dinanzi a questi poli. Avvicinandosi al polo N' dell'anello di ferro, la spirale sarà percorsa da una corrente il di cui senso non cambia quando la spirale si allontana dallo stesso polo e fino a che la spirale non percorra la semicirconferenza $M'S'M$ nel quale tratto l'anello è influenzato dal polo opposto del magnete.

Siccome tutti gli elementi della spirale sono sede dello stesso fenomeno, ne segue che tutta la parte di spirale posta al di sopra della linea MM' sarà percorsa da una corrente di un determinato senso e tutta la parte di spirale al disotto di questa linea sarà percorsa da una corrente di senso inverso a quello della precedente. Queste due correnti sono eguali e di senso contrario e si fanno quindi equilibrio. I due semianelli MNM' ed MSM' colle rispettive parti di spirale possono dunque paragonarsi a due pile riunite pei poli omonimi, cosicchè congiungendo

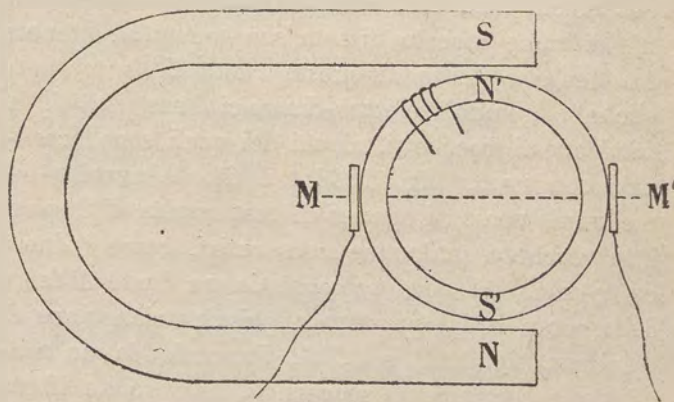


Fig. 1261.

i punti M ed M' con un circuito, a mezzo di due spazzole, questo sarà percorso da una corrente la quale sarà di intensità eguale alla somma delle due correnti che si sviluppano rispettivamente nelle due metà dell'armatura.

Nelle spirali però si genera una seconda corrente, dovuta all'influenza del campo magnetico della ca-

lamita permanente. È facile però convincersi come tal corrente sia minima rispetto a quella dovuta al magnetismo indotto dall'anello di ferro dolce e come essa abbia lo stesso senso di quella prodotta da questo.

Ciò posto ecco come descrive lo stesso inventore la pratica costruzione della sua armatura nel *Nuovo Cimento*, anno 1864: Per costruire sopra tale principio l'armatura, egli dice, presi un anello di ferro dolce tornito, avente, a guisa di ruota, 16 denti eguali, come sono accennati nella fig. 1262. Questo anello è sostenuto da quattro raggi di ottone *aaaa* (fig. 1263) che lo uniscono all'asse della sua macchina. Tra dente e dente dei piccoli prismi

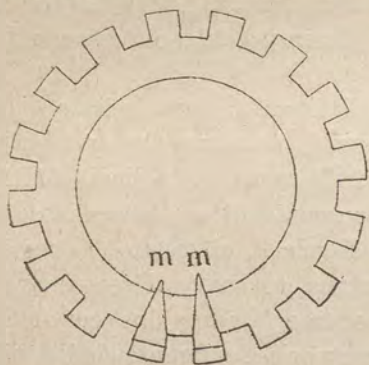


Fig. 1262.

triangolari *m* (fig. 1262 e 1263) di legno lasciano dei solchi incavati, entro i quali avvolgendo del filo di rame coperto di seta son venuto ad ottenere fra dente e dente di questa ruota di ferro tante eliche o gomitolì elettro-dinamici bene isolati. In tutti questi rocchetti, alcuni dei quali sono accennati con *rr...* (fig. 1263), il filo è avvolto nel medesimo verso ed ognuno di esso risulta di 9 spire. Due rocchetti qualunque consecutivi, come i due *r* ed *r'* sono fra loro separati da un dente di ferro della ruota e dal pezzetto o prisma triangolare di legno *m* (fig. 1262 e 1263). Passando da un rocchetto a costruire il successivo, ho lasciato libero un fiocco di filo di rame, fissandolo al pezzo di legno *m*, che separa i due rocchetti. Sopra l'asse della ruota ho portato tutti i fiocchi che costituiscono con un capo il fine di un rocchetto e con l'altro il principio del successivo, facendoli passare per convenienti fori praticati in un collare di legno centrato sull'asse medesimo e quindi attaccando ciascuno al commutatore *c* (fig. 1260) pure centrato

sul medesimo asse. Questo commutatore consiste in un basso cilindretto di bossolo, con due ranghi di incavi attorno alle estremità della superficie cilindrica, nei quali sono incastrati 16 pezzetti di ottone, otto al disopra ed altrettanti al di sotto; i primi alternati coi secondi, tutti concentrici al cilindro di legno, un poco sporgenti e tramezzati dal legno. Ciascuno di questi pezzi di ottone è saldato col corrispondente fiocco congiuntivo fra due rocchetti. Sicchè tutti i rocchetti comunicano fra di loro, ciascuno essendo unito al successivo da un conduttore, del

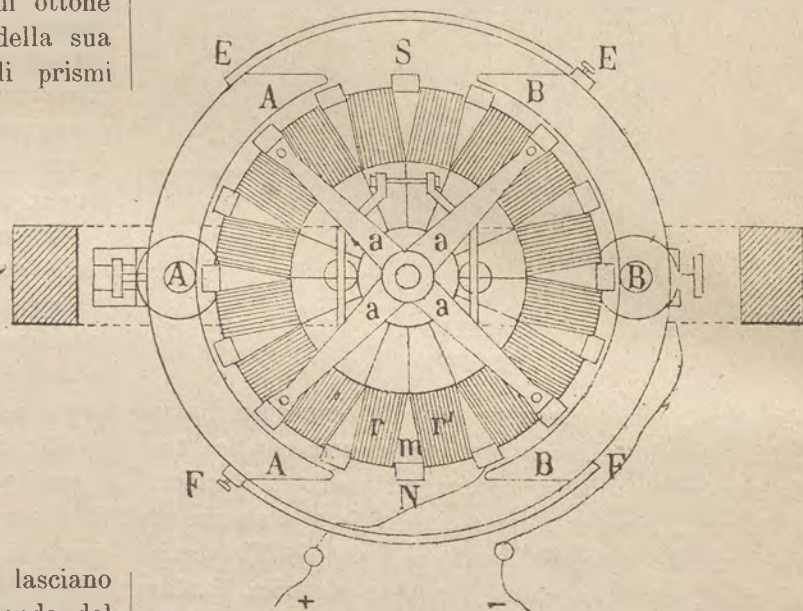


Fig. 1263.

quale fa parte uno dei pezzetti di ottone del commutatore. La fig. 1263 fa vedere la dinamo Pacinotti vista dall'alto. In esso l'induttore è formato da una elettrocalamita fissa, le cui espansioni polari si proiettano in *AAA* e *BBB*, abbracciando ciascuna più di un terzo l'anello dell'armatura.

L'armatura della dinamo di Pacinotti, benchè fosse stata costruita come modello da gabinetto, mise alla luce il principio col quale in seguito si informarono le macchine dinamo-elettriche applicate all'industria. Tali sono le dinamo di Gramme, Depretz, Meritens, Mather e Platt, Jonsson, Kapp ed Allen, Crompton, Forster ed Andersen, Heinrichs, Joel, Gravier, Brown, Elwel e Parker, Paterson, Clarke, Siemens, Schuckert, Gülcker, Brush, Thomas, Edison, Weston, Kingh, Thury, Thomson, ecc. che noi passeremo brevemente in rassegna.

La prima dinamo industriale è dovuta al Gramme

che la presentò all'Accademia di Scienze a Parigi nell'anno 1871. All'armatura di Pacinotti egli apportò alcune innovazioni costruttive che su per giù furono adottate dalle macchine costruite in epoca più recente.

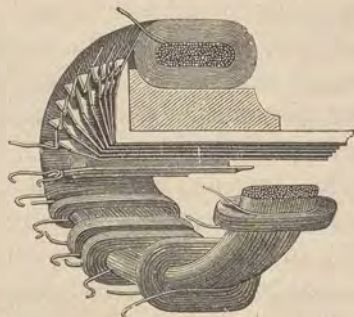


Fig. 1264.

L'armatura, come vedesi nella fig. 1264 (1), consiste, come quella di Pacinotti, in un anello di ferro rivestito da tanti rocchetti di filo di rame isolato congiunti tra loro in tensione; questi non sono però divisi da denti di legno come nell'anello di Pacinotti, ma sono in diretto contatto in guisa che ricoprono interamente l'anello. È da notarsi che tali denti, dei quali è provvista l'armatura di Pacinotti, servono ad aumentare considerevolmente l'attrazione magnetica tra l'indotto e i poli inducenti, accrescendo la potenza della macchina.

L'anello a nucleo dell'armatura è costituito da un fascio *IW*, a sezione ovale, di fili di ferro ben ricotto: esso riposa sulla superficie esterna di un anello di legno, sulla cui superficie interna e laterale sono fissate radialmente tante squadre metalliche *SS* in corrispondenza delle sezioni di contatto dei diversi rocchetti. Le squadre *SS* sono adunque in numero eguale a quello dei rocchetti.

A ciascuna di queste squadre sono saldati i capi consecutivi di due rocchetti corrispondenti, cioè il capo terminale dell'uno e quello iniziale dell'altro; esse sono inoltre spalmate di vernice coibente e tra le stesse sono interposte dei cunei di ebanite. Ogni squadra *SS* serve adunque di giunzione tra due rocchetti consecutivi.

Disponendo l'armatura sull'albero di rotazione, le parti delle squadre *SS* che sporgono dall'anello di legno e relativi cunei di ebanite, costituiscono un manicotto intorno all'albero, composto di parti alter-

nativamente isolanti e conduttrici. Su questo manicotto appoggiano nei punti diametralmente opposti, corrispondenti al diametro di commutazione, gli sfregatoi destinati a raccogliere l'energia elettrica nel circuito esterno.

L'induttore, come vedesi nella fig. 1265, è costituito da due calamite a ferro di cavallo, poste l'una di fronte all'altra ed unite nei poli omonimi. Gli stessi montanti di ghisa dell'apparecchio servono quale culatta alle due elettrocalamite. Queste, congiunte, come dicemmo, tra loro, non presentano complessivamente che due poli, uno inferiore e l'altro superiore, di nome contrario. A ciascuno di questi poli corrisponde una espansione polare, formata da una ganascia di ferro dolce la quale circonda a breve distanza l'armatura lunga quasi tutta la periferia. Le due espansioni polari sono tra loro unite mediante piastre di rame, le quali portano gli sfregatoi, i serrafilì, ecc.

Il Gramme ha costruito diversi modelli di dinamo nelle quali l'armatura mobile è sempre la stessa e variano soltanto la forma e la disposizione dell'induttore. In un modello gli induttori sono ovali, in altro sono piatti, in altro ancora (*tipo superiore*) le

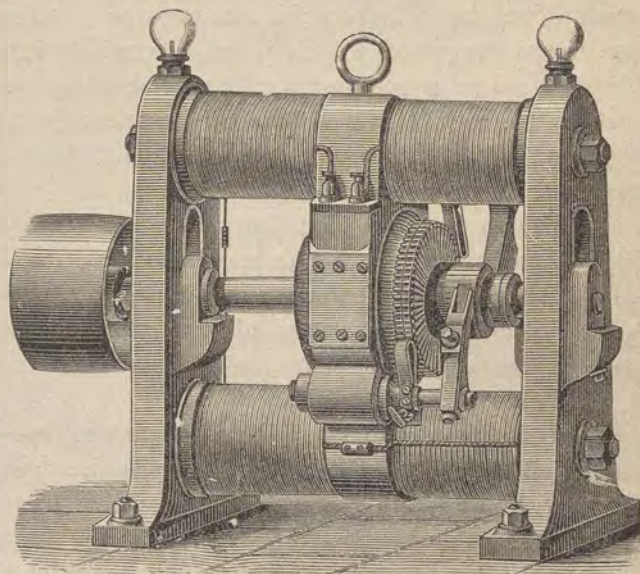


Fig. 1265.

espansioni polari sono arcuate e circondano da vicino l'armatura.

Anche la macchina di Meritens non è che una dinamo Pacinotti-Gramme nella quale l'induttore è ad anello con quattro rivestimenti di filo come chia-

(1) Verole, op. cit.

ramente fa vedere la fig. 1266 che dà la vista prospettica di questa dinamo.

Nella macchina di Depretz si hanno due elettromagneti induttori a ferro di cavallo che si corri-

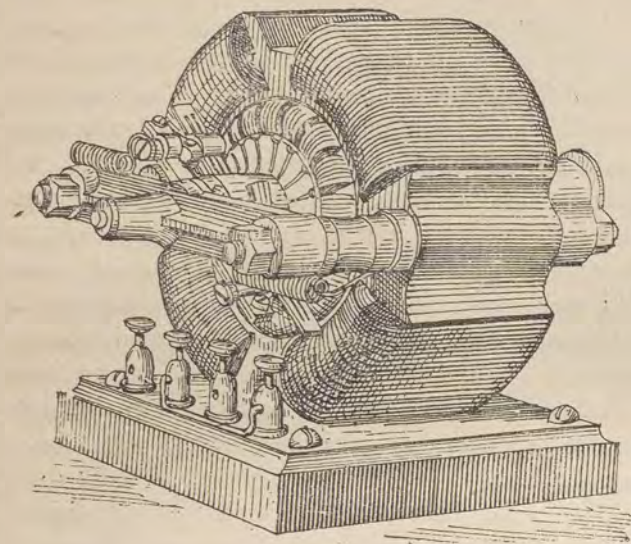


Fig. 1266.

spondono coi poli di nome contrario, e due armature Pacinotti montate sul medesimo asse, provviste ciascuna di proprio collettore; di maniera che si hanno due campi magnetici e quindi due circuiti distinti. Un particolare di questa macchina consiste nel potere collegare fra di loro le diverse sezioni in cui è diviso il filo induttore in serie, in quantità o per gruppi a mezzo di speciale commutatore.

La dinamo costruita dalla Ditta Mather e Platt (tipo *Manchester*) non è che una macchina Pacinotti modificata secondo i suggerimenti del Dott. Hopkinson. Si costruisce in tre tipi adatti rispettivamente per lampade a incandescenza, per lampade ad arco e per la carica di accumulatori.

Nella dinamo di Jonsson si hanno quattro rocchetti induttori, costituenti due elettrocalamite della forma di U, congiunte coi loro poli a mezzo di masse polari di ferro dolce che circondano da vicino tutta l'armatura. Questa dinamo differisce dalla precedente per una particolare disposizione delle varie spirali dell'armatura, le quali, mediante speciali commutatori, si possono unire in serie, ovvero per coppie di 2, 4, 6, ecc. elementi allorchè se ne vuole ridurre la resistenza della sua armatura. Anche le spire delle elettrocalamite, in questa dinamo, possono raggrupparsi in serie o in quantità mediante speciale commutatore.

La fig. 1267 mostra la vista di una dinamo Kapp ed Allen nella quale si ha un elettromagnete induttore a forma di ferro di cavallo, di cui la culatta è rappresentata dallo stesso zoccolo della macchina. Le estremità della elettro-calamita sono collegate a due masse di ferro dolce che costituiscono le espansioni polari e circondano l'armatura. Questa dinamo funziona per grande velocità; un secondo tipo con induttore anulare è destinato a lavorare per piccola velocità (340 giri).

La dinamo di Crompton non presenta altro nuovo particolare costruttivo che nell'armatura, la quale è costituita da un certo numero di dischi di ferro anzichè da un anello solo. Tale disposizione permette di ventilare l'aria fra le spirali, impedendosi così il soverchio riscaldamento dell'intera armatura.

Nella dinamo di Heinrichs si ha un'armatura composta di fili di ferro dolce i quali sono disposti, come mostra la fig. 1268, in maniera da assegnare all'armatura una sezione ad U rovescia. Questa disposizione dell'anello permette ad una maggior quantità di filo indotto di attraversare la parte più intensa del campo magnetico, e quindi di utilizzare meglio l'induzione

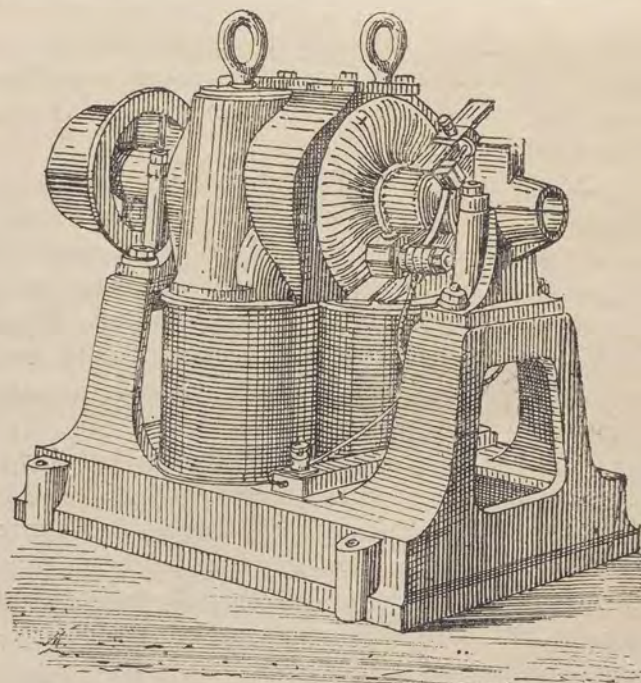


Fig. 1267.

magnetica degli induttori. Questi sono costituiti da due coppie di elettromagneti affacciati coi poli omomimi e congiunti da espansioni polari costituite da 9 piastre di ferro ad arco che circondano l'armatura.

La dinamo di Joel richiama da vicino quella di Gramme per la sua armatura, e ne differisce per il nucleo della medesima formato di più fasci di lamine di ferro dolce arcuate; l'induttore è costituito da una solita elettrocalamita munita di espansioni polari.



Fig. 1268.

Gravier osservando che la massa di ferro dolce dell'armatura mobile deve essere sufficientemente voluminosa, perchè possa meglio magnetizzarsi in corrispondenza della massima intensità di corrente che si vuole ottenere, ha assegnato all'anello dell'armatura della sua macchina una

sezione maggiore di quella delle espansioni polari. Questa dinamo, del resto, non presenta notevoli particolari costruttivi all'infuori di quello accennato.

La dinamo di Brown ha per indotto una armatura del tipo Pacinotti-Gramme e per induttore un'armatura simile a quella della dinamo Manchester di Mater e Platt, dalla quale si diparte per la sua ubicazione rispetto al sopporto, in quanto che tutta la macchina, per mezzo di una vite senza fine è suscettibile di lievi spostamenti rispetto a questo; ciò che permette di potere convenientemente regolare la tensione della cinghia di trasmissione.

La dinamo di Elwel e Parker (fig. 1269) presenta una certa originalità nella disposizione degli induttori costituiti da quattro robuste lamine di ferro inchiodate fra di loro in guisa da formare un parallelepipedo rettangolare come in figura, ovvero un prisma a base romboidale. Quest'ultima disposizione permette a questa macchina di potersi applicare come motore nelle vetture.

L'indotto è un'armatura Pacinotti-Gramme alla quale si è apportata qualche modificazione nella struttura metallica che serve di sostegno all'armatura di filo di ferro dolce (nucleo dell'armatura), allo scopo di meglio ventilare l'aria compresa fra le spire dell'indotto.

Nella dinamo di Patterson e Cooper, detta *La Fe-*

nice (fig. 1270), si hanno per induttori due elettromagneti orizzontali provvisti di robuste masse polari arcuate che cingono da vicino l'armatura, il nucleo della quale è costituito da parecchi dischi lamellari isolati congiunti da chiavarde pure isolate. Ciascun disco (fig. 1271) porta 42 piccoli denti che costituiscono altrettante scanalature longitudinali, le quali formano sede di un numero doppio di spirali. Con tale disposizione di piccoli denti viene notevolmente ridotta la reazione magnetica di ciascun dente sulle espansioni polari.

Nel tipo di macchine a indotto anulare di Siemens si ha un induttore situato nell'interno dell'armatura, il quale presenta la sezione di un ferro a doppio T come fa vedere lo schizzo riportato dalla fig. 1272. Conseguentemente l'induttore è mobile essendo collegato all'albero di rotazione; questo porta seco gli strofinatori che ricavano la corrente da un collettore comune Pacinotti fisso, a cui fanno capo gli estremi delle spirali dell'armatura.

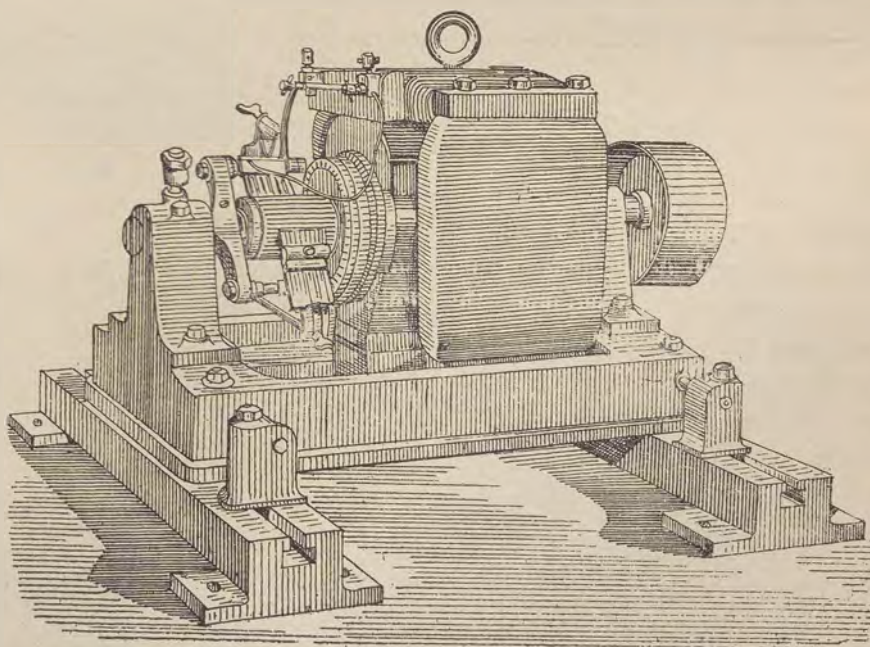


Fig. 1269.

