G

GALLERIE. — Franc. e ingl. *Tunnels*. Ted. *Galerien*. Spagn. *Galerias*.

Scopo delle gallerie e varie specie di esse. — Le gallerie sono passaggi sotterranei ad andamento orizzontale, o quasi, il cui vano si può considerare come generato da una figura piana di forma costante, o poco variabile, che si muova mantenendosi perpendicolare ad una retta o ad una curva di grande raggio, ed è aperto solo ad una o ad ambedue le estremità, che ne costituiscono gli *imbocchi*. La figura generatrice della forma del vano è simmetrica rispetto ad una retta verticale e colle varie parti del suo contorno genera il *fondo* o *suolo*, le *pareti laterali* ed il *cielo* della galleria.

Una galleria può essere destinata a stabilire la comunicazione, attraverso ad una altura, di due tronchi di strada ordinaria, o di ferrovia, o di canale, oppure a raggiungere un punto nell'interno del suolo.

Da queste destinazioni dipende la forma del fondo, mentre quelle delle pareti e del cielo delimitano l'ampiezza di vano occorrente in ciaschedun uso, ed assicurano l'esistenza, la durata e la possibilità o facilità di esecuzione dell'opera. Eccetto quando lo scavo sia aperto in roccia resistente, non sconnessa o fratturata e non scomponibile dall'azione dell'acqua o dell'aria, è sempre necessario che il cielo e le pareti siano sostenute da opere, più o meno resistenti, che ne formano il rivestimento e che possono essere di muratura, di legno od anche di metallo. A rivestimenti di legno si ricorre solo in opera di durata temporanea, come quando essa serva o di preparazione ad altra di maggiore ampiezza, od a raggiungere un sito sotterraneo da cui debbasi incominciare lo scavo di una galleria permanente od in cui sia da collocare una carica di materia esplodente destinata a produrre un determinato effetto d'abbattimento o di distruzione, o quando infine vogliasi ricavare dall'interno del suolo pietre, minerali metallici o combustibili. In analoghe circostanze possono usarsi altresì rivestimenti di struttura mista di legnami e di metalli od altri completamente metallici, e questi ultimi vennero pure talvolta impiegati in opere destinate ad essere imperiture, nelle quali più generalmente si adotta per i rivestimenti la struttura murale.

Rimandando ad altri articoli (Cave, Mine, Miniere) il trattamento di tutto ciò che si riferisce alle gallerie provvisorie, formeranno oggetto del presente articolo le gallerie permanenti, accennando di quelle solo quanto può interessare la esecuzione di queste.

Di gallerie per canali si hanno esempi ragguardevoli fino dai tempi antichi; meno frequente fu l'impiego dei passaggi sotterranei per strade ordinarie; frequentissime invece, ma solo nei tempi moderni, sono le gallerie per le strade ferrate, le quali, per la loro natura tecnica ed economica avendole rese indispensabili, diedero occasione di portarne a grande perfezione i mezzi di esecuzione ed insegnarono a superare difficoltà prima non mai incontrate o supposte.

La necessità imperiosa delle gallerie interposte lungo le linee ferroviarie deriva dai limiti tenuissimi di pendenza massima e dalla grandezza del minimo raggio delle curve di raccordamento ammissibili, molto differenti dalle analoghe quantità, che si possono ammettere nell'andamento altimetrico e planimetrico di una strada ordinaria, e che rendono perciò assai più difficile il seguire le ondulazioni del suolo. Da tali particolari esigenze, conseguenze della natura del motore, della celerità della locomozione, del raggruppamento dei veicoli in treni, della forma e grandezza di questi, ed in generale di un gran numero di considerazioni tecniche ed economiche, deriva che, per superare un'altura frapposta a tronchi stradali bassi, anzichè salirne la vetta, o girarne le falde, sia preferibile di attraversarne le viscere.

Considerazioni analoghe stanno per i canali, ma per questi sono meno imperiose, sia perchè essi stabiliscono vie di comunicazione imperfette, sia perchè per essi sono possibili svolti più stretti, specialmente se non navigabili, e sia ancora perchè il loro ufficio, benchè in molti casi importantissimo, è tuttavia generalmente più modesto di quello delle comunicazioni ferroviarie.

Il passaggio attraverso ad un'altura può praticarsi con una trincea o con una galleria. Colla prima si ha volume di scavo che crescerebbe proporzionalmente alla sua profondità, se fosse possibile di limitarla con pareti verticali, ma che effettivamente aumenta invece in ragione più rapida avvicinantesi tanto più a quella dei quadrati della profondità, quanto più questa è grande. Colla seconda l'ampiezza della sezione di scavo è pressochè indipendente dall'altezza del suolo naturale soprastante. Ma, mentre l'esecuzione di una trincea, che si scava a cielo aperto, presenta gravi difficoltà solo in casi eccezionalissimi, quella di una galleria si svolge in condizioni sempre disagevoli e talora difficilissime, per cui il costo di un metro cubo di vano praticato e rivestito in questa supera di assai la corrispondente quantità nell'altra. Facendo astrazione da tutte le altre circostanze, che possono in cadun caso influire nella scelta fra una galleria ed una trincea e preoccupandosi solo del costo dell'esecuzione, si può stabilire facilmente il confronto economico fra i due mezzi di traversata. Indicando con P il costo del ml. di galleria, con a la lunghezza del fondo della trincea, con x la sua altezza media in una determinata sezione trasversale (fig. 1268), con p il prezzo di



Fig. 1268.

un mc. di scavo a cielo aperto, e con mx l'ampiezza media della base delle due scarpe, la relazione

$$P = p\,[a + mx]\,x$$

servirebbe a determinare l'altezza limite x di un'altura, sopra il piano stradale, al disopra della quale riuscirebbe economicamente più conveniente l'esecuzione della galleria. Stabilito perciò in cadun caso i valori di P e di p, basandosi sul confronto di altre opere in condizioni analoghe e tenendo debito conto delle circostanze diverse, si potrà sotto l'atteggiamento accennato decidere la

scelta. Ma altre considerazioni debbono ancora guidare l'ingegnere, e fra le altre la lunghezza complessiva della parte di suolo che si eleva sopra al passaggio, giacchè, se essa è piccola, può riuscire conveniente di oltrepassare il limite calcolato di profondità a beneficio della trincea; se è grande, converrà forse entrare in galleria prima di raggiungere quel limite.

La natura del terreno ha pure la sua importanza, poichè influisce sulla pendenza assegnabile alle scarpe dello scavo aperto, e sulla resistenza che queste, col tempo, possono opporre agli agenti atmosferici, e quindi sulla sicurezza e continuità del transito, il quale, specialmente nelle regioni montane elevate, potrebbe ancora venire interrotto da frequenti od abbondanti pioggie, da nevi, da cadute di valanghe, o di grossi massi di pietra.

Queste considerazioni sono di tale entità che spesso consigliarono a ricoprire con una volta un passaggio aperto in trincea, ricolmando di terra lo spazio fra essa e la superficie primitiva del suolo, dando così origine alle così dette *gallerie artificiali*, le quali, quando la volta sia tutta od in parte non ricoperta da terra, diconsi ancora *gallerie a cielo scoperto*. Esse vengono spesso impiegate in sostituzione dei profili *a mezza costa* (Vedi Ferrovie e Strade ordinarie) nelle falde ripide dei monti pere vitare scarpe estesissime, se a tenue pendenza, e facilmente franabili, se ripide, perchè spinte dal terreno a monte molto elevato, e costituiscono allora una forma particolare di *muro di sostegno*.

Le profondità delle trincee che precedono gl'imbocchi delle gallerie esistenti stanno ordinariamente fra i 15 ed i 20 m., sono spesso inferiori al limite minore, e raramente superano il maggiore.

Le gallerie tornano ancora opportune per stabilire comunicazioni sotterranee nelle grandi città dove le vie sono già ingombratissime dal movimento della popolazione, ed in queste condizioni, se talvolta possono essere eseguite come le artificiali, spesso è utile di praticarle coi metodi di costruzione ad esse speciali, per non interrompere la circolazione sopra alle medesime.

Fra le opere più insigni d'ingegneria sono da annoverarsi i passaggi sotterranei stabiliti sotto l'alveo dei corsi d'acqua o sotto il fondo di un braccio di mare per stabilire la comunicazione fra le due sponde o rive, evitando ogni ingombro alla navigazione o la spesa superante qualsiasi limite di assennata convenienza che potrebbe derivare dalla costruzione di un ponte.

Difficoltà di esecuzione delle gallerie. — Le condizioni particolari che rendono il costo unitario degli scavi in galleria maggiore di quello degli scavi fatti a cielo aperto si possono riassumere nelle seguenti:

a) la ristrettezza dello spazio, per cui al lavoro non può essere applicato che un ristrettissimo numero di operai, giacchè esso procede nel senso della lunghezza cominciando dalle estremità e talora da una o più sezioni intermedie verso le quali si trasportano i detriti delle escavazioni e da cui si ricevono i materiali per i rivestimenti;

b) la indispensabilità, molto frequente, di procedere contemporaneamente alla collocazione di puntellature o di rivestimenti provvisorii o definitivi a misura che si inoltra lo scavo, od almeno di non lasciare gran tempo fra questa e quella operazione;

c) la necessità di operare nelle roccie e nei terreni molto compatti, quali sono in genere quelli che si hanno da attraversare, con mine piccole e numerose per non compromettere la sicurezza e solidità delle parti che debbono rimanere a formare le pareti ed il cielo della escavazione;

d) le difficoltà del trasporto dei materiali scavati e di quelli occorrenti alle opere di legno e muratura in mezzo all'imbarazzo degli operai, che lavorano su una estensione talvolta lunga di galleria in costruzione, e dei materiali, che ne costituiscono le puntellature provvisorie;

e) la presenza frequente dell'acqua, talvolta copiosissima ed irrompente, la quale devesi raccogliere e condurre in modo che non rovini i lavori, non imbarazzi i lavoratori, ed in ogni modo, o rammollendo le terre o colla pressione propria, non accresca le difficoltà di esecuzione e la mole delle opere di sostegno provvisorie e definitive;

f) la esigenza della ventilazione resa imperiosa dall' accumularsi di circostanze che corrompono l'aria dove più ferve il lavoro, quanto più questo si svolge lontano dagli imbocchi od altre origini di attacchi, quali sono lo stagnamento di essa in luogo occupato da gran numero di operai e da apparecchi d'illuminazione e dove si svolgono grandi masse di gaz deleterii, od altrimenti non atti alla respirazione, provenienti dall' esplosione delle cariche di mine, e talora anche emanati dalle screpolature delle roccie;

g) l'impossibilità di applicare alla costruzione delle murature i procedimenti usuali, dovendosi spesso eseguirle rapidamente, stando gli operai in posizioni disagevoli, e procedendo a sbalzi colla elevazione di tratti successivi, malamente raccordabili fra di loro, per cui ne derivano talvolta cedimenti disuguali dovuti alle pressioni, spesso ragguardevoli e con leggi variabili distribuite, a cui esse vanno soggette;

h) le difficoltà di illuminazione, di circolazione, di sorveglianza, di libertà di movimenti, di condizioni igieniche, che accrescono la fatica ed obbligano a limitare la continuità del lavoro ad un ristretto numero di ore, cambiando a brevi intervalli di tempo le squadre o *mute* di operai;

i) le peripezie che in certe circostanze possono sopravvenire improvvise, come l'irrompere di sorgenti copiose, la caduta di frane in terre credute solide, i cedimenti o la rottura o la caduta delle armature provvisorie, la deformazione delle opere murali in corso di esecuzione, e quindi non presentanti la solidità ed il reciproco contrasto che si può attendere da esse ad opera compiuta.

Non tutte le condizioni sfavorevoli accennate si trovano sempre riunite, ma sovente accade che molte di esse si accumulino e che alcune acquistino tale importanza da compromettere seriamente il compimento dell'opera. Fra esse alcune aumentano d' intensità colla distanza della regione in cui si svolge il lavoro dalle sezioni in cui questo venne incominciato, altre dipendono esclusivamente dalla natura del terreno e sono perciò soggette a vicende ora favorevoli ed ora contrarie.

Ne avviene che il costo del metro cubo di scavo eseguito, o per meglio dire di vano rimasto aperto, può variare fra limiti lontanissimi e risulta da un prodotto di fattori svariatissimi, quali sono: tempo, fatica e consumo d'attrezzi e d'altri mezzi materiali impiegati per la escavazione effettiva; complicazione e copia di mezzi di sostegni provvisorii e di manovre per collocarli in opera; mole di materiali per quelli definitivi e cautele variabili per accertarne la riuscita; sviluppo di disposizioni per la circolazione, lo sgombro e la provvista sul luogo del lavoro dei materiali diversi; natura delle vie di trasporto e dei mezzi di trazione o di sollevamento e importanza della quantità d'acqua e della ventilazione e conseguente natura dei mezzi acconci per provvedere

alle esigenze che ne derivano; modi coi quali si giunge a sezioni intermedie di attacco e sviluppo delle opere provvisorie che occorrono a tal fine.

In generale due considerazioni servono di base nello stabilire il modo e l'ordine dell'esecuzione di una galleria, e sono la durata del lavoro e la spesa. Queste quantità si presentano, almeno approssimativamente e fra certi limiti, come reciproche, giacchè ordinariamente volendosi accelerare il compimento devesi andar incontro a maggiori sacrifizi pecuniarii, e si attenuano questi prolungando, almeno in certi limiti, la durata del lavoro.

Modi di accelerare l'esecuzione di una galleria. — Qualunque sia il *sistema d'attacco* adottato, ossia il modo con cui si avanza lo scavo ed il relativo rivestimento, vi ha un limite di celerità di avanzamento che non può essere oltrepassato, e quindi la durata dei lavori non può essere diminuita, al di là di un certo valore, che moltiplicando il numero delle sezioni d'attacco. Sempre conviene, per poco che la lunghezza di una galleria sia notevole, di cominciare lo scavo dalle due estremità ossia con due attacchi. Per stabilire attacchi intermedii si giunge a punti interni del suolo e collocati nella direzione dell'opera costruenda per mezzo di gallerie sussidiarie o trasversali o per mezzo di pozzi o fori cilindrici generalmente verticali, raramente inclinati, ma formanti però un angolo ragguardevole coll' orizzonte. La convenienza di ricorrere a questi attacchi intermedii, il numero di essi e la scelta fra le gallerie trasversali ed i pozzi dipendono da un complesso di considerazioni topografiche, economiche e tecniche. È evidente che i pozzi e le gallerie sussidiarie danno origine ad una spesa, la quale ripartita su quella occorrente all'opera da costruirsi ne accresce il costo unitario, che si valuta per lo più in ragione di ogni ml. di sua lunghezza, tanto più quanto più grande sarà il numero e la lunghezza di tali opere provvisorie; ma con esse si diminuisce la durata dei lavori, purchè vengano stabilite in modo conveniente.

La forma esterna del terreno, relativamente alla posizione della galleria, indica facilmente a quale dei due mezzi di penetrazione convenga ricorrere e il modo di ripartirli. Infatti: suppongasi che sia dato il tempo T totale che si vuol concedere alla esecuzione di una galleria, molto minore di quello occorrente se si procedesse con soli due attacchi, e che durante tal tempo si possa avanzare di una lunghezza l da una delle estremità A (fig. 1269), molto minore della metà della totale. Si voglia

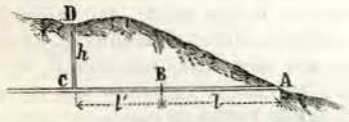


Fig. 1269.

determinare la sezione C dalla quale rivolgere un attacco verso A ed un altro in senso opposto. Siano: h la profondità del pozzo o la lunghezza di galleria sussidiaria, v la celerità d'avanzamento di queste opere accessorie, v' quella dell'attacco verso A, l' la lunghezza del tratto di questo dopo cui si congiunge in B coll'attacco proveniente da A. Bisognerà che sia soddisfatta la equazione

$$(1) \qquad \frac{h}{v} + \frac{l'}{v'} = T.$$

In questa relazione le due quantità h ed l' sono legate fra loro dalle condizioni di forma esterna del terreno attiguo e soprastante alla galleria. Attraversando una catena di alture di piccola o mediocre altezza sarà generalmente conveniente l'impiego dei pozzi, mentre invece si presenterà l'opportunità di ricorrere all'altro mezzo di penetrazione quando si abbia a perforare un contrafforte a ripida pendenza. In ogni modo non è che per mezzo di tentativi, e basandosi su un rilievo planimetrico ed altimetrico esatto del terreno in cui si opera, nonchè sulla conoscenza della struttura interna di esso, che può influire notevolmente sui valori di v e di v', che si potrà giungere a determinare il valore di l' e quindi la posizione del punto C. In modo analogo si determinerà il punto successivo d'attacco intermedio e così di seguito. Naturalmente questo riparto non può avere che un carattere approssimativo, giacchè molte circostanze possono influire durante l'esecuzione a variare i valori che si sono supposti preventivamente per v e per v'. Fra le numerose considerazioni da cui in casi dubbii devesi far dipendere la scelta fra un pozzo ed una galleria, sono principalmente importanti quelle che si riferiscono allo scolo delle acque, allo sgombro dei detriti ed alla ventilazione, circostanze tutte che si trovano più favorevoli nel secondo che nel primo modo di penetrazione, e che, mentre hanno efficacia nel variare i valori di v e di v', contribuiscono pure a modificare l'importo totale della spesa. In quanto alla posizione dei pozzi sono naturalmente indicate le depressioni del suolo sovrastante alla galleria, purchè le acque che in tali parti vengono in maggior copia ad adunarsi non siano tali da accrescere le difficoltà e quindi il tempo e la spesa, avendo specialmente riguardo a quelle sotterranee, giacchè contro alle superficiali o poco profonde è agevole di premunirsi con argini in elevazione o con canali di scolo. L'impiego delle gallerie trasversali è tanto più conveniente quanto più le orizzontali delle falde inclinate delle alture si accostano alla direzione di quella principale.

Vuolsi pure avere riguardo agli accessi per giungere sia alla sommità dei pozzi, sia agli imbocchi delle gallerie sussidiarie, e, quando tali accessi vengano stabiliti artificialmente, si dovrà tener conto del tempo e della spesa a ciò occorrente nello studio che deve guidare alla scelta dei mezzi di penetrazione ed al numero degli attacchi.

In casi eccezionali si è ricorso a pozzi inclinati, ossia discendenti dall' imbocco verso la sezione d'attacco in galleria, ma essi presentano difficoltà di esecuzione e di trasporto dei materiali maggiori di quelli che si riscontrano nei pozzi ordinarii verticali. Le gallerie trasversali debbono preferibilmente essere inclinate con leggera discesa verso l'imbocco, ciò che favorisce lo scolo delle acque ed il movimento per lo sgombro dei detriti, ma non troppo per non rendere troppo difficile la salita dei veicoli vuoti o carichi dei materiali di rivestimento.

Avvenne talvolta che, dovendosi perforare una galleria in terreno perfettamente riparato da uno strato impermeabile contro il pericolo di infiltrazioni di acque a questo superiori, ed essendosi, per accelerare il lavoro, ricorso all'uso de' pozzi, questi venissero a stabilire una comunicazione fra il terreno acquifero superiore e la regione dello scavo in galleria, creandosi così un inconveniente che senza di essi sarebbe stato evitato. È adunque necessaria una conoscenza quanto più è possibile completa degli strati da attraversarsi, sia per adottare o no l'mpiego dei pozzi, sia per costruirli quando vengano adottati con quelle cautele che l'arte dell'ingegnere può talvolta suggerire come sufficienti per evitare l'accennato inconveniente.

I pozzi vengono talvolta conservati ad opera finita, perchè favoriscono la ventilazione dei sotterranei, ed anche a ciò devesi quindi avere riguardo nello stabilirli.

Le gallerie trasversali, se di piccola lunghezza, possono essere utilizzate mantenendole aperte a dar luce, e vengono allora a costituire delle finestre.

Da ogni pozzo o galleria trasversale si iniziano due attacchi in opposta direzione, per cui il numero degli attacchi è sempre pari. Indicando rispettivamente con p, p' e p'' i prezzi medii del m. l. di galleria cominciata da un'estremità, di quella cominciata da sezioni intermedie e dei pozzi o gallerie sussidiarie, con l, l' e l'' le lunghezze di uno qualsiasi di tali tratti, la spesa totale dell'opera è data da

$$\Sigma p\, l + \Sigma p'\, l' + \Sigma p''\, l''$$

nella quale generalmente p' è maggiore di p; per cui ponendo tale equazione sotto la forma

$$p\,[\Sigma l + \Sigma l'] + \Sigma (p'-p)\, l' + \Sigma p''\, l'',$$

i due ultimi termini rappresentano l'incremento di spesa dovuto al fatto degli attacchi intermedii.

Dalla equazione (1) si deduce che il valore di

$$l' = v' \left(\mathrm{T} - \frac{h}{v} \right)$$

diminuisce col crescere di h e potrebbe anche annullarsi quando fosse $h = \mathrm{T}\, v$; al di là di questo limite di profondità sarebbe perfettamente inutile il penetrare nel terreno per raggiungere attacchi intermedii. Ma molto prima di giungere a tali limiti cesserà la convenienza di essi, tanto più che, specialmente quando si tratta di pozzi, la celerità d'esecuzione ed il prezzo degli scavi per tali opere accessorie, come pure le stesse quantità relative agli attacchi che dal fondo di esse si dipartono, scapitano tanto più quanto più ne cresce la profondità o la lunghezza. In queste sfavorevoli condizioni trovansi le gallerie sottoposte alle elevate catene di monti ed agli alti contrafforti di esse, nelle quali le falde si elevano, a partire dagli imbocchi, rapidamente ad altezze ragguardevoli. Per lungo tempo si arrestarono gli ingegneri dinanzi alle difficoltà di una galleria, nella quale non si potesse cercare il sussidio di attacchi intermedii e la lunghezza di 4 chilometri era già riputata grandissima, siccome richiedente in simili condizioni tempo non minore di 10 anni per la esecuzione. Invenzioni moderne, atte ad accelerare l'avanzamento degli attacchi in proporzioni non mai prima conosciute e supposte possibili, permisero di risolvere l'arduo problema. L'applicazione di esse richiede mezzi straordinarii, epperò spese molto superiori a quelle dei pozzi e delle gallerie sussidiarie, che aumentano notevolmente il costo unitario delle gallerie, ma procura il vantaggio di aprirle al servizio molti anni prima dell'epoca cui bisognerebbe attendere se si applicassero i procedimenti ordinarii, e permette di superare difficoltà che con questi forse sarebbe impossibile di vincere. Le gallerie aperte in tal modo diconsi *a foro cieco*.

Le gallerie aperte in terreni coperti da acque profonde, cioè sotto l'alveo di un corso d'acqua od il fondo di un lago o di un braccio di mare, sono pure generalmente praticate a foro cieco, perchè in tal modo si evita la costruzione di pozzi in condizioni difficilissime, e coi quali molto probabilmente si verrebbe ad aprire un varco alle acque superiori, che, passando attraverso al rivestimento di essi, o fra questo e le terre, inonderebbero il vano senza speranza di rimedio.

Tipi di sezioni trasversali delle gallerie. — Nella sezione trasversale di una galleria si devono considerare la forma del contorno interno e quella dello esterno alle murature di rivestimento, che limita l'ampiezza effettiva dello scavo.

Nello stabilire la forma del contorno interno devonsi conciliare le esigenze dell'uso con quelle della robustezza, adatta a resistere alla pressione che esercitano le terre contro al rivestimento e colla economia dello scavo. Alle esigenze che derivano dall'uso e dalla economia nell'ampiezza della sezione di scavo converrebbero i contorni a linee rette, rettangolare o trapezoidale o triangolare, restringentesi dal basso verso l'alto; ma a quelle della solidità, specialmente dove le condizioni di pressione sono più sfavorevoli, la forma circolare soddisferebbe nel miglior modo. Siccome però generalmente l'altezza e la larghezza occorrenti per l'uso sono diverse fra di loro, così per conciliare le esigenze contrarie si ricorre a contorni mistilinei formati o di tratti curvilinei e rettilinei combinati, oppure di tratti tutti curvilinei, ossia di curve policentriche simmetriche rispetto ad una retta verticale, di cui centri e raggi vengono appunto studiati in modo da avere minima sezione compatibilmente colle dimensioni occorrenti per l'uso e per le condizioni di stabilità. Nelle ferrovie la forma della figura circoscritta alle locomotive ed ai veicoli è nota, e siccome la posizione di esse è stabilita da quella dell'unico o dei due binarii, così riesce agevole di tracciare il contorno interno della galleria in modo da comprendere quelle figure e da soddisfare pure alle condizioni di stabilità. Nelle gallerie per canali sono le esigenze della navigazione quelle che guidano nello studio della forma del contorno interno del vano.

In ogni modo, condotta la retta orizzontale che passa per i punti più lontani del contorno ed innalzata sul suo punto di mezzo la perpendicolare, bisogna che il rapporto fra la lunghezza di questa al disopra di tal retta e la lunghezza della retta stessa non sia mai minore di $^1/_2$, a cui corrisponde la forma a contorno semicircolare od a tutto sesto. Se questa forma non è adatta perchè il livello della linea di massima larghezza debba essere più basso di quello che in tal modo si ottiene prestabilendo l'altezza, si ricorrerà ad una mezza ovale rialzata, avente per asse orizzontale detta retta, oppure ad una ogiva. La prima disposizione è più generalmente adottata.

Le parti laterali possono essere piane, verticali od inclinate, oppure cilindriche generate da un arco di circonferenza a grande raggio colla tangente nel punto più alto verticale. Quest'ultima forma è spesso seguìta, sia perchè più favorevole alla resistenza dei piedritti, sia perchè bastando generalmente in basso una larghezza minore di quella massima prima accennata, si può in tal modo ridurre l'ampiezza dello scavo.

Il fondo nelle gallerie per strade ordinarie è costituito dal piano stradale fiancheggiato dai marciapiedi; in quelle per le ferrovie dalla piattaforma stradale ossia dalla superficie dell'inghiajata colle relative banchine laterali; nelle gallerie per canali è solcato dalla via d'acqua, le cui pareti, ordinariamente in muratura, sono o verticali o leggermente inclinate, o si raccordano alle pareti dei piedritti, o lasciano fra esse e quest'ultime, da una sola parte generalmente e talvolta da ambedue, un piano rialzato sul pelo d'acqua, che forma la strada alzaja.

L'inghiajata delle ferrovie e la massicciata delle strade ordinarie possono posare direttamente sul fondo della escavazione; ma se il terreno attraversato è tale che le pressioni laterali possano produrre l'avvicinamento delle basi dei piedritti od il sollevamento del fondo, è necessario di contrastare quello o di trattenere questo o di impedire entrambi gl'inconvenienti, per mezzo di un'opera di muratura, alla quale si dà forma di *volta rovescia*. Il contorno interno di essa si fa in generale circolare e tale che o intersechi le pareti interne dei piedritti o si raccordi con esse.

In tal modo ha origine la forma di sezione interna della muratura di uso frequente nei terreni poco resistenti, costituita da due mezze ovali disposte sullo stesso asse orizzontale, raramente simmetriche rispetto a questo ma più generalmente colla inferiore schiacciata e la superiore rialzata, e che si avvicina poi alla circolare quando l'altezza e la larghezza massima sono poco diverse. Quest'ultima forma, che generalmente dà luogo ad una sezione di scavo più ampia dello strettamente necessario, è però quella che meglio resiste in condizioni eccezionali di terreni esercitanti forti pressioni in tutti i sensi. Non è che nelle gallerie per canali navigabili in cui l'altezza può essere assai tenue, cioè ridotta alla minima occorrente perchè possano passare i rimorchiatori sulla strada d'alaggio, che si ricorse talvolta a vôlte sceme per sostegno del cielo.

Le dimensioni che si adottano ordinariamente per le gallerie delle ferrovie risultano da questa tabella:

	PER FERROVIE	
	ad un solo binario	a due binarii
	metri	metri
Larghezza a livello del piano superiore delle guide . .	4.40 a 5.00	7.60 a 8.00
Larghezza a livello delle imposte della volta	4.80 a 5.50	8.00 a 8.50
Saetta della volta	3.50	4.00 a 4.25
Altezza dal piano delle guide alla sommità della volta	5.50	6.00 a 6.25

L'altezza delle imposte sul piano superiore delle guide si tiene di circa m. 2.

Nelle gallerie per canali si dà alla via d'acqua larghezza per un solo galleggiante con un giuoco di m. 0.30 a m. 0.60. L'altezza della sommità sul livello dell'acqua varia fra m. 3.30 e 4.60; in casi eccezionali si portò fino a m. 5.10. La larghezza della strada alzaja si ritiene di m. 1, se il rimorchio si fa a braccia, di m. 2 circa se con cavalli; ma sovente si fa a meno di strada alzaja ed i galleggianti si rimorchiano per mezzo di macchine fisse stabilite agli imbocchi od in altri modi (V. CANALI).

La forma del contorno esterno dipende in particolare dalla natura del terreno. Relativamente alle difficoltà di esecuzione ed alla grossezza del rivestimento conviene distinguere i terreni nelle seguenti categorie: roccie durissime e dure ma compatte, non screpolate nè decomponibili dall'azione dell'acqua e dell'aria; roccie compatte ma fessurate ed attraversate dall'acqua; roccie che sotto l'azione dell'acqua e dell'aria si sfaldano e si decompongono; agglomerati di vario genere, i quali, se coerenti, presentano resistenza ed impermeabilità, e, se incoerenti, possono essere smossi dall'acqua od almeno permettono a questa di agire sui rivestimenti con tutta la sua pressione; terreni che per l'acqua si rammolliscono, si rigonfiano o si deprimono, acquistando proprietà di fluidi densi.

Nelle roccie compatte, non fessurate nè alterabili si può talvolta tralasciare qualsiasi rivestimento, oppure limitarlo alla costruzione di una volta sottile, impostata su riseghe scavate nelle pareti. Nella roccia solida ma screpolata od alterabile può bastare un rivestimento di piccola grossezza al cielo ed alle pareti. Nelle roccie tenere e negli agglomerati coerenti a cemento non decomponibile si richiedono rivestimenti un po' più robusti dei precedenti ed i piedritti possono essere dritti od a scarpa piana o cilindrica, di grossezza costante o crescente dall'alto verso il basso. Nei terreni agglomerati incoerenti od in quelli coerenti, ma alterabili dall'acqua, si dovrà ricorrere all'impiego delle volte rovescie. E finalmente nei terreni rammollibili converrà far uso delle sezioni ovali o circolari, variando la grossezza della muratura a seconda del diverso grado di fluidità o di pressione delle terre.

Di tutte queste forme di sezione servono a dare una idea le figure dalla 1270 alla 1280, alle quali si riferisce la seguente leggenda:

Fig. 1270. Due tipi di profili normali a 2 binarii scelti fra gli adottati per la galleria del S. Gottardo; quello di sinistra (A) per la roccia solida non richiedente rivestimento, quello di destra (B) col solo rivestimento del cielo, conveniente alle roccie solide con lievi spaccature.

Fig. 1271. Altro tipo di profilo normale a due binarii per la detta galleria in roccia meno solida. (In *a* si è rappresentato il prospetto interno di una nicchia).

Fig. 1272. Una sezione della galleria del Fréjus ad opera compiuta.

Fig. 1273. Sezione della galleria di Busalla, a 2 binarii, attraverso all'Appennino nella ferrovia Alessandria-Genova.

Fig. 1274. Tipo di profilo a due binarii per la galleria del S. Gottardo, in terreni che possono dar luogo a pressioni laterali.

Fig. 1275. Due tipi di profili normali a semplice binario, proposti per la galleria di Crevari, sulla ferrovia del littorale ligure; a sinistra (A) per terreni solidi; a destra (B) per quelli richiedenti volta rovescia. — Questi profili vennero in parte modificati durante l'esecuzione, essendosi verificati dei movimenti prodotti dall'acqua.

Fig. 1276. Una delle forme di sezioni normali ad un solo binario, impiegate nelle gallerie dell'Appennino, sulla ferrovia Foggia-Napoli, in terreni argillosi e rigonfiabili, presentanti massima difficoltà di esecuzione.

Fig. 1277. Esempio di sezione completamente circolare ad un solo binario, adottata in parte della galleria del Rospo, sulla ferrovia del littorale ligure, dove si erano resi necessarii lavori di consolidamento esterni per impedire lo scorrimento del terreno prodotto dall'acqua.

Fig. 1278. Forma di sezione impiegata in alcuni tratti limitatissimi della galleria del S. Gottardo.

Fig. 1279. Sezione della galleria del canale navigabile di Chalifert in Francia. La parte sinistra rappresenta la forma primitiva; quella di destra, nella volta, la forma adottata dopo la ricostruzione di parte di essa in seguito a guasti avvenutivi.

Fig. 1280. Tipo di sezione di galleria nel canale industriale della Ceronda presso Torino, con pozzo laterale, stabilita a 12 metri di profondità sotto il suolo in terreno in parte sabbioso ed in parte agglomerato e forte.

Necessariamente la forma della sezione in una stessa galleria può variare colla natura dei varii terreni attraversati: generalmente si mantiene costante il contorno interno, ma talvolta riuscì utile di adottare anche per esso forme diverse, ma di poco, raccordando fra di loro le varie parti.

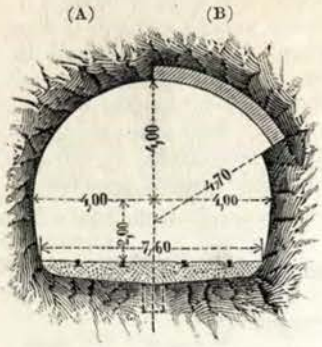


Fig. 1270 — Scala di 1 : 250.

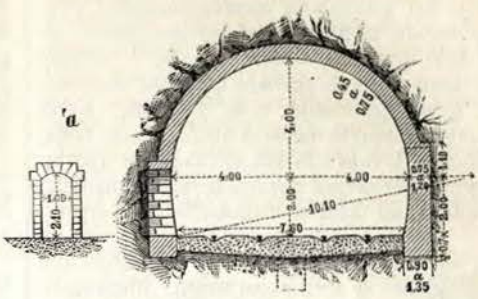


Fig. 1271 — Scala di 1 : 250.

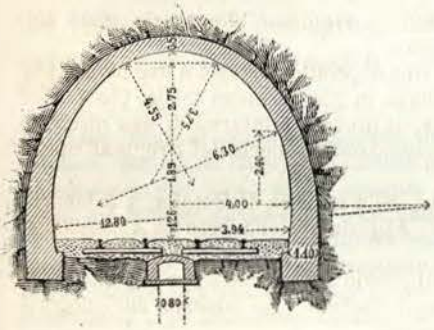


Fig. 1272 — Scala di 1 : 250.

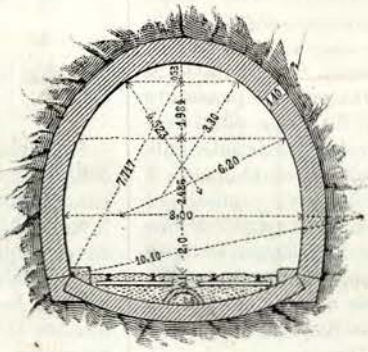


Fig. 1273 — Scala di 1 : 250

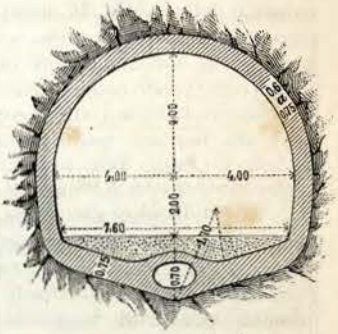


Fig. 1274 — Scala di 1 : 250.

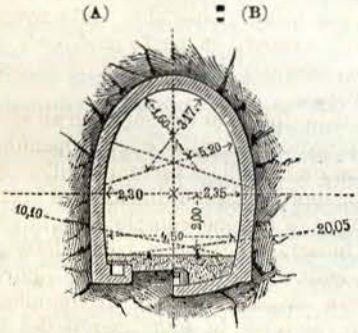


Fig. 1275 — Scala di 1 : 250.

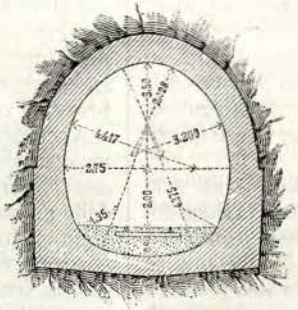


Fig. 1276 — Scala di 1 : 250.

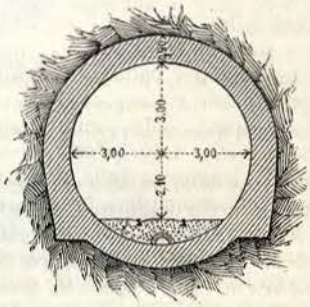


Fig. 1277 — Scala di 1 : 250.

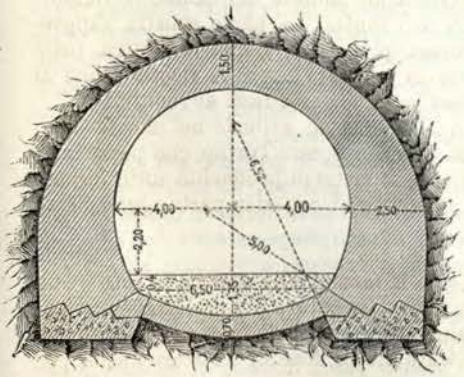


Fig. 1278 — Scala di 1 : 250.

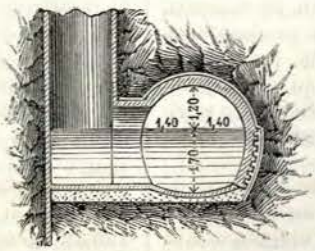


Fig. 1280 — Scala di 1 200.

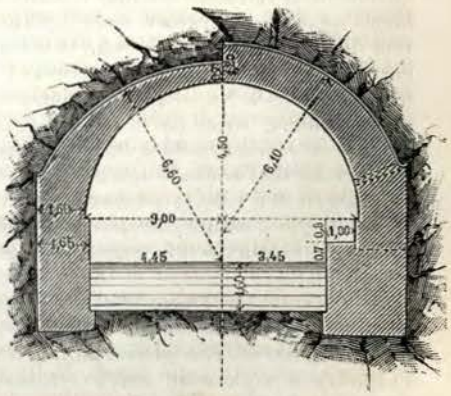


Fig. 1279 — Scala di 1 : 250.

DIMENSIONI DA ASSEGNARSI ALLE MURATURE DELLE GALLERIE. — La grossezza delle murature dipende dalla pressione del terreno. È molto difficile il poter determinare, anche solo con grossolana approssimazione, l'intensità della pressione esercitata dal terreno contro le pareti esterne delle murature sotterranee. Se il terreno fosse talmente rammollito da perdere qualsiasi coesione ed attrito fra le sue particelle, esso potrebbe essere considerato come un liquido denso il quale agisse colla pressione idrostatica dovuta alla sua altezza. Ma questa circostanza non può verificarsi assolutamente in pratica, poichè un terreno di tal fatta si disporrebbe alla superficie in piano.

È noto che, se nella sabbia asciutta si pratica un foro orizzontale, questo si archivolta sopra; allargando l'apertura aumenta gradatamente l'ampiezza dell'arco, fino a che giunti ad un certo limite viene a scorrere verso l'interno dello scavo tutta la parte superiore compresa fra due piani inclinati coll'angolo della scarpa naturale delle sabbie. In modo analogo si comportano le terre ed anzi, siccome esse son fornite di coesione, così trovansi in condizioni più favorevoli. Questo fatto si spiega osservando come il prisma di terreno soprastante direttamente allo scavo e compreso fra i due piani verticali che limitano quest'ultimo, venga trattenuto dall'attrito prodotto dalla pressione delle terre adjacenti, il quale, col crescere dell'ampiezza dello scavo e quindi del peso di tal prisma, non varia. Mentre a parità di larghezza il peso cresce in proporzione dell'altezza, l'attrito varia coi quadrati di essa. L'esperienza conferma questo ragionamento col fatto che le frane avvengono più facilmente presso gli imbocchi, dove minore è l'altezza del carico, che nell'interno delle gallerie.

Nei terreni sabbiosi, o ghiajosi, o rocciosi ma sconnessi ed attraversati dall'acqua, è questa che viene a premere sulle pareti dei rivestimenti, mentre, facilitando lo scorrimento delle parti le une sulle altre, ne agevola i movimenti, ch'essa provoca.

Nella impossibilità di stabilire una teoria basata su ipotesi certe per determinare le dimensioni dei rivestimenti murali, si ricorre pertanto ai dati della pratica, ora abbastanza numerosi perchè possano servire di sicura guida.

La grossezza delle volte e dei piedritti destinati solo a riparare la roccia dall'azione dell'aria può variare fra m. 0.30 e 0.50. Nei terreni sodi e nelle roccie solide ma sconnesse la grossezza della volta si ritiene sufficiente se compresa fra m. 0.50 e 0.80; la grossezza dei piedritti varierà colla legge che risulta tenendone le pareti esterne verticali e le interne a leggera scarpa piana o curva.

Finalmente nei terreni attraversati dall'acqua ed in quelli che si riducono a fango i limiti estremi delle dimensioni delle murature sono molto lontani. In terreni di tal genere si eseguirono studii pratici durante la costruzione delle gallerie attraverso l'Appennino sulla ferrovia Foggia-Napoli, costruzione diretta dall'ingegnere Lanino. Gran parte di queste gallerie vennero scavate in roccie argillose, talvolta miste a calcari, che dall'azione dell'acqua e dell'aria venivano più o meno rimaneggiate e ridotte a massa pastosa, quasi fluida. In alcuni luoghi si manifestarono cedimenti visibili sul suolo esterno sovrastante alla galleria ed estendentisi fino a grandi distanze, mentre le terre, spingendo in tutti i sensi i rivestimenti provvisorii e quelli definitivi durante la loro costruzione, obbligarono a scavare un volume di materiali che giunse perfino a 2 volte e mezza quello della sezione di scavo ottenuto, e costrinsero spesso alla ricostruzione di porzioni di murature, rovinate dalla pressione prima di essere ultimate. Si distinsero quelle terre, alle quali si diede il nome di *argille scagliose*, in tre varietà secondo il diverso grado con cui presentavano gli indicati fenomeni. In altri luoghi si attraversarono strati di sabbie dette *bollenti*, le quali, pericolose finchè erano immerse nell'acqua, riuscivano poi innocue appena dato sfogo al liquido. Le grossezze che si trovarono convenienti in tali eccezionali circostanze risultano dal seguente specchio:

Indicazione dei terreni	GROSSEZZE alla chiave	all'imposta	dell'arco rovescio
	metri	metri	metri
Argille scagliose:			
della 1ª varietà	0.65 a 0.90	0.85 a 1.10	0.50 a 0.75
» 2ª »	0.90 a 1.40	1.10 a 1.70	0.75 a 1.25
» 3ª »	1.40 a 2.00	1.70 a 2.50	1.25 a 1.40
Sabbie bollenti . .	0.60 a 1.00	0.60 a 1.25	0.40 a 0.75

Le variazioni di grossezza si fanno in modo continuo colla struttura in pietre; con quella in mattoni, che più generalmente si impiega per le vôlte, esse si ottengono in modo discontinuo, cioè con riseghe esterne. La malta deve sempre essere idraulica, e quando, per la presenza dell'acqua o per qualsiasi altra ragione, si voglia prontezza di presa, si dovrà far uso di malta di cemento della miglior qualità. Nei terreni esercitanti forti pressioni si riconobbe utile d'interporre fra i corsi di muratura ordinaria alcuni legati di pietra, specialmente disposti alle imposte, alle reni ed alla chiave della vôlta, dove più facilmente si producono le rotture.

Talvolta occorre di dover adottare dimensioni maggiori di quelle necessarie ad opera compiuta, quando le murature si contrastano a vicenda, perchè esse durante la esecuzione non vengano smosse o deformate dalle pressioni che le sollecitano.

ALCUNI PARTICOLARI DELLE GALLERIE: TESTE, MEZZI PER RACCOGLIERE O DEVIARE LE ACQUE DEI TERRENI ADJACENTI, CONDOTTI DI SCOLO, NICCHIE. — Le estremità delle gallerie vanno accordate colle trincee che precedono gli imbocchi. Siccome l'altezza di queste supera in generale notevolmente quella dei rivestimenti di esse, così la scarpa, che, prima dell'apertura della galleria, formava la fronte d'attacco della trincea, viene ad intersecare l'estradosso della vôlta alla sua uscita dalla terra. Per diminuire l'estensione della parte superiore di tale scarpa e consolidarla si suole prolungare in alto un muro di fronte del sotterraneo, il quale poi si prolunga più o meno lateralmente, oppure si risvolta nel senso della direzione del passaggio. Le varie disposizioni che si trovano adottate si possono ridurre a tre tipi di *teste di gallerie*, cioè: 1° con muri di risvolto; 2° con muri d'ala; 3° con muri di prolungamento.

Colla *prima* disposizione la galleria termina con un piano verticale normale alla sua direzione, o leggermente inclinato a scarpa, il quale forma la parete esterna di un muro di rivestimento che si estende fino ad intersecare le scarpe della trincea; e s'innalza più o meno sopra l'estradosso della vôlta sostituendo tutta od in parte la scarpa di fronte della trincea. Essa conviene quando le scarpe della trincea, essendo solide, possono sostenersi con piccola base; il muro di risvolto viene fondato a scaglioni.

Le teste del secondo tipo sono costituite da due muri verticali od a scarpa divergenti e simmetrici rispetto all'asse prolungato della galleria, i quali vengono a sostenere o sostituire totalmente od in parte le scarpe laterali della trincea. Questa disposizione conviene nei terreni mediocremente consistenti nei quali si dovrebbe dare alle scarpe eccessiva pendenza, e specialmente poi quando queste fossero praticate in terreni facili alle frane. Questi muri vennero talvolta utilmente collegati fra loro in basso con una massicciata di muratura o con un arco rovescio per contrastarne lo scorrimento.

Le teste a muri di prolungamento divariano dalle precedenti solo in ciò che i muri sostenenti le scarpe della trincea trovansi sul prolungamento dei piedritti. Questa forma di testa può applicarsi quando la larghezza del fondo della trincea non debba essere più grande di quella del suolo della galleria, e si applica con convenienza nelle alte regioni di montagna, collegando le parti superiori di tali muri con una vôlta per riparare l'imbocco dalle cadute di valanghe o di massi di pietra.

Devesi apportare molta cura nella costruzione delle teste e particolarmente nella unione dei muri di risvolto coi piedritti, e di quello che si eleva sulla vôlta con questa, e ciò in special modo quando il terreno sostenutone sia imbevuto d'acqua; giacchè la pressione può produrre screpolature negli spigoli rientranti, e l'acqua, insinuandovisi, può cagionare il distacco delle pietre. La grossezza di tali muri, come pure di quelli d'ala e di prolungamento, si varia in modo continuo nel senso orizzontale e con riseghe nel verticale; diminuendola dal basso verso l'alto e dalle parti più elevate, cioè le più prossime all'imbocco, verso le estremità. Le dimensioni ne vanno determinate colle teorie e norme relative ai muri (V. Muri di sostegno). Le pareti verso terra vanno intonacate con malta idraulica o con cemento e, se occorre, difese dalla pressione dell'acqua con apposite pietraje od altri lavori di fognatura.

Le teste delle gallerie vengono più o meno architettonicamente decorate a seconda dell'importanza loro, impiegandovi stili di aspetto piuttosto grave, a bugne od a grosse modanature.

L'acqua che imbeve i terreni attraversati da una galleria, mantenendosi per lungo tempo contro le pareti dei muri, può col tempo trapelare fra le connessure delle pietre, esportarne le malte ed essere causa di stillicidii e di efflorescenze che ne preparano la rovina. Gli intonachi esterni sono poco efficaci e d'altra parte non è possibile distenderli con regolarità nelle condizioni speciali d'esecuzione delle murature dei sotterranei. Il rimedio a cui si ricorre con frequenza consiste nel circondare la vôlta, od i piedritti, od anche l'uno e gli altri di un grosso strato di pietre fra le quali l'acqua possa scorrere con facilità. Se vi ha uno strato impermeabile esso verrà utilizzato come fondo di tale pietraja, altrimenti si farà artificialmente con argilla battuta o meglio con uno strato di muratura a malta idraulica intonacata di cemento. Al fondo impermeabile della pietraja si dà poi una leggera inclinazione in discesa verso uno od ambedue gl'imbocchi, e, se questi sono lontani, verso punti intermedii i quali si mettono in comunicazione, se elevati, coll'interno della galleria, dove l'acqua viene a cadere, e, se bassi, per mezzo di condotti trasversali con quello longitudinale, che sempre trovasi al fondo d'ogni galleria per esportarne l'acqua d'infiltrazione.

I condotti di scolo sono collocati o lungo i piedritti o a metà distanza fra essi. I primi hanno un solo piedritto parallelo a quello della galleria e sono ricoperti da lastre di pietra o da piccoli vôlti di mattoni e muniti di un fondo di muratura impermeabile (fig. 1275 A). La larghezza e l'altezza interna di essi varia in genere fra m. 0.30 e 0.45 e la grossezza delle lastre di copertura fra 7 e 10 cm.

I condotti centrali sono formati di due piccoli piedritti posati su un basamento di muratura e ricoperti da lastre o da una vôlta di mattoni (fig. 1272). Quando la galleria è fornita di arco rovescio, la parte più bassa di questo forma il fondo del condotto, il quale allora sovente è formato da una vôlta a tutto sesto sottile che si imposta direttamente su quell'arco (fig. 1273). Alcuni orifizii praticati nei piedritti o nella detta vôlta e riparati da grosse pietre servono a dar passaggio all'acqua dall'inghiajata al condotto di scolo.

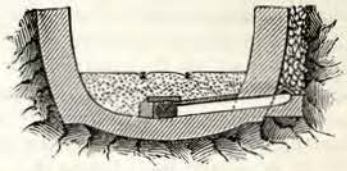


Fig. 1281 — Scala di 1 : 250.

La figura 1281 rappresenta un modo di stabilire la comunicazione fra le pietraje esterne ai piedritti ed il condotto di scolo. Questa disposizione conviene quando la direzione del moto delle acque sotterranee è pressochè normale a quella della galleria. Quando invece sia nel senso parallelo e lo strato d'acqua passi sotto alle murature si stabilisce ancora direttamente la comunicazione del terreno col condotto nel modo che vedesi rappresentato nella fig. 1282. Cioè si pratica di tanto in tanto

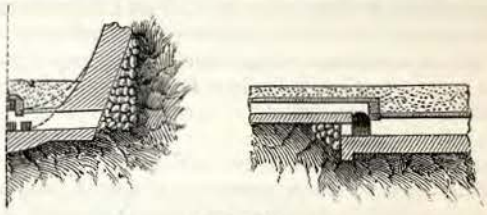


Fig. 1282.

un salto nell'arco rovescio, per modo che fra l'estradosso della parte superiore e l'intradosso dell'inferiore vi sia la distanza di 20 a 30 cm. Questo intervallo si chiude in massima parte con un muro, che si lascia aperto solo in corrispondenza alla sezione interna del condotto di scolo inferiore. Contro all'orifizio si collocano alcune pietre perchè l'acqua non possa portare con sè materiali solidi.

Lungo i condotti ad intervalli di 50 a 100 m. si collocano pozzetti d'esplorazione, coperti da lastre di pietra al livello superiore dell'inghiajata, e ciò per poter indagare il funzionamento di quelli ed occorrendo riconoscere dove si siano prodotti guasti.

Alle estremità delle gallerie i condotti vengono deviati in modo che da essi l'acqua passi a scaricarsi nei fossi colatori che fiancheggiano le strade in trincea, o lungo le scarpe dei rilevati, in apposite cunette rivestite di ciottoli o di pietre da taglio o di lastre. Se le acque d'infiltrazione sono abbondanti possono essere incanalate e condotte per giovarsene.

Si danno casi eccezionali nei quali i mezzi indicati per dar scolo alle acque che imbevono i terreni attraversati non riescono che palliativi di poca efficacia, come quando sopra al suolo si trovi l'alveo di un torrente a fondo poroso o fessurato, oppure allorchè, essendo il terreno

in strati inclinati nel senso trasversale alla galleria, uno di questi sia rammollibile per modo che i superiori possano scorrere discendendo su di esso su ampia estensione. A questi accidenti si cerca riparo con opere, quasi sempre grandiose, che possono informarsi a svariati criterii, fra cui principalmente quello di allontanare l'acqua dall'opera d'arte che si vuol proteggere. Sovente è occorso di dover ricorrere a questi mezzi per salvare un'opera già esistente e minacciata, o per premunirne una fatta in sostituzione d'altra da tali cause già rovinata, od ancora perchè i perniciosi effetti delle lamentate circostanze già si fecero palesi e minacciosi durante la esecuzione stessa dei lavori.

Questi mezzi possono consistere nell'alveamento artificiale con muratura impermeabile di un tratto del corso d'acqua; nella costruzione di muri interrati spinti fino ad uno strato impermeabile lungo una delle sponde, in modo da impedire lo spandimento dell'acqua da quella parte ove potesse riuscire pericolosa; in lavori di fognatura o pietraje, di cui alcune trasversali alla galleria ed inclinate in discesa coll'allontanarsi da questa, ed altre parallele, che a guisa di collettori ricevano l'acqua dalle prime per condurla a disperdersi in luoghi dove non possa nuocere; nel dare ai piedritti dimensioni ragguardevoli nei tratti minacciati, per aumentarne col peso la resistenza ai movimenti trasversali.

In cadun caso un attento esame delle condizioni locali superficiali e profonde potrà indicare la via da seguirsi.

Lungo i piedritti delle gallerie ad intervalli regolari di 50 a 100 m. si praticano *nicchie* destinate a dar ricovero alle persone durante il passaggio dei treni. Si alternano dall'una e dall'altra parte. Ad esse si dà larghezza di m. 1.80 a 2, che si riduce fino ad 1.20 nei terreni mobili, profondità di m. 1.25 ad 1.50, altezza alla chiave fra m. 2.10 e 2.50, e sezione rettangolare o semicircolare o mistilinea, ricoprendole con archi cilindrici o con mezze cupole. Il fondo si fa a forma di superficie cilindrica verticale quando il terreno retrostante eserciti spinta ragguardevole.

Andamento planimetrico ed altimetrico delle gallerie. Tracciamento esterno di esse. — Dicesi asse di una galleria la linea descritta da un punto della mediana verticale della sezione, mentre questa genera col suo movimento il volume del vano. Per le ferrovie tal punto è sul piano superiore delle guide, per le strade ordinarie è sulla superficie della carreggiata, e per i canali sul pelo dell'acqua. Esso forma attraverso il passaggio e nelle strade la prosecuzione dell'asse stradale, col quale deve raccordarsi alle estremità, in modo da conciliare le condizioni inerenti al buon tracciamento della strada con quelle convenienti alla facilità della esecuzione. La condizione più semplice si ha quando l'asse è rettilineo ed orizzontale e collega tratti della stessa forma, giacchè riescono così della massima semplicità tutte le operazioni con cui si dà la direzione al lavoro di scavo. Le più complesse corrispondono ad un asse curvilineo o mistilineo che si raccordi con tratti esterni pure in curva. Gli errori che si possono commettere prolungando il tracciamento interno dell'asse durante l'avanzamento dello scavo acquistano maggiore importanza quando grande è la lunghezza e le condizioni locali non permettono che gli attacchi per le estremità. Quindi in queste particolari contingenze si è cercato finora di adottare il tracciato rettilineo, raccordandolo poi, se occorre, con brevi tratti curvilinei agli accessi.

Per le gallerie di piccola lunghezza o suddivise da un gran numero di attacchi si può senza inconvenienti adottare il tracciato curvilineo, specialmente se si fa in modo da poterlo verificare tutto prima che la galleria sia aperta in tutta sezione.

Dallo studio planimetrico ed altimetrico di una strada o di un canale si saranno dedotte esattamente le posizioni dei punti d'incontro dell'asse colla superficie del suolo e segnati su questo, e quindi, o colla misura diretta o col sussidio di una triangolazione topografica, si saranno determinate con esattezza la loro distanza e la differenza di livello. È generalmente utile di segnare sul terreno alcuni punti della traccia che lascierebbe alla sua superficie il piano, o la superficie cilindrica verticale, passante per l'asse, non che altri posti in fuori degli imbocchi sul prolungamento degli ultimi tratti. Questo tracciamento può servire a stabilire la posizione dei pozzi, a farne conoscere esattamente la distanza dell'asse da quello della galleria, ed a offrire alcuni segnali per dirigervi visuali con strumenti collocati fuori degli imbocchi, i quali servono poi a dirigere il tracciamento interno. Con una livellazione diretta o fatta col sussidio di una triangolazione si potranno determinare le quote dei varii punti così tracciati e quindi la loro altezza sul suolo della galleria. Un rilievo esatto della zona adjacente a quella attraversata occorre quando si preveda la convenienza di penetrare ad una sezione intermedia con gallerie trasversali o con pozzi inclinati, per segnare gli incontri degli assi di questi col suolo e determinarne la distanza e la differenza di livello precise dai punti di essi posti sull'asse della galleria o su una verticale passante per il medesimo.

Per meglio fissare le idee si considereranno alcuni casi particolari.

Si tratti dapprima di una galleria rettilinea di piccola lunghezza e collocata in sito che si possa tutto percorrere. Collocandosi allora in un luogo culminante, che sia all'incirca nella direzione da tracciarsi e dal quale si vedano i segnali posti alle estremità, si cercherà per tentativi un punto nel quale volgendo il cannocchiale di un teodolite da una parte si collimi con uno dei segnali estremi, e si colpisca l'altro volgendolo di mezza circonferenza. Fatto ciò, e movendo il cannocchiale nel senso verticale in caduna delle due direzioni, sarà possibile far segnare quanti punti si vogliono sia sull'asse che sui suoi prolungamenti.

Nel caso in cui il terreno sia percorribile, ma non si possa da nessun luogo collocato nella direzione voluta vedere i segnali estremi, si potrà procedere col seguente metodo per tentativi. Da ciascun estremo si traccia con segnali successivi un allineamento nella direzione supposta dell'altro, finchè vengano o ad incrociarsi o a passarsi vicino l'uno all'altro. Se si incrociano, come nel caso della fig. 1283, in cui AB rappresenta la linea da tracciarsi ed AC e BC i due allineamenti, questi vanno corretti deviandoli ambedue dalla parte dell'angolo ottuso da essi formato; ed è facile anche calcolare di quanto, poichè dal triangolo ABC si ricava

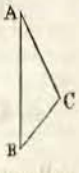


Fig. 1283.

$$\text{sen A} = \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} \text{ sen C} \quad \text{e} \quad \text{sen B} = \frac{\overline{AC}}{\overline{AB}} \text{ sen C.}$$

Le distanze AC e BC si possono approssimativamente misurare. Se i due allineamenti si oltrepassano senza incontrarsi si deviano avvicinandoli. Nel 1° caso dopo uno o due tentativi si avrà l'allineamento esatto; nel 2° sarà forse necessario un numero più grande di essi, a meno che non si possa prolungare l'allineamento che parte da A (fig. 1284) fino ad un punto C da cui si veda B,

e quello che parte da B fino ad un punto D da cui si veda A. Misurando allora l'angolo ACB e la distanza AC, dal triangolo ABC si deduce

$$\operatorname{sen} \widehat{ABC} = \operatorname{sen} C \frac{AC}{AB} \text{ e } \widehat{BAC} = 180 - \left(C + \widehat{ABC}\right);$$

analogamente si determina l'angolo $\widehat{ABD}$. Per il tracciamento degli allineamenti e la misura delle distanze e degli angoli vedasi l'articolo TOPOGRAFIA.

Per le gallerie lunghe questo metodo riesce poco conveniente, tanto più se il terreno è percorribile solo con difficoltà, ed è inapplicabile se il terreno non è affatto accessibile.

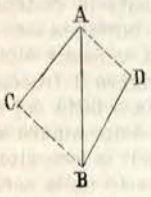


Fig. 1284.

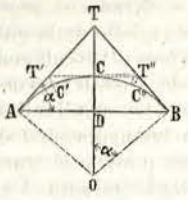


Fig. 1285.