La casa Siemens e Halske di Berlino costituisce pure delle dinamo ad armatura cilindrica, delle quali la fig. 1273 rappresenta un tipo, detto tipo orizzontale. L'armatura di questa macchina, dovuta ad Hefner-Altenneck direttore tecnico dello stabilimento, è presso che fondata sugli stessi principi della macchina Gramme. L'organo destinato a ricevere l'induzione è formato da una specie di rocchetto Sie-

mens di grandi dimensioni (fig. 1274) costituito da un cilindro di legno o da un cilindro cavo di rame

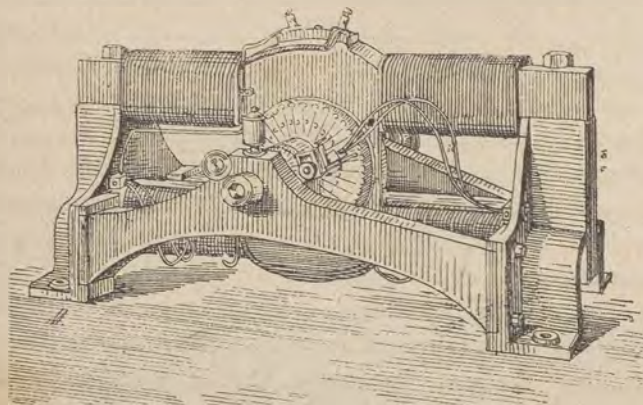


Fig. 1270.

girevole sul quale parallelamente al suo asse sono avvolte le spirali sovrapposte dell'indotto. Tale disposizione di filo indotto presenta il vantaggio, per



Fig. 1271.

rispetto all'armatura di Gramme, che vengono sopresse le parti di filo inette situate nell'interno dell'anello, essendo la parte non attiva delle spire limitata alla parte arcuata che circonda le testate del tamburo e quindi ad una parte poco sensibile se al

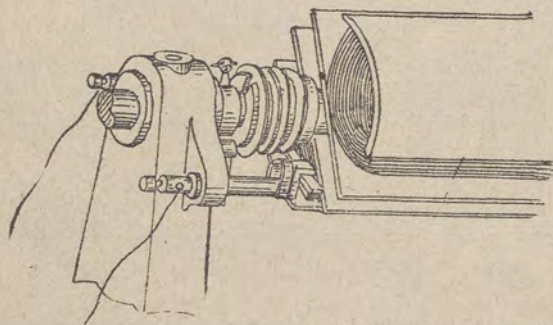


Fig. 1272.

al tamburo si assegna una sufficiente lunghezza. Le diverse spirali dell'indotto sono congiunte in serie e portate dall'albero di rotazione. L'induttore è costituito da due elettrocalamite collegate coi poli omonimi per mezzo di espansioni polari che circondano l'armatura cilindrica. Gli induttori possono essere di-

sposti orizzontalmente come nel tipo rappresentato

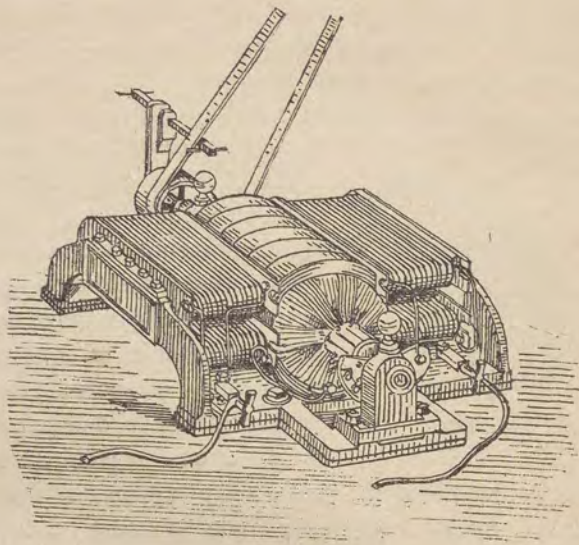


Fig. 1273.

dalla fig. 1273, ovvero nel senso verticale come nel

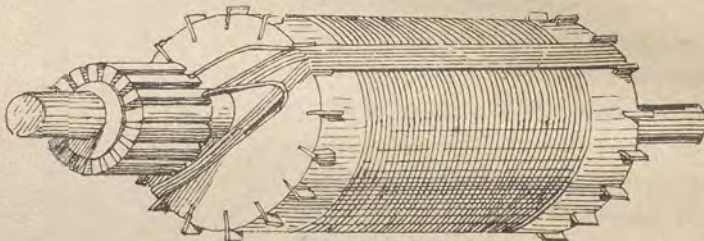


Fig. 1274.

tipo della fig. 1275 che rappresenta veramente una

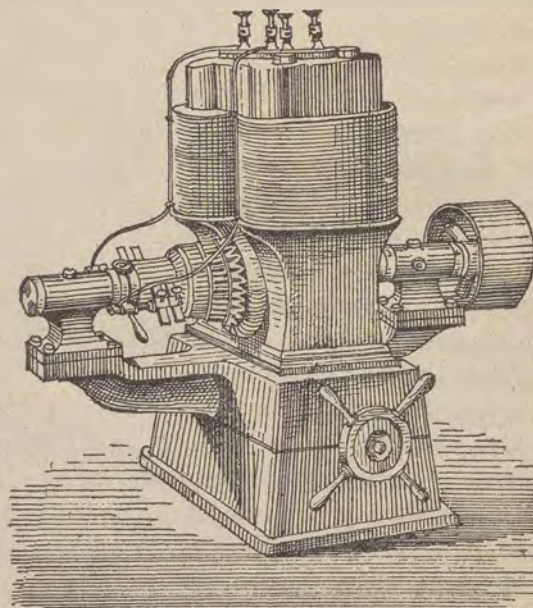


Fig. 1275.

dinamo Thomas. Questa macchina ha anche il van-

taggio di potersi spostare sullo zoccolo mediante una vite senza fine allo scopo di regolare la tensione della cinghia di trasmissione.

Clarcke ha dato alla sua dinamo una speciale dispo-

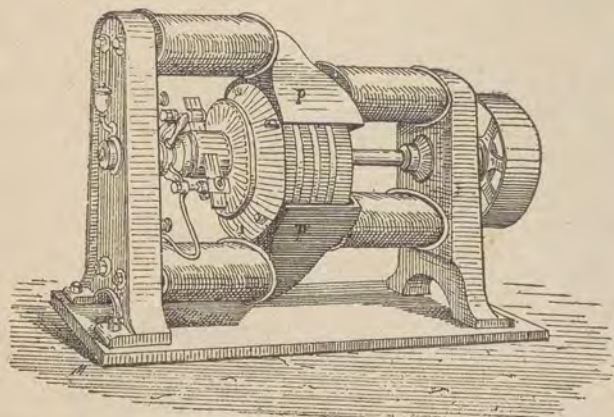


Fig. 1276.

sizione alle espansioni polari, acciocchè anche la parte interna del nucleo indotto, rivolta, cioè, verso il centro dell'anello, riesca sottoposta al campo magnetico. L'induttore è costituito da due elettrocalamite (fig. 1276) congiunte a masse polari *PP* che si estendono dal di fuori al di dentro dell'armatura, come fa meglio vedere la sezione dell'induttore medesimo riportata nella fig. 1277. Le

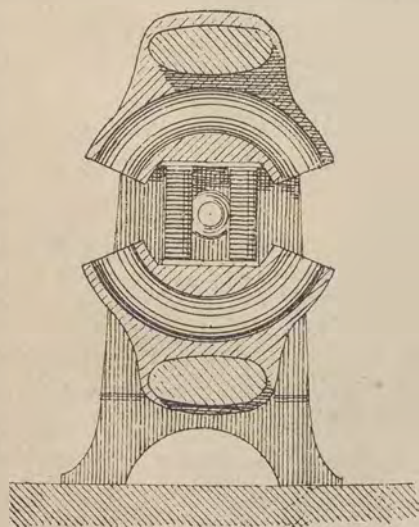


Fig. 1277.

espansioni polari interne inoltre sono collegate da due elettrodi secondari che ne rafforzano la magnetizzazione.

La fig. 1278 riproduce un tipo della dinamo Schu-

ckert-Mordey fabbricata dalla « Anglo-American Brush Electric Light Corporation di Londra ». Questa macchina, detta *Vittoria*, viene costruita in tre tipi, secondo che è provvista di 4, 6 od otto induttori accoppiati in due scie coi poli omonimi affacciati, come mostra la figura nella quale si ha la vista di una dinamo a 6 poli. Gli elettromagneti che hanno il nucleo di ferro dolce sono congiunti ad espansioni polari di ghisa poco sviluppate, per evitare irregolarità del campo magnetico. L'armatura ad anello è del tipo Gramme-Pacinotti. Il nucleo dell'armatura è formato con anelli di ferro sovrapposti, provvisti allo esterno di denti che con la loro sovrapposizione individuano delle scanalature radiali nelle quali si avvolgono le spirali. I diversi anelli dell'armatura sono separati da sostanze coibenti allo scopo di evitare la formazione di correnti dannose nel nucleo stesso.

Un nucleo simile si riscontra nella dinamo di Brush rappresentata nella fig. 1279. L'armatura ad anello Pacinotti-Gramme ha per nucleo degli anelli di ferro sovrapposti fra cui sono intercalati dei pezzi speciali

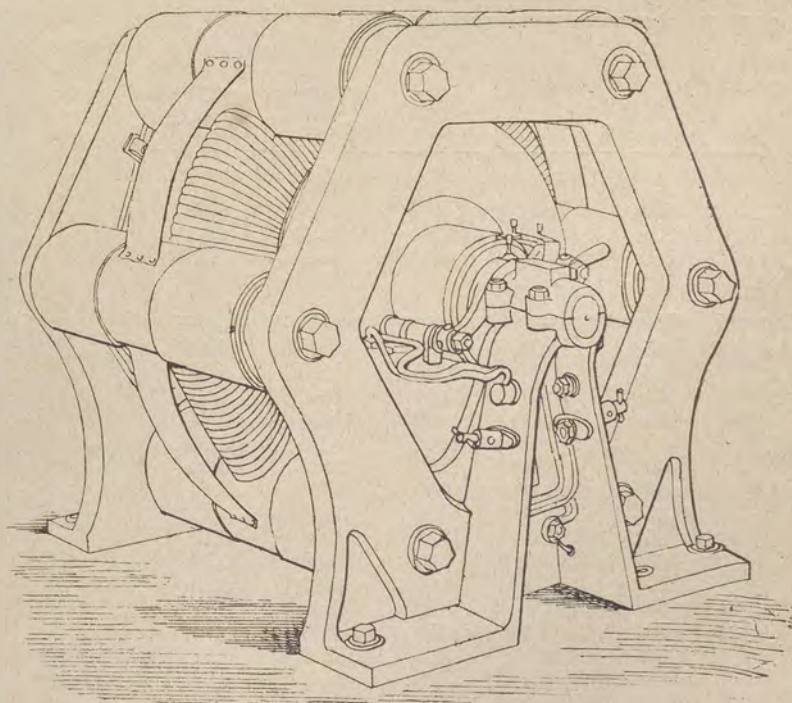


Fig. 1278.

di anello a doppio *T*, nella maniera meglio indicata dalla figura 1280, che costituiscono le scanalature parallelepipedo radiali nelle quali si avvolgono le spire. Le diverse spirali quindi riescono separate, compren-

dendo fra loro degli spazi vuoti. L'induttore è costituito da due elettromagneti affacciati coi poli

omonimi, e collegati da espansioni polari arcuate che circondano l'armatura,

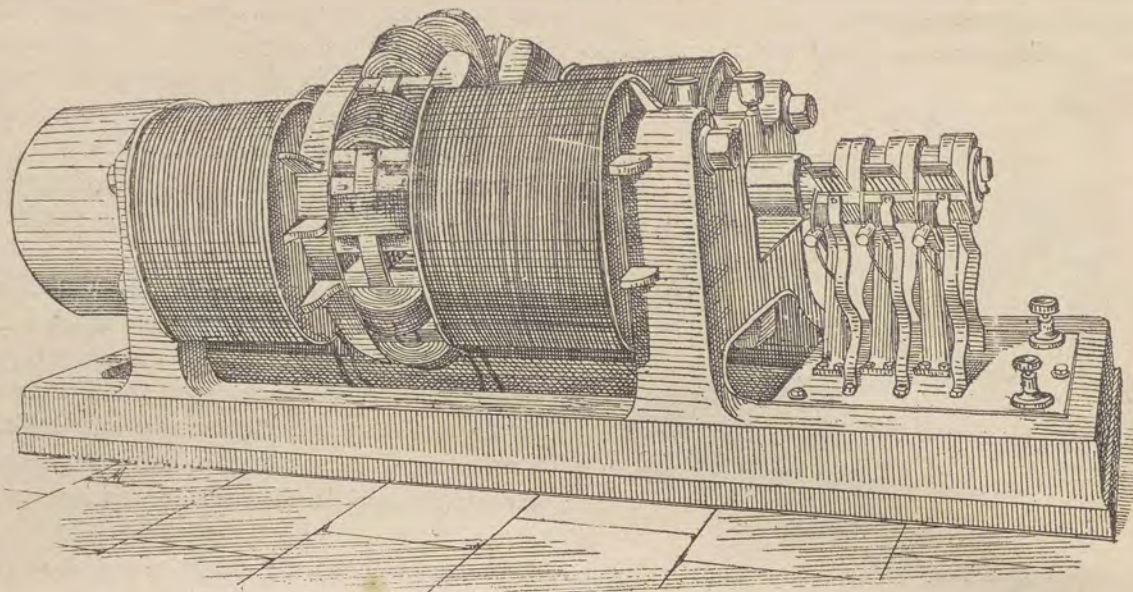


Fig. 1279.

Nella seguente tabella si hanno i dati relativi delle dinamo costruite dalla AngloAmerican Brush Elect. e C.

TIPO	VOLT	WATT	GIRI al minuto	Prezzo approssimativo in Lire	
				della dinamo	per Watt
Dinamo <i>Brush</i> per lampade ad arco in serie di 10 ampèr					
5 L	500	5000	1100	2420	0,48
6 L	830	8300	1000	3520	0,43
7 L	1250	12500	900	4180	0,33
8 L	2750	27500	800	7700	0,28
Dinamo <i>Vittoria</i> per lampade a incandescenza in derivaz.					
AA ₂	65	1500	200)	660	0,44
A ₂	65	3000	1500	1100	0,36
B ₂	65	7000	1200	1650	0,23
C ₂	110	10000	1000	2420	0,24
	110	12000	1200	2420	0,20
	65	12000	1200	2420	0,20
D ₂	65	12000	800	3300	0,27
	110	15000	1000	3300	0,22
	65	18000	1100	3300	0,19
E ₂	65	25000	700	4400	0,19
	110	25000	700	4400	0,19
	65	36000	550	5500	0,15
F ₂	110	36000	550	5500	0,15
	110	40000	625	5500	0,13
	110	45000	500	8250	0,18
G ₂	110	50000	550	8250	0,16
	110	60000	450	11000	0,18
H ₂	110	72000	550	11000	0,15

Alternatori *Mordey-Vittoria* (compresa eccitatrice).

2000	24000	850	5500	0,23
2000	35000	650	7700	0,22
2000	50000	600	9900	0,20
2000	75000	500	14300	0,20
2000	100000	430	18700	0,19
2000	150000	350	25300	0,17

Riproduciamo nella fig. 1281 la vista della dinamo Gülcher.

In questa macchina l'armatura ad anello è influenzata da due serie di elettromagneti orizzontali,

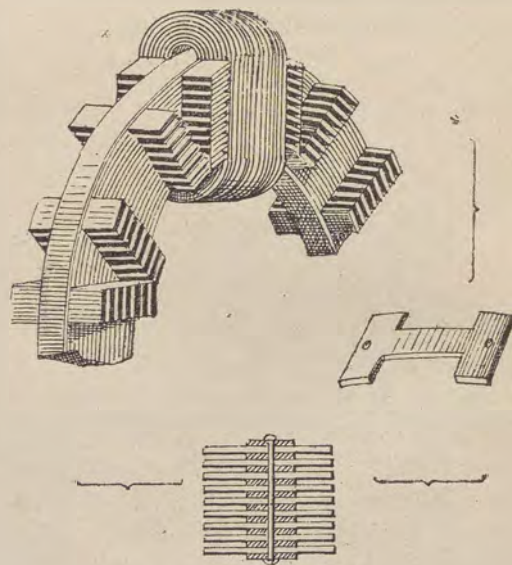


Fig. 1280.

paralleli all'asse dell'armatura, muniti di nucleo a sezione ovale. Le due serie di elettromagneti sono affacciate coi poli omonimi e sono congiunte per mezzo di espansioni polari che rivestono interamente l'armatura. Il nucleo dell'armatura è costituito da dischi lamellari di ferro dolce e le spirali sullo stesso

sono disposte come nell'anello Pacinotti, lasciando

La fig. 1282 rappresenta la dinamo Edison costrutta in America, in Italia ed in Francia dalla Società Edison. È una macchina del tipo Siemens ad armatura a cilindro. L'induttore è costituito da un potente elettromagnete avente la culatta ed i nuclei di ferro fucinato e di ghisa le espansioni polari che circondano l'armatura mobile. Questa è a cilindro sul tipo del rocchetto di Siemens, se non che, per diminuire la resistenza interna dell'armatura, nelle grandi macchine, le spire anzichè essere fatte con filo di rame, sono costituite da sbarrette di rame a sezione trapezoidale, disposte, come mostra la fig. 1283, secondo le generatrici del cilindro e collegate fra loro da anelli di rame, in maniera da formare, come facilmente si può rilevare da una semplice ispezione della figura,

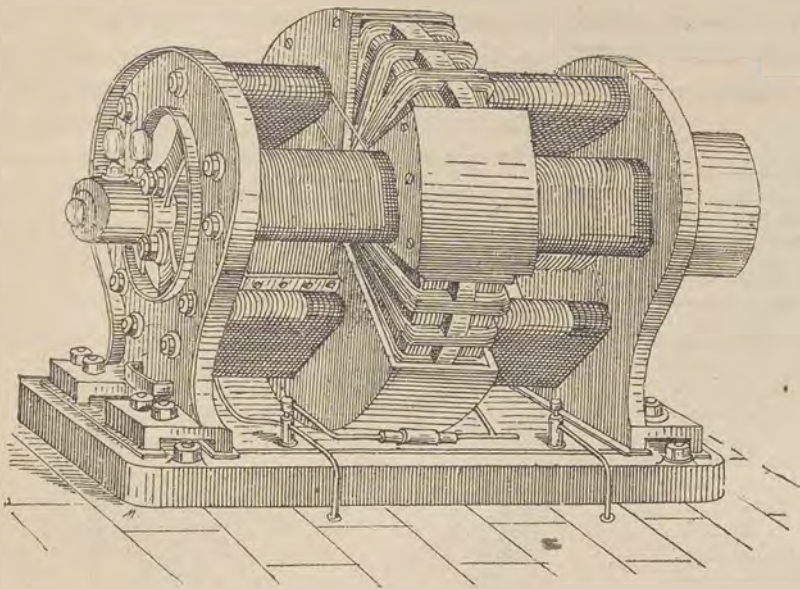


Fig. 1281.

cioè tra le spirali degli spazi vuoti che giovano

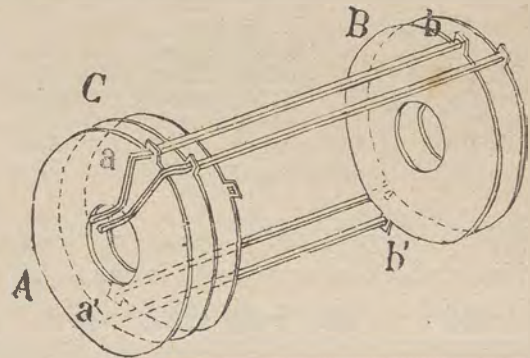


Fig. 1283.

un solo circuito che viene così ad avvolgersi sul nucleo cilindrico interno secondo una spirale. La sbarretta *ab*, ad esempio, è congiunta con gli estremi a due anelli *A* e *B* e la corrispondente sbarretta *ab'*, diametralmente opposta unisce l'anello *B* con l'anello *C* successivo all'anello *A* e così di seguito. Il nucleo dell'armatura è costituito da dischi di ferro isolati, installati sull'asse dell'armatura e fra i nuclei di rame. Tutti gli elementi sia di rame che di ferro sono bene isolati fra di loro per evitare i corti circuiti e le correnti parassite fra i medesimi. La macchina è posata sopra un sopporto di ghisa dal quale è isolata per l'interposizione di una lastra di rame. Tutto il basamento riposa sopra rotaie

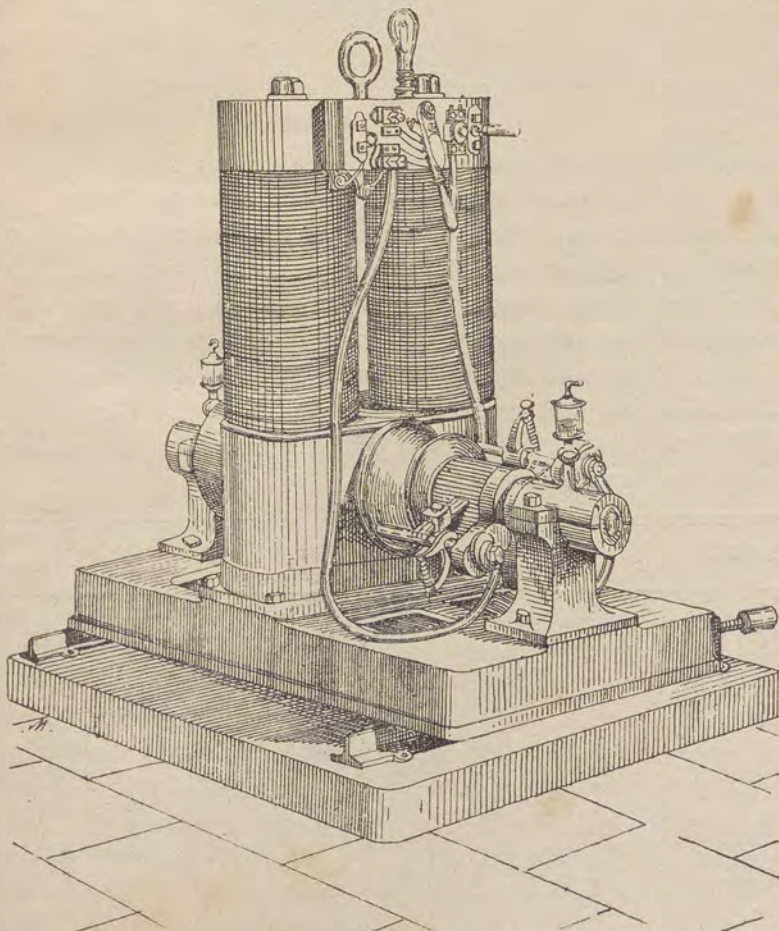


Fig. 1282.

alla ventilazione dell'aria compresa fra le spire.

di rame. Tutto il basamento riposa sopra rotaie

sulle quali può spostarsi per mezzo di una vite senza fine allo scopo di potere dare alla cinghia di trasmissione l'opportuna tensione. Nella seguente tabella sono indicati i tipi delle dinamo costrutte dalla Società Edison di Milano (1892).

Marca	Ampère	Volta	Watt	Peso della dinamo kg.	Giri al minuto	Prezzo approssimativo in lire		
						della dinamo	per Watt	per kilo
O ⁴	4	110	400	56	2000	434	0.98	7.75
O ⁷	7	»	700	84	1300	560	0.72	6.66
O ¹⁰	10	»	1100	120	1200	630	0.57	5.25
O ¹⁵	15	»	1650	150	1100	700	0.42	4.66
O ²⁰	20	»	2200	180	1100	770	0.35	4.27
O ³⁰	30	»	3300	260	1000	1050	0.31	4.03
E ⁴⁰	40	125	5000	380	1800	1400	0.28	3.68
E ⁶⁰	60	»	7500	500	1700	1736	0.23	3.47
E ⁸⁰	80	»	10000	670	1600	1820	0.18	2.71
E ¹²⁰	120	»	15000	966	1500	2562	0.17	2.65
E ¹⁶⁰	160	»	20000	1300	1400	3500	0.17	2.69
E ²⁰⁰	200	»	25000	1620	1300	4060	0.16	2.50
M ²⁴⁰	240	»	30000	2700	550	5320	0.17	1.97
M ³²⁰	320	»	40000	3400	525	6020	0.15	1.77
M ⁴⁸⁰	480	»	60000	5700	500	8500	0.14	1.49
M ⁶⁰⁰	600	»	75000	7000	450	11480	0.15	1.64
M ⁸⁰⁰	800	»	100000	9000	400	14700	0.14	1.63
M ¹¹⁰⁰	1100	»	135000	12500	350	18200	0.13	1.45
M ¹⁴⁰⁰	1400	»	175000	16500	275	23800	0.13	1.44
MM ¹⁰⁰	100	110	11000	1600	490	3650	0.33	2.28
MM ²⁰⁰	200	120	24000	2700	490	5320	0.22	1.97
MM ³⁰⁰	300	125	37500	5000	400	7840	0.20	1.56

Nella categoria delle dinamo ad armatura cilindrica vanno comprese anche le dinamo di Voelcker, di Kingh, di Weston, di Gabella (Milano), di Lahmeyer, ecc., le quali differiscono fra loro per speciali disposizioni delle spirali nell'indotto.

Nella dinamo multipolare di Thury, costrutta dalla Ditta Cuenod, Santter e C. di Ginevra (fig. 1284) si ha ancora un'armatura a cilindro, tipo Siemens, un

po' diversa per le sue dimensioni, essendo il cilindro di maggiore diametro, laddove anche il filo delle spire, anzichè essere avvolto sul nucleo cilindrico secondo tanti diametri, segue le corde corrispondenti a una frazione pari della circonferenza, come fa vedere lo schema disegnato nella figura medesima. L'induttore è costituito da sei elettrocalamite e piatte

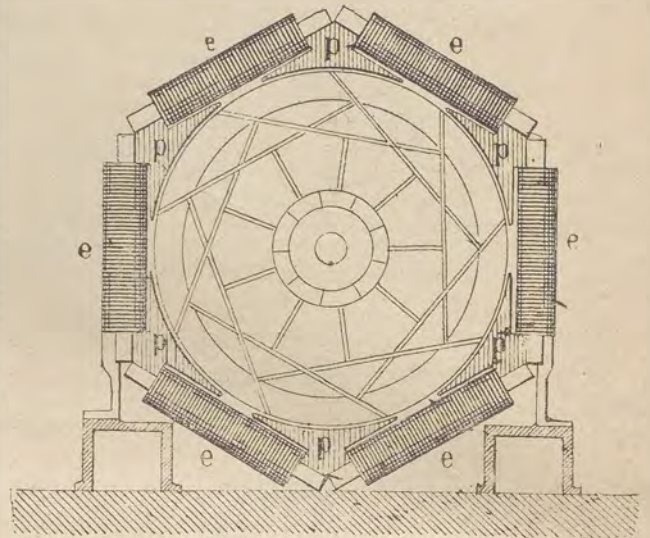


Fig. 1284.

disposte secondo le sei faccie di un prisma regolare e congiunte fra loro e con le espansioni polari p di ghisa coi poli omonimi. Le espansioni polari si sviluppano nell'interno del prisma, di modo che la superficie interna di questo è cilindrica e circonda da vicino l'armatura. Queste dinamo vengono costruite secondo tre tipi controsegnati nella seguente tabella, che ne racchiude i dati, con H_3B , C_1 , C_2 ; quest'ultimo tipo si adatta per l'illuminazione ad incandescenza e mista.

INDICAZIONI		H_3B	C_1	C_2
Potenza	Watt	66,000	16,000	2,450
Intensità	Ampère	800	20	35
Differenza di potenziale ai morsetti	volt	110	800	65
Velocità in giri al minuto		350	800	2,300
» alla periferia in metri per sec ndo		13,64	9,42	8,03
Resistenza dell'indotto	ohm	0,00592	0,5	0,08
» dell'induttore in derivazione		10	—	27,5
» » in serie	»	—	1,307	0,073
Peso del rame dell'armatura	Kg.	70	13,800	2,45
» totale della macchina		4500	1230	170
Potenza per Kg. di rame dell'indotto	Watt	0,943	1,160	928,5
» » del peso totale	»	14,6	13	13
Perdita nell'induttore	»	1210	523	246
» nella resistenza interna della dinamo	»	2310	200	98
» dovuta all'attrito e alle correnti parassite	»	2200	450	73
» totale	»	5721	1173	417
Potenza totale assorbita quando sviluppa il massimo lavoro	»	71721	17173	2692
Rendimento industriale	%	92	93	84,5

La dinamo dei proff. Thomson ed Houston di Filadelfia si distingue dalle altre fin'ora cennate principalmente per la sua armatura di forma sferoidica. La fig. 1285 riporta la sezione di questa macchina, nella quale in *a* si ha la vista dell'armatura sferoidale, il cui asse è sostenuto da due cavalletti di ferro *c* sui quali riposa anche la macchina. L'induttore *ii* è costituito da due elettromagneti a nucleo cavo cilindrico, terminati ciascuno nell'estremo rivolto verso l'armatura con una cavità semisferica. Le due cavità semisferiche che costituiscono i poli affacciati dei due elettromagneti cingono da vicino l'armatura. I magneti sono inoltre congiunti da sbarre *s* le quali servono anche a proteggere la dinamo dagli urti esterni. Questa macchina viene costrutta secondo diversi tipi in rispondenza alla illuminazione ad arco o ad incandescenza. Nelle due tabelle seguenti si hanno i dati relativi a ciascun tipo o marca.

1) *per lampade ad arco o ad incandescenza in serie.*

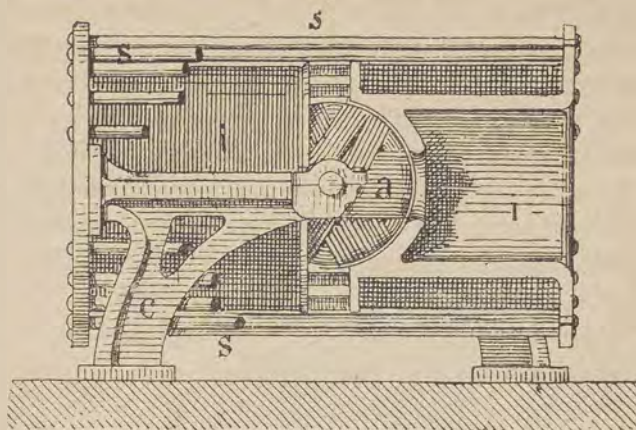


Fig. 1285.

2) *per lampade ad incandescenza in derivazione.*

Marca	Watt	Energia occorrente in cavalli	N.° delle lampade ad arco in circuito da		Peso della dinamo	Giri al minuto	Prezzo approssimativo in lire		
			2000 candele	1200 candele			della dinamo	per Watt	per Kilo
C	1500	3	3	4	275	1250	1760	1. 17	6. 40
E	3000	5	6	9	545	1000	3220	1. 07	5. 90
G	5000	8	10	15	860	900	4550	0. 91	5. 29
H	6000	9	12	18	900	950	4860	0. 81	5. 40
I	8000	12	16	24	1170	900	5860	0. 73	5. 01
K	10000	15	20	30	1270	900	7110	0. 71	5. 60
L	12500	19	25	—	1770	900	8510	0. 69	4. 80
LD	17500	27	35	50	1900	820	10660	0. 60	5. 61
MD	25000	38	50	—	2380	820	12950	0. 52	5. 44

Marca	Ampère	Volta	Watt	Energia occorrente in cavalli	Peso in Kg. della dinamo	Giri al minuto	Prezzo approssimativo in Lire		
							della dinamo	per Watt	per Kilo
BI	24	75	1800	3. 50	249	1800	1900	1. 05	7. 63
BI	40		3000	6	285	1600	1900	0. 63	6. 66
CI	60		4500	9	488	1550	2515	0. 56	5. 15
CI	80		6000	12	503	1550	3050	0. 51	6. 06
EI	120		9000	16. 50	975	1250	3800	0. 42	3. 89
EI	160	110	12000	22	1023	1250	4890	0. 40	4. 78
FI	120		13200	22	1105	1250	4890	0. 35	4. 42
FI	200		15000	27. 50	1105	1250	6030	0. 492	5. 45
HI	240		18000	33	1845	1150	7040	0. 39	3. 81
HI	320		24000	44	1906	1150	9020	0. 375	4. 73
HI	340	110	37400	44	1906	1150	11270	0. 30	5. 92

Nelle macchine a corrente continua le correnti indotte sono raddrizzate ed introdotte nel circuito col medesimo senso, come abbiamo visto, da uno speciale commutatore. Nelle dinamo a correnti alternate queste sono direttamente introdotte nel circuito, il quale perciò viene percorso dalla corrente periodicamente in senso contrario. Il tipo caratteristico di queste macchine è quella della casa Siemens e Halske di Berlino rappresentata nella fig. 1286. In questa macchina due serie uguali di elettro-magneti sono

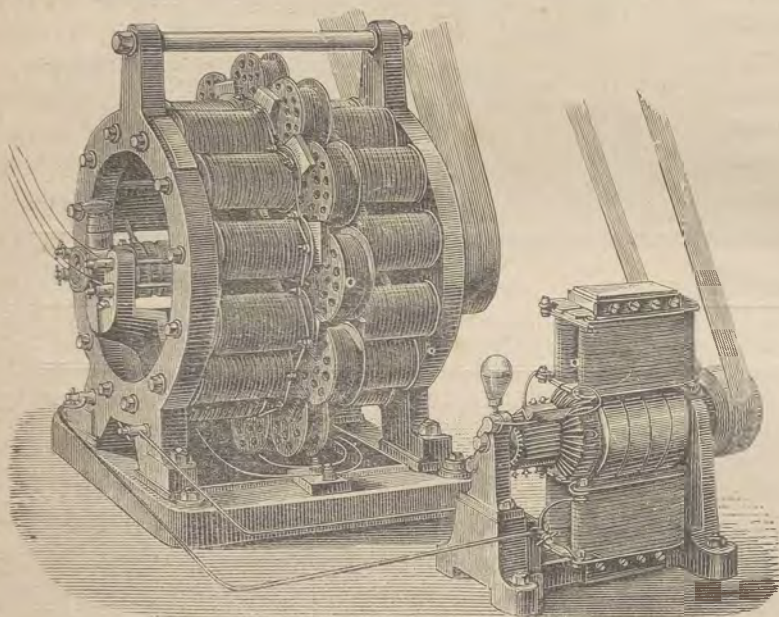


Fig. 1286.

fissati a regolare intervallo sul contorno di due ruote o di due dischi dello stesso diametro ed il loro insieme costituisce l'induttore della macchina. Il filo sui rocchetti è avvolto in maniera che in ogni serie due poli consecutivi risultano di nome contrario ed i poli affacciati delle due serie di sacchetti risultano pure di nome contrario. Frammezzo ai 2 dischi portanti le due serie di induttori si trova una ruota portante uno eguale numero di rocchetti indotti e girevole sul proprio asse. Questa armatura è così costituita da un sistema di spirali di fili di rame comprendenti, in qualche macchina, ciascuna un nucleo di ferro, destinato a rinforzare o meglio a condensare intorno alla spirale le linee di forza delle opposte calamite tra cui essa passa nel suo movimento.

Se accompagniamo col pensiero, così si esprime il Ferrini (1), una delle spirali in discorso durante una

sua rivoluzione intorno all'asse, vedremo facilmente che, nel traversare gli intervalli tra gli elettromagneti affacciati alle due serie, essa trascorre una serie di campi magnetici variabili di nome alternativamente contrario. Il movimento di ciascuna spirale è sempre perpendicolare alla linea assiale di ciascun campo che attraversa e alle linee centrali del medesimo dove sono più fitte; ma, attesa la divergenza e la relativa rarezza delle linee esterne, il numero delle linee intercettate dalla spirale cresce rapidamente dal primo suo tuffarsi in uno dei campi fino a che il suo asse coincide con la linea assiale del campo, poi accresce altrettanto con legge simmetrica.

La corrente indotta, nella seconda fase è perciò contraria alla prima; ma, tosto dopo, la spirale si immerge in un campo opposto al precedente e, mentre crescono le linee di forza intercettate di essa, vi si genera una corrente, o per dir meglio una successione di correnti, istantanee concordi con quelle della seconda fase precedente, perchè l'inversione che dipenderebbe dall'incremento delle linee di forza attraversate è neutralizzata dalla contrarietà del campo. Avviene dunque così che in ciascuna spirale si desta, in ogni rivoluzione attorno l'asse, una serie di correnti indotte, di direzione alternativamente contraria, cioè tante quante sono le elettro-calamite che costituiscono il campo.

Ora essendo le spirali indotte spaziate ad intervalli eguali a quelli delle elettrocalamite, è chiaro che esse si moveranno concordemente attraverso i campi di queste e che le indicate correnti si susciteranno simultaneamente in ciascuna di loro e vi subiranno simultaneamente le medesime vicende.

Rimane ora che si raccolgano queste correnti per immetterle nella propria direzione, alternativamente rovesciata, nel circuito. L'artificio assai semplice a cui si ricorre spesso per tal' uopo è di saldare all'albero metallico dell'armatura un capo del filo di ciascuna spirale ed il secondo capo ad un anello metallico montato su quell'albero, ma isolato da essa; facendo strisciare rispettivamente sui contorni dell'albero e dell'anello due pennelli analoghi a quelli del collettore delle dinamo a corrente continua e similmente collegati col circuito, è manifesto che la serie delle correnti riunite colle singoli spirali, passerà su di esso, nel modo come si forma.

(1) Illuminazione elettrica Breyman.

Di qualunque genere fosse la dinamo la forza elettromotrice che in essa si sviluppa è variabile periodicamente ed il suo valore medio è proporzionale al numero delle spirali dell'indotto, alla velocità del suo movimento ed al numero delle linee di forza intercettate dal medesimo, ossia dall'intensità del campo magnetico. Col crescere di uno di questi fattori si aumenterà adunque la forza elettromotrice.

In pratica però il numero delle spirali dell'indotto si potrà aumentare fino ad un certo limite anche nelle dinamo di maggiori dimensioni, perchè il diametro del filo delle spire non può essere più piccolo di una certa misura per non accrescere notevolmente la resistenza elettrica e perchè più piccolo è il diametro, più facilmente i fili si riscaldano a scapito dell'energia con aumento di resistenze e con probabile danno del meccanismo. Anche la velocità dell'armatura può praticamente essere spinta fino ad un certo limite per non incorrere in guasti dell'armatura per effetto della forza centrifuga sviluppata dalle masse. Non resta quindi che accrescere l'intensità del campo magnetico adottando quelle disposizioni che valgono a rinforzarlo. Usando gli elettromagneti si ottiene senza dubbio un campo magnetico di gran lunga più intenso di quello fornito da semplici magneti. Così pure nelle autoeccitatrici l'intensità del campo riesce superiore a quello fornito dalle dinamo ad eccitazione separata. In ogni caso l'energia meccanica impiegata per la rotazione dell'armatura, tolta quella parte che si consuma nelle resistenze passive, si trasforma in energia elettrica rappresentata, in rapporto all'equivalenza, dal prodotto della forza elettromotrice della dinamo per la corrente generata nell'armatura. Nella fase di regime di una dinamo, infine, una parte di energia viene impiegata per la eccitazione degli elettromagneti, una piccola parte è assorbita dalla resistenza elettrica dell'indotto e del circuito, e la parte rimanente è quella che si utilizza per la illuminazione.

§ V.

LE LAMPADE PER L'ILLUMINAZIONE ELETTRICA.

Le lampade proposte per la illuminazione a luce elettrica sono di due categorie e cioè *lampade ad arco* e *lampade ad incandescenza*.

Nelle lampade ad arco la luce è prodotta coll'arco voltaico; in quelle ad incandescenza dall'arroventa-

tamento di una sostanza filiforme di imperfetta conduttività, capace, cioè, di opporre una resistenza nel circuito percorso dalla corrente.

Quando si fanno terminare i reofori di un circuito percorso da corrente continua od alternata, con due coni formati di un carbone conduttore (coke, carbon calcinato, carbone di storta, ecc.) e si avvicinano le punte sino al contatto, si produce uno sprazzo luminoso di una intensità abbagliante. Una volta stabilito il contatto, si possono allontanare l'uno dall'altro i carboni ad una distanza più o meno grande a seconda dell'intensità della corrente, distanza che può giungere fino a 10 o 12 mm. Lo spazio, che separa le due punte, rimane occupato da un arco luminoso, del quale lo splendore e la temperatura sorpassano tutto quanto si può ottenere coi mezzi usuali; a questo arco si dà il nome di *arco voltaico*.

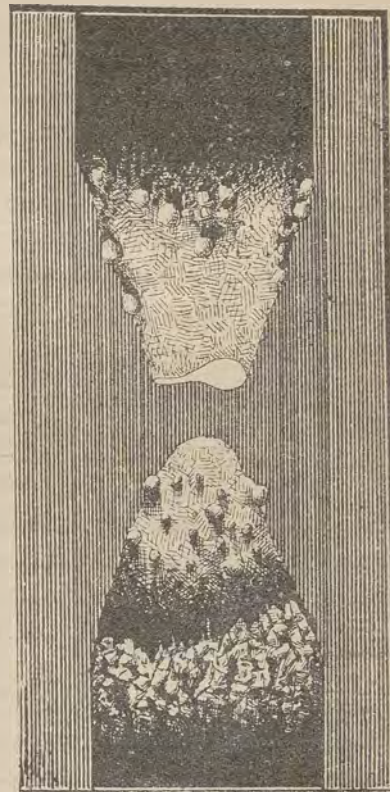


Fig. 1287.

L'arco voltaico non deve confondersi con la serie di scintille che si otterrebbero avvicinando l'uno all'altro due corpi caricati uno di elettricità positiva e l'altro di negativa; è, invece, un vero circuito conduttore, formato da parti volatilizzate, trasportate da un polo all'altro e facenti parte del circuito. Questo trasporto di particelle di carbone spiega la diversa forma che acquistano le estremità dei due carboni; il carbone positivo si scava in conseguenza della perdita di materia ed il carbone negativo sembra accrescersi. La fig. 1287 mostra l'immagine di essi riprodotta da fotografia.

Se i due carboni si mantengono fissi, per la deformazione dovuta alla corrente ed il consumo che le loro estremità subiscono al contatto dell'aria, l'intervallo che li separa tende a crescere. Se ciò

avvenisse liberamente coll'allungarsi dell'arco, crescendo la sua resistenza, la corrente e la luce si indebolirebbero e in breve la lampada si spegnerebbe, appena che la corrente non avesse l'intensità necessaria a superare l'intervallo fra i carboni. Ed allora per riaccendere l'arco voltaico, occorrerà porre di nuovo a contatto i carboni e quindi allontanarli. E se si vuole evitare questo inconveniente occorrerà riavvicinare i carboni mano mano che essi si consumano, affinchè le variazioni dell'intensità di luce, dovute alla variazione di lunghezza dell'arco, riescano meno forti e violenti. Perciò le lampade ad arco si muniscono di uno speciale apparecchio, detto *regolatore*, il quale serve a regolare la distanza dei carboni in maniera da rendere l'arco permanente e adatto alla illuminazione.

La tranquillità della luce di un arco voltaico dipende nella pratica da tre circostanze principali e

Lampade da Ampère	{	2	4	7	10	11	12	13	15	16	25	30	35	40	50	80
Diametro in mm.		3	6	10	12	15	16	20	24	25	30	45	60	80	120	180
		2	5	7	9	10	11	12	13	14	15	17	18	20	25	30

E poichè la spesa di manutenzione per le lampade ad arco non è indifferente a causa del consumo dei carboni, così questi si fabbricano anche di lunghezza variabile in rispondenza alla durata dell'illuminazione. E poichè il cratere nel carbone positivo serve anche a proiettare la luce dall'alto al basso, negli archi voltaici disposti verticalmente, per fare sì che detto cratere riesca più accentuato, si fabbricano carboni muniti di *anima* o di *miccia*, per gli elettrodi positivi. L'anima nei carboni è costituita da una pasta meno dura e compatta che si consumi più facilmente.

Il regolatore nelle lampade ad arco ha l'ufficio di porre i carboni a contatto, allorchè la lampada è spenta, di distaccare detti carboni e di allontanarli alla distanza consentita dall'arco voltaico e di mantenerli costantemente in questa posizione, avvicinandoli mano mano che il loro consumo per poco accresca la loro distanza, acciocchè le variazioni di intensità della luce dell'arco riescano poco sensibili.

Si hanno diversi tipi di regolatori o lampade le quali si distinguono in due categorie, secondo che si inseriscono nel circuito da sole, cioè una sola lampada, ovvero in numero maggiore di uno. Nel primo caso i regolatori diconsi *monofotici*, nel secondo *polifotici*.

cioè dalla costanza della corrente, dalla omogeneità dei carboni e dalla sensibilità e buona costruzione dei regolatori.

I carboni nelle lampade ad arco devono quindi essere di uniforme diametro, omogenei nella loro struttura, di costante durezza e conducibilità elettrica. La temperatura che raggiungono le loro estremità è la più alta che si possa praticamente ottenere, circa 4000° nel carbone positivo e 2500° nel negativo; talchè qualsiasi sostanza sottoposta al loro contatto non resiste e volatilizza.

Nella pratica lo spessore dei carboni si stabilisce in rispondenza alla corrente che li attraversa, poichè un carbone più sottile dà, invero, maggior rendimento di luce, ma si consuma presto; un carbone troppo grosso offre un cratere molto profondo e rende meno quantità di luce. Pratiche sono le dimensioni date dal Piazzoli nel suo manuale.

Il sistema di illuminazione monofotica si usa soltanto quando si vuole ottenere un solo focolare luminoso di grande potenza. Convien quindi questo sistema pei fari, per le navi, per le proiezioni, ecc.

Nei regolatori monofotici la lunghezza dell'arco è regolata dalla intensità della corrente. Essi, generalmente, si compongono di un meccanismo posto in azione dal peso del carbone, e del portacarbone come indica lo schema riportato dalla fig. 1288, il quale tende ad avvicinare il carbone superiore all'inferiore ed a tenervelo a contatto. Un elettromagnete inserito nel circuito determina, al passaggio della corrente, il distacco dei carboni e quindi lo sviluppo dell'arco voltaico; ma, allorchè le punte dei carboni si consumano e la lunghezza dell'arco cresce

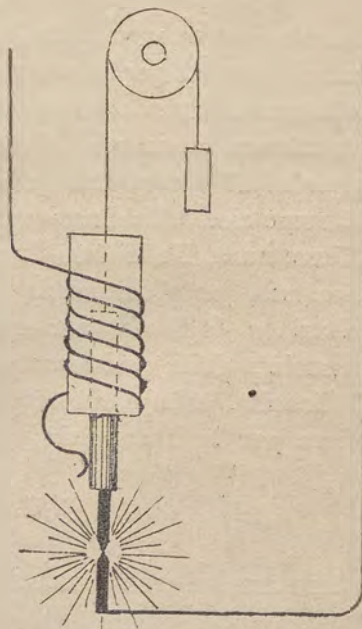


Fig. 1288.

oltre il suo limite, la resistenza dell'arco aumenta e diminuisce l'intensità della corrente e con questa l'azione dell'elettromagnete; il peso del carbone, allora, non constatato dall'azione dell'elettromagnete, riavvicina le punte mantenendole praticamente a una distanza costante.

A questi sistemi appartengono le lampade di Burgin, di Iaspar, di Holcombe, di Cance, ecc.

Nella lampada di Burgin monofotica, che poco differisce nella sua costruzione dalla lampada polifotica del medesimo costruttore, la corrente passa tutta per l'elettromagnete che ha forma di ferro di cavallo. Questo attirando a sè o abbandonando l'armatura, secondo che l'intensità della corrente cresce o diminuisce, distacca e avvicina i due carboni.

Nella lampada di Iaspar di Liegi, che è una della migliore lampade ad arco destinate a funzionare da sole in un circuito, per la bellezza e la fissità della luce (fig. 1289) i due portacarbone *aa*, *bb* sono suscettibili di movimento, di modo che,

allorchè i due carboni sono a contatto, si fanno equilibrio. A tale scopo come facilmente si può comprendere, servono le due funicelle che uniscono le due estremità inferiori dei portacarbone e che si avvolgono sulle due puleggie *P* e *p* calettate sullo stesso asse e di diametro l'una doppio dell'altra.