La traccia col terreno della superficie cilindrica verticale passante per l'asse di una galleria curvilinea si potrà segnarla coi metodi che si seguono nei raccordamenti curvilinei degli assi stradali, quando la distanza fra i punti estremi è tenue ed il terreno è facilmente percorribile in tutti i sensi. Siccome però da una estremità non si vede l'altra, tali procedimenti vanno un po' modificati. Si può, per es., tracciare l'allineamento rettilineo passante per i punti estremi e condurre a questo delle perpendicolari di lunghezza preventivamente calcolata in relazione alla distanza del loro piede da una delle estremità. Oppure si segneranno gli allineamenti corrispondenti alle tangenti fino al loro punto d'incontro e se ne segneranno altri perpendicolari ad essi pure calcolati prima. In talune circostanze può riuscire comodo questo sistema. Segnato il punto d'incontro T (fig. 1285) delle tangenti, si conduce per esso la bisettrice $\overline{TO}$ dell'angolo $\widehat{ATB}$, essendo $\overline{AB}$ la congiungente dei punti estremi, e si misura su essa la lunghezza $\overline{TC}$ calcolata colla formola

$$\overline{TC} = \overline{TD} - \overline{DC} = \overline{TD} - \left(\overline{CO} - \overline{DO}\right) =$$

$$\overline{TD} - \overline{AO}\ (1 - \cos\alpha)$$

$$= \overline{AD} \operatorname{tang}\alpha - \overline{AD} \frac{1-\cos\alpha}{\operatorname{sen}\alpha} = \frac{AB}{2} \frac{1-\cos\alpha}{\operatorname{sen}\alpha\cos\alpha}$$

nella quale la lunghezza AB e l'angolo α sono noti. Per C si conduce l'allineamento T'BT'' perpendicolare a TC, e si ripetono pei punti T' e T'' le operazioni fatte per il punto T. Si avrà

$$T'C' = T''C'' = \frac{AC}{2} \frac{1-\cos\frac{\alpha}{2}}{\operatorname{sen}\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2}} = AO \frac{1-\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\alpha}{2}}.$$

I punti C, C' e C'' sono sulla curva da tracciarsi, e nello stesso modo se ne possono segnare altri intermedii.

Se il punto C non potesse ottenersi colla misura diretta a causa di difficoltà nel percorrere il terreno, si potrebbe determinarlo per intersezione. Condotto per T (fig. 1286) un allineamento qualsiasi $\overline{TE}$ per modo che da E si veda il punto C, e la lunghezza $\overline{TE}$ sia misurabile direttamente, si misura l'angolo $\widehat{CTE} = \gamma$ e si calcola quello $\widehat{TEC} = \delta$ colla equazione

$$\frac{\operatorname{sen}(\gamma+\delta)}{\operatorname{sen}\delta} = \frac{TE}{TC}$$

dalla quale si deduce

$$\cot\delta = \frac{1}{\operatorname{sen}\gamma}\left(\frac{TE}{TC} - \cos\gamma\right).$$

Se non fosse possibile di tracciare gli allineamenti $\overline{AT}$ e $\overline{BT}$, ma il punto T fosse accessibile, visibile da A e da B ed a distanza conveniente alla portata del cannocchiale, lo si determinerebbe per intersezione.

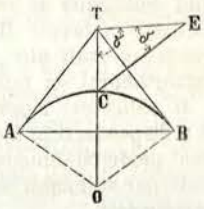


Fig. 1286.

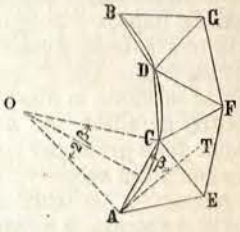


Fig. 1287.

Nei casi più complessi si procede con una triangolazione, di cui alcuni lati formino una poligonale inscritta nella curva, o coincidano coll'allineamento rettilineo soprastante all'asse, in modo che i vertici corrispondenti siano in punti accessibili, e che uno dei lati della triangolazione si possa misurare con esattezza o dedurlo da una rete geodetica preesistente. Così, misurando, per es., AE (fig. 1287) e l'angolo $\widehat{EAC}$ di tal lato con quello $\overline{AC}$, diretto ad un punto C visibile da A e formante colla tangente AT l'angolo β, si calcola AC colla formola

$$\overline{AC} = 2 \cdot \overline{AO} \operatorname{sen}\beta,$$

e quindi il lato CE colla relazione

$$\overline{CE} = \overline{AE}^2 + \overline{AC}^2 - 2 \cdot \overline{AE} \cdot \overline{AC} \cos \cdot \widehat{EAC}.$$

L'angolo in E è dato da

$$\operatorname{tang} E = \frac{\overline{AC} \cdot \operatorname{sen} \widehat{EAC}}{\overline{AE} - \overline{AC} \cos \cdot \widehat{EAC}}.$$

Il punto C si determina per intersezione da A e da E: e la lunghezza AE serve per calcolare nel triangolo successivo ECF, di cui si misurano gli angoli in C ed in E, il lato CF. Postosi in C e diretta una visuale verso D, dove si suppone si trovi un punto della curva, si misura l'angolo $\widehat{DCA}$, da cui si deduce quello $\widehat{AOD}$, poi $\widehat{COD}$ e quindi la lunghezza CD. Misurato poi l'angolo $\widehat{DCF}$ si calcola quello $\widehat{CFD}$ e si determina D per intersezione; e così si procederà in seguito.

Il tracciamento superiore d'una galleria in curva non è necessario che quando occorrano attacchi intermedii per via di pozzi o di gallerie trasversali; in quest'ultimo caso serve a guidare la direzione di queste ed a fornirne la precisa lunghezza. Si determinano le quote e le posizioni dei punti estremi di esse, riferendoli ai lati ed ai vertici della rete.

Ad una triangolazione devesi pure ricorrere nelle gallerie rettilinee molto estese. Con essa si determinano la lunghezza della projezione orizzontale dell'asse, la differenza di livello delle estremità e l'angolo fatto dalla sua direzione con uno o più dei lati della rete topografica. Così si può cominciare l'attacco dalle due estremità nelle direzioni esattamente calcolate e colla stabilita pendenza. Si potranno pure calcolare i lati e gli angoli di altri triangoli aventi i vertici nella direzione dell'asse, e che serviranno a stabilire la posizione di questi sul terreno. Così, per esempio, colla triangolazione A C D E B (figura 1288) si determina quanto più è possibile esattamente la posizione di B rispetto ad A, e gli angoli $\widehat{CAB}$ e $\widehat{ACD}$ con cui si può per intersezione determinare il punto G, se visibile da A e da C, oppure un altro qualsiasi, di cui si potrà calcolare la quota e la distanza da A. E così sarà possibile di servirsi di altri vertici, come C od E, per determinare G od un altro punto qualsiasi della A B.

Non è necessario che le estremità siano vertici della gran rete di triangoli, ma basta ch'esse siano riferite ad uno dei lati di essa, e ciò più generalmente succede.

In modo analogo si segnano sui prolungamenti esterni dell'asse, o delle tangenti alle estremità di esso, almeno due punti per parte, i quali devono servire di base agli allineamenti per il tracciamento interno.

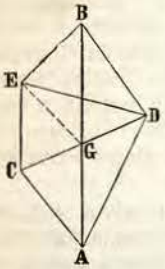


Fig. 1288.

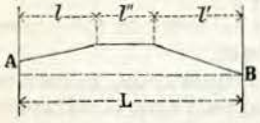


Fig. 1289.

L'andamento altimetrico di una galleria si regola in relazione alle condizioni altimetriche della strada o del canale, tenendo conto delle esigenze della costruzione. Le pendenze non dovranno superare i limiti che si assegnano a tali opere ed anzi sulle ferrovie a forti pendenze si prescrivono sotto alle gallerie limiti un po' minori che all'esterno (V. Ferrovie). Nelle gallerie di piccola lunghezza non vi ha inconveniente che la pendenza sia tutta in un senso, o che l'asse sia affatto orizzontale, purchè in quest'ultimo caso si dia al condotto delle acque una leggera inclinazione verso una od ambedue le estremità. L'unica pendenza è utile nelle ferrovie che risalgono una lunga valle attraversandone i contrafforti che la fiancheggiano. Invece le gallerie lunghe devono presentare una contropendenza saliente in cui i tratti inclinati in senso opposto siano separati da uno orizzontale lungo almeno quanto i convogli più estesi. La maggior pendenza si avrà verso l'estremità più bassa e la parte culminante verso il centro. Essendo A e B (fig. 1289) i punti estremi dell'asse, l ed l' i tratti inclinati, l'' quello orizzontale intermedio, L la lunghezza totale, misurate tutte nel senso orizzontale, p e p' le pendenze verso A e verso B ed H la differenza di livello fra i punti estremi, dovranno essere soddisfatte le relazioni

$$L = l + l'' + l' \quad \text{ed} \quad H \leqq p' l' - p l;$$

da esse si scorge che H non può essere maggiore di un certo limite, il quale si può poi aumentare crescendo il valore del rapporto fra l' ed l.

Sistemi d'attacco. — L'attacco dello scavo non si eseguisce mai sulla intera sezione; esso si inizia su una parte ristretta, detta *galleria d'avanzata*, od *avanzata*, o *cunetta* o *galleria di direzione*, la quale si avanza più o meno innanzi alla parte in cui lo scavo è completo, e viene successivamente allargata, trasformando la sezione primitiva dell'attacco in quella definitiva.

I sistemi d'attacco differiscono fra di loro per la posizione dell'avanzata, per la quantità di cui essa si spinge innanzi alla sezione completa, per i modi con cui si allarga lo scavo e si eseguisce il rivestimento. Le ragioni delle differenze fra i varii sistemi sono parecchie che si riassumono nelle condizioni di celerità, economia, sicurezza e possibilità di esecuzione.

In un terreno di roccia solida si potrebbe procedere innanzi in tutta la sezione, ma allora non si potrebbero disporre al lavoro che i pochi uomini che stanno sulla fronte dell'attacco, ed essi dovrebbero lavorare ad intervalli per dar tempo e spazio allo sgombro dei detriti. Coll'avanzata pochi uomini vi lavorano costantemente ed i detriti vengono esportati da altri che stanno dietro ai primi; l'allargamento si può farlo attaccando lo scavo di fronte e su tutte le pareti dell'avanzata, ciò che permette di occupare maggior numero di operai e di ottenere maggior volume di abbattimento con minor impiego di polvere e di fori da mina. Lo spazio corrispondente all'avanzata può sempre essere tenuto sgombro per il movimento dei veicoli di trasporto.

L'avanzata si spinge innanzi approssimativamente nella direzione voluta ed in essa si segna esattamente la traccia del piano o della superficie cilindrica passante per l'asse della galleria, dalla quale si prendono tutte le misure per regolare l'allargamento e la costruzione dei muri. Anzi in una galleria a molteplici sezioni d'attacco intermedie è sempre conveniente, se ragioni speciali non vi si oppongono, di aprire l'avanzata su tutto lo sviluppo, per poter così accertarsi in tempo utile della corrispondenza dei varii attacchi e rettificare, se occorre, gli errori commessi.

Nei terreni poco resistenti, a misura che si procede nello scavo, devonsi sostenere le pareti ed il cielo in modo da mantenere sgombro lo spazio in cui si hanno da erigere le murature. I sostegni provvisorii devono essere costituiti di pezzi maneggevoli e richiedenti talvolta molta robustezza, ossia grande squadratura. La galleria d'avanzata permette di far uso di pezzi di limitata lunghezza e di accrescere successivamente l'estensione delle puntellature a misura che, allargando lo scavo, se ne riconosce il bisogno.

Nei terreni imbevuti d'acqua l'avanzata, che conviene allora praticare nella parte inferiore e prende il nome di *cunicolo*, serve a raccogliere le acque e dar loro scolo, raggiungendo il duplice vantaggio di togliere alle terre da scavarsi la causa principale della loro mobilità ed incoerenza e della pressione che esercitano sui sostegni, e di sopprimere un ostacolo ed uno stato incomodo e nocivo per la prosecuzione dello scavo, alla parte di esso più importante per mole.

In questi terreni, ogniqualvolta sia possibile, conviene aprire il cunicolo su tutto lo sviluppo dando ad esso inclinazioni discendenti verso gli imbocchi e verso i pozzi o le gallerie sussidiarie. Le acque raccolte nei pozzi, che in tali casi devono essere spinti a qualche metro sotto il suolo della galleria definitiva, vengono elevate per mezzo di trombe od altre macchine idrovore. Ma in terreni eccessivamente cattivi può essere che questo utile provvedimento non possa applicarsi.

Un'avanzata aperta in tutta la lunghezza favorisce la

ventilazione e può far risparmiare i mezzi artificiali ai quali si è talvolta obbligati a ricorrere per permettere il soggiorno nel luogo dove più ferve l'opera dei lavoratori.

Nello scavo delle roccie il lavoro dell'avanzata è più lento e difficile che negli stadii degli allargamenti successivi, quindi dalla celerità di quel primo avanzamento dipende quella del tutto. È perciò in essa che conviene l'impiego dei mezzi che valgono ad accelerarla, come per es. quello della perforazione meccanica.

Fra i numerosi modi d'attacco che vennero seguiti, quelli che si dimostrarono migliori possono essere raggruppati in tre sistemi, detti *in calotta*, a *tutta sezione* ed *in cunetta*.

Nel sistema *in calotta* l'avanzata si pratica sopra al piano orizzontale d'imposta della volta, ossia nella *calotta* dello scavo, nella direzione dell'asse, dando ad essa altezza e larghezza appena sufficienti per il comodo passaggio; si allarga poi successivamente a tutta la calotta, che, se occorre, si riveste colla volta. Si passa in seguito allo scavo della parte inferiore, ossia dello *strozzo*, procedendo o per strati successivi o dal centro alle parti laterali, o dall'una all'altra di queste, od anche dalle parti laterali verso il centro. I piedritti si elevano per sottomurazione. In ultimo si sistema il fondo, costruendo, se necessaria, la volta rovescia.

Nel sistema *a tutta sezione* si procede per anelli di limitata lunghezza in tutta la muratura, e si prepara il luogo per collocarla estendendo lo scavo a tutta l'ampiezza della sezione: esso si sostiene sulla fronte con un piano di puntellature e nelle pareti e nel cielo con travi longitudinali, poste in fuori del contorno esterno dei muri, e sorrette ad una estremità dall'anello di muratura ultimo eseguito e dall'altra dalle puntellature frontali.

Nel sistema *in cunetta* l'avanzata si pratica nella parte inferiore e si allarga in modo da poter elevare la volta rovescia e parte dei piedritti; si passa in seguito all'abbattimento della parte superiore in modo da poter procedere alla continuazione dei piedritti e della volta, oppure prima a questa e poi a quelli.

Nel primo sistema, che conviene nei terreni solidi, le diverse fasi appajono distinte e si succedono l'una all'altra a distanze variabilissime secondo la qualità dei terreni e l'ordinamento dei lavori. Si suole chiamare metodo *belga* quando l'abbattimento dello strozzo comincia dalla parte centrale, praticandovi la *cunetta dello strozzo*, dalla quale si scavano a brevi tratti le parti laterali che vengono sostituite coi piedritti; e dicesi invece *francese*, quando si abbattono prima le parti laterali per far posto ai piedritti e quindi il massiccio che rimane in mezzo. I vantaggi del sistema in calotta sono: possibilità di imprimere grande celerità all'avanzamento, facile ordinamento del servizio di trasporto, sufficienza di legnami di piccola o mediocre lunghezza per puntellature, riparto degli operai delle diverse arti in squadre lontane e quindi minor imbarazzo; convenienza della costruzione immediata della volta che è la parte più necessaria del rivestimento definitivo; possibilità di procedere nelle murature in modo quasi continuo, almeno nel senso longitudinale, ciò che ne favorisce l'addentellamento. Per contro esso presenta gl'inconvenienti proprii della costruzione per sottomurazione dei muri, che si deve applicare ai piedritti, e quello di dover lasciare per molto tempo la volta appoggiata solo al terreno. Esso cessa di essere applicabile quando per la poca consistenza del terreno si debbono avvicinare di troppo le diverse fasi del lavoro.

Al sistema a tutta sezione, che diviene conveniente quando cessa di esserlo il primo, appartengono il *metodo inglese* e quello *austriaco*, i quali differiscono solo nell'ordine dei lavori durante il tempo in cui, ultimato un anello di muratura, si prolunga lo scavo per far posto a quello successivo. Esso presenta parecchi vantaggi: le murature possono essere fatte nel modo più regolare, cioè cominciando dalla volta rovescia e procedendo in seguito ai piedritti ed alla volta; giunti a chiudere un anello, esso acquista tutta la solidità voluta perchè non si deformi; i lavori delle varie specie di arti si fanno successivamente e senza che si arrecchino reciproco imbarazzo. Ma la lunghezza degli anelli è limitata dalla robustezza delle travi che sostengono il cielo e le pareti e che devono essere maneggevoli per lunghezza e per peso; essa non si estese mai al di là di 6 metri. Siccome richiedesi un tempo ragguardevole all'avanzamento dello scavo, passa sempre un certo numero di giorni da un anello di muratura al successivo, e ciò ne rende meno facile il collegamento. Questo inconveniente cresce col peggiorare delle qualità del terreno, ed obbliga a sempre più diminuire la lunghezza degli anelli. Il limite minimo di 3 m. non venne oltrepassato se non in casi eccezionali e per brevi tratti. Si noti che in queste condizioni la pressione laterale può essere tale da far richiedere legnami di grossa squadratura, da costipare fortemente le murature già ultimate, e da produrre l'avvicinamento dei piedritti a misura che si vanno elevando e prima che siano contrastati dalla volta.

Quando cessa di essere applicabile il procedimento a tutta sezione può convenire l'ultimo dei sistemi indicati, il quale fu per la prima volta proposto dall'ingegnere Protche ed applicato nella galleria della Cristina (ferrovia Foggia-Napoli), nella quale però si fu costretti a trattenere i piedritti con robustissimi sbadacchi orizzontali di legno e talvolta con riempimenti di pietre e con archi provvisorii.

Le circostanze del terreno variano talora assai nelle zone successive che si attraversano durante l'esecuzione di una galleria; per cui sovente variano i metodi d'attacco coll'avanzare delle escavazioni. Siccome però ciascun metodo presenta una certa latitudine nella sua applicazione, si cerca di cambiare il meno possibile, decidendosi a ciò fare solo quando se ne riconosca la necessità, dovendosi sempre badare ad evitare disordini e perditempo e contemporaneamente alla economia ed alla sicurezza.

Tracciamento dell'asse nell'interno delle gallerie. — All'origine d'ogni attacco e durante il proseguimento di essi devesi segnare la direzione verso la quale vanno fatti inoltrare e ciò in modo approssimativo per l'avanzata, esatto per la sezione intera. Quando poi si penetra nel suolo per un pozzo o per una galleria sussidiaria devesi ricercare al fondo di queste opere un punto posto sull'asse della galleria, oppure su una verticale passante per l'asse stesso ed in quest'ultimo caso va determinata esattamente la differenza di livello fra tal punto e detto asse; quindi occorre di stabilire la direzione di detto asse.

Se il tracciato della galleria è rettilineo, il tracciamento dell'asse non presenta alcuna difficoltà. Avendo segnati sul terreno il punto in cui l'asse lo incontra ed un altro in fuori, si traguarda nella direzione di due fili a piombo che vi corrispondono e si segna così il punto di partenza dell'asse dell'avanzata e la direzione dello scavo, e successivamente si segneranno altri punti presso la fronte dell'attacco e sul fondo della galleria compiuta.

Dall'interno e fino ad un certo punto riuscirà agevole di collocarsi con un filo a piombo nella direzione di due altri di cui uno sia all'imbocco e l'altro fuori. In seguito si

collimerà su due fili posti nell'interno e tali che, essendo chiaramente distinguibili, siano alla massima distanza fra di loro. Di tanto in tanto si procederà alla verifica mirando col cannocchiale di un teodolite, posto esattamente sul prolungamento esterno dell'asse, prima ad uno dei segnali superiori al suolo, e poi nell'interno, dopo abbassato il cannocchiale in un piano verticale, e servendosi di fili a piombo ai quali sia sospesa una lanterna. Questo stesso mezzo può servire per il prolungamento del tracciato provvisorio quando si è di tanto internati che non siano più visibili i piombini ordinarii.

Mediante tacche incise o dipinte sulle soglie o sugli architravi dei telai dell'avanzata o sulle travi del rivestimento si conserva traccia della direzione dell'asse.

Il tracciamento dell'asse, quando il tracciato sia circolare, si basa su calcoli preventivi dipendenti dalla curvatura di esso, la quale si tiene appunto generalmente circolare per renderli più agevoli. I procedimenti di calcolo e di tracciamento possono essere diversi.

Suppongasi ad esempio che la curvatura cominci in un punto B (fig. 1290), che può essere l'estremità od un punto intermedio dell'asse. Saranno noti il raggio della curva e la direzione della tangente $\overline{AB}$. Si scavi l'avanzata nella direzione della tangente, o meglio deviandola di poco dalla parte della concavità, quindi si porti sul prolungamento di $\overline{AB}$ una lunghezza $\overline{BC}$ arbitraria ed in C si innalzi, collo squadro o con un triangolo di corda, la perpendicolare $\overline{CD}$ a tal retta, portando su questa la lunghezza $\overline{CD}$ calcolata in relazione a $\overline{BC}$ in modo che il punto D appartenga alla curva.

Evidentemente, indicando con R il raggio della curva e con α l'angolo $\widehat{BOD}$ si hanno le relazioni

$$\alpha = \text{arc. sen}\frac{\overline{BC}}{R} \quad \text{e} \quad \overline{CD} = R(1-\cos\alpha).$$

Si diriga in seguito l'avanzata nella direzione $\overline{BD}$, si porti una lunghezza $\overline{DE}$ pure arbitraria e si innalzi in DE la perpendicolare $\overline{EF}$ calcolata in relazione a $\overline{DE}$ in modo che il punto F si trovi sulla curva. Conviene fare in modo che sia

$$\overline{DF} = \overline{BD} = 2R \text{ sen}\frac{\alpha}{2}$$

e quindi $\widehat{DOF} = \alpha$ e per conseguenza

$$DE = \overline{DF} \cdot \cos\widehat{FDE} = \overline{BD}\cos\alpha \quad \text{ed} \quad EF = \overline{BD}\,\text{sen}\,\alpha.$$

Del resto si può portare su $\overline{DE}$ anche una lunghezza qualsiasi e dedurre EF dalle relazioni

$$\overline{DE} = \overline{DF}\cos\widehat{FDE}$$

$$\overline{EF} = \overline{DF}\,\text{sen}\,\widehat{FDE} \quad \text{e} \quad DF = 2R\,\text{sen}\left(\widehat{FDE} - \frac{\alpha}{2}\right).$$

Si sostituisce il valore di $\overline{DF}$ dato dall'ultima equazione nelle altre due e ricavato l'angolo $\widehat{EDF}$ dalla prima lo si sostituisce nella seconda per avere il valore di $\overline{EF}$. Oppure, preso arbitrariamente l'angolo $\widehat{FDE}$, si calcola $\overline{DF}$ e quindi i valori di $\overline{DE}$ ed $\overline{EF}$.

Basterà in seguito prolungare il lato $\overline{DF}$ di una quantità eguale a DE, e condurre all'estremità la perpendicolare lunga EF, e così successivamente.

Occorrendo fra i punti B e D si può segnare quello di mezzo G (fig. 1291) dell'arco, osservando che si ha

$$HG = R\left(1-\cos\frac{\alpha}{2}\right);$$

e nello stesso modo si può trovare il punto di mezzo di qualunque arco di cui già si abbiano gli estremi.

Con uno strumento che dia gli angoli, come per es. un goniometro, si può eseguire il tracciamento in modo da evitare meglio gli spostamenti repentini delle pareti dell'avanzata. Si traguardi nella direzione BA (fig. 1292) e quindi in quella BD per la parte mobile del goniometro, in modo da formare l'angolo $\widehat{CBD} = \frac{\alpha}{2}$, e dirigendo l'avanzata nella direzione BD si porti la lunghezza $\overline{BD} = 2R\,\text{sen}\frac{\alpha}{2}$. Poi col goniometro in D si formi l'angolo $\widehat{BDF} = 180 - \alpha$, e si porti sulla DF la lunghezza $DF = BD$, e così di seguito.

Queste stesse operazioni ripetute nella parte allargata, dove si possono abbracciare archi di maggiore ampiezza, impiegando un teodolite, serviranno a stabilire il tracciamento definitivo, sul quale si deve sempre basare il prolungamento anche provvisorio.

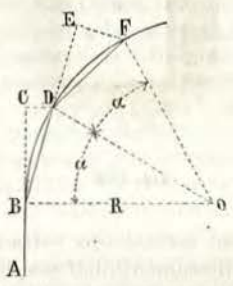


Fig. 1290

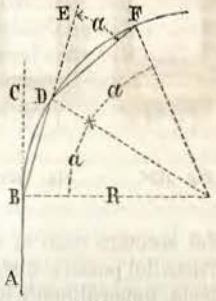


Fig. 1292.

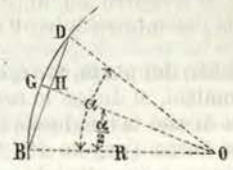


Fig. 1291

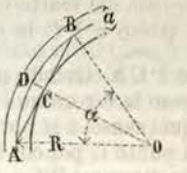


Fig. 1293.

In una galleria in curva di larghezza a e di raggio R, il massimo arco di asse per il quale da una estremità si possa vedere l'altra, corrisponde all'angolo α dato dalla relazione (fig. 1293).

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{OC}{AO} = \frac{OD - CD}{AO} = \frac{R - \frac{a}{2}}{R} = 1 - \frac{a}{2R},$$

e la lunghezza della corda da $l = 2R\,\text{sen}\frac{\alpha}{2}$. Così, per esempio, per R = 300 m. ed a = 5 m. si trova $\alpha = 20°.56'$ ed l = 54.54 m.

I pozzi possono essere disposti col loro asse passante per quello della galleria oppure di fianco. Nel primo caso, giunti alla voluta profondità, determinata esattamente in funzione della quota del terreno naturale e di quella dell'asse della galleria, si tende sulla sommità del pozzo una funicella, o si colloca un travicello, nella direzione dell'allineamento, e ad essi si sospendono due piombini, quanto è più possibile lontani, i quali danno la direzione precisa dei due attacchi. Con segni fatti alla parte inferiore del rivestimento si conserva traccia della posizione di quei fili a piombo.



Fig. 1294.

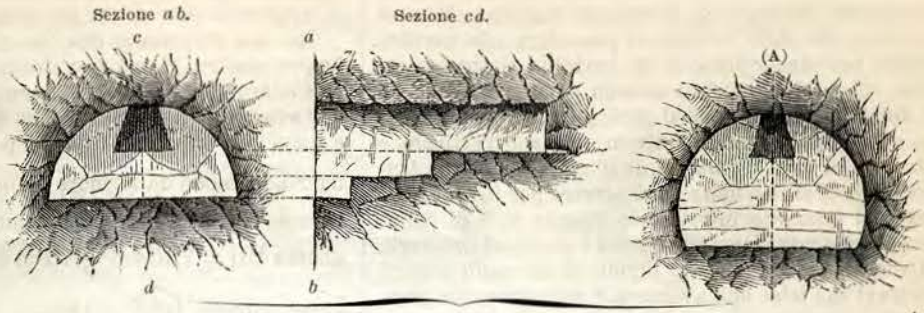


Fig. 1295.



Fig. 1296.



Fig. 1297.

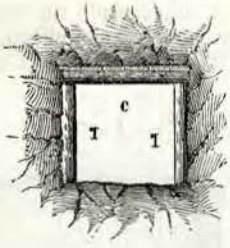


Fig. 1298.

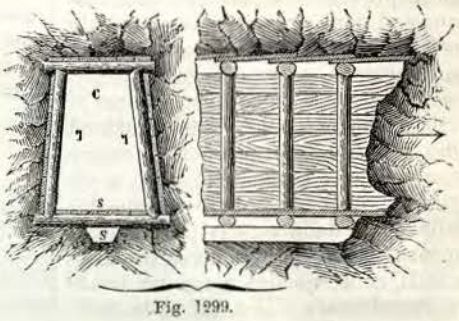


Fig. 1299.



Fig. 1300.

Nel secondo caso si segna sul terreno una retta che dall'asse del pozzo si diriga all'allineamento dell'asse della galleria, generalmente in senso perpendicolare a quest'ultimo, e di tal retta si misura esattamente la lunghezza o direttamente o indirettamente. Essendo A B (fig. 1294) la direzione del tratto di galleria, P il centro dell'imbocco del pozzo e P C la trasversale, si misura pure l'angolo $\widehat{PCA}$. Quindi, giunti al fondo del pozzo, si traccia in esso la direzione P C coi piombini, si dirige lo scavo in quel senso, e si porta sull'asse di esso la lunghezza PC. Dal punto C poi col teodolite si forma l'angolo P C A e nelle direzioni C A e C B si dirigono i due attacchi.

Se ad una sezione intermedia d'attacco si giunge con una galleria sussidiaria non si ha che da portare sull'asse di questa la distanza determinata prima fra il suo punto d'incontro col terreno naturale, e l'asse della galleria definitiva, tenendo conto della pendenza, ed in modo analogo si procede quando si sia fatto uso di un pozzo inclinato, solo che in questo caso è meno facile di evitare errori.

L'inclinazione dell'asse delle gallerie si regola, in base al progetto, per mezzo di un teodolite. Nei pozzi inclinati si può ottenerla dapprima con qualche mezzo più grossolano, rettificandola però di tanto in tanto e prima di collocare i rivestimenti definitivi.

Particolari di esecuzione delle gallerie in roccia solida non richiedente rivestimento. — Lo scavo di una galleria in roccia solida non presenta altre difficoltà che quelle dovute alla durezza, ossia impiego di tempo e consumo di polvere e di utensili per le mine maggiori che negli altri terreni. Non vi lavorano che i minatori ed i manovali destinati allo sgombro. Si pratica l'avanzata (fig. 1295) in calotta e col cielo che corrisponda a quello definitivo, dando ad essa sezione quadrata di m. 2 di lato circa, o trapezia colla base maggiore in basso, coll'intaccare dapprima la roccia alla parte inferiore con un taglio, detto *puntata*, profondo 1 m. circa, che si scava col piccone o colla punteruola, e quindi praticando pochi fori da mina in prossimità del cielo e lungo le pareti laterali.

Spinta innanzi l'avanzata per non meno di 6 m., ma sovente molto di più, si comincia il lavoro d'ingrandimento col quale si scopre maggiore ampiezza di cielo, ed in seguito si estende lo scavo a tutta la calotta o *corona*. Rimane a scavarsi lo strozzo, e questo si fa con successivi *sbancamenti* (come appare dalla fig. 1295 (A), che rappresenta una sezione successiva a quella *ab*) o praticando una cunetta centrale ed allargandola poi.

L'avanzata costituisce il lavoro più lungo e difficile, il quale perciò dev'essere pagato a prezzo più elevato del rimanente; conviene quindi ridurne le dimensioni al minimo possibile per lavorarvi e collocarvi un piccolo binario per i veicoli in cui si trasportano i detriti. Gli stadii successivi possono seguirsi a brevi od a grandi distanze; quella di 6 m. è la minima che permetta il lavoro contemporaneo degli operai addetti alle varie squadre. Se i tratti corrispondenti ad ogni stadio sono molto lunghi, il lavoro delle varie squadre può essere indipendente, giacchè è possibile di far scoppiare le mine sulla fronte d'attacco di ciascuna sezione senza pericolo delle squadre applicate ad altre. Quando invece i diversi stadii si succedono a piccola distanza è necessario che si facciano brillare contemporaneamente tutte le mine, evacuando in quel tempo tutta la zona del lavoro.

Sul modo di dirigere i fori da mina per ottenere massimo effetto col minimo consumo di materia esplodente vedasi l'articolo Mine.

Talvolta senza passare per i due primi stadii si scava su tutta l'ampiezza della calotta, che prende allora il nome di *corona d'avanzamento*.

Particolari di esecuzione di gallerie nelle roccie o terreni sodi, che richiedono rivestimento. — Il sistema che si segue generalmente è quello *in calotta*. Siccome la volta dev'essere edificata per la prima ed i piedritti si elevano poi per sottomurazione, così, per diminuire la portata di quella, si usa di limitare lo scavo in calotta al piano orizzontale passante per gli spigoli

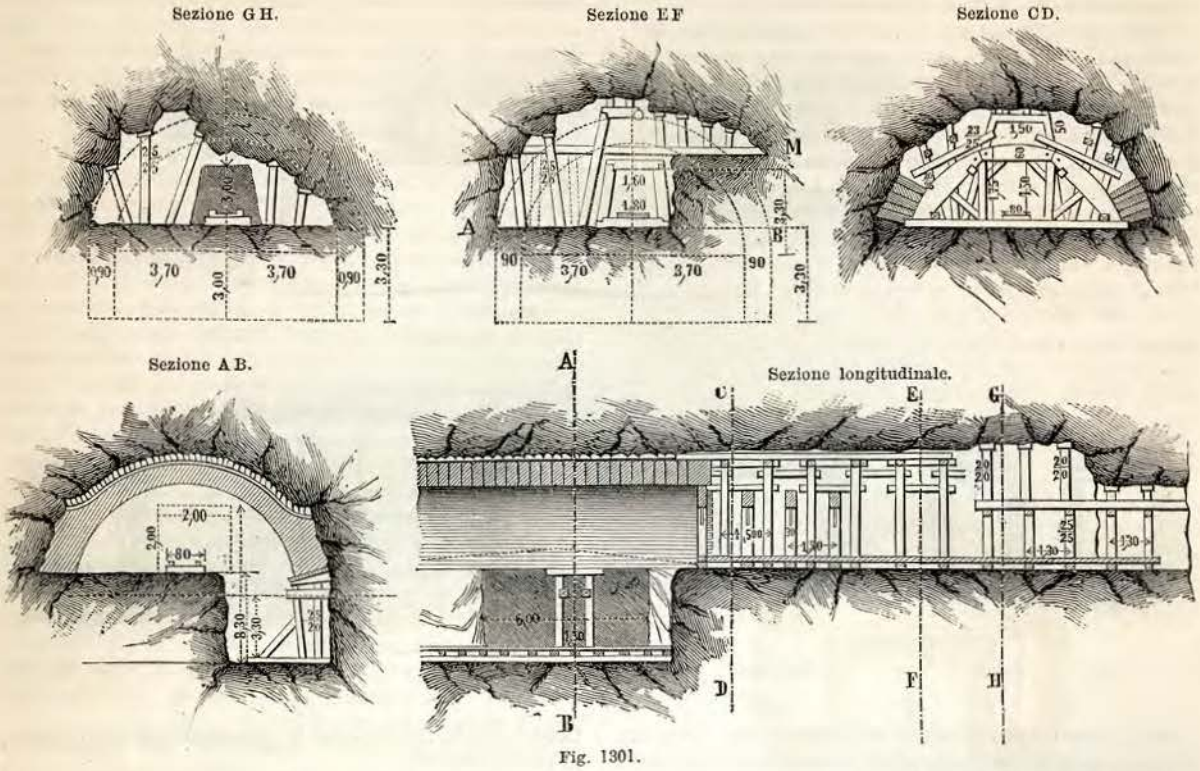


Fig. 1301.

d'intradosso dei letti sui quali non avviene scorrimento dei materiali. In tal modo le parti inferiori della volta si possono fare per sottomurazione senza l'impiego di centine. Per mantenere poi la continuità dei binarii in tutto il tratto che precede l'affondamento sotto tal piano, si suole aprire l'avanzata col fondo dello scavo ad 1 m. circa sul piano orizzontale delle imposte. Se essa non può sostenersi si arma o con puntelli (figure 1296 e 1297) o con telai ognuno dei quali può essere formato solo di due *ritti* o *stipiti* e di un *architrave* o *cappello c* (fig. 1298) oppure ancora da una *soglia s* (fig. 1299). Incontrandosi acqua si scava sul fondo una piccola cunetta che si ricopre con tavole collocate sulle soglie dei telai (fig. 1299) oppure su traverse fissate agli stipiti dei telai (fig. 1300) o sostenute da riseghe praticate nella roccia (fig. 1296). Le dimensioni del vano nelle gallerie d'avanzata variano ordinariamente fra m. 1.80 e 2.50 d'altezza, e fra m. 1.50 e 2.50 di larghezza. Adottando la larghezza minima in alto si inclinano alquanto i ritti in fuori verso il loro piede. La squadratura dei varii pezzi dei telai sta in genere fra m. 0.15 e m. 0.20, e la distanza di essi fra m. 1.30 ed 1.60. Occorrendo, fra un telajo e l'altro si appoggiano tavole a sostegno delle terre, distanti od a contatto, secondo che all'atto dell'impiego si troverà necessario. Ai telai di legno se ne sostituirono talvolta di ghisa o di ferro, costituiti di diversi pezzi che si uniscono fra di loro per mezzo di viti o chiavarde.

Dall'avanzata si passa allo scavo della corona allargandola senza approfondirla in modo da far posto alla parte superiore della volta. Se la roccia è abbastanza consistente occorrerà solo di puntellarla isolatamente, come appare dalla fig. 1301 (sez. G H), altrimenti richiedesi la formazione di armature più robuste, come sarebbe, ad esempio, quella rappresentata dalla sez. E F. I puntelli e le armature si collocano in piani distanti in media m. 1.50 l'uno dall'altro e si collegano con qualche travicello o corrente nel senso longitudinale. Nell'intervallo fra essi si collocano in opera le centine, le quali potranno essere formate con tavole in doppio strato, sulle quali si forma il manto (sez. C D e longitudinale). Le estremità laterali del fondo dello scavo già fatto si saranno intagliate a piani inclinati, e su questi si elevano successivamente i corsi della volta, togliendo di mano in mano le puntellature del cielo, distendendovi sopra la cappa e lasciando all'estremità di essa l'addentellato per collegarla col tratto successivo. In tutta questa parte del lavoro i veicoli con cui si trasportano i materiali scavati scorrono su un binario provvisorio, generalmente a piccolo scartamento, e sono spinti a braccia d'uomini.

Cominciando lo scavo dello strozzo da uno dei lati, come si vede nella fig. 1301 (sez. A B) quel binario viene deviato collocandolo sulla parte tuttora intatta, mentre si colloca un binario a scartamento normale nella parte già affondata. Questa si abbatte fino al piano verticale passante per lo spigolo d'intradosso del letto d'imposta provvisoria della volta. Sotto a questa, per far posto ai piedritti, si scava ad intervalli di lunghezza più o meno grande secondo la consistenza del terreno, puntellando provvisoriamente la muratura fino a che, elevati i piedritti ed i corsi inferiori della volta, essa venga da questi definitivamente sostenuta. Vengono così formati diversi pilastri isolati, nei quali si avrà avuto la cura di lasciare gli occorrenti addentellati per connettervi la muratura intermedia fra essi, dopo aver tolta la parte di terreno che si era prima lasciata. In modo analogo si procede alla murazione della parte opposta e non rimane poi altro a fare che a sistemare il fondo.

Trattandosi di terreni che non si sostengano a scarpa ripida conviene meglio di procedere allo scavo dello strozzo per mezzo di una cunetta centrale e di partire poi da questa con scavi trasversali fatti ad intervalli e

spinti fino all'esterno dei piedritti ed elevando questi nello stesso modo indicato prima.

Venne talvolta seguìto il procedimento contrario al precedente consistente nello scavare nello strozzo due cunette laterali (fig. 1302) atte a contenere i piedritti, collo spazio interno necessario per gli operai, e nello elevare le murature di quelli e delle parti inferiori della volta prima di abbattere il massiccio centrale dello strozzo. Questo metodo presenta sul precedente qualche vantaggio quando si tema che la volta fatta possa cedere e deformarsi e che i sostegni di terra su cui si appoggia non siano sicuri, perchè in tal modo è possibile di sostenere la volta con puntelli e sbadacchi, oppure colle centine stesse della sua armatura che si mantengono appoggiate sul massiccio centrale. Ha però l'inconveniente che nello spazio ristretto dei due scavi laterali riesce imbarazzante il servizio di trasporto ed inoltre che si hanno due scavi in sezione ristretta, e quindi incomoda e costosa, invece di un solo.

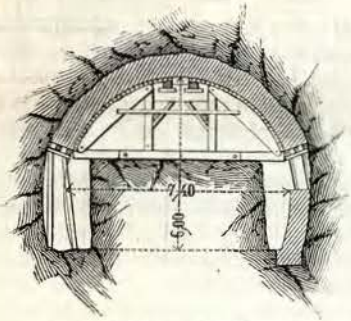


Fig. 1302 — Scala di 1:250.

L'inconveniente del cedimento della volta durante l'abbattimento dello strozzo si può evitarlo od attenuarlo, comunque questo stadio del lavoro si sviluppi, servendosi per l'armatura della volta di centine robuste a catena e sostenendo questa con puntelli verticali o posti a guisa di saettoni, fino a che siano compiute le murature inferiori. In condizioni meno sfavorevoli si può pure ricorrere a sbadacchi orizzontali, cacciati a forza fra due tavole collocate per lungo contro all'intradosso della parte inferiore della volta, i quali, a misura che viene tolto ad essi l'appoggio del suolo, dovranno, se occorre, essere sostenuti con puntelli (fig. 1303).

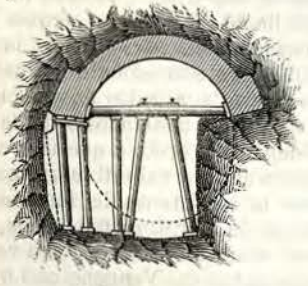


Fig 1303 — Scala di 1:250.

Il sistema in calotta è suscettibile di grande varietà nella sua applicazione, sia in ciò che riguarda la lunghezza dei tratti in cui si svolgono i diversi stadii, sia nella distanza e complicazione delle armature provvisorie occorrenti a sostegno del terreno e della volta. Tuttavia, quanto più diminuiscono quelle lunghezze e distanze ed aumenta la mole delle armature, tanto più si moltiplica l'imbarazzo fino a che può divenire impossibile la prosecuzione del lavoro a causa del concentramento in piccolo spazio di minatori o zappatori, manovali, falegnami e muratori e dei materiali da essi maneggiati. Si è allora costretti ad abbandonare questo sistema, che in circostanze favorevoli è il più spedito, per ricorrere ad altri che lo sono meno in genere, ma divengono allora più convenienti.

PARTICOLARI DI ESECUZIONE DELLE GALLERIE, IN TERRENO SFORNITO DI RESISTENZA ED UMIDO, COL SISTEMA DETTO A TUTTA SEZIONE. — I terreni nei quali l'esecuzione d'una galleria si presenta sotto l'aspetto più sfavorevole sono quelli che, per la presenza dell'acqua, si rammolliscono, rigonfiano, premono contro i rivestimenti provvisorii ed i definitivi, si avanzano dove vengono intagliati, movendosi in grandi masse verso il sito interrotto dallo scavo. Le sabbie così dette *bollenti* sono meno perniciose, perchè, dando scolo alle acque che le attraversano, possono ancora presentare una discreta resistenza. La grande cedevolezza del suolo, e quindi l'ingente pressione ch'esso sviluppa, talvolta si palesa durante l'escavazione, altre volte dopo un intervallo di tempo più o meno lungo; per cui le difficoltà maggiori del lavoro non si presentano sempre in pari circostanze, e da ciò derivano le varietà che si riscontrano nelle applicazioni dei sistemi adatti ai terreni cattivi, le quali, l'ingegnere che dirige il lavoro, deve saper regolare appunto a seconda dei bisogni.

I particolari d'esecuzione del sistema a tutta sezione o per anelli col metodo inglese risultano dalla fig. 1304 e dagli schiarimenti che seguono.

Suppongasi ultimato un anello di muratura e lo scavo limitato da un piano normale all'asse della galleria, aderente all'estremità della parte già rivestita ed armato con un sistema di puntellature robuste disposte nel modo che apparirà in seguito, e vogliasi procedere al prolungamento dello scavo per far posto ad un nuovo anello. Si procederà in questo dividendolo in zone orizzontali alte da m. 1 a 2, aprendo prima la superiore e poi successivamente le altre dall'alto al basso, avvertendo però di spingere innanzi di qualche metro un cunicolo alla parte inferiore, armato di telai e di tavole, per raccogliervi le acque, se non si è potuto, come sarebbe utile di poter fare, aprire il cunicolo preventivamente su tutta la lunghezza della galleria, collegando con esso i varii attacchi. Lo scavo dev'essere esteso a tale ampiezza che il vano rimanente fra le parti componenti il rivestimento provvisorio possa contenere tutte le opere in muratura, e, se occorre, di tanto più in fuori, quanto si reputerà necessario, perchè, venendo esso a cedere sotto l'azione delle pressioni esterne durante il tempo della sua esecuzione e di quella delle murature, queste possano sempre trovare il loro posto.

Cominciando adunque dalla zona superiore si pratica un intaglio nella direzione dell'asse, largo appena tanto da dar passaggio ad un uomo, fino alla distanza massima a cui si potrà giungere, compresa però fra i limiti di 3 e di 6 metri, salvo circostanze straordinarie per cui si dovesse ritenerla minore, ed alla estremità di esso si colloca su un pezzo di tavola un puntello p inclinato, provvisorio, sul quale si appoggia l'estremità anteriore di una *longarina* L, di cui la posteriore si appoggia sopra alla volta. Le pareti dell'intaglio, occorrendo, si sostengono con tavole sbadacchiate. Si passa poi a praticare un secondo intaglio laterale al primo ed a collocare un altro puntello e relativa longarina, e così di seguito, intagliando dall'una e dall'altra parte dell'asse in modo simmetrico. Sulle longarine si dispongono pezzi di tavole trasversali, altre se ne collocano fra i puntelli

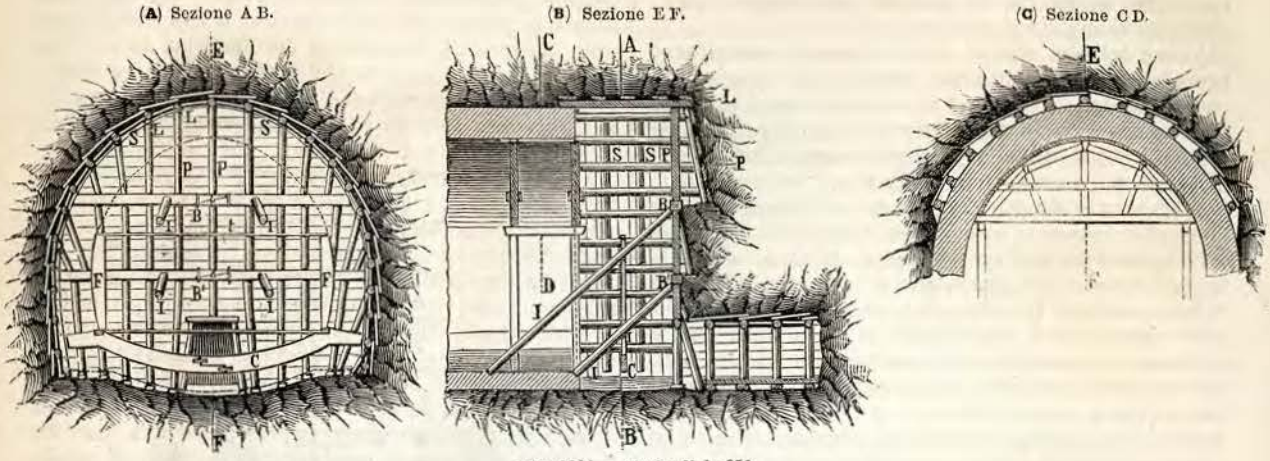


Fig. 1304 — Scala di 1 : 250.

per contenere la fronte dello scavo, e fra le longarine si forzano sbadacchi *s*, allineati in piani normali all'asse, affinchè si contrastino fra di loro. Per tal modo sarà libera tutta la zona superiore. Sul fondo piano di questa e presso ai puntelli si adagia la banchina B, formata, se si reputa conveniente, di due pezzi uniti che si uniscono sul sito con giuntura rinforzata da briglie di ferro, e su essa si collocano i puntelli verticali definitivi P a sostegno delle longarine.

Ultimato l'armamento della zona superiore, si passa alla sottostante, scavandola nello stesso ordine della prima, colla sola differenza che non si collocheranno le longarine che sui puntelli estremi, i quali corrispondono alle pareti dello scavo. Gli altri, disposti inclinati, valgono a sostenere provvisoriamente la banchina B e, per mezzo di tavole, il fronte dello scavo. Si colloca allora la seconda banchina B', sotto a quella B, e su essa si stabiliscono i puntelli verticali definitivi sorreggenti la banchina superiore. In modo analogo si abbattono e si armano le zone inferiori, fino all'ultima nella quale i puntelli appoggeranno direttamente sul suolo ridotto alla forma conveniente perchè serva di appoggio alla muratura dell'arco rovescio. Generalmente si troverà necessario di opporsi alla spinta del terreno sul fronte che tende a rovesciarne l'armatura. A ciò serviranno puntelli inclinati I, che, fissati colla estremità superiore alle banchine, verranno colle inferiori ad appoggiare sull'arco rovescio dell'ultimo anello.

Giunti a questo punto si stabilisce una o due centine C per l'arco rovescio, sostenendole alle estremità, e si forma questa parte della muratura; poi s'innalzano le forme di tavole F, contro le quali si modellano le pareti interne dei piedritti e l'intradosso delle parti inferiori della vôlta, e che, posando sulle centine C, sono collegate fra di loro alla sommità da un tirante *t*. Le armature della vôlta si appoggiano poi o sulla muratura già elevata o su ritti di legno, stabiliti sull'arco rovescio (sez. C D). Si elevano quindi successivamente i corsi della vôlta, disimpegnando di mano in mano le longarine e gli sbadacchi, valendosi delle parti già fatte come appoggio dei puntelli dei legnami che immediatamente succedono, e stendendo la cappa sulla vôlta a misura che si eleva.

Si avrà l'avvertenza di lasciare in tutte le murature l'addentellato per il raccordamento all'anello successivo.

Col peggiorare delle qualità del terreno si è costretti a dare sempre minore lunghezza agli anelli ed a sacrificare maggior quantità di legname, che poi non è più possibile di disimpegnare. Si avrà l'avvertenza di lasciare le due o tre ultime armature d'ogni anello a posto durante il prolungamento dello scavo, per premunirsi contro il calo della vôlta, mentre le malte non hanno ancora fatto presa completa, tanto più che su essa viene a gravitare, per mezzo delle longarine, gran parte della pressione sopportata da queste.

Nel metodo d'attacco in tutta sezione detto austriaco, si procede bensì allo scavo occorrente per tutto un anello di muratura, ma l'ordine della esecuzione dello scavo e delle murature e la composizione dell'armatura è diverso da quello precedentemente descritto. Gli scavi si spingono nella lunghezza totale dell'anello intaccando successivamente i tratti rappresentati con numeri romani crescenti nella fig. 1305. I particolari della esecuzione, suscettibili di qualche varietà, risultano dalla fig. 1306 e dai seguenti schiarimenti.



Fig. 1305.

Dal fronte d'attacco, al quale giunge l'ultimo anello di muratura, si spinge innanzi la piccola galleria I (sezione A B) avente il fondo su quello dello scavo definitivo, larghezza di m. 2 a 2.50, e sostenuta con robusti telai formati da una soglia *s*, due stipiti S, ed un cappello C squadrato, sporgente fuori dagli stipiti e intagliato ivi a metà legno perchè si possa poi prolungarlo. L'altezza interna dei telai dev'essere tale che, collocando un binario sopra traverse *t* fissate agli stipiti, esso sia all'altezza del binario definitivo e sopra ad esso vi sia ancora uno spazio libero alto circa m. 2. I varii telai vengono sbadacchiati fra di loro nel senso longitudinale, e, se occorre, fra essi e le terre si collocano tavole. Questa piccola galleria s'inoltra fino ad oltrepassare di 2 o 3 telai la lunghezza dell'anello che si vuol fare.

La seconda operazione consiste nello scavare in sommità la piccola galleria II (sez. A B), sostenendola con ritti *r* coperti da cappelli *c*, sporgenti alquanto in fuori dei ritti e colla faccia inferiore più alta dell'estradosso della vòlta. Questo secondo attacco si spinge per tutta la lunghezza dell'anello.

Si passa in seguito ad abbattere la parte di terreno III interposta fra le due piccole gallerie, ed a misura che si procede innanzi si sostituiscono ai ritti *r*, altri più lunghi R (sez. C D), i quali vengono ad appoggiarsi sulla trave C che si rinforza coi puntelli *p*, posti di fianco agli stipiti S e sul prolungamento dei ritti R. Si rinforza l'alto cavalletto così formato cogli sbadacchi, puntelli e saette *a*, *b* e *c* e colla trave o fusto *d*; e si connettono gli uni agli altri cogli sbadacchi longitudinali superiori *l*

(sez. MN), e colle travi squadrate pure longitudinali L, destinate in seguito a portare le catene delle centine. Su piccole traverse appoggiate ai cappelli C si collocano tavole nel senso longitudinale formanti un'impalcatura, che comunica con una rampa inclinata col suolo della galleria finita. Le materie scavate vengono gettate, per mezzo di piccole tramoggie attraversanti tale tavolato, in veicoli posti sul binario sottostante.

Si scavano in seguito le parti laterali IV sopra al piano orizzontale passante per la faccia inferiore dei pezzi *d*, si collocano i puntoni *e*, i fusti orizzontali *f* e le saette *g*, le quali vengono ad appoggiarsi su altri ritti V collocati di fianco a quelli R e sopra agli stipiti S. Allargando lo scavo nelle parti V, VI, VII e VIII (sez. CD ed EF), si collocano successivamente i saettoni *i*, i puntoni *m*, i fusti *n*, i prolungamenti *o* dei cappelli C, ecc., nel modo che appare dalla sez. EF, nella quale le parti del rivestimento in legno già tolte dallo scompartimento VIII furono rappresentate con linee sottili. Longarine *x*, *y*, *z*... servono di appoggio ai puntoni e sono sostenute dagli altri pezzi trasversali.

Per tal modo è compiutò lo scavo e si può passare alle murature. Si dispongono perciò i tavolati *q*, contro i quali si elevano i successivi corsi di muratura, normali all'intradosso della vôlta rovescia ed alle pareti interne dei piedritti. A misura che essa si eleva, si tolgono i pezzi delle armature provvisorie, sostenendo i superiori con puntelli collocati sulle murature stesse. Giunti all'altezza in cui è massima la larghezza interna della sezione, si collocano le centine e le tavole o travicelli del manto su cui si eleva la vôlta (sez. GH). Le catene delle centine sono sostenute dalle travi L ed alle estremità da mensole sporgenti dai piedritti o da puntelli.

A misura che si chiude la vôlta si tolgono le parti dei cavalletti centrali superiori ai cappelli C. Le travi longitudinali L che sorreggono le catene delle armature vengono sostenute provvisoriamente da puntelli *v* (sezione MN), collocati su traverse stabilite sulle due parti inferiori di muratura, per poter togliere i telai fatti per primi e lasciar libero il posto per la chiusura della vôlta rovescia, la quale si compie dopo aver tolti pure i tavolati *q*.

Compiuta anche quest'ultima parte della muratura, si mantengono ancora alcune delle armature della vôlta, sostenute con mensole o con puntelli alle estremità, e si ricomincia lo scavo per un altro anello.

La differenza essenziale fra il metodo inglese e l'austriaco di sistema d'attacco in tutta sezione consiste principalmente in ciò che, mentre nel primo tutta la parte scavata è sostenuta dal piano frontale di puntelli e dalle longarine, nel secondo lo è da una serie di armature piane di cui la robustezza e la complicazione è suscettibile di molta varietà a seconda della diversa qualità del terreno. Nel sistema inglese si hanno a maneggiare lunghe travi, le quali, appunto perchè lunghe e gravate di pesi trasversali, vanno in pari tempo molto grosse e sono quindi poco maneggevoli; nell'altro invece tutti i pezzi sono di limitata lunghezza e, siccome soggetti a sforzi longitudinali, non occorre che le loro dimensioni siano tanto ragguardevoli. I pezzi longitudinali servono nell'ultimo metodo solo come sbadacchi, giacchè le tavole si appoggiano sui puntoni.

Ne avviene che il metodo austriaco permette di dare agli anelli di muratura lunghezza conveniente perchè non siano troppo frequenti le unioni di tratti elevati ad epoche diverse. Lo scavo può spingersi innanzi alla muratura fino a m. 15. Esso però esige quantità di legname più grande che il metodo inglese, ed ha l'incon-

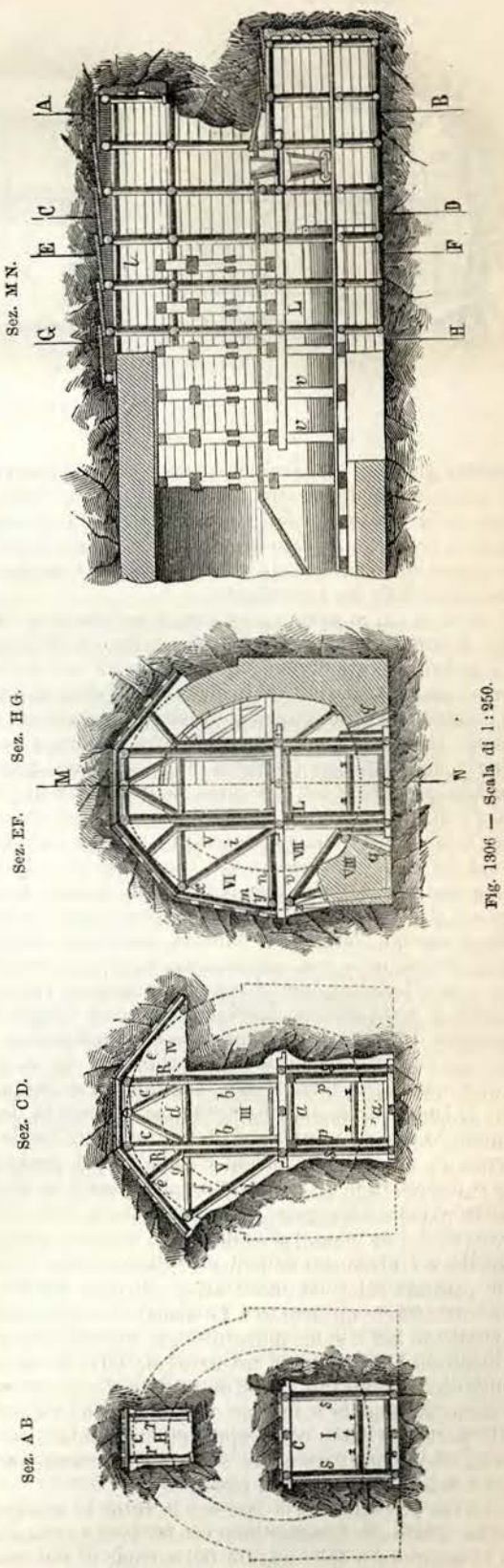


Fig. 1306 — Scala di 1:250.

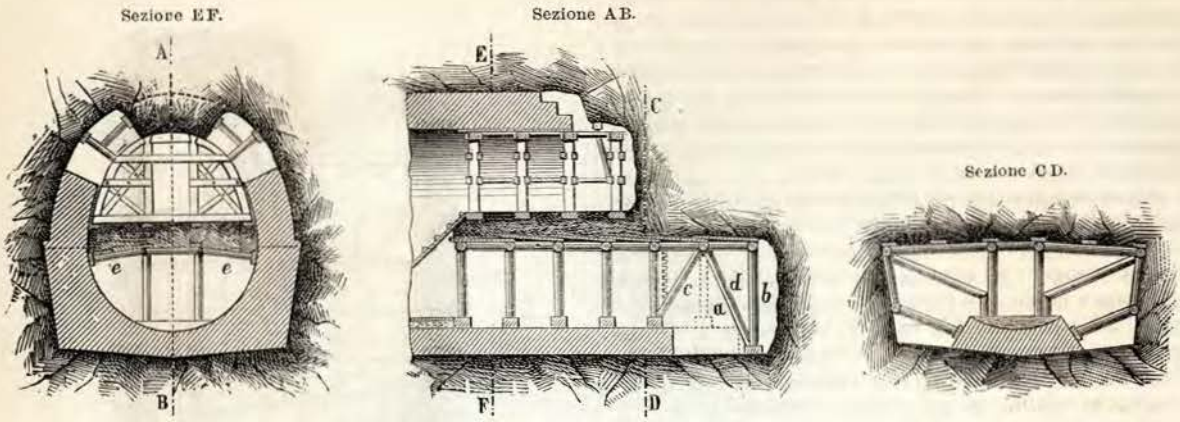


Fig. 1307 — Scala di 1 : 250.

veniente grave di lasciare per qualche tempo i piedritti nel pericolo di poter essere spinti l'uno contro l'altro a causa della esecuzione fatta per ultima della chiusura dell'arco rovescio. Ad esso si può rimediare solo in parte per mezzo di robusti sbadacchi collocati fra i tavolati *q* e nell'intervallo fra i cavalletti.