L'asta del portacarbone negativo è di ferro dolce nella parte inferiore ed entra nel solenoide *C* inserito nel circuito della corrente. Quando si chiude il circuito, la corrente attraversando il solenoide fa abbassare di una certa quantità l'asta di ferro dolce

e con essa il portacarbone negativo: le puleggie girano di un certo angolo, il portacarbone positivo viene sollevato e l'arco voltaico si stabilisce. Quando pel consumo dei carboni l'arco voltaico si allunga, aumentando la resistenza del circuito e diminuendo conseguentemente l'intensità della corrente e quindi l'azione attrattiva del solenoide, le punte dei carboni si avvicinano.

Nella lampada americana di Holcombe il carbone positivo (fig. 1290) è sostenuto mediante una catena che si avvolge ad una puleggia calettata all'asse di una leva *l* la quale da

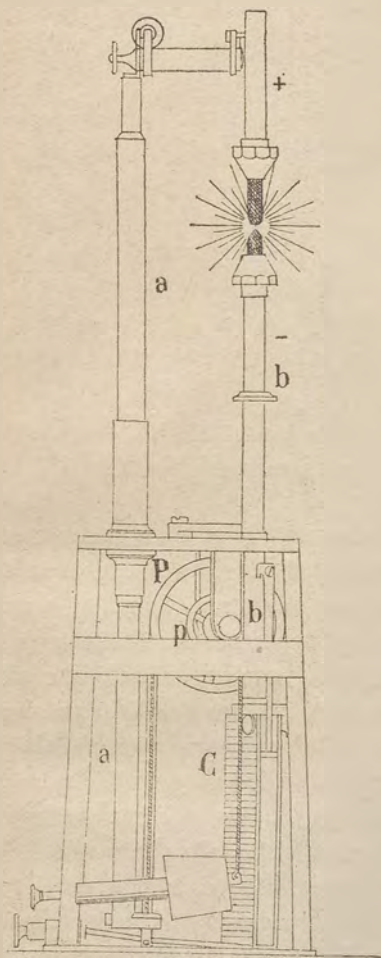


Fig. 1289.

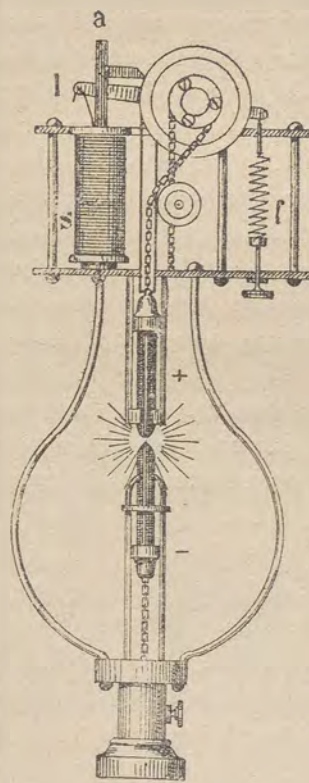


Fig. 1290.

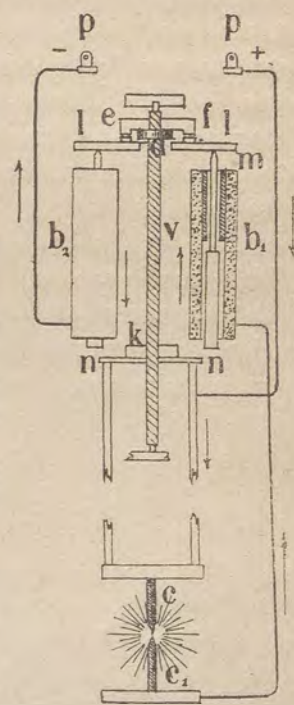


Fig. 1291.

una estremità è azionata dalla molla *f* e dall'altra dall'asta *a* di ferro dolce affondata nel solenoide *s*. Si comprende bene come, allorchè non si ha passaggio di corrente, il carbone positivo per il proprio peso ed anche per l'azione della molla *f* si pone a contatto dell'inferiore negativo e quando la corrente attraversa il solenoide per l'attrazione da questo esercitata sull'asta *a* di ferro dolce, che così si abbassa, la leva gira ed il carbone positivo si innalza, finchè la lunghezza dell'arco non superi la normale misura, nel quale caso indebolendosi la corrente, diminuisce l'azione del solenoide e la leva si innalza, avvicinando il carbone positivo al negativo.

La lampada di Cance è rappresentata schematicamente dalla fig. 1291 (1). Il portacarbone inferiore c' è fisso; il portacarbone superiore c discendendo mediante la chiocciola k fa rotare attorno al suo asse la vite v sostenuta sui suoi estremi da due rotelle. Allo stato di riposo i due carboni sono in contatto. Quando la corrente entra nella lampada, i due solenoidi b_1 e b_2 , diventando attivi, sollevano i loro nuclei n , n portando un disco l contro una seconda chiocciola ef della vite v . Questa chiocciola, sotto la pressione del disco, si solleva obbligando la vite v a rotare attorno al proprio asse e a sollevare il carbone superiore. Si produce così l'arco voltaico.

Quando poi pel consumo dei carboni l'arco diviene più resistente e si indebolisce la corrente, i nuclei n premono men forte il disco l , la chiocciola ef si abbassa, facendo rotare la vite v in senso inverso ed abbassando così il carbone superiore, sino a che l'arco si sia di tanto accorciato da fare riprendere ai solenoidi b_1 e b_2 la primitiva loro potenza. La chiocciola ef è limitata nella sua discesa dal disco d solidale con la vite v .

Le lampade monofote essendo regolate dalle variazioni dell'intensità della corrente, evidentemente in un circuito non si può inserire che un solo rego-

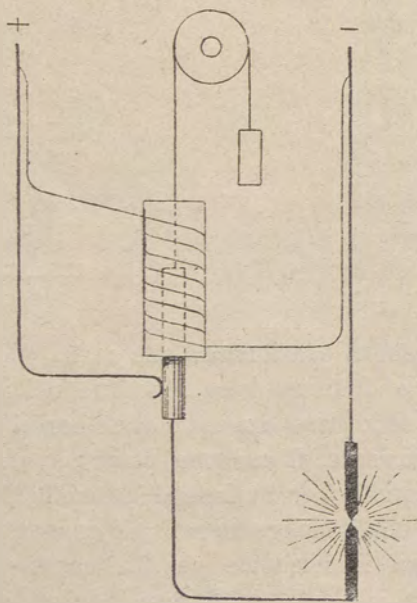


Fig. 1292.

latore di questo genere, perchè, introducendone nel circuito parecchi, ciascuno probabilmente risentirebbe

(1) Verole, opera prec.

delle variazioni degli altri, poichè la variazione dell'arco di un solo regolatore, apportando una rispet-

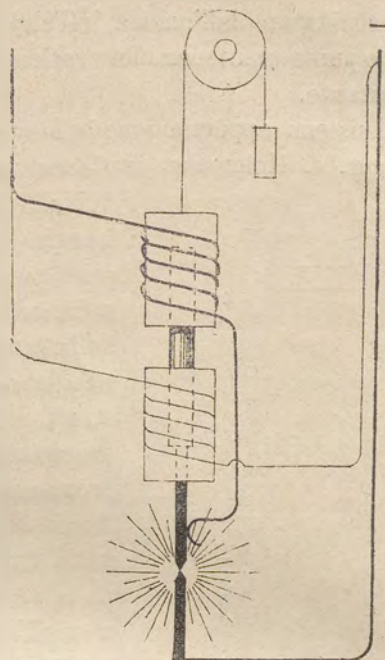


Fig. 1293.

tiva variazione dell'intensità della corrente, questa non può non essere sentita dagli altri apparecchi.

Perchè le lampade non risentano l'una delle variazioni dell'altra, sarebbe necessario che queste fossero azionate non dalle variazioni dell'intensità della corrente del circuito, ma bensì dalle variazioni di resistenza dell'arco voltaico proprio; perchè allora soltanto, quando si altera la resistenza dell'arco di una lampada, questa si regola da sé, senza influenzare sensibilmente l'azione delle altre lampade.

Si può raggiungere questo scopo in due maniere:

1.º Azionando l'elettromagnete o il solenoide di ciascuna lampada mediante una corrente derivata dal circuito principale, che attraversa i carboni, come indica schematicamente la fig. 1292. Se il filo che avvolge il solenoide è lungo e sottile, di maniera da inserire una opportuna resistenza nel circuito, allora l'aumento o la diminuzione di resistenza dell'arco di una lampada, determina il passaggio nella derivazione di una maggiore o minore quantità di corrente, la quale rendendo più o meno attiva l'azione del solenoide, accorcerà od allungherà l'ampiezza dell'arco.

2.º Munendo ciascuna lampada di due elettromagneti o di due solenoidi, di cui uno è attraversato dalla corrente del circuito che alimenta i carboni,

l'altro da una corrente di derivazione della principale, entrambi azionando la medesima armatura di ferro dolce, come più chiaramente indica la figura schematica 1293. Anche qui la resistenza nel solenoide inferiore, mediante opportune dimensioni del filo, è di gran lunga superiore a quella del solenoide superiore, e le due resistenze sono regolate in maniera che quando la distanza fra i carboni è giusta, le attrazioni dell'armatura di ferro sono eguali; quando cresce l'ampiezza dell'arco di una lampada e con questa la resistenza, aumenterà la quantità di corrente derivata ed i carboni vengono riavvicinati fino a ridursi alla distanza normale. Le variazioni dell'arco quindi non fanno che determinare delle variazioni nel rapporto fra le quantità delle due correnti e non mai nella corrente principale del circuito; di conseguenza le variazioni dell'arco di una lampada non influiscono sulle altre.

Le lampade polifote si dicono propriamente *lampade differenziali*. Appartengono al primo gruppo di lampade differenziali, regolate, cioè, soltanto da una derivazione di corrente, le lampade di Sellon, Lontin Pieper, Siemens, Fein, Mersamme, ecc.; al secondo gruppo, regolate cioè dal rapporto tra la corrente principale e la derivata, quelle di Brush, Siemens, Weston, Schuckert, Gramme, Ganz, Thomson Houston, ed altre.

Di queste lampade ne accenneremo brevemente soltanto qualcuna, rimandando il lettore al precitato lavoro del Verole per più diffuse notizie circa alle medesime.

La fig. 1294 rappresenta il regolatore di Lontin, uno dei più semplici tra quelli azionati da una corrente di derivazione. In questo regolatore la elettrocalamita *a* è intercalata in un circuito derivato composto di un filo lungo e sottile che si parte dal carbone positivo e perviene al serrafile negativo *s* del circuito. Per la resistenza opposta dal filo della elettrocalamita la corrente passa quasi nella totalità per i carboni a lampada accesa. Quando l'arco voltaico si allunga oltre l'ordinario, la corrente passa per la elettrocalamita, la quale attrae l'armatura *b*, che solleva il carbone negativo, e nel tempo istesso mediante un congegno di orologeria lascia abbassare il carbone positivo, finchè l'arco non ritorna nella sua normale dimensione, nel quale caso la corrente ritornando ad attraversare il circuito principale l'azione dell'elettrocalamita si affievolisce e l'armatura *b* si distacca arrestando i carboni nella normale condizione.

Una delle lampade differenziali più usate per la illuminazione delle stazioni ferroviarie, degli opifici e stabilimenti, dei cantieri, ecc. è quella di Siemens rappresentata dalla fig. 1295. In questa lampada *a* e *b* sono i solenoidi attraversati il primo dalla corrente del circuito principale ed il secondo dalla corrente derivata dal circuito principale. A tale scopo *c* è il serrafile positivo che immette la corrente principale nel solenoide *a* e quindi nel carbone superiore positivo *e*; *d* è il serrafile del carbone negativo *f* sostenuto dal telaio di acciaio *tt*. Il circuito

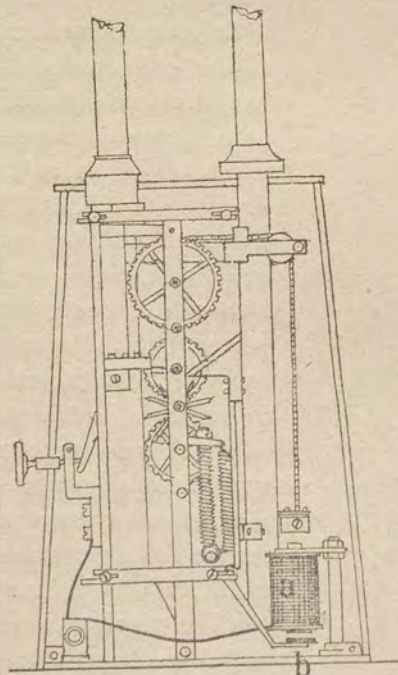


Fig. 1294.

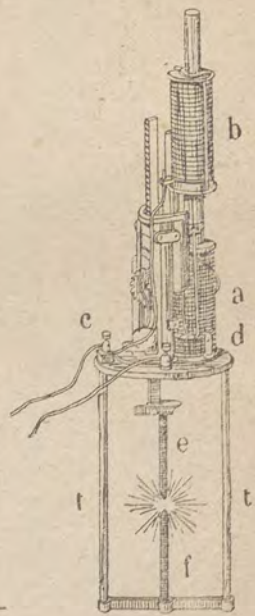


Fig. 1295.

derivato si diparte dal serrafile *c*, attraverso il solenoide *b* e finisce nel serrafile *d* del polo negativo. I due solenoidi stanno disposti l'uno sull'altro, sono attraversati da un tubo di rame dentro al quale si muove un'anima di ferro dolce la quale viene attratta dall'uno o dall'altro solenoide secondo la quantità di corrente che attraversa le rispettive spirali. L'anima è congiunta a snodo con una piccola leva, la quale, mediante un sistema di orologeria, finisce in un pignone che ingranna in un'asta dentata alla quale è connesso il portacarbone positivo. Il tutto è disposto in maniera che, quando l'arco voltaico si allunga oltre l'ordinario, aumentando la resistenza dell'arco, la corrente è obbligata a passare in maggiore quantità per il solenoide superiore *b*, dal quale l'anima di ferro dolce viene attratta per avvicinare

il carbone positivo superiore all'inferiore negativo.

Molta analogia alla lampada di Siemens presenta quella di Schwerde Scharnweber rappresentata dalla fig. 1296. L'anima di ferro dolce comandata dall'azione dei due solenoidi differenziali agisce direttamente sul carbone inferiore negativo, mentre in pari

tempo, sciogliendo un movimento di orologeria, permette al carbone positivo di abbassarsi in virtù del proprio peso.

La casa Schuckert costruisce lampade nelle quali i due solenoidi sono disposti orizzontalmente. Il nucleo di ferro dolce (fig. 1297) è congiunto con un braccio *b*, fissato a un albero orizzontale, che portacalettate due ruote, una dentata, che ingrana con l'asta dentata del portacarbone superiore, l'altra a forma di sperone serve a frenare tale movimento. A tal'uopo il braccio *b* è munito di un nottolino, il quale agisce sui denti di quest'ultima ruota, frenandola, allorchè il nucleo è attratto dal solenoide *s* intercalato nel circuito principale. Eppure il movimento della ruota dentata si ar-

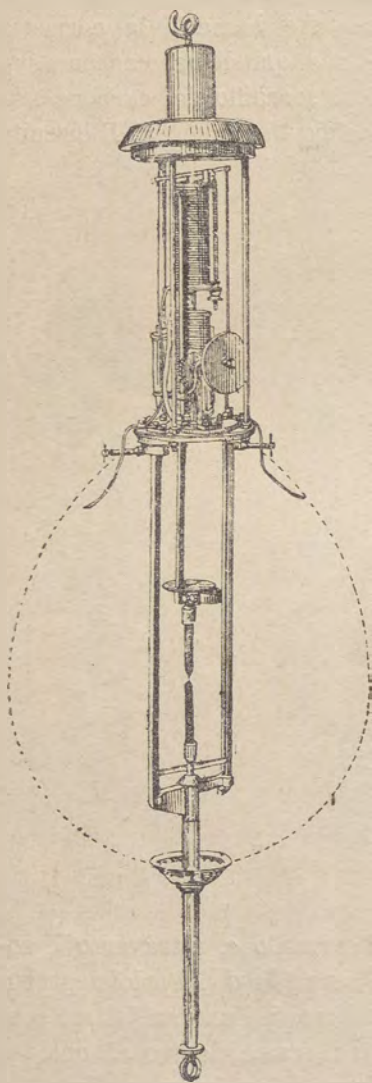


Fig. 1296.

resta e il portacarbone superiore sta fermo, quando la corrente principale attraversa il solenoide *s* e i due carboni, uscendo dal punto *p*. Allora quando invece l'arco voltaico supera la lunghezza normale, il nucleo viene attratto dal solenoide *s'*, intercalato nel circuito derivato; il nottolino scioglie la ruota a forma di sperone e quindi l'asta del portacarbone superiore si abbassa in virtù del proprio peso, avvicinando i due carboni, di cui l'inferiore è fisso.

In minor conto delle lampade differenziali, inoltre,

sono state diffuse nella pratica alcuni sistemi di lampade nelle quali la luce è emessa in parte dall'arco voltaico ed in parte da una sostanza solida incandescente intercalata fra le punte dei due carboni.

Noi non ci dilungheremo in minuziosi particolari circa la costruzione di queste lampade che oggigiorno hanno ceduto quasi totalmente il posto ai sistemi avanti descritti, pur presentando dei pregi incontestabili, quale ad esempio la soppressione dei regolatori, la costante distanza dei carboni e la conseguente fissità

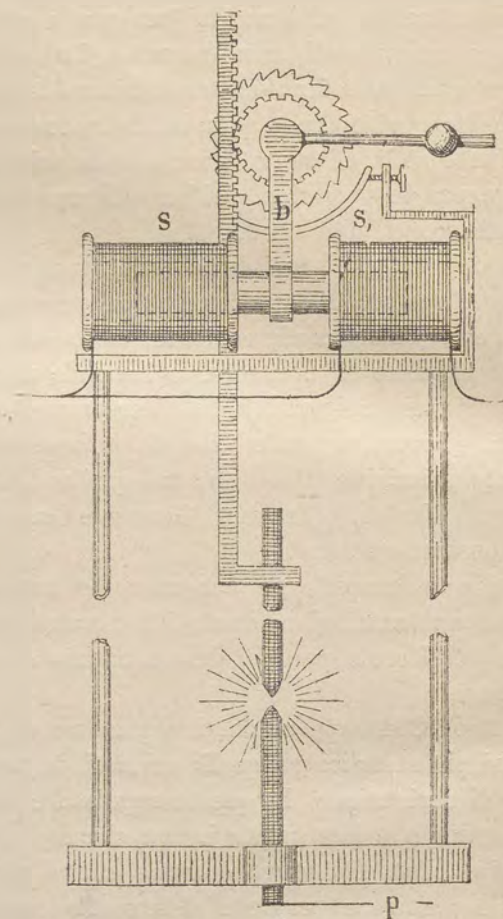


Fig. 1297.

della luce, ecc. Citeremo semplicemente che queste lampade si possono distinguere in tre specie di sistemi misti, come qui appresso, e rimandiamo il lettore ai trattati speciali per notizie più dettagliate: 1.º Sistema delle candele di Iablochkoff nel quale due carboni sottili e ben dritti, sono disposti paralleli l'uno all'altro e separati da una sostanza isolante, che sotto l'azione dell'arco diviene incandescente, e si consuma di pari passo coi due carboni; questo sistema esige l'impiego di una corrente diretta alter-

nativamente in sensi contrari, onde uguale riesca il consumo dei due carboni; condizione questa indispensabile. 2.° Sistema caratterizzato dalla lampada *sole* nella quale le punte dei due carboni sono mantenute a costante distanza per mezzo di una sostanza refrattaria: anche in questa lampada la luce è emessa come nel primo sistema, in parte dall'arco voltaico ed in parte da una sostanza solida isolante intermedia che si rende incandescente; a differenza però di quella del primo sistema la sostanza isolante non si consuma egualmente coi carboni, ma si conserva per lungo tempo e non si ricambia che dopo avere ricambiato molte volte i carboni. 3.° Sistema detto a *contatto imperfetto* nel quale i due carboni sono permanentemente mantenuti a contatto; queste lampade sono caratterizzate dal sistema di Reynier nel quale sopra un grosso carbone fisso si appoggia, verticalmente una sottile bacchetta di carbone; questa si rende incandescente alla sua estremità ed intanto consuma e per il proprio peso e per quello del portacarboni il contatto rimane costantemente stabilito.

Nella pratica l'illuminazione con lampade ad arco è applicata in speciale modo per le vie e le pubbliche piazze, per le gallerie, per le stazioni ferroviarie, ed in genere per tutti i grandi ambienti sia di uso pubblico che privato, pei quali non sia richiesta una luce uniformemente diffusa. Per gli ambienti comuni, per le camere di abitazione, per le botteghe, ecc. è necessario che la luce sia molto suddivisa; a questa condizione imprescindibile pei piccoli ambienti meglio rispondono le lampade ad incandescenza, l'invenzione delle quali è dovuta ad Edison che ne brevettò il primo modello nell'anno 1879. Le lampade ad arco hanno di ordinario una grande forza rischiarante, variabile tra 200 e parecchie migliaia di candele; quelle ad incandescenza una molto minore, da 5 ed anche meno a 100 candele; epperò esse servono assai meglio delle prime, disseminandole con giusta frequenza, a produrre una illuminazione uniforme e suddivisa. Le lampade ad arco riescono però più economiche; vale a dire esse producono a minore prezzo e con minore consumo di energia una eguale quantità di luce. Questo fatto spiega come oggigiorno le lampade ad arco siano diffusamente applicate anche ai negozi, alle aziende, ai magazzini, e alle abitazioni signorili, ovunque si richieda una luce sfarzosa.

Le lampade ad incandescenza sono fondate sul

noto principio del riscaldamento di un conduttore per effetto della corrente che lo attraversa; riscaldamento che si effettua in ragione inversa della sezione del conduttore. Orbene intercalando in un circuito un conduttore sottile, questo si può riscaldare al punto da diventare tanto più luminoso e splendente quanto più alta riesce la sua temperatura. La sostanza più adatta per formarne dei filamenti da rendere incandescenti, intercalandoli nei circuiti, è il carbone, perchè questo corpo non si fonde alle più alte temperature.

Perchè il filamento di carbone non si consumi allorchè è incandescente al contatto dell'aria si è immaginato di chiuderlo in un globetto di vetro nel quale sia praticato il vuoto o sia stato sostituito all'aria un gas qualsiasi incomburente. L'esperienza ha dimostrato infatti che, in queste condizioni, il carbone può raggiungere, senza alterarsi, la temperatura di 2500° ed oltre.

La prima lampada ad incandescenza, ed oramai la più diffusa, è quella di Edison che si vede rappresentata nella fig. 1298. Questa lampada consta di un sottile filamento di carbone ripiegato ad *U* capovolta, di cui le due estremità sono congiunte con pasta di carbone a due fili di platino che si prolungano, saldati nel vetro, al di fuori del globo di vetro, il quale così resta completamente chiuso ed impermeabile all'aria.

Il filo di carbone per le lampade di Edison, si ottiene carbonizzando un fibbra di bambù in apposite muffole; il globo che lo racchiude è di vetro scottile di Boemia, della forma oblunga, di una pera e termina con un appendice che serve a metterlo in comunicazione con l'apparecchio destinato a praticarvi il vuoto. In questo apparecchio si utilizza la caduta di una colonna di mercurio che trascina seco, rarefacendola, l'aria contenuta nella lampada, dopo di che si fa passare attraverso la lampada una debole corrente perchè il carbone consumi l'aria residuale, mentre nel frattempo si salda a caldo l'appendice

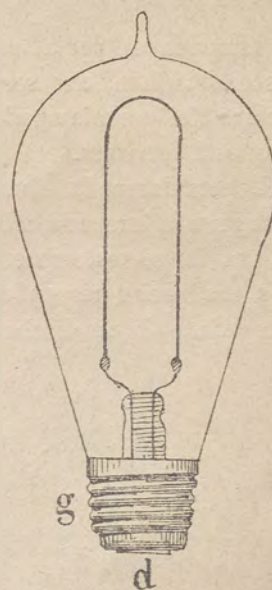


Fig. 1298.

della lampada, nella quale così si riesce ad ottenere la maggiore rarefazione possibile.