PARTICOLARI DI ESECUZIONE DELLE GALLERIE IN TERRENI ECCESSIVAMENTE CATTIVI COL SISTEMA IN CUNETTA. — I metodi esposti divengono inapplicabili nei terreni eccessivamente cattivi. Così in alcuni punti della galleria del Semmering si dovettero collocare le intelajature del metodo austriaco quasi a contatto fra di loro, e nella galleria della Cristina (ferrovia Foggia-Napoli) non fu possibile procedere oltre, a causa della rottura di puntelli di oltre a m. 0.40 di squadratura, al rovesciamento delle intelajature, allo spostamento e rottura delle murature dei piedritti e delle volte, benchè grosse m. 1.50, prima che si giungesse alla chiusura di queste. È appunto in quest'ultima galleria che si applicò per la prima volta il sistema d'attacco in cunetta, anch'esso suscettibile di varietà nella sua applicazione, ma che ha per proprietà caratteristica, che lo rende vantaggioso rispetto a quello in tutta sezione, di frapporre minor tempo fra l'apertura dello scavo e l'esecuzione delle murature.

La fig. 1307 rappresenta il procedimento che si può seguire quando il terreno non sia tale da sviluppare tutta la sua potenza distruttrice immediatamente dopo eseguito lo scavo. A partire dalla muratura ultimata si attacca la galleria d'avanzata o cunetta col fondo su quello definitivo dello scavo, collocando due telai di cui il primo *a* (sez. A B) subito dopo la muratura della vôlta rovescia ed il secondo *b* più innanzi. Si sostiene quindi il cappello del primo telajo con puntelli inclinati *c* e *d*, i primi appoggiati sulla muratura e gli altri contro la soglia del telajo *b*. Si può così proseguire l'arco rovescio fin contro ai puntelli *d* (sulla figura si è segnato punteggiato questo prolungamento). Su esso si collocano ancora i puntelli verticali, più brevi dei precedenti formanti il telajo *a*, appoggiandoli però su una soglia tagliata sotto a forma di curva per non danneggiare la muratura recente (sez. C D). Si allarga allora lo scavo, sostenendo le terre con puntoni e saette appoggiate sui fianchi della muratura, e ciò fino a che si abbia il posto per i piedritti. Elevati questi, si sbadacchiano coi puntoni *e* (sez. E F) che vengono a contrastare contro ai cappelli dei telai.

Si intraprende poi lo scavo della parte superiore cominciando dal centro verso i fianchi, in modo da poter collocare una robusta centina a m. 1.50 dalla precedente, sulla quale, fino a metà della sua grossezza, giungono le tavole del manto del tratto precedente e la muratura della vôlta. Si lasciano sempre almeno tre centine in piedi sotto la vôlta già costruita, e le varie centine vengono sbadacchiate fra di loro. Disposte le tavole sull'ultima e sulla precedente centina, si scava lateralmente in modo da scoprire i piedritti, si elevano questi e successivamente i varii letti della vôlta, sostenendo di mano in mano le terre che si abbattono, per far loro posto, con puntelli provvisorii, come appare dalla sezione E F. Da ultimo si abbatte il terreno rimasto fra lo scavo inferiore ed il superiore, puntellando però la catena dell'ultima centina collocata.

Per tal modo la muratura s'inoltra a piccoli tratti di m. 1.50 circa, e colla parte inferiore sempre innanzi alla superiore.

Questo procedimento può essere modificato in modo da dare ai successivi anelli di muratura maggiore lunghezza (figura 1308). A tale scopo sopra ai telai della cunetta si collocano longarine, le quali si spingono innanzi, a misura che questa s'inoltra, in modo che vadano a ricoprire parecchi telai nella parte di essa non ancora rivestita di arco rovescio (sez. A B a destra). Si allarga lo scavo sostenendone il cielo con altre longarine che si fanno scorrere sopra ai puntoni inclinati, che, puntando contro ai cappelli dei telai sovrapposti all'arco rovescio, si appoggiano contro alle parti inferiori dei piedritti (sez. A B a sinistra). Il fronte dello scavo viene sostenuto da sbadacchi appoggiati all'estremità anteriore dei piedritti stessi (sez. M N).

Dopo ciò tutta la parte inferiore è scavata e sostenuta da longarine, poste in un piano orizzontale, e su altre due leggermente inclinate lateralmente, le quali sono portate da cavalletti poligonali fatti dai cappelli dei telai centrali e dai puntoni che vi si appoggiano, dove è fatta la muratura, e da quelli e da puntelli collocati sugli accennati sbadacchi al di là. Si comincia allora a sostituire ai ritti dei telai, che stanno sul suolo innanzi all'arco rovescio, dei puntelli inclinati nel senso longitudinale, di cui alcuni appoggianti col piede sull'arco rovescio (sez. M N), altri sul fronte dello scavo e si fa posto al prolungamento dell'arco rovescio, sul quale vengono a posare coll'intermezzo di soglie intagliate sotto a curva, i ritti definitivi dei telai centrali (sez. C D). In seguito si estendono lateralmente le murature e si elevano i piedritti, togliendo successivamente gli sbadacchi, e collocando, per sostenere le longarine, puntoni inclinati, appoggianti sui cappelli dei telai centrali e sulle ultime murature fatte (sez. E F).

Ultimata così la parte inferiore dello scavo e della muratura, si passa alla superiore. Se però si teme che le parti dei piedritti già eseguite possano essere spinte in dentro, e se, ad impedire questo effetto, non bastano robusti sbadacchi collocati a tale altezza da non interrompere il passaggio dentro ai telai che costituiscono l'accesso al cunicolo, si metteranno robuste tavole contro le faccie esterne dei ritti di tali telai e si riempiranno di pietre gli intervalli fra questi tavolati e le murature (sez. EF).

L'avanzamento della parte superiore si compie seguendo l'ordine del sistema d'attacco in tutta sezione col metodo austriaco. Però le intelajature possono qui essere formate a guisa di ventagli con puntelli appoggiati su una banchina centrale collocata su uno strato di terra lasciato sulle longarine inferiori, oppure direttamente su queste, le quali allora si ricoprono con un tavolato, attraverso a cui per mezzo di tramoggie si versano le terre nei veicoli scorrevoli sul binario sottoposto e diretto al cunicolo (sez. EF ed MN). Il fronte dell'attacco potrà essere trattenuto da sbadacchi appoggiati alla parte posteriore contro la vôlta. Le varie intelajature vengono sbadacchiate in alto, ed in ciascuna di esse i puntelli che le costituiscono sono pure sbadacchiati l'uno contro l'altro.

Disposte le centine fra le intelajature, colle catene appoggiate sulle longarine formanti il cielo dello scavo inferiore (sez. MN), si passa alla costruzione della vôlta, togliendo i puntelli di mano in mano che imbarazzano la collocazione dei corsi successivi di muratura.

Nella stessa galleria della Cristina avvenne talvolta che l'azione del terreno fosse così improvvisa e potente da non permettere l'avanzamento nè coll'uno nè coll'altro dei metodi d'attacco in cunetta; ma si giunse a modificare il sistema in modo, bensì penosissimo e lentissimo, ma tale che permise la riuscita. Il metodo seguìto si può dire in cunetta con arco provvisorio, e consiste delle seguenti operazioni.

1° Scavo di un cunicolo per la lunghezza di circa 3 m., armato di longarine appoggianti per l'estremità posteriore sull'arco provvisorio precedente e per l'anteriore su un cappello sorretto da 4 ritti; a questo cunicolo si diede all'incirca m. 2. 50 di altezza per 3 di larghezza collocandone la soglia in corrispondenza al punto infimo dell'intradosso dell'arco rovescio.

2° Allargamento in tutti i sensi del cunicolo, in modo da far posto all'arco rovescio, sostenendo lo scavo con longarine, puntelli formanti cavalletti, sbadacchi puntanti contro le murature già eseguite e sul fronte d'attacco ed altri trasversali.

3° Prolungamento dell'arco rovescio sul quale venivano ad appoggiarsi ritti sostenenti le longarine ed i puntelli dei fianchi, posti a sostegno laterale delle terre.

4° Allargamento dello scavo per far posto alle parti inferiori dei piedritti.

5° Murazione dei piedritti e dell'arco provvisorio, dopo aver collocate sull'arco rovescio le centine. All'arco provvisorio si dava grossezza fra m. 0. 75 ed 1. 20, e la distanza fra l'intradosso alla chiave di esso ed il punto più basso della concavità sottostante fra m. 2. 20 e 2. 40. La fig. 1309 rappresenta una sezione trasversale fatta, a sinistra, dove si sta elevando l'arco provvisorio, ed a destra, dove esso è compiuto, ma ancora armato.

Il periodo di scavo in calotta si compieva poi nel modo indicato precedentemente colla sola avvertenza ch'esso si teneva alquanto indietro dall'attacco inferiore per dar tempo alla muratura dell'arco provvisorio di consolidarsi.

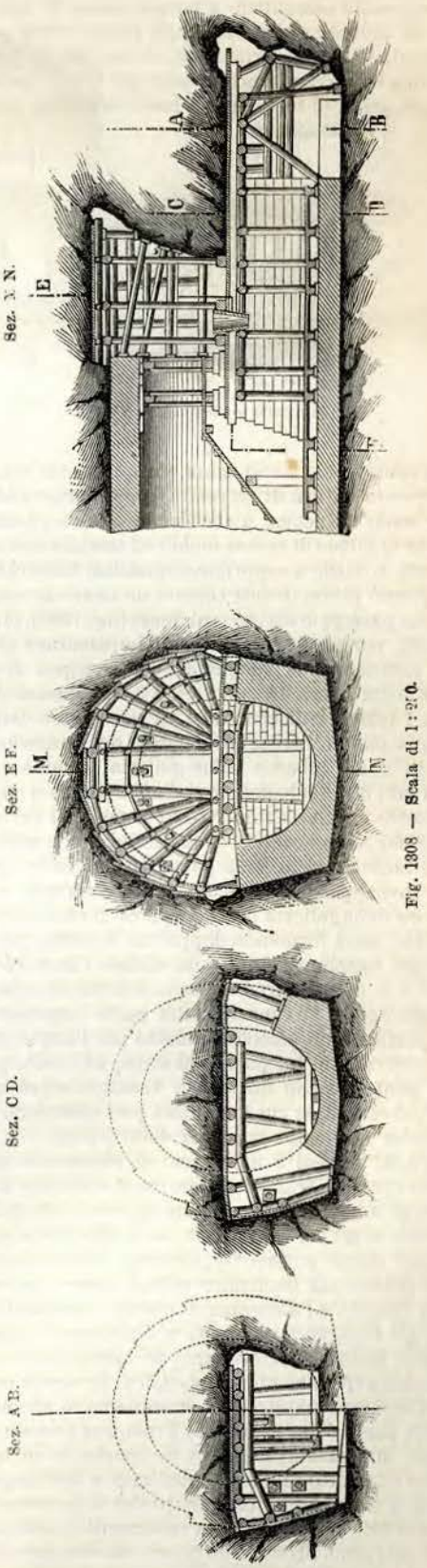


Fig. 1308 — Scala di 1 : 200.

Non occorre notare che in tutte queste opere si richiedono malte cementizie a pronta presa. È principalmente in vicinanza allo sbocco dei pozzi o delle gallerie trasversali in quella principale, dove, per la maggior estensione di terreno smosso, sono più facili i cedimenti di ampie masse di terra, che il metodo ultimo descritto trovò utile applicazione.

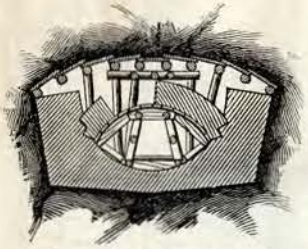


Fig. 1309 — Scala di 1 : 250.

Esecuzione delle gallerie nelle sabbie bollenti. — In questa natura di terreno importa principalmente di dar scolo all'acqua, giacchè con questa operazione, cessando le sabbie di essere mobili ed essendo esse incompressibili, si viene a sopprimere qualsiasi difficoltà. Conviene perciò prima di tutto aprire un cunicolo armato di telai, con passaggio elevato sul fondo (fig. 1296), rivestito di tavole, per modo che sotto all'impalcatura si abbia spazio sufficiente per l'acqua di scolo, e sopra di essa si abbia altezza libera fra m. 1. 80 e 2 e larghezza di m. 1 a 1. 25. I telai si collocano ad 1 m. circa l'uno dall'altro, e l'acqua che si raccoglie al fondo del cunicolo viene condotta o all'imbocco della galleria, o nelle gallerie trasversali, o al fondo dei pozzi d'attacco, che si spingono allora sotto al suolo definitivo, od ai pozzetti dai quali si estraggono con macchine, o, se possibile, con sifoni.

Allontanata così in gran parte l'acqua dallo strato di sabbia sovrapposto al cunicolo, si può attaccare la parte superiore della galleria procedendo col metodo ordinario in calotta, ossia formando dapprima la volta, poi i piedritti per sottomurazione e da ultimo l'arco rovescio, oppure la volta poi l'arco rovescio e da ultimo i piedritti. Però nell'aprire l'avanzata della parte superiore conviene praticare un piccolo condotto per l'acqua che può ancora trovarsi in tal parte del suolo, ed è utile poi che i vari puntelli siano disposti a ventagli sopra a banchine trasversali, la cui lunghezza può estendersi ad $^1/_5$ circa della larghezza massima dello scavo.

In questi terreni è necessario di abbondare nel numero dei canaletti trasversali con cui si scaricano le acque delle terre adiacenti nel condotto di scolo della galleria.

Metodi speciali d'attacco. — Nelle prime gallerie fatte per canali e ferrovie, innanzi che l'esperienza avesse potuto far formulare norme sicure per assicurare la riuscita e l'economia di queste importanti opere d'arte, gli ingegneri chiamati a dirigerne l'esecuzione seguirono metodi svariatissimi, dei quali alcuni potrebbero tuttora trovare utili applicazioni in condizioni speciali ad essi favorevoli; se ne esamineranno alcuni.

In una parte della galleria di Tronquoy (canale di San Quintino in Francia) lo scavo fu aperto in un terreno cretaceo che sotto l'influenza dell'aria e dell'acqua non tardava a franare con cedimenti che si manifestavano alla superficie del suolo con avvallamenti in cui le acque si accumulavano. Si cominciò perciò col riempire di terra di riporto la parte affondata, disponendola a forma convessa per dare scolo all'acqua in fuori del terreno da attraversarsi.

Si aprirono due gallerie A in legno in corrispondenza ai piedritti (fig. 1310), di larghezza sufficiente per contenere le murature e gli operai. Si edificarono le parti inferiori dei piedritti, riempiendo di mano in mano di terra i vani fra essi e le pareti esterne dello scavo, e togliendo le parti del rivestimento di legno. Praticate in seguito altre due piccole gallerie B, si procedette al prolungamento dei piedritti ed alla costruzione delle parti inferiori della volta; nello stesso modo si prolungò la muratura della volta con altre gallerie D praticate sopra ed in dentro delle precedenti. Partendo dalle gallerie D se ne aprirono successivamente altre trasversali E, in corrispondenza alle quali il suolo veniva intagliato colla forma che si voleva dare all'intradosso della volta, la quale veniva edificata per archi successivi. Dopo un tempo abbastanza lungo per essere certi che le malte avessero fatta presa, si scavava poi tutta la terra rimasta fra le murature.

Questo metodo ha il grave inconveniente che tutto il lavoro si compie in spazio ristrettissimo, e che si presta malissimo ai trasporti, ma potrebbe forse trovare conveniente applicazione quando le dimensioni dello scavo fossero notevolmente maggiori delle ordinarie.

Scala di 1 : 250.

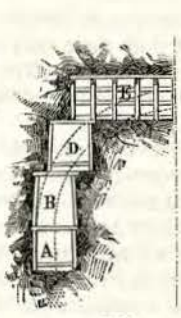


Fig. 1310.

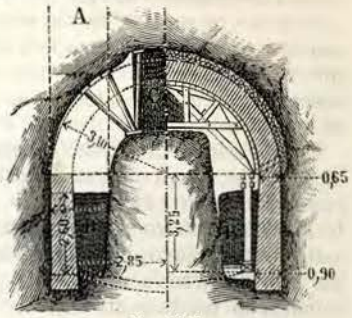


Fig. 1311.

Nella galleria di Pouilly (canale di Borgogna), lunga m. 3330, il terreno non si elevava che di 55 metri sul suo cielo. Si praticarono 32 pozzi disposti in due file di 16 caduna in corrispondenza ai piedritti fino alla base di questi, e con essi si formarono, su tutta la lunghezza del sotterraneo, due gallerie alte m. 2. 60 e larghe 2 m. colle quali si rettificò il tracciamento. A partire da queste gallerie e per mezzo di altre ascendenti si giunse a formarne una terza in corrispondenza alla chiave della volta. Da questa si cominciò l'allargamento per tratti di m. 3 di lunghezza, intercalati con altri che si lasciavano intatti, e ciò fino a scoprire il cielo delle due gallerie basse, nelle quali già si erano elevati i piedritti. Lo scavo si sosteneva con puntelli provvisorii ai quali si sostituivano poi le centine. Fatti quei tratti di volta si abbattevano le terre fra essi interposte e si collegavano quelli con altri, in modo da compiere la volta. In ultimo si passava all'abbattimento del massiccio centrale dello strozzo, ed alla costruzione di un sottile arco rovescio. La figura 1311 rappresenta a sinistra la sezione trasversale di uno dei tratti in cui si allargava la galleria superiore per far posto alla volta, ed a destra la stessa sezione a volta già ultimata, colle armature di essa. In A è punteggiata la posizione di uno dei pozzi, in B sono segnate le gallerie inferiori, in C la superiore.

In modo analogo vennero costruite due gallerie per la strada ordinaria da Chieri a Castelnuovo d'Asti, colla forma di sezione rappresentata nella fig. 1312 (sez. 4ª), aventi lunghezze di 71 e di 125 m., in terreno costituito da

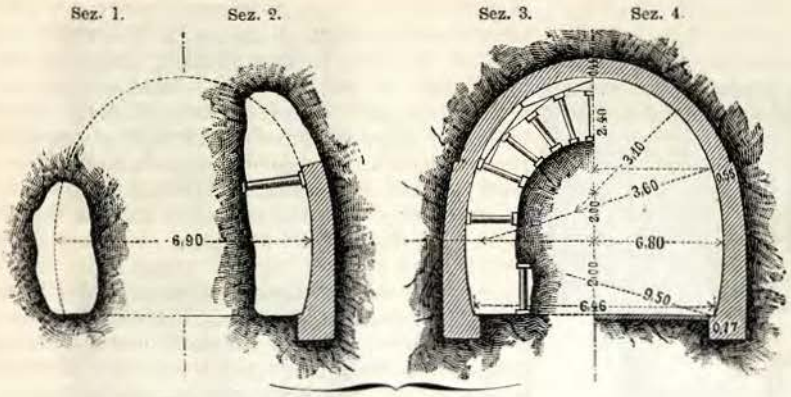


Fig. 1312 — Scala di 1 . 200.

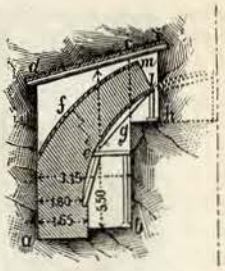


Fig. 1313.

sola sabbia. Si cominciò colle scavare due piccole gallerie (sez. 1ª) corrispondenti alle parti inferiori dei piedritti, e quindi si prolungarono in alto in modo da potervi edificare i piedritti fino all'altezza di m. 4 (sez. 2ª). Si passò in seguito allo scavo di un'avanzata alla parte superiore, ed all'allargamento di essa per tratti successivi di m, 2, fino ad unirsi agli scavi laterali; dopo ciò, collocate le centine sostenute da puntelli appoggiati al massicio interno, si formava un anello di volta (sez. 3ª). Da ultimo si scavava la parte centrale e si sistemava il piano stradale (sez. 4ª).

La galleria di Chalifert (canale di Meaux e Chalifert in Francia), lunga appena m. 290. 55, è ragguardevole a causa della sua larghezza di m. 9 (fig. 1279), e dell'altezza di m. 7. 60 fra il fondo della via d'acqua e la chiave della volta. Il lavoro venne diviso in due parti, una superiore alla strada alzaja e l'altra inferiore. Per la esecuzione della prima parte l'ordine delle operazioni fu il seguente. 1° Apertura di due gallerie parallele *abcd* (fig. 1313) larghe m. 3. 15 ed alte in media 5. 50, colle pareti interne distanti fra loro di m. 5. 90 e destinate a contenere i piedritti e le parti inferiori della volta. Il trasporto delle terre veniva fatto nello spazio largo m. 1. 20 rimanente fra i piedritti e le terre, e riusciva piuttosto incomodo. 2° Murazione dei piedritti, a cominciare da 30 m. dal fronte d'attacco, fino alla spezzata *ef*. 3° Allargamento dello scavo per il tratto *cghi*, collocazione delle centine *el*, e murazione dei tratti *efml* di volta. 4° Scavo di gallerie trasversali larghe m. 2 ed esecuzione di archi successivi per la chiusura della volta. 5° Scavo del massiccio dello strozzo fino a livello della strada alzaja.

Per lo scavo della parte inferiore si aprirono dal fondo della superiore due cunette laterali, dalle quali con intagli trasversali si procedette in sottomurazione al prolungamento dei piedritti, ed alla muratura sotto alla strada alzaja, però solo con pilastri grossi metri 1. 65 e lunghi m. 2. 00 chiusi verso l'interno da cortine grosse m. 0. 60 e lunghe m. 3. In seguito si scavò il terreno in mezzo fino al fondo definitivo.

Questo sistema d'attacco ha diversi inconvenienti, come: la costruzione di due avanzate, l'indipendenza di esse, per cui non era possibile di verificarne la distanza, le vie di trasporto ristrette ed occupate da terrajuoli e muratori, il trasbordo reiterato delle terre, l'impiego delle centine laterali difficili a sostenersi, l'esecuzione delle volte in condizioni disagevoli. Anch'esso però, purchè convenientemente modificato, potrebbe adattarsi all'apertura di gallerie a grande sezione.

Questa galleria, rovinata in parte pochi anni dopo l'esecuzione, diede occasione a lavori di ricostruzioni notevoli, dei quali si tratterà più innanzi.

Pozzi per attacchi delle gallerie. — Esecuzione di pozzi con rivestimento di legno. I pozzi destinati ad ottenere attacchi di gallerie intermedii fra gli estremi sono quasi sempre verticali e colle pareti rivestite di legnami o di muratura secondo che s'intende di chiuderli ad opera compiuta, o di lasciarli aperti per servirsene alla ventilazione del sotterraneo. Ai pozzi rivestiti di legname si assegna sezione quadrata o rettangolare, perchè più adatte alla forma dritta delle travi o dei travicelli che ne costituiscono i telai; colla prima si ha massima resistenza a parità di area di sezione, colla seconda si può rendere minima questa sezione, giacchè ordinariamente per i varii servizi è sufficiente sia grande una delle dimensioni orizzontali. Ai pozzi rivestiti di muratura si dà invece sezione circolare od ovale; la prima è quella che, a parità di grossezza nel rivestimento, presenta massima resistenza alla spinta del terreno laterale; la seconda permette di rendere minimo il volume di scavo. Adottando quest'ultima forma in un terreno esercitante pressione ragguardevole, può convenire di accrescere gradatamente od in modo discontinuo la grossezza del rivestimento, dalle estremità della sezione, dove il raggio di curvatura è minimo, ai fianchi, dove esso è massimo. A questo rivestimento, salvo casi eccezionali, si assegna grossezza fra m. 0. 25 e 0. 40.

Anche per i rivestimenti dei pozzi venne talvolta adottata la struttura metallica o quella mista di legno e di metalli, formandoli o con tubi di lamiera o con anelli di ghisa sovrapposti, oppure con telai di ghisa di forma poligonale o circolare sostenenti un tavolato.

I pozzi possono essere disposti o col loro asse passante per quello della galleria, od in fuori di questa a distanza fra gli assi, che dipende dalla grandezza del pozzo e della galleria, ma che nelle circostanze ordinarie varia fra 9 ed 11 m. Alla prima disposizione, che diminuisce il lavoro totale di scavo ed il quantitativo di materiali e rende più agevole l'ordinamento dei trasporti, si ricorre a preferenza quando il terreno sia solido. La seconda invece conviene nei terreni molli ed umidi, specialmente quando tali pozzi debbono poi rimanere aperti per funzionare come canne di ventilazione. Nel primo caso si adotta generalmente la struttura in legno, talvolta quella in muratura, ma solo fino al cielo della galleria; nel secondo si impiegano più frequentemente i rivestimenti murali. Le condizioni locali influiscono sulla scelta fra i due sistemi.

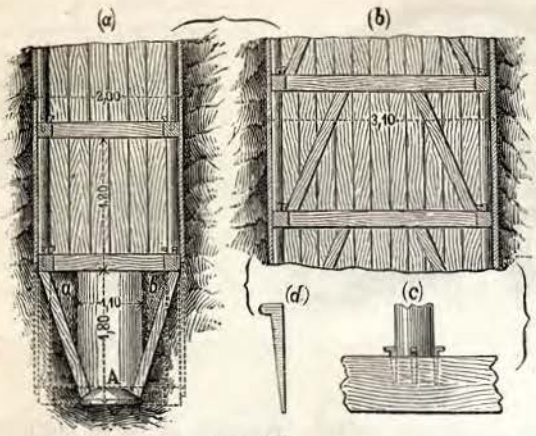


Fig. 1314.

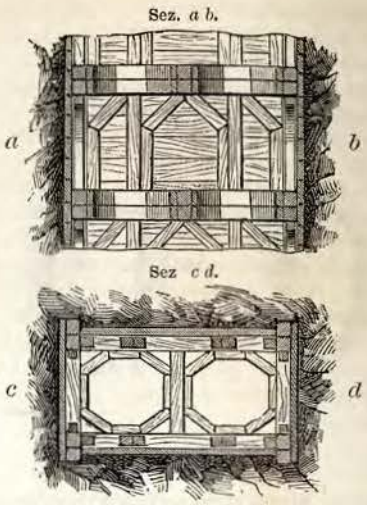


Fig. 1315 — Scala di 1 : 250.

I rivestimenti di legno sono costituiti da *quadri* o telai orizzontali distanti tra di loro, e da tavole o tavoloni, posti fra quelli e le terre. Le dimensioni dei quadri, la distanza ed il reciproco collegamento dipendono dall'ampiezza della sezione libera e dalla resistenza del suolo. Per pozzi di piccole dimensioni si seguono procedimenti facili permessi dalla tenue grandezza dei lati dei telai; per la loro forma e per i mezzi di esecuzione vedansi gli articoli MINE e MINIERE. Quelli d'attacco delle gallerie richiedono legnami di grossa squadratura e lunghi e quindi mezzi di esecuzione diversi. Essi vengono generalmente scompartiti in 2 o 3 scompartimenti per mezzo di tavolati appoggiati a membri con cui si suddividono i telai e che servono a rinforzare i lati più lunghi di questi contro le spinte orizzontali. Due di tali scompartimenti sono, in genere, destinati al movimento dei recipienti con cui si sollevano i materiali; per evitare urti si divide la parte in cui essi ascendono da quella in cui discendono. Il movimento degli operai può farsi per essi, ma è meglio si faccia per un terzo scompartimento nel quale si possono pure collocare i tubi per il servizio di esaurimento d'acqua e per quello di ventilazione.

Il metodo di esecuzione dello scavo e rivestimento più generalmente seguìto è il seguente.

Scavato il suolo per tutta l'ampiezza necessaria per contenere il rivestimento e fino alla profondità a cui si può giungere mantenendone le pareti verticali, ma però raramente a più di 2 m., si colloca sul fondo spianato un telajo, mettendone dapprima due lati opposti e quindi gli altri due connessi ai primi a metà legno, e si drizzano le tavole o tavoloni, introducendone le estremità inferiori fra i telai e le terre, ma in modo che giungano a poco più della metà della grossezza di quelli. Poi si dispongono negli angoli ritti di pari altezza, sulle cui sommità si forma un secondo telajo, che viene a trovarsi colla sua faccia superiore a livello del suolo. Così è armato il primo tratto e si può passare al secondo. Cominciasi perciò a scavare un pozzetto centrale a pareti ripide, fino alla profondità alla quale si vuole collocare un secondo telajo, cioè fra m. 1.50 e 2. Se il terreno è solido assai si allarga lo scavo fino alla parete interna dei telai, poi si praticano intagli verticali sotto a questi destinati a contenere puntelli provvisorii per sorreggere il telajo fino a che, allargato completamente lo scavo, si possano disporre un nuovo telajo, le tavole o tavoloni ed i ritti negli angoli, compiendo così il secondo tratto.

Nei terreni poco resistenti dal pozzetto centrale si scavano intagli a piano inclinato (fig. 1314 *a*) fin sotto al telajo, a due a due simmetrici, e destinati a contenere puntelli inclinati, che si appoggiano dalla parte inferiore su una piattaforma tronco-conica A di legno, collocata prima sul fondo del pozzetto. Ultimato lo scavo, si opera come per i terreni sodi. Se occorre si sostengono provvisoriamente le pareti con tavole sbadacchiate.

Se si teme che i soli ritti negli angoli non siano sufficienti, se ne collocano altri intermedii o si rinforzano con saette (fig. 1314 *b*) i lati lunghi dei telai. Se si temono spinte che possano produrre incurvamento dei lati nel senso orizzontale, si sbadacchiano questi con pezzi disposti normalmente ai lati lunghi e se occorre anche con altri diagonali (fig. 1315), in modo però che non imbarazzino il servizio di sollevamento delle terre. Per facilitare la collocazione dei ritti e per fissarli sui telai, si praticano preventivamente in questi dei fori nei quali si introducono poi delle caviglie od arpioni di ferro (fig. 1314 *c* e *d*).

I tavoloni di un tratto possono essere collocati sul prolungamento di quelli superiori, ma nei terreni molto cedevoli può convenire quest'altro procedimento con cui essi vengono utilizzati a sostenere successivamente le terre a misura che si affonda lo scavo. Fatto il pozzetto e collocati i puntelli inclinati a sostegno del telajo ultimo posato, si introducono fra questo e le tavole del tratto superiore le estremità inferiori delle tavole del nuovo tratto, le quali vengono tenute in alto lontane dalle pareti rivestite con zeppe di legno. Si allarga lo scavo dall'alto al basso e successivamente si abbassano a colpi di mazza le tavole ad una ad una: occorrendo, le estremità inferiori si trattengono contro la spinta delle terre, finchè sono libere, con un telajo provvisorio.

Attraverso le pareti dello scavo sovente trapelano acque in quantità più o meno abbondante. Perchè esse non imbarazzino i lavoratori, si mantiene sul fondo dello scavo un pozzetto, posto nel sito più opportuno, dal quale l'acqua viene estratta con recipienti, oppure per mezzo di trombe. Questi pozzetti possono essere rivestiti con tubi di lamiera o di ghisa traforati.

Le dimensioni che più generalmente si adottano per i pozzi a rivestimento di legno sono da m. 4 a 4. 50 per il lato maggiore e da m. 2. 25 a 3 per il minore.

ESECUZIONE DEI POZZI CON RIVESTIMENTO DI MURATURA. — I metodi di esecuzione dello scavo e del rive-

stimento di muratura possono riferirsi a due tipi distinti, cioè al metodo detto *a tamburo* ed a quello per *sottomurazione*. Col primo la muratura viene eseguita sopra al suolo e si prolunga a misura che, scavando sotto alla medesima, essa si affonda. Col secondo invece si procede per anelli, che si elevano successivamente, l'uno sotto all'altro, a misura che si affonda lo scavo. I procedimenti d'applicazione variano colla grandezza del pozzo e colla natura del suolo. Il primo metodo però non si può estendere che a profondità non molto grande, perchè col crescere di questa aumentano bensì il peso della muratura, che tende a produrre la discesa, e l'attrito delle terre contro le pareti esterne di quella, che la contrastano, ma l'ultima forza cresce in ragione più rapida della prima. Per cui sovente avviene che, cominciato il lavoro in un modo, si debba poi proseguirlo in un altro.

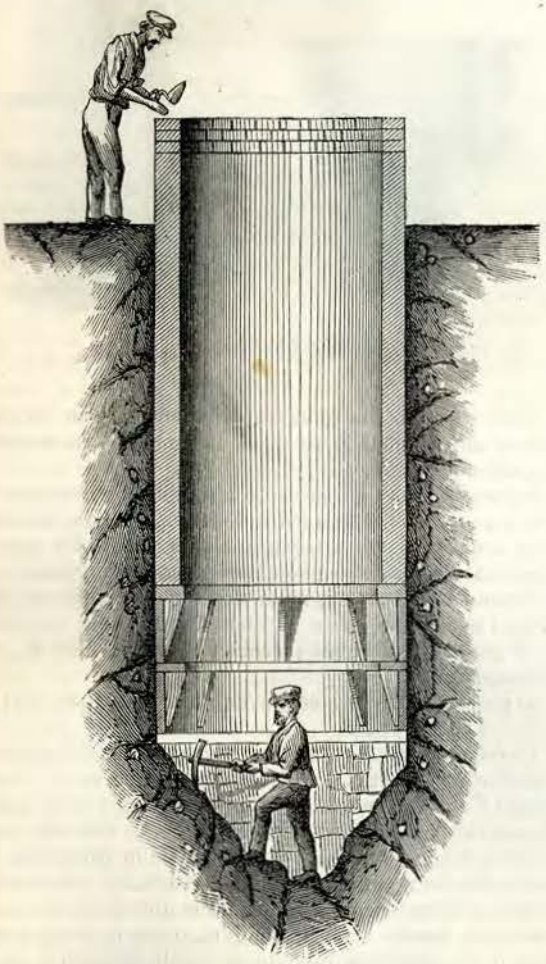


Fig. 1316.

Nei procedimenti *a tamburo*, scavato il suolo fino alla massima profondità che si può raggiungere mantenendone le pareti verticali, si colloca sul fondo di esso una piattaforma a corona circolare a cui è fissato dalla parte esterna un cilindro cavo sporgente all'ingiù e assottigliato a tagliente nel suo margine inferiore. Sulla piattaforma si eleva la muratura fino ad 1 metro di altezza sul suolo. Si scava poi a partire dall'asse verso il perimetro, in modo da togliere uniformemente l'appoggio alla piattaforma, e da permettere al cilindro del tamburo, spinto dal peso del muro superiore, di abbassarsi.

Il tamburo può essere completamente di legno, ed anche formato di due piattaforme, o corone, unite con mensole al cilindro, come nella fig. 1316, ma più frequentemente si forma di lamiera di ferro o di ghisa, in più pezzi, perchè sia resistente ed indeformabile. Di mano in mano che il tamburo colla muratura si affonda, si prolunga questa, mantenendola sempre alla stessa altezza sul suolo. I materiali vengono collocati distribuendoli in modo che l'asse del pozzo si conservi verticale. Avviene però talvolta che cessi l'affondamento per qualche tempo, per prodursi poi all'improvviso per un tratto notevole, ciò che può essere causa di pericolo per gli operai e di danni alle murature. È perciò conveniente di procedere nello scavo in modo che la parte di essa sufficientemente allargata non si allontani che di poco dal tamburo.

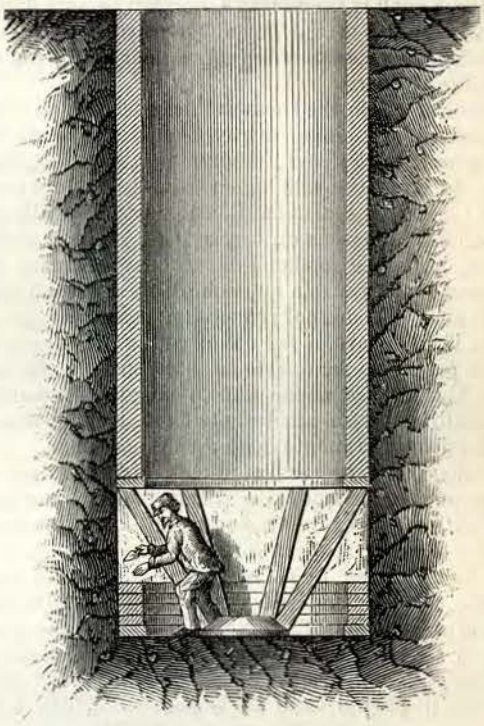


Fig. 1317.

Nei metodi *per sottomurazione*, se il terreno è molto resistente, si eleva direttamente la muratura sul fondo dello scavo spinto a tutta la profondità, alla quale le pareti possono mantenersi verticali. Scavasi in seguito un pozzetto centrale, capace di contenere un uomo, e si allarga, quanto più è possibile senza che si producano frane, ma non più del contorno interno della muratura.

Si praticano in seguito intagli, disposti a due a due simmetricamente attorno all'asse, fino alla superficie verticale esterna, puntellando, se occorre, provvisoriamente il corso inferiore, e si eleva in quegli intervalli la muratura. Abbattute poi le parti di terreno rimaste così intercalate fra i muri, si compiono questi, avvertendo di immorsare la nuova colla precedente costruzione.

Nei terreni cedevoli è necessario di collocare sotto alla muratura una corona (fig. 1317), che può formarsi con due strati di tavoloni, connessi con viti ed a connessioni sfalsate, oppure con settori di ghisa uniti fra di loro con chiavarde attraversanti orecchiette da essi sporgenti. Si procede poi allo scavo nel modo che si disse trattando dei pozzi con rivestimento di legno, ossia sostenendo la

corona con puntelli provvisorii, appoggiati su una piattaforma conica collocata sul fondo del pozzetto, e introdotti in intagli inclinati disposti simmetricamente. Compiuto poi lo scavo, sostenendo, se necessario, le terre con tavole, puntelli o sbadacchi, si colloca sul fondo una seconda corona, e si eleva la muratura, fino a toccare la precedente, avvertendo di togliere uno ad uno i pezzi della corona superiore appena si può di mano in mano che si collocano i materiali dei corsi più elevati.

Attraversando terreni imbevuti d'acqua, questa trapela e si raccoglie sul fondo dello scavo. Affinchè essa non riesca d'imbarazzo ai lavoratori, si può ricorrere allo spediente di mantenere sempre sul fondo un pozzetto spinto a 2 o 3 m. di profondità e rivestito, o con tavole e piccoli telai di legno, o con tubi di lamiera o di ghisa bucherellati e formati da diversi anelli congiunti l'uno all'altro, i quali si trasportano successivamente dall'alto al basso (figura 1318). Da quel pozzetto l'acqua viene estratta con recipienti sollevati con burbere o con altre macchine idrovore.

Talvolta accade che l'acqua si incontri solo, od in maggior copia che altrove, attraversando uno degli strati del terreno, e che essa, mentre potrebbe inondare il fondo del pozzo con tale abbondanza da rendere insufficienti i mezzi di esaurimento, venga sottratta alle fonti vicine, che si disseccano, dando luogo a danni, proteste e litigi. Ad impedire che il danno continui anche dopo attraversato lo strato in quistione, è necessario di apportare la massima cura nel rendere impermeabile, per quel tratto, le murature, e nel chiudere perfettamente qualunque passaggio fra queste ed il terreno, ciò che non è facile. Ma vennero anche tentati mezzi di attenuare il lamentato inconveniente durante l'esecuzione stessa dello scavo e del rivestimento dello strato acquifero.

Si è ricorso con successo a un metodo d'esecuzione analogo a quello delle fondazioni tubolari ad aria compressa (V. Fondazioni tubolari), consistente nell'affondare un cilindro di lamiera, aperto sotto e coperto sopra a perfetta tenuta d'aria, fino a raggiungere lo strato impermeabile, ed il cui diametro esterno fosse di poco inferiore all'interno della muratura. Nel cilindro lavorano gli operai allo scavo stando all'asciutto, perchè l'acqua ne è respinta colla compressione dell'aria. Si chiude perfettamente il piccolo vano fra le pareti del tubo e della muratura, e quindi si distacca il coperchio.

Altre volte si riuscì nello scopo voluto procedendo celeremente allo scavo nello strato acquifero, dal quale si estraeva l'acqua con macchine potenti, collocando sul fondo una corona circolare, fatta con settori di quercia, e introducendo poi fra questa ed il terreno dei tavoloni verticali di larice, che si serravano fortemente fra di loro cacciando dei cunei fra essi e le terre. Si collocavano successivamente, dal basso all'alto, altri telai ed altre tavole fino a giungere la muratura già fatta, sotto alla quale si collocava un'altra corona. Formando quest'opera di legnami in fuori delle murature, queste potevano essere continuate nell'interno di quella.

È ingegnoso il procedimento proposto dal Chaudron, col quale si forma il rivestimento attraversante lo strato poroso con anelli di ghisa A (fig. 1319), alti m. 1.50, fra i quali s'intromette una corona di piombo, ed uniti l'uno all'altro per mezzo di chiavarde attraversanti collari interni. L'anello inferiore A termina alla sua estremità inferiore con una corona esterna, la cui larghezza corrisponde alla grossezza del muro se il tubo di ghisa è introdotto in un pozzo con rivestimento in muratura fino allo strato permeabile, e limita il vano N in cui si cola calcestruzzo, se tutto il pozzo viene in tal modo rivestito. Tutto il tubo discende a misura che s'inoltra lo scavo. Dentro all'anello più basso scorre quasi a contatto il tubo B, il quale è circondato alla sua estremità inferiore da una corona C fatta con grossi settori di legno, ed è sostenuto da tiranti di ferro, dalla sommità del pozzo, indipendentemente dal tubo A. Lo spazio fra la corona C e quella più alta si riempie di stoppa. Scavando, tutto discende, ma, appena il tubo B si appoggia sul fondo, quello A discende premendo la stoppa. Giunti poi al punto in cui la corona superiore penetra nel terreno impermeabile si riempie di calcestruzzo lo spazio N, oppure il calcestruzzo si versa di mano in mano che il rivestimento A si abbassa. Tolto poi il tubo B si può continuare il lavoro, se occorre, coi metodi ordinarii.

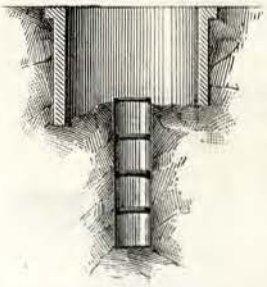


Fig. 1318 — Scala di 1:200.

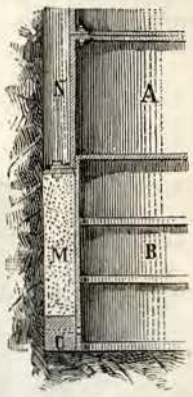


Fig. 1319 — Scala di 1:125.

Per tal modo non penetra nell'interno che l'acqua proveniente dal fondo, ed è più facile di sottrarla colle macchine idrovore.

Seguendo il metodo per sottomurazione si metterà o non si metterà la corona sotto a ciascun anello a seconda della resistenza del terreno che si incontra. Un pozzo cominciato a tamburo può essere proseguito, quando il rivestimento si arresta, nello stesso modo, purchè si restringa la sezione, ossia al fondo di quello già eseguito se ne faccia un altro più piccolo, oppure col metodo per sottomurazione.

Ai pozzi circolari si assegna diametro interno fra metri 1.70 e 3.

Trasporto dei materiali, ventilazione ed esaurimenti d'acqua nelle gallerie e nei pozzi. — I materiali d'escavazione, tanto dei pozzi quanto delle parti di gallerie che se ne diramano, vengono sollevati con mezzi più o meno potenti a seconda della profondità e dell'entità del volume totale da sollevarsi. Le terre poste in cesti od in casse si sollevano col sussidio di burbere o di verricelli, mossi a braccia d'uomini, o con maneggi a cavalli, o con macchine fisse o locomobili. Quando la profondità non superi i metri 25 può bastare una burbera mossa da uomini applicati a manovelle (fig. 1320), od a ruote a lanterna od a piuoli (fig. 1321) (Vedasi articolo: Macchine per il sollevamento ed il trasporto di pesi). Quando invece essa è fra 25 e 50 metri conviene di più lo stabilire un maneggio ad uno o due cavalli; la fig. 1322 offre un esempio di disposizione frequentemente adoperata. Al di là di 50 m. è generalmente preferibile l'impiego di un motore a vapore, tanto più se questo va pure utilizzato per dar moto a trombe per l'esaurimento ed a ventilatori. Il motore comunica moto alternativo ad un cilindro sul quale si avvolge la fune, i di cui due capi, passando su puleggie di rimando (come nella

figura 1322), sorreggono i recipienti, oppure dànno moto alternativo a due puleggie a gola profonda, poste su uno stesso albero di rotazione, sulle quali si avvolgono in senso inverso le funi, ognuna delle quali ha un capo fisso e coll'altro va, per mezzo di una carrucola di rimando, a portare una cassa od un mastello.

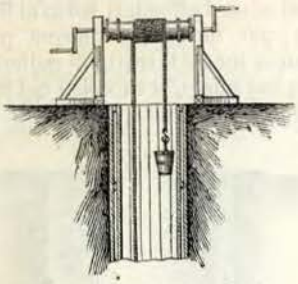


Fig. 1320 — Scala di 1:400.

Questi recipienti percorrono scompartimenti vicini e divisi da un tavolato. Essi vengono portati con vagoncini bassi, scorrevoli su appositi binarii, al fondo del pozzo e giunti alla sommità di questi vengono collocati su altri vagoncini, i quali possono giungere fin sopra al pozzo per mezzo di un binario posto alla sommità di esso.

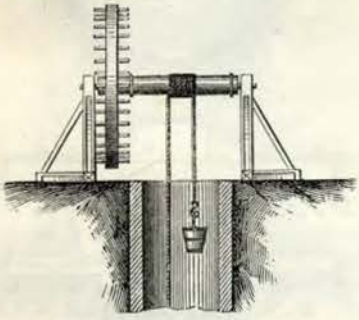


Fig. 1321 — Scala di 1:400.

Le burbere mosse a braccia convengono per profondità minori di 10 metri, e per recipienti aventi $^1/_{25}$ a $^1/_{30}$ di mc.; il cilindro di esse ha in genere da m. 0.20 a 0.30 di diametro e da m. 1.15 ad 1.40 di lunghezza; la velocità conveniente del sollevamento è all'incirca fra metri 0.90 ed 1.25. Le burbere con ruote a lanterna servono fino a 25 m.; in esse la ruota deve avere fra m. 3 e 6 di diametro ed il cilindro all'incirca $^1/_{12}$ del primo. Coi maneggi a cavalli si inalzano tinozze aventi tra $^1/_5$ ed $^1/_3$ di mc. di capacità.

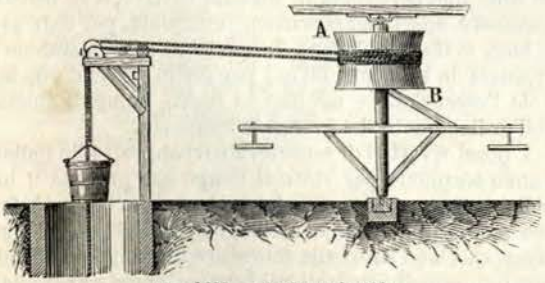


Fig. 1322 — Scala di 1:400.

La capacità delle tinozze o mastelli sollevati coi motori a vapore è maggiore che nei casi precedenti. Nei lavori della galleria dell'Appennino tra Foggia e Napoli se ne impiegarono di capacità di mc. 0.48 e di 0.70.

Si usò talora con convenienza un elevatore, nel quale il moto di ascesa di un recipiente era determinato dal peso dell'acqua introdotta in un altro, attaccato all'altro capo della fune posto alla sommità del pozzo, oppure dal peso di materiali da trasportarsi dall'alto al basso. Il recipiente contenente l'acqua, giunto in fondo al pozzo, veniva vuotato per mezzo di una tromba. È necessario però regolare la discesa della cassa contenente l'acqua e questa dev'essere munita di coperchio.

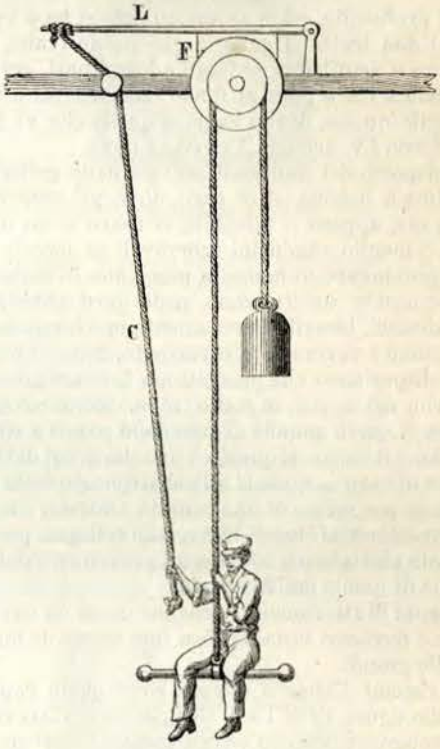


Fig. 1323.

Nell'ordinamento di trasporto dalle sezioni d'attacco delle gallerie si dovranno evitare per quanto è possibile i trasbordi delle terre.

Si avrà sempre qualche recipiente vuoto in più del necessario in basso per evitare perditempi, e preferibilmente a ognuno degli attacchi in galleria corrisponderà uno degli scompartimenti, ma fra i due binarii che giungono da quelli a questi vi sarà uno scambio.

Nei pozzi aventi più di 50 m. di profondità ha notevole influenza il peso della fune, per il quale l'azione del motore dovrebbe essere variabile. A diminuire l'inconveniente accennato servono assai le funi piatte, le quali si avvolgono a spira nella gola di una carrucola e non ad elica su un tamburo, perchè in tal modo cresce il braccio di leva della resistenza col diminuire della lunghezza di fune pendente e viceversa.

Gli operai salgono e discendono nei recipienti stessi o meglio per mezzo di scale a mano, o con appositi congegni, dei quali la fig. 1323 dà, a modo d'esempio, quello proposto dal Portail, col quale, come appare con evidenza dalla figura stessa, l'operajo può regolare a volontà, per mezzo del freno F, della leva L e della fune C, la sua discesa, ed, occorrendo, anche arrestarla in un istante qualsiasi.

La ventilazione dei pozzi è resa necessaria, appena la profondità di essi supera un certo limite, dalla corruzione dell'aria dovuta alla respirazione e traspirazione

degli operai, all'illuminazione, alla esplosione della polvere, se lo scavo si fa colle mine, e talvolta a gas svolgentisi dal terreno. Per attivarla può talvolta riuscire sufficiente un tubo che, aprendosi ad imbuto sul fondo del pozzo, si elevi per tutta l'altezza di questo fino sopra al terreno naturale. Siccome però in tal modo l'attività della ventilazione è incerta, si può assicurarla introducendo la sommità di tal tubo nel condotto del fumo di una stufa, o sotto al focolare di questa. Quando però questi mezzi non siano sufficienti, e generalmente non lo sono per le grandi profondità, ed in specie quando si ha a ventilare anche i due tratti di galleria che ne derivano, si deve ricorrere a ventilatori soffianti od aspiranti, coi quali o si introduce l'aria pura al fondo cacciandone la cattiva, o si toglie questa, dando luogo a quella che vi penetra dall'esterno (V. articolo VENTILAZIONE).

Il trasporto dei materiali scavati nelle gallerie si fa dapprima a braccia od in cesti, dove più ristretto è lo spazio, ma, appena è possibile, si usano a tal fine carriuole, o meglio vagoncini scorrevoli su piccoli binarii, che si prolungano di mano in mano che lo scavo s'inoltra. A questi si sostituiscono, nelle parti allargate fino agli imbocchi, binarii a scartamento ordinario, nei quali si muovono i vagoni da sterramento. Sono convenienti quelle disposizioni che permettono lo scaricamento dei vagoncini nei vagoni in modo facile, cioè, o rovesciando la cassa di quelli muniti di una delle pareti a ribalta, o aprendone il fondo. E questo è uno dei pregi del sistema di scavo in calotta, quando all'abbattimento dello strozzo si proceda per mezzo di una cunetta centrale, sulla quale possono collocarsi binarii trasversali collegati per mezzo di piccole piattaforme coi laterali provenienti dalla diramazione di quello dell'avanzata.

I vagoni di sterramento vengono mossi da cavalli alle piccole e mediocri distanze, con funi mosse da macchine fisse alle grandi.

Nei sistemi d'attacco doppio, come quelli rappresentati dalle figure 1306, 1307, 1308, le terre ricavate dallo scavo superiore possono essere versate attraverso a tramoggie nei veicoli di trasporto dello scavo inferiore (figura 1306 e 1308), o portate in cesti o carriuole da quello a questo percorrendo rampe provvisorie.

Le disposizioni adottabili variano assai col sistema di attacco, e sempre devono essere dirette a ciò che, dal sito di scavo fino all'arrivo a cielo aperto, le terre abbiano a subire il minor numero possibile di trasbordi e questi si effettuino nei modi più agevoli. Devesi ancora provvedere alla possibilità degli scambi tra i veicoli pieni di terra, che dalle sezioni d'attacco sono diretti agli imbocchi, od ai pozzi o gallerie sussidiarie, e quelli che si muovono in senso contrario carichi di materiali per i rivestimenti provvisorii e definitivi, oppure vuoti. Questa condizione può obbligare talvolta all'impiego di due piccoli binarii in parti di gallerie, dove non sarebbe possibile che di collocarne uno solo a scartamento normale.

Già si è indicato come si provveda allo scolo delle acque nelle gallerie compiute. Durante l'esecuzione, se l'attacco proviene da un pozzo, e questo è sovrapposto alla galleria, si approfondisce il medesimo fino a 2 metri sotto il fondo di questa, ricoprendo la parte inferiore di un tavolato, all'altezza del suolo della galleria, al quale si dà pendenza verso il pozzo. Nel tavolato sono aperti fori per cui passano i tubi delle trombe di esaurimento. Se il suolo della galleria definitiva dovesse essere inclinato in senso inverso si dà al cunicolo la pendenza voluta verso il pozzo, aprendolo però per tutta la lunghezza e variandone l'altezza, rispetto alla sezione ad opera compiuta, in modo conveniente. Le acque che si raccolgono in detto cunicolo vengono condotte lungo le parti allargate in canaletti di legno o di latta.

Le circostanze speciali indicano il sistema da seguirsi, il quale deve tendere a conciliare il minimo lavoro di esaurimento colla possibilità di esecuzione, ed a far sì che gli operai possano lavorare stando all'asciutto.

I pozzi laterali, se devono servire a scolo di acque, devono anch'essi essere affondati sotto al livello del suolo della galleria, per modo che l'acqua proveniente da questa, passando lungo il tratto di galleria trasversale, che la collega col pozzo, si raccolga nel fondo di questo, dal quale viene poi estratta.

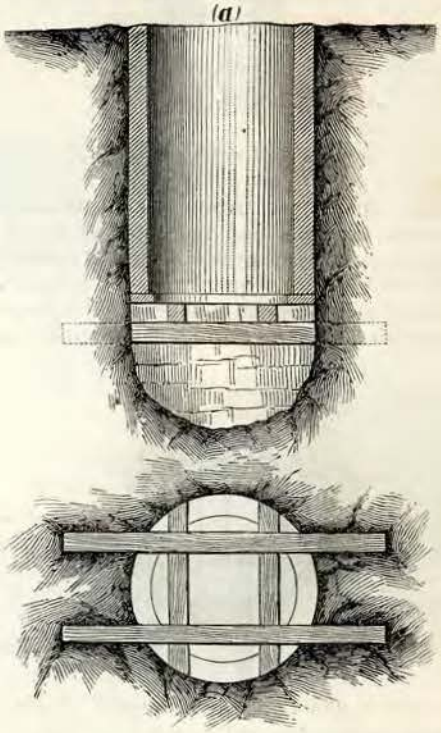


Fig. 1324.

Per la ventilazione delle gallerie durante l'esecuzione si ricorre a mezzi analoghi a quelli indicati per i pozzi. Può essere favorita dall'apertura dell'avanzata fra due pozzi, o fra due luci qualunque a differente livello.

GALLERIE SUSSIDIARIE E RACCORDAMENTI DI ESSE E DEI POZZI COLLE GALLERIE. — Le gallerie sussidiarie possono essere rivestite di legno o di muratura. A questo ultimo genere di rivestimento si ricorre ordinariamente se sono lunghe, aperte in terreno cattivo, e se debbono rimanere aperte ad esecuzione completa, per dare aria, o luce, o sfogo all'acqua. In qualsiasi caso la sezione va regolata in relazione all'uso per modo da renderne agevole l'esecuzione e minimo lo scavo, compatibilmente coll'ordinamento del lavoro di trasporto.

I pozzi rivestiti di muratura sovrapposti alle gallerie vanno sostenuti per tutto il tempo che precede il loro collegamento colla volta del sotterraneo. Ciò può farsi per mezzo di un telajo rettangolare di legno, di cui i lati si cacciano sotto alla muratura in intagli sufficientemente profondi praticati nel terreno, come appare dalla fig. 1324, se il terreno è sodo, oppure con un telajo sottoposto al rivestimento, ma sostenuto per mezzo di tiranti di ferro dalla sommità del pozzo (fig. 1325).

Da un pozzo laterale si parte con una avanzata trasversale, la quale poi si divide in due, quando è giunta

ad incontrare il piano verticale passante per l'asse della galleria. Spinte innanzi le avanzate dei due attacchi, si passa successivamente agli allargamenti ed alla muratura della galleria trasversale e dei due rami di principale che ne derivano. Alle gallerie trasversali si dà, in genere, altezza uguale a quella della principale, e larghezza sufficiente per uno o due binarii ridotti; per il

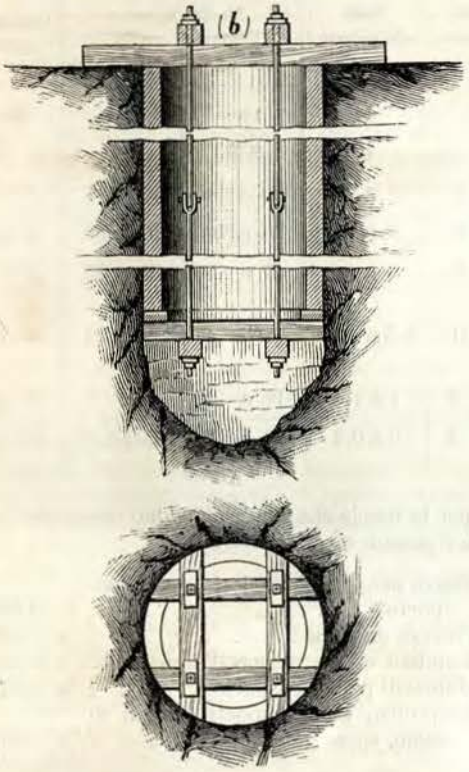


Fig. 1325.

rivestimento bastano dimensioni minori. La fig. 1326 rappresenta la forma di quelle usate in terreni di mediocre consistenza nelle gallerie dell'Appennino sulla linea Foggia-Napoli, e la fig. 1327 quelle destinate a terreni molto cedevoli, nelle quali venne aumentata la resistenza col darle forma prossima alla circolare e diminuendo il volume di scavo.

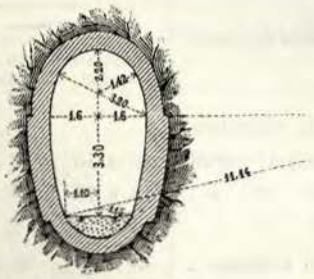


Fig. 1326 — Scala di 1 : 250.

In corrispondenza all'incontro delle gallerie trasversali colla principale avviene di necessità che il terreno trovasi scavato e sostenuto provvisoriamente per un tratto piuttosto esteso, e quindi, se per la cattiva qualità di esso si producono cedimenti, questi si propagano assai e possono manifestarsi alla superficie del suolo con ampie depressioni o screpolature. Le difficoltà di costruzione sono quindi in tali condizioni eccezionali fino a che non si siano sufficientemente allontanati i due attacchi. Avvenne anzi talvolta che, avanzandosi il terreno verso lo spazio scavato, tutta la muratura di un pozzo si inclinasse verso questo. È appunto in simile circostanza che in una delle gallerie della linea Foggia-Benevento si dovette ricorrere all'attacco in cunetta con volta provvisoria.

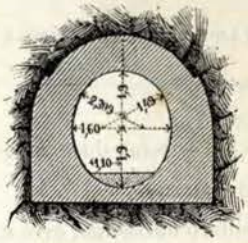


Fig. 1327 — Scala di 1 : 250

L'ingegnere Lanino propose come conveniente il sistema di allontanare colla massima rapidità i due attacchi, spingendo innanzi le avanzate, ma rivestite con robusti rivestimenti formati di telai od anelli di ghisa, lunghi m. 0.50 circa, e costituiti ognuno da quattro lati o settori da unirsi fra di loro con chiavarde.

È necessario poi di addentellare bene le murature del pozzo, della galleria trasversale e della principale. Se il pozzo è assorbente può essere utilizzato per scaricarvi l'acqua dal condotto della galleria. Altrimenti si immette l'acqua proveniente dal pozzo nella galleria per mezzo di un condotto inclinato in discesa verso questa, come appare dalla fig. 1328.

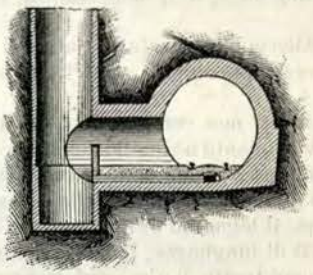


Fig. 1328 — Scala di 1 : 400.

Dati relativi alla celerità d'avanzamento, al quantitativo di materiali di rivestimento ed al costo delle gallerie. — Il costo di una galleria dipende da un gran numero di circostanze, cioè: difficoltà di escavazione, grossezza dei rivestimenti, importanza delle puntellature ed altri sostegni provvisorii, numero e sviluppo di pozzi e gallerie sussidiarie, metodo d'attacco, presenza od assenza dell'acqua e sua diversa abbondanza, mezzi di ventilazione impiegati, qualità delle materie esplodenti per le mine, mezzi di trasporto. E tutti questi elementi influiscono pure sulla celerità del lavoro. Quando l'attacco procede per mezzo di una avanzata, è la celerità di avanzamento di questa che dà quella della galleria in tutta sezione. In ciaschedun caso, volendo farsi un'idea approssimativa del costo di una galleria da costruirsi e della celerità di sua esecuzione, bisognerà cercare di prevedere in quali circostanze dovranno svolgersi i lavori, ed in base a tali ipotesi ed alla conoscenza dei limiti fra cui variano i prezzi elementari delle singole opere e dei quantitativi di queste si stabilirà il calcolo. Ad agevolarlo tornano di gran

giovamento i dati che su tale argomento si possono ricavare dalle relazioni di lavori eseguiti.

In mancanza di meglio si riporteranno da diversi autori tutti quegli elementi che possono valere a formarsi un'idea grossolanamente approssimativa delle quantità in questione.

Secondo il Callon, citato nell'opera del Debauve, per la esecuzione di una avanzata della sezione di mq. 3.50, supponendo in media la giornata dell'operaio a L. 4 ed il prezzo di un chgr. di polvere a L. 2.50, si possono ritenere le seguenti cifre:

NATURA DEL TERRENO	Numero di giornate per ml	Peso di polvere per ml.	Prezzo di costo per ml.	Prezzo di costo per mc.	Avanzamento mensile
		Cg.	Lire	Lire	Metri
Roccie ritrose, di estrema durezza	50	12	236	67	2
Granito duro e quarzoso	20 a 30	8 a 10	120 a 145	34 a 41	3.33 a 5
Terreno antracifero durissimo, grès e puddinghe	15 a 20	4 a 8	70 a 100	20 a 28	5 a 7
Granito ordinario	10 a 15	3 a 4	47 a 70	13 a 20	7 a 10
Terreno antracifero ordinario, schisti argillosi o calcare duro micaceo	7 a 10	1.5 a 3	31 a 47	9 a 13	10 a 15
Roccia tenera, sabbia agglomerata, argilla indurita, gesso, roccie decomposte	4 a 6	1 a 1.5	18 a 28	5 a 8	15 a 25
Roccie franose, litantrace	2 a 4	0 a 0.3	8 a 17	1.33 a 2.80	25 a 50

Nella più gran parte dei casi non si può contare su un avanzamento maggiore di 15 m. al mese.

Dal costo del mc. di scavo di avanzata si può dedurre quello per l'allargamento, minore del primo, moltiplicando questo per un coefficiente, che, secondo il Callon, varia da $^1/_2$ a $^3/_4$ per una sezione di 10 a 20 mq. e per sezioni di 36 mq. da $^1/_2$ a $^3/_4$ nella calotta, ed è $^1/_3$ nello strozzo.

Per una galleria d'avanzata in salita si devono moltiplicare i prezzi precedenti per $^3/_2$, e per un pozzo da 1 $^1/_2$ a 2.

I prezzi indicati non comprendono nè il valore dei legnami di rivestimento nè quello delle murature; si riferiscono alla sola esecuzione dello scavo. L'avanzamento di un pozzo è all'incirca i $^2/_3$ di quello di una galleria in piccola sezione. Il legname di un'avanzata di m. 2 di altezza e di 1.50 di lunghezza, in cui vi siano all'incirca tre telai per ogni tratto di 2 m., può costare in media 10 lire; quello di un pozzo di 4 m. per 1.30 diviso in due scompartimenti d'estrazione ed uno di servizio e con i telai distanti un metro circa e formati di pezzi di m. 0.20 di squadratura ammonta approssimativamente a lire 80.

Secondo Claudel e Laroche il prezzo della escavazione a cielo aperto sta a quello in galleria, non compreso il sollevamento per pozzi e contando solo un trasporto orizzontale medio di m. 50, come 1 a 4 nella terra, sabbia, marna, tufo tenero, come 1 a 3 nella marna e nel tufo esigenti il piccone, e come 1 a 2.5 per le roccie dure che esigono la mina. Le altre spese possono ritenersi proporzionali alle cifre seguenti:

Per i terreni in cui sono necessarie armature di legno e rivestimento murale:

Sterro propriamente detto e suo trasporto	L. 0.215
Armature di sostegno e per i vôlti	» 0.325
Muratura	» 0.360
Prosciugamenti e lavori per lo scolo delle acque	» 0.036
Spese generali	» 0.064
Per un totale di	L. 1.000

E per le roccie che non richiedono che poche puntellature e nessun rivestimento:

Sterro propriamente detto e suo trasporto	L. 0.666
Polvere da mina	» 0.095
Acquisto e riparazione d'utensili	» 0.155
Materiali per il trasporto	» 0.031
Armature, puntellamenti, canali di scolo, spese generali	» 0.053
Su un totale di	L. 1.000

La celerità d'avanzamento nei terreni cattivi, nei quali occorre di procedere in tutta sezione od in calotta, appare dal seguente specchio, che si riferisce alle gallerie ad un solo binario della linea Foggia-Napoli, più volte citate.

Indicazione del terreno	Avanzamento mensile di uno degli attacchi estremi	Avanzamento mensile di uno degli attacchi intermedii	Avanzamento mensile dei pozzi
Argilla scagliosa:			
della 1ª varietà	18 a 13	12 a 9	22 a 15
» 2ª »	13 a 10	9 a 7	15 a 11
» 3ª »	10 a 7	7 a 5	11 a 7
Sabbia bollente	15 a 9	10 a 6	10 a 5

La quantità di legname occorsa in questi lavori fu: col sistema d'attacco in calotta da 40 a 50 mc., per un tratto di 5 m. di lunghezza, ossia circa $^1/_6$ del volume totale del vano scavato, e di esso se ne perdeva circa $^1/_5$; col sistema in tutta sezione occorrevano circa 32 mc. per ogni ml., ossia $^1/_2$ del volume del vano scavato e di esso se ne perdevano circa i $^2/_3$; per l'attacco in cunetta circa 15 mc. per ml., ossia $^1/_4$ ad $^1/_5$ del volume totale della escavazione, e la metà di esso veniva per-

duto. Per i pozzi con rivestimento di legno (fig. 1315) occorrevano da 3 a 5 mc. per ogni metro lineare.

In quanto ai prezzi del ml. di galleria fatte nelle circostanze eccezionali riscontrate nella linea in discorso servono a darne un'idea approssimativa i seguenti numeri. Per una parte della galleria d'Ariano, praticata nell'argilla e lunga 1207 m., si ebbe il costo di L. 2029 al ml., compresovi quello di 6 pozzi della profondità media di 38 m. In quella di Stanza lunga m. 2595 di L. 3198, con 11 pozzi della profondità media di m. 64. Nella galleria Cristina il prezzo medio fu di 3980 lire al ml., con 6 pozzi profondi in media 47; in essa vi fu un tratto che si dovette costruire in cunetta coll'arco provvisorio e che venne a costare in ragione di L. 5134 per ml., di cui 2373 per lo scavo, 2236 per il rivestimento murale e 525 per l'arco provvisorio; nella parte rimanente eseguita in cunetta, ma senza arco rovescio, si ebbe il costo di L. 3155, delle quali 1625 per scavo e 1530 per rivestimento.

In condizioni meno sfavorevoli il costo è certamente molto minore. La galleria di S. Margherita (Strada ordinaria Chieri-Castelnuovo d'Asti), di cui si diede la sezione nella figura 1312, eseguita in un'arenaria calcare tenera, non costò che L. 353,34 al ml., che, escludendo dal computo il maggior costo per le due teste, si ridusse per la parte interna a L. 328.67.

La galleria che, passando sotto alla città di Genova, unisce le due stazioni di ponente e di levante, è a doppio binario, col rivestimento in pietra grosso da m. 0.50 a 0.80, e della lunghezza di m. 2292.18; essa fu eseguita attraverso a roccie calcaree di varia durezza alternate a banchi di marna e di schisti ardesiaci misti a conglomerati ed a materie scomposte con massi erratici, per mezzo di tre pozzi della profondità media di m. 34.3, e costò lire 1324.5 al ml. L'avanzamento medio mensile per ogni attacco fu di m. 23, variando fra m. 19.5 e 30. Le gallerie ad un solo binario della linea Laura-Avellino costarono da L. 531 a 1007 se praticate nella roccia calcare, e da 890 a 1333 se in terreno argilloso; il volume dello scavo fu nelle prime di mq. 37 circa per ml. e variò fra 50 e 70 nelle seconde; quello delle murature fra mc. 9 e 13 nelle prime e fra 18 e 29 nelle seconde.

Altri elementi per giudicare del costo delle gallerie si trovano nello specchio alla pagina seguente.

Grandi gallerie. — Prima che le ferrovie prendessero lo sviluppo odierno le gallerie più ragguardevoli per lunghezza servivano per canali; tali sono la già citata galleria di Riqueval sul canale di S. Quintino lunga 5675, che richiese 25 anni di lavoro, un'altra di 6000 che conduce le acque del Noirieu allo stesso canale, e quella di Chesapeake all'Ohio negli Stati-Uniti di 6700 m. Le gallerie per ferrovie superavano raramente i 4 chm., fatta astrazione da quella di Hoosac fra Boston ed Albany nel Massachusetts, uno degli Stati Uniti, lunga un po' più di 8 chm., la quale costò 20 anni di lavoro, 67 milioni di lire e la vita di molti operai. Essa è a doppio binario colla larghezza massima di 26 piedi (m. 7.93 circa) e l'altezza di 24 (m. 7.32), rivestita solo di muratura per un tratto di 1850 m. Si accelerò la costruzione per mezzo di 3 pozzi, dei quali il principale, profondo m. 310, richiese 8 anni per la sua costruzione, che fu rattristata da un grandissimo disastro, per causa d'un incendio nel rivestimento che si dovette estinguere con molta acqua e per il quale perirono tredici operai. Oltre a ciò, giunti all'asse della galleria, le acque d'infiltrazione acquistarono importanza di inondazione dando una portata di circa 60 mc. all'ora, e vennero esaurite per mezzo di 8 trombe poste le une sulle altre che lavorarono fino al compimento della galleria. Un condotto posto nel versante verso l'ovest e della sezione di 2 piedi quadrati (mq. 0.186) conduce costantemente all'imbocco una portata di 1800 litri al minuto che, racchiusa in un tubo, viene utilizzata come forza motrice in una officina. Nella costruzione di questa galleria si usarono le perforatrici Burleigh mosse dall'aria compressa. Ciò non ostante l'avanzamento mensile non superò mai i m. 50, e, dove si avanzava a mano, di m. 30 nello stesso tempo.

Gl'ingegneri si trovavano quindi arrestati dalla difficoltà del costo e dalla durata dei lavori nello stabilire comunicazioni ferroviarie fra paesi separati da grandi montagne, sulle quali, o per la ripidità dei versanti, o per l'inclemenza del clima, non fosse stato possibile di passare ad altezza conveniente per rendere attuabile una galleria attaccabile in più punti. Si diressero perciò gli studii a trovar modo di raggiungere grande celerità d'avanzamento, rimediando con ciò alla impossibilità di ricorrere a sezioni intermedie d'attacco, e si giunse ad ottenerla pressochè decupla di quella raggiunta prima dell'adozione dei mezzi perfezionati. Le gallerie attraversanti le alte catene si svolgono pressochè completamente nella roccia solida. Quindi le innovazioni furono dirette alla esecuzione rapida dei fori da mina per mezzo di macchine perforatrici ed all'impiego di un motore particolare, che fu l'aria compressa preparata fuori degli imbocchi e condotta per mezzo di tubi nel luogo d'impiego, sia per dare ad esse il movimento, sia per mettere in moto tutte le altre macchine destinate alla ventilazione, agli esaurimenti d'acqua ed al trasporto dei materiali.

Gli studii e le proposte di ingegneri e di meccanici trovarono la loro prima applicazione nel *traforo* detto del Cenisio, attraverso al colle del Fréjus, col quale, mettendo in comunicazione una valle tributaria della Dora Riparia con quella dell'Arc, si creò un breve tragitto fra l'Italia e la Francia. I nomi degli ingegneri italiani Grandis, Grattoni e Sommeiller si resero immortali mediante quest'opera veramente gigantesca, che si estende per oltre a 12 chm. sotto a monti che si elevano rapidamente a partire dai due imbocchi fino a quasi 1600 m. sulla medesima. Quest'opera non era ancora finita che già se ne cominciava un'altra ancora più grandiosa, quella del S. Gottardo, che, con un tragitto sotterraneo di quasi 15 chm., unisce l'alta valle del Ticino con quella della Reuss, e che fu da poco felicemente compiuta. E, mentre si stanno ventilando altri progetti di perforazione delle Alpi per creare nuovi sbocchi all'attività commerciale della nuova Italia, fervono i lavori della grande galleria dell'Arlberg, che, attraversando il contrafforte delle Alpi che separa le valli dell'Inn e del Reno sopra a 1200 m. dal livello del mare e per la lunghezza di oltre a 10 chm., mette in comunicazione le ferrovie austriache colle svizzere. I mezzi meccanici permisero di passare da un avanzamento giornaliero, che raramente nella roccia arrivava a m. 0.50, a quello di 3 e talvolta anche di più di 4 m. Tali mezzi vennero sempre più perfezionandosi, come pure i metodi di esecuzione, e gli ingegneri e gli operai acquistarono sempre più pratica nel loro impiego, per cui la celerità è in via di incremento.

Rimandando agli articoli *Perforatrici* e *Macchine ad aria compressa* per tutto ciò che si riferisce a questi mezzi di esecuzione, si esporranno brevemente i procedimenti eseguiti e le difficoltà superate nella costruzione delle due gallerie già compiute.

Nome della galleria	Dimensioni: lunghezza	Sezione del vano: larghezza	Sezione del vano: altezza	Pozzi: Numero	Pozzi: Profondità	Costo per ml.	Avanzamento mensile	Natura del terreno	OSSERVAZIONI
Riqueval (Canale di San Quintino)	5675	8		54	64 (massima)	700	Il lavoro durò 25 anni	Creta di varie qualità con acqua, ma consistente.	Le trincee alle estremità erano profonde m. 18.50 e m. 26. Si aprì una galleria di scolo su tutta la lunghezza che poi si allargò.
Pouilly (Canale di Borgogna)	3330	6.20	6.45	32	55 (massima)	2000	Il lavoro durò 7 anni	Marna schistosa e calcari con acqua.	Sistema d'attacco con pozzi allineati lungo i piedritti descritti a pag. 942 e fig. 1311.
Charleroy (Canale Bruxelles Charleroy)	1288	4.30	5.50	—	—	1240	Il lavoro durò 4 anni	Sabbia argillosa.	Attacco in calotta, scavando lo strozzo in due strati successivi. Muratura grossa da 0.70 a 1.16 con piccolo arco rovescio.
Saint-Cloud (Ferrovia Parigi-Versailles)	505	7.40	6.00	10 (di 2.70 × 1.85)	35 (massima)	2180	—	Marna e gesso.	Attacco in calotta. Lo strozzo fu abbattuto con due cunette laterali per i piedritti e poi nella parte centrale (fig. 1302). La spesa risultò così ripartita: scavo 468.43; armature 693.22; murat. 799.88; esaurimento 78.17; spese generali 140.50. I pozzi erano a 11 m. dall'asse del sotterraneo.
Chalifert (Canale da Meaux a Chalifert)	290.55	9.00	7.60	—	—	1831	—	Travertino coperto da strato di marna impermeabile, che, essendo stato perforato con un pozzo di assaggio, diede passaggio all'acqua.	Attacco col sistema descritto a pag. 972 e 943 (fig. 1279 e 1313). La volta fatta colla grossezza di m. 0.70 rovinò ad opera finita e si dovette rifarla colla grossezza di m. 1.20.
Lioran (Strada ordinaria)	1386	7 (semielitica)	7.00	—	—	954	—	Conglomerati varii, con filoni di trachite, eufotide e basalto in decomposizione.	Avanzata di 2 metri su tutta la lunghezza in calotta. Scavo dello strozzo in due strati. Spesa così ripartita: scavo 214, provviste diverse 101, trasporti 94, esaurimento 98, muratura 424.
Lioran (Ferrovia)	1958	5.00	5.50	3	25 (media)	1308	13.20 (media) 23.20 (massima)	Id. id.	
Saint-Martin d'Estreaux	1380	7.70	5.90	8	53.69 (massima) 36.06 (media)	2600	8.60 (massima) 2.56 (minima) 5.36 (media)	Roccia porfidica e granitica frantumata, con strati di argilla e talco in decomposizione.	Pozzi rettangolari di 4.50 × 2 divisi in 3 scompartimenti coll'asse a 5 metri in fuori. Avanzarono di m. 0,85 ad 1.53 per settimana, e costarono lire 831 al ml., di cui 577 per lo scavo, 193 per il legname, 33 per l'esaurimento. La galleria d'avanzata aperta alla parte superiore aveva m. 3.80 di larghezza per 4.20 d'altezza. Costò L. 800 al ml., di cui 656 per lo scavo, 67 per il legname, 53 per l'esaurimento. Lo scavo del mc. costava i $^5/_7$ di quello corrispondente al fondo dei pozzi. Volta grossa da metri 0.25 . 0.60.

Cenni sulla grande galleria del Cenisio.— Questa galleria si estende dall'imbocco sud, o di Bardonecchia, all'altezza di m. 1335.38 sul livello del mare, a quello nord, verso Modane in Francia, al livello di m. 1202.82, per una lunghezza di 12839. Essa venne eseguita dapprima rettilinea e colla lunghezza di m. 12233.55, ma in seguito i due tratti estremi, l'uno a mezzodì di m. 251.30 e l'altro a settentrione di m. 346.10, vennero sostituiti da tratti curvilinei di raccordamento colla ferrovia esterna. L'andamento altimetrico è a contropendenza saliente; e le pendenze risultarono ad opera finita del 0.50 all'1 per 1000 dall'imbocco sud fino alla metà, eccetto che pel tratto curvilineo dove è all'incirca del 30, e del 23 per l'altra metà. Alla sommità della contropendenza vi ha un tratto orizzontale di m. 360.50.

Per il tracciamento esterno rettilineo si stabilirono 11 segnali, dei quali 2 sul prolungamento sud, 3 sull'opposto e gli altri intermedii agli imbocchi. La triangolazione, formata di 28 triangoli, venne basata su un lato di quella geodetica della carta dello Stato Maggiore. La lunghezza della galleria rettilinea venne calcolata a m. 12220, e quindi con errore di circa 1 per 1000, non grave avendo riguardo alla molta irregolarità del terreno su cui si svolsero le operazioni topografiche.

Le previsioni dei geologi sulla natura delle roccie da attraversarsi furono mirabilmente confermate. La galleria è capace di due binarii ed ha la sezione interna che risulta dalla fig. 1272; venne rivestita ovunque, variando però la grossezza del rivestimento; in alcuni brevi tratti si dovette anche ricorrere all'uso della vôlta rovescia. — La esecuzione della galleria procedette nel seguente ordine.

A) Spingevasi innanzi la galleria d'avanzata colla sezione quadrata di m. 2.50 di lato, col fondo a tale altezza che, collocando su esso un binario, questo risultasse al livello definitivo, e sostenuta con telai di ferro, formati di due pezzi uniti fra loro alla parte superiore con chiavarda, e, occorrendo, con sbarre di ferro lunghe m. 4 che si cacciavano fra quelli e la roccia (fig. 1329, sez. A B). Allo scavo dell'avanzata servirono le perforatrici Sommeiller, stabilite in numero di 7, in media, su un carro, colle quali si praticavano all'incirca 50 fori della profondità di circa m. 0.80. Caricate le mine si ritiravano gli operai e le macchine indietro 70 ad 80 m., al riparo dalla esplosione dietro ad una robusta porta di tavoloni. Sgombrati i detriti, era così compiuta una *muta* e si cambiava la squadra degli operai.

Di fianco alle guide del binario, sul quale scorreva il carro delle perforatrici, erano disposte altre due guide, formanti con quelle due piccoli binarii, per il movimento dei veicoli di trasporto fino alla sezione allargata. Negli angoli inferiori erano collocati i tubi per l'aria compressa e per l'acqua usata a rinfrescare gli scalpelli, a spazzare i fori da mina ed a condensare i gaz dell'esplosione delle polveri. Tubi di caoutchouc servivano a dirigere l'acqua all'estremità dell'attacco ed a portare l'aria compressa dai tubi della condotta alle perforatrici.

B) Ad 80 m. circa indietro dalla fronte d'attacco operavasi il primo allargamento (sez. C D), col quale allargavasi la sezione fino ad avere m. 3.60 in quadratura; ai telai di ferro se ne sostituivano altri di legno più robusti, ed i tubi venivano allogati in un piccolo cunicolo praticato lungo l'asse del binario. In questa parte del lavoro lo scavo si fece nei primi anni coi mezzi ordinarii, in seguito anche colle perforatrici meccaniche.

C) Veniva in seguito l'allargamento a tutta la calotta, limitato al piano orizzontale passante per le faccie superiori dei telai (sez. E F). In questo tratto venivano

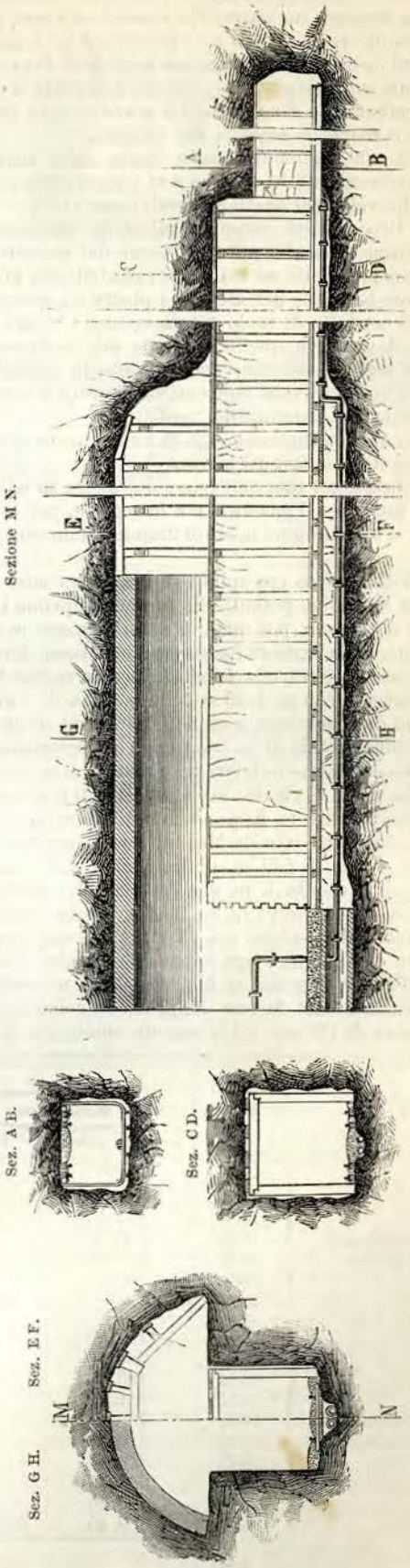


Fig. 1329 — Scala di 1:200.

conservati i telai, ricoprendoli però con tavoloni, in modo da formare un passaggio riparato e libero per il passaggio dei carri diretti all'avanzata. Alle longarine sostenenti le guide venivano qui sostituite traversine appoggiate sui margini della cunetta portata a maggiore profondità e larghezza. Lo scavo veniva puntellato più o meno, a seconda del bisogno.

D) A 100 m. incirca dalla fronte dello scavo in calotta collocavansi le centine e si passava alla costruzione della vôlta per anelli successivi (sez. G H).

E) Procedévasi infine all'ulteriore allargamento dello strozzo fino alle pareti interne dei piedritti, ed allo scavo per tratti ad intervalli, puntellando provvisoriamente la vôlta, per elevare i piedritti; quindi formavasi il condotto di scolo e collocavansi i binarii definitivi, collegati con quello centrale più inoltrato per mezzo di scambi, che venivano di tanto in tanto trasportati. I tubi venivano collocati su apposite mensole di ferro fissate alla sommità dei piedritti.

La sezione lungitudinale M N fa vedere come si succedessero le diverse fasi del lavoro.

Da principio coi tubi dell'aria e dell'acqua se ne collocava un altro per il gaz-luce, ma in seguito, per evitare pericoli, si sostituì quel modo di illuminazione con quello ad olio.

L'aria compressa era spinta in grandi serbatoi di lamiera da macchine potenti, che furono dapprima i *compressori a colonna*, poi quelli *a tromba*, messi in moto dall' acqua. Dalla parte di Bardonecchia l'acqua, derivata dal torrente Melezet, era condotta per un canale lungo 3 chilometri, largo m. 1.20 e della portata di 1 mc., in un bacino di epurazione, e quindi, per mezzo di un tubo e colla caduta totale di m. 44, ad agire successivamente su 7 ruote a cassette di ferro del diametro di m. 6 e della larghezza di m. 5, giranti colla velocità di 6 giri al minuto primo. Il lavoro disponibile era adunque di circa 600 cav. vap. Dal lato di Modane erasi derivato dall'Arc un canale di 640 m. di lunghezza e di 6 mc. di portata, colla caduta di m. 6, e l'acqua agiva su 6 ruote a cassette del diametro di m. 5.56 e larghe m. 4, per cui il lavoro disponibile era di circa 480 cav. vapore.

Ciascun compressore era capace di spingere 500 mc. d'aria all'ora, alla pressione di 1 atmosfera, nei serbatoi, che a Bardonecchia furono dapprima 10 colla capacità complessiva di 170 mc., ed in seguito aumentati di altri due capaci insieme di mc. 340, ed a Modane erano in numero di 10 colla cubatura di 16 mc. ciascuno e di altri 4 di 155 mc. pure per ognuno.

La pressione nei serbatoi venne dapprima mantenuta costante per mezzo di una colonna d'acqua alta 50 m. (a Bardonecchia); poi si preferì di collocare alla estremità della condotta tubulare, nell'ingrandimento in calotta, delle valvole aprentisi alla pressione di 6 atmosfere. Questi tubi si estendevano per 800 m. fuori dell'imbocco sud e per 1240 dall'opposto, ed avevano il diametro interno di m. 0.20.

La ventilazione in principio del lavoro era sufficientemente prodotta dall'aria scaricantesi dalle perforatrici, ma in seguito dovette ottenersi artificialmente. Dalla parte italiana si stabilì un *aspiratore a forza centrifuga* del diametro di m. 6, e messo in moto da un turbine tangenziale mediante la caduta di 300 litri al 1" da 20 m. d'altezza. L'aria viziata era aspirata alla sommità della parte aperta in calotta, e condotta lungo la vôlta sopra un' impalcatura orizzontale. Dalla parte francese si adottarono invece *aspiratori a campana*, molto più potenti a causa della forte pendenza, in numero di 4, che lavoravano a coppie e nei quali la campana aveva m. 5 di diametro, 2.90 di altezza, 2 di corsa e dava da 6 ad 8 colpi per minuto primo. Erano messi in moto da una caduta d'acqua di 300 litri al 1" dalla altezza di m. 63, agente per mezzo di macchine *a colonna d'acqua*. L'aria veniva aspirata dal condotto di scolo e due aspiratori ne toglievano 30000 mc. all'ora.

Dalla parte di Modane, in cui l'imbocco era molto più elevato del cantiere, si stabilì fra quello e questo, per il trasporto dei materiali, un piano inclinato a due binarli, lungo m. 240 e colla pendenza di $\frac{1}{2.28}$. Una fune metallica, avvolta su una grande puleggia posta alla sommità, sosteneva coi suoi due capi, corrispondenti agli assi dei binarii, da una parte i vagoni, dall'altra una cassa di lamiera capace di 2 mc. d'acqua. Riempiendo la cassa quando era in alto, essa discendeva, e vuotandola quando giungeva in basso, permetteva la discesa del vagone attaccato all'altro capo. Si trasportavano così dal basso all'alto 1500 chilogr. utili in circa 18', dei quali solo 4 per il viaggio.

La durata del lavoro ed il suo progresso appare dalla seguente tabella.

Specificazione del lavoro	Anni	CANTIERE				Totale pei due imbocchi	
		Bardonnêche		Modane		Totale lavoro alla fine di ciascun anno	Totale generale
		Avanzam. annuo	Totale	Avanzam. annuo	Totale		
		metri		metri		metri	metri
Avanzamento a mano	1857	27.28	—	10.80	—	38.08	
	1858	257.57	—	201.95	—	459.52	
	1859	236.35	—	132.75	—	369.10	
	1860	203.80	—	139.50	—	343.30	
	1861	—	—	193.00	—	193.00	
	1862	—	725.00	243.00	921.00	243.00	1646.00
Avanzamento meccanico	1861	170.00	—	—	—	170.00	
	1862	380.00	—	—	—	380.00	
	1863	426.00	—	376.00	—	802.00	
	1864	621.20	—	466.65	—	1087.85	
	1865	765.30	—	458.40	—	1223.70	
	1866	812.70	—	212.29	—	1024.99	
	1867	824.30	—	687.81	—	1512.11	
	1868	638.60	—	681.55	—	1320.15	
	1869	827.70	—	603.75	—	1431.45	
	1870	889.45	6355.25	745.85	4232.30	1635.30	10587.55
Totale avanzamento al 26 dicembre 1870		—	7080.25	—	5153.30	—	12233.55

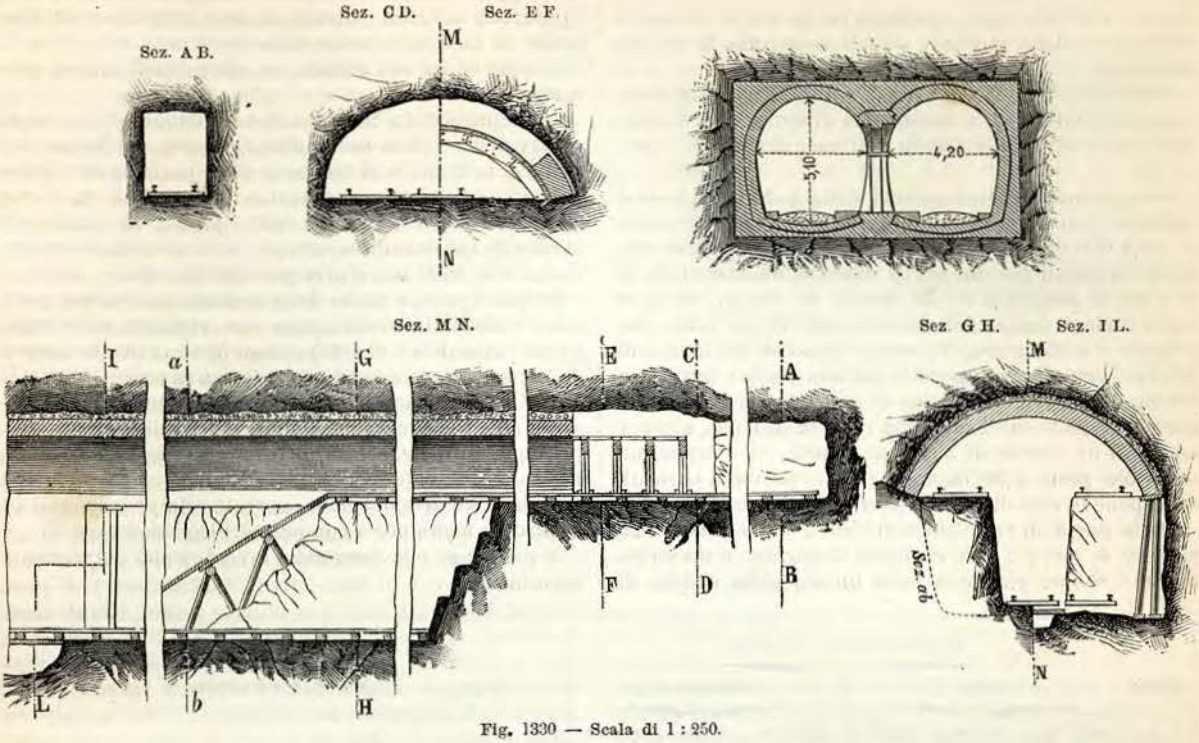


Fig. 1330 — Scala di 1 : 250.

Il rallentamento che nel 1866 si ebbe dalla parte francese derivò da un banco di quarzite che si dovette attraversare; prima di esso la roccia era antracifera, e dalla parte sud fu in generale calcare.

Come vedesi dal quadro, l'avanzamento mensile, che nel procedimento a mano variava fra 17 e 21 m. dalla parte nord e fra 11 e 20 dalla sud, con i mezzi meccanici variò fra 32 e 74 dalla prima e fra 31 e 62 dalla seconda. La costruzione durò 13 anni, e sarebbe durata assai meno se si fossero potuti applicare subito e con profitto i mezzi meccanici. La spesa complessiva fu all'incirca di 75 milioni.

Cenni sulla grande galleria del S. Gottardo. — Essa si estende dalla stazione di Airolo a quella di Göschenen per una lunghezza che, calcolata in m. 14920, fu poi misurata, appena compiuta l'avanzata o galleria di direzione, e riconosciuta di m. 14912. 40. Fu eseguita rettilinea e dalla parte di Airolo, abbandonato poi un tratto alla estremità, venne sostituito da altro curvilineo di raccordamento. La quota dell'imbocco sud (Airolo) è di 1145 m., quella dell'imbocco nord di 1109 m., e quella del punto culminante di 1152. La pendenza si tenne di circa 1 per 1000 dalla prima parte e del 5. 82 dall'altra, interponendo fra i due tratti inclinati uno orizzontale di circa 319 m. di lunghezza.

La sezione del vano (fig. 1274) presenta larghezza di m. 7.60 al piano superiore delle guide, di 8 a 2 m. più alto, e l'altezza massima di 6 m. su quel piano. Vennero stabiliti diversi tipi di sezione trasversale, da adottarsi a seconda della natura del terreno, dei quali le fig. 1270, 1274 e 1278 offrono alcuni esempi.

L'escuzione effettiva del lavoro procedette nel modo seguente.

A) Spingevasi innanzi la galleria d'avanzata con lato di m. 2.50, collocata col cielo di poco inferiore a quello definitivo (fig. 1330, sez. AB), sostenendola con puntelli quando ne occorreva il bisogno.

B) Dopo 200 a 250 m. dalla fronte d'attacco trovavasi l'allargamento o scavo in calotta, fatto, come quello dell'avanzata, colle perforatrici disposte su un carro mobile su un binario che si andava via via prolungando (sez. CD).

C) Dopo altri 250 m., collocavansi le centine e si passava alla costruzione della vôlta (sez. EF).

D) Procedevasi in seguito all'abbattimento dello strozzo formando una cunetta al centro, sulla cui fronte praticavasi una gradinata di comunicazione col piano superiore e sul cui fondo disponevasi un binario (sez. GH). Questo scavo facevasi in parte coi mezzi ordinarii ed in parte colle perforatrici.

E) Passavasi poi allo scavo, per tratti, della roccia sotto ai piedritti ed alla elevazione di questi (sez. IL).

F) Da ultimo sistemavasi il suolo della galleria colla costruzione del condotto di scolo e la collocazione del binario definitivo. La sezione longitudinale MN fa vedere in qual modo si seguissero le diverse fasi del lavoro.

Nelle roccie screpolate e nei terreni poco solidi l'abbattimento dello strozzo si operava non colla cunetta centrale, ma prima da una parte e poi dall'altra.

Nella parte scavata in calotta il traino dei veicoli era fatto a braccia d'uomini; in quella a tutta sezione, dapprima per mezzo di cavalli, e poi con locomotive ad aria compressa. Si impiegarono successivamente perforatrici dei sistemi Sommeiller, Dubois e François, Mac-Kean, Ferroux e Turrettini. I fori da mina, profondi in media m. 1. 10, venivano praticati in numero di 16 a 26 nella avanzata, caricati di dinamite, procedendo poi nell'esplosione in due o tre tempi successivi. I materiali scavati venivano versati dal piano superiore all'inferiore per mezzo di canali, ma in seguito si riconobbe la convenienza di stabilire una comunicazione fra i due piani con una rampa, che si portava ora da una parte ed ora dall'altra. Per sollevare i materiali ed i carri delle

perforatrici si usò dapprima un elevatore ad aria compressa, stabilito dove cominciava la parte ristretta dello scavo dello strozzo, quindi servirono le rampe accennate.

Però l'ordinamento del trasporto fu sempre soggetto a qualche imbarazzo a causa della discontinuità altimetrica dei binarii dalla fronte d'attacco alla sezione definitiva.

Per dar moto ai compressori dalla parte di Airolo si condusse, con un canale lungo 1000 m. e della portata di 300 a 400 litri al 1", l'acqua della Tremola in un serbatojo, e quindi per mezzo di una condotta tubulare di m. 0.61 di diametro e colla caduta di 180 m., ad agire sopra turbini tangenziali del diametro di m. 1.20, che, girando con 350 giri al 1', erano capaci di un lavoro di 200 cav. vap. Siccome però la portata discese talvolta a 100 litri, si trovò opportuno di cercare altra forza motrice derivando dal Ticino una portata di 1 mc., che per mezzo di un canale di 3 chilom. veniva condotta ad un serbatojo posto a 90 m. sulle turbini (sistema Girard). Si disponeva così di un complesso di 1000 cav. vapore.

Dalla parte di Göschenen si ricavò dalla Reuss una portata di mc. 1.2 che, condotta dapprima in un serbatojo di 100 mc., giungeva sulle turbini colla caduta di m. 85 per un tubo del diametro di m. 0.85 e lungo 800 m. Si usarono le turbini Girard ad asse orizzontale del diametro di m. 2.40 animate della velocità di 160 giri al 1', alle quali se ne aggiunsero poi altre due di m. 5 di diametro.

I compressori furono del sistema a tromba di Colladon, a movimenti celeri senza riscaldamento dell'acqua. Le trombe, in numero di 15 per caduna parte, erano divise in 3 gruppi, e potevano fornire 1000 mc. all'ora d'aria compressa ad 8 atmosfere, che, dopo aver fornito un lavoro di 100 cavalli-vapore per ogni attacco, si trasformavano in 8000 mc. d'aria per ventilazione.

Siccome però, a causa della mescolanza dell'aria pura colla viziata, la ventilazione non riusciva sufficiente, avendo riguardo a che 400 operai lavoravano da ognuna delle parti, si ricorse ad aspiratori a campana, analoghi a quelli di Modane, che estraevano, lungo un tubo sospeso alla volta, circa 30000 mc. d'aria all'ora.

In questi lavori ebbero il primo impiego locomotive, nelle quali al vapore era sostituita aria compressa, alla caldaja il serbatojo di essa, portata alla pressione di 14 atmosfere mediante 4 compressori Colladon speciali.

Il progresso e la durata dei lavori risulta dal seguente specchio:

ANNI	AVANZAMENTO MENSILE						ANNOTAZIONI
	Airolo			Göschenen			
	massimo	medio	minimo	massimo	medio	minimo	
1872	39. 10	25. 63	16. 40	14. 10	9. 45	4. 80	Perforazione a mano
1873	23. 50	19. 60	12. 15	26. 70	26. 10	20. 50	» »
	88. 70	62. 60	46. 80	79. 20	55. 90	44. 90	Perforazione a macchina
1874	86. 20	62. 30	51. 35	113. 10	86. 40	58. 40	» »
1875	127. 50	104. 60	86. 65	127. 60	97. 80	59. 30	» »
1876	121. 20	85. 00	38. 25	133	83. 80	32. 50	» »
1877	115	82. 90	35. 50	130	102. 50	65	» »
1878	172. 20	102. 60	36. 50	146	109	75	» »
1879	135. 20	96. 30	52. 60	129	98. 10	28	» »
1880	84. 90	83. 15	81. 40	113. 20	105. 25	97. 30	Nei primi due mesi, dopo cui si incontrarono le gallerie di direzione.

1873: ultimo quadrimestre ad Airolo; » bimestre a Göschenen; nel 1° semestre ad Airolo; » trimestre a Göschenen

L'avanzamento mensile medio colle macchine variò adunque fra m. 62.30 e 104.60 dalla parte italiana e fra 55.90 e 109 dalla svizzera, e le medie degli avanzamenti mensili medii furono rispettivamente di 85 e di 92, ambedue maggiori delle corrispondenti avute alla galleria del Cenisio. Fu in genere minore dalla parte di Airolo, a causa delle difficoltà incontratevi, e specialmente per la presenza dell'acqua, che talvolta giunse fino alla portata di 230 litri al 1" nel condotto di scolo.

Quest'opera colossale fu data ad appalto al costruttore Luigi Favre in ragione di L. 3194 per m. l., e quindi per l'importo totale di 48 milioni circa.

L'aver stabilito la galleria di direzione alla parte superiore fu causa d'imbarazzi nei trasporti e di ritardi nei lavori di allargamento e di affondamento, per cui devesi credere che il sistema adottato al Moncenisio sia preferibile. L'altro potrebbe convenire in terreni di mediocre consistenza, ove fosse utile la costruzione della volta poco dopo aperto lo scavo.

Cenni sulla grande galleria dell'Arlberg. — Essa misurerà la lunghezza di 10270 m. tutta in rettifilo, fra l'imbocco est a 1302 m. di livello e quello ovest a 1215, col punto culminante a 1310. Le pendenze saranno del 2 per mille verso il primo e del 15 verso il secondo imbocco. Il terreno è formato di schisti micacei misti a quarzo. L'avanzata è aperta alla parte inferiore con m. 2.75 di larghezza e 2.40 di altezza, e viene seguìta a poca distanza da una seconda posta in alto di m. 2 per 2.30, la quale, ogni 50 metri, comunica colla prima per mezzo di un pozzetto.

All'imbocco est la forza motrice è derivata dalla Rosanna per mezzo di un tubo in lamiera d'acciajo, lungo 4500 m., con battente di m. 140 e capace di un lavoro di 1700 cavalli-vapore in estate e di 500 in inverno. Dalla parte opposta si derivò dall'Alfang, con un tubo di 3 chilometri, l'acqua per un lavoro di 500 cavalli-vapore in estate e 250 in inverno; e si collocarono agli imbocchi macchine a vapore per sussidiare, occorrendo, quelle ad acqua.

All'imbocco est si lavora colle perforatrici Ferroux ed altre, e si hanno 6 compressori mossi da macchine a colonna d'acqua, capaci di dare quasi 1000 m. c. d'aria

all'ora a 6 atmosfere. Dall'altro imbocco, dove le roccie sono più tenere, si impiega una perforatrice a rotazione del sistema Brant, con motore idraulico mosso dall'acqua compressa a 100 atmosfere per mezzo di trombe differenziali mosse da turbini, e col sussidio di accumulatori a contrappeso.

Per la ventilazione si stabilirono macchine a forza centrifuga calcolate in ragione di 150 metri c. al minuto primo per ogni attacco. Il tubo che conduce l'aria ha m. 0.40 di diametro da quello est, e m. 0.50 dall'opposto.

I lavori furono dati in appalto ai fratelli Lapp coll'importo di 35 milioni e devono essere compiuti in febbraio 1885. A tutto dicembre 1881 erano forati in tutto metri 3667, e l'avanzamento giornaliero era in media di metri 3.47 dalla parte est, e di 4.77 dalla opposta. Al 31 dicembre 1882 eransi perforati metri 6801 complessivamente.

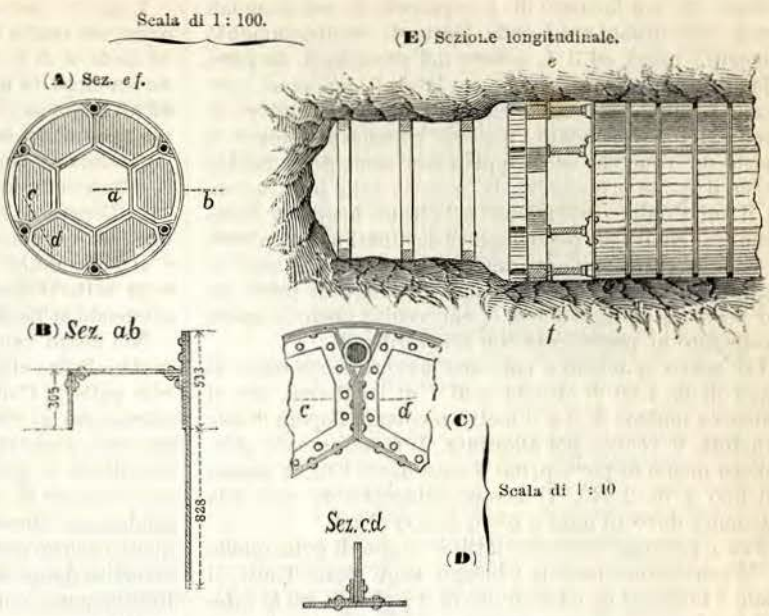


Fig. 1331.

GALLERIE SOTTO I FIUMI ED IL MARE. — Queste opere presentano grandi difficoltà in causa della pressione ragguardevole dell'acqua che attraversa i terreni soprastanti ed anche perchè devesi dare al loro fondo contropendenza rientrante, ciò che rende meno facile il liberarsi dalle acque di scolo. Si esamineranno le principali opere di questo genere eseguite o progettate.

La prima, per ordine cronologico, è il *tunnel* sotto il Tamigi a Londra, costruito dall'ingegnere Brunnel. Gli assaggi avevano dimostrato che uno strato d'argilla, estendentesi sotto all'alveo fra le due sponde, doveva difendere dalle infiltrazioni il sotterraneo. Il lavoro venne iniziato per mezzo di due grandi pozzi di accesso alle estremità. Questi pozzi rivestiti di muratura e col diametro interno di m. 15, vennero edificati dapprima col sistema a tamburo mediante un procedimento speciale. Si cominciò coll'affondare tutt'attorno una cinta di pali a contatto e quindi si elevò una torre di muratura grossa un metro sopra una grande corona di legno sovrapposta ad un anello di ghisa a margine inferiore tagliente. Sulla sommità della torre si fissò una macchina a gerle per lo scavo. La discesa della torre, regolata opportunamente, fu in 20 giorni di m. 11.28, dopo cui, attraversato uno strato di sabbia e ghiaja, essa posò su un terreno sodo. Si procedette poi per sottomurazione fino a m. 19.52, e per raccogliere l'acqua si praticò sul fondo un pozzo profondo 6 metri e col diametro di 7.60.

Il pozzo conteneva una scala elicoidale per i pedoni; un altro gran pozzo, concentrico al primo e di 48 m. di diametro interno, venne destinato a contenere le rampe per le vetture.

A 19 metri di profondità si aprì la galleria larga metri 11.60 ed alta m. 6.86, ma divisa in due parti da una fila di pilastri (fig. 1330). Il fondo di essa si tenne inclinato del 22.5 per mille verso la metà del fiume, cosicchè la grossezza minima di terra sulla volta del sotterraneo riuscì di metri 22.88.

L'attacco dello scavo in galleria si attuò con metodo speciale, facendo uso, cioè, di uno *scudo* di ghisa, costituito di 12 grandi telai rettangolari uniti fra di loro con chiavarde, il quale era spinto innanzi per mezzo di viti appoggiate per un'estremità allo scudo stesso e per l'altra alla muratura già eseguita. Ciascun telajo era diviso da traverse orizzontali in tre scompartimenti, per cui in tutto avevansi 36 vani rettangolari, da ciascuno dei quali si poteva scavare, trattenendo le terre per mezzo di lamiere di ferro. Ciascun telajo poi appoggiava su piastre di ghisa e poteva essere sollevato per mezzo di viti.

La pressione prodotta dall'acqua per le maree rendeva la terra semifluida, e spesso la faceva irrompere dentro con violenza. La muratura, fatta con malta di cemento a pronta presa, si avanzava per anelli di metri 0.228 (lunghezza di un mattone) o di 0.076 (grossezza di un mattone), ed era limitata all'esterno dalla sezione rettangolare dello scavo. L'avanzamento fu in media di 3 metri per settimana, ed in alcuni giorni giunse fino ad un metro.

Il lavoro durò 15 anni e costò 12 milioni e mezzo.

Sotto al Tamigi passa un altro tunnel costruito dal Barlow e destinato a soli pedoni. I pozzi d'accesso, del diametro di m. 3.10 e profondi m. 19.20 e 17.10, attraversano 5 o 6 metri di alluvioni recenti, poi ghiaja, e da ultimo un grosso strato d'argilla, nel quale è praticato il sotterraneo. Essi sono rivestiti di muratura, eccetto in corrispondenza alla ghiaja, dove lo sono con tubi di ghisa. La galleria ha sezione circolare con m. 2.133 di diametro interno, lunghezza di metri 402 circa, e dai pozzi si estende orizzontale per m. 30 e quindi col 25 per mille in discesa verso il fiume, dal cui fondo non è separato che da uno strato di terra della grossezza minima di m. 6.70.

L'esecuzione fu difficilissima a causa della grande pressione dell'acqua. Anche in essa si fece uso di uno scudo di ghisa, ma circolare e formato di 6 telai esagonali che, uniti fra di loro, lasciavano al centro un vano pure esagonale (fig. 1331 A e particolari B, C e D). Negli angoli esterni erano praticati ingrossamenti attraversati da chiocciole, nelle quali penetravano viti per spingere innanzi lo scudo a misura che attraverso al vano centrale si procedeva nello scavo.

Il rivestimento venne fatto con anelli di ghisa (figura 1331 E), ognuno dei quali, lungo m. 0.452 e grosso

millim. 22, era formato di 4 segmenti, di cui 3 uguali fra di loro erano uniti colle faccie di combaciamento secondo i raggi, ed il 4, minore dei precedenti, da porsi alla sommità e combaciante coi laterali con piani verticali. L'ampiezza dello scudo era un po' maggiore di quella del rivestimento, per cui rimaneva attorno a questo un vano che si riempiva con cemento a rapida presa, il quale proteggeva la galleria dalle infiltrazioni ed il tubo dalla ossidazione. All'ultimo anello si fissavano con chiavarde pezzi di ghisa destinati a contrastare le viti con cui si spingeva innanzi lo scudo, ed i quali si toglievano quando questo si era avanzato di tanto da dar posto ad un nuovo anello, che veniva posto in opera e collegato al precedente con chiavarde.

Lo scavo si iniziava con una avanzata rivestita di legno di m. 1.80 di altezza e di 1 di larghezza, che si spingeva innanzi di 2 a 3 metri, mediante l'opera di due minatori, e veniva poi allargata. L'avanzamento giornaliero medio fu per i primi 5 mesi di m. 1.62, e giunse poi fino a m. 2.743. Il lavoro attaccato da una sola estremità durò 10 mesi e costò L. 100 al ml.

Fra i passaggi sotto-fluviatili è degno di nota quello di Washington-street a Chicago negli Stati Uniti, il quale è lungo 60 m. ed è diviso in 3 parti, di cui le laterali larghe m. 3.35 sono destinate alle vetture e la centrale di 3.05 ai pedoni. Esso però venne fatto a cielo aperto isolando per metà di sua lunghezza, per mezzo di una tura, il tratto di alveo corrispondente, praticando in quello lo scavo, la muratura ed il riempimento di terra, e poi procedendo nello stesso modo per l'altra metà. Al tunnel si accede per rampe inclinate al 6 per cento in parte coperte da volte.

Nella stessa città venne costruita una galleria ovale di m. 1.60 di altezza per 1.50 di larghezza, rivestita di due anelli grossi m. 0.10 di mattoni murati in cemento, spinta per la lunghezza di m. 3220 sotto al fondo di un lago, e destinata a raggiungere uno strato d'acqua contenuto in un pozzo ivi praticato. L'avanzamento medio settimanale fu di m. 28 e per la costruzione delle murature si usarono centine di lamiera di ferro.

Nella esecuzione delle gallerie in terreni fangosi e permeabili, quali possono presentarsi sotto ai letti dei fiumi, possono tornare assai utili procedimenti pneumatici analoghi a quelli che costituiscono i sistemi di fondazione detti ad aria compressa. Dell'impiego di tali mezzi offre una prima importante applicazione la costruzione di un tunnel sotto al fiume Hudson, destinato a congiungere, con una ferrovia, le città di Jersey-City e di New-York in America (1).

Il fiume presenta in quella località larghezza di quasi 1700 metri, altezza d'acqua variabile, perchè soggetta alle variazioni delle maree, ed un fondo che, a partire dalla sponda occidentale (parte di Jersey-City) e fino a 1300 metri da essa, è formato di argilla azzurra mista con frammenti di gneiss e con fango e di pochissima consistenza, e dopo si eleva rapidamente trasformandosi in roccia.

La galleria progettata ha lunghezza complessiva di quasi 3600 metri, di cui due tratti, l'uno verso ovest di 1036 m. di lunghezza e l'altro presso l'imbocco opposto di 914, hanno sezione libera di circa 8 m. d'altezza per 11 di larghezza, mentre un altro centrale, lungo m. 1646 e sottoposto all'alveo, è diviso in due parti, ossia è costituito da due gallerie parallele e vicine, sboccanti alle estremità nelle prime, ognuna delle quali ha sezione libera di circa 4.50 di larghezza per 5.50 di altezza.

I lavori vennero incominciati dalla estremità verso ovest del tratto centrale per mezzo d'un pozzo profondo 18 metri e di 9.15 di diametro interno, il cui asse trovasi a circa 12 metri dalla sezione di passaggio dall'una all'altra forma di galleria. La distanza fra l'asse di questo pozzo e quello che si praticò analogamente qualche anno dopo sulla riva opposta verso New-York è di m. 1692.75. A difesa della località e dei lavori del pozzo venne elevata l'opera di rinforzo A della sponda che appare dalla fig. 1332 (sezione longitudinale).

Il suolo della galleria è collocato all'origine a metri 0.30 sotto il fondo del pozzo e discende verso l'alveo seguendo la pendenza trasversale di questo.

Nel pozzo venne collocata la camera d'aria, e, a circa metà altezza del medesimo, da esso si praticò una piccola galleria C di circa 9 metri di lunghezza, fatta prima attraverso al rivestimento e poi nella terra, e si scavò poi uno spazio B, corrispondente a quello necessario per la galleria in grande sezione, che si rivestì dapprima con un involucro di lamiere di ferro e poi di muratura sul fondo e sui fianchi, lavorando nell'aria compressa. Da questo spazio partivano le due gallerie parallele, le quali rivestite dapprima con anelli di lamiera, lo erano poi definitivamente con muratura di mattoni grossa circa 0.60 tutt'attorno.

Si era giunti a m. 91 di lunghezza nell'esecuzione delle due gallerie, quando, avendo voluto scavare sopra di esse e fra le due per inalzare la muratura limitante la parte larga, si ruppe il rivestimento metallico e tutto il vano già eseguito venne inondato producendo la morte di 20 operai (22 luglio 1880).

Si tentò invano d'estrarre l'acqua dal pozzo, e si provò ancora di affondare in questo un cassone di legno per raggiungere la camera d'aria, ma non si potè giungere a ristabilire le cose in modo da continuare il lavoro. Si ricorse allora ad uno espediente, che, non senza aver presentato gravi difficoltà da superare, ebbe fortunata riuscita.

In corrispondenza alla parte allargata B, fra il pozzo e l'origine delle due gallerie, venne affondato un cassone con armatura di legno e ricoperto da una tela incatramata difesa esternamente da una fodera di piombo. Questo cassone, formato di quattro pareti laterali leggermente inclinate alla verticale e di un cielo, presentava m. 12.65 di dimensione orizzontale nel senso normale all'asse della galleria, m. 7.62 nel senso di questa e metri 5.50 di altezza, ed aveva i margini inferiori a tagliente. Il cielo, nella sua parte interna, era di forma cilindrica in modo che potesse adagiarsi perfettamente sulle lastre metalliche collocate in corrispondenza all'estradosso della gran volta da costruirsi. Tagliate opportunamente le pareti verso il fiume (est), quando incontrarono l'ostacolo delle gallerie piccole, e disfatte le già rovinate parti del rivestimento metallico, si giunse a far discendere il cassone nella giusta posizione, dove esso venne assicurato elevando sotto i suoi margini laterali (nord e sud) la muratura dei piedritti (sez. $a\,b$). Aprendo allora un orifizio nella parete ovest si stabilì la comunicazione della camera di lavoro B, per mezzo della piccola galleria C', colla camera d'aria C. Potevasi per tal modo comunicare coll'esterno per mezzo di questo e per mezzo dei due tubi verticali E ed F, di cui il primo destinato al passaggio degli operai e l'altro al servizio dei materiali.

Cominciossi allora nell'aria compressa lo scavo della melma fino a che fu possibile di elevare la muratura di

(1) Dal *Génie-Civil*, fascicolo 2° di agosto 1881, e dal *Giornale dei lavori pubblici* dello stesso anno.

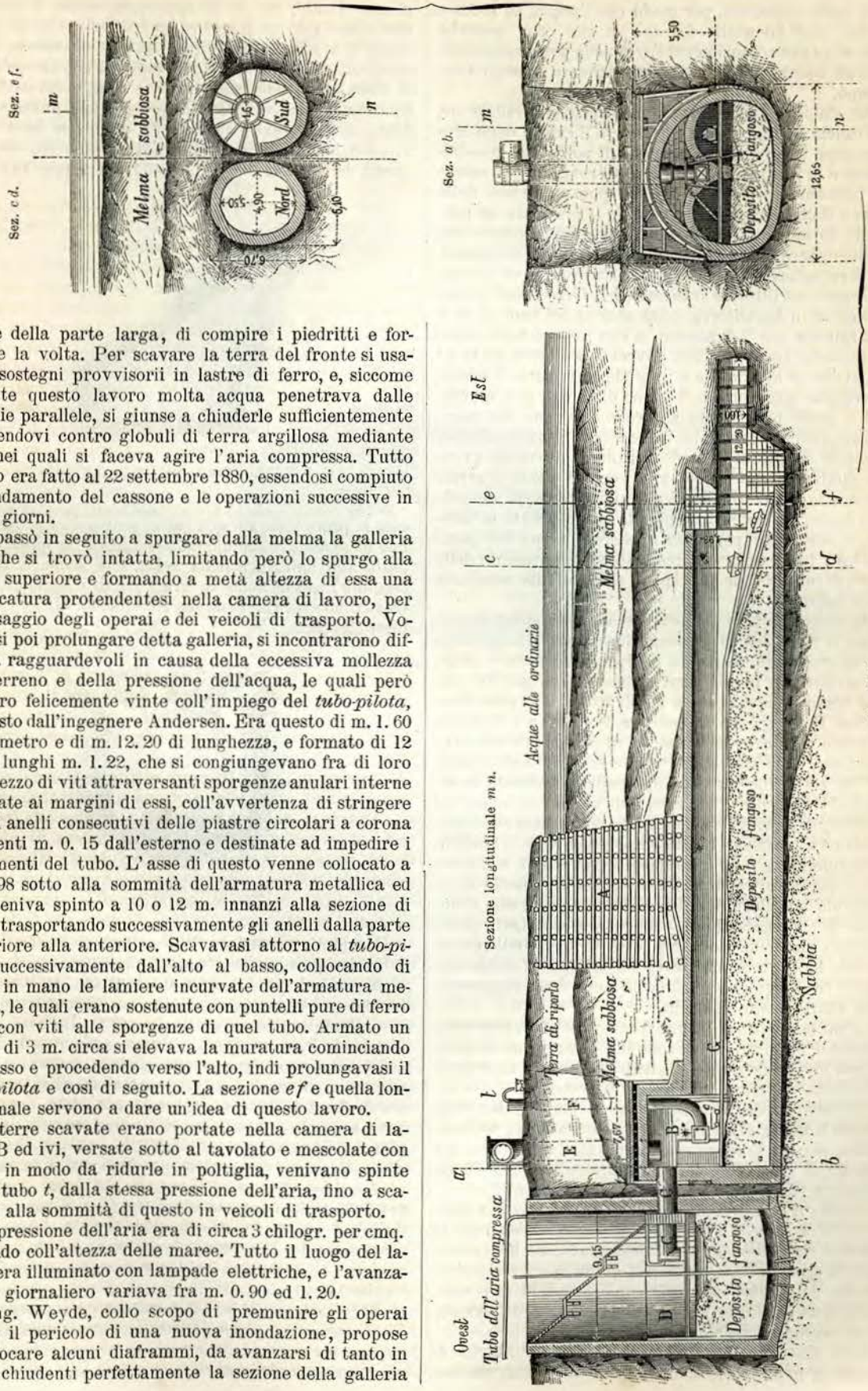


Fig. 1332.

fronte della parte larga, di compire i piedritti e formarne la volta. Per scavare la terra del fronte si usarono sostegni provvisorii in lastre di ferro, e, siccome durante questo lavoro molta acqua penetrava dalle gallerie parallele, si giunse a chiuderle sufficientemente spingendovi contro globuli di terra argillosa mediante tubi nei quali si faceva agire l'aria compressa. Tutto questo era fatto al 22 settembre 1880, essendosi compiuto l'affondamento del cassone e le operazioni successive in soli 9 giorni.