Nella lampada Edison i due fili di platino, congiunti colle estremità del carbone, terminano esternamente uno in una ghiera *g* a vite che serve ad avvitare



Fig. 1299.



Fig. 1300.

la lampada al portalampada, l'altro con un piccolo disco *d* isolato, che serve a congiungerlo col fondo isolato del portalampada, allorché la lampada viene a questa avvitata.

Il portalampada è un congegno che serve a congiungere la lampada col circuito; la fig. 1299 mostra la sua forma esteriore. Questo congegno consta di una madre vite rispondente alla ghiera a vite della lampada e di un dischetto di fondo della madre vite,

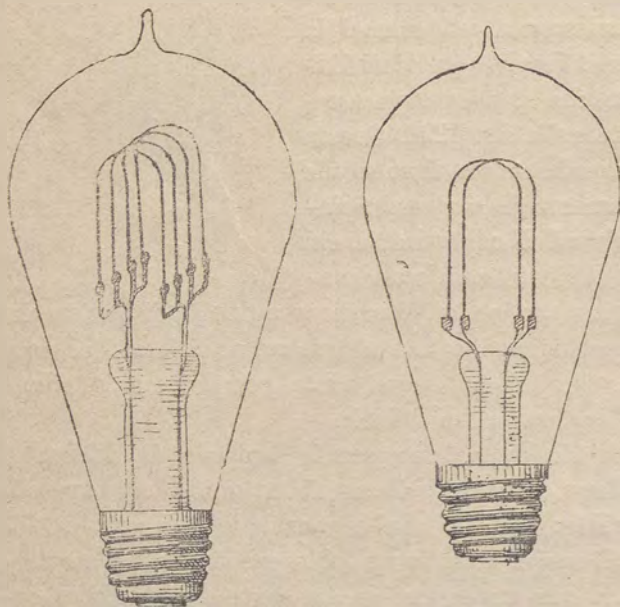


Fig. 1301.

entrambi isolati e congiunti mediante viti rispettivamente ai due fili del conduttore, di modo che avvitando la lampada nel portalampada, la vite di quella si mette a contatto con la madre vite di questa, il disco della lampada col disco di fondo del portalam-

pada e la comunicazione elettrica è stabilita. Per interromperla basterà intercalare in uno dei due fili del circuito un interruttore; talvolta il portalampada stesso contiene l'interruttore, come fa vedere la fig. 1300, messo in azione da una chiavetta.

Le lampade di Edison si fabbricano ordinariamente di due grandezze; quella più grande ha un'intensità di luce di 16 candele, rispondente a circa 1,6 carcel, la più piccola, detta *mezza lampada*, è di 8 candele corrispondente a 0,8 carcel. La prima presenta una resistenza di 140 *ohm*, la seconda di 60 a 70 *ohm*. In rispondenza la differenza dei potenziali tra i suoi due contatti nella prima deve essere di 100 *volt* e di 50 *volt* nella seconda. L'intensità della corrente è di 0,75 ampère.

Per soddisfare però alle diverse esigenze la Società Edison costruisce ancora dei tipi di lampade, colle quali, variando la lunghezza dei carboni o accoppiando due o più carboni in tensione o in quantità nella maniera meglio indicata dalla fig. 1301, si ottengono svariate altre intensità di luce.

La lampada di Scwann non differisce di molto da

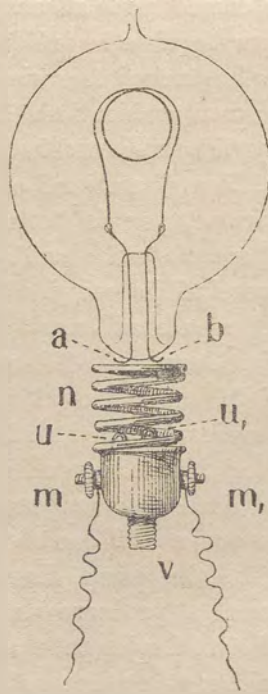


Fig. 1302.

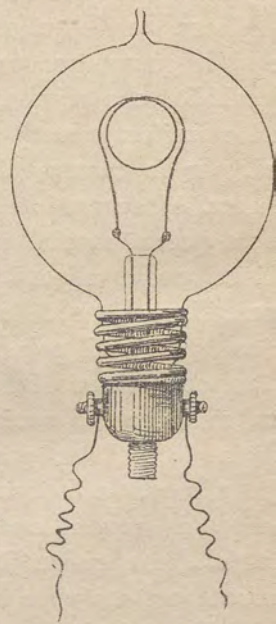


Fig. 1303.

quella di Edison; il pallone di vetro è piuttosto sferico (fig. 1302); il filamento di carbone anziché essere piegato ad *U*, è piegato a spirale; il carbone è ricavato carbonizzando un filo di cotone e i due fili di platino, a cui questo è saldato, terminano

esternamente a forma di uncino. Il portalamпада è differente, più semplice dal punto di vista costruttivo, ma meno pratico per l'attacco della lampada. Esso consiste in un pezzo cilindrico di ebanite, il quale mediante la vite *v* può essere fissato ai bracci del lampadario o a un candelabro. Superiormente il portalamпада presenta due uncinetti *u* ed *u*₁ in comunicazione con i morsetti *m* ed *m*₁, a cui si fissano le estremità dei due fili del circuito. Superiormente il portalamпада è provvisto di una molla a spirale *n*. La lampada si fissa nell'introdurre la parte inferiore di essa nella molla *n*, la si preme contro di questa finchè si agganciano gli uncini *u* ed *u*₁ del portalamпада con gli uncini *a* e *b* della lampada, allora la molla *n*, premendo contro la lampada, tende gli uncini ed assicura così il contatto. La fig. 1303 rappresenta la lampada montata.

Le lampade ad incandescenza in genere differiscono fra loro per qualche particolare costruttivo. Nella lampada di Maxim il filamento di carbone è ottenuto carbonizzando una striscia di cartone ripiegato ad *M* (fig. 1304); nella lampada di Bernstein, detta anche lampada di Boston (fig. 1305) carbonizzando un filo di seta; in quella di Siemens, il filamento è di carbone amorfo, così ancora in quella italiana di Cruto. Il carbone amorfo si prepara immergendo un

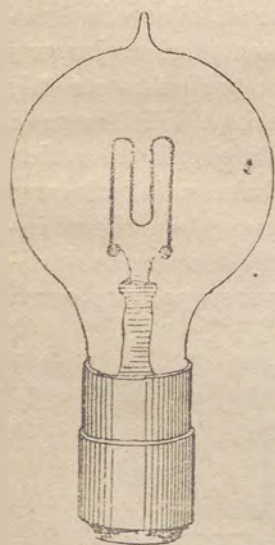


Fig. 1304.

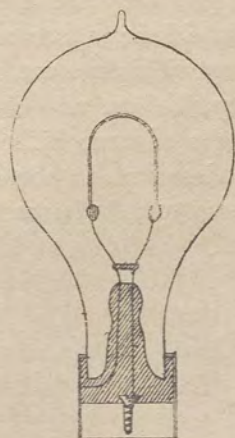


Fig. 1305.

arroventandolo, facendolo attraversare da una corrente elettrica: il carburo si scompone e le particelle di carbone, depositandosi nel filo di platino, costituiscono un filamento compatto, perfettamente uniforme e di apparenza metallica. Aumentando in seguito l'intensità della corrente, si volatilizza il sot-

tile filo di platino e non rimane più se non il carbone avente la forma di un piccolo tubo elastico e facilmente pieghevole. Nella lampada di Siemens (fig. 1306) le estremità del filamento di carbone ripiegato ad *U* sono congiunte a due fili di rame *r*, *r* mediante una sostanza bituminosa avvolta a spirale; i due fili di rame si congiungono ai due fili di pla-

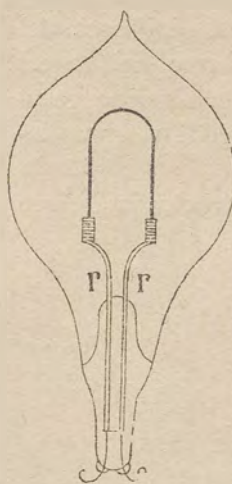


Fig. 1306.

tino che attraversano il pallone di vetro e terminano esternamente ad uncino per la presa.

Nella lampada di Cruto il filamento di carbone piegato ad *U* è fissato mediante saldatura (fig. 1307) ai due fili di platino che attraversano il palloncino, terminando esternamente ad uncino, come nelle lampade di Siemens e di Swann.

Le lampade Siemens sono fabbricate secondo 4 modelli in rispondenza alla seguente tabella:

Modello	Volt	Ampère	Candele	Chilogrammetri
N. 1	45	2,3	16	10,6
» 2	45	2,7	20	12,4
» 3	45	3,0	25	13,8
» 4	45	3,3	30	15,3

Delle lampade Cruto si hanno diversi modelli a un solo carbone con potere illuminante di 4, 8, 1,632 candele e a due carboni di 32 e 86 candele. Nel se-

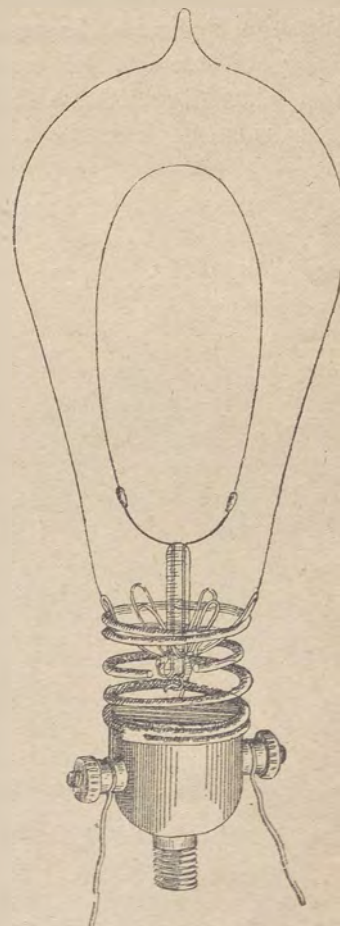


Fig. 1307.

guente specchietto sono indicati i dati relativi alle lampade di 8 e 32 candele:

Lamp. di		Volt	Ampère	Ohm
8 cand.		25	1,00	25
» » 32 »	a 1 filo	56	1,36	44
» » 32 »	a 2 fili	112	0,75	49

Le lampade ad incandescenza presentano il vantaggio di potersi applicare allo stesso posto dei becchi del gas, cioè all'estremità dei candelabri e dei bracci dei lampadari (figg. 1308 e 1309) formando oggetto di decorazione degli ambienti nei quali vengono installati.

Le lampade si dispongono nei circuiti in serie o



Fig. 1308.



Fig. 1309.

in derivazione. Si possono però anche disporre nei circuiti seguendo i sistemi misti e cioè in derivazione dei gruppi di lampade accoppiate in serie e in serie dei gruppi di lampade in derivazione.

La disposizione più semplice è quella in *serie* e, diciamo anche, la più economica, perchè effettivamente realizza la maggiore economia nei conduttori. Secondo tale disposizione le lampade si collocano nel circuito l'una di seguita all'altro di maniera che il polo positivo della dinamo sia congiunto al polo positivo della prima lampada ed il polo negativo di questa al polo positivo della seconda lampada e così di seguito (fig. 1241 e 1310); il conduttore quindi dipartendosi dal polo positivo della dinamo percorre la linea spezzata che congiunge tutte le lampade per poi

ritornare al polo negativo della medesima. Allora quando in vicinanza del circuito esistono fili telefo-

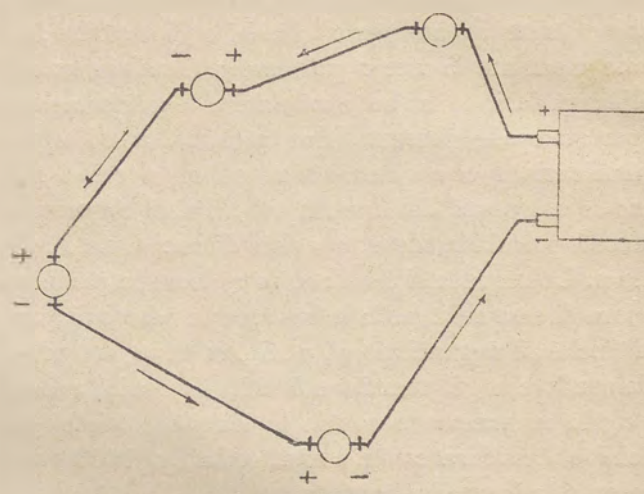


Fig. 1310.

nici o telegrafici, allo scopo di elidere l'induzione che sopra di questi eserciterebbe il circuito, è necessario disporre quest'ultimo a tratti doppi vicini e paralleli come indica la fig. 1311, di maniera che nei due tratti paralleli la corrente attraversi il circuito in senso opposto, ovvero si può anche adottare l'altra disposizione indicata dalla fig. 1312, nella quale il conduttore, dopo avere congiunta l'ultima lampada si ripiega su se stesso, rifacendo il medesimo percorso da vicino, prima di ricongiungersi al polo negativo della dinamo; evidentemente tale disposizione, a seconda l'ubicazione delle lampade, potrà richiedere una maggiore lunghezza nel conduttore. Le lampade che si distribuiscono in serie sono quelle ad arco differenziali, raramente quelle ad incandescenza. La corrente con tale disposizione attraversa tutte le lampade, e se queste sono tutte eguali

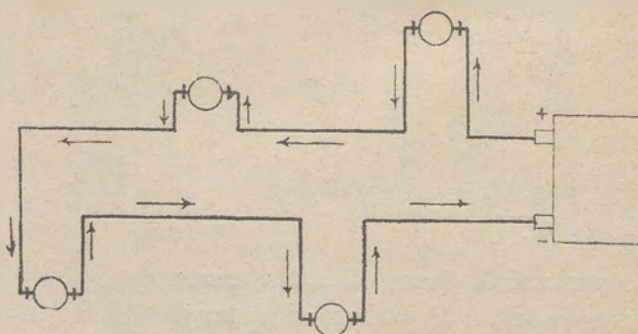


Fig. 1311.

e funzionano con la medesima intensità, essa dovrà avere una intensità costante eguale a quella di una

sola lampada, ed una tensione eguale alla misura delle tensioni di tutte le lampade, oltre quella necessaria per vincere la resistenza del conduttore.

La disposizione in serie delle lampade ad incandescenza non si presta praticamente, perchè essendo generalmente queste lampade di grande numero, la tensione della corrente dovrebbe essere stragrande. Pur tuttavia si trovano dei casi in cui queste lampade si dispongono in serie, per esempio nella illuminazione stradale. A tal'uopo però si impiegano speciali lampade ad incandescenza nelle quali siano contenute speciali disposizioni adatte a chiudere il circuito se per caso si spezzasse il filamento di una lampada. Tali, ad esempio, sono le lampade Edison,

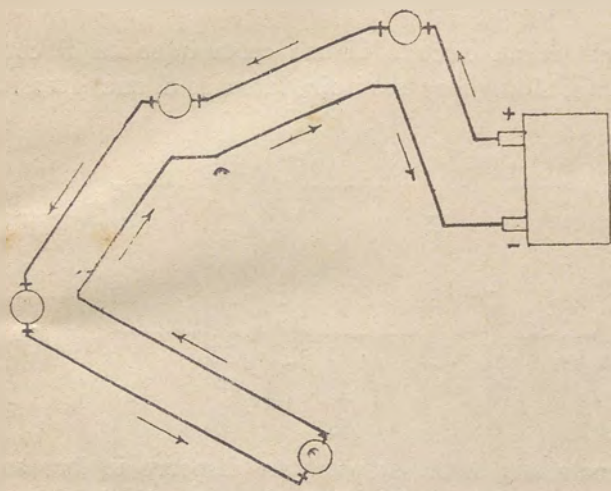


Fig. 1312.

tipo *municipale*, appositamente costrutte per l'illuminazione delle strade.

La disposizione in derivazione (fig. 1242) è quella in cui i conduttori, che si dipartono dalla dinamo, vengono congiunti da tante derivazioni quante sono le lampade. Con tale disposizione la tensione della corrente necessaria per alimentare tutte le lampade riesce costante, mentre l'intensità dipende dalla resistenza delle lampade intercalate nelle derivazioni. Conseguentemente le lampade che si possono disporre in derivazione sono quelle che funzionano con la medesima tensione, anche se esigono diverse intensità di corrente.

Si dispongono in derivazione le lampade ad arco provviste di regolatore in derivazione, quelle provviste con regolatore differenziale e le lampade ad incandescenza. Con tale disposizione il funzionamento di una lampada è reso indipendente da quello delle

altre lampade; se si interrompe cioè il circuito di una lampada, le altre continuano egualmente a funzionare. Ne segue che ogni lampada per mezzo di

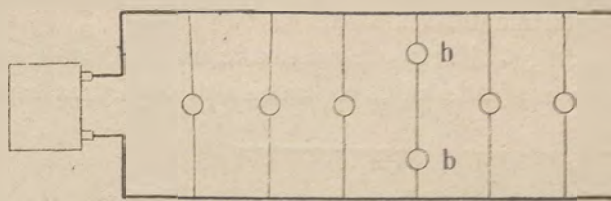


Fig. 1313.

un interruttore può essere posta nel circuito o fuori del circuito secondo il bisogno ed un gruppo di lam-

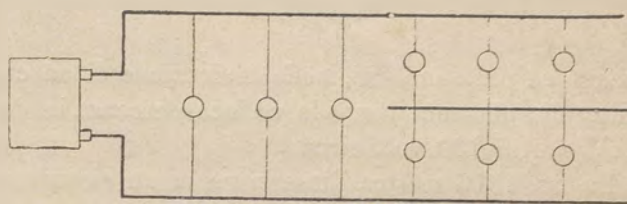


Fig. 1314.

pade si può accendere o spegnere senza alterare il funzionamento delle altre lampade installate nello stesso circuito.

Le lampade ad incandescenza generalmente si dispongono una per ogni derivazione. Però, qualora abbisogna disporre nel circuito lampade di minore forza illuminante, di tensione metà delle altre, si potranno accoppiarle in una serie di due nella medesima derivazione, come indicasi in *bb* nella fig. 1313. Evidentemente però con tale disposizione, se si spegne una lampada *b*, si spegne anche l'altra della coppia.

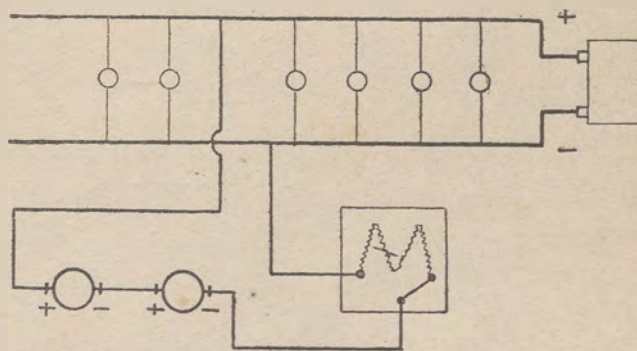


Fig. 1315.

Si evita questo inconveniente, quando si dispongono in derivazione parecchie coppie di lampade, disponendole in derivazione sopra due circuiti in serie, come indica la fig. 1314.

Talora abbisogna inserire delle lampade ad arco in un circuito di lampade ad incandescenza e viceversa delle lampade ad incandescenza in un circuito di lampade ad arco. Ciò evidentemente è possibile in determinate condizioni.

La fig. 1315 riporta schematicamente l'inserzione di due lampade ad arco, munite di opportuna resi-

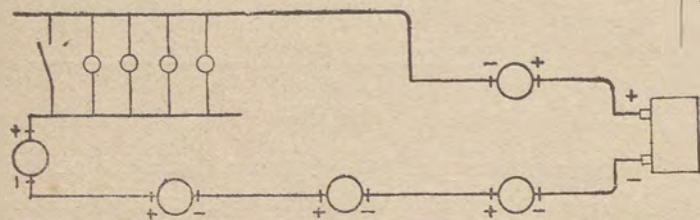


Fig. 1315.

stenza ed unite in serie, nella derivazione di un circuito che alimenta lampade ad incandescenza in derivazione di 100 volt circa.

La fig. 1316 mostra l'inserzione in un circuito di lampade ad arco disposte in serie di un gruppo di lampade ad incandescenza disposte in derivazione la di cui intensità totale, bene inteso, corrisponde a quella della corrente del circuito.

Così anche gruppi in serie di lampade ad arco possono disporsi in derivazione in un circuito, come indica schematicamente la fig. 1317; in questo caso la corrente dovrà avere una intensità rispondente

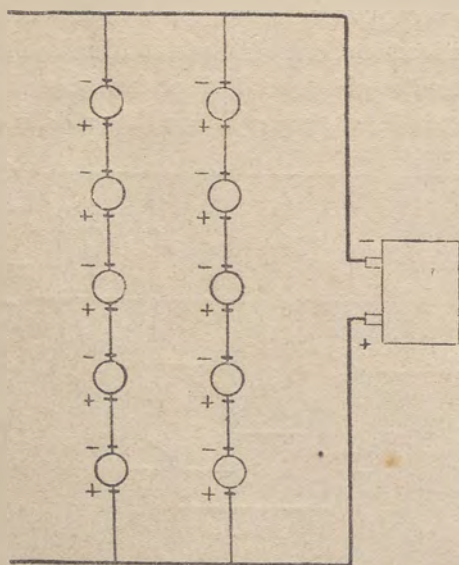


Fig. 1317.

alla somma di quelle assorbite da ciascun gruppo di lampade e una tensione eguale a quella richiesta

da uno qualunque dei gruppi. E gruppi in derivazione di lampade ad arco possono inserirsi in serie in un circuito, come indica la fig. 1318; in questo caso in ogni gruppo ciascuna lampada dovrà avere la medesima tensione e tutti i gruppi devono richiedere la medesima intensità di corrente; ogni gruppo cioè dovrà diportarsi come una lampada nella distribuzione in serie.

Ne segue che quando alle lampade distribuite in

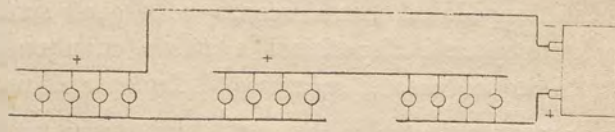


Fig. 1318.

serie in un circuito di una certa intensità di corrente, si vogliono sostituire lampade di una intensità

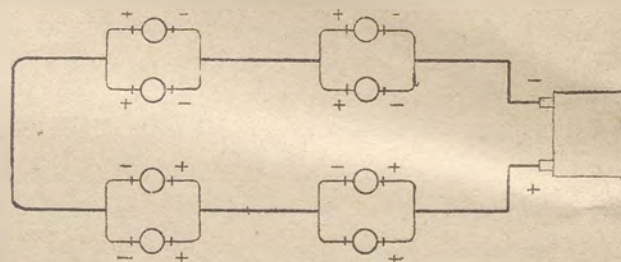


Fig. 1319.

eguale alla metà, si potranno disporre in loro sostituzione dei gruppi di 2 lampade piccole accoppiate in derivazione come indica lo schema della fig. 1319.

§ 6.

I CONDUTTORI.