Si passò in seguito a spurgare dalla melma la galleria sud, che si trovò intatta, limitando però lo spurgo alla parte superiore e formando a metà altezza di essa una impalcatura protendentesi nella camera di lavoro, per il passaggio degli operai e dei veicoli di trasporto. Volendosi poi prolungare detta galleria, si incontrarono difficoltà ragguardevoli in causa della eccessiva mollezza del terreno e della pressione dell'acqua, le quali però vennero felicemente vinte coll'impiego del *tubo-pilota*, proposto dall'ingegnere Andersen. Era questo di m. 1. 60 di diametro e di m. 12. 20 di lunghezza, e formato di 12 anelli lunghi m. 1. 22, che si congiungevano fra di loro per mezzo di viti attraversanti sporgenze anulari interne collocate ai margini di essi, coll'avvertenza di stringere fra gli anelli consecutivi delle piastre circolari a corona sporgenti m. 0. 15 dall'esterno e destinate ad impedire i movimenti del tubo. L'asse di questo venne collocato a m. 1. 98 sotto alla sommità dell'armatura metallica ed esso veniva spinto a 10 o 12 m. innanzi alla sezione di scavo trasportando successivamente gli anelli dalla parte posteriore alla anteriore. Scavavasi attorno al *tubo-pilota* successivamente dall'alto al basso, collocando di mano in mano le lamiere incurvate dell'armatura metallica, le quali erano sostenute con puntelli pure di ferro uniti con viti alle sporgenze di quel tubo. Armato un tratto di 3 m. circa si elevava la muratura cominciando dal basso e procedendo verso l'alto, indi prolungavasi il *tubo-pilota* e così di seguito. La sezione *e f* e quella longitudinale servono a dare un'idea di questo lavoro.

Le terre scavate erano portate nella camera di lavoro B ed ivi, versate sotto al tavolato e mescolate con acqua in modo da ridurle in poltiglia, venivano spinte per il tubo *t*, dalla stessa pressione dell'aria, fino a scaricarsi alla sommità di questo in veicoli di trasporto.

La pressione dell'aria era di circa 3 chilogr. per cmq. variando coll'altezza delle maree. Tutto il luogo del lavoro era illuminato con lampade elettriche, e l'avanzamento giornaliero variava fra m. 0. 90 ed 1. 20.

L'ing. Weyde, collo scopo di premunire gli operai contro il pericolo di una nuova inondazione, propose di collocare alcuni diaframmi, da avanzarsi di tanto in tanto, chiudenti perfettamente la sezione della galleria

nella metà superiore, per modo che l'acqua, se si fosse elevata nell'intervallo fra due di essi, non avrebbe fatto altro che comprimervi l'aria nella parte superiore, dove gli operai avrebbero potuto trovare momentaneo scampo.

Per stabilire una diretta comunicazione stradale tra la Francia e l'Inghilterra attraverso il canale della Manica, dopo aver studiato progetti di ponti fissi grandiosissimi e di ponti galleggianti o zatteroni, si trovò essere più conveniente, sotto il duplice punto di vista della spesa e della sicurezza e comodità, il praticare un passaggio sotterraneo. Lo studio in proposito, presentato dall'ingegnere *Thomé de Gamond*, riguarda un tunnel, che si estenderebbe per 36 chm. circa fra il promontorio di *Grinez* sul littorale francese ed il *Cape-point* presso Folkeston in Inghilterra, colla sezione del vano di m. 9 di larghezza per 7 di altezza, e con volta a tutto sesto fra piedritti verticali. Essa dovrebbe svolgersi sotto ad uno strato di argilla che si estende sotto tutto il canale e dovrebbe attraversare il banco di Varne, che, elevandosi a pochi metri sotto al livello ordinario del mare, potrebbe servire ad ottenere due attacchi intermedii per mezzo di un pozzo. Il fondo del tunnel dovrebbe avere due punti depressi ed elevarsi verso il pozzo centrale e verso le estremità. Però i tratti intermedii dovrebbero essere prolungati in piccola sezione sotto ai laterali, e con dolce pendenza in discesa verso due pozzi praticati in terra ferma, destinati all'esaurimento delle acque di infiltrazione. La spesa preventivata ammonta a 180 milioni.

Da assaggi fatti in Francia con due pozzi spinti fino ad 86 m., si riconobbe la presenza di uno strato impermeabile di creta, che, secondo i geologi, deve passare sotto allo stretto. Da questi pozzi si incominciarono due gallerie verso il mare poste a m. 55.20 sotto lo zero idrografico. Dalla sponda inglese fra Folkeston e Douvres un pozzo praticato fino a m. 47 di profondità dimostrò l'esistenza dello stesso strato di creta. Da esso si partì a 29 m. sotto allo zero con una galleria inclinata in discesa del 12.5 per 1000. Essa è di sezione circolare col diametro di m. 2.30; viene scavata senza mine colla perforatrice a rotazione Beaumont e rivestita con anelli di ghisa lunghi m. 0.30 e composti ognuno di 5 segmenti che si uniscono fra di loro con chiavarde. Quello superiore, che si colloca per ultimo, ha tal forma, che, stringendo le chiavarde che lo collegano ai contigui, questi vengono spinti in fuori. Nel caso di forti infiltrazioni d'acqua ha fatto buona prova un mastice di minio applicato fra i segmenti e la roccia e che viene compresso dallo allargamento di quelli.

La galleria iniziata dal lato francese deve servire come galleria di scolo; le due devono incontrarsi a m. 51 sotto lo zero idrografico, dove lo strato di creta fra la galleria ed il fondo del mare avrà 46 m. di grossezza.

La perforatrice Beaumont, che lavora a guisa di un grande trapano, si avanza colla celerità di m. 4825 all'anno, per cui si spera che l'avanzata iniziata con due attacchi si possa compiere in 4 anni, e si conta di impiegare la stessa macchina per gli allargamenti.

Incidenti durante la costruzione delle gallerie. — I diversi metodi d'attacco sono diretti a superare le difficoltà che comunemente si presentano, ma avvennero talvolta speciali sconvolgimenti, dovuti quasi sempre all'azione dell'acqua, che resero indispensabili provvedimenti eccezionali per assicurare la riuscita del lavoro. Se ne esamineranno alcuni.

Nella costruzione del sotterraneo di Saint-Martin di Estreaux, in un tratto compreso fra due pozzi, che non si era armato, perchè di apparenza solida, si produsse una frana per cui massi ragguardevoli, scivolando su strati di argilla rammollita e fra essi interposta, irruppero riempiendo lo scavo. Si cominciò con circoscrivere la frana spingendo la costruzione della volta molto lontano dalle due parti. Poi si praticò una galleria nella frana, ma al disopra del sito da occuparsi dalla volta, rivestendola con telai e puntellature di forma adatta a quella delle parti di roccia non franata (fig. 1333). Da

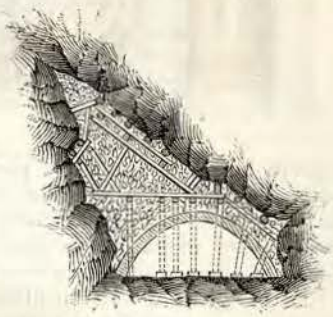


Fig. 1333 — Scala di 1 : 400.

essa si procedette verso il basso, scavando e puntellando fino al piano orizzontale delle imposte, in modo da far posto alla muratura della volta, che venne in seguito eseguita, sacrificando in gran parte i legnami che si trovavano sopra ad essa, ma riempiendo tutti i vani con pietre a secco.

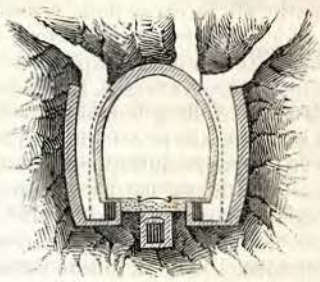


Fig. 1334 — Scala di 1 : 400

Durante la esecuzione delle gallerie della ferrovia del littorale ligure, tutte in condizioni difficili in causa della vicinanza del mare e della interruzione degli strati di terreno per la corrosione di esso, molti furono i ripieghi ai quali si dovette ricorrere. In quella di Piassa, e propriamente in un tratto di essa passante sotto il torrente omonimo, s'incontrarono nelle roccie attraversate grandi crepacci e caverne, talvolta vuoti e tal altra ripieni di pietre frantumate e di argilla sciolta, dalle quali sgorgava acqua in abbondanza, che per alcune di esse raggiunse perfino la portata di 350 mc. all'ora. Per raccogliere le acque, che copiose penetravano nella galleria, e sopprimere la grande pressione ch'esse avrebbero prodotto sulle murature, si praticarono in queste ampie feritoie o condotti verticali, ed ai tombini laterali, correnti per tutta la galleria, lunga oltre a 3800 m., se ne aggiunse un terzo più grande e centrale, di m. 0.80 di larghezza per m. 1.30 di altezza, per un tratto lungo m. 1880. Le fig. 1334 e 1335 forniscono due esempi scelti fra le varie disposizioni adottate, che naturalmente variarono a seconda della forma, ampiezza e disposizione dei crepacci e delle caverne rispetto alla galleria.

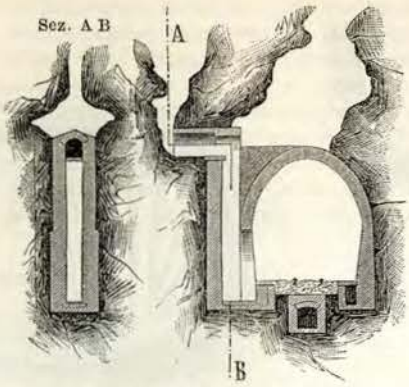


Fig. 1335 — Scala di 1 : 400.

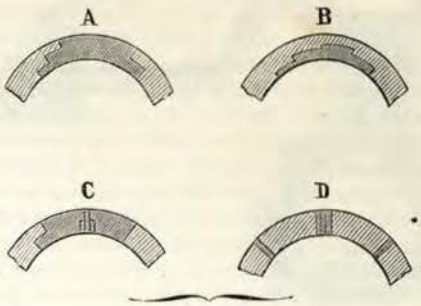
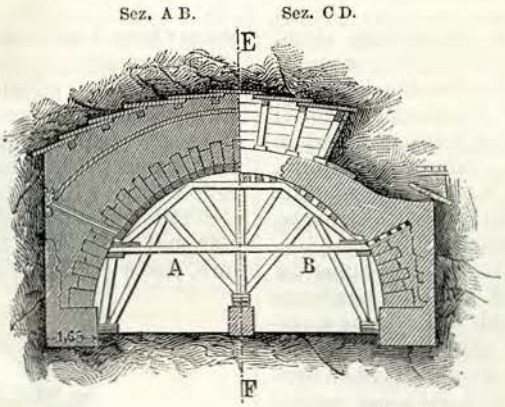


Fig. 1336.



Fig. 1337.



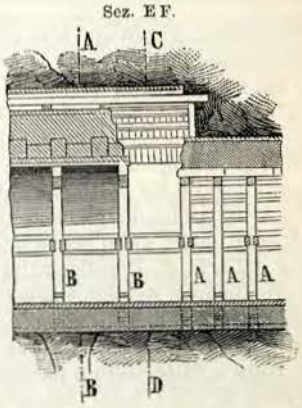


Fig. 1338.

Nella costruzione delle più volte citate gallerie dell'Appennino, sulla linea Foggia-Napoli, avvennero spesso cedimenti nelle murature durante la loro esecuzione, che obbligarono alla ricostruzione parziale o totale di esse. Dove si procedeva col sistema d'attacco in calotta, le vôlte, abbandonate per molto tempo a loro stesse, talvolta si abbassavano, più spesso si deformavano avvicinandosi fra loro le parti inferiori e rompendosi alla chiave per schiacciamento all'intradosso ed aprimento all'estradosso. Quando per tali cedimenti non veniva a restringersi di troppo la sezione libera, e la rottura non si estendeva nelle parti laterali, era possibile, dopo compiute le murature inferiori, di rifare le parti guaste, previo puntellamento di quelle sane, nei modi dei quali dà esempio la fig. 1336. Si trovò conveniente d'introdurre legati di pietra fra i corsi di mattoni (fig. 1336, C e D).

Nella galleria Cristina, dove si era proceduti col sistema a tutta sezione applicato col metodo austriaco, furono schiacciate e rotte travi e fusti di quercia di oltre m. 0.40 di squadratura e deformate murature, grosse fino ad $1^{m}50$, in modo da renderle perfettamente inservibili (fig. 1337). Si dovette quindi procedere alla ricostruzione completa di esse.

Riparazioni alle gallerie ed allargamento di esse. — Accadde talvolta che gallerie finite da qualche tempo, e talora da molti anni, rovinassero e ciò specialmente a causa dell'azione corroditrice di un corso d'acqua, o di quella lenta di acque sotterranee o dell'aria nelle masse di terra attraversate, che, sciogliendole, ne aumentano la pressione o vi inducono dei movimenti, fra i quali i più perniciosi sono quelli trasversali all'andamento dello scavo. I lavori di ristauro delle murature vanno diretti in modo da ristabilire nel più breve lasso di tempo ed in modo provvisorio il passaggio, da mantenerlo durante la esecuzione di essi, e devono essere completati con tutte quelle opere esterne che valgono a porre argine alle cause di rovina e ad allontanarle. Si accennerà ad alcuno dei provvedimenti stati adottati in simili circostanze.

Nella galleria del canale di Chalifert, in un tratto dove era stata compiuta la parte superiore alla strada d'alaggio, si erano manifestati cedimenti notevoli nella vôlta, rumori frequenti sopra di essa, e getti di melma e sabbia dagli orifizii di scolo o barbacani. Provenivano questi accidenti dal trapelamento dell'acqua attraverso ad un strato impermeabile, il quale era stato perforato con un pozzo d'assaggio non ben rinchiuso e ad una screpolatura di esso, ed ancora dalla presenza di una galleria da mina, aperta molto prima del sotterraneo e sopra di esso, la quale, non bene otturata, serviva di raccolta alle acque d'infiltrazione. Si aggiunse a ciò la cattiva esecuzione delle murature e la insufficiente grossezza della vôlta.

Per la ricostruzione si cominciarono a stabilire centine di demolizione B (fig. 1338) di tal forma da permettere il passaggio su due vie longitudinali. Poi si demolirono i piedritti per tratti di 2 m. di lunghezza e ad intervalli, sostenendo con puntelli provvisorii la vôlta nelle parti a piedritti abbattuti. La vôlta venne rifatta per tratti di 1 m. di lunghezza a cominciare dalla chiave, portandone la grossezza da m. 0.70 ad 1.20. Rotta la parte superiore, si formava al di sopra di essa un vano sostenuto da puntelli e longarine (sez. C D ed E F), che si allargava successivamente fino a scoprire la sommità

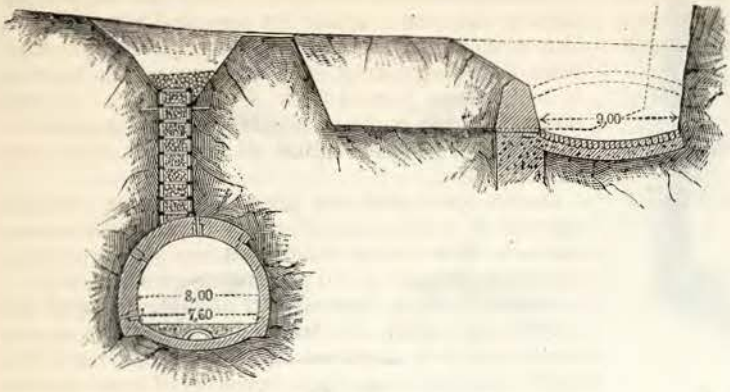


Fig. 1339.

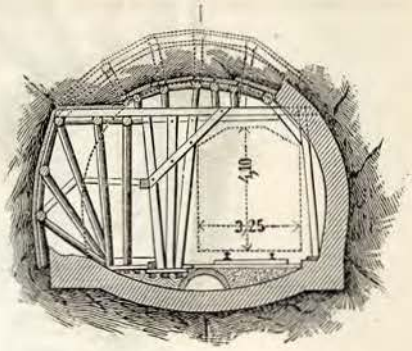


Fig. 1340.

dei piedritti. Aggiungevansi allora alle centine alcuni pezzi, trasformandole così in centine di ricostruzione A, per dare a queste la voluta altezza, rimediando al cedimento avvenuto. Durante la ricostruzione della vôlta si dovette abbandonare gran parte del legname superiore (sez. A B), riempiendo però tutti i vani con muratura, e praticando nella vôlta canaletti in legno circondati da calcestruzzo, che, discendendo lungo i piedritti, venivano a sboccare nella via d'acqua del canale.

La galleria di Busalla, attraverso all'Appennino fra Novi e Genova, avente sezione (fig. 1273) con larghezza massima di m. 8, altezza sulle guide di 5.90, che si solleva per gli ultimi 18 m. verso le estremità fino a 6.90, con vôlta a tutto sesto e piedritti grossi m. 0.90 ed arco rovescio di 0.70, dopo più di 20 anni dalla sua costruzione cominciò a dare indizii di deformazioni, le quali, aumentando sempre, dopo altri quattro anni, diedero luogo alla rovina di un tratto di essa lungo m. 16, con totale ingombro del passaggio. Dalle ricognizioni fatte si riconobbe che il tratto rovinato trovavasi in un terreno argilloso rammollibile, compreso fra due rigagnoli affluenti di un torrente che ivi scorre parallelo all'asse della galleria ed a valle di questa. La sponda di questo dalla parte della galleria era in corrosione, e quella opposta invece è costituita da roccia che, passando sotto all'alveo, si estende poi sotto alla galleria. L'azione delle pioggie e la lenta corrosione della sponda determinò il movimento di un'ampia zona di terreno verso il torrente, che fu causa della frana, per la quale oltre a metà del rivestimento di muratura fu abbattuto.

Al nuovo rivestimento si trovò opportuno di assegnare la grossezza di m. 1.20, intercalando cunei di pietra alla chiave, alle reni ed alle basi dei piedritti fra i mattoni. Ad allontanare poi le cause di ulteriori guasti si pensò di arrestare le corrosioni del torrente riportando questo nel suo antico alveo contro alla sponda di roccia, e rivestendo poi l'alveo e la sponda opposta con muratura per un tratto di circa m. 130 di lunghezza. Si riempì di terra buona tutto lo spazio fra questo muro di sponda e la galleria (fig. 1339), ed inoltre si progettò, quando ne fosse apparso il bisogno, una vôlta sulla parte rinforzata del torrente.

Le macerie della frana furono attaccate dalle due estremità e da un pozzo centrale, profondo m. 13, largo m. 2.00, nel senso trasversale alla galleria, e m. 5.50 in quello longitudinale e rivestito per m. 9 di altezza con telai di legno e tavoloni (fig. 1339). Si incominciò lo scavo dalla parte del piedritto rimasto intatto, ponendo di mano in mano le armature (fig. 1340) in modo da lasciare libero il passaggio dei convogli. In seguito si passò successivamente alle seguenti operazioni: allargamento dello scavo fino all'altezza dei cappelli dei telai e per tratti successivi, prolungando i telai con puntelli; elevazione dei piedritti sull'arco rovescio, intatto, e loro puntellamento; scavo della parte superiore, collocazione delle centine e costruzione della vôlta.

Si ricostruì pure il rivestimento non caduto alle due estremità della frana fin dove eranvi indizii di screpolature, cioè a circa m. 7 per parte.

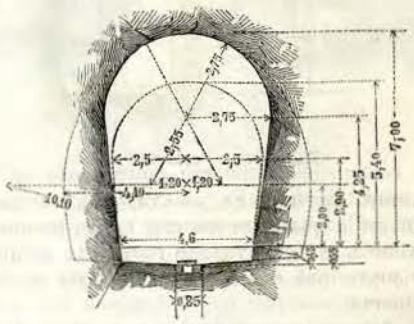


Fig. 1341 — Scala di 1 : 250.

Accade talvolta che gallerie aperte per un solo binario debbano in seguito essere allargate e ciò senza interrompere il passaggio. Nelle gallerie delle rampe d'accesso al San Gottardo, per accelerarne l'esecuzione, si è creduto di modificare la forma di sezione che era stata stabilita per il doppio binario, in modo che, presentando esse al fondo la larghezza occorrente per un solo, potessero poi facilmente allargarsi fino a contenerne due senza interrompere il servizio. La fig. 1341 rappresenta con una linea a tratti il profilo interno che sarebbe sufficiente per una galleria ad un binario, con un'altra quello occorrente per il doppio binario, e con quella segnata piena il profilo transitorio adottato dove la roccia era solida e non richiedeva rivestimento. Colla figura 1342 si è rappresentato il profilo provvisorio adottato nella roccia richiedente rivestimento, da allargarsi poi fino alla linea punteggiata.

Per dare un'idea del modo con cui si può allargare una galleria si accennerà al procedimento seguìto per quella di Terre-Noire (linea Lione St-Etienne), il quale appare dalla fig. 1343. Nelle murature della vôlta si incastrarono travi orizzontali A, sulle quali si formò una robusta impalcatura, ad altezza tale che sotto di essa

potessero passare locomotive a camino raccorciato. Gli operai stando sull'impalcatura rompevano la vôlta e scavavano di fianco, sostenendo le terre con puntelli,



Fig. 1342.

fino a far posto alla collocazione delle centine ed alla costruzione della vôlta. Fatto ciò, e per tratti di 2 a 3 m. di lunghezza, si abbatteva tutta la parte C e si procedeva alla costruzione del piedritto.

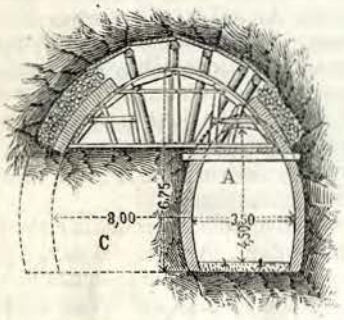


Fig. 1343 — Scala di 1 : 250

Gallerie artificiali. — Come già si disse, si dà questo nome a quelle opere che hanno la stessa forma delle gallerie, ma che vengono eseguite all'aperto, sia che si ricopra poi con terra la vôlta, sia che questa si lasci scoperta.

Quelle del primo genere non presentano alcuna difficoltà di costruzione, quando nulla osti a che si scavi una larga trincea, poi si elevino sul fondo di essa le murature dei piedritti e della vôlta da ricoprirsi poi colla terra. Ma nei terreni cedevoli ed in quelle circostanze in cui non conviene tenere per lungo tempo il suolo ingombro, può convenire di scavare due trincee in corrispondenza ai piedritti, nelle quali, per la ristrettezza loro, le terre possono essere sostenute con sbadacchi, quindi di elevare i piedritti, e da ultimo di formare la vôlta sul terreno, appositamente intagliato a forma di manto fra i piedritti, o su centine collocate sul medesimo. Ultimate le murature, si toglie la terra da sotto alle medesime ed occorrendo si forma l'arco rovescio.

Le gallerie artificiali a cielo scoperto si formano o in sostituzione di muri di rivestimento in strade a mezza costa su pendii molto ripidi e franabili, o per attraversare burroni le cui acque impetuose od i massi travolti non potrebbero trovare passaggio sotto all'arcata od alla travatura di un ponte, o finalmente alle estremità delle gallerie propriamente dette, in sostituzione delle trincee, sia per difendere gli imbocchi dall'ingombro che potrebbe prodursi per cadute di valanghe o di frane, sia per contrastare le sommità dei muri di rivestimento dove la spinta delle terre retrostanti ad essi fosse ragguardevole.

Nelle gallerie artificiali attraversanti burroni è necessario di riempire lo spazio fra esse ed il terreno avvallato a monte, rivestendo con muratura la parte superiore del riempimento, sulla quale vengono a scorrere le acque, come pure il fondo a valle, se non è naturalmente di roccia molto resistente, su cui viene a precipitarsi l'acqua passante a guisa di stramazzo sulla vôlta della galleria.

Queste opere però non presentano alcuna difficoltà speciale di costruzione, all'infuori di quelle che possono derivare dalla natura delle fondazioni e dalle posizioni alpestri o dirupate in cui possono essere collocate.

Bibliografia. — Curioni, *Arte di fabbricare* (vol. 2°); *Costruzioni civili, stradali ed idrauliche, ed Appendice 3ª all'arte di fabbricare.* — Gabba, *Costruzioni civili e militari* (vol. 1°). — Debauve, *Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées* (fascicolo 12°). — *Annales des ponts et chaussées.* — *Giornale del Genio Civile: Gallerie per la traversata degli Appennini sulla linea Foggia-Napoli* (anni 1872-73-74-75); *Gallerie della ferrovia ligure* (anni 1872 e 1879).

C. Caveglia.

GAS-LUCE — Franc. *Gaz d'éclairage.* Ingl. *Gaz-light.* Ted. *Lichtgas.* Spagn. *Gas-luz.*

Nel comune linguaggio noi diciamo *combustibili* tutti quei corpi facili a riscontrarsi in natura e che per la loro attitudine a combinarsi coll'ossigeno dell'atmosfera, dando luogo a sviluppo di calore e soventi di luce, permettono all'uomo di soddisfare a grandissimo numero di bisogni coll'impiego di una o di entrambe queste forme dell'energia naturale.

I combustibili, sieno essi solidi, liquidi od aeriformi, hanno vario modo di comportarsi nel fenomeno della combustione. Allorquando un combustibile aeriforme, svolgendosi in modo continuo, abbrucia man mano che esso si presenta all'azione del calore, ha luogo il fenomeno della fiamma, prodotto dal rapido succedersi delle particelle gasose incandescenti, poste ad immediato contatto del corpo comburente.

I combustibili solidi e quelli liquidi possono pure ardere con fiamma, purchè sieno suscettibili di assumere lo stato aeriforme o dar luogo a sviluppo di sostanze combustibili gasose, sotto l'azione del calore. Così accade per la canfora, l'alcole, l'etere, la benzina, ecc., sostanze tutte assai volatili e parimenti per il legno ed i combustibili fossili che al principio della loro combustione svolgono considerevole quantità di corpi gasosi combustibili.

Vi sono invece corpi solidi non volatili che riscaldati a temperatura elevata ardono, ma la combustione è limitata alla loro stessa massa, nell'interno della quale l'ossigeno porta la propria azione comburente, senza dar luogo a sviluppo di fiamma, poichè non avvi sostanza gasosa capace di combinarsi con esso.

Ogni qualvolta si sottopone all'azione del fuoco entro vasi chiusi una sostanza organica od anche minerale, purchè proveniente dalla decomposizione di corpi organici, ha luogo uno sviluppo di prodotti pirogenici composti in massima parte di idrogeno e di carburi d'idrogeno. La proprietà che tali prodotti hanno di abbruciare con fiamma più o meno luminosa ad una determinata temperatura, ha dato origine ad una delle più utili applicazioni della chimica, la illuminazione delle vie, delle case di abitazione, degli edifizii pubblici, mediante la combustione di un miscuglio gasoso, che fabbricato in apposita officina può da questa venir condotto, mediante tubi, ai vari luoghi di consumo.

Il fatto della combustione del miscuglio gasoso in lontananza dal luogo di sua produzione, costituisce la differenza essenziale fra questo e tutti gli antichi sistemi di illuminazione. Nelle candele e nelle lampade i corpi gasosi abbruciano sul posto stesso della loro produzione per l'intermediario dello stoppino e non già a una distanza più o meno grande come talvolta può occorrere. Da ciò emergono evidentemente due grandi vantaggi importanti del nuovo sistema d'illuminazione: 1° il miscuglio gasoso può essere condotto nel luogo stesso ove deve abbruciarsi, per la qual cosa è possibile avvicinarsi a quelle condizioni teoriche cui corrisponde il massimo effetto luminoso; 2° possono essere impiegati alla produzione del combustibile gasoso, corpi i quali non avrebbero altrimenti valore alcuno, mentre negli antichi mezzi d'illuminazione era necessario escludere qualunque sostanza la quale non si trasformasse integralmente od in massima parte almeno, in principii gasosi.

Cenni storici. — L'industria del *gas*, al pari di tutte le grandi scoperte od innovazioni, non è uscita tutta completa dalla mente di un solo inventore: per giungere al grado di sviluppo a cui si trova oggidì, dovette passare per una serie di successivi perfezionamenti la cui istoria non è priva d'interesse.

Sin dalla metà del secolo XVII, le proprietà fisiche e chimiche dei gas formarono oggetto di studii di una numerosa schiera di scienziati, fra i quali: Shirley (1659), Becher (1689), Hales (1727), Clayton (1739), Watson (1761), ecc. Essi riconobbero che la distillazione del litantrace dava origine ad una considerevole quantità di corpi gasosi capaci di abbruciare con fiamma luminosa. I loro studii però, avendo di mira uno scopo puramente scientifico, non condussero ad alcuna pratica applicazione. — L'ingegnere Filippo Lebon, nato a Brachay (Haute-Marne) ebbe l'idea di impiegare i gas ottenuti dalla distillazione secca del legno alla produzione di luce, di calore e di forza motrice (1800). Però, la moltiplicità degli scopi, l'imperfezione dei mezzi e forse la cattiva scelta della materia prima, condussero ad un insuccesso gli ingegnosi tentativi del Lebon. Il Ridolfi in Italia ne replicò e perfezionò gli esperimenti. Tuttavia il tenue potere luminoso del gas di legna persuase a lasciarlo in disparte specialmente dopo che si era constatato quanto più viva fosse la fiamma del gas ottenuto col litantrace. Il gas del legno è in massima parte costituito da idrogeno, idrogeno protocarburato, ossido di carbonio, gas acido carbonico, dei quali i primi tre soltanto abbruciano con fiamma pallida; mancano quasi totalmente quegli idrocarburi pesanti cui è principalmente dovuta la luminosità della fiamma.

Più tardi, cioè verso la metà del nostro secolo, si volle ritentare l'impiego del gas di legna e si fecero a tal fine esperimenti su vasta scala nella città di Marsiglia; in Pinerolo si eresse un'officina onde illuminare con tale gas l'intera città ed allo scopo di accrescerne il potere illuminante si mescolavano ad esso degli idrocarburi ottenuti in massima parte coll'olio di resina fatto stillare a goccie sopra una parte dell'apparecchio gasogeno mantenuta rovente.

Nell'Inghilterra vuolsi attribuire il merito della invenzione a William Murdoch ingegnere delle miniere di Cornovaglia. Devesi infatti riconoscere in questi la priorità sotto il rapporto dell'applicazione industriale. Nel 1792 il Murdoch illuminava, mediante il gas di litantrace, la propria casa ed incoraggiato da questo primo successo, si associava al celebre Watt, nell'intento di rischiarare col nuovo sistema le officine di Soho, presso Birmingham (1805).

I lavori del Murdoch, al pari di quelli dell'infelice Lebon, morto assassinato, furono ben lontani dall'avere l'appoggio dell'opinione pubblica ed il concorso dei capitalisti. Entrambi questi uomini benemeriti sostennero una lotta lunga e tenace, vincendo a poco per volta le difficoltà man mano che ad essi si presentavano.

Nel 1808 la fiamma del gas fece la sua prima apparizione nelle vie di Londra ed è da quest'epoca che veramente può dirsi abbia avuto principio l'applicazione industriale di un tale sistema d'illuminazione.

Gli apparecchi inventati dal Murdoch e sopratutto dal di lui allievo Samuele Clegg, introdussero nella nuova industria miglioramenti importantissimi che valsero ad accelerarne lo sviluppo.

Nell'anno 1810, un tedesco, J. A. Winzler, giunse a costituire in Londra una società per azioni che ottenne il privilegio dal Parlamento, sotto il nome di *Chartered Gaslight and coke Company*, ai lavori della quale presero parte gli abilissimi Clegg ed Acum: venne così costrutta la prima officina a gas la quale tuttora esiste in Londra. La società venne in seguito estendendo il proprio servizio, lottando però di continuo contro i pregiudizi degli scienziati e del pubblico: quelli temevano le difficoltà che dovevano essere superate per rendere l'impianto atto al servizio del pubblico; questo vedeva nei condotti del gas una minaccia permanente d'incendio e di esplosione.

Nel 1815 il Winzler passò in Francia col nome di Winsor, fondò una Società in accomandita col capitale di L. 1,200,000 e costrusse in Parigi un'officina nelle vicinanze del Luxembourg.

Sin dal 1818 un piccolo teatro della città di Milano veniva illuminato a gas, per cura del cav. Aldini.

In seguito, attraverso ad una sequela di lotte, rovesci e successi, l'illuminazione a gas venne estendendosi per tutto il continente europeo, nè si mancò di fare concorrenza alla nuova industria tentando di sostituire al litantrace altra materia prima, come l'olio, il catrame, le resine, ecc. La città di Milano illuminava col nuovo sistema, nell'anno 1832, la Galleria De Cristoforis; ma la prima Compagnia creatasi in Italia, collo scopo di provvedere al pubblico il gas illuminante, ebbe origine in Torino, e nel 1840 questa città contava già parecchie migliaja di fiammelle per servizio privato; il Municipio si determinò alcuni anni più tardi ad adottare il nuovo sistema di illuminazione per gli edifici pubblici e per le vie della città. Nel 1845 anche Milano illuminava col gas le proprie vie; poco appresso ne seguirono l'esempio Napoli, Venezia, Genova, Firenze, Livorno e Palermo.

L'industria della illuminazione a gas può intendersi divisa in due parti principali: la prima ha per iscopo la fabbricazione del gas, la seconda la distribuzione di esso ai singoli consumatori nel modo più uniforme e nella misura desiderata. Noi prenderemo in esame ciascuna di tali parti cercando di dare ragione di tutte le successive fasi della fabbricazione, descrivendo i mezzi impiegati per questa e per la conduttura del gas.

PARTE PRIMA

Fabbricazione del gas.

§ 1. I composti organici che si possono procurare a buon prezzo sono quelli più comunemente impiegati nella fabbricazione del gas illuminante; sottoposti all'azione del calore, e ad una data temperatura, essi subiscono una distillazione producendo sostanze aereiformi, che mediante la condensazione si separano in liquidi

ammoniacali, in sostanze oleo-resinose (catrame) ed in gas permanenti, lasciando però nella massima parte dei casi un residuo fisso che prende il nome di *Arso* o *Coke*.

I gas permanenti prodotti da tale distillazione costituiscono ciò che, industrialmente parlando, dicesi *gas illuminante:* essi contengono però una certa quantità di vapori di corpi solidi e liquidi che per essere sommamente volatili si mantengono allo stato aeriforme anche ad una temperatura cui per essi corrisponderebbe altro stato fisico. Così il *gas*, mentre è per massima parte costituito di *bicarburo di idrogeno (etilene)*, *idrogeno protocarburato* (gas delle paludi), *acido carbonico* ed *ossido di carbonio*, contiene tuttavia una mescolanza di vapori di *idrocarburi* liquidi e solidi i quali ne accrescono il potere illuminante per la considerevole quantità di carbonio che contengono. Si comprende pertanto come debba essere utile mantenere, per quanto si può, calda la massa del gas, affinchè maggior dose di questi idrocarburi abbia ad esservi diffusa; se però si eccedesse nel riscaldamento, la massa aeriforme, satura di quei vapori, venendo in contatto delle pareti fredde dei condotti di circolazione, potrebbe dar luogo a depositi capaci di ostruire i tubi e recare inconvenienti gravissimi. Gli è perciò che il gas si distribuisce con una temperatura non troppo discosta da quella media del suolo (10°); un raffreddamento troppo intenso avrebbe per effetto la diminuzione del potere illuminante.

§ 2. Per la fabbricazione del gas vengono impiegate varie sostanze: in prima linea figura il *litantrace* o carbon fossile, indi il legno, la torba e la lignite, talvolta, per ispeciali circostanze economiche, la resina, le acque provenienti dalla sgrassatura dei panni e delle lane, l'olio, la melassa, il catrame ed altri rifiuti di speciali industrie. Può dirsi però che il litantrace è d'impiego generale, poichè sono ben rari i casi in cui convenga fare uso delle altre sostanze ora accennate. Le varie specie di carbon fossile forniscono quantità e qualità diverse di gas, ed è perciò della massima importanza la scelta di quello che vuolsi impiegare avendo riguardo sopratutto alla sua composizione chimica. Essenzialmente i litantraci sono costituiti di carbonio, idrogeno, ossigeno e piccola quantità di azoto, cui va unita una dose più o meno considerevole di solfuro di ferro; la loro distillazione dà origine a quattro prodotti principali di costituzione chimica assai complessa, come scorgesi dal seguente quadro:

- 1° Prodotto. — *Arso* o *Coke*
  - Carbonio.
  - Solfuro di ferro . . . Fe^7S^8.
  - Sostanze terrose.
- 2° Prodotto. — *Acqua ammoniacale*
  - Sostanze principali
    - Carbonato ammonico . . . $2(AzH^4)^2CO^3 + CO^2$
    - Solfuro ammonico . . . $(AzH^4)^2S$
  - Sostanze accessorie
    - Cloruro ammonico . . . AzH^4Cl
    - Cianuro ammonico . . . AzH^4CAz
    - Solfocianuro ammonico . . . AzH^5CAzS
- 3° Prodotto. — *Catrame*
  - Idrocarburi
    - liquidi
      - Benzina . . . C^6H^6
      - Toluolo . . . C^7H^8
      - Xilolo . . . C^9H^{10}
      - Pseudocumolo . . . C^9H^{12}
      - Cimolo . . . $C^{10}H^{12}$
      - Propile . . . C^3H^7
      - Butile . . . C^4H^9 ecc.
      - Naftalina . . . $C^{10}H^8$
    - solidi
      - Acetilnaftalina . . . $C^{62}H^{10}$
      - Fluorene . . . $C^{13}H^{10}$
      - Antracene . . . $C^{14}H^{10}$
      - Metilantracene . . . $C^{15}H^{12}$
      - Retene . . . $C^{16}H^{12}$
      - Crisene . . . $C^{18}H^{12}$
      - Pirene . . . $C^{16}H^{10}$
  - Acidi
    - Fenico (fenolo, monoossibenzole) . . . C^6H^6O
    - Cresilico (cresolo, monoossitoluole) . . . C^7H^8O
    - Florilico (florolo) . . . $C^8H^{10}O$
    - Rosolico . . . $C^{20}H^{16}O^3$
    - Ossifenico (diossibenzolo) . . . $C^6H^6O^2$
    - Creosoto, che risulta dei tre corpi omologhi . . .
      - $C^7H^8O^2$
      - $C^8H^{10}O^2$
      - $C^9H^{12}O^2$

      Combinazioni dell'acido ossifenico o suoi omologhi col metile.
  - Basi
    - Piridina . . . C^8H^5Az
    - Anilina . . . C^6H^7Az
    - Picolina . . . C^6H^6Az
    - Lutidina . . . C^7H^9Az
    - Collidina . . . $C^8H^{11}Az$
    - Leucolina . . . C^6H^7Az
    - Irodilina . . . $C^{16}H^9Az$
    - Criptidina . . . $C^{11}H^{11}Az$
    - Acridina . . . $C^{12}H^9Az$
    - Coridina . . . $C^{10}H^{15}Az$
    - Rubidina . . . $C^{11}H^{17}Az$
    - Viridina . . . $C^{12}H^{19}Az$
  - Sostanze costituenti l'asfalto
    - Antracene
    - Resina pirogenata
    - Carbone

4° Prodotto. — *Gas illuminante*

- Sostanze che danno fiamma luminosa
  - Gas. . . . . .
    - Acetilene . . . . . $C^2 H^2$
    - Etilene . . . . . $C^2 H^4$
    - Propilene . . . . . $C^3 H^6$
    - Butilene . . . . . $C^4 H^8$
  - Vapori. . . . .
    - Benzina . . . . . $C^6 H^6$
    - Stirolene . . . . . $C^8 H^8$
    - Naftalina . . . . . $C^{10}H^8$
    - Acetilnaftalina . . . . . $C^{12}H^{10}$
    - Fluorene . . . . . $C^{13}H^{10}$
    - Propile. . . . . $C^3 H^7$
    - Butile . . . . . $C^4 H^9$
- Sostanze che danno fiamma poco luminosa
  - Idrogeno. . . . . H^2
  - Carbole (gas delle paludi). . . . . CH^4
  - Ossido di carbonio . . . . . CO
- Sostanze che alterano la purezza della fiamma
  - Acido carbonico . . . . . CO^2
  - Ammoniaca. . . . . AzH^3
  - Cianogeno . . . . . CAz
  - Solfocianogeno . . . . . CAzS
  - Carburi d'idrogeno solforati e solfuro di carbonio . . . . . CS^2
  - Idrogeno solforato . . . . . SH^2
  - Azoto. . . . . Az

I primi tre prodotti della distillazione, sebbene secondarii, hanno oggidì importanza grandissima, segnatamente il primo. Furono per tale motivo istituite esperienze nell'intento di determinare la quantità di gas-luce e di arso prodotte da un determinato peso di varie qualità di carbon fossile. Per i litantraci della Germania, lo Schilling dedusse le seguenti medie:

Quantità di coke ottenuta sopra 100 chilogr. di litantrace . . .	chilog.	66.4
Metri cubi di gas ricavati . .	m^3	32.80
Densità del gas	»	0.462

Secondo le osservazioni di Clegg, Evans, Thompson ed altri ingegneri inglesi, per 27 varietà di litantrace ordinario inglese la produzione di gas per 100 chilogr. è:

Minima m^3 17.70; *massima* m^3 34.72; *media* m^3 29.82;

per 32 varietà di litantrace Cannel:

Minima m^3 25.07; *massima* m^3 40.24; *media* m^3 32.14.

La maggior produzione si ottiene col Boghead: esso diede sino a m^3 41.77.

La Commissione francese incaricata di determinare il prezzo del m^3 di gas nella città di Parigi istituì pure una serie di sperimenti, i cui risultati sono raccolti in questo quadro:

Per 100 chilogrammi di litantrace.

NATURA DEL LITANTRACE	Metri cubici di Gas prodotto	Peso totale di Arso prodotto	Peso dell'Arso abbruciato per la distillazione
	m^3	chilogr.	chilogr.
Litantrace d'Anzin, *tout venant* (come esce dalla miniera)	23.94	74.40	21.60
» di Mons, idem	24.10	78.60	20.82
» » »	21.00	74.41	19.56
» » gailleteuse (framm. della grossezza di un pugno)	21.33	74.88	20.73
» » *tout venant*.	24.16	76.94	20.52
» del Grand Hornu.	23.15	75.51	19.36
» di Bois du Luc..	23.32	88.88	23.79
» di Bois du Luc e Boghead, mescolati	25.70	»	»

Tali cifre portano a conchiudere che, per ottenere un m^3 di gas-luce occorrono, in media, da 3 a 5 chilogr. di litantrace, per la cui distillazione è necessario di consumare un peso di coke all'incirca eguale alla terza parte di quello che se ne ricava.

Soventi volte i concessionari dell'illuminazione di una città debbono, per contratto, fornire un gas di determinato potere illuminante. Essi trovansi perciò talvolta obbligati ad impiegare miscugli di varie qualità di carbone, onde ottenere un gas sufficientemente ricco; così ad un carbone di ordinaria qualità si usa aggiungere del Cannel ovvero del Boghead in una misura che può raggiungere il 25 per cento. Quest'ultimo, a vero dire, è uno schisto bituminoso che differenzia dal litantrace per la sua struttura lamellare e per la compattezza dell'arso che deriva dalla sua distillazione.

§ 3. Si giudica d'ordinario della bontà di un gas, in modo approssimativo, avendo riguardo alla sua densità, ovvero alla quantità delle sostanze che esso cede al cloro od all'acido solforico concentrato. Lo Schilling trovò essere 0.68 la densità del gas di Boghead e 0.53 quella del gas del litantrace di Ungheria; pei gas provenienti dal Newcastle, Hugher trovò la densità variabile da 0.398 a 0.521; quella del gas di Cannel fra 0.478 e 0.752, in media 0.600.

Trattando diverse specie di gas coll'acido solforico concentrato il Frauhland osservò le seguenti diminuzioni di volume; gas di Boghead 24.5 per cento; gas

di Cannel 10.8 a 16 per cento; gas di Newcastle 3.5 per cento.

Devonsi adunque ritenere maggiori la densità e la riduzione di volume coll'azione dell'acido solforico concentrato per quei gas che hanno maggiore potere illuminante.

Qui è d'uopo osservare che nel trarre conseguenze dalle cifre sopra riportate conviene usare la massima cautela, poichè la qualità e la quantità del gas che può ricavarsi da un determinato litantrace, varia per molte circostanze, quali ad esempio la posizione della massa carbonosa nel filone di una stessa miniera, il tempo per cui fu esposto all'azione degli agenti atmosferici, i quali determinano una perdita nel rendimento in gas, e finalmente da moltissime altre circostanze di cui è difficile rendersi esatto conto coi saggi permessi dal lavoro industriale. È per questi stessi motivi che i risultati di esperienze appositamente stabilite sono di rado in accordo fra loro.

Distillazione.

§ 4. Già esaminammo i varii prodotti cui dà origine la distillazione secca del litantrace, siccome corpo costituito di carbonio, idrogeno, ossigeno, in massima parte e contenente pure azoto e solfo, e di quest'ultimo una dose talvolta non indifferente. Per l'industria è importante conoscere quanta parte abbia lo zolfo (piriti) nella costituzione del minerale, giacchè per esso rendesi maggiormente impuro il gas e vengono danneggiati gli apparecchi metallici che si impiegano, nella fabbricazione, ad una temperatura elevata.

A quel grado di temperatura cui viene portata, la molecola complessa organica del litantrace non può sussistere colla propria struttura, entrano in giuoco nuove affinità e, dall'accozzamento delle molecole elementari, nascono nuovi prodotti che hanno la proprietà di essere stabili a quelle condizioni di temperatura in cui si producono. L'azoto e il solfo, in presenza dei tre componenti principali si comportano in modo analogo; come hanno luogo combinazioni di carbonio e idrogeno (CH^4 e C^2H^4), così avvengono combinazioni di azoto e di solfo coll'idrogeno (AzH^3 ed SH^2); all'idrogeno solforato è appunto dovuto l'odore fetente del gas d'illuminazione. Parimente hanno luogo combinazioni di azoto e di solfo col carbonio (V. quadro analitico, pag. 965 e 966), ed altre ancora in cui i cinque elementi sono fra di loro variamente raggruppati. Tutti i corpi che hanno per tal modo origine debbono considerarsi, non già come preesistenti nella materia prima, ma bensì originati dall'azione del calore.

Se ora si considera che il grado di temperatura a cui si opera la distillazione determina le condizioni di questa, o meglio quelle speciali affinità che dànno origine ai composti stabili a quella stessa temperatura, appare manifesta l'influenza del modo con cui si effettua il riscaldamento della materia prima nella fabbricazione del gas.

§ 5. Il litantrace svolge del gas, sebbene in minima quantità, alla temperatura di soli 50°, in quantità maggiori a temperature più elevate; ma lo svolgimento non raggiunge le sue normali proporzioni che al calor rosso, vale a dire ad una temperatura compresa fra i 900 ed i 1000 gradi. A temperature più basse di questa ha luogo una formazione maggiore di catrame a detrimento dei corpi gasosi; a temperature superiori scema invece la produzione degli idrocarburi liquidi e solidi, mentre aumenta quella degli idrocarburi gasosi. Però, elevando la temperatura oltre il limite accennato, si avrebbe bensì un vantaggio sotto il rapporto della maggiore quantità di gas prodotto, ma sarebbe scemato il potere illuminante, poichè gli idrocarburi densi, incapaci di resistere a un troppo intenso calore, subirebbero decomposizione ed abbandonerebbero parte del loro carbonio, cioè quell'elemento cui specialmente è dovuta la luminosità della fiamma.

Gli è per tale motivo che nelle parti più riscaldate delle storte, cioè dei recipienti entro cui avviene la distillazione, si formano depositi di un carbone quasi puro, detto *carbone di storta*.

Si comprende ora perchè alcuni fabbricanti di gas-luce tengono per assioma pratico: *non è male eccedere nel riscaldamento*, allorquando si accorgono che i saggi fotometrici sono poco curati.

Le esperienze del sig. B. Marchand e la pratica giornaliera delle officine dimostrano che il calore *rosso aranciato chiaro* si è quello che meglio conviene, avendo riguardo alla qualità ed alla quantità del gas che si ricava: tale calore corrisponde appunto ad una temperatura compresa fra i 900° ed i 1000 gradi. Si riconosce tale temperatura osservando se gli orli della storta sono visibili quando essa è aperta.

§ 6. La qualità e la quantità del gas che si estrinseca dal litantrace varia altresì coi periodi della distillazione: è evidente che il modo con cui la massa di litantrace trovasi accumulata nella storta, la trasmissione graduale del calore dall'esterno all'interno di questa, l'essere i gas che si svolgono dalle parti inferiori obbligati ad attraversare gli strati sovrastanti, sono altrettante cause che debbono influire sulla quantità e sulla qualità del gas prodotto nelle diverse ore per cui dura la distillazione. Ecco, secondo alcuni sperimentatori, quanto si raccoglie nelle successive ore, sopra 100 parti di gas:

	Secondo Clift		Secondo Erdmann	Secondo Kornhardt
	Storte di ghisa	Storte di terra		Storta di ghisa
Nella 1ª ora . .	4.2	11.0	23.5	24.5
» 2ª »	17.6	19.3	22.3	22.7
» 3ª »	25.3	22.2	20.3	22.5
» 4ª »	25.1	23.1	16.5	20.7
» 5ª »	16.0	17.5	9.8	9.4
» 5ª » e ½	8.1	4.1	—	—
» 6ª »	3.3	2.6	5.4	—
» 7ª »	—	—	1.4	—

Lo Schilling esperimentando varie qualità di litantrace ottenne risultati che si possono riassumere così:

Sopra 100 volumi di gas.

	1ª ora	2ª ora	3ª ora	4ª ora	5ª ora
Minimo (sopra 10 varietà di litantrace)	25.9	20.1	18.5	1.2	0.0
Medio (sopra 10 varietà di litantrace)	33.0	29.3	22.7	12.1	2.8
Massimo (sopra 10 varietà di litantrace)	42.00	41.4	27.7	23.3	11.6

La produzione nelle diverse ore è, ben si comprende, dipendente dalla struttura dei litantraci impiegati. I Cannel sono quelli che distillano con maggior rapidità; per la massima parte lo svolgimento del gas si arresta

fra la quarta e la quinta ora; alcune qualità, e precisamente le più grasse, possono invece prolungare la distillazione sino alla durata di 6 ore.

Erdmann e Kornhardt hanno riconosciuto che la densità del gas va diminuendo durante la distillazione: varia infatti la sua composizione chimica, come chiaro apparisce dalle seguenti cifre dovute al Payen:

Per 100 volumi di gas.

Ore	Idrogeno bicarbonato	Idrogeno protocarb.	Idrogeno	Ossido di carbonio	Azoto	Rapporto del potere illuminante
1ª ora	13	82.5	0	3.2	1.3	54
2ª »	12	72.0	8.8	1.9	5.3	48
3ª »	12	53.0	16.0	12.3	1.7	40
4ª »	7	56.0	21.3	11.0	4.7	35
5ª »	0	20.0	60.0	10.0	10.0	10

Praticamente si può ritenere che dopo la quinta ora la quantità di gas aumenta soltanto del 5 per cento, mentre il potere illuminante diminuisce in ragione d'assai maggiore: per tale motivo la distillazione non è d'ordinario prolungata oltre le 5 ore. In Inghilterra è però generalmente fissata in ore 6, mentre sul continente non oltrepassa mai le 5: questa durata è a ritenersi tanto più ragionevole in vista dei molteplici mezzi che oggidì possono venire impiegati per facilitare lo svolgimento del gas.

§ 7. La quantità di arso che può ricavarsi dalla distillazione è pure variabile colla qualità di litantrace; in media da 100 chil. di litantrace si ricavano da 66 a 75 chil. di arso. Anche la densità di questo importantissimo residuo non è sempre la stessa.

Il coke delle storte a gas essendo preparato ad una temperatura meno elevata di quella dei forni ove si opera la calcinazione del litantrace al solo scopo di ricavarne coke, è generalmente meno agglutinato, meno poroso e abbrucia con minor facilità; differisce inoltre nella composizione chimica, come dimostra il seguente quadro.

Arso	Carbone	Idrog., ossigeno e azoto	Ceneri	Peso dell'ettolitro
Di forno.....	84	4	12	da 40 a 45 chil.
Di officina a gas.....	58	16	26	da 30 a 35 »

Non è difficile il giudicare della bontà di un coke: esso deve essere in pezzi grossi, del volume di 8 a 15 centimetri cubici, secco, sonoro alla percossa, opaco piuttosto che lucente, di un'apparenza metallica; deve abbruciare in modo progressivo e non con colpi di fuoco susseguiti da periodi inattivi, durante i quali la massa carbonosa prende l'aspetto di terra arroventata; deve infine lasciare poche ceneri e poche scorie.

Contrariamente a quanto accade per il litantrace, l'arso guadagna in potere calorifico se non è impiegato subito dopo la sua fabbricazione; non bisogna però protrarne l'impiego oltre i 6 mesi, poichè in allora si avrebbe l'effetto opposto. Il coke di maggior densità conviene meglio al riscaldamento delle storte, quello leggero agli usi domestici.

§ 8. Ad ottenere una buona distillazione è necessario che il litantrace non sia umido; l'influenza notevolissima dell'acqua igroscopica è bastantemente dimostrata dai risultati ottenuti dal signor Penot di Mulhouse; da un chilogramma di carbon fossile contenente il 10 per cento di acqua, ottenne:

Gas di buona qualità . . . . . litri 160
» cattiva » . . . . . » 92

Totale lit. 252

col medesimo carbon fossile disseccato, ottenne:

Gas di buona qualità . . . . . litri 260
» cattiva » . . . . . » 92

Totale lit. 352

Si dovranno adunque porre al coperto le masse di carbon fossile non appena entrano nell'officina, ed allorquando si è costretti di mantenere i cumuli allo scoperto, si prenderanno tutte quelle precauzioni atte a facilitare lo scolo delle acque e la ventilazione di tutte le parti della massa anche per evitarne il riscaldamento che può essere causa d'incendio. L'accensione spontanea può specialmente accadere nei litantraci di piccola appezzatura, contenenti della pirite, giacchè la trasformazione del bisolfuro di ferro in solfato di ferro è accompagnata da considerevole sviluppo di calore, capace di provocare la produzione di sostanze volatili infiammabili. Si noti poi che le storte di terra refrattaria potrebbero fendersi nell'atto d'introdurvi un litantrace troppo umido.

Tutto ciò spiega perchè non vengono assoggettati i litantraci alla lavatura, malgrado la maggior purezza del gas e la miglior qualità del coke che si otterrebbero.

Qualora non si possa disporre che di carbon fossile più o meno umido, sarà bene stenderlo per alcun tempo, prima di impiegarlo, in vicinanza del forno entro cui trovansi le storte.

§ 9. Dopo le considerazioni sopra esposte, si comprende di leggieri quanto sia necessaria ad un direttore di officina la conoscenza della qualità e quantità di gas e di coke che può trarre da un determinato carbone. Gli converrà perciò adattare ad alcune storte (da 3 a 7) speciali apparecchi di purificazione, dopo dei quali il gas venga raccolto in un piccolo gasometro d'assaggio; misurerà così, tenendo conto della temperatura e della pressione, il volume di gas ottenuto da un peso cognito di litantrace, ne determinerà il potere illuminante cogli apparecchi fotometrici e valuterà finalmente il coke ottenuto, in volume ed in peso, sperimentandolo poscia in apposito focolare. Avrà per tal modo tutti gli elementi necessarii alla determinazione del valore della materia prima impiegata, sperimentando nelle condizioni stesse della fabbricazione corrente. Volendo per altro evitare l'impianto di questa officina minuscola per gli assaggi, potrà fare ricorso all'apparecchio del signor Audouin, che noi per brevità omettiamo di descrivere, col quale, in una sola ora di tempo, può venire eseguito l'assaggio di un carbone.

Storte.

§ 10. Le *storte* o *cornute* (franc. *cornues;* ingl. *retorts;* ted. *retortes*) sono quei recipienti entro i quali avviene la distillazione secca del litantrace; furono immaginate dal Clegg nel 1812, e d'allora in poi non subirono modificazioni essenziali; vennero costrutte di ghisa fino a

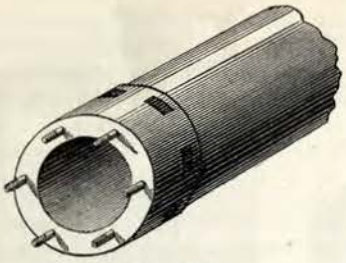


Fig 1344.

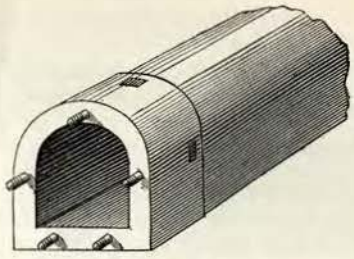


Fig. 1345.

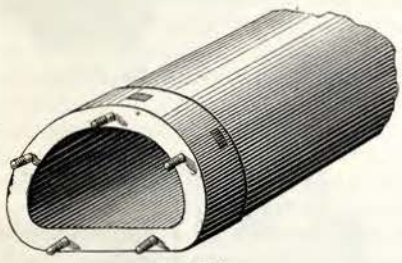


Fig. 1346.

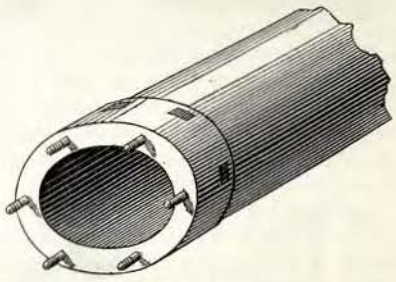


Fig. 1347.

che il Grafton propose d'impiegare nella loro costruzione la terra refrattaria. Le storte di ghisa, mentre sono impermeabili al gas, migliori conduttrici del calore e di più lunga durata, hanno lo svantaggio di essere più costose di quelle in terra e troppo attaccabili dal solfo dei combustibili, facili ad arrugginirsi e ad abbruciarsi per colpi di fiamma. Per tali motivi le storte di terra furono, poco per volta, adottate nella massima parte delle officine, quantunque soggette a fendersi assai più facilmente di quelle in ghisa e capaci di presentare attraverso alle loro pareti un passaggio al gas che può per tal modo portarsi nel focolare, mentre i gas caldi di questo entrano nella storta, diminuendo, come ben si comprende, il potere illuminante dei prodotti della distillazione. Si è per l'attitudine a resistere a temperature più elevate ed all'azione del solfo e più ancora per il loro minor costo che le storte di terra vengono preferite a quelle di ghisa. Devesi poi notare, a vantaggio delle storte di terra, che la permeabilità delle pareti va gradatamente scemando coll'uso, per la formazione di un deposito carbonoso sulla faccia interna delle pareti medesime; permettono inoltre una maggior produzione di gas, poichè con esse si può impunemente raggiungere la temperatura più conveniente alla distillazione secca del litantrace, temperatura che accelererebbe la ossidazione delle storte di ghisa.