I conduttori impiegati nell'illuminazione elettrica sono il mezzo con cui la corrente dalle dinamo o dagli accumulatori viene condotta e suddivisa alle lampade.

I metalli più adatti per la costruzione dei conduttori sono il ferro ed il rame. Il ferro però oppone una resistenza maggiore del rame al passaggio della corrente; per questa ragione, quando non si ha verun bisogno di introdurre delle resistenze nel circuito, abbenchè il ferro sia di costo meno elevato del rame, il rame purissimo è quasi sempre preferito, essendo questo metallo, dopo l'argento il corpo più conduttibile che si conosca.

Nei conduttori è condizione precipua che la resistenza sia minima, perchè l'energia elettrica che, per effetto di detta resistenza, si trasforma in calore nei conduttori, è una energia che va sciupata a scapito dell'energia totale da distribuire alle lampade.

Praticamente si ammette una perdita del 10 % dell'energia utilizzata dalle lampade, ossia si ammette che la resistenza dei conduttori sia eguale a un decimo della resistenza complessiva delle lampade.

I conduttori di rame si fanno ordinariamente di un filo solo, se la sezione non ha un diametro maggiore di 4 o 5 mm. Oltre questo limite conviene costruire i conduttori con più fili di piccola sezione, intrecciati fra di loro, come i fili nelle funi di canape. Con tale disposizione si ha il vantaggio di una maggiore flessibilità e di una maggiore resistenza alla tensione, per cui in caso di guasti difficilmente si spezzerebbe completamente, come farebbe un conduttore a filo unico.

Nella tabella qui di fronte che ricaviamo dal Piazzoli, sono date le dimensioni, il peso, le resistenze, ecc. dei fili di rame (della conducibilità di 97 % e di peso specifico 8000).

Le congiunzioni e le derivazioni si fanno praticando dei tagli nei fili di uno o dell'altro conduttore, congiungendo i fili a fascio con morsette e rinserrando il tutto dentro scatole di protezione.

Negli stabilimenti, negli opifici, ecc. i conduttori possono disporsi nudi, se però non sono a portata di mano e se non si abbia produzioni di gas, che possono attaccare chimicamente il metallo.

Nelle abitazioni i conduttori si mettono in opera sempre isolati. L'isolamento dei fili di distribuzione interna si pratica in maniera diversa secondo lo stato più o meno umido degli ambienti e delle pareti sulle quali si fissano.

L'isolamento più semplice consiste nell'avvolgere il filo di rame con uno strato di cotone attorcigliato a spirale sul medesimo, spalmato con vernice incombustibile, al quale si fa seguire un secondo strato di cotone disposto a treccia.

Un isolamento meglio rispondente dal punto di vista della conducibilità si ottiene se, al primo strato di cotone spalmato di vernice, si fa seguire uno strato di caucciù e quindi un secondo strato di cotone attorcigliato a spirale spalmato di cera ed in ultimo uno strato di cotone a trecciola. Questo isolamento resiste bene anche sui muri umidi.

Diametro in mm.	Sezione in mm. ²	Ohm per metro	Metri per ohm.	Grammi per metro	Metri per Kg.	Ampère	Volt per metro
0,10	0,008	2.160	0.463	0.070	14286	0,2	0.432
0,20	0,031	0.542	1.85	0.280	3571	0.4	0.217
0,30	0,071	0.241	4.16	0.630	1587	0.7	0.169
0,40	0,126	0.135	7.42	1.120	894.8	1.1	0.149
0,50	0,196	0.0865	11.58	1.741	572.4	1.6	0.139
0,60	0,283	0.0603	16.60	2.520	397.5	2.1	0.126
0,70	0,385	0.0442	22.65	3.430	292.0	2.6	0.115
0,80	0,503	0.0338	29.60	4.474	224.0	3.2	0.108
0,90	0,636	0.0268	37.40	5.662	177.0	3.9	0.104
1,00	0,786	0.0216	46.40	7.000	142.9	4.5	0.0971
1,05	0,866	0.0196	51.10	7.700	130.0	4.8	0.0940
1,10	0,950	0.0179	55.90	8.450	118.4	5.1	0.0912
1,15	1,039	0.0164	61.00	9.250	108.2	5.5	0.0902
1,20	1,131	0.0150	66.50	10.02	99.8	5.8	0.0870
1,25	1,229	0.0139	72.10	10.88	92.0	6.2	0.0862
1,30	1,327	0.0128	78.30	11.79	84.9	6.5	0.0832
1,35	1,431	0.0119	84.20	12.73	78.8	6.9	0.0822
1,40	1,539	0.0110	91.00	13.64	73.4	7.3	0.0804
1,45	1,651	0.0103	97.40	14.70	68.2	7.6	0.0783
1,50	1,767	0.00962	104.0	15.73	63.6	8.0	0.0770
1,55	1,887	0.00910	110.0	16.80	59.6	8.3	0.0755
1,60	2,011	0.00845	118.4	17.90	56.0	8.8	0.0744
1,65	2,138	0.00797	125.6	19.05	52.6	9.1	0.0725
1,70	2,270	0.00750	133.4	20.20	49.5	9.5	0.0712
1,75	2,405	0.00708	141.3	21.43	46.7	10.0	0.0708
1,80	2,545	0.00668	150.0	22.65	44.2	10.4	0.0695
1,85	2,688	0.00633	158.0	23.86	41.8	10.9	0.0690
1,90	2,835	0.00600	166.9	25.24	39.6	11.3	0.0678
1,95	2,987	0.00569	176.0	26.60	37.6	11.7	0.0665
2,00	3,142	0.00542	184.8	27.96	35.8	12.1	0.0655
2,10	3,464	0.00492	203.6	30.83	32.4	12.8	0.0630
2,20	3,801	0.00447	223.8	33.83	29.6	13.7	0.0611
2,30	4,155	0.00409	244.5	36.98	27.1	14.7	0.0600
2,40	4,524	0.00376	266.0	40.26	24.9	15.7	0.0590
2,50	4,909	0.00346	290.0	43.62	22.9	16.8	0.0580
2,60	5,309	0.00320	313.0	47.25	21.2	17.9	0.0573
2,70	5,726	0.00298	336.0	50.95	19.6	19.0	0.0566
2,80	6,158	0.00276	363.4	54.80	18.2	20.2	0.0557
2,90	6,605	0.00258	387.8	58.78	17.0	21.1	0.0545
3,00	7,069	0.00241	415.0	62.90	15.9	22.4	0.0540
3,10	7,548	0.00226	443.0	67.17	14.9	23.7	0.0535
3,20	8,043	0.00212	472.0	71.53	14.0	25.0	0.0530
3,30	8,553	0.00199	503.0	76.12	13.1	26.1	0.0520
3,40	9,079	0.00187	535.0	80.80	12.4	27.3	0.0510
3,50	9,621	0.00177	566.0	85.63	11.7	28.6	0.0506
3,60	10,18	0.00167	600.0	90.59	11.1	29.8	0.0498
3,70	10,75	0.00158	634.0	95.69	10.4	31.1	0.0492
3,80	11,34	0.00150	667.0	100.9	9.90	32.4	0.0486
3,90	11,95	0.00142	705.0	106.3	9.42	33.6	0.0474
4,00	12,57	0.00135	742.0	111.8	8.96	34.8	0.0470
4,20	13,85	0.00123	814.0	123.3	8.12	37.2	0.0458
4,40	15,21	0.00112	894.0	135.3	7.40	39.6	0.0443
4,60	16,62	0.00102	982.0	148.1	6.76	42.4	0.0432
4,80	18,10	0.00094	1064.0	161.1	6.21	45.2	0.0425
5,00	19,64	0.000865	1157.0	174.8	5.73	48.0	0.0415
5,50	23,76	0.000717	1394.0	211.4	4.74	56.0	0.0402
6,00	28,27	0.000603	1660.0	251.6	3.98	64.0	0.0385
6,50	33,18	0.000513	1950.0	295.3	3.39	73.0	0.0375
7,00	38,48	0.000442	2260.0	342.5	2.92	81.0	0.0358
8,00	50,27	0.000338	2960.0	447.4	2.24	98.0	0.0332
9,00	63,62	0.000268	3739.0	566.2	1.77	117.0	0.0303
10,00	78,54	0.000216	4635.0	699.0	1.43	139.0	0.0300

In un impianto molto delicato ed in ambienti molto umidi gli strati di caucciù possono essere due od anche tre separati o meno da uno strato di cotone

ed all'ultimo strato di cotone si può dare una mano di vernice nera lucida. Un isolamento siffatto resiste anche all'acqua.

I fili si fissano sui muri, disponendoli in senso verticale e in senso orizzontale, appaiati alla distanza costante di 24 a 30 mm. Il mezzo più pratico per fissarli è quello di legarli od avvolgerli per un giro sopra piccoli isolatori di porcellana; se si fa uso di isolatori doppi (fig. 1320) composti di due pezzi di legno o di porcellana; il pezzo inferiore viene tenuto al muro e l'altro si avvita sopra di questo con una vite che ingrana in un cuneo di legno preventivamente incastrato nel muro.

Quando si deve praticare una derivazione, si scopre il conduttore nel punto in cui deve effettuarsi

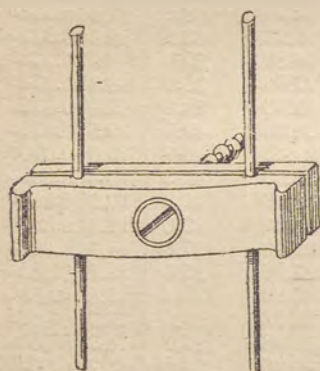


Fig. 1320.

l'attacco, vi si avvolgono con cura le estremità dei fili in derivazione e si avvolgono le congiunture con una fasciatura di nastro isolante che si ha cura di far bene aderire. È condizione precipua che i conduttori della corrente elettrica siano bene isolati¹, sia per impedire una dispersione di energia, sia per evitare, toccandoli con le mani, gli effetti disastrosi delle scariche per la vita delle persone. A tale scopo i fili dei conduttori si sogliono rivestire di sostanze isolanti come caucciù, paraffina, cotone, seta ed altri tessuti imbevuti di olio o di catrame. Fra gli isolanti il caucciù o gomma elastica è senza dubbio il più efficace per la elevata sua resistenza specifica e per la sua piccola capacità induttiva specifica; ha però il difetto di screpolarsi col freddo intenso e di rammollirsi col caldo. Si ripara in parte a questi inconvenienti proteggendolo con una copertura di stoffa oleata o catramata. Per il suo prezzo molto elevato però il caucciù non viene impiegato per l'isolamento e di grossi canapi, ma soltanto per le piccole condutture interne degli edifici.

I grossi conduttori si dispongono, a seconda dei casi, sotto terra, sott'acqua, in aria, sospesi ai pali come i fili telefonici e telegrafici, o contro i muri degli edifici nella stessa guisa dei condotti del gas illuminante. La posa in opera dei conduttori esige molta cura, oltre che per l'isolamento dei medesimi,

per la loro ubicazione, la quale deve riescire tale che si evitino le correnti di induzione. I conduttori i quali conducono correnti di direzione contraria, devono collocare a una conveniente distanza, perchè non possano influenzarsi reciprocamente.

Quando un grosso conduttore deve disporsi sott'acqua o sotto terra, per ridurre le spese di impianto si suole disporre il conduttore di andata concentrico nella fune col conduttore di ritorno.

La soluzione proposta da Siemens è quella riportata dalla fig. 1321, nella quale il conduttore di andata è il filo o fune centrale *a*. Questo nucleo centrale è separato con uno o più strati *bb* di materiali isolanti da un involucro di fili metallici ed avvolti esternamente ad elica, che costituiscono il conduttore di ritorno. Questo involucro, a sua volta, può essere rivestito da uno o da più strati di materie isolanti, rinforzati, ove sia richiesto, con nastri di acciaio e rivestiti da un involucro protettore di piombo.

Negli attacchi per derivazioni gli isolatori che fissano i fili si dispongono nella maniera indicata dalla

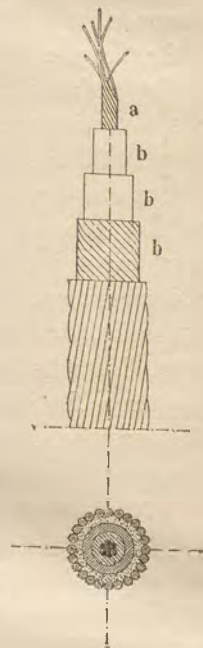


Fig. 1321.

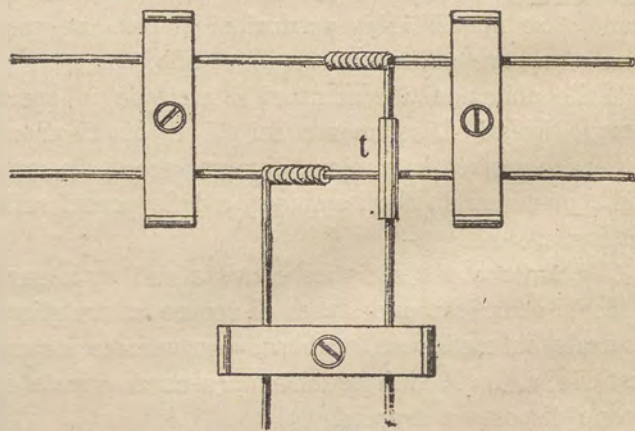


Fig. 1322.

fig. 1322, adoperando un tubetto di gomma o di vetro *t* per isolare quel filo che deve necessariamente sovrapporsi ad uno dei due conduttori principali.

Il passaggio dei fili da una camera all'altra si effettua praticando un foro attraverso il muro nel

quale si dispone un tubetto di porcellana, di vetro o di gomma od anche di legno paraffinato, se il muro è ben secco, che si fa attraversare dal filo.

Quando si è costretti a disporre dei fili a portata di mano, si collocano entro custodie di legno reso incombustibile con imbibizione di silicato di potassa.

La fig. 1323 fa vedere la vista e la sezione che si suol dare a queste righette di legno, nelle quali prende posto una coppia di conduttori; i coperchi sono asportabili per facilitare le riparazioni in caso di guasti nei fili e sono sagomati, come in *a* se le custodie si applicano in vista delle pareti, lisci, come in *b* se le righette si incassano nel muro a filo piano colle pareti, per essere dipinte od anche ricoperte di tappezzeria.

Molto efficace riesce l'isolamento mediante tubi di carta compressa, imbevuta di vernice isolante, immurati nelle pareti o disposti in vista, che si fabbri-

cano in lunghezza di 2 a 4 m. e si giuntano fra di loro dopo essere stati attraversati dal conduttore.

Da qualche tempo è invalsa anche la pratica di proteggere i conduttori già bene isolati, con un in-

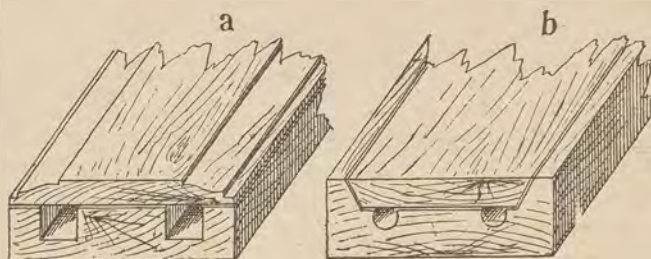


Fig. 1323.

volucro di rame, sostituendo ai tubi di carta quelli di rame laminato sottilmente; tale disposizione ha lo scopo di allontanare i pericoli di incendio talvolta lamentati per effetto di corti circuiti.

TAVOLA BIBLIOGRAFICA

La costruzione degli archi e delle volte.

- Adhémard I.* — Traité de la coupe des pierres, 1874.
Baio A. — Spinte orizzontali, equilibrio e calcolo delle volte. Napoli, 1885.
Idem. — I punti di rottura degli archi gravati di pesi continui o discontinui. Napoli, 1887.
Idem. — Teorema generale sulle spinte degli archi a cuspide. Napoli, 1889.
Barberot E. — Traité des constructions civiles, 1895.
Bennati E. — Le costruzioni di ferro-cemento (sistema Monier), 1888.
Boitel C. — Les constructions en béton armé, 1899.
Borgnis I. A. — Traité élémentaire de construction appliquée à l'architecture civile. Bruxelles, 1840.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Canina. — Roma antica.
Idem. — Tempi cristiani.
Cantalupi A. — Istituzioni pratiche sull'arte di costruire le fabbriche civili. Milano.
Castigliano A. — Stabilità delle costruzioni in muratura. Torino.
Cattaneo L. — L'arte muratoria, 1889.
Cavalieri. — Istituzioni di architettura pratica.
Cavalli G. — Delineamento equilibrato degli archi in muratura (armatura). Torino, 1859.
Cerriana. — Archi e Völte. Encicl. A e I. Torino.
Chais I. — Traité de la coupe des pierres.
Choisy A. — L'art de bâtir chez les Romains. Paris, 1873.
Claudet e Laroque. — Pratique de l'art de construire, 1899.
Codazza G. — Sull'equilibrio delle volte. Pavia, 1847.
Cosyn L. — Étude théorique sur la résistance des voûtes.
Curioni G. — Resistenza dei materiali e stabilità delle costruzioni. Torino.
Idem. — L'Utilità nella teoria dell'equilibrio e della stabilità della volta. Torino.
Idem. — Geometria pratica applicata all'arte del costruttore. Torino.
D'Agincourt. — Storia dell'arte.
Debo L. — Beitrag zu den Gewölbekonstruktionen, 1889.
Dejardin. — Routine de l'établissement des voûtes. Paris, 1860.
De La Gournerie I. — Théorie et construction de l'appareil hélicoïdal des arches biaises, 1887.
De La Rue I. B. — Traité de la coupe des pierres. Paris.
Demanez A. — Cours de construction. Paris, 1861.
De Vos N. — Cours de construction. Paris.
Douliot I. — Traité special de coupe des pierres, 1869.
Dumas. — Table du développement des arcs elliptiques.
Durand. — Histoire générale de l'architecture.
Dupuit I. — Traité de l'équilibre des voûtes, ecc., 1872.
Fabian. — Ueber Gewöltheoberien. Leipzig.
Fabre V. — Etudes sur la théorie des voûtes, 1845.
Flamant A. — Stabilité des constructions, 1886.
Foppiani. — Voltimetria elementare, ecc., 1890.
Formenti C. — La pratica del fabbricare. Milano.
Gabbia e Cuveglia. — Corsodi costruzioni civili e militari. Torino, 1879.
Gabussi A. — L'arte del costruttore. Milano, 1869.
Ghiotti E. — Osservazioni di massima sui mezzi pratici e teorici per il calcolo degli archi in muratura. Torino, 1892.
Gosset. — Les coupes d'Orient et d'Occident, 1890.
Guasti C. — La cupola di S. Maria del Fiore a Firenze. Firenze, 1857.
Il Costruttore. — Trattato pratico delle costruzioni civili, industriali, ecc. Milano.
Iepel. — Die Bogenkonstruktionen. Leipzig.
Lamoy I. — Cours pratique de coupe des pierres, 1899.
Lavit. — Traité de la coupe des pierres, 1866.
Lenti A. — Corso pratico di costruzioni, 1891.
Leroy. — Traité de stereotomie, 1901.
Levi C. — Fabbricati civili di abitazione. Milano.
Mery E. — Mémoire sur l'équilibre des voûtes en berceau. Paris, 1840.
Monduit L. — Traité théorique et prat. de la stéréotomie, 1889.
Musso e Copperi. — Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati, 1884.
Nelli G. B. — Sulla maniera di voltare le cupole, 1753.
Nonnis-Marzano F. — Trattato di costruzioni civili, ecc., 1883.
Planat P. — Recherches sur la théorie des ciments armés.
Idem. — Pratique de la mécanique appliquée à la résistance des matériaux.
Ponza di S. Martino L. — Istituzioni di architettura civile. Torino, 1886.
Praly P. — Études sur la construction des voûtes biaises. Paris, 1868.
Quatremere de Quincy e Viollet-Le-Duc. — Articoli Architettura, Arco, Volta, Cupola. Enciclopedia Italiana. Torino.
Ramée D. — L'architecture et la construction pratique. Paris, 1881.
Idem. — Histoire générale de l'architecture.
Rauchet et Brisse. — Coupe des pierres, 1893.
Rehbein I. — Ausgewählte Monier-und Beton-Bauwerke, 1894.
Reynaud. — Trattato di architettura. Venezia, 1857.
Ricci. — Storia dell'architettura in Italia.
Ringleb A. — Lehrbuch des Steinschnittes der Mauern, Bogen, Gewölbe und Treppen, 1883.
Ritter G. — La statica delle volte nelle gallerie. Milano, 1879.
Rondelet. — Trattato teorico-pratico dell'arte di edificare, 1835.
Sacchi A. — L'economia del fabbricare. Milano, 1879.
Sacken-Brayda. — Stili d'architettura.
Salemi-Pace G. — Teoremi sull'equilibrio delle volte simmetriche e simmetricamente sopracaricate. Palermo, 1879.

- Scheffer.* — Traité de la stabilité des constructions.
Selvatico. — Le arti del disegno in Italia.
Simonin. — Traité élémentaire de la coupe des pierres ou art du trait. Paris, 1792.
Tacconi F. — Storia dell'architettura in Europa.
Talotti G. — Manuale pratico di voltimetria, 1883.
Testi L. — L'arte del fabbricare, 1891.
Touissant de Sens. — Manuel de la coupe des pierres. Paris, 1844.
Tucci F. P. — La misura delle volte rette ed oblique.
Vacchelli G. — Costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato. Milano, 1900.
Vanderley G. Traité pratique de constructions civiles, 1885.
Vittone B. — Istituzioni diverse dell'architetto civile, 1766.

La costruzione dei solai.

- Barberot.* — Traité de constructions civiles. Paris, 1895.
Boubée P. — Le costruzioni in legno. Napoli, 1892.
Baumeister. — Holzkonstruktionen. Berlin, 1875.
Bethke H. — Holzbauten. Stuttgart.
Brandt E. — Lehrbuch der eisen constructionen (pag. 316-408). Berlin, 1876.
Breymann G. A. — Trattato di costruzioni civili. Milano.
Ruti R. — Solai con travi in ferro.
Cerriana S. — Solai, soffitti e pavimenti. Encicl. A e I. Torino.
Chéry I. — Constructions en bois et en fer. Paris, 1878.
Curioni. — Trattato di costruzioni civili. Torino.
Des Biars C. — De l'emploi du fer dans les constructions: planchers, poitrails et linteaux en fer lamé, supports et piliers en fonte ou en fer forgé. Paris, 1874.
Emy. — Traité de l'art de charpenterie.
Idem. — Éléments de charpenterie métallique.
Formenti C. — La pratica del fabbricare. Milano.
Frauenholz W. — Baukonstruktionslehre für Ingenieure (Holzkonstruktionen). München, 1876.
Fubini L. — Principali sistemi di solai in ferro. Venezia, 1875.
Gonin E. — Manuel pratique de construction. Paris, 1877.
Gorrieri D. — Raccolta di progetti di costruzioni in legno e in metallo. Solai in ferro.
Guidi C. — Solai in ferro (autolitografie).
Haemle A. — Album von Holzarchitektur. Karlsruhe.
Hittenkofer. — Praktische Holzarchitektur. Leipzig.
Holz I. W. — Holz-Architektur. Leipzig, 1878.
Huber. — Construction en bois. Paris.
Issel H. — Wandtafelungen und Holzdecken. Leipzig.
Klasen L. — Handbuch der Hochbau-constructionen in eisen. Leipzig, 1876.
Lehfeldt P. — Die Holzbaukunst. Berlin, 1880.
Loyau. — Album charpenterie.
Mazzocchi. — Trattato sulle costruzioni in legno.
Musso e Copperi. — Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati. Torino, 1885.
Oppermann C. A. — Nouvelles annales de la construction.
Ovazza. — Cinque esempi di solai in ferro.
Promnitz I. — Der Holzbau. Leipzig, 1881.
Bondelet. — Trattato dell'arte di fabbricare. Mantova, 1833.
Sacheri C. — L'ingegneria civile e le arti industriali (vol. V e VI).
Soldini. — Architettura del legno. Milano.

La costruzione dei pavimenti e dei soffitti.

I pavimenti.

- Barberot E.* — Traité de constructions civiles, 1895.
Burry. — Traité des industries céramiques. Parigi.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Cerriana. — Solai e soffitti (Pavimenti). Encicl. A e I. Torino.
Dietrich E. — Die Asphalt-Strassen, 1882.
Donghi D. — Manuale dell'architetto. Torino.
Formenti C. — La pratica del fabbricare. Milano.
Gerspach. — La mosaïque. Paris.
Giacoma I. — Notizie storiche, geologiche e pratiche sull'applicazione dell'asfalto.

- Lefèvre.* — La céramique du bâtiment, briques, tuiles, tuyaux, terres cuites, etc. Paris.
Levi. — Fabbricati civili di abitazione. Milano.
Léon Mali. — Guide pratique pour la fabrication et l'application de l'asphalte et des bitumes. Paris.
Letouze e Loyeau. — Traité pratique des travaux en asphalte.
Morbelli. — Bitume, asfalto, catrame. Encicl. A e I. Torino.
Mollet. — La mosaiculture.
Righetti. — L'asfalto, fabbricazione, applicazione, 1893.

I soffitti.

- Barberot E.* — Traité de constructions civiles, 1895.
Brayda R. — Stucchi ed affreschi nel reale castello del Valentino. Torino.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Canina. — Ricerca sull'architettura più propria dei tempi cristiani.
Copperi e Musso. — Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati, 1884.
Curioni. — Lavori generali di architettura. Torino.
Idem. — Costruzioni civili, ecc. Torino.
Donghi D. — Manuale dell'architetto. Torino.
Formenti C. — La pratica del fabbricare. Milano.
Gailhabaud. — Monuments anciens et modernes (Vol. 3.° Plafonds). Paris.
Letarouilly. — Edifices de Rome.
Levi C. — Fabbricati civili di abitazione. Milano.
Normando L. — Paris modern: choix de décorations intérieurs et extérieurs.
Quatremère de Quincy, Violet Le Duc. — Architettura, arco, volta, cupola. Enciclop. italiana. Torino.
Reinaud L. — Traité d'architecture. Paris.
Sacchi A. — L'economia del fabbricare. Le abitazioni.
Selvatico. — Le arti del disegno in Italia.
Testi L. — L'arte del fabbricare, 1891.

La costruzione delle scale.

- Allgemeine Bauzeitung Verlag von Waldheim (an. 1891 e tav. 31-36).
Armengaud. — Publication industrielle des machines, outils et appareils les plus perfectionnés. Paris.
Idem. — Appareils de levage, grues fixes et mobiles, pont roulants, monte-charges, treuils. Paris.
Aubineau. — Traité de la construction des escaliers en charpente et en pierre. Paris.
Bacharach. — Der Treppenbau. Wiesbaden, 1855.
Barberot. — Traité de construction civiles, 1895.
Behse W. H. — Der Bau Hölzerner Treppen. Weimar, 1868.
Blanc P. — Nouveau traité élémentaire et pratique d'escaliers. Paris.
Brandt E. — Lehrbuch der eisen-constructionen. Berlin, 1876.
Boutureau C. — Nouveau manuel complet de la construction des escaliers en bois. Paris, 1870.
Bouteron. — Scale in legno.
Breymann C. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Burkhardt. — Geschichte der Renaissance in Italie.
Castor. — Recueil de machines à draguer et appareils élévatoires.
Cerriana S. — Scale. Encicl. A e I. Torino.
Chéry I. — Construction en bois et en fer. Paris, 1878.
Choisy A. — L'art de bâtir chez les Romains. Paris, 1873.
Chrétien. — Grues, monte-charges, etc. Paris.
Courrier scientifique du journal (Le Petit Nîçois) 1891 (art. Les ascenseurs).
Curioni. — Trattato di costruzioni civili. Torino.
Daly C. — Revue générale de l'architecture. Paris.
Delbrel E. — Trappenbau in Holz. Berlin.
Donghi D. — Manuale dell'architetto. Torino.
Ellena G. — Corso di materiale di artiglieria. Torino, 1884.
Formenti C. — La pratica del fabbricare. Milano.
Iosse M. H. — Revue industrielle. Paris.
L'architettura del ferro. Edit. Saldini. Milano.
Le Génie civil.
Leroy C. F. A. — Traité de stéréotomie. Paris, 1883.
Letarouilly. — Edifices de Rome.

- Mazzola F.* — Macchine da sollevare e trasportare pesi. Encicl. A. e I. Torino.
- Mégy et Igey.* — Appareil de levage, Appareils employés dans les travaux publics, Pont roulants, Ascenseurs. Paris.
- Musso e Copperi.* — Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati. Torino, 1885.
- Opperman.* — Nouvelles annales de la construction.
- Pillet I.* — Traité de stéréotomie, charpente et coupe des pierres. Paris.
- Planat P.* — Encyclopédie de l'architecture. Paris (vol. IV).
- Propagateur de travaux en fer.
- Quatremère de Luincy.* — Dizionario storico di architettura.
- Revue technique de l'Exposition universelle de 1889.
- Rondelet.* — Trattato teorico e pratico dell'arte del fabbricare. Mantova, 1833.
- Roubo, Delbrel, Lemaire e Godard.* — Traité et modèles d'escaliers d'art. Paris.
- Sacchi.* Le abitazioni. Milano, 1878.
- Sanguinetti A.* — Album d'escaliers. Paris.
- Spon's.* — Dictionary of Engineering.
- Stövesandt C. H.* — Prakt. und theor. Handbuch der Treppenbaukunst. Berlin.
- Thierry.* — Traité d'escaliers en pierres, en charpente, en fonte. Paris, 1840.
- Vandou.* — Le menuisier en escaliers. Traité pratique de la construction des escaliers. Paris, 1882.
- Vanvitelli L.* — Il palazzo reale di Caserta. Napoli, 1756.
- Viollet Le Duc E.* — Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle. Paris, 1877 (art. *Escalier*).
- Vittone B. A.* — Istruzioni diverse dell'architetto civile. Lugano, 1766.
- Weisbach.* — Lehrbuch der Ingenieur und Maschinen, Mechanik Dritter Theil. Braunschweig, 1880.
- La costruzione dei tetti.**
- Adhémar A. I.* — Traité de charpente. Paris, 1872.
- Idem.* — Applications de géométrie descriptive à la charpente. Paris, 1861.
- Aldebert T.* — Charpente et couverture, 1896.
- Aluisetti G. e Pizzagalli F.* — L'arte del carpentiere. Milano, 1827.
- Architettura del ferro. — Saldini, Milano.
- Baggi V.* — Tetti e tettoie, Enciclopedia A. e I. Torino.
- Barba.* — Étude sur l'emploi de l'acier dans les constructions.
- Barberot E.* — Traité de constructions civiles. Paris, 1895.
- Barré L.* — Éléments de charpenterie métallique. Paris, 1872.
- Idem.* — Couverture, plomberie, zingage, etc.
- Basile G. B. I.* — La cupola in ferro del teatro massimo di Palermo, 1876.
- Benoit F.* — Études sur les ardoisières de l'Anjou, 1899.
- Barthausen, Heinzerling u. Marx.* — Constructions-Elemente in Stein, Holz und Eisen (Handbuch der Architekten).
- Baumeister R.* — Holzkonstruktionen. Berlin, 1875.
- Bellusmini G.* — Cubatura legnami (Manuale Hoepli). Milano, 1891.
- Idem.* — Manuale pratico del fabbro ferraio (Manuale Hoepli). Milano, 1902.
- Benzoni V.* — Legname. Enciclopedia A. e I. Torino.
- Bethke H.* — Holzbauten. Stuttgart.
- Bock M.* — Eiserne Dach Constructionen. Wien, 1889.
- Boileau L. A.* — Le fer principal élément constructif de la nouvelle architecture. Paris, 1871.
- Idem.* — Principes et exemples d'architectures ferromières: les grandes constructions en fer; marchés, hangars, constructions légères et économiques. Paris, 1880.
- Boubée P.* — Le costruzioni in legno. Napoli, 1892.
- Idem.* — Trattato teorico-pratico di costruzioni metalliche. Napoli, 1880.
- Breymann G. A.* — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
- Brunelli P. H.* — Calcolo e costruzione delle cupole metalliche reticolari, 1901.
- Brousse P.* — Enseignement sur l'art de la charpenterie. Bordeaux, 1873.
- Buchetti I.* — Manuel des constructions métalliques. Paris, 1902.
- Buchholz P.* — Die Fabrikation der Dachfalzziegel, 1899.
- Cabanis B.* — Charpente générale théorique et pratique. Paris, 1864.
- Chery I.* — Construction en bois et en fer. Paris, 1878.
- Contamin, Barre e Labro.* — L'architecture et les constructions métalliques. Paris, 1889.
- Cordier E.* — Équilibre stable des charpentes en fer, bois et fonte. Paris, 1872.
- Costruttore.* — Trattato di costruzioni civili. Vallardi, Milano.
- Cosyn R.* — Traité pratique des constructions métalliques.
- Crugnola G.* — Dei tetti metallici. Torino, 1877.
- Daly.* — Revue générale de l'architecture et des travaux publics (*Ardoises*).
- Delaloe.* — Manuel pratique du charpentier en fer. Paris.
- Daviet.* — Charpente en bois. Paris.
- Delataille E.* — Art du trait pratique de charpente, 1888.
- Leußer I.* — Couverture des édifices, 1893.
- Denfer I.* — Architecture et construction civiles. Couverture des édifices. Ardeises, tuiles, etc. Paris, 1893.
- Donghi D.* — Manuale dell'architetto. Torino.
- Eck C.* — Charpenterie en fer. Paris.
- Emy A. R.* — Trattato dell'arte del carpentiere. Venezia, 1856.
- Eyerve.* — L'appareil et la pratique Charpenterie ou charpente civile en bois. Paris.
- Farpen.* — Manuale per la cubatura dei legnami. Genova.
- Fassò G. B.* — Tettoia per palazzo di Esposizione con centine metalliche a falce. Torino, 1875.
- Fernoux H.* — Petit manuel pratique de construction: charpentes en bois et fer: couverture, 1903.
- Ferrand I.* — Construction en fer et en bois, etc. 1881.
- Frochots A.* — Guide de cubage et d'estimation de bois. Paris, 1866.
- Gallizzia.* — Resistenza dei materiali e stabilità delle costruzioni (Manuale Hoepli). Milano.
- Gaudard I.* — Théorie et détails de construction des arches en métal et en bois, 1872.
- Giulio C. S.* — Expériences sur la résistance à la flexion et sur la résistance à la rupture du fers forgés. Turin, 1840.
- Guernieri.* — Manuale per il commerciante dei legnami. Trieste, 1862.
- Gontin E.* — Manuel pratique de construction. Paris, 1877.
- Goursaud A.* — Manuel de cubage et d'estimation des bois. Paris, 1886.
- Gui G. A.* — Carpenteria e misura dei legnami. Roma, 1874.
- Guidi G.* — Dell'azione del vento contro gli archi delle tettoie. Torino, 1884.
- Guillaume.* — Tableau de la résistance des fers à double T, etc. Paris, 1858.
- Guide Bris.* — Le constructions métalliques.
- Greve H. u. G. Schnabel.* — Schmiedern eiserne Dachkonstruktionen, etc. Dresden, 1895.
- Feller S.* — Die Schmiedekunst. Düsseldorf.
- Formenti C.* — La pratica del fabbricare. Milano.
- Franke G.* — Der praktische Bautischler. Halle, 1870.
- Frauenholz W.* — Baukonstruktionslehre für Ingenieure (Holzkonstruktionen) 1876.
- Haemle A.* — Album von Holzarchitektn, Karlsruhe.
- Hassenfratz I. H.* — Traité de l'art du charpentier. Paris, 1804.
- Hederich H.* — Elemente der Dachformen, oder Ausmittlung der verschiedensten Arten von Dachkörpern, etc., Weimar, 1858.
- Helson Cyriaque.* — Fers et aciers ouvrés. Paris.
- Holzgen.* — Die Herstellung holländische Dachziegel, 1895.
- Hittenkofer.* — Dach-Ausmittlungen. Leipzig.
- Huber.* — Construction en bois. Paris.
- Kraft I. C.* — Traité sur l'art de la charpente. Paris, 1840.
- Langlois L.* — Calcul des constructions métalliques. Paris, 1899.
- Le Bris G.* — Les constructions métalliques, 1896.
- Linglin E.* — Fers à charpente. Paris.
- Loyau.* — Charpentes en bois. Paris.
- Love G. H.* — Des diverses résistances et autres propriétés de la fonte, du fer et de l'acier et de l'emploi de ces métaux dans les constructions. Paris, 1859.
- Luhmann E.* — Die Fabrikation der Dachpappe, 1883.
- Marchesi C.* — Equilibrio e stabilità delle centine poligonali della stazione di Arezzo. Firenze, 1872.

- Mazzocchi L.* — Costruzioni in legno. Milano.
- Mazzerolle L.* — Traité theorique et pratique de Charpente en bois. Paris.
- Melbeck W.* — Table pour l'emploi rationnel des poutrelles de fer en I et d'autres profils de fer, etc. Frankfurt, 1884.
- Menzel C. A.* — Das Dach nach seiner Bedeutung und Ausführung sowie nach seinem Material und seiner Konstruktion. Halle, 1884.
- Michel e Bouterau.* — Vignole du charpentier.
- Mongé L. A.* — Nouveau cours pratique et économique sous les constructions en fer. Paris, 1861.
- Moreno.* — Tettoia in ferro della nuova stazione di Ancona. Torino.
- Morin A.* — Resistenza dei materiali impiegati nelle costruzioni (traduz. di A. Cantalupi).
- Musso e Copperi.* — Particolari di costruzioni murali. Torino, 1885.
- Nowak E.* — Der Metallbau. Leipzig, 1882.
- Oppermann C. A.* — Le propagateur des travaux en fer. Paris.
- Opderbecke A.* — Der Dachdecker u. Banklempner, 1901.
- Oslet G.* — Traité de charpente en bois. Paris.
- Idem.* — Traité de charpente en fer. Paris.
- Perdomi A.* — Sulla tettoia della stazione di Novara. Torino, 1871.
- Planat P.* — Pratique de la mécanique appliquée à la resistance des matériaux. Paris.
- Promitz I.* — Der Holzbau. Leipzig, 1881.
- Rebhann G.* — Theorie der Holz und Eisenkonstruktionen. Wien, 1856.
- Résal I.* — Constructions métalliques: élasticité et resistance des matériaux. Paris, 1892.
- Riccio C.* — Le costruzioni dell'Esposizione italiana di Torino nel 1884. Torino.
- Ritter A.* — Elementare Theorie u. Berechnung eisener Dach u. Brücken-Konstruktionen, 1904.
- Romain A.* — Manuel complet du plombier, zingueur, couvreur et de l'appareilleur à gaz. Paris, 1883.
- Sacheri.* — Le costruzioni dell'Esposizione universale di Parigi nel 1878. Torino.
- Savi.* — Sul legname di abete.
- Saviotti C.* — Le travature reticolari a membri caricati, 1878.
- Susani.* — Iniezione dei legnami. Torino.
- Trélat E.* — La rigidité dans les combles. Paris, 1878.
- Uhland W. H.* — Dachkonstruktionen in Holz u. Eisen und Eisenkonstruktionen (Skizzenbuchs f. d. praktischen Maschinen-Constructeur).
- Volland G.* — Die Dachkonstruktionen, 1897.
- Wanderley G.* — Die Konstruktionen in Holz. Halle, 1877.
- Watrin N.* — Les ardoisières des Ardennes, 1897.
- Winter M.* — Die Dachkonstruktionen nach den Verschiedenen Formen und Bedigungen. Leipzig.
- Zorès Ch. F.* — Recueil de fer spéciaux, des expériences faites sur leur resistance, etc. Paris, 1853.
- Gli intonachi e le tinteggiature.**
- Adozzi.* — Stucco artistico. Enc. Art. e Ind. Torino.
- Alman F.* — Catalogo di decorazione.
- Arte decorativa italiana.* Venezia.
- Audsley W. et C.* — La peinture murale decorative, dans le style du moyen âge.
- Bajot E.* — Style dans la maison française, ornementation et décoration du XV e XIX siècle.
- Barberot E.* — Traité de construction civiles, 1891.
- Bardi L.* — Galleria Pitti.
- Bellotti C.* — Luce e colori.
- Blanc C.* — Grammaire des arts décoratifs: décoration intérieure de la maison.
- Boetticher K.* — Ornament-Vorbilder. Berlin.
- Boito C.* — Ornamenti di tutti gli stili.
- Bourgoin I.* Theorie de l'ornement.
- Brayda.* — Castello del Valentino: stucchi ed affreschi. Torino.
- Carpey P.* — Tableaux decoratifs, plafonds, etc.
- Cennini C.* — Trattato di pittura.
- Charvet E.* — Opere diverse sull'insegnamento dell'arte decorativa. Berlino.
- Claessen C.* — Motifs de décoration extérieure et intérieure.
- Daly C.* — Decorations intérieures peintes.
- Idem.* — La semaine des constructeurs.
- Dayenty C.* — L'art ornemental.
- Decorationsmaler.* Stuttgart.
- Destailleur.* — Ornementation des appartements. Paris.
- Fink F.* — Der Tüncher, Stubenmaler, Stukkator und Gypser, Spancer, 1866.
- Fleury P.* — Portefeuille du Peintre en bâtiment. Paris.
- Formenti C.* — La pratica del fabbricare.
- Gentile F.* — Archeologia dell'arte.
- Idem.* — Ornamento policromo.
- Glaise.* — Albums du peintre en bâtiment. Paris.
- Gorini G.* — Colori e vernici.
- Gruz H.* — Motifs de peinture decorative pour appartements modernes: motifs de peinture decorative, cartons, etc. Paris.
- Guichard (Editore).* — Grammaire de la couleur. Paris.
- Hymaps H.* — Raccolta di composizioni decorative dei grandi maestri, ecc.
- Hittorft I.* — Architecture polychrome chez les grecs.
- Hoffmann F.* — Dekorative Vorbilder. Stuttgart.
- Isella P.* — Decorative Malerei, Sgraffitos und Intarsien.
- L'Artista moderno,* periodico. Torino.
- Lacroix P.* — Grammaire de l'ornement: Ouvrages diverses. Paris.
- L'art et l'industrie,* periodico. Milano.
- Lebrun, Magnier, Robert e De Valicourt.* — Moueur ou art de mouler en Plâtre, ardeiment, à l'argille, à la cire, à la gelatine, traitant du moulage du carton, du carton pierre, etc. Paris.
- Lutzow C.* — Tesori dell'Arte dell'Italia. Milano.
- L. Da Vinci.* — Trattato di pittura.
- Lübke W.* — Geschichte der italienischen Malerei.
- Magnier D. Romain A.* — Chauffournier, Plâtrier, Carrier et Bitumier. Paris.
- Maccari E.* — Secolo XV e XVI: Saggi d'architettura e decorazione, graffiti e chiaroscuri.
- Malveszi.* — Le glorie dell'arte lombarda. Milano.
- Mayeux.* — La composition decorative. Paris.
- Malepeau C.* — Enciclopedia dell'arte ornamentale, Venezia.
- Melani A.* — Pittura italiana antica e moderna.
- Idem.* — Decorazioni e industrie artistiche.
- Idem.* — Arte italiana.
- Meyer E.* — Amori e figure decorative applicate alle arti industriali.
- Metzacher A.* — Portefeuille historique de l'ornement. Paris.
- Monselice.* — Intonaco idrofugo. Encicl. A. e I. Torino.
- Müntz E.* — Raphael, sa vie, son oeuvre et son temps.
- Neckelmann S.* — Ornamentale phantasien. Berlin.
- Philippe.* — De l'Humidité dans la construction et des moyens de s'en garantir. Paris.
- Planat P.* — Le style dans la peinture decorative.
- Pozzi.* — Dizionario di chimica e fisica.
- Presuhn E.* — Les décorations murales de Pompei. Torino.
- Racinet.* — L'ornement policrome. Paris.
- Reinzel F.* — Prakt. Vorschriften f. Maurer, Tüncher, Haus-u. Stubenmaler, Gips-u. Stuck-arbeiter, Zementierer, u. Tapezieren. Leipzig, 1898.
- Roux.* — Dictionnaire des arts décoratifs. Paris.
- Idem.* — Les styles. Paris.
- Schöy A.* — Architektur, Decoration und Kunstindustrie in Style Louis XVI. Berlin.
- Schurth E.* — Freie moderne. Decoration Malereien. Karlsruhe.
- Selmi F.* — Enciclopedia di chimica.
- Sobrero.* — Manuale di chimica applicata alle arti.
- Spurgazzi E.* — Sulla pittura murale. Torino.
- Toussaint, Magnier, Picat et Romain.* — Maçon, Stucateur, Carreleur et Pavéur. Paris.
- Uhlenhuth.* — Anleitung z. Formen u. Giessen. Wien, 1899.
- Umé G.* — L'art décoratif. Paris.
- Valentini A.* — I freschi delle Loggie vaticane.
- Wagner.* — Chimica industriale.
- Watteau A.* — Decorationen und Malereien. Berlin.
- Weber.* — Die Kunst d. Bildformers u. Gipsgiesser. Leipzig, 1898.
- Wenk C. (Editore).* — Guida per le arti e mestieri. Bologna.

Il riscaldamento e la ventilazione dei locali abitati.

- Barberot E.* — Traité de constructions civiles. Paris, 1895.
Berger I. — Moderne und antike Heizungs und Ventilationsmethoden. Berlino, 1870.
Bosc E. — Traité complet, théorique et pratique, du chauffage et de la ventilation des habitations, etc. Paris, 1875.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Castarède Labarthe. — Du chauffage et de la ventilation. Paris, 1869.
Coulrier D. — Ventilation économique et chauffage des casés, solles d'asile, etc. Lille, 1872.
Deny E. — Chauffage et ventilation rationnelle des écoles, habitations, etc. Paris, 1883.
Fabbri E. F. — Sulla ventilazione naturale utilizzata negli ospedali. 1870.
Ferrini. — Scaldamento e ventilazione degli ambienti abitati. Milano.
Fischer F. — Manuel pour l'essai des combustibles et le contrôle des appareils de chauffage. Paris, 1902.
Fischer H. — Heizung und Lüftung der Räume, 1881.
Formenti C. — La pratica del fabbricare. Milano.
Gallard T. — Applications hygiéniques des différents procédés de chauffage et de ventilation. Paris, 1869.
Grassi G. — Corso di Fisica Applicata. Napoli, 1890.
Idem. — Chauffage et ventilation des hôpitaux.
Yoïy Ch. — Traité pratique du chauffage, de la ventilation, etc. 1873.
Mancini E. — L'industria frigorifera in Italia. Roma, 1905.
Manzetti R. — Osservazioni sull'effetto utile delle macchine refrigeranti a compressione, 1902.
Idem. — Sulle macchine refrigeranti ad assorbimento, 1902.
Morin A. — Etudes sur la ventilation, chauffage et ventilation des hôpitaux, renouvellement de l'air dans les lieux habités. Paris, 1863.
Idem. — Salubrité des habitations, manuel pratique du chauffage et de la ventilation. Paris, 1874.
Morra P. P. — Riscaldamento dei locali di abitazione. Enc. A. e I. Torino.
Phillips H. I. — Les combustibles solides, liquides, gazeux. Analyse, détermination du pouvoir calorifique. Paris, 1902.
Pettenkofer M. — Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden. München, 1868.
Planat P. — Cours de construction civile (chauffage et ventilation des lieux habités). Paris, 1874.
Rietschel H. — Lüftung und Heizung von Schulen. Berlin, 1886.
Romani A. — Manuel complet du chauffage et de la ventilation. Paris, 1884.
Strohmayer L. — Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Wien, 1877.
Strott G. K. — Ventilation und Disinfection der Wohnungen. Berlin, 1880.
Teague W. I. — Ventilation, 1882.
Tronquoy C. — Un chapitre sur le chauffage et la ventilation. Paris.
Valerius H. — Les applications de la chaleur, avec une exposé des meilleurs systèmes de chauffage et de ventilation. Paris, 1879.
Wazon A. — Chauffage et ventilation des édifices publics et privés.
Wolpert. — Theorie und Praxis des Ventilation und Heizung. Braunschweig, 1880.