Nella fabbricazione delle storte si procurerà di ottenere una superficie interna per quanto si può levigata onde riesca più agevole il distaccarne la grafite o massa carbonosa che nelle storte di terra si forma in quantità maggiore che in quelle di ghisa.

Una storta è costituita di due parti distinte: il *corpo* e la *testa*. Il corpo è la parte destinata ad essere racchiusa nel forno ed a ricevere uno strato di litantrace dello spessore variabile fra i 10 e i 12 centimetri; la forma ne è tale da presentare la massima superficie all'azione del fuoco, occupando il minimo volume entro il forno e mantenendo al tempo stesso una resistenza sufficiente a quelle forze che tendono a deformarla. Gli è per soddisfare a tutte queste condizioni che si vennero assegnando alle storte varie sezioni trasversali, quali sono quelle indicate dalle figure 1344, 1345, 1346, 1347. Le sezioni preferite sono le tre ultime, e si riscontrano indifferentemente adottate nelle officine.

Le dimensioni si possono dire variabili da caso a caso, si mantengono però d'ordinario fra questi limiti:

Larghezza	da m.	0.40	a m.	0.60
Altezza	»	0.30	a »	0.40
Lunghezza	»	2.30	a »	3.20
Spessore delle pareti .	»	0.05	a »	0.08

il peso oscilla fra i 450 ed i 750 chilogr.; il prezzo da 70 a 120 lire.

Ad opportuni intervalli di tempo debbonsi osservare i corpi delle storte e riscontrandovi delle fessure, si turano mediante argilla, facendo uso di lunghi cucchiai, e di spatole speciali senza interrompere il lavoro, vale a dire, mantenendo la storta allo stato rovente. Queste riparazioni possono bastare a conservare per lungo tempo ancora la storta in buone condizioni.

Il volume di gas che si può produrre con una storta, dipende evidentemente dalla quantità di litantrace che vi si può convenientemente introdurre e dalla durata della distillazione: con sette storte della lunghezza utile di 3 metri, caricandole ogni 4 ore, si possono facilmente distillare 6000 chilog. di litantrace ed ottenere, se questo è di buona qualità, sino a 1800 m^3 di gas.

La *testa* della storta è la parte che sporge dalla parete anteriore del forno e serve alla chiusura. Quando la storta è di ghisa, il corpo e la testa sono muniti di flangia o collarino, e le due flangie vengono inchiavardate l'una sull'altra con interposizione di mastice di ferro. Se la storta è di terra, la testa conserva la medesima forma, è pure formata di ghisa e si unisce al corpo della storta mediante chiavarde che trovansi infisse in un rigonfiamento che termina anteriormente il recipiente refrattario (vedi fig. 1348, 1349, 1350, 1351).

L'apertura o *bocca* della testa ha le stesse dimensioni trasversali dell'interno del corpo e serve all'introduzione del litantrace ed alla estrazione dell'arso; essa viene chiusa mediante apposito coperchio o tappo di ghisa o di lamiera di ferro dello spessore di 10 a 12 millimetri

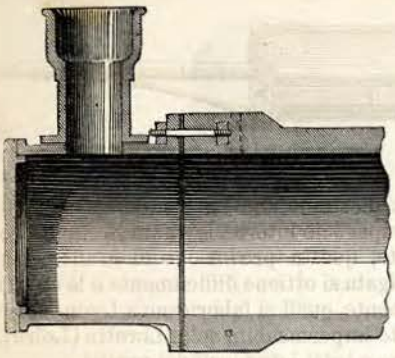


Fig. 1348.

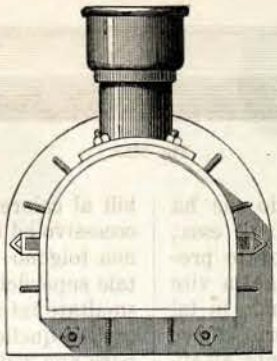


Fig 1349.

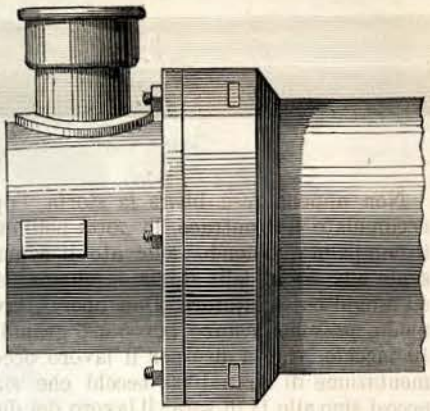


Fig. 1350.

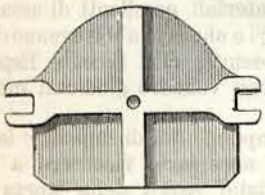


Fig. 1351.

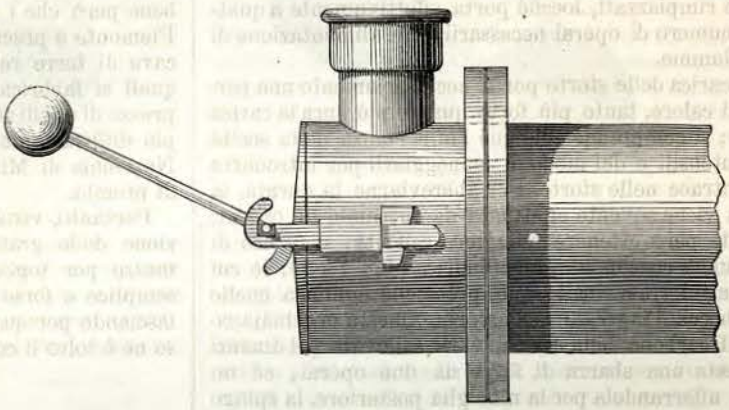


Fig. 1354.

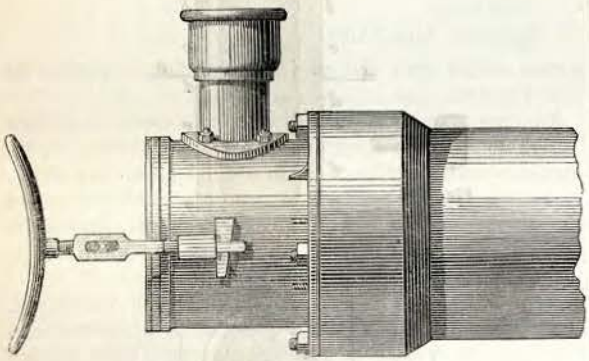


Fig 1352.

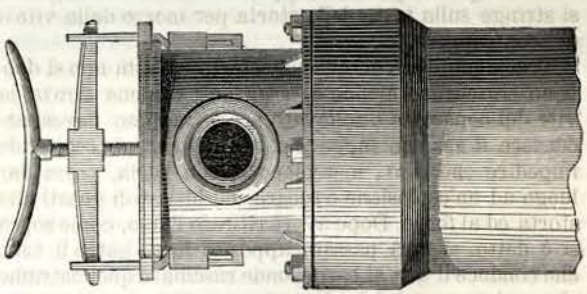


Fig. 1353.

(fig. 1351) (1). Questo coperchio viene applicato sulla bocca della storta mediante pressione e colla interposizione di un mastice formato di argilla e di quella calce che viene estratta dagli apparecchi di depurazione del gas; la pressione viene esercitata mediante vite o contrappeso (fig. 1352, 1353, 1354): il primo mezzo è preferibile al secondo.

La testa è di una lunghezza sufficiente a permettere che sopra di essa si innesti il tubo per cui i prodotti della distillazione vengono condotti a quel primo apparecchio condensatore che è detto il *barile*. La prima porzione di questo tubo talvolta viene di getto colla testa della storta, ma, nella massima parte dei casi, vi è riportata ed unita saldamente mediante chiavarde e mastice (vedi fig. 1352, 1353).

§ 11. Due operai occorrono per il servizio di una storta: mentre uno di essi prepara un nuovo coperchio, l'altro mette in cumulo il carbone che dovrà servire alla nuova carica, non appena estratto il coke. Questo viene tolto dalla storta mediante pale o raschie di ferro, gettato, di solito, entro una carretta a bilico, la di cui cassa è un semi-cilindro di lamiera di ferro, e trasportato in apposita località, ove viene spento coll'acqua. Se la distillazione fu ben condotta, il coke esce rovente dalla storta senza che da esso si svolga nè fumo, nè fiamma. Talvolta, per ragione di comodità, trovasi innanzi al forno un'apertura (munita di apposito coperchio mobile), per la quale il coke va a cadere sopra di un pavimento inferiore a quello della sala dei forni, ove viene spento con getto d'acqua.

(1) Si fabbricano oggidì coperchi di lamiera con imbottitura, leggieri e di poco prezzo.

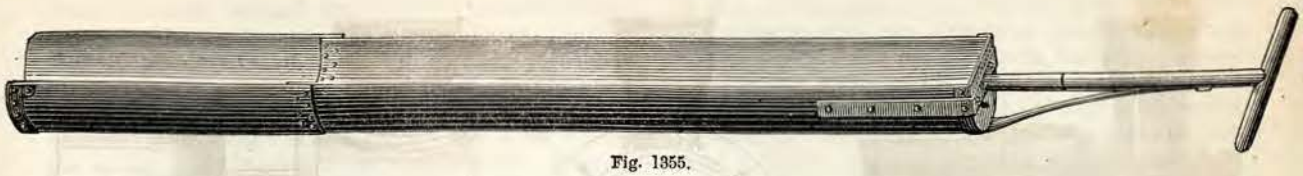


Fig. 1355.

Non appena resa libera la storta, l'operaio che ha accumulato il litantrace, lo getta nell'interno di essa; il compagno, tenendo sollevato il coperchio, lo presenta alla bocca della storta, la chiude, stringe la vite ed eseguisce la lutatura. Due operai, lavorando in tal modo, possono bastare per 5 o 6 grandi storte o per 10 piccole, vale a dire per il lavoro occorrente all'alimentazione di circa 1000 becchi che siano mantenuti accesi sino alle 11 di sera; il lavoro dei due operai dura, bene inteso, 12 ore, e per le successive 12 ore debbono venire rimpiazzati, locchè porta effettivamente a quattro il numero di operai necessarii per l'alimentazione di 1000 fiamme.

La carica delle storte porta necessariamente una perdita di calore, tanto più forte quanto più dura la carica stessa; si comprende adunque l'importanza della scelta degli utensili e del modo di maneggiarli per introdurre il litantrace nelle storte. Per abbreviarne la durata, la carica viene sovente effettuata da entrambi gli operai; volendo però ottenere maggiore celerità, si fa uso di una lunga cucchiaja semi-cilindrica (fig. 1355), le cui dimensioni trasversali sono pressochè eguali a quelle della bocca d'ingresso nella storta. Questa cucchiaja riceve il carbone della carica, viene sollevata pel dinanzi mediante una sbarra di ferro da due operai, ed un terzo, afferrandola per la maniglia posteriore, la spinge nella storta, le fa dare un mezzo giro e la ritira. Tale manovra non richiede che pochi istanti; immediatamente dopo si ripone il tappo, lo si luta con argilla e si stringe sulla testa della storta per mezzo della vite o del contrappeso.

Trattandosi di vuotare una storta esausta non si debbono trascurare alcune precauzioni: appena girata la vite del coperchio o sollevato il contrappeso devesi accendere il gas che fugge per gli orli della bocca, onde impedire che esso, mescolandosi con l'aria, possa dar luogo ad un'esplosione e recare considerevoli guasti alla storta ed al forno. Dopo avere ritirato l'arso, come sopra si è detto, si farà passare apposito ferro entro il tubo che conduce il gas al barile, onde raschiare quel catrame che può esservisi depositato in quantità considerevole. Questa operazione va accuratamente eseguita, poichè i tubi adduttori hanno grandissima tendenza ad ostruirsi, ed una chiusura anche parziale di essi, porta una diminuzione notevolissima nel rendimento in gas ed aumenta le perdite per i giunti.

I deterioramenti cui vanno soggette le storte hanno per causa precipua i repentini balzi di temperatura che si producono segnatamente al principio ed alla fine del riscaldamento; per evitarli occorre procedere in modo graduato nell'accensione del focolare, impedire i colpi di fiamma e, sopratutto, chiudere tutte le aperture che possono dare passaggio all'aria, allorquando trattasi di lasciare spegnere il focolare. In quest'ultimo caso, a meno che si tratti di eseguire riparazioni, è bene che le storte si trovino piene e rimangano chiuse fino al momento in cui vuolsi riattivare il forno.

Di non poco incomodo sono altresì le incrostazioni o depositi di grafite che si formano nell'interno delle storte danneggiandone le pareti e rendendole meno permeabili al calore. Già dicemmo che un riscaldamento non eccessivo ed una superficie interna levigata, scemano, se non tolgono affatto, questa produzione di grafite; ma tale superficie levigata si ottiene difficilmente e le storte smaltate internamente, quali si fabbricano a Lyon-Vaise ovvero quelle dette impermeabili, della Lorette (Loire), pare non soddisfino a tutti i desiderii dei pratici.

Qui cade in acconcio avvertire che l'industria italiana fu ed è tuttora, per i materiali refrattarii, tributaria delle nazioni straniere e specialmente della Francia; è bene però che i nostri industriali sappiano esservi nel Piemonte e precisamente nel Circondario Biellese, delle cave di terre refrattarie, da pochi anni coltivate, colle quali si fabbricano materiali eccellenti di assai minor prezzo di quelli stranieri e che solo abbisognano di essere più diffusamente conosciuti; alla recente Esposizione Nazionale di Milano essi vennero giudicati meritevoli di premio.

Pertanto, vista la impossibilità di impedire la formazione della grafite, è necessario ricorrere a qualche mezzo per toglierla dalle pareti della storta; il più semplice e forse il migliore si è quello di abbruciarla lasciando per qualche tempo aperta la storta dopo che se ne è tolto il coke.

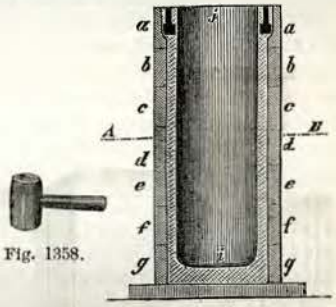


Fig. 1358. Fig. 1356.



Fig. 1357.

§ 12. *Fabbricazione delle storte d'argilla.* — Nelle officine si utilizzano i frantumi di storte vecchie per la fabbricazione economica di altre storte che prestano lodevole servizio. Questi frantumi vengono triturati sotto una macina verticale che li riduce in polvere. Dopo avere stacciata questa polvere la si mescola con metà del suo volume di una pasta molle di argilla refrattaria, contenente circa il 60 per 100 di acqua, si rimescola e si pesta il miscuglio sino a ridurlo denso ed omogeneo. Le figure 1356, 1357 indicano la forma dello stampo entro cui vengono foggiate le storte; questo stampo è formato di 7 staffe di legno *aa*, *bb*..... *gg*, il cui profilo interno è quello stesso che la storta deve avere alla superficie esterna. Le staffe vengono sovrapposte l'una all'altra e strettamente legate fra loro mediante

chiavette; quella inferiore *gg* è appoggiata ad un robusto quadretto di legno sulla cui faccia superiore, cosparsa di cemento secco, si getta la pasta che deve formare il fondo della storta. Questa pasta vien distesa in istrato dello spessore di 12 centimetri e replicatamente battuta con martello di ferro (fig. 1358). La parete che man mano si eleva al disopra di questo fondo si forma con uno spessore di 9 centimetri che si riduce poi a soli 6 colla disseccazione e colla cottura. In corrispondenza della staffa superiore la parete assume lo spessore di 10 centimetri per un' altezza di 25 e vi si praticano di quei fori che debbono ricevere le chiavarde del coperchio. Mancando i rottami di storta si può loro sostituire dell'argilla refrattaria indurita in pasta, spezzata in grossi frammenti, disseccata e calcinata al rosso e poscia polverizzata.

Dopo 4 o 5 giorni si levano le staffe e si abbandonano le storte ad una lenta essiccazione che può durare sino a tre mesi e si sottopongono poi finalmente alla cottura entro un forno in posizione verticale, per sette od otto giorni.

Forni.

§ 13. Nella costruzione di un forno destinato alla fabbricazione del gas-luce devesi avere di mira il riscaldamento uniforme delle storte, l'economia dello spazio e del combustibile e la facilità di accedervi per le necessarie riparazioni.

Il numero delle storte da collocarsi in un forno non è soltanto determinato dalle migliori condizioni di comodità, di sicurezza e di rendimento, ma altresì dall'economia dello spazio che si impone specialmente in quei luoghi ove il terreno ha un valore considerevole e dalla facilità di accedere all'interno del forno, che limita a soli 3 gli strati o file orizzontali di storte. Per tali motivi, mentre in origine i forni contenevano una, poi due, indi tre storte, se ne riscontrano oggidì alcuni che ne contengono sino a 14; quelli più comunemente usati ne hanno 5 ovvero 7, disposte in due file al disopra di un unico focolare, e nelle piccole officine si fa uso di forni a due o tre storte, quantunque siavi motivo di credere che meglio sarebbe aumentarne il numero diminuendone la capacità, chè per tal modo verrebbe meglio utilizzato il calore svolto dal coke che si abbrucia nel focolare.

Nella massima parte dei casi è necessario l'impiego di parecchi forni ed in allora, qualunque sia il numero delle storte che essi contengono, si costruiscono l'uno presso l'altro in modo da formare un unico masso di maggior solidità e meno soggetto alle dispersioni di calore. Nelle grandi officine essi vengono altresì addossati l'uno l'altro in modo che le bocche delle storte si presentano sopra due faccie opposte del masso formato dall'insieme di tutti i forni.

Affine di uniformemente distribuire sulle storte l'azione della fiamma, esse vengono disposte in modo che si trovino sfalzate in linea verticale, in guisa cioè che una delle superiori sia sovrastante allo spazio compreso fra due storte della fila inferiore; il loro numero è sempre dispari.

In alcuni forni di non recente costruzione, la fiamma del focolare, dopo aver lambito le storte, fugge insieme ai gas combusti per delle aperture praticate nella vôlta. Oggidì sono preferiti i forni a fiamma rovesciata: in essi la corrente dei gas caldi, dopo essere salita sino alla vôlta che copre le storte, è costretta ridiscendere lungo le pareti per giungere alle aperture che comunicano coi condotti di scarica. È pertanto necessario l'impiego di un combustibile che arda con fiamma lunga onde poter trasportare innanzi entro il forno l'azione riscaldatrice; senonchè, il combustibile che economicamente conviene impiegare è l'arso proveniente dalle storte, il quale arde per l'appunto con fiamma debolissima. Gli è così che sul fondo del cineraio, al di sotto della graticola viene mantenuto uno strato d'acqua il di cui vapore, attraversando la massa incandescente del combustibile, si scinde nei suoi elementi, sicchè dal focolare svolgesi una fiamma ricca di idrogeno e di ossido di carbonio che abbruciano lungo la via percorsa dalla fiamma stessa. Con tale espediente si ottiene altresì una più lunga conservazione delle sbarre della graticola, non però, come erroneamente potrebbe credersi, un aumento nella quantità di calore prodotto, giacchè, per separare l'idrogeno e l'ossigeno costituenti il vapore acqueo, occorre spendere una quantità di calore eguale a quella che si produce colla combinazione degli stessi due elementi.

§ 14. *Forno a cinque storte* (fig. 1359, 1360, 1361, 1362). — Il tipo di forno più comunemente adottato nelle ordinarie installazioni è quello a cinque storte aventi la sezione trasversale a ⏢. Esso è rappresentato dalle vicine figure: la prima di queste rappresenta la fronte del forno; la seconda una sezione fatta con piano verticale passante per l'asse della storta di mezzo A; la terza è la sezione verticale K L fatta con piano parallelo alla fronte; la quarta finalmente una sezione orizzontale sul piano d'appoggio delle storte inferiori. Il focolare è terminato superiormente da una vôlta *a a*, nella quale sono praticate delle aperture: quella concentra la fiamma, queste la ripartiscono uniformemente sulle storte. Sul fondo del cineraio C trovasi raccolta l'acqua di cui or ora si è detto. Il coke destinato alla combustione viene introdotto per la porta E del focolare F.

La estremità posteriore delle storte aderisce perfettamente alla parete posteriore del forno; esse sono sostenute in varii punti della loro lunghezza e si appoggiano sul muro di fronte con quella loro parte ingrossata che le termina anteriormente e nella quale già vedemmo essere infisse le chiavarde del coperchio.

Sette archetti B B sostengono la storta di mezzo insieme al rivestimento refrattario G che la protegge dai colpi di fiamma; i muricciuoli continui I ed H, e quelli interrotti *b*,*b*, sostengono le due storte laterali inferiori ed i cunei refrattarii O ed S, in numero di 20, ne impediscono gli spostamenti laterali. Le due storte superiori appoggiano sulle inferiori pei cuscinetti refrattarii P e Q.

La fiamma che svolgesi dal focolare lambisce dapprima la faccia inferiore della storta A e si dirige poscia a destra ed a sinistra per i fori laterali D,D la di cui larghezza va aumentando colla lontananza della fronte, allo scopo di stabilire in tutti un'eguale chiamata alla corrente dei gas caldi.

Elevandosi lateralmente alla storta A la fiamma riscalda pure le faccie interne laterali delle storte A' e il fondo di quelle A''; siccome poi i muricciuoli H H, Q Q corrono da un'estremità all'altra del forno, la fiamma non può lambire le pareti laterali esterne delle storte A'A', se non dopo avere strisciato sopra quelle A''A''; essa penetra poi nei due canali laterali K K per aperture poste fra i muricciuoli I e la parete anteriore del forno. Queste aperture sono munite di registri L L (fig. 1359, 1362), coi quali viene regolato il tirante del camino che deve condurre all'esterno i prodotti della combustione.

Percorrendo i condotti K la corrente riscalda la faccia inferiore delle due storte A'A' e si riversa poi nel camino per le aperture M M.

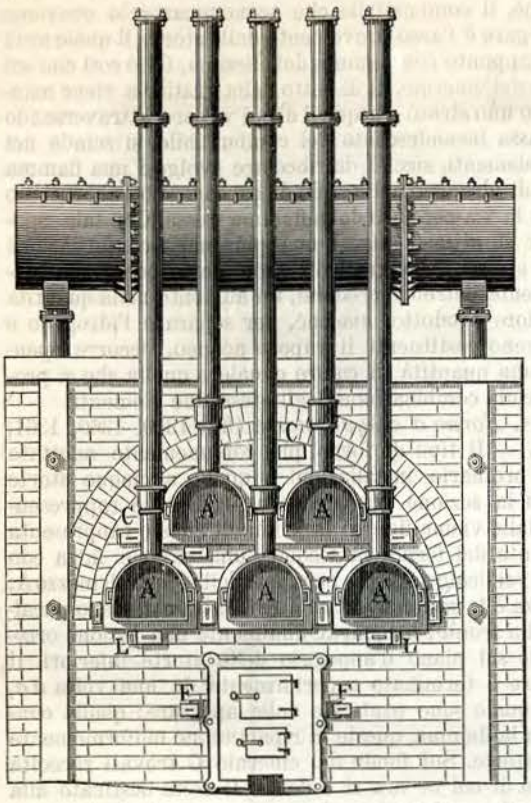


Fig. 1359.

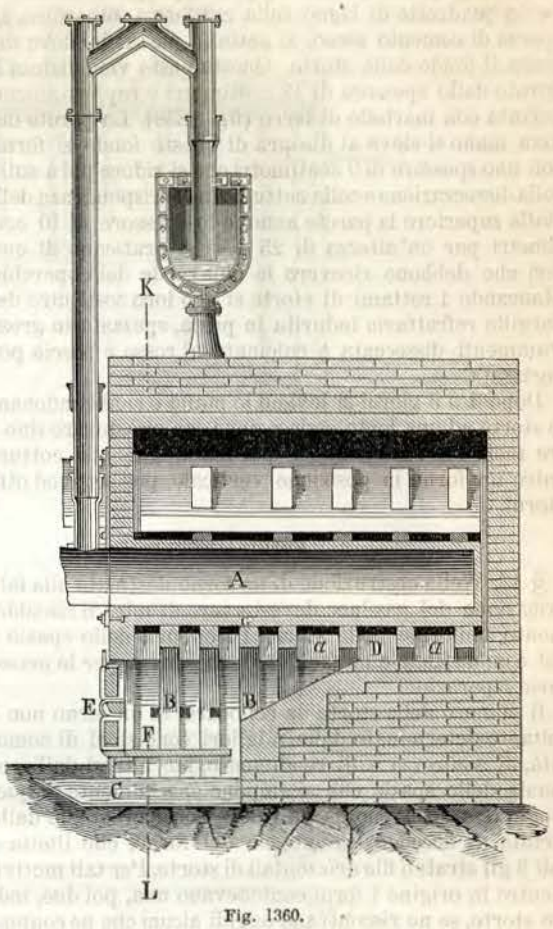


Fig. 1360.

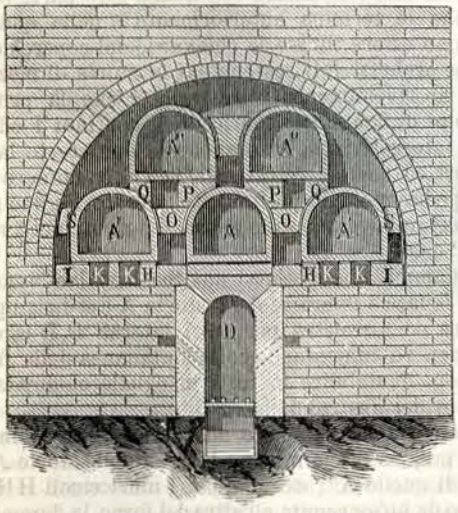


Fig. 1361.

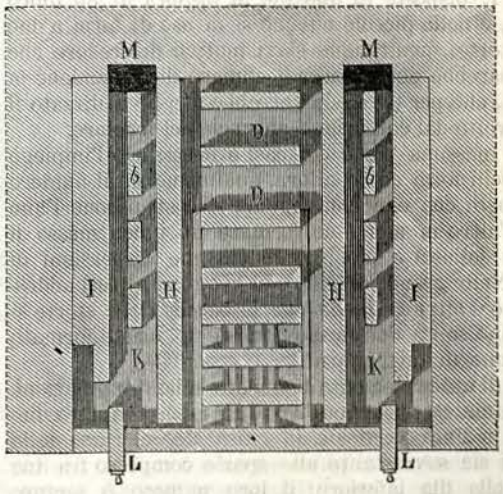


Fig. 1362.

Onde il riscaldamento sia equamente distribuito, è necessario che, ove le storte si appoggiano ai muricciuoli H e Q, la corrente dei gas infiammati non trovi passaggio alcuno; importa pure mantenere libero il percorso alla fiamma, nettando le superficie riscaldate a intervalli di tempo non troppo lunghi; per la qual cosa trovansi sulla fronte del forno delle aperture C, chiuse da mattonelle incastrate in apposita intelajatura di ghisa.

Lo strato interno della muratura del forno è di mattoni refrattarii e collegato agli strati rimanenti mediante nervature metalliche.

In alcuni forni a cinque storte il tragitto della fiamma è contrario a quello ora descritto, vale a dire, essa sale lungo i fianchi del forno e ridiscende nel mezzo. Nell'intento di viemaggiormente facilitare la uniforme distribuzione del calore, il Kornhardt fece costrurre forni, nei

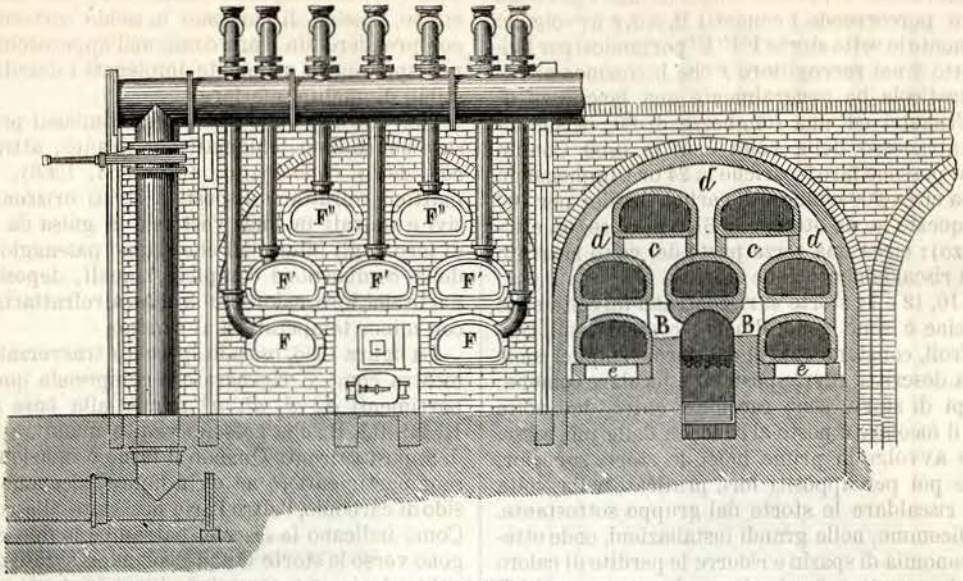


Fig. 1363.

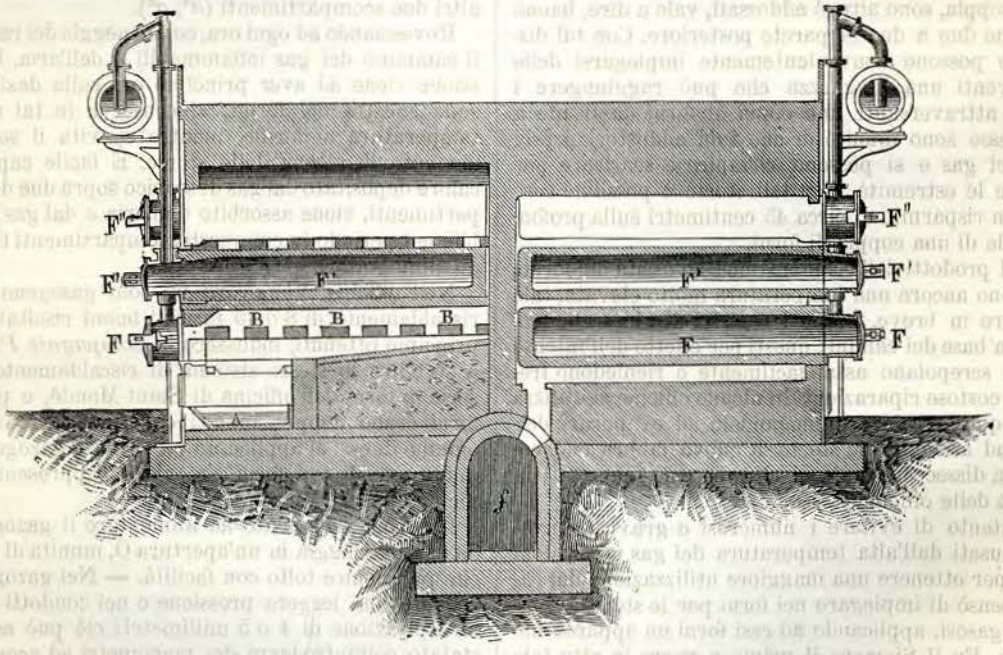


Fig. 1364.

quali la vôlta di copertura seconda col proprio profilo ed alla dovuta distanza i contorni esterni del gruppo di storte.

Delle armature di ghisa servono a collegare le varie parti del forno e sono rilegate fra loro per mezzo di tiranti di ferro, tanto nel senso della lunghezza quanto in quello della larghezza del masso di muratura. Nel porre a sito questi tiranti è d'uopo evitare la loro esposizione all'azione delle fiamme ed il loro contatto colle vôlte del forno.

Come scorgesi dalle stesse figure, il focolare ha una piccola larghezza ed una grande profondità; la lunghezza della graticola è variabile da 2 a 4 volte la sua larghezza e, per un forno con 5 storte, la superficie totale ne è di m². 0.23 a m². 0.30. Lo spessore dello strato di arso che abbrucia sulla graticola deve essere considerevole, più precisamente, variabile dai 25 ai 30 centimetri, ciò nell'intento di facilitare lo sviluppo dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno che, come sopra si è detto, debbono dare origine alla fiamma.

Dal fumaiuolo, allorquando si abbrucia dell'arso, non deve uscire quel fumo denso e nero che è indizio di imperfetta combustione, dovuta, nella massima parte dei casi, ad insufficiente accesso d'aria nel focolare. Se viene constatata tale insufficienza d'aria, si aprono i piccoli sportelli FF posti lateralmente alla porta del forno, onde permettere che un certo volume d'aria si getti per essi nella camera di combustione.

§ 15. *Forno a sette storte* (fig. 1363, 1364). — Questo forno è rappresentato dalle vicine figure in prospetto,

spaccato trasversale e spaccato longitudinale. I gas della combustione percorrendo i condotti B, *c*, *d*, *e* avvolgono successivamente le sette storte F F' F'' portandosi per l'ultimo condotto *e* nel raccoglitore *f* che li conduce al camino. La graticola ha generalmente una larghezza di 40 a 45 centimetri ed una lunghezza di 80; la sua distanza all'intradosso della vôlta è di m. 0.60. Con un tale forno si possono fare 5 cariche in 24 ore, impiegando per ciascuna circa 600 chilogr. di carbon fossile; per 100 chilogr. di questo se ne ottengono 61.5 di coke (un ettolitro e mezzo); circa una terza parte del coke ricavato basta per il riscaldamento delle storte.

I forni a 10, 12 e 14 storte si riscontrano talvolta nelle grandi officine e sono generalmente costrutti sul tipo ideato da Croll, constano cioè di due forni semplici come quelli sopra descritti, sovrapposti ed a focolare comune; i due gruppi di storte sono racchiusi entro due vôlte distinte ed il focolare è posto al di sopra della più bassa. La fiamma avvolge in primo luogo le storte superiori per passare poi per appositi fori, praticati nella vôlta inferiore, a riscaldare le storte del gruppo sottostante. Come già dicemmo, nelle grandi installazioni, onde ottenere una economia di spazio e ridurre le perdite di calore attraverso le pareti, i forni, oltre ad essere contigui, posti cioè sopra una stessa fila e con un muro comune ad ogni coppia, sono altresì addossati, vale a dire, hanno di comune due a due la parete posteriore. Con tal disposizione possono convenientemente impiegarsi delle storte aventi una lunghezza che può raggiungere i 6 metri, attraversanti una copia di forni da fronte a fronte; esse sono munite di due tubi adduttori per la uscita del gas e si possono riempire e scaricare per entrambe le estremità. Con tali storte è possibile realizzare un risparmio di circa 45 centimetri sulla profondità totale di una coppia di forni.

§ 16. I prodotti della combustione, all'uscita dal forno, posseggono ancora una temperatura molto elevata, tale da fondere in breve tempo i registri di ghisa che trovansi alla base dei camini; questi per effetto dell'intenso calore si screpolano assai facilmente e richiedono frequenti e costose riparazioni. In alcune officine si utilizza in parte questo calore impiegandolo ad evaporare dell'acqua, ad asciugare le storte di nuova fabbricazione e talvolta a disseccare mattoni che vengono fabbricati in vicinanza delle officine stesse.

Nell'intento di evitare i numerosi e gravi inconvenienti causati dall'alta temperatura dei gas uscenti dal forno, e per ottenere una maggiore utilizzazione del calore, si pensò di impiegare nei forni per le storte i combustibili gasosi, applicando ad essi forni un apparecchio gasogeno. Fu il Siemens il primo a porre in atto tale idea e precisamente nell'officina Vaugirard della Compagnie Parisienne.

§ 17. *Forno a gas con generatore Siemens.* — Il gasogeno o generatore Siemens ha per iscopo di sostituire alla combustione diretta dell'arso o del litantrace, la combustione di una massa gasosa infiammabile. In esso si produce dell'ossido di carbonio facendo attraversare, con piccola velocità, all'aria, uno strato di carbone dello spessore di un metro e mezzo disteso, per comodità di servizio, sopra una graticola inclinata. L'acido carbonico che si svolge dagli strati inferiori, i soli incandescenti, si converte in ossido di carbonio nell'attraversare la massa superiore di carbone, la di cui temperatura è meno elevata; avviene cioè una combustione incompleta del carbone ed i prodotti infiammabili che ne derivano vengono poi trasportati in uno o più forni, nei quali una sufficiente quantità d'aria riscaldata deve completare l'ossidazione, trasformare cioè, con nuova combustione, l'ossido di carbonio in acido carbonico. È facile comprendere sin d'ora come nell'apparecchio gasogeno possano venire utilmente impiegati i detriti e i combustibili di qualità inferiore.

Nel gazogeno Siemens i gas combusti prima di passare nel camino, chiamati dal tirante, attraversano il così detto *rigeneratore* (fig. 1365, 1366), formato di mattoni refrattarii disposti a strati orizzontali successivi e sfalzati in linea verticale in guisa da lasciare fra di loro degli interstizii che danno passaggio ai prodotti della combustione completa, i quali, depositando gran parte del loro calore sulla massa refrattaria, giungono con minor temperatura al camino.

La figura 1366, ossia lo spaccato trasversale del forno, mostra come il rigeneratore comprenda quattro scompartimenti a, a^1, a^2, a^3 muniti alla base dei registri R, R^1, R^2, R^3 che possono venire manovrati per mezzo di appositi tiranti. Quando il forno è in azione, due degli scompartimenti (a ed a^1 in figura) ricevono, l'uno l'ossido di carbonio, l'altro l'aria destinata alla combustione. Come indicano le freccie, entrambe le due correnti salgono verso le storte C e mescolandosi si infiammano ravvolgendo in una atmosfera ignea le storte medesime. I prodotti della combustione fuggono attraversando gli altri due scompartimenti (a^2, a^3).

Rovesciando ad ogni ora, col maneggio dei registri (R), il cammino dei gas infiammabili e dell'aria, la combustione viene ad aver principio ora sulla destra ed ora sulla sinistra del forno: si conserva in tal modo una temperatura uniforme, mentre si evita il soprariscaldamento di alcuna delle storte. È facile capire che il calore depositato dai gas di scarico sopra due degli scompartimenti, viene assorbito dall'aria e dal gas combustibile nel periodo in cui questi scompartimenti funzionano da alimentatori.

Nell' officina Vaugirard un solo gasogeno serve al riscaldamento di 8 o 10 forni; i buoni risultati sin dapprincipio ottenuti, indussero la *Compagnie Parisienne* a stabilire lo stesso sistema di riscaldamento per una serie di forni dell'officina di Saint-Mandé, e poichè tali forni erano doppii, muniti ciascuno di 16 storte, ad ognuno di essi si applicò un particolare gazogeno: è appunto uno di tali forni che viene rappresentato dalle vicine figure.

Il carbone destinato ad alimentare il gazogeno cade da una tramoggia in un'apertura O, munita di coperchio che può venire tolto con facilità. — Nel gazogeno deve regnare una leggera pressione e nei condotti di scarica un'aspirazione di 4 o 5 millimetri: ciò può essere constatato coll'introdurre dei manometri ad acqua per gli orifizii a, b, c, d, e, f, appositamente costrutti onde potere giudicare dell'andamento del forno.

Il registro p regola l'entrata del gas combustibile nel forno; quelli R, R^1, R^2, R^3 sono solidarii a due a due e servono a chiudere alternativamente i due condotti S, S.

Gl'ingegneri Ponsard e Leucauchez hanno semplificato questo sistema di riscaldamento col sopprimere l'inversione del movimento del combustibile aeriforme: questo arriva direttamente nel forno e vi si distribuisce in modo opportuno; l'aria necessaria alla combustione attraversa dapprima una serie di mattoni traforati riscaldati *esternamente* dai prodotti che si recano al camino, e si getta poscia nel forno. In tal modo questi ingegneri francesi hanno potuto diminuire considerevolmente la spesa di impianto e realizzare altresì un' economia non indifferente nel consumo di combustibile, come dimostrano le seguenti cifre comparative.

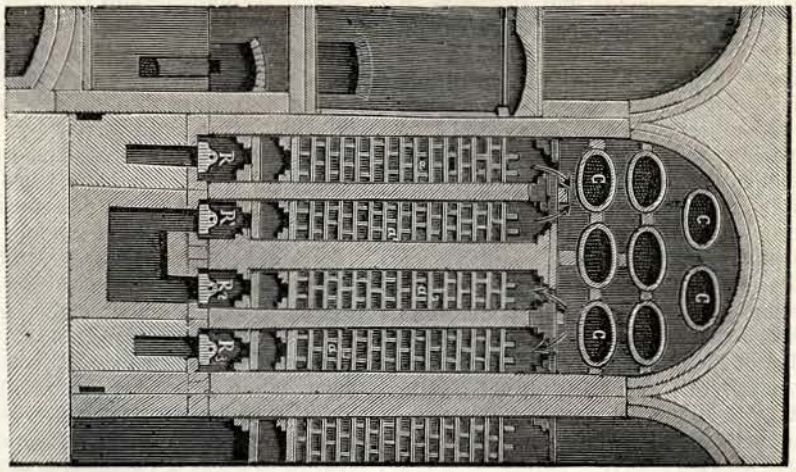


Fig. 1366

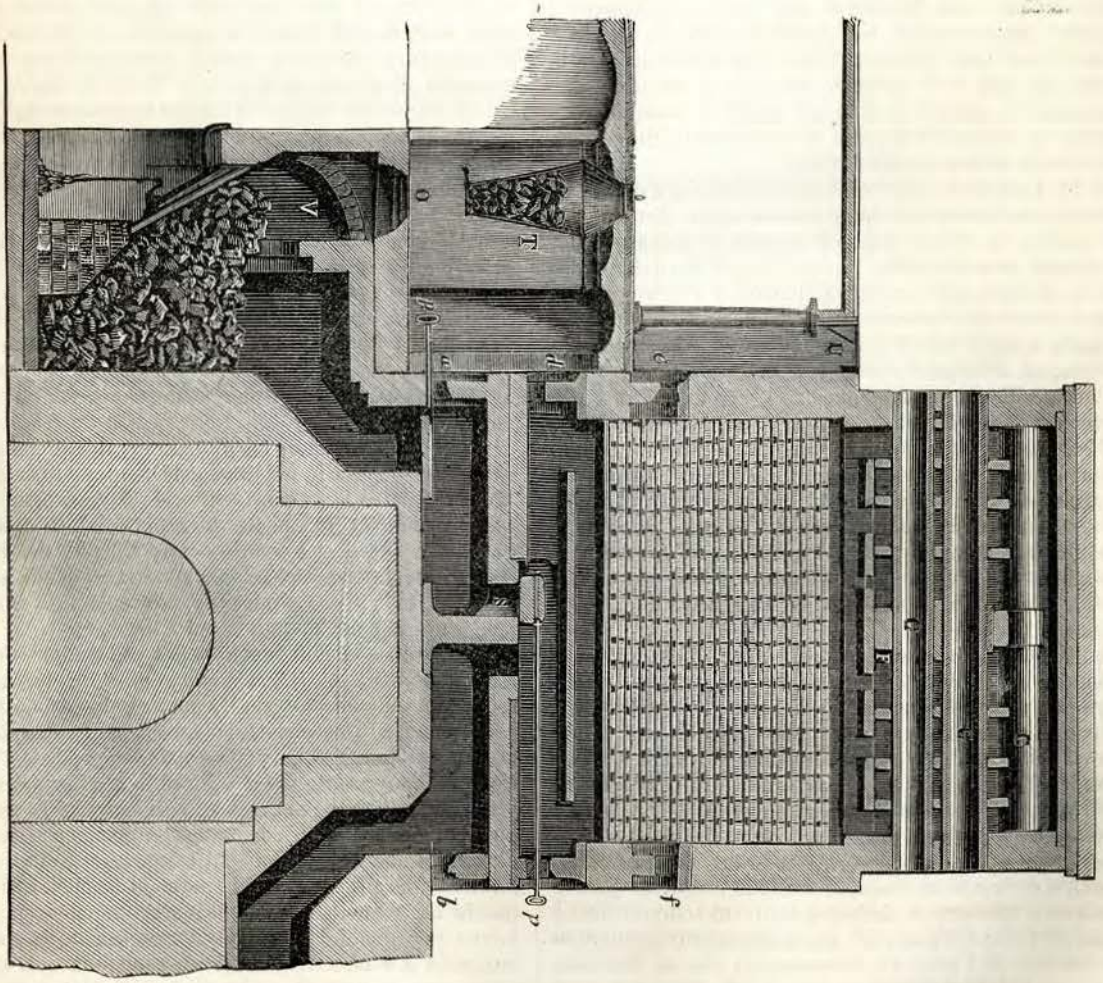


Fig. 1365.

Consumo di coke per ogni tonnellata di litantrace distillato:

Forno Leucauchez	ettol.	4.31
» Ponsard	»	4.45
» Siemens	»	4.60
» ordinario	»	5.00

§ 18. Per le piccole officine che abbisognano di un impianto economico sono a preferirsi i forni con generatore di combustibile gasoso delli signori Muller e Eichelbrenner. Tali forni, essendo privi di rigeneratore, hanno forma assai semplice: l'aria penetra per aperture praticate sulla fronte del forno e si riscalda scorrendo in canaletti posti sotto uno strato sottile di muratura che trovasi in contatto colla massa aeriforme infiammata; il combustibile solido è introdotto nel forno per una tramoggia di muratura sovrastante alla graticola ed alta quanto il forno stesso. La grande capacità di questa tramoggia fa sì che la mano d'opera necessaria all'alimentazione del forno risulta minore.

Gli altri forni con rigeneratore richiedono ingenti spese sia per un nuovo impianto come per l'adattamento a vecchie officine; è questo il motivo per cui, ad onta dell'economia che indiscutibilmente ottiensi coll'impiego dei combustibili gasosi, i forni gasogeni non sono sì frequentemente adottati, come pur meriterebbero per le loro eccellenti qualità.

Dicemmo altra volta come l'arso proveniente dai forni di calcinazione (forni a coke) sia migliore di quello che deriva dalla distillazione secca del litantrace. Si comprende come per tale motivo possa in certi casi convenire la produzione del gas illuminante come accessorio della fabbricazione del coke: ciò appunto si proposero i signori Pauwell e Dubochet colla costruzione dei forni a coke e a gas. In tali forni il calore necessario alla formazione dell'arso è fornito da una combustione che avviene sulla soglia del focolare senza che abbia ad introdursi dell'aria nel forno; il gas ed il catrame vengono tolti mediante un tubo che fa capo ad apposito estrattore.

Il consumo, per la combustione, non è superiore in tali forni a quello necessario coll'impiego delle storte; il volume del gas ottenuto è però minore di $^1/_{10}$ all'incirca ed il potere rischiarante più debole del 16 al 17 %: conviene perciò usarlo in mescolanza con gas di storta della miglior qualità.

Tubo collettore o barile.

§ 19. Già vedemmo come la testa delle storte sia munita alla parte superiore di un manicotto sul quale deve innestarsi il tubo adduttore del gas che, per avere d'ordinario una lunghezza assai maggiore del suo diametro e l'asse verticale, viene detto *colonna montante*. — Gli assi delle colonne montanti sono situati in un piano parallelo alla fronte del forno; alla parte superiore di questo ed a qualche distanza trovasi il *barile* o *collettore*, che è un tubo di lamiera di ferro (anticamente di ghisa) disposto orizzontalmente lungo la batteria dei forni; ad esso fanno capo le risvolte o gomiti che superiormente terminano le colonne montanti. Il collettore venne immaginato ed applicato per la prima volta dal Clegg e si conserva oggigiorno in tutte le officine senza che gli si abbiano fatte subire essenziali modificazioni. In causa dell'acqua che vi si contiene, il gas soffre in esso un leggero raffreddamento e vi deposita i principii facilmente condensabili, sotto forma di catram e di liquidi catramosi.

Come indicano le figure 1367, 1368, le risvolte delle colonne montanti pescano per alcuni centimetri nell'acqua del barile, cosicchè il gas è obbligato a gorgogliare in essa per raccogliersi nello spazio che rimane al disopra della superficie di livello: il barile funziona, in altri termini, come una bottiglia di Wolf. Mentre raccoglie il gas di tutte le storte, esso serve altresì ad isolarle l'una dall'altra e ad impedire che l'aria esterna, la quale entra in esse durante la carica, possa mescolarsi col gas già raccolto. — Qui si noti che, durante la carica di una storta, l'acqua del barile si mantiene ad un'altezza maggiore entro il braccio *n n* della risvolta, in causa dello squilibrio di pressione che si produce fra l'interno del barile e l'interno della storta. Ne segue necessariamente un abbassamento di livello entro il barile stesso, e se tale abbassamento fosse sì grande da mettere allo scoperto le bocche di efflusso del gas dalle colonne montanti, l'acqua cesserebbe il suo ufficio di valvola automatica. Per evitare tale inconveniente occorre che la superficie di livello dell'acqua nel collettore sia sufficientemente grande in confronto della somma della superficie di dette luci di efflusso: in pratica la si tiene da 25 a 30 volte maggiore.

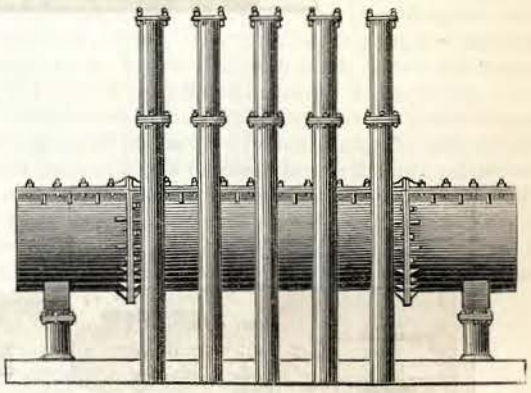


Fig. 1367.

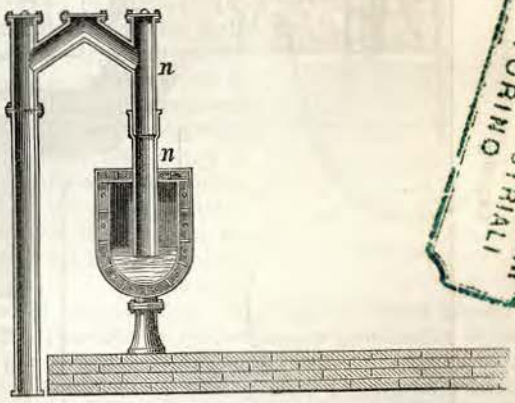


Fig. 1368.

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI INDUSTRIALI TORINO

È facile comprendere che il gas durante il periodo della distillazione deve avere entro la storta una pressione alquanto superiore a quella che regna nel collettore onde potere gorgogliare in esso. Questa pressione nuoce alla produzione del gas ed aumenta considerevolmente le perdite per le fessure e pei giunti: ecco il perchè l'immersione del tubo adduttore venne ridotta per le storte di ghisa dai 15 ai 7 centimetri e per le storte di terra si mantiene di 15 o tutt'al più di 20 millimetri.

Le risvolte dei tubi adduttori debbono sempre sorpassare l'altezza del barile di 90 centimetri almeno, affinchè, in caso di forte pressione, il catrame in questo contenuto non venga rifluito nella storta.

Per evitare le ostruzioni delle colonne montanti è bene loro assegnare un diametro non mai minore di m. 0.10.

Il barile ha talvolta la sezione circolare, più sovente quella in forma di ᑌ, come indicano le vicine figure (fig. 1367, 1368): il coperchio in quest'ultimo caso è piano e fissato mediante piccole chiavarde alla parte cilindrica. Nelle grandi installazioni il barile stendendosi sopra tutta la fronte di una fila di forni, raggiunge lunghezze considerevoli, persino di 50 metri; esso consta allora di più pezzi della lunghezza di m. 2 circa, ciascuno dei quali riceve le colonne montanti di uno stesso forno; tali pezzi vengono fra di loro collegati da altri della lunghezza di soli 90 centimetri. Questi ultimi pezzi non ricevono risvolte di colonne montanti e le loro giunzioni con quelli di maggior lunghezza sono munite di mastice di ghisa.

Un tubo innestato alla parte superiore del barile dà passaggio al gas, mentre le condensazioni (catrame ed acque ammoniacali) escono per un tubo innestato ordinariamente sopra una delle teste del barile stesso e più in basso del livello interno, colla bocca di uscita posta invece all'altezza di questo. Talvolta questo tubo si ripiega a sifone, ma ne sono allora facili le ostruzioni.

In qualche officina si annette a ciascun forno un proprio barile; i tubi di uscita mettono allora in altro unico e maggior barile: questa disposizione, evidentemente più costosa, ha il vantaggio di permettere la pulitura dei barili di quei forni che sono a riposo, bastando l'uso di una valvola per separare un barile dal grosso collettore.

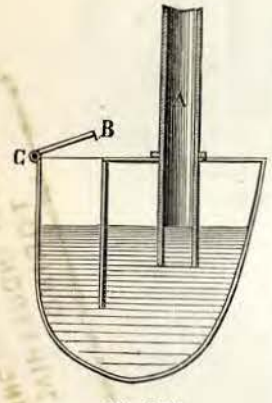


Fig. 1369.

Allorquando si distillano dei combustibili molto bituminosi, ovvero si opera a temperatura alquanto elevata, si possono facilmente produrre nel barile delle agglomerazioni di catrame, capaci di impedirne l'azione. Può allora con vantaggio venire impiegato un barile di forma speciale detto a tabacchiera (fig. 1369).

Come scorgesi dalla figura, il barile può essere facilmente visitato e purgato dal catrame, senza che si abbia ad arrestare il lavoro del forno: C B è il *coperchio a tabacchiera.*

Questa specie di barile ha l'inconveniente di essere troppo voluminoso e pesante: quelli ordinarii possono opportunamente essere forniti di *fori per mano* con chiusure autoclavi, sulla parete posteriore e in posizione più bassa del livello del liquido contenuto nel barile.

I forni che hanno storte di doppia lunghezza presentano qualche difficoltà per quanto riguarda il collocamento del barile: talvolta se ne dispone uno solo ad eguale distanza dalle due fronti del forno, talora invece uno sopra ciascuna fronte. Nel primo caso, dalle due estremità della storta parte un tubo che mette al barile: occorrendo la pulitura o la riparazione di questo, si è obbligati ad arrestare completamente il lavoro dei forni a cui fa servizio; per contrario, nell'altro caso, può continuarsi il lavoro sopra una delle fronti, e di più, essendo minore la lunghezza dei tubi adduttori, più facilmente avviene l'uscita del gas; può per altro accadere che l'immersione di tali tubi sia diversa nei due barili ed il gas passi di preferenza in quello ove presentasi minore la resistenza.

Purificazione fisica del gas.

§ 20. Il gas esce dal barile ad una temperatura sufficientemente elevata per mantenere mescolati con esso i vapori di molte sostanze volatili che possono venire precipitate con un semplice raffreddamento. Occorre sbarazzare il gas da questi vapori onde non abbiano a formarsi considerevoli depositi di catrame negli apparecchi che fanno seguito al forno e nella condotta stessa. Il mezzo più comunemente impiegato si è quello di porre il gas in contatto di corpi freddi facendogli percorrere una via sinuosa onde trattenere, per quanto è possibile, quel catrame che viene trasportato dalla corrente sotto forma di piccolissime goccioline. Il raffreddamento del gas deve poi avvenire ad una temperatura d'alquanto minore di quella che dovrà acquistare nella tubatura ed in tutti quegli apparecchi che servono alla sua condotta ed al suo consumo. La condensazione non dovrà però operarsi a temperatura di molto inferiore a quella media del suolo, onde non siano precipitati alcuni carburi d'idrogeno che rendono più viva e bella la fiamma.

La condensazione si ottiene con apparecchi che possono dividersi in tre categorie: 1° refrigeranti o condensatori a superficie; 2° lavatori semplici; 3° lavatori con filtrazione o lavatori a coke.

§ 21. *Condensatore a tubi* (franc. *Condenseur;* ingl. *Condensor;* ted. *Condensator*). — Quello più comunemente in uso, denominato dai francesi *Jeux d'Orgue*, è rappresentato dalle figure 1370, 1371 e 1372. La prima di tali figure ne è la elevazione longitudinale; la seconda la elevazione di fianco; la terza metà projezione e metà sezione orizzontale. Il gas giunge all'apparecchio per il tubo A e per la diramazione B, su cui trovasi inserita la valvola H, entra nella cassa di ghisa C, quando però questa valvola sia aperta e trovisi per contrario chiusa quella L collocata sul prolungamento del tubo A. Dal cielo della cassa C si dipartono i tubi refrigeranti E, E_1, E_2,..... e dei diaframmi metallici che discendono sin presso il fondo della cassa medesima e la dividono in quattro scompartimenti, come vedesi in F, F_1, F_2, F_3. Nella cassa trovasi sempre un miscuglio di acqua e catrame che sorpassa col suo livello il lembo inferiore dei diaframmi, sicchè gli scompartimenti non possono comunicare fra di loro se non pei tubi refrigeranti. Il gas, entrato nel primo scompartimento, sale per il tubo E e dall'estremità superiore di questo, per il breve tubo d'unione *a*, passa in E_1 e discende nel secondo scompartimento, per poscia risalire per il tubo E_2 e continuare così il suo movimento di alterna ascesa e discesa, finchè giunto nell'ultimo scompartimento passa per il tubo *b* nella seconda cassa D. In questa il gas è obbligato a percorrere in modo analogo un secondo sistema di tubi ed a sentire l'azione refrigerante della loro superficie. Per tal modo tutti i vapori facilmente condensabili si depositano all'interno dei tubi e si raccolgono sul fondo delle casse. Il gas esce dall'apparecchio per l'apertura della valvola K e passa nei tubi G ed I.

Il numero delle casse e dei tubi varia colla quantità di gas da purificarsi nelle 24 ore, o meglio colla estensione della superficie refrigerante necessaria.

Un apposito tubo *c* serve a scaricare il catrame che va man mano raccogliendosi, impedisce cioè al livello

Fig. 1370. Fig. 1371.

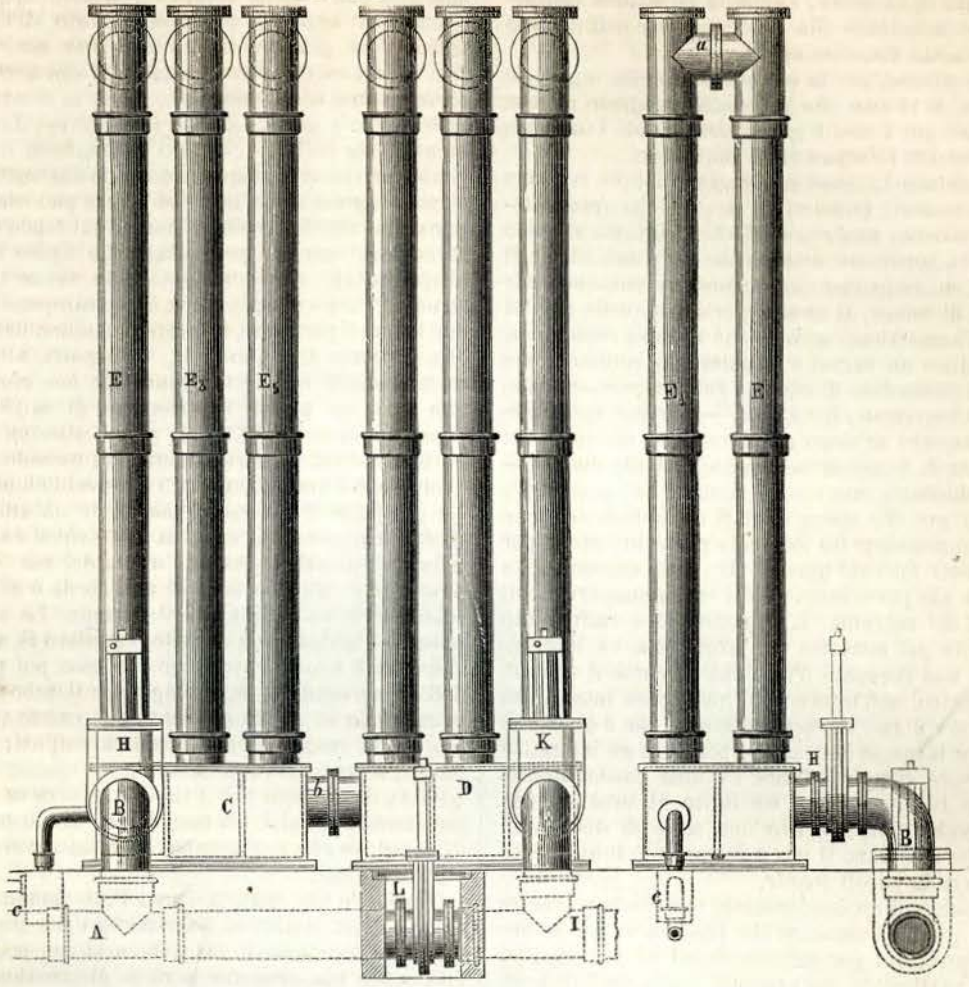


Fig. 1372.

del liquido contenuto nelle casse di sorpassare l'altezza normale.