Le imposte delle porte e delle finestre.

- Barberot E.* — Traité de constructions civiles, 1895.
Barré L. A. — Menuiserie en bois. Petite encyclopédie du bâtiment.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Bury. — Modèles de menuiserie. Paris.
Chabat. — Journal de menuiserie. Paris.
Coulon. — Menuiserie descriptive, nouveau Vignole des menuisiers, etc. Paris.
Delbrel E. — Traité et modèles de menuiserie d'art et de trait. Paris.
Donghi. — Manuale dell'Architetto. Torino.
Dorschfeldt R. — Die Schreiner-Architektur, Konstr. Muster-Blätter, etc. Stuttgart.
Dufournet. — Kunst d. Schreinerei. Berlin, 1889.

- Feller Ios.* — Die Bantischlerei. Berlin.
Formenti. — La pratica del fabbricare. Milano.
Gateuil. — Recueil de menuiserie pratique. Paris.
Graef A. und M. — Die Moderne Bautischlerei für Tischler und Zimmerleute. Weimar, 1866.
Guettier A. — Le menuisier, modéleur, mécanicien, 1887.
Gui G. A. — Atlante di carpenteria. Roma.
Krauth und Meyer. — Schreinerbuch. Leipzig, 1898.
Levi. — Fabbricati civili di abitazione. Milano.
Lambert und Stahl. — Der praktische Bautischler, 1889.
Maincent. — La menuiserie parisienne. Paris.
Idem. — La menuiserie religieuse. Paris.
Musso e Copperi. — Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati, 1884.
Pries H. — Die einfachen Tischlerarbeiten. Kiel, 1889.
Quaglia Pier P. — Infissi da falegname. Napoli, 1893.
Reati A. — Album di disegni per ebanisti e falegnami. Milano.
Roubo. — L'art de la menuiserie. Paris.
Sacchi. — L'economia del fabbricare. Milano.
Salomoni. — Lavori in legno. Milano.
Sanguinetti A. — Album de la menuiserie moderne. Paris.
Schultze F. O. — Tischlerarbeiten. Leipzig.
Storck. — Menuiserie, Ebanisterie. Paris.
Tessier F. — L'ébanisterie pratique. Paris.
Tornaghi E. — Elementi di disegni per falegnami Milano.
Thiollet. — Recueil de menuiserie et de décorations intérieures et extérieures. Paris.

La distribuzione dell'acqua e della fognatura.

- Barberot E.* — Traité des constructions civiles. Paris.
Berti-Pichat. — Manuale del fognatore. Torino, 1856.
Bianchini R. — I più recenti tipi di contatori d'acqua. 1904.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Cerutti A. — Fognatura domestica. Milano.
Comune di Cremona. — Il problema dell'acqua potabile a Cremona, 1903.
Copperi Musso. — Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati, 1884.
Deahn A. — Hygienischer Führer durch Stuttgart. Stuttgart, 1895.
De Vincentiis G. — Alcune disposizioni economiche nelle condutture d'acqua, 1893.
Doulton. — Appareils sanitaires. Paris.
Formenti C. — La pratica del fabbricare. Milano.
Giambarda F. — Presa, condotta e distribuzione delle acque potabili in genere ed applicazione agli edifici militari. Firenze, 1905.
Il Costruttore. — Trattato di costruzioni civili ed industriali. Milano.
Ioly Ch. — Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières. Paris, 1873.
Kiel (Magistrat der Stadt). — Die städtischen Jos-Wasser und Elektrizitätswerke. Kiel, 1904.
L'Igiene moderna. — Periodico. Genova.
L'Ingegneria sanitaria. — Periodico. Torino.
Maniguet. — Construction des usines au point de vue de l'Hygiène. Paris. 1906.
Masoni U. — Sul contatore d'acqua (Tubo Venturi). Atti. Istituto Incoragg. Napoli, 1903.
Nouvelles annales de la construction (Nov. 1886, Paris).
Pagliani. — La fognatura cittadina. Encicl. A. e I. Torino.
Rivista d'Artiglieria e Genio. Dic. 1886 e Genn. 1887. Roma.
Spataro. — La fognatura domestica. Milano.
Idem. — Fognatura cittadina. Milano.
Strohmayer L. — Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Wien, 1877.
Vallin. — Traité des désinfectants et de la désinfection. Paris, 1882.
Verney L. — La scelta dell'acqua potabile. Roma, 1904.
Wason A. — Principes techniques d'assainissement des villes et des habitations.
Usielli G. — La scelta dell'acqua potabile. Dal Policlinico, 1904.

I Parafulmini.

- Andreossy, Allent A., Marescot.* — Istruzioni sui parafulmini per i polverifici, 1807.
Annales télégraphiques, 1865-82.
Barberot E. — Traité de constructions civiles, 1895.
Baratta M. — Parafulmini. Encl. Art. e I. Torino.
Becquerel, Babinet, Despretz, Cagnard De Latour, Pouillet. — Istruzioni sui parafulmini, 1854.
Besso. — Le grandi invenzioni e scoperte.
Buchner. — Konstruktion und Anlage der Blitzableiter. Weimar, 1876.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Callaud. — Traité des paratonnerres.
 Catalogo della Società Telefonica lombarda. Milano.
 Idem del Tecnomasio italiano. Milano.
 Idem della Società generale dei telefoni ad applicazioni elettriche. Napoli.
Cecchi. — La costruzione dei parafulmini.
Colacicchi. — L'origine, la costruzione e la manutenzione dei parafulmini.
Comptes-rendus du Congrès international des électriciens, 1881.
De Laplace, Coulomb, Le Roy. — Relazione sui parafulmini presentata all'Istituto di Francia, 1799.
Deleuil. — Relazione sulle punte dei parafulmini presentata all'Accademia di Scienze, 1855.
De Laplace, Rochon, Charles, Montgolfier, Gay-Lussac. — Relazione sui parafulmini presentata all'Istituto di Francia, 1807.
Figuier. — L'elettricità e le sue applicazioni, vol. 1.^o
Flammarion. — L'atmosfera, vol. V.
Franklin, Le Roy, Coulomb, De Laplace, Rochon. — Relazione dei parafulmini presentata all'Accademia delle Scienze, 1784.
 Giornale d'artiglieria e Genio, 1879.
Goldschmidt. — Deutsches Banhandbuch. Berlin, 1879.
Grenet. — Du danger des grandes tiges des paratonnerres. Greifswald, 1878.
Holz. — Theorie der Blitzableiter.
Kuhn. — Handbuch der angewandten Elektrizitätslehre. Leipzig, 1866.
 L'Elettricità.
Meardi. — I parafulmini (Manuale teorico-pratico per l'elettricista).
Melsen. — Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccords terrestres multiples.
Müller Dr. Joh. — Lehrbuch der kosmischen Physik, 1856-1868.
Palmieri. — L'elettricità atmosferica.
Poisson, Lefevre, Girard, Dunlong, Fresnel, Gay-Lussac. — Istruzioni sui parafulmini, 1823.
Reuleaux. — Le grandi scoperte e le loro applicazioni.
Regnault, Fizeau, Duhamel, Voilant. — Istruzione sui parafulmini pei depositi di polvere (Accademia di Scienze, 1867).
Riffault. — L'électricité atmosphérique ou instructions pour établir les paratonnerres.
Urbanitzky. — Fulmini e parafulmini.

Gli apparecchi portavoce e gli apparecchi avvisativi.

- Barberot E.* — Traité de constructions civiles. Paris, 1895.
Braudt I. — Histoire de la Téléphonie et exploitation des Téléphones en France et à l'étranger.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Civita D. — Telefono. Encicl. A. ed I. Torino.
Du Moncel. — Applications de l'électricité.
Figuier. — L'elettricità e le sue applicazioni.
Goldschmidt. — Dr. Haustelegraphen (fascicolo separato del Deutsches Banhandbuch. V. II). Berlino, 1880.
Idem. — Deutsches Banhandbuch. Berlino, 1859.
Guillemin. — Le Monde physique.
Idem. — Le télégraphe et le téléphone.
Houston. — The Electrical Transmission of intelligence and other advanced primers of Electricity.
Merling A. — Die Telegraphen-Technik der Praxis. Hannover, 1879.
Mourlon. — Les téléphones; la téléphonie à grande distance.

- Müller Dr. Joh.* — Lehrbuch der Kosmischen Physik, 1856-1868.
Piccoli. — Il telefono.
Poole M. — The practical telephone Handbook.
Preece and Maier. — The telephone.
Preece and Stroh. — Studies in Acoustics (Journal of the Society of Telegraphic Engineers).
Reuleaux. — Le grandi scoperte e le loro applicazioni.
Rothén. — Studio sulla telefonia.
Scharnweber L. — Die elektrische Haustelegraphie. Berlino, 1880.
Schellen. — Die elektromagnetische Telegraph. Braunschweig. 1870.
Teh du Moncel. — Le Téléphone, le Microphone et le Phonographe.
Zetsche. — Handbuch der elektrischen Telegraphie. V. IV. Berlino, 1878.

L'illuminazione a gas.

- Arago F.* — Oeuvres complètes.
Armengaud. — Publication industrielle, 1859-83.
Audouin P. e Berard P. — Études sur les divers becs et les meilleures conditions de combustion (Annales de Chimie et de Physique).
Annales industrielles, 1881-83.
Becquerel A. C. — La lumière, 1868.
Berthelot M. — Annales de Chimie et de Physique.
Bolley P. A. — Handbuch d. techn.-chem. Untersuchungen, 1879.
Idem. — Die Gasbeleuchtung aus verschiedenen Materialien (Bolley's Technol. Braunschweig, 1862).
Idem. — Handbuch d. chem. Technologie, 1884.
Breymann G. A. — Trattato generale di costruzioni civili. Milano.
Bulletin de la Société des ingénieurs civils. Paris, 1880-83.
Christison R. e Turner E. — Expériences sur la combustion et le pouvoir éclairant (Ann. de Chimie et de Physique).
Clegg Samuel. — Traité pratique de la fabrication du gaz, etc. (traduction Servier). Paris, 1869.
Commines de Marsilly. — Gaz produits par les diverses qualités de houille.
D'Acourt. — De l'éclairage au gaz. Paris, 1845.
Dauré. — Eclairage au gaz de résine (Bull. Société d'encouragement).
Dumas. — Traité de Chimie appliquée aux arts.
Enciclopedia popolare italiana (Gas illuminante). Torino, 1859.
Encyclopédie Roret. — Eclairage et chauffage au gaz. Paris, 1866.
Erdmann O. L. — Gas-prüfer Journ. f. Gasbeleuchtung, München, 1860.
Figuier L. — Les merveilles de la Science, 1870.
Guillernin A. — La lumière.
Hartmann. — Fortschritte der Gasbeleuchtung. Weimar, 1864.
Jahn D. F. — Gasbeleuchtung. Prag.
Iamin e Bouty. — Cours de Physique, 1883.
Ilgen I. H. W. — Die Gasindustrie der Gegenwart, 1874.
Jeannency. — Expériences sur la combustion du gaz de l'éclairage (Journal de l'éclairage au gaz, 1856).
Journal de l'éclairage au gaz.
Giornale « Le Gaz ».
Journal of the gas-lighting. London.
Knapp. — Traité de Chimie technologique et industrielle, 1872.
Köhler. — Der Gasmeister für jedermann. Leipzig, 1865.
Laboulaye. — Dictionnaire des Arts et Manufactures. Paris, 1874.
Lacroix. — L'Exposition universelle de 1878.
Laming. — Sulla purificazione del gas di litantrace (Journal of the gas-lighting).
Mallet. — Epuration du gaz (Bull. de la Société d'encouragement).
Payen A. — Traité de Chimie technologique et industrielle. Paris, 1872.
Idem. — Précis de Chimie industrielle. Paris, 1877.
Peclet. — Traité de l'éclairage.
Powells e Dubochet. — Appareils pour la fabrication du gaz (Bulletin de la Société d'encouragement).
Revue industrielle. Paris, 1880-83.
Romain A. — Manuel complet du plombier, zingueur, couvreur et de l'appareilleur à gaz. Paris, 1883.
Schädler C. — Technologie d. Fette u. Ocle, 1883.
Schilling N. H. — Handbuch d. Steinkohlen-gas-beleuchtung. München, 1879.

Idem H. e Bunte D. H. — Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung.
Schreiber E. — Das Kochen und Heizen mit Gas. Weimar, 1861.
Selmi F. — Enciclopedia di Chimica. Torino, 1873.
Sobrero A. — Manuale di chimica applicata alle arti.
Idem. — Lezioni di chimica docimastica.
Tabor. — Vollständiges Handbuch für Gasbeleuchtung.
Trebouchet. — Recherches sur l'éclairage de Paris.
Verole. — Illuminazione (Encicl. arti e industrie). Torino.
Wagner T. — Grundriss d. chemischen Technologie, 1874.
Idem. — Die chemische Fabrikindustrie, 1869.
Idem. Handbuch d. chemischen Technologie, 1880.
Wurtz. — Dictionnaire de chimie pure et appliquée, 1870.

L'Illuminazione elettrica.

Anderson R. — Lighting conductors, 1885.
 Annales télégraphiques.
Anney I. P. — Manuel pratique de l'installation de la lumière électrique, 1890.
Auerbach F. — Wirkungs-gesetze der dynamo-elektrischen maschinen, 1887.
Atkinson P. — Elements of electric lighting, 1888.
Aveling Z. — Magnetism and electricity, 1889.
Ayrton W. E. — Practical electricity, 1888.
Beltrand I. — Leçons sur la théorie mathématiques de l'électricité, 1889.
Beringer. — Kritische Vergleichung der elektrischen Kraftübertragung, 1888.
Bertolini G. — Le unità assolute. Milano, 1891.
Blakesley T. H. — Les courants alternatifs. Paris, 1893.
Blavier E. — Des grandeurs électriques, 1881.
Bottone S. R. The dynamo, 1884.
Boulanger I. — L'emploi de l'électricité pour la transmission du travail, 1887.
Idem. — Sur le progrès de la science électrique, 1886.
 Bulletin de la Société Internationale des Electriciens.
Cabanellas G. Contribution à l'analyse et à la synthèse des dynamos et de la transmission de l'énergie, 1888.
Cadiat E. e Dubost L. — Traité pratique d'électricité industrielle. Paris, 1889.
Clemenceau P. — Les machines dynamo-électriques, 1889.
Colombo e Ferrini. — Manuale dell'Elettricista. Milano, 1891.
Delahaye P. — L'année électrique, 1890.
Delarge F. Note sur l'électricité dynamique, 1882.
De Graffigny H. — L'ingénieur electricien, 1887.
Dredge. — Electric illumination, 1882.
Dumont G. — Traité pratique d'électricité appliquée à l'exploitation des chemins de fer, 1885.
Du Moncel e Niaudet. — Machines électriques à courants continus, 1881.
Dumont G., Leblanc M. e de la Bedoyère. — Dictionnaire théorique et pratique d'électricité et de magnétisme, 1889.
 Elektrische Zeitschrift.
 Elektrician Engineer.
Esson W. B. — Magnete and dynamo-electric machines, 1887.
Fein W. E. — Elektrische Apparate, Maschinen Einrichtungen, 1888.
Ferraris G. — Rotazioni elettrodinamiche prodotte per mezzo di correnti alternate, 1888.
Idem. — Sulle differenze di fase delle correnti, sul ritardo dell'induzione e sulla dissipazione dell'energia nei trasformatori, 1888.
Ferrini R. — I recenti progressi nelle applicazioni dell'Elettricità. Milano, 1893.
Idem. — Fisica tecnologica (Elettricità e magnetismo), 1878.
Idem. — Manuale di Telegrafia. Milano, 1890.
Fiske B. A. — Electricitas in theory and practice, 1884.
Fleming I. — The alternate current transformez in theory and practice, 1889.
Idem. — Electricity and magnetism, 1878.
Fontaine H. — Eclairage à l'électricité. Paris, 1888.
Forbes G. — Lectures on electricity, 1888.
Frohlich D. S. — La machine dynamo-electrique: exposé théorique, calculs, applications. Paris, 1887.

Idem. — Handbuch der Electricität und Magnetismus. Berlin, 1887.
Gariel C. — Traité pratique d'électricité, 1880.
Geist Ernst H. — Berechnung elektrischer Maschinen Handbuch für Fachleute. München, 1889.
Gerard E. — Leçons sur l'électricité. Paris, Liège, 1891.
Glaser de Cew G. — Die magnetoelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen, 1883.
Gordon I. E. H. Electricity and magnetism, 1883.
Idem. — Schoel electricity, 1886.
Graetz L. — Die elektricität und ihre Anwendung zur Beleuchtung, Kraft übertragung, ecc. 1885.
Grange E. Des accidents produits par l'électricité dans son emploi industriel, 1885.
Gray A. — Absolute measurements in electricity and magnetism. London, 1889.
Grawinkel C. und Strecher K. — Hilfsbuch für die Elektrotechnik, 1888.
Greer H. — Dictionary of electricity, 1883.
Gründwal F. — Der Bau, Betrieb und die Reparaturen der elektrischen Beleuchtungsanlagen. Halle, 1886.
Figuer L. — L'année scientifique ed industrielle, 1890.
Fontaine H. — Eclairage à l'électricité, 1889.
Fritzsche W. — Die Gleichstrom-Dynamo-machine, 1889.
Heim. — Die Einrichtung Elektrischen Beleuchtungsanlagen. Leipzig, 1892.
Hering Carl. — Principles of Dynamo Electric Machines. New-York, 1888.
Hillairet A. — Transmission électrique du travail mécanique, 1884.
Hopkinson I. — Dynamic electricity, 1884.
Hospitalier E. — Traité élémentaire de l'Energie électrique. Paris, 1892.
Idem. — Formulaire pratique de l'Electricien. Paris, 1892.
Idem. — Les Compteurs d'Energie Électrique. Paris, 1889.
Idem. — Le principales applications de l'électricité, 1884.
Iacquez E. — Dictionnaire d'électricité et de magnétisme, 1887.
Iaping E. — Die elektrische Kraftübertragung, 1883.
Kittler E. — Handbuch der Elektrotechnik, 1890.
Krieg M. — Taschenbuch der Electricität, 1890.
Idem. Die Erzeugung und Verteilung der Electricität in Zentralstationen, 1888.
 L'Elettricista.
 La Lumière Électriques.
Lauriol I. — Transport électrique de la force, 1886.
Le Breton I. — Histoire et application de l'électricité, 1884.
Leblond H. — Phénomènes électriques. Mesures électriques, Paris, 1890.
Idem. — Electricité expérimentale et pratique, 1889-90.
Léfevre. — Dictionnaire d'électricité et de magnétisme, 1890.
Lemoine R. — L'Electricité dans l'industrie, 1890.
Mascart e I. Ioubert. — Leçons sur l'électricité et le magnétisme 1882-86.
Mathieu E. — Théorie de l'électro dynamique, 1889.
Maxwell I. C. — Treatise on electricity and magnetism, 1881.
May G. und Krebs A. — Lehrbuch des Elektromagnetismus, 1889.
Mengarini G. — Il trasporto dell'energia per mezzo di correnti elettriche, 1885.
Merling A. — Die elektrische Beleuchtung. Braunschweig, 1884.
Monnier D. — Électricité Industrielle. Paris, 1889.
Montillot L. — La Lumière électrique, 1889.
Montpellier et Fournier. — Les installations d'éclairage électrique, 1890.
Mousson A. — Magnetismus und Electricität-galvanismus, 1882-3.
Muyden van A. — Calcul des conducteurs électriques. Genève, 1886.
Neumann F. — Vorlesungen über elektrische Ströme, 1884.
Piazzoli E. — Unità e misure elettriche. Milano, 1888.
Idem. — Impianti di illuminazione elettrica. Milano, 1893.
Picou R. V. — Traité théorique et pratique des Machines dynamo-électriques. Paris, 1892.
Idem. — La distribution de l'Électricité. Paris, 1892.
Pogliaghi P. — La trasmissione elettrica dell'energia, 1884.
Poloni G. — Magnetismo ed elettricità, 1884.
Ponthière H. — Principes et électrométrie. Paris, 1885.
Poyser A. W. Magnetism and electricity, 1889.

- Raineri S.* — La navigazione elettrica, 1885.
Reynier E. — Les voltamètres, regulateurs zinc-plomb. Paris, 1889.
 Revue internationale de l'Electricité et de ses applications.
Rohrbeck. — Vademecum für Elektrotechniker, 1890.
Roiti A. — Elementi di fisica, 1888.
 Rivista scientifica Industriale.
Rysselberghe I. V. — Théorie élémentaire de l'électricité et du magnétisme, 1889.
Salomons D. — Electric light installations, ecc., 1890.
Schellen H. — Die magnet und dynamo-elektrischen Maschinen, 1883.
Schwartz. — Katechismus der elektrotechnik. Leipzig, 1887.
Schoentjes H. — L'électricité et ses applications, 1887.
Idem. — Les grandeurs électriques et leurs unités.
Scilling N. H. — The present condition of electric lighting. London, 1886.
Serpieri. — Il potenziale elettrico. Milano, 1885.
Idem. — Le misure assolute. Milano, 1885.
Siemens W. — Officieller Bericht über die internationale Elektrizität Ausstellung in München, 1883.
Idem. — Intern. Zeitschrift für die Elekt. Ausstellung in Wien, 1882-1884.
Steffanini A. — Le macchine magneto e dinamo-elettriche, 1885.
Stewart and Gee. — Electricity and Magnetism. London, 1887.
 Telegraphic Journal and Electrical Review.
Thompson S. — Dynamo Electric Machinery. London, 1886.
Idem. — Elementary lessons in electricity and magnetism, 1887.
 The Electrical World.
Uppenborn F. — Kalender für Elektrotechniker. München, 1893.
Vaschy A. — Traité d'électricité et de magnétisme, 1890.
Verole P. e Du Monce! Th. — L'illuminazione elettrica, 1885-87.
Idem. — La distribuzione elettrica dell'energia all'esposizione di Torino, 1886.
Idem. — Diversi sistemi di illuminazione, 1885.
Walker F. — Tables and memoranda for electrical engineers, 1890.
Watson H. W. and Burbury S. H. — Mathematical theory of electricity and magnetism, 1889.
Weber R. — Aufgaben aus der Elektrizitätslehre, 1888.
Weissenbruch L. — Les applications de l'électricité aux chemins de fer 1885.
Wilke A. — Die elektrischen Mess- und Präcisionsinstrumente, 1883.
Wiedemann G. — Die Lehre von der Elektrizität, 1882-85.
Uhland W. H. — Das elektrische Licht, ecc., 1884.
Urguhart I. W. — Electric light, 1890.
Zacharias I. — Die Elektrischen Leitungen, 1883.
Zech P. — Elektrisches Formelbuch, 1883.
Zimmermann W. F. A. — Elektrizität, Magnetismus, Galvanismus, 1888.