Avvenendo un guasto nel condensatore o volendo per altro motivo qualsiasi dar passaggio al gas senza che esso penetri nell'apparecchio, basta chiudere le valvole di entrata e di uscita H e K ed aprire quella L: in tal modo il gas farà passaggio pei tubi A ed I al condensatore posto di seguito a quello di cui vuolsi interrompere l'azione, ovvero agli altri apparecchi purificatori di cui verremo in seguito parlando, se di condensatori a tubi ve ne ha uno soltanto.

Per questi condensatori a superficie che irradiano il calore nell'atmosfera, si può ritenere che ad ogni metro quadrato di superficie esterna corrisponda un metro cubo di gas raffreddato per ogni ora; così, supponendo che la distillazione di una tonnellata di carbon fossile in 24 ore produca 10 mc. di gas per ogni ora, sarà necessario assegnare al condensatore una superficie di 10 mq. per ciascuna tonnellata da distillarsi in 24 ore.

È da osservare che se nella state diminuisce la irradiazione del calore dai tubi per l'aumentata temperatura esterna, diminuisce altresì la produzione del gas per la

minor durata della notte, sicchè la superficie refrigerante che è sufficiente alla condensazione nell'inverno basta pure nella stagione estiva.

In alcune officine, per la calcolazione della superficie refrigerante, si ritiene che un metro quadrato di essa possa bastare per 2 mc. di gas all'ora quando i tubi non abbiano diametro inferiore ai 15 centimetri.

Per aumentare l'azione refrigerante i tubi vengono talvolta mantenuti immersi in acqua, che frequentemente si rinnova; maggiore effetto si ottiene facendo scorrere alla superficie esterna dei tubi dei filetti di acqua, la di cui evaporazione produce una considerevole sottrazione di calore, di assai superiore a quella che ha luogo per l'immersione, eccetto che si possa economicamente stabilire un bagno a circolazione continua, nel qual caso è preferibile disporre i tubi orizzontalmente.

§ 22. *Refrigerante Kirkham.* — Questo condensatore è di aspetto analogo al precedente, ma ogni sua canna consta di 2 tubi concentrici aperti alle due estremità e racchiudenti uno spazio anulare nel quale deve muoversi il gas. Gli spazii anulari delle diverse canne sono in comunicazione fra loro, alla parte superiore, per raccordamenti formati pure di due tubi concentrici, e comunicano alla parte inferiore coi varii scompartimenti della cassa del catrame. L'apparecchio è raffreddato esternamente pel contatto coll'atmosfera ed internamente per una corrente d'aria che percorre il tubo di minor diametro, nell'interno del quale, ben inteso, non può penetrare il gas. Il piccolo spessore, che è obbligata ad assumere la massa del gas che percorre gli interstizii anulari, rende vieppiù efficace l'azione condensatrice.

Il signor Blochmann ha sostituito al tubo interno dell'apparecchio ora descritto una serie di diaframmi inclinati che obbligano il gas a restare più lungamente in contatto colle pareti fredde.

Nell'impianto di un condensatore non debbono venire trascurate quelle avvertenze che possono valere ad impedire le ostruzioni per accumulazioni di catrame; ad ogni caso particolare convengono particolari disposizioni, che debbono essere suggerite dalla esatta conoscenza delle condizioni nelle quali l'industria deve esercitarsi. A tale riguardo sono degni di ammirazione i colossali condensatori che ha la Compagnie Parisienne nelle officine della Villette, a Vaugirard e a St-Mandé.

§ 23. Il gas entra nel refrigerante con una temperatura variabile dai 60 agli 80° e ne esce d'ordinario con quella dell'ambiente in cui è situato l'apparecchio, cioè colla temperatura dell'aria esterna. Sembra perciò naturale il ritenere che i vapori catramosi abbiano da aver subito condensazione; tuttavia la pratica dimostra che una quantità notevole di catrame viene depositata dal gas oltre il condensatore. La ragione di questo fatto si è che nella massa del gas rimangono sospese delle goccioline microscopiche di catrame, che nel loro insieme formano una nebbia giallastra cosparsa per la massa aeriforme. Il semplice raffreddamento non ha pressochè alcuna azione sopra queste sostanze trascinate dalla corrente allo stato vescicolare; le colonne a coke, delle quali fra poco parleremo, non rimediano che in parte all'inconveniente ed agiscono con molta irregolarità per le ostruzioni a cui vanno soggette in causa dello stesso catrame, richiedono un volume considerevole che ne aumenta d'assai il prezzo, ed abbisognano infine di riparazioni frequenti e faticose.

§ 24. *Condensatore di Pelouze e Audouin.* — I signori Pelouze e Audouin immaginarono un apparecchio col quale le bollicine di catrame trascinate dal gas vengono precipitate dopo aver loro fatto subire un raffreddamento più o meno completo. Questo apparecchio è fondato sul seguente principio, dovuto all'illustre Colladon: *Far passare il gas per una serie di piccoli fori di un millimetro e mezzo di diametro e projettarlo contro un piano fisso, posto a distanza di un millimetro e mezzo dai fori medesimi.* Lo schiacciamento delle bollicine, il loro raccogliersi in massa liquida, sono le conseguenze necessarie degli urti successivi a cui vengono sottomesse ed il gas può uscire dall'apparecchio affatto incoloro, mentre sul fondo di questo si raccoglie il catrame precipitato. Le figure 1373 e 1374 rappresentano l'apparecchio, come venne ideato dalli signori Pelouze e Audouin: A è una campana formata da due lamiere perforate, attorno a ciascuna delle quali, ed alla distanza di 1 mm. e $^1/_2$, è disposta altra lamiera avente larghi fori rettangolari che non corrispondono alle serie dei piccoli fori circolari di cui è munita la prima (vedi la fig. 1375). Il primo sistema di lamiere perforate dista di 4 centimetri dal secondo ed i fori di quello sono situati innanzi agli intervalli chiusi di questo. La campana A è sospesa, mediante un'asta, ad altra piccola campana B, immersa nell'acqua coll'estremità inferiore onde sia impedita l'uscita del gas. Un contrappeso P, coll'intermediario di una corda e di una carrucola, serve ad equilibrare il sistema. La campana A pesca nell'acqua di un serbatojo anulare S, nel quale si raccoglie il liquido catramoso che esce poi per il basso dell'apparecchio. Il gas giunge per il tubo T e solleva la campana ad un'altezza tanto più grande quanto maggiore è la resistenza che incontra nell'attraversare le pareti; si trasporta poi nella parte superiore dell'apparecchio, da cui esce per il tubo T', che deve condurlo ai purificatori chimici. Un manometro M indica la perdita di pressione che il gas subisce nell'attraversare le piastre bucherate.

Togliendo una parte del peso P, la campana A si abbassa e resta diminuita l'estensione della superficie perforata; il gas dovendo attraversarla con maggior velocità soffre una maggior perdita di pressione, in causa della maggior violenza degli urti che esso è costretto di subire, e le goccioline catramose vengono precipitate nella loro totalità. È però necessario non eccedere in questo restringimento delle aperture di passaggio del gas onde non si abbia a produrre una perdita di pressione troppo considerevole. Che se per contrario fosse mantenuto al gas un passaggio troppo largo, la velocità all'uscita dai forellini sarebbe troppo piccola e la condensazione avverrebbe in modo incompleto. Si può ritenere che, per il buon andamento dell'apparecchio, questa perdita di pressione non debba scostarsi di molto da 3 cm. di acqua.

Le valvole V e V' permettono di isolare l'apparecchio in caso di pulitura o di riparazione; apresi in allora, in X, un nuovo passaggio al gas onde possa recarsi direttamente ai purificatori chimici.

L'esperienza fatta di tale apparecchio, in officine la di cui produzione varia dai 500 ai 100,000 mc. al giorno, dimostra che la perdita di pressione subìta dal gas è leggiera e non dà origine ad inconvenienti, quand'anche l'officina non sia provvista di estrattore; le operazioni di lavatura e di purificazione chimica vengono rese molto più facili ed economiche e la maggior raccolta di catrame realizza un beneficio che altrimenti andrebbe perduto.

L'impiego di questo condensatore è specialmente consigliabile a quelle officine, che, per avere aumentata rapidamente la loro produzione senza accrescere proporzionalmente i mezzi di condensazione, soffrono una deficienza di superficie refrigerante.

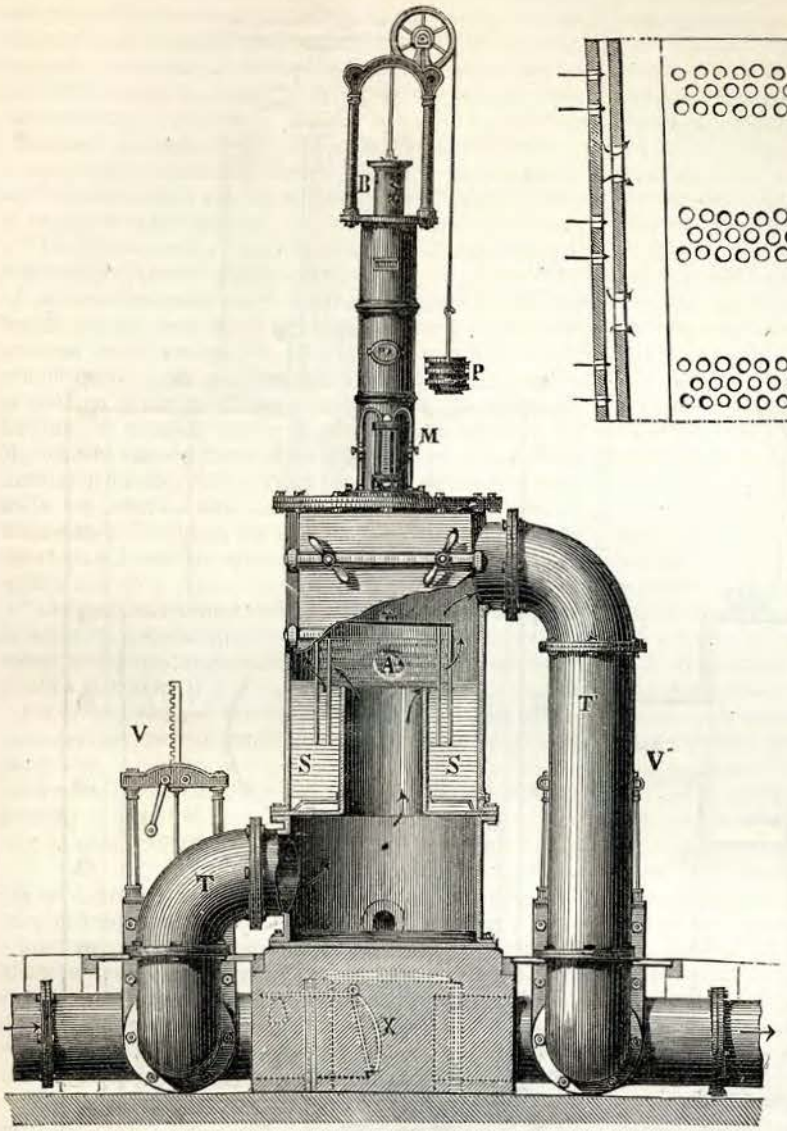


Fig. 1373.

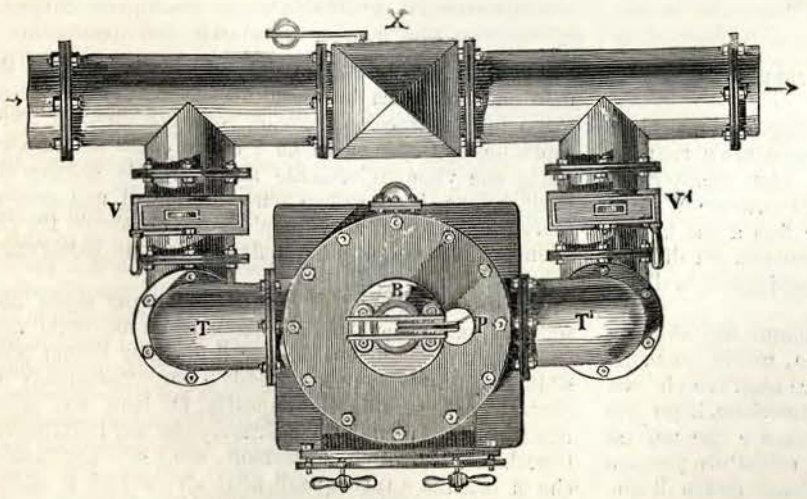


Fig. 1374.

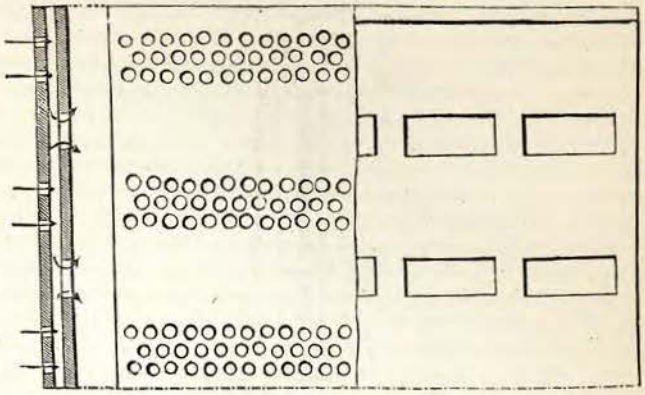


Fig. 1375.

§ 25. *Condensatore Servier.* — Il signor Edoardo Servier, chiarissimo ingegnere francese, già noto per l'invenzione delle guide tangenziali dei gasometri, costruisce da poco tempo un condensatore di sua invenzione, simile, nella disposizione delle parti, a quello ideato da Colladon allorquando si propose di produrre mediante mezzo meccanico la precipitazione del catrame. Le figure 1376 e 1377 bastano a far comprendere la forma e il modo di agire di tale apparecchio: il gas entra per il tubo Q, attraversa il fascio delle verghe metalliche ABCD ed esce per l'altro tubo R. La vite serve a portare il fascio di asticciuole, cilindriche di forma, ad un'altezza adeguata al volume di gas cui vuolsi dare passaggio ed alla perdita di pressione che si desidera mantenere. Il gas, attraversando gli interstizii posti fra le asticciuole di una stessa fila, urta in quelle della fila seguente, situate per l'appunto di faccia a quegli interstizii, e per la successione degli urti che in tal modo è costretto a subire, abbandona i liquidi catramosi, che nella sua massa trovansi sospesi allo stato vescicolare.

Uno speciale tubo YT, ripiegato a sifone, esporta i prodotti della condensazione, allorquando, per il continuo loro depositarsi sul fondo dell'apparecchio, hanno sorpassato il livello della bocca Y.

Le goccioline di catrame scorrono per il loro proprio peso sulle aste del fascio ABCD, senza ostruire o restringere il passaggio al gas, poichè vanno a situarsi dalla parte opposta a quella da cui giunge la corrente. Questo pare sia il vantaggio che il condensatore Servier ha sull'altro delli signori Pelouze e Audouin, nel quale gli stretti forellini

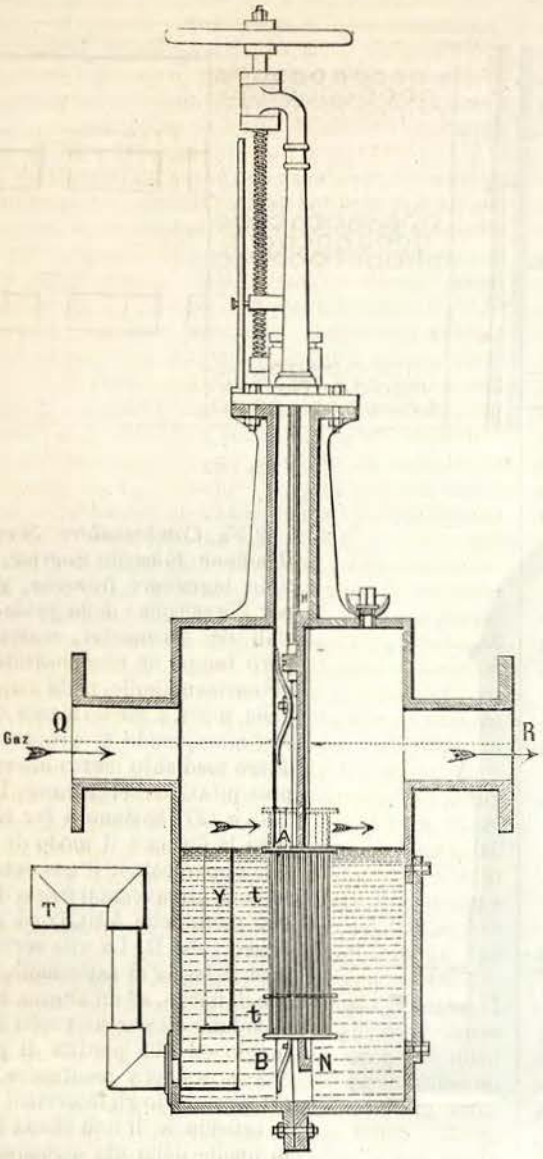


Fig. 1376.

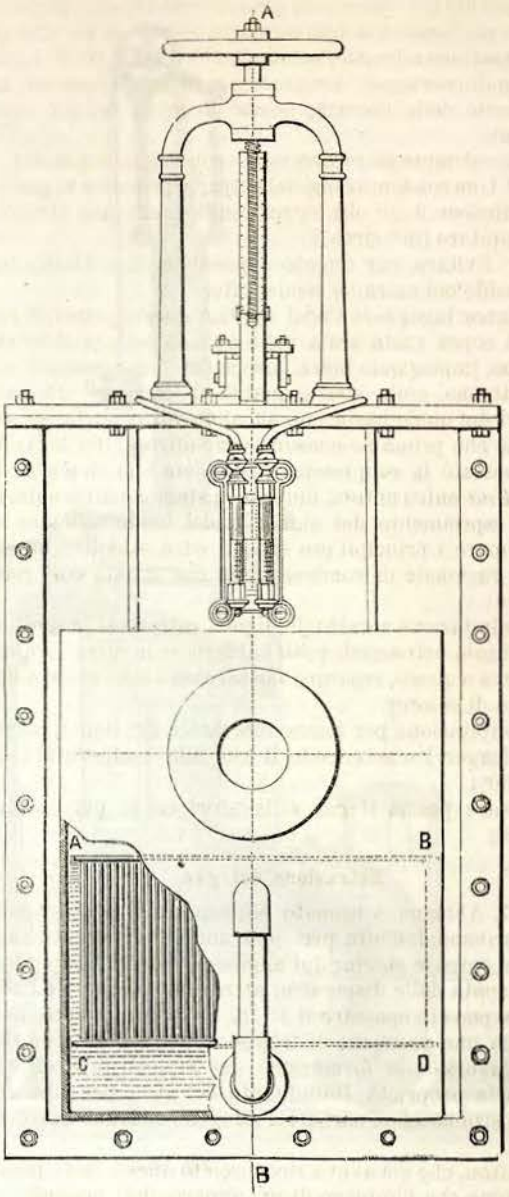


Fig. 1377.

possono chiudersi in parte se il catrame è denso e in quantità considerevole.

L'importanza di questo vantaggio apparirà maggiore dopo quanto verremo esponendo nel seguente paragrafo.

Onde porre in azione l'apparecchio, basta riempirlo di acqua fino a che questa esca dal tubo sfioratore YT e si abbassa poi il fascio delle asticciuole fino a che la perdita di pressione, indicata dal manometro, sia di 20 o 25 millim., ed il gas, all'uscita, non lasci macchia di catrame sopra una carta di prova.

La pulitura si eseguisce pure con somma facilità senza che occorra scomporre l'apparecchio, poichè basta introdurvi dell'acqua calda. L'inventore asserisce che con soli 25 a 28 millim. di perdita nella pressione, il gas può venire totalmente purgato dal catrame e che per tal fatto, anche le officine sprovviste di estrattore possono con vantaggio impiegare questo efficace mezzo di condensazione.

§ 26. La precipitazione del catrame per effetto di urto ha sino ad ora dato risultati eccellenti, sia coll'impiego dell'apparecchio Colladon, come coll'uso degli altri sopra descritti. Ma, a rendere esatto conto dell'importanza che viemaggiormente acquista tale sistema di purificazione, è necessario tener parola di una nuova teoria, il di cui credito va ogni giorno crescendo fra gli scienziati che si occupano della produzione industriale del gas.

Coi mezzi ordinarii di condensazione più sopra descritti, il gas viene spogliato del catrame mediante raffreddamento, mantenendolo per il maggior tempo possibile in contatto di pareti fredde e per conseguenza in contatto col catrame che deposita. Or bene, con esperienze recenti istituite sia in Francia che nell'Inghilterra (Berthelot, Bowditch, Patterson, ecc.) si è constatato che la benzina e tutti quegli altri idrocarburi ai quali, in massima parte, è dovuto il potere illuminante del gas,

sono solubili nel catrame in proporzione tanto maggiore quanto più bassa è la temperatura. Segue da ciò che la condensazione a freddo, prolungando il contatto del gas coi liquidi catramosi, deve scemare in grado notevole la luminosità della fiamma, poichè lo priva dei più utili elementi.

Sono adunque da ricercarsi le condizioni seguenti:

1ª Una condensazione del catrame prossima al punto di ebollizione degli olii leggeri onde questi non abbiano a precipitare (80° circa);

2ª Evitare, per quanto è possibile, il contatto del gas freddo col catrame condensato.

Il signor ingegnere Cadel applicò questi principii razionali sopra vasta scala nella officina del gas di Saint-Etienne, impiegando mezzi meccanici di condensazione: egli ottenne, colla stessa qualità di carbone, un gas, 75 litri del quale bastarono ad alimentare quelle stesse fiamme che prima ne consumavano oltre a 100 litri; di più constatò la soppressione completa dei depositi di *naftalina* entro ai tubi, durante la stagione invernale. Il felice esperimento del signor Cadel tende adunque a confermare i principii ora esposti ed a stabilire un sistema razionale di condensazione che si può così riassumere:

Precipitazione a caldo dei liquidi catramosi pesanti in grandi tubi orizzontali posti sui forni o in altra località prossima a questi, riparando in tal caso i tubi stessi dalle perdite di calore;

Precipitazione per mezzo meccanico dei liquidi catramosi leggeri, mantenendo il gas alla temperatura di circa 50°;

Passare poscia il gas ai lavatori ed ai purificatori chimici.

Estrazione del gaz.

§ 27. Abbiamo accennato più sopra gli inconvenienti che derivano dall'alta pressione che il gas talvolta raggiunge entro le storte; qui aggiungeremo che la perdita occasionata dalle dispersioni attraverso ai giunti ed alle fessure può oltrepassare il 15 %. Si è riconosciuto inoltre che una pressione di troppo superiore all'atmosferica favorisce la formazione dei depositi di grafite e scema la proprietà illuminante del gas, per una decomposizione che i carburi d'idrogeno soffrono entro la storta.

Grafton, che già aveva riconosciuto questi fatti, pensò a ragione che l'impiego di un apparecchio destinato a diminuire la pressione manometrica nelle storte sino a pochi centimetri d'acqua, avrebbe ovviato in massima parte agli inconvenienti accennati. Egli è bensì vero che tali inconvenienti vengono di assai scemati collo stabilire l'officina del gas nella località più bassa del quartiere a cui deve prestare servizio; ma ciò non è sempre possibile ed è d'uopo in molti casi ricorrere a mezzi meccanici, coi quali togliere il gas dal barile man mano che vi si raccoglie, per ispingerlo entro a quegli apparecchi che a questo fanno seguito, in guisa da facilitare la distillazione e mantenere la pressione più conveniente per la distribuzione.

Ebbero così origine gli *estrattori* od *esaustori* di cui sono munite oggidì tutte le officine di qualche importanza: essi sono generalmente posti in seguito ai condensatori per evitare quei danni che loro potrebbero arrecare le sostanze catramose che in maggior copia vi si depositerebbero qualora fossero messi subito dopo il barile.

§ 28. *Estrattore Grafton.* — L'estrattore immaginato da Grafton consiste essenzialmente in una specie di tamburo, analogo a quello del contatore del gas, messo però meccanicamente in movimento inverso. In causa della considerevole forza motrice necessaria a mantenerlo in azione, assorbita per massima parte dalla resistenza dell'acqua in cui parzialmente è immerso il tamburo, questo apparecchio è oggidì quasi abbandonato.

§ 29. *Estrattore Pawels* (fig. 1378 e 1379). — Assai minore è la resistenza dell'acqua nell'estrattore Pawels, che da una trentina d'anni funziona regolarmente nella officina a gas di Ivry: esso appartiene a quella specie di macchine conosciute col nome di *aspiratori a campana*, dovute all'inglese Hall. Consta di tre campane G, G, G, alternativamente elevate ed abbassate entro tinozze contenenti dell'acqua, costrutte, al pari delle campane, in lamiera di ferro. Il movimento è dato da una macchina a vapore che per mezzo di cinghie e di puleggie *t* mette in movimento l'albero *s*, il quale, mediante due ruote *q*, *n* e due rocchetti *r*, *o*, trasmette il movimento all'albero *m*, su cui sono calettate le manovelle *l* che per mezzo di connettori *j* obbligano le campane a salire e scendere nel modo sopraddetto. A, A sono aste verticali in ferro che guidano le campane stesse nel loro movimento, passando entro tubi infissi nelle pareti superiori di queste, terminati in alto ed in basso da bossoli a tenuta di gas. L è il tubo per cui il gas giunge dal barile; da esso si dipartono tre brevi tubi L' che fanno capo a quello H di maggior diametro, diviso in tre scompartimenti, uno per campana, per mezzo di diaframmi e contenente acqua nella quale pescano le estremità inferiori dei tubi L'.

A ciascuno degli scompartimenti del tubo H fa seguito, coll'interposizione di una valvola, un tubo K che mette al disotto della rispettiva campana, emergendo dal livello dell'acqua contenuta nella tinozza; lo stesso tubo K si prolunga dalla parte opposta, e, ripiegandosi a gomito, va ad immergersi nell'acqua del tubo J, quello cioè per cui il gas si diparte dalla macchina per condursi agli apparecchi successivi.

Nel sollevarsi di una campana, il gas viene per L ed L' entro il relativo scompartimento del tubo H, superando la chiusura idraulica; indi per K si introduce nella campana stessa: il gas che trovasi nel tubo J è impedito di portarsi alla campana per essere il tubo K, come già dicemmo, immerso nell'acqua, la quale, in questo, come nella maggior parte degli altri apparecchi per il gas, funziona da valvola automatica. Discendendo la campana, l'acqua sale d'alquanto in L', sicchè viene impedito il ritorno del gas per il tubo L e lo si costringe a portarsi in quello J gorgogliando nell'acqua in questo tubo contenuta.

Mentre la prima campana aspira, l'ultima comprime e quella di mezzo trovasi a metà della propria corsa quando la prima è in alto e la terza in basso.

Le valvole R, R permettono di sospendere l'azione di una delle campane isolandola dal rimanente dell'apparecchio. I tubi *x*, i relativi rubinetti e gli imbuti *y* servono a fornire la macchina d'acqua; *v* sono tubi sfioratori destinati a mantenere un livello costante entro ai tubi di aspirazione e di compressione.

Questo estrattore, per il modo regolare con cui funziona, venne adottato in alcune officine di Londra ed in altre della Germania; in esso, come in quelli di altri sistemi, la massima parte del lavoro motore è impiegata a vincere le resistenza dei mezzi.

I signori Pawels e Dubochet applicarono un regolatore a tale macchina onde rendere vieppiù uniforme la pressione, la quale per solito è influenzata da quelle irregolarità di produzione del gas che in pratica non si

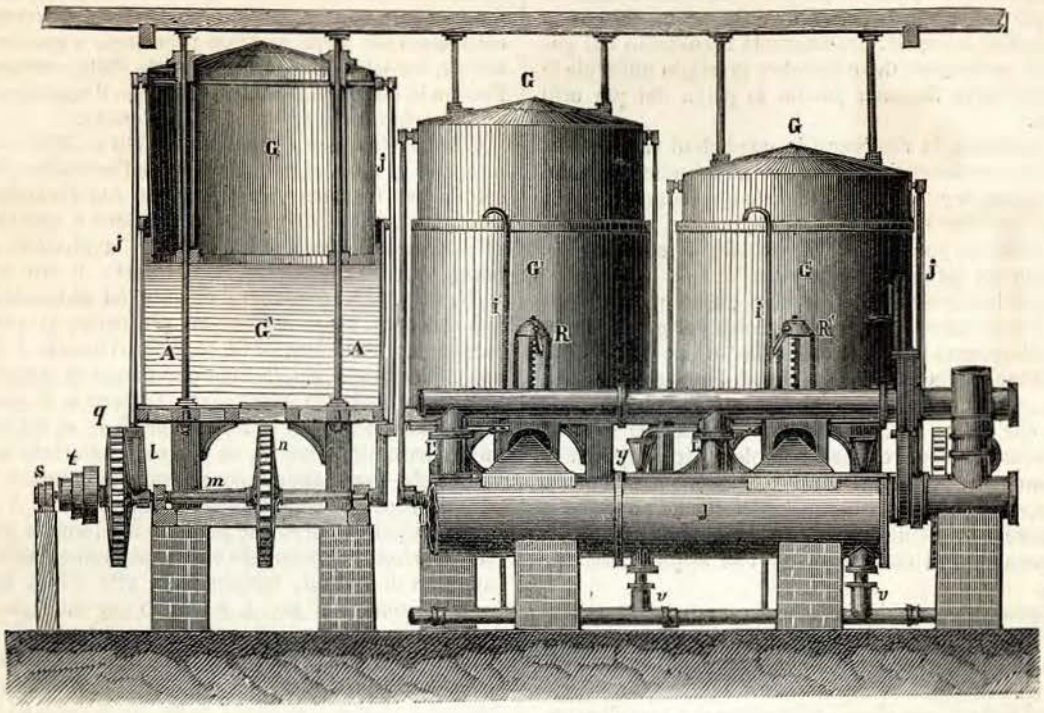


Fig. 1378.

possono totalmente evitare. Questo regolatore agisce in pari tempo sulla corrente del gas e sulla velocità del motore che mette in azione le campane. Ecco in che cosa consiste: un tubo parte da quello che conduce il gas allo estrattore e mette capo ad un piccolo serbatojo d'acqua entro la quale trovasi capovolta una campana, analoga ad un piccolo gazometro e sospesa ad una delle braccia di un bilanciere. Una più rapida produzione di gas aumenta la pressione sotto questa campana, che tende perciò a sollevarsi: il contrario accade se la pressione diminuisce per scarsità di produzione. I movimenti che nell'un caso o nell'altro vengono impressi al bilanciere, determinano la rotazione di una valvola posta nel tubo che conduce il gas all'estrattore, la quale modifica la sezione libera di questo tubo, in modo da proporzionarla alla quantità di gas prodotta. In simile modo il regolatore agisce sul meccanismo di distribuzione della macchina motrice a vapore, modificandone la velocità, pure in ragione dello sviluppo di gas.

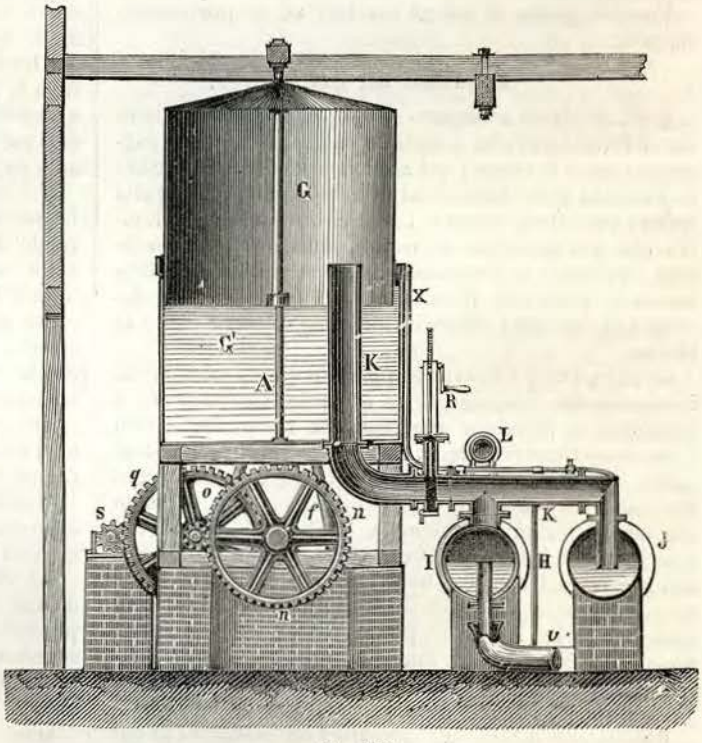


Fig. 1379.

§ 30. *Estrattore rotativo di Beale.* — È questo uno dei più diffusi, per la semplicità della sua costruzione e per l'assenza totale dell'acqua (fig. 1380 e 1381).

Un cilindro fisso A, munito di due larghe aperture per l'entrata e l'uscita del gas, contiene un tamburo E, posto eccentricamente ed in modo che i due assi distano fra di loro della differenza fra il raggio interno dell'involucro e quello esterno del tamburo. Due scatole venute di getto coi coperchi del cilindro racchiudono i perni del tamburo, ed una di esse è munita di un premi-stoppa attraverso al quale si prolunga l'albero del tamburo stesso, onde possa ricevere le puleggie di comando.

Due piastre G attraversano il tamburo ed il suo asse in senso diametrale, e possono strisciare l'una sull'altra; esse terminano per un'asticciuola arrotondata, che, oltrepassandole d'ambo le parti, va ad impegnarsi nelle scanalature circolari D, praticate sulle faccie interne dei coperchi del cilindro. — Le asticciuole sono metalliche

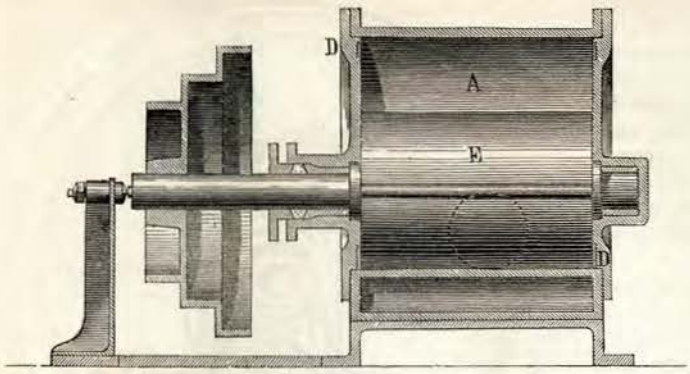


Fig. 1380.

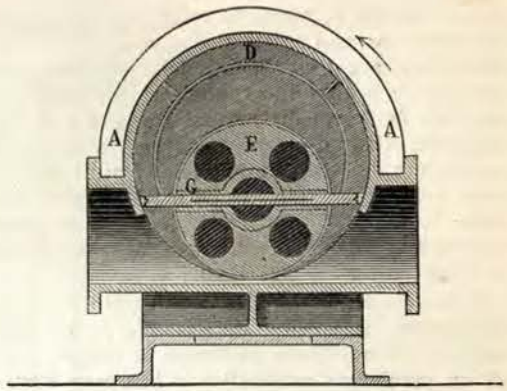


Fig. 1381.

e scorrono con qualche attrito sulle pareti interne del cilindro, spinte contro di queste da apposite molle. In tal guisa le due piastre scorrevoli separano due *camere* non comunicanti fra di loro entro il cilindro: in una di queste avviene l'aspirazione e nell'altra la compressione del gas e ciò in modo continuo, poichè, mentre una di dette piastre scopre il foro d'uscita, l'altra incomincia a comprimere.

Allorquando questo apparecchio è ben costrutto, si può ritenere il suo effetto utile variabile dal 70 all'80 %. La forza motrice necessaria a mantenerlo in azione è relativamente piccola e nella massima parte dei casi non supera i due cavalli a vapore; inoltre richiede poche riparazioni ed occupa piccolo spazio.

L'estrattore Beale è pure munito di un regolatore idraulico, analogo a quello già descritto, che agisce sulla macchina motrice, affine di scemare la velocità dello estrattore quando la produzione del gas diminuisce, od aumentarla, nel caso contrario.

Avvenendo che l'estrattore si arresti in seguito a guasti o per altra causa qualunque, un'apposita valvola metallica mette in comunicazione diretta il tubo d'entrata con quello di uscita, ovviando così a molti inconvenienti, compreso quello della sospensione del lavoro.

In una esperienza fatta sopra un estrattore di questo sistema, del diametro di m. 0.60, del volume utile di 82 litri, con 80 giri al minuto, si constatò che per estrarre 540 mc. all'ora era necesserio un lavoro motore di cavalli-vapore 1.67.

Di estrattori a rotazione se ne conoscono oggidì di forme variatissime; essi prestano un lodevole servizio consumando poca forza ed occupando piccolo spazio. Quello che noi abbiamo descritto incontra favore sempre crescente presso i direttori di officine a gas. Convengono in generale quelli di piccole dimensioni perchè la costruzione può esserne maggiormente curata; la loro velocità di rotazione è mantenuta d'ordinario fra i 100 ed i 120 giri; essa può tuttavia venire accresciuta di molto senza pericolo d'inconvenienti.

Questi estrattori rotativi sono talvolta uniti ad una piccola macchina a vapore destinata a porli in movimento; in molti casi però ricevono il movimento da un albero di trasmissione qualsiasi.

§ 31. *Estrattore a stantuffo ed a vapore di Schmitz.* — Gli estrattori a stantuffo messi in moto da un'apposita macchina a vapore sono i più commendevoli per regolarità d'azione, per l'esiguità delle resistenze passive e per il silenzioso loro andamento. Essi hanno un prezzo elevato e si riscontrano perciò nelle sole officine di qualche importanza, quali sono quelle che la *Società italiana per il gas* possiede in Torino.

Uno dei migliori estrattori di questo sistema si è quello ideato dal signor Schmitz, rappresentato dalle figure 1382 e 1383.

Nella prima di tali figure è rappresentata la elevazione longitudinale della macchina, con uno dei cilindri estrattori sezionato da un piano verticale passante per il suo asse; la 2ª figura ne è la projezione orizzontale: uno dei due cilindri estrattori è rappresentato senza il coperchio della scatola di distribuzione Y, l'altro anche senza il cassetto di distribuzione W, sicchè trovansi messe allo scoperto le luci *p*, *r*, *q* per le quali il gas entra ed esce dai corpi di tromba. Questi, come già dicemmo, sono in numero di due e disposti simmetricamente rispetto all'asse del cilindro motore A. Tutti e tre i cilindri, insieme ai cuscinetti *a* dell'albero motore D, sono rigidamente collegati all'intelajatura di ghisa E, alla sua volta resa solidale col masso di pietra o di muratura su cui posa l'intera macchina.

Il vapore fornito da apposita caldaja entra nel cilindro motore A per il tubo *b* e si scarica poi esausto per l'altro tubo *c*. Il meccanismo di distribuzione del vapore è ad espansione variabile ed al suo movimento provvedono, l'eccentrico circolare *d*, il piccolo contr'albero *e*, messo da quello in movimento alterno, e i tiranti *f*, articolati sopra *ë* ed al gambo della valvola di distribuzione. Gli altri tre eccentrici *k*, *l*, *l'* calettati pure sull'albero D, mettono in movimento la tromba H d'alimentazione della caldaja e i cassetti di distribuzione del gas W dei due corpi di tromba C e B. La trasmissione del moto fra gli eccentrici *l* ed *l'* e le valvole W avviene per le aste *m*, *m'* degli eccentrici medesimi, le manovelle *j*, *j'*, i contr'alberi orizzontali L, L', le contro-manovelle *n*, *n'* ed infine per i due brevi tiranti *o* ed *o'* che si attaccano ai gambi dei cassetti W.

Il gas giunge dagli apparecchi di condensazione per i tubi M, M e per la luce di mezzo *r* degli specchi della distribuzione, penetra nella cavità interna dei cassetti; quindi per le altre luci *p* e *q* entra nell'una o nell'altra camera dei cilindri estrattori, per ripassare poscia, spinto dallo stantuffo, per le stesse aperture *p* e *q* per recarsi ad occupare le scatole Y della distribuzione, esternamente ai cassetti W, ed essere poscia esportato, colla pressione maggiore acquistata nel cilindro, dai tubi N, N. Tanto questi, quanto i tubi d'arrivo M, M, fanno capo ad un unico tubo munito di valvola; le aperture di queste due valvole si regolano col girare in un senso o nell'altro i volanti-manubrio *s*, *t*.

Il gambo dello stantuffo motore, mediante il connettore a forcella F, mette in rotazione l'albero D. Sopra di questo trovansi calettati due volanti V, V', destinati a regolarizzare il movimento della macchina ed a porre in moto, con altri due connettori a forcella G, G', gli stantuffi dei corpi di tromba. I gambi u, u' di questi stantuffi, oltre ad essere guidati entro bossoli a stoppa a ciascuna delle estremità dei corpi di tromba, scorrono nelle guide cilindriche h, h' fissate all'intelajatura E. Le parti posteriori degli stessi gambi sono racchiusi in foderi I, I', a difesa di chi deve approssimarsi ai fondi posteriori dei cilindri estrattori.

Il lavoro sviluppato dal vapore nel cilindro A è proporzionato al volume di gas che la macchina deve estrarre e comprimere nell'unità di tempo, per l'azione di un regolatore automatico a campana destinato ad agire, col tirante ε, colla manovella i, col rotismo dentato conico g, sopra il meccanismo di distribuzione del vapore, in guisa da cambiarne a seconda del bisogno il grado di espansione; x ed y sono due sifoni di spurgo delle condensazioni.

La macchina fa in media 50 giri al minuto primo; la pressione manometrica nel tubo di arrivo del gas è assai prossima allo zero; nel tubo soffiante è invece variabile dai 22 a 25 cent. d'acqua. Il consumo di combustibile, corrispondente a 1000 mc. di gas inviati nei gasometri, è di 11 chil. di arso, essendo mediatamente inferiore ad $^1/_5$ della corsa dello stantuffo motore il grado d'introduzione del vapore nel cilindro A. Due stantuffi, col diametro di m. 0.885 e la corsa di m. 0.850, estraggono un volume teorico di gas di m. c. 2.091 per ogni giro dell'albero motore; praticamente però il volume estratto si è di m. c. 1.819, sicchè risulta per coefficiente di rendimento in volume della macchina 0.87. A queste cifre corrisponde un lavoro motore di cavalli-vapore 5.20.

L'estrattore ora descritto, insieme alla caldaja, al regolatore automatico ed alla intubazione che gli va annessa, costa L. 98000.

§ 32. *Estrattore Koerting.* — Come si riconosce dalla fig. 1384, questo estrattore è basato sullo stesso principio dell'injettore Giffard: il getto di vapore, uscente dal primo tubo conico convergente, è regolato da apposita lancia l, manovrata col volante-manubrio a. Il vapore, passando pei successivi tubi conici convergenti di luce graduatamente maggiore, produce un'energica aspirazione laterale, cosicchè un getto misto di vapore e di gas viene spinto nel tubo di scarico, ossia nel tubo conico divergente d. — Coll'impiego di 5 o 6 tubi convergenti messi di seguito l'uno all'altro, si può aspirare e rifluire un considerevole volume di gas, impiegando una debolissima quantità di vapore.

L'estrattore Koerting dispensa dall'impianto di un motore, necessario per gli altri apparecchi più sopra accennati; il modo di funzionare ne è regolarissimo e le riparazioni quasi nulle, il consumo di vapore assai piccolo ed infine il prezzo d'acquisto poco elevato.

§ 33. Sono considerevoli i vantaggi che derivano dall'impiego di un estrattore e possono in media valutarsi, per quanto riguarda la produzione di gas, in un aumento del 5 al 10 %, senza che la qualità ne venga modificata. In una esperienza del *Kornhard*, sopra 18 tonnellate di carbone distillate con e senza estrattore, si constatò, coll'uso di questo, un aumento nella produzione del 12 % ed un aumento nella quantità di catrame raccolto, di 2 tonnellate; locchè porta al 20 % il vantaggio pecuniario finale.

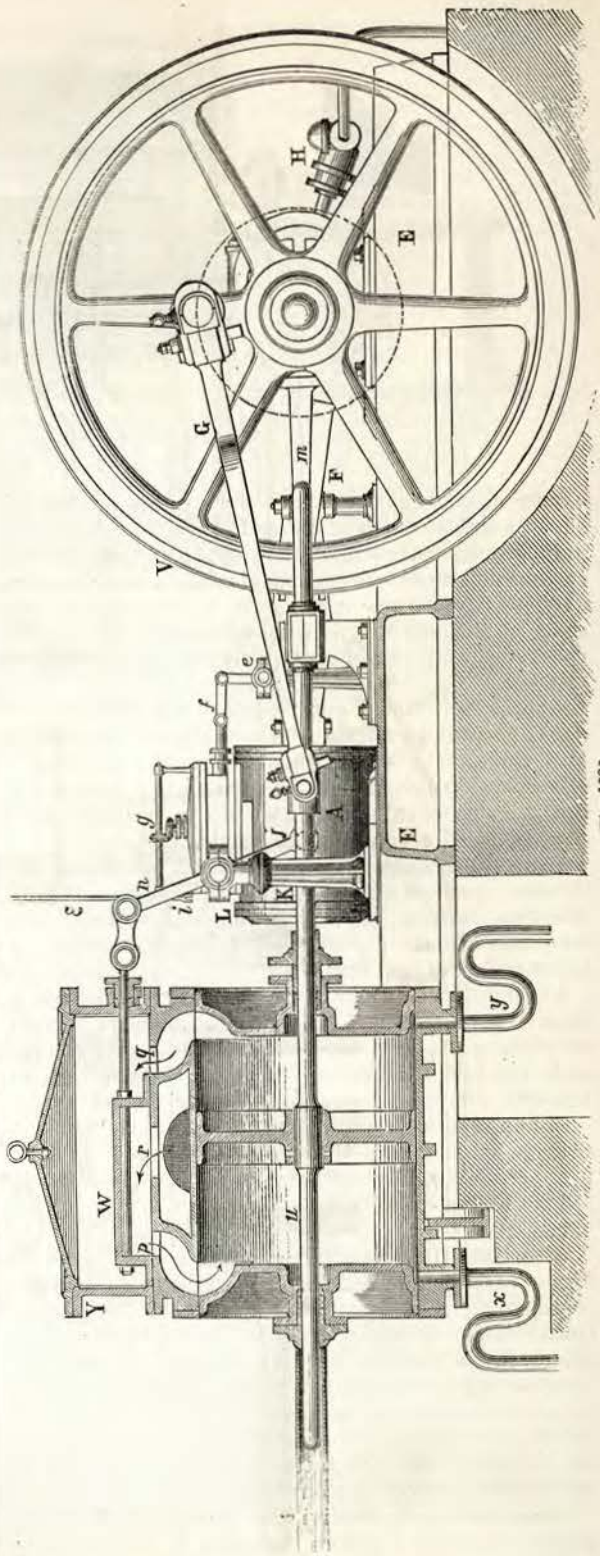


Fig. 1382.

Altre esperienze istituite da Kreusser hanno confermato i risultati di Kornhard.

L'estrattore viene d'ordinario fatto manovrare in guisa da rendere quasi nulla la pressione manometrica entro il barile, portandola dai 15 ai 25 cm. negli apparecchi che seguono l'estrattore stesso. Talvolta si

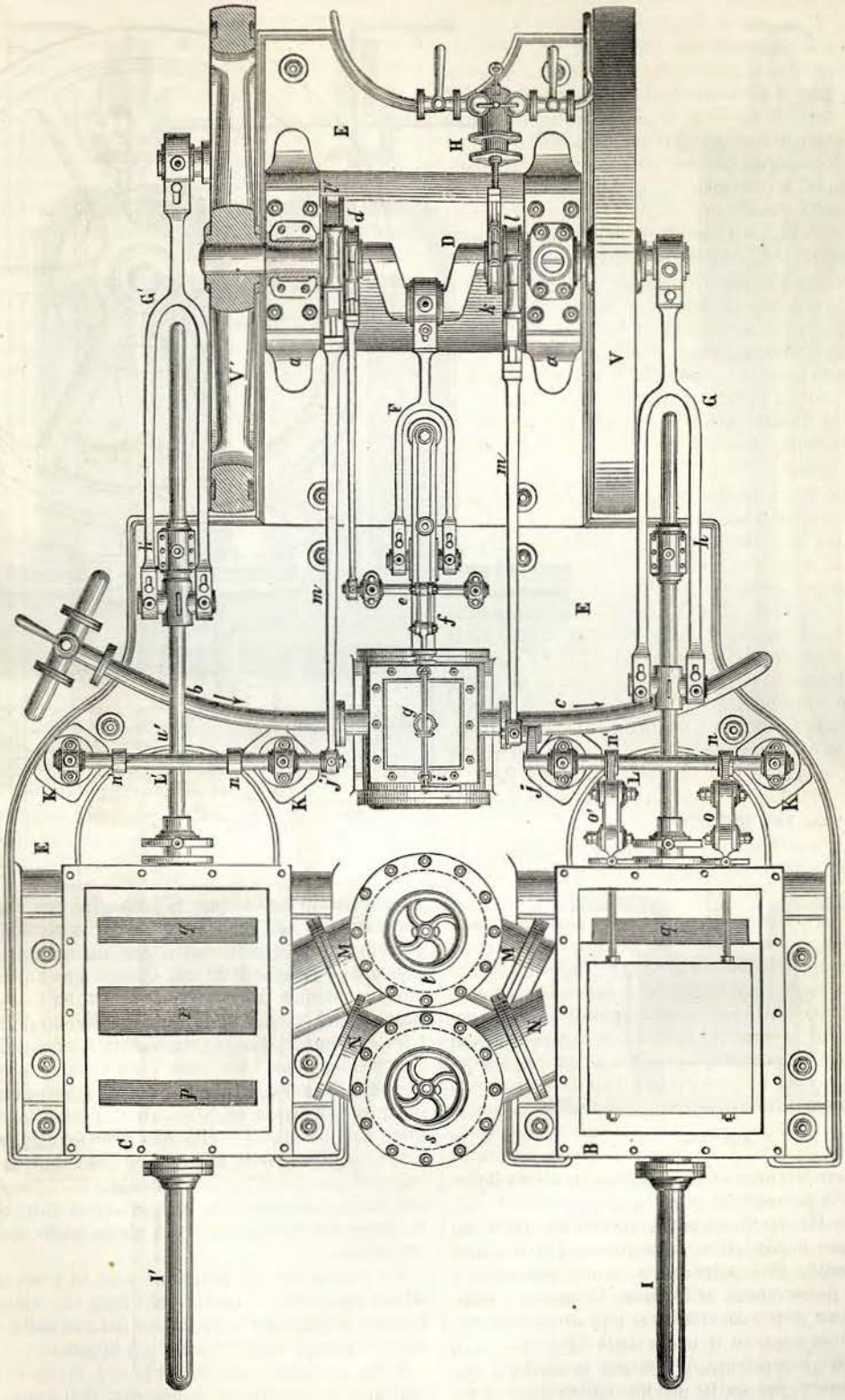


Fig. 1383.

dispongono le cose in modo che la pressione nel barile non abbia a sorpassare i 20 mm.; devesi però ritenere che in pratica riesce pressochè impossibile mantenere questa pressione entro limiti costanti, poichè lo sviluppo di gas dalle storte varia nella durata stessa della distillazione di una carica ed in limiti tanto più estesi quanto più piccolo è il diametro delle colonne montanti, di guisa che essa può oscillare dai 2 ai 10 cm. d'acqua. Un'attiva sorveglianza sugli estrattori e sui loro regolatori può diminuire queste variazioni. Tuttavia quel che più importa di evitare si è che l'estrattore con un'azione troppo energica possa creare dietro di sè una

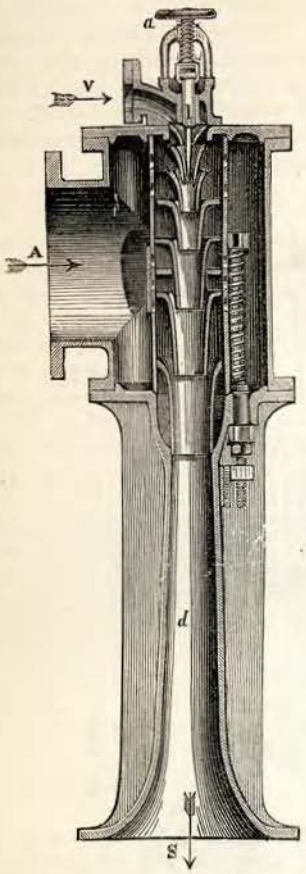


Fig. 1384.

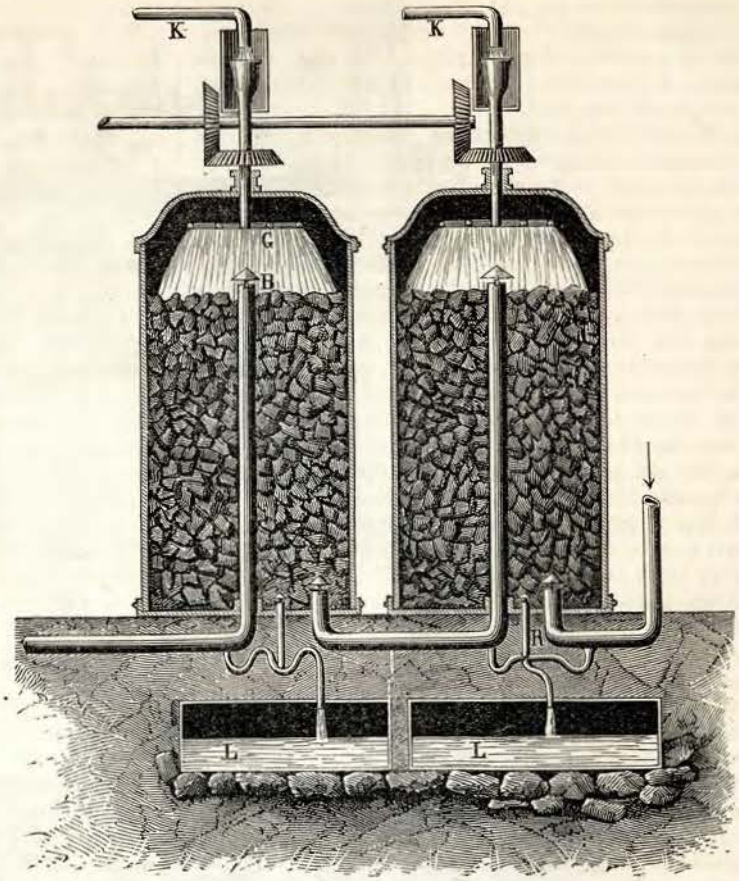


Fig. 1386.

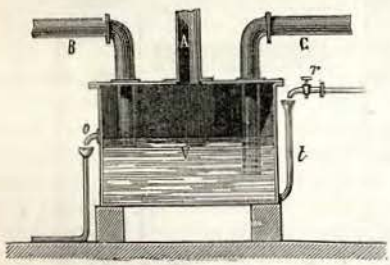


Fig. 1385.

pressione minore dell'atmosferica, poichè in allora delle immissioni d'aria potrebbero aver luogo per i giunti dei tubi ed i gas caldi dei forni entrerebbero in quantità considerevoli per le fenditure delle storte. Per evitare tali inconvenienti, che potrebbero avere gravissime conseguenze, e per scemare nello stesso tempo le variazioni di pressione entro le storte, si può impiegare un apparecchio quale è quello indicato dalla fig. 1385.

Il vaso chiuso V contiene dell'acqua mantenuta ad un'altezza costante dal getto di un rubinetto *r* che mette in un tubo laterale di alimentazione *t* e da uno sfioratore *o* posto dall'altra parte del vaso. L'aspiratore comunica con l'interno del vaso per il tubo A; il tubo B comunica col barile e, colla estremità rappresentata in figura, pesca per due centimetri nell'acqua del vaso V; l'aspiratore deve vincere adunque la pressione di 2 cm. perchè il gas possa uscire dal tubo B gorgogliando nell'acqua. S'immagini ora che il tubo C sia immerso nell'acqua per 23 cm. e comunichi con un piccolo gasometro in cui il gas sia mantenuto ad una pressione costante di 20 cm. Questo gas abbasserà di 20 cm. la colonna d'acqua entro il tubo C e non potrà passare nel vaso V al disopra del livello dell'acqua per i tre centimetri d'acqua rimanenti. Avvenendo però che l'estrattore generi nel vaso V un vuoto che giunga sino ai 3 cm., il gas del tubo C passerà allora nel vaso V al disopra dell'acqua ed alimenterà l'estrattore per tutto quel volume che il barile non può fornire, cosicchè rimarrà sempre nelle storte, per quei due centimetri di immersione che si suppone abbiano le colonne montanti nel barile, una pressione manometrica di un centimetro, la quale non potrà venire in alcun modo scemata dallo estrattore.

Un regolatore di pressione che la pratica ha dimostrato eccellente, è quello del Clegg che viene pure impiegato a regolare la pressione del gas nella condotta e che noi perciò descriveremo più innanzi.

§ 34. *Lavatori* (*Scrühber*). — I lavatori semplici si limitano a mescolare il gas con dell'acqua onde spogliarlo di una gran parte delle sue impurità e in particolare dalle sostanze catramose che ancora contiene e dall'ammoniaca. Ve ne hanno di variatissime forme: alcuni constano di un serbatojo a due scompartimenti ove il gas passa dall'uno all'altro per una serie di piccoli tubi immersi nell'acqua colla loro estremità inferiore. In altri il gas è obbligato ad attraversare una serie di pia-

stre perforate poste le une sopra le altre e sulle quali si fa giungere dell'acqua che circola in senso inverso al gas. Questi lavatori sono però oggidì quasi fuori d'uso, poichè si preferisce fare impiego degli altri che ora passiamo a descrivere, coi quali si trovano associati talvolta quelli semplic..

§ 35. *Lavatori con filtrazione* (*Colonne a coke*). — Sono recipienti cilindrici dell'altezza di almeno 4 metri e di un diametro proporzionale alla quantità di gas che deve attraversarli, riempiti di materie aventi un certo grado di divisione, quali il coke, i ciottoli, i frantumi di mattoni, ecc., sostenute talvolta da una o più graticole poste a diverse altezze nel recipiente. Il gas giunge dal basso nell'apparecchio, lo percorre dal basso all'alto, mentre una corrente continua di acqua, versata alla parte superiore, lo dilava, spogliandolo del catrame e dell'ammoniaca. La colonna è munita di aperture, mantenute chiuse da appositi tappi durante la lavatura, e che servono alla scarica e carica del coke quando l'apparecchio sia saturo di catrame, cosa che accade di rado quando la circolazione d'acqua è ben mantenuta.

La figura 1386 rappresenta una coppia di questi lavatori: l'acqua vi entra per un tubo G foggiato a croce, posto in lento movimento di rotazione dall'albero cavo di cui esso è una diramazione, il quale albero cavo riceve l'acqua superiormente per mezzo di un tubo K. Si può parimenti ottenere una distribuzione uniforme d'acqua, in un modo più semplice, facendo giungere questa, con una pressione di 5 a 6 metri, al disopra di una piastra metallica circolare sulla quale dividesi in minutissimi spruzzi.

La bocca del tubo che conduce il gas fuori della cassa è in prossimità del cielo di questa, ed un piccolo cappello B impedisce all'acqua di entrare nel tubo stesso.

In R si osservano i tubi per cui il catrame e l'acqua ammoniacale si riversano nelle cisterne L L.

In alcune officine è soppressa l'ammissione dell'acqua e in tal caso le colonne a coke fanno lo stesso ufficio dei condensatori.

Allorquando il coke del lavatore è divenuto pregno di catrame, o lo si rinnova come sopra si è detto, o lo si assoggetta, senza pur rimuoverlo, all'azione di una corrente di vapore, diretta dall'alto in basso, per fondere il catrame e spingerlo per i tubi di scarica R entro le cisterne.

Nelle grandi officine si impiegano due o tre lavatori posti di seguito, aventi altezze che possono raggiungere i 10 metri.

Volendosi raccogliere tutta l'ammoniaca, si fa uso dell'acido solforico diluito in luogo della sola acqua e gli apparecchi debbono allora essere foderati di piombo.

Il catrame e l'acqua ammoniacale si raccolgono contemporaneamente nelle cisterne durante la condensazione, ma col riposo avviene la separazione delle due sostanze perchè il catrame precipita al fondo. Affinchè l'officina non abbia ad essere costretta di liberarsi da questi residui di fabbricazione cedendoli a qualunque prezzo, è necessario munirla di cisterne sufficientemente capaci per contenere le condensazioni che si producono nei quattro mesi d'inverno. Da 1000 chil. di litantrace si ricavano in media 60 litri d'acqua ammoniacale e 40 chil. di catrame; può ritenersi cioè che il peso delle condensazioni, compresa l'acqua, sia la decima parte del peso di litantrace distillato. È poi importantissimo per il direttore dell'officina lo accertarsi della perfetta tenuta delle vasche o cisterne; egli deve inoltre astenersi dal versare, per qualsiasi motivo, del catrame nella vasca del gasometro, poichè l'acqua che in essa si contiene, diverrebbe ammoniacale e finirebbe per cedere al gas già purificato nuove sostanze imbrattanti e principalmente del solfidrato di ammoniaca.

Si può spogliare quasi totalmente il gas dai sali ammoniacali sottoponendolo ad una prima lavatura con acqua ammoniacale, indi ad una seconda con acqua pura; così si ha il vantaggio di aumentare gradatamente la concentrazione della soluzione che viene poi impiegata a fabbricare sali ammoniacali.

Purificazione chimica del gaz.

§ 36. All'uscita dei condensatori il gas è ben lungi dall'avere quella purezza che ne rende chiara e brillante la fiamma, esso contiene tuttora dell'ammoniaca, sfuggita all'azione dei lavatori e che satura in parte quegli acidi i quali non poterono venire sottratti colle operazioni precedentemente descritte, e cioè gli acidi *carbonico*, *solfidrico*, *solforoso*, *solfocianidrico*, cui trovansi pure uniti il *cianogeno* ed il *solfuro di carbonio*. — Onde spogliare il gas di tutte queste sostanze è necessario ricorrere all'azione di reagenti chimici: i più comunemente impiegati sono: *la calce*, *il gesso*, *l'acido solforico ed i miscugli a base di ossido di ferro*. L'elemento che più necessita di eliminare è lo zolfo, o meglio quei composti che nell'atto della combustione danno origine all'acido solforoso. In alcune città dell'Inghilterra i regolamenti prescrivono che la quantità di zolfo contenuta in un metro cubo di gas non debba superare gr. 0.38.

Sin dal 1805 il Clegg impiegava il latte di calce quale purificatore della massa gasosa e per ben 10 anni ne venne continuato l'uso, finchè cioè si sostituì la calce idratata sotto forma polverulenta, la quale spiega un'azione assai più energica sul gas, costretto ad attraversarne strati dello spessore di 15 a 20 centimetri.

Quest'ultimo mezzo di purificazione fu continuato, si può dire, sino al 1860 ed è ancora oggidì impiegato di preferenza nelle piccole officine.

Per disaggregare la calce spenta e facilitare il passaggio del gas attraverso la massa, la si mescola con paglia tritata, segatura di legno, residui di concerie, ecc. Cinque strati sovrapposti, dello spessore di 20 centim. ciascuno, esigono soltanto una pressione di poco più che due centimetri di acqua per essere attraversati.

La calce toglie al gas gli acidi *carbonico*, *solforoso*, *solfidrico*, *solfocianidrico* ed il *cianogeno*, mettendo al tempo stesso in libertà l'ammoniaca che si trovava combinata con essi. Si riconosce il momento in cui la calce non ha più azione sufficiente, presentando al gas che esce dagli apparecchi una carta impregnata di acetato di piombo, la quale, come è noto, si annerisce in presenza dell'idrogeno solforato: in allora si provvede a che la calce venga rinnovata. È buona pratica, allo scopo di scemare il consumo di calce, far passare dapprima il gas per gli strati che hanno già servito alla purificazione, quindi per altri di calce nuova.

I purificatori a calce, oltre ai corpi sovra citati, trattengono una piccola quantità di catrame e di quegli idrocarburi leggeri che contribuiscono a rendere vivo lo splendore della fiamma. Ciò spiega il perchè Reichmann abbia constatato che talvolta la purificazione non aumenta, seppure non diminuisce, il potere rischiarante.

È evidente *a priori* che la quantità di calce viva occorrente per la purificazione di un determinato volume di gas deve variare colla qualità del litantrace adoperato e coll'efficacia dei mezzi di purificazione fisica; tuttavia si può ritenere che in media ne occorrono 100 litri per ogni 800 metri cubi di gas. La calce esausta, vale a dire satura di quei principii che il gas in essa deposita, esala un odore forte e penetrante; assoggettata all'analisi

chimica, si riscontra formata di *carbonato, solfato, solfito ed iposolfito di calce, di solfuro, cianuro e solfocianuro di calcio; idrato di calce* non modificato, *acqua* e d'una notevole quantità di ammoniaca allo stato libero. Trattata con l'acqua cede dei sali solubili, quali i *cianuri di calcio e di ammonio*, che possono convenientemente essere utilizzati per la fabbricazione del blù di Prussia e di sali di ammoniaca. La si può pure impiegare nelle concierie per la depilazione delle pelli e così pure in agricoltura come correttivo di alcune specie di terreni, ovvero come concime adattissimo per talune piante, quali il trifoglio, i fagiuoli, le rape, ecc.

L'esperienza però ha dimostrato che l'impiego della calce, qualunque sia la disposizione degli apparati, non conduce ad una purificazione completa del gas, poichè in esso rimane dell'ammoniaca e del solfidrato di ammoniaca che comunicano ai prodotti della combustione delle proprietà dannose, e specialmente del solfuro di carbonio che non può essere assorbito.

Nel 1835 il signor Mallet propose la lavatura del gas entro soluzioni metalliche come quelle di cloruro di manganese, cloruro di ferro, o solfato di ferro, tutti reattivi che si possono ottenere a buon prezzo quali residui di speciali fabbricazioni; ma anche con essi la purificazione riusciva imperfetta, poichè l'acido solfidrico non essendo totalmente saturato dall'ammoniaca, richiede la presenza d'una base onde essere fissato.

§ 37. La proprietà che ha il gesso di agire per doppia decomposizione sul carbonato d'ammoniaca formando del solfato di ammoniaca e del carbonato di calce, ne suggerì l'impiego per la purificazione del gas. Si usarono a tal fine degli strati successivi di una mescolanza di gesso triturato, calce esausta calcinata e tritume di carbone inumidito. Con 100 chil. di gesso si potevano purificare 3000 m³. di gas ricavando 10 chilogr. di solfato di ammoniaca. Anche con tal mezzo però la purificazione non avveniva in modo completo.

§ 38. Nel 1847 il sig. R. Laming propose l'impiego di un miscuglio che poteva essere rivivificato colla semplice esposizione all'aria: tale miscuglio fu accolto con favore ed è tuttora preferito dalla massima parte dei direttori di officina. Esso ottiensi mediante la decomposizione di un sale di ferro (dapprima cloruro di ferro, indi solfato di protossido di ferro) per l'azione della calce; ha luogo così la formazione del perossido di ferro e di sali di calce, formanti una massa pastosa che viene poi resa permeabile al gas mescolandola con segatura di legno.

Il procedimento più semplice per la sua fabbricazione consiste nell'estinguere la calce viva con piccola quantità d'acqua in guisa da ridurla in polvere che si scuote poi e si mescola con egual peso di segatura di legno. La massa viene in seguito bagnata con una soluzione acquosa di solfato di ferro ed abbandonata all'azione dell'aria fino a che abbia acquistato quel color bruno che è indizio della completa trasformazione del solfato di ferro in perossido di ferro, colla conseguente formazione di solfato di calce.

Fra l'acido solfidrico contenuto nel gas ed il perossido di ferro avviene una reazione chimica facile a comprendersi, la quale dà origine a solfuro di ferro, acqua e zolfo libero. Esponendo all'aria la polvere ritirata dalle casse di purificazione più innanzi descritte, ha luogo la formazione di solfato di protossido di ferro, che alla sua volta si trasforma, per l'azione dell'ossigeno atmosferico, in solfato di perossido di ferro. Questo sale venendo nuovamente in presenza del gas, fa sì che l'ammoniaca che in questo trovasi combinata coll'acido solfidrico, si appropria l'acido solforico e rimette in libertà il perossido di ferro idratato che agisce di nuovo sull'acido solfidrico nel modo sopraccennato.

Qualora poi il gas contenesse dell'acido solfidrico libero, questo sarebbe decomposto dal solfato di perossido di ferro con precipitazione di zolfo e formazione di solfato di protossido di ferro.

La calce contenuta nel miscuglio agisce sul carbonato d'ammoniaca e sull'acido carbonico, formando carbonato di calce, il quale, durante l'esposizione all'aria, quando cioè il solfuro di ferro viene convertito in solfato, passa, per l'azione dell'acido solforico, allo stato di solfato di calce.

Conviene però confessare che due opinioni diverse si mantengono tuttodì fra gli scienziati, circa la reazione chimica che ha luogo fra l'acido solfidrico e l'idrato di perossido di ferro: le seguenti due equazioni chimiche corrispondono alle due diverse reazioni.

$$Fe^2O^3 + 3H^2S = Fe^2S^3 + 3H^2O \ldots\ldots (1^a)$$
$$Fe^2O^3 + 3H^2S = 2FeS + 3H^2O + S. \ldots (2^a)$$

Giudicando dalle recenti esperienze di Brescus, colla scorta delle considerazioni che il Wagner espose circa la formazione di un deposito crescente di zolfo entro la massa del miscuglio, sembra che la prima equazione rappresenti la reazione che ha luogo allorquando si opera in laboratorio, cioè colla soppressione accurata della presenza dell'aria; la seconda invece, quanto avviene nelle circostanze della pratica e specialmente entro quegli strati di miscuglio che già subirono parecchie rivivificazioni.

Non è a credere però che con successive rivivificazioni possa prolungarsi indefinitamente l'azione della mescolanza Laming: i principii catramosi che il gas in essa trasporta a poco per volta, la rendono viscosa, ne scemano l'azione, ajutati in ciò da quello zolfo che nella massa stessa va depositandosi come ora dicemmo, e che può giungere dopo un certo numero di operazioni a costituire una frazione notevolissima del miscuglio (fino a 60 %, Philipson).

Per la produzione del perossido di ferro s'impiega in alcune officine, con grandissimo vantaggio, un minerale che estraesi presso Kotzenau nella Silesia e che consta in massima parte di *limonite*. L'impiego di tale sostanza permette un'economia che può raggiungere il 50 %, in confronto della mistura Laming, di più la sua azione si fa sempre più efficace a misura che si ripetono le rivivificazioni; essa può venire mescolata alla segatura di legno od usata anche da sola perchè facilmente si lascia attraversare dal gas. — Da esperienze fatte risulta che 100 chil. di questo minerale si conservano ancora attivi dopo avere purificati 7500 m³. di gas.

§ 39. L'acido solforico venne pure impiegato quale purificatore del gas mescolandolo coll'acqua e facendolo agire sia nei lavatori, sia nei purificatori, entro i quali occupava lo scompartimento più basso. — Questo agente aveva però soltanto effetto sull'ammoniaca.

Coi processi fino ad ora indicati non si può privare totalmente il gas dello zolfo che contiene: tanto la sola calce quanto la mistura di Laming sono incapaci di ritenere il solfuro di carbonio, non avendo sopra di esso azione alcuna. — Talvolta la eliminazione di questo composto solforoso avviene nella quasi totalità entro gli apparecchi di lavatura, specie se si fa uso di acque ammoniacali, come comunemente accade. Una soluzione di ossido di piombo nell'acqua di soda, mescolata con segatura di legno può servire ad eliminare il solfuro di carbonio: ha luogo così la formazione di carbonato di soda, di un solfuro doppio di carbonio e di sodio colle corrispondenti combinazioni a base di piombo.

Dei metodi finora indicati per la purificazione del gas, viene di solito preferito quello che meglio corrisponde alle circostanze locali, all'importanza della fabbricazione e dei prodotti secondarii che se ne ritraggono. Noi noteremo soltanto che i purificatori a sola calce lasciano passare l'ammoniaca senza assorbirla, mentre quelli in cui s'impiega la mescolanza di Laming, lasciano fuggire, in notevole proporzione, l'acido carbonico; gli è per tali motivi che nella massima parte delle officine si dispongono nei purificatori, al disopra degli strati di mescolanza Laming, alcuni strati di calce destinati all'assorbimento di quest'acido che avrebbe un'azione dannosissima sullo splendore della fiamma. Basta che nel gas siavi contenuto 1 % di acido carbonico perchè ne venga scemato di molto il potere illuminante.

Il miglior procedimento da seguirsi in una officina che debba produrre gas di buona qualità, si è quello di curare l'azione dei condensatori, assorbire quindi l'ammoniaca coll'azione dell'acido solforico; indi con una ben condotta lavatura togliere quanto resta di ammoniaca ed una porzione degli acidi solfidrico, solforoso e carbonico; completare quindi la purificazione coll'impiego della mescolanza Laming e della calce.

§ 40. *Casse di purificazione.* — Le figure 1387, 1388, 1389 rappresentano una cassa di purificazione della forma più conveniente. Il recipiente G di lamiera di ferro, avente forma di parallelepipedo rettangolo, è munito alla parte superiore di una vaschetta perimetrale I contenente acqua in cui si immergono gli orli del coperchio H per impedire ogni fuga di gas. La cassa è internamente divisa in varii scompartimenti da graticci orizzontali *c, d, e, f* sopra dei quali viene distesa la sostanza depuratrice con uno spessore di 8 a 10 centimetri. Il gas entra nella cassa per il tubo A e ne esce per il tubo B; sopra tali tubi sono applicate due valvole a campana *a, b*, destinate a regolare l'ammissione e l'uscita del gas dall'apparec-

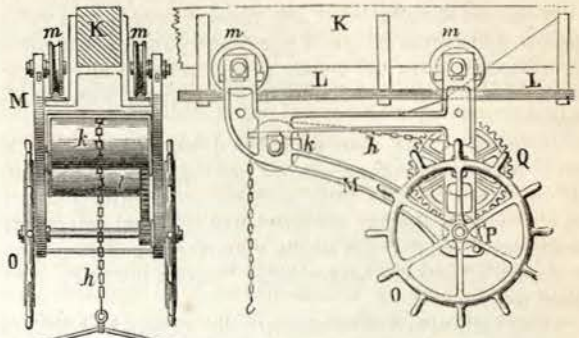


Fig. 1389.

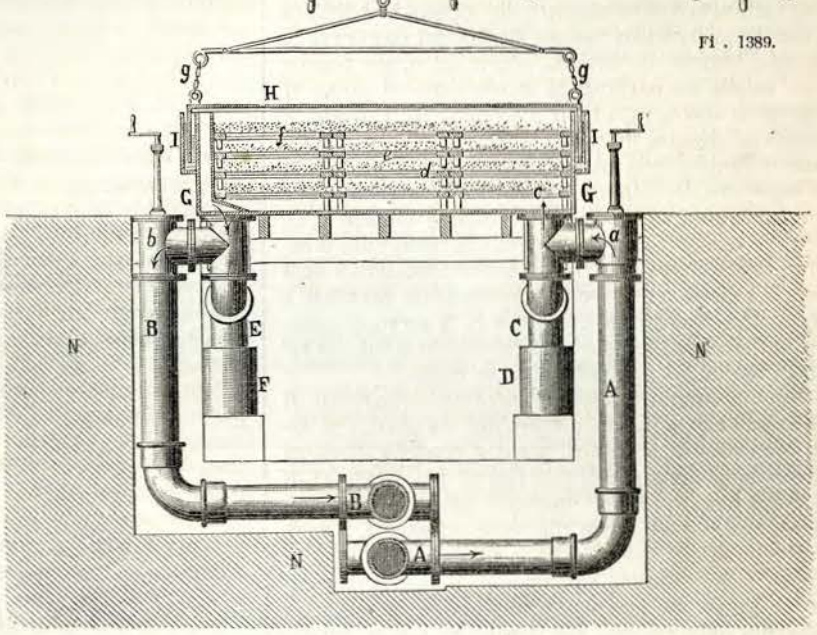


Fig. 1387.

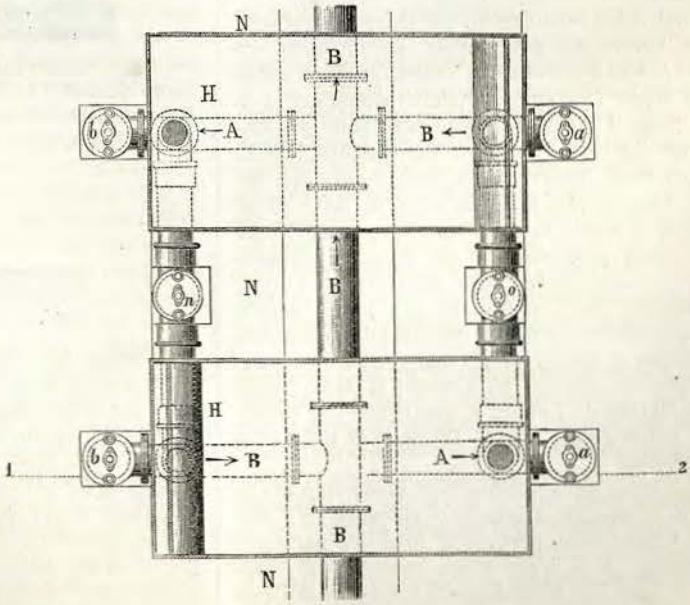


Fig. 1388.

chio. C ed E sono due pozzetti ove raccolgonsi le condensazioni del gas, i quali si scaricano nei collettori D ed F.

Il gas entra nella cassa dal fondo e presso una delle pareti, attraversa gli strati purificatori e scorrendo sotto il coperchio entra nel canale *p* per uscire da altra apertura situata pure nel fondo in opposizione a quella di arrivo.

Parecchie casse sono collocate di seguito le une alle altre e messe in comunicazione per mezzo di tubi muniti di valvole *n* ed *o*, le quali permettono di interrompere la circolazione del gas per entro una qualsiasi delle casse medesime quando vi si debba rinnovare la sostanza purificante od occorra sospenderne l'azione per altro qualsiasi motivo.

Onde facilitare il sollevamento dei coperchi, al disopra della fila de' purificatori trovasi sospeso ad una trave K un piccolo binario in ferro L, sopra del quale posano quattro rotelle *m* portanti la intelajatura di ghisa M che serve di sostegno ad un verricello *k*. Portato il verricello al disopra di quella cassa che vuolsi aprire, si pone il gancio della catena *h* nell'occhio posto alla parte superiore del sistema *g g* di tiranti-catenelle. Per mezzo della ruota a piuoli O e del rotismo dentato P, Q, si imprime al subbio un movimento di rotazione: il coperchio, tirato dalle quattro catenelle applicate a' suoi vertici, si solleva lentamente mantenendosi parallelo a se stesso. Un condotto in muratura N N serve di sostegno all'intiero apparecchio e dà passaggio ai tubi di arrivo e di uscita del gas dalle diverse casse.

La *Compagnie parisienne* ha adottato apparecchi di purificazione che alquanto differiscono da quelli ora descritti: una piastra a trafori, posta a qualche distanza dal fondo della cassa (fig. 1390) riceve uno strato O di mescolanza Laming di uno spessore assai più ragguardevole di quello degli strati più sopra accennati. Il tubo E di arrivo del gas sbocca nella cassa immediatamente al disopra della sostanza purificante; il gas filtra frammezzo a questa ed esce dalla parte opposta, secondo l'andamento delle freccie, per il tubo S, d'onde muove ad una cassa susseguente ovvero al gasometro. Il coperchio C, trattenuto per mezzo di ganci *c* al disopra della cassa, s'immerge co' suoi orli nella doccia perimetrale B B piena d'acqua e formante chiusura idraulica.

In alcune officine si riscontrano purificatori costrutti in ghisa: essi hanno maggior durata perchè meno attaccabili dai composti solforosi di quanto lo siano quelli di lamiera di ferro. In alcuni impianti economici si fa pure uso di casse di legno; a queste però sono preferibili i recipienti costrutti in muratura e cemento, i quali, se costrutti con cura, funzionano in modo assai lodevole.

Le diverse casse di purificazione vengono fatte attraversare dal gas in modo che le ultime siano quelle contenenti la materia purificante di più recente preparazione. D'ordinario esse hanno base quadrata del lato di 4 metri: essendosi però constatato che havvi convenienza nell'assegnare ai graticci una grande superficie, se ne costruiscono di quelle aventi maggiori dimensioni: alcune raggiungono persino gli 8 metri di lato. In parecchie delle officine di Londra si osservano dei purificatori a base rettangolare avente 12 metri di lunghezza per 7 di larghezza.

Allorquando la sostanza purificatrice viene disposta in un solo strato, si assegna a questo lo spessore di 1 metro ad 1. 20; si preferisce però, nella massima parte dei casi, fare impiego di 6 o più strati successivi di spessore variabile dagli 8 ai 40 centimetri a seconda del loro numero e della maggior o minor purezza che vuolsi ottenere nel gas.

Occorrendo calcolare la estensione da assegnarsi alla superficie di purificazione, si riterrà che ad ogni m. q. di essa corrispondano 250 m.^{3} della produzione giornaliera di gas.

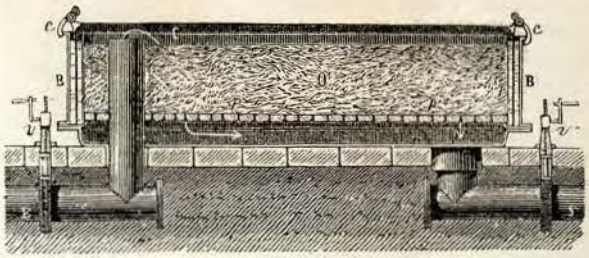


Fig. 1390.

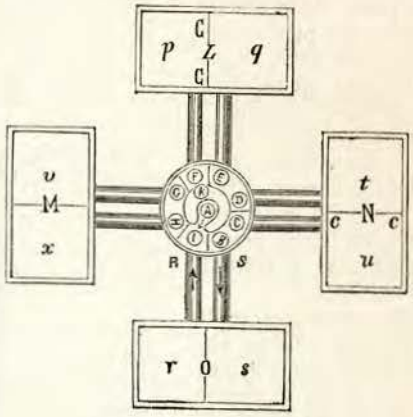


Fig. 1391.

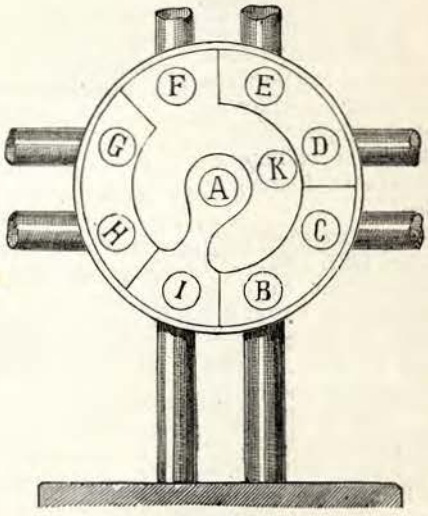


Fig. 1392.

Le casse dei purificatori possono essere disposte in modo che la loro azione sia simultanea, ovvero metodica: nel primo caso è utile poter fare attraversare al gas alcuni purificatori di riserva onde supplire quelli che per avventura fossero inattivabili; nel secondo caso le casse sono in numero di 4 e tre di esse continuamente in azione; il gas passa dall'una all'altra per giungere in fine al tubo di fuga. La circolazione per le tre casse attive è determinata da una valvola a campana, la di cui invenzione è pure dovuta all'ingegnosissimo Clegg.

Il fondo di un recipiente cilindrico riceve i rami ascendenti di dieci tubi (fig. 1391), vale a dire, degli otto che

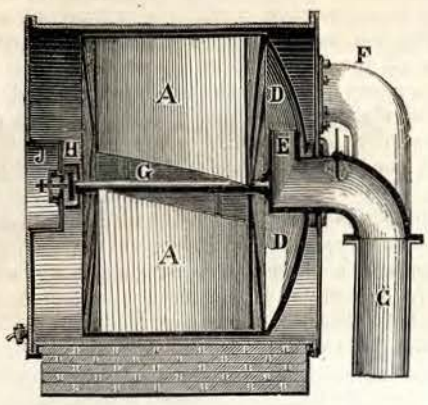


Fig. 1393.

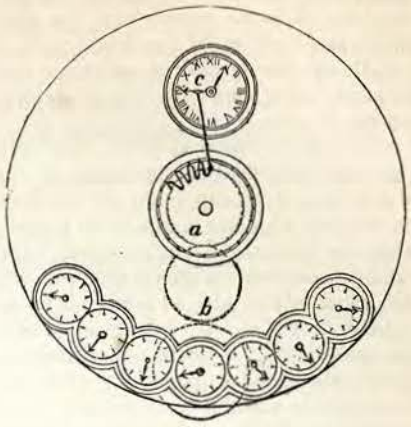


Fig. 1394.

vanno e vengono dalle casse di epurazione, di quello di arrivo del gas e di quello di fuga. Le bocche di questi tubi sono in un piano orizzontale di poco superiore a quello di livello dell'acqua che si mantiene nel vaso cilindrico. In quest'acqua s'immergono gli orli di una campana a cinque scompartimenti, in ciascuno dei quali vengono racchiuse le estremità di due tubi (fig. 1392). Se tale campana è collocata nella posizione segnata in figura, il gas che giunge per il tubo K è costretto ad avviarsi per il tubo F situato nello stesso scompartimento, e si reca così nella cassa L per uscirne poscia col tubo E. Essendo quest'ultimo in uno stesso scompartimento coll'altro tubo D, il gas fa passaggio alla cassa N, ne attraversa gli strati purificatori e ne esce per il tubo C. Di seguito il gas entra col tubo B nella cassa O e ne esce per quello I che è posto in comunicazione col tubo di fuga A. In tal guisa la quarta cassa M è posta fuori di circolazione; si capisce però che sollevando la campana e facendole subire $^1/_4$ di giro, ponesi in circolazione quest'ultima cassa e si isola invece quella O, se il quarto di giro viene dato da sinistra a destra, ovvero quella L se viene dato da destra a sinistra.

La campana, che di tal modo funziona come distributore, viene sollevata coll'aiuto di una piccola grue o di un verricello, indi collocata a sito per guisa che il gas arrivi dapprima in quella delle casse che è più prossima alla saturazione ed esca per quella di più recente preparazione. Così la cassa posta fuori della circolazione è sempre quella cui abbisogna la rinnovazione del reagente chimico.

L'acqua in cui si immerge il distributore deve essere rinnovata di frequente affinchè non possa cedere al gas quelle sostanze imbrattanti, delle quali ben presto è resa satura.

Misuratori della produzione di gas.

§ 41. All'uscita dai purificatori il gas viene condotto attraverso ad un apparecchio destinato a misurarne il volume e detto *contatore della fabbricazione*. Si comprende facilmente la importanza delle indicazioni fornite da un tale apparecchio: con esso si determina la quantità di gas che ricavasi dalla distillazione di un certo peso di litantrace, si giudica della durata della distillazione stessa, del suo rallentarsi od accelerarsi, ed infine si ha il mezzo di controllare il lavoro dei fuochisti.

Nei primi tempi i gasometri servirono ad indicare il volume di gas fabbricato, mediante una graduazione applicata sovra di essi; ma la difficoltà di costrurli con forma esattamente cilindrica e le variazioni di temperatura, sensibilissime in quelli esposti all'azione dei raggi solari, erano cause di errori che potevano ascendere sino al 20 per 100.

Il contatore di fabbricazione consta di una grande scatola cilindrica di ghisa, munita, sopra uno dei fondi, di quei fori per cui il gas deve entrare in essa ed uscirne dopo essere stato misurato. All'interno è collocato un tamburo di lamiera stagnata avente diametro alquanto minore di quello dell'involucro e diviso in 4 scompartimenti da altrettanti diaframmi egualmente inclinati sull'asse. Questo tamburo, girevole attorno al proprio asse, è costrutto in modo tutt'affatto analogo a quello dei contatori di consumo che più innanzi descriveremo, e come questo trovasi per metà immerso nell'acqua. La figura 1393 ne rappresenta uno spaccato sull'asse, e la figura 1394 la faccia anteriore munita dei meccanismi per la registrazione. Il tubo C di arrivo del gas penetra nella calotta sferica D senza portare incaglio alla rotazione del tamburo e presenta nell'interno di questa calotta il gomito E, con cui si eleva sino sopra il livello dell'acqua. Il gas penetra successivamente nei quattro scompartimenti sopraccennati, mette il tamburo in movimento di rotazione e ne esce per le fenditure anteriori onde espandersi nella capacità dell'involucro, superiormente al livello dell'acqua, ed avviarsi finalmente per il tubo di uscita F. L'asse del tamburo esce sulla faccia anteriore per una scatola di ghisa H fissata al fondo della nicchia J, ove è collocata la prima parte del meccanismo contatore. Questo, per mezzo di appositi quadranti indica, per unità, decine, centinaja, ecc., il numero dei metri cubici di gas che attraversano l'apparecchio.

D'ordinario sulla fronte e nel centro di essa è fissata una piastra circolare posta in comunicazione col rotismo contatore e moventesi perciò con una velocità angolare che è in determinato rapporto col volume di gas misurato nell'unità di tempo. Sopra di questa piastra viene collocato un disco di carta che porta segnate 24 divisioni eguali e le loro suddivisioni. Al disopra è collocato un orologio *c*, nel quale la sfera dei minuti sopporta un'asticciuola munita alla estremità inferiore di una punta di matita, mantenuta aderente al disco di carta per mezzo di una leggiera molla elastica. In questa asticciuola, verso la estremità inferiore, è praticata una scanalatura, entro la quale passa la testa di un bottone fisso. Per il movimento del disco *a* rimangono tracciate sopra di esso delle linee curve, le quali incontrano la circonferenza gradata,

in punti segnanti il numero dei metri cubi che attraversarono il tamburo durante ciascun'ora. La regolarità di queste curve sarà indizio di regolarità nella produzione, ed a quelle ore per le quali si osservano curve più larghe o più strette corrisponderà una maggiore o minore produzione di gas.

È facile comprendere come si possa determinare il volume di gas corrispondente al passaggio di una delle 24 divisioni del disco *a*. Si supponga che il rotismo stabilisca fra la velocità angolare di esso disco e quella della ruota che segna le migliaja di metri cubici, il rapporto di 1:4: quando il contatore segnerà 4000 m.^{3}, la ruota delle migliaja avrà fatto 4 giri ed il disco *a* un sol giro, per cui il volume di gas corrispondente al passaggio di una divisione sarà di $^{4000}/_{24} = 166{,}66$ m.^{3}. Il numero delle divisioni abbracciate da una di quelle curve tracciate dalla matita serve adunque a stabilire il volume di gas che ha attraversato l'apparecchio nell'ora in cui quella curva venne segnata.

Gasometri (franc. *gazomètre*; ingl. *gasometer, gas-holder;* ted. *Gasmesser*).

§ 42. Vengono così chiamati i grandi recipienti o serbatoi di lamiera di ferro che, sotto forma di campane cilindriche, servono a raccogliere ed immagazzinare il gas dopo che fu purificato e misurato come sopra si è detto.

Propriamente parlando, sono due le parti costituenti un gasometro, vale a dire: la *vasca* o *cisterna* (franc. *citerne;* ingl. *cistern;* ted. *cisterne*) dell'acqua e la *campana* (franc. *cloche;* ingl. *bell;* ted. *glocke*) che s'immerge nell'acqua e si solleva o discende a seconda che raccoglie o distribuisce del gas.

Un'officina può avere parecchi gasometri; alcune ne posseggono sino a 12, ed il loro volume complessivo equivale all'incirca i $^7/_{10}$ del volume di gas giornalmente prodotto. Il primo gasometro, costrutto dal Murdoch in Inghilterra, non aveva che la capacità di m.^{3} 8, 5; oggidì la *Compagnie Parisienne* ne possiede parecchi del volume di 25000 m. c., ed uno dei più grandi dell'Inghilterra, costrutto a Liverpool, è della capacità di 87500 m.^{3}.

Diremo dapprima qualche cosa della vasca, la di cui costruzione presenta delle difficoltà non indifferenti e richiede sempre cure diligenti da parte dell'ingegnere.

§ 43. Si è omai rinunziato alle vasche di legno, fatta eccezione del raro caso in cui una piccola officina non possa sottostare alle ingenti spese che occorrono per la costruzione di una vasca di muratura. Nella Gran Bretagna, ove la ghisa ed il ferro sono a buon mercato, trovasi talvolta vantaggioso costrurre questi grandi recipienti con ghisa o con lamiera di ferro, di spessore variabile a seconda dell'altezza dei recipienti medesimi. Nel caso in cui si impiega la ghisa, il recipiente ha forma di tinozza, le doghe sono munite di nervature e collegate fra loro per mezzo di chiavarde e robuste fasciature di ferro. Nella officina di Versailles ed in quella della Bastide a Bordeaux trovansi di tali vasche ravvolte esternamente, la prima da un terrapieno, la seconda da muratura, allo scopo di dare loro un appoggio e di preservare l'acqua contenutavi dall'azione del freddo, onde il gelo non abbia negli inverni rigidi ad essere causa di interruzione nel lavoro dell'officina.

La lamiera di ferro può convenientemente sostituirsi alla ghisa purchè coperta da uno strato di vernice e di catrame e rinforzata da tiranti, nervature e dall'appoggio esterno di un terrapieno o di un muro.

Nella massima parte dei casi la vasca è costrutta di buona muratura ed in modo che il fondo forma un sol masso colle pareti laterali. La impermeabilità è, ben si comprende, condizione indispensabile e per ottenerla non debbonsi risparmiare nè cure, nè spese, giacchè gli inconvenienti che potrebbero derivare da una imperfetta tenuta sono talmente gravi da giustificare qualunque sacrificio pecuniario che abbia per iscopo di prevenirli od evitarli.

A seconda della natura del terreno, il fondo della vasca viene costrutto in calcestruzzo ovvero in muratura ordinaria facendo impiego di calce idraulica. Avvenendo che nella escavazione del terreno si riscontri uno strato acquifero, si dovrà estrarre l'acqua con sufficiente numero di pompe. Impiegando il calcestruzzo, sarà necessario distenderlo per istrati e batterlo in modo che nessun vuoto abbia a rimanere nella sua massa.

Lo spessore da assegnarsi al fondo varia a seconda dei casi; si tiene però sempre maggiore nel centro e, se costrutto in laterizi, si ricopre di uno strato di buon cemento ovvero con un pavimento di mattonelle.

Tracciato sopra del fondo il perimetro interno della vasca, si fissano verticalmente e tutt'all'intorno delle tavole: gli è fra queste e la scarpa dello scavo che si costruisce la parete laterale, la quale, appoggiandosi sul fondo, forma, come già si è detto, un sol corpo con esso.

La parete laterale della vasca è soggetta alla spinta esterna delle terre ed a quella interna dell'acqua; quest'ultima però è la maggiore e la parete si trova rispetto ad essa in peggiori condizioni di resistenza. D'ordinario lo spessore alla base non sorpassa il terzo della altezza e va gradatamente scemando verso l'alto sino ai 60 od 80 cm.

La costruzione del muro circolare deve procedere di pari passo sopra tutto il contorno, onde non abbiano a verificarsi ineguali cedimenti del terreno. Nello stesso tempo devesi provvedere alla costruzione di quei contrafforti o pilastri destinati a sopportare le colonne di ghisa o di muratura che servono di guide alla campana del gasometro. L'intervallo che rimane fra il muro e la scarpa dello scavo praticato nel terreno riempiesi di terra umida che si batte come prima deve essersi battuto quella sottostante al fondo. All'interno la parete viene arricciata con buon cemento, disteso colla massima cura, onde venga assicurata la impermeabilità.

Alle volte, per motivo della cattiva natura del terreno, la cisterna è in parte soltanto sotto il suolo ed in qualche più raro caso ne emerge totalmente: in allora le sue pareti vengono esternamente rafforzate da un terrapieno.

Dovendosi costrurre sopra terreno cedevole, ovvero occorrendo assegnare alla vasca un diametro considerevole (come nel caso dei grandi gasometri) conviene costruirla di forma anulare, attesochè la massa d'acqua occorrente viene così ridotta a quella sola contenuta in uno stretto spazio anulare, e la pressione sul fondo rimane di molto scemata.

§ 44. Diciamo ora della campana, che è il vero recipiente del gas: rispetto alla varia forma di essa e delle parti accessorie, i gasometri si distinguono in: *semplici*, *a sospensione*, *telescopici* ed *a tubi articolati*.

La figura 1395 rappresenta, alla scala di 1:200, un gasometro semplice, della capacità di m.^{3} 3000, di proprietà della Società Italiana pel gas di Torino ed esistente nell'officina di Porta Palazzo: esso è a vasca anulare ed ha il diametro di m. 26. Il muro perimetrale A è superiormente terminato da un parapetto di ferro fuso e forma, coll'altro muro concentrico C, la vasca anulare B B. Il muro C è rilegato per mezzo di mu-

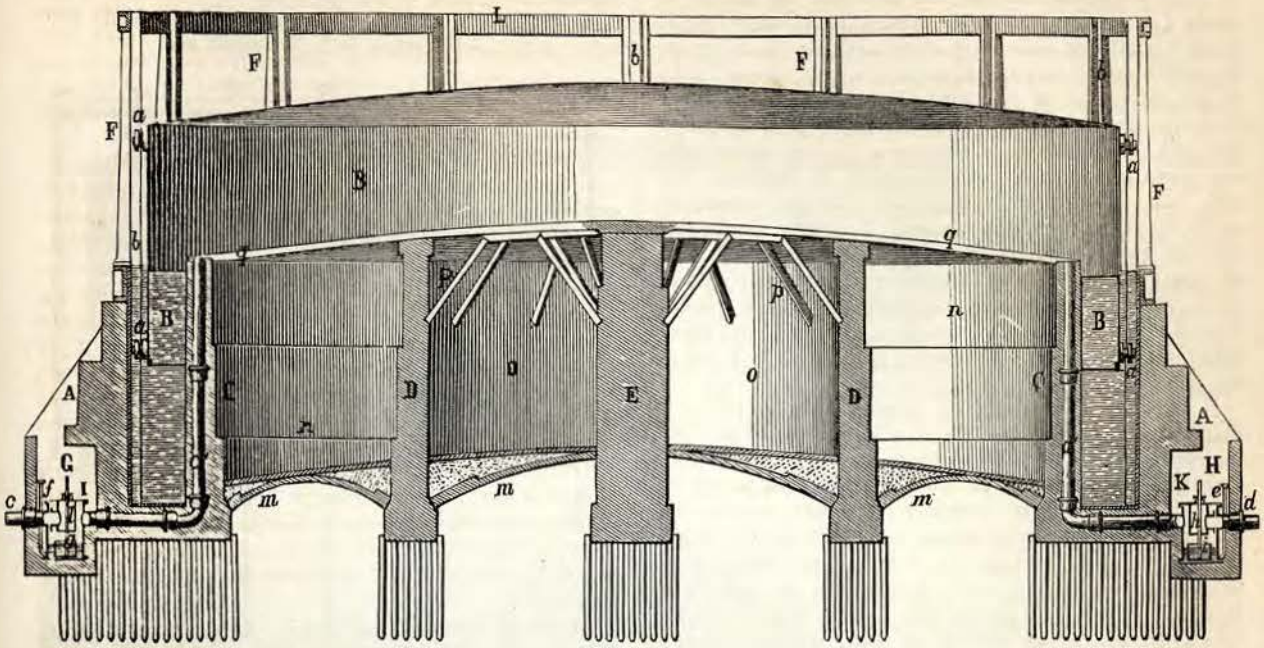


Fig. 1395.

ricciuoli radiali *n* all'altro D e questo alla sua volta, per i muricciuoli *o*, al pilastro centrale E. I muri ed il pilastro posano sopra fondazioni a pali, stante la natura melmosa del terreno, ed all'interno del muro C il fondo è consolidato dai voltini *m*. Allorquando la campana è vuota di gas, epperciò abbandonata al suo peso, riposa colla calotta sulla intelajatura di legname *q*, appoggiata ai muri C, D, al pilastro E e rinforzata dalle saette *p*. La figura rappresenta una sezione verticale fatta con piano passante per l'asse del gasometro e per quelli dei due pozzetti G ed H, ove trovansi installati i recipienti I e K destinati a raccogliere le condensazioni del tubo di arrivo *cc'* e del tubo d'uscita *dd'* del gas. Questi tubi, detti anche *sifoni*, a motivo del gomito di cui sono muniti, presentano la loro bocca alla parte superiore del muro C. I recipienti cilindrici I e K sono divisi internamente in due scompartimenti dai diaframmi cilindrici *l*, *h*; i rami *c*, *d* orizzontali di detti tubi mettono negli scompartimenti centrali ed i rami verticali *c'*, *d'* comunicano invece cogli scompartimenti periferici. Le due cassette *g* ed *i*, ripiene di acqua e catrame, possono venire sollevate, per mezzo del gambo di cui sono munite, sino a che gli orli inferiori dei diaframmi *l* ed *h* siano immersi in esse e chiudano così l'entrata e l'uscita del gas dal gasometro. Dei robusti ritti di ghisa F, saldamente fissati sul muro esterno, servono di guida alla campana ne' suoi movimenti di ascesa e discesa; essi sono superiormente collegati gli uni gli altri dalla corona in ghisa L.

Il diametro della vasca supera di un metro quello della campana, è cioè di m. 27; la profondità è di m. 6. La campana è alta m. 6.60 sull'asse ed ha lo spessore di mm. 2.5 nella parete laterale e di mm. 3 nella calotta; la saetta di questa è di m. 0.60.

I ritti F sono in numero di 16 e sulle loro nervature *a* scorrono da due parti delle coppie di rotelle applicate alla campana. — I tubi di arrivo e di uscita del gas hanno il diametro di m. 0.40; quello dei recipienti I e K è di un metro e la loro altezza m. 0.80.

§ 45. I gasometri a sospensione hanno le loro campane munite di catene le quali, passando entro le gole di puleggie poste alla sommità delle colonne di guida, pendono all'infuori di queste portando dei contrappesi; tali catene sono dette *di compensazione* perchè il loro peso per metro corrente è tale che la pressione esercitata dalla campana risulta costante per qualunque posizione di essa. Questa specie di gasometri può ritenersi omai abbandonata per le officine aventi una produzione anche mediocre; altrettanto può dirsi dei gasometri semplici, chè ad essi pure male convengono le grandi dimensioni. Si noti poi che le variazioni accidentali della pressione del gas sono meno sensibili nei gasometri di grande capacità, che il peso della campana è, nella massima parte dei casi, appena sufficiente a produrre la pressione necessaria, e si comprenderà perchè oggidì si costruiscano di preferenza dei gasometri di grande volume sopprimendo le catene di sospensione e i loro contrappesi.

§ 46. Nelle officine che hanno poco spazio disponibile o che trovansi in località ove il terreno ha un prezzo considerevole, convengono i gasometri telescopici. Uno di questi è rappresentato dalle figure 1396 e 1397; la prima ne è una sezione verticale fatta con piano passante per l'asse della campana, la seconda una projezione orizzontale della parte del gasometro posta dietro il piano di sezione. La campana è formata di due tubi concentrici C, D, dei quali il primo ha diametro alquanto minore del secondo. Il lembo inferiore del tubo C e quello superiore del tubo D sono così ripiegati che, emergendo totalmente dall'acqua della cisterna A il primo di essi, trovasi agganciato col secondo, e formasi una chiusura idraulica *d*. La ripiegatura del tubo superiore non è altro che una doccia ripiena d'acqua entro la quale si immerge il lembo del tubo inferiore che è rivoltato in senso contrario. Sulla parete laterale A della vasca si elevano 8 colonne vuote in lamiera di ferro E, collegate fra di loro alla sommità ed a metà circa dell'altezza dalle corone ottogonali F

ed F': è a queste colonne che trovansi assicurate le guide I delle due parti della campana. Al centro della vasca è eretto un castello di legname G, sul quale riposa la calotta della campana allorquando, per essere vuota di gas, trovasi nella posizione più bassa. Al castello G trovansi assicurati i tubi di arrivo *a* e di uscita *b* del gas. Allorquando la campana C è al basso della sua corsa è per intero situata entro la seconda, sicchè, ben si comprende, il volume d'acqua necessario entro la vasca è ridotto a metà di quello che occorrerebbe impiegando un gasometro di altra specie e di un egual volume totale. Nel centro della calotta avvi un'apertura *g* munita di coperchio autoclave, detta *buco d'uomo*, perchè dà passaggio all'interno dal gasometro quando occorre pulirlo o ripararlo. B è il pozzo dei sifoni.

Il gasometro ora descritto esiste in Parigi nella officina del gas di San Dionigi e le sue principali dimensioni sono le seguenti: diametro della parte superiore C della campana m. 19.14; sua altezza m. 7.650; diametro della parte inferiore m. 19.91, sua altezza m. 7.05; raggio di curvatura della calotta m. 60,00; spessore della lamiera da 4 a 5 mm.; peso complessivo della campana, comprese le chiodature, le armature interne e le rotelle di guida, chil. 75.000; diametro della vasca m. 20.70, sua altezza m. 8.05; sopraelevazione del fondo nel centro m. 1,30; capacità massima del gasometro m.^{3} 4000.

§ 47. I tubi costituenti la campana e capaci di sollevarsi l'un l'altro come sopra si è detto, possono essere in numero anche maggiore di due; allo stato di riposo essi sono allogati uno entro l'altro a guisa dei tubi di un cannocchiale, ed è per tale motivo che ai gasometri in tal modo costrutti venne dato il nome di *telescopici*. Il superiore dei tubi porta la calotta, munita, all'occorrenza, di armature in ferro, costituite da centine a traliccio, disposte secondo i raggi di uno stesso circolo. Alcuni costruttori, allo scopo di evitare l'impiego di queste armature, assegnano uno spessore alquanto maggiore alla lamiera della calotta e ciò perchè, in causa di mal calcolate tensioni dei pezzi del traliccio, quelle armature sono soggette a rompersi durante il sollevamento della campana, ed inoltre per lasciare alla calotta la possibilità di assumere quella curvatura che meglio corrisponde alla pressione cui è soggetta.

§ 48. Meritano speciale menzione il modo di foggiare le gole costituenti le chiusure idrauliche ed i mezzi impiegati per guidare le parti cilindriche nei loro movimenti. La figura 1398 indica la precisa struttura di due gole formanti chiusura e il mezzo più comunemente impiegato per mantenere due tubi di gazometro telescopico a distanza costante fra loro: *a a* è la gola del tubo superiore ossia la doccia contenente acqua; *b b* la gola rovesciata del tubo inferiore, rinforzata come la prima da listelli e da ferri d'angolo ed immersa nell'acqua col lembo interno. La rotella *c* serve di guida al tubo di minor diametro e l'altra *d*, fissata all'orlo della vasca, serve invece di guida al tubo maggiore. Alla parte inferiore di *a a* avvi poi altra rotellina, colla quale il primo dei tubi si appoggia alla parete interna del secondo, in guisa da assicurare la loro equidistanza su tutto il contorno.

I gasometri telescopici, se non sono muniti di contrappesi, cagionano cambiamenti repentini di pressione tutte le volte che si stabilisce o si interrompe l'agganciamento di due tubi, tutte le volte cioè che al peso della parte già sollevata viene ad aggiungersi od a togliersi il peso di altro tubo e dell'acqua contenuta in una gola. Siccome però tutte le officine a gas sono munite di regolatore della pressione, i cangiamenti accennati non hanno sensibile influenza sulla illuminazione.

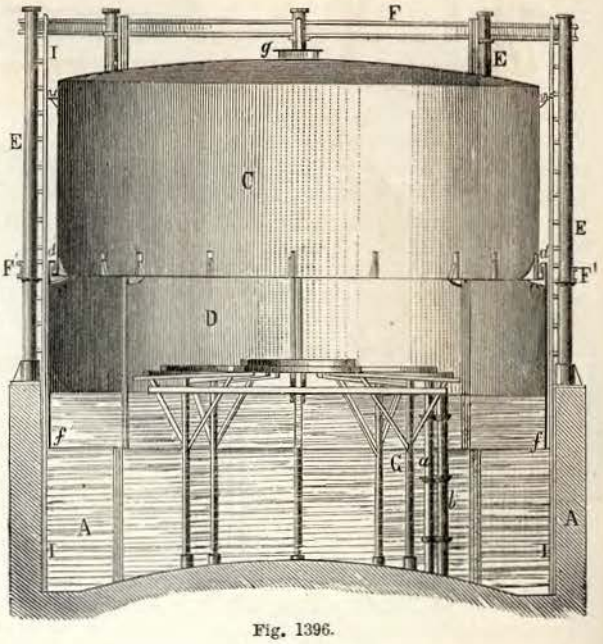


Fig. 1396.

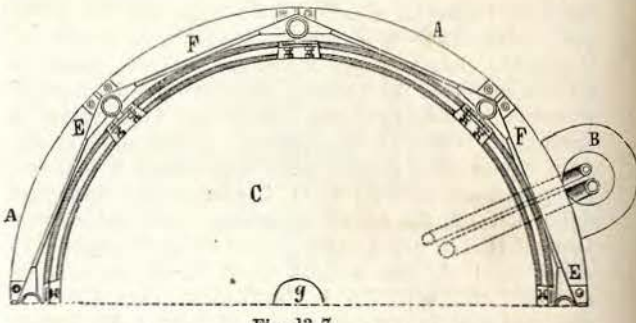


Fig. 13 7.

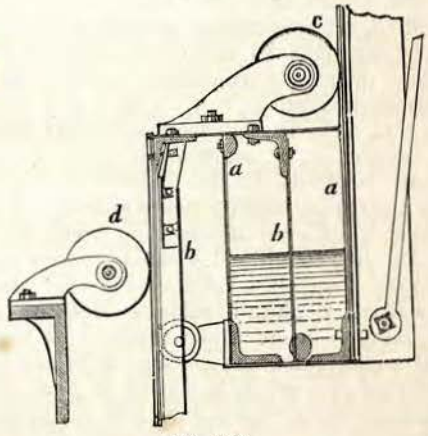


Fig. 1398.

§ 49. I *gasometri a tubi articolati*, dovuti al genio inventivo del signor Pauwels, sono i preferiti per gl'impianti di qualche importanza. Uno di tali gasometri, esistente nell'officina del gas di Bergamo, è rappresentato dalle figure 1399, 1400, 1401. La campana A è internamente rinforzata da nervature circolari *i*, *h*, *k* e da mensole *a*, ed è guidata ne' suoi movimenti di ascesa e di

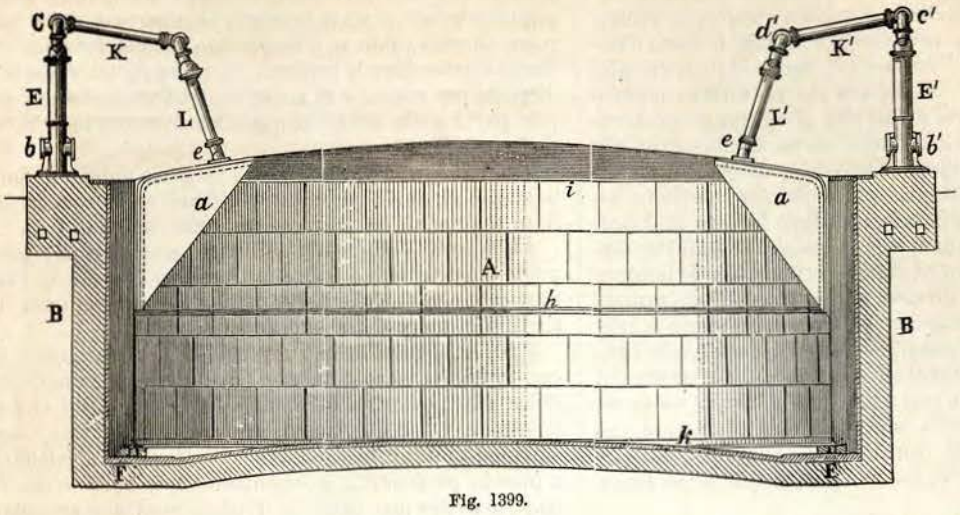


Fig. 1399.

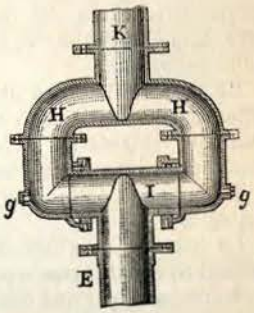


Fig. 1401.

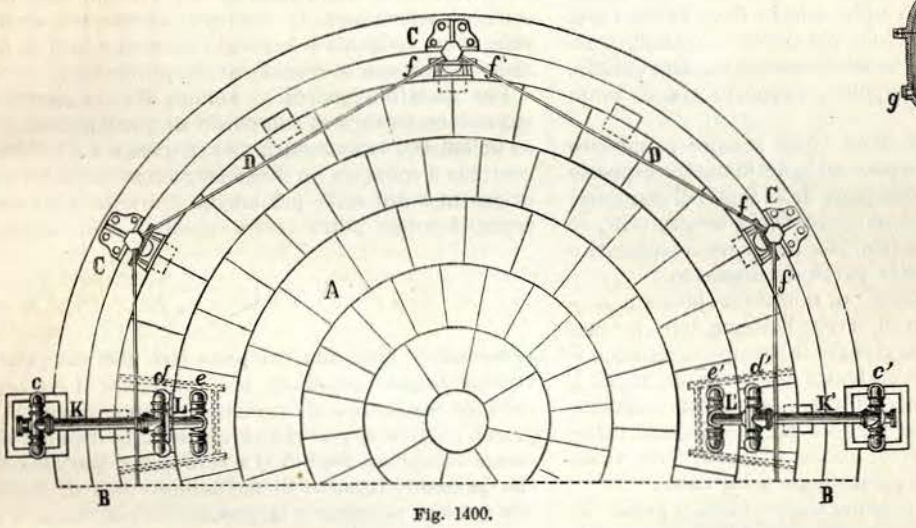


Fig. 1400.

discesa da sei regoli verticali, ai quali si appoggia con altrettante coppie di rotelle f, f'. I regoli sono solidali alla parete cilindrica della vasca ed a colonne di ghisa C che si elevano dalla sommità della vasca stessa e si collegano fra loro superiormente per i tiranti D; tali colonne sono rappresentate soltanto in projezione orizzontale.

Il gas giunge alla campana dalla parte superiore e per il tubo snodato E, K, L munito delle tre ginocchiere c, d, e; ne esce poi per analogo tubo L', K', E' pure munito di tre ginocchiere c' d' e'. Una di queste è disegnata in iscala maggiore nella figura 1401 ove E e K rappresentano i tubi da congiungersi a snodo. Al primo di tali tubi va unito il breve tronco I che ha la forma di un T ed all'altro K una doppia diramazione H H foggiata a forcella i di cui due rebbi sono resi solidali a due gomiti di risvolto, entro i quali si impegnano le estremità del tubo I; queste sono munite di bossoli a stoppa, allo scopo di impedire le fughe di gas. I tappi a vite g, g si tolgono allorquando vuolsi purgare l'articolazione di quelle condensazioni che il gas forma nell'interno di essa. La vasca di muratura B è costrutta sopra di un letto di calcestruzzo ed ha il fondo rigonfio nel centro. Le infiltrazioni sono impedite da un rivestimento di mattoni e buon cemento. Sul fondo e in vicinanza della parete avvi, disposta tutto all'ingiro, una banchina F che serve di appoggio alla campana quando è abbandonata totalmente al proprio peso, perchè vuota di gas.

Il peso dei bracci articolati dei tubi di entrata e di uscita del gas si trasmette in parte tanto maggiore alla campana quanto più questa è affondata nell'acqua della cisterna, ne compensa in tal modo la perdita di peso prodotta dall'immersione e contribuisce a mantenere pressochè costante la pressione del gas.

È facile comprendere che la costruzione di un gasometro a tubi articolati deve richiedere la perfetta esecuzione dei lavori e segnatamente una esatta struttura nei diversi pezzi costituenti le articolazioni, onde siano evitate resistenze che potrebbero cagionare variazioni sensibili nella pressione.

§ 50. Lo spessore delle lamiere che si impiegano nella costruzione dei gasometri, varia a seconda del posto che esse occupano nella campana: quelle della calotta che sono situate presso il centro sono più robuste di quelle poste verso la parte cilindrica; in questa sono pure di maggior spessore quelle del primo e dell'ultimo giro. In ogni caso però lo spessore delle lamiere non dovrebbe essere minore di mm. 2.5 e la loro altezza non mai superiore ad 1 m. La larghezza che puossi assegnare alle lamiere, dipende dal diametro del gasometro e, quando

questo è compreso fra i 15 ed i 20 metri, non deve sorpassare il metro, affinchè la campana risulti per quanto si può cilindrica. Una nervatura a forma di ferro d'angolo è collocata nell'unione del corpo cilindrico alla calotta; altra viene collocata a mezza altezza quando questa è considerevole e talvolta si aggiunge un ferro a T sull'orlo inferiore, affinchè serva di appoggio alla campana quando scende al fondo della cisterna.

Onde prevenire l'ossidazione, le lamiere debbono essere verniciate immediatamente dopo la loro fabbricazione; si riuniscono quando la vernice sia asciutta, mediante chiodatura a caldo, coll'avvertenza che le lamiere superiori abbiano a coprire quelle inferiori e curando che le giunzioni riescano ermetiche per quanto è possibile. A tale scopo si pongono talvolta, fra i lembi delle lamiere, delle liste sottili di caoutchouc. Le giunzioni vengono poi ritoccate con mastice di minio e, più tardi, si distende sopra l'intera superficie della campana uno strato di catrame che concorre ad assicurare la chiusura di quelle fughe che potrebbero tuttora aver luogo nelle giunzioni.

La nervatura posta alla parte superiore del corpo cilindrico per collegarlo colla calotta deve avere i suoi due lati disposti ad angolo più o meno ottuso, a seconda del rapporto fra la saetta assegnata alla calotta, e il diametro della campana, rapporto che di solito eguaglia $^1/_{50}$.

Le colonne di ghisa sono quasi sempre in numero dispari ed eguale press'a poco ad $^1/_8$ del diametro espresso in metri: così, per una campana di 27 metri di diametro, si pongono 9 colonne. Alcuni ingegneri ritengono troppo grande il numero di colonne che in tal modo ottiensi e prendono invece la quarta parte del diametro.

Le colonne possono essere di muratura (pietra o laterizi) ovvero di ghisa o di ferro; l'altezza loro è maggiore di quella che raggiunge la campana quando è ripiena di gas. Se sono costrutte in pietra da taglio è necessario porre nel loro interno e per la totale altezza una sbarra di ferro che serve a più saldamente collegare i varii strati di pietre; questa sbarra di ferro viene fissata in basso al muro perimetrale della vasca.

Le colonne di ghisa possono essere vuote o piene; in entrambi i casi sono munite a diverse altezze di grappe che servono ad assicurare le guide rettilinee della campana. Queste non sono altro che sbarre di ferro saldamente collegate alla parete della vasca e fissate a diverse altezze, mediante piombature o chiavarde, ai piedritti o colonne; la loro sezione trasversale è circolare ovvero poligonale; soventi però sono vecchie rotaje di ferrovia.

Sopra le guide rotolano colle loro gole delle puleggie i cui perni sono rigidamente collegati alla campana per mezzo di piastre di ghisa o di ferro, variabili di forma a seconda che debbono essere situate alla parte superiore del corpo cilindrico (nel qual caso debbono afferrare anche in parte l'orlo della calotta) ovvero in altra parte qualsiasi di esso. Per meglio guarantire la conservazione della lamiera, è bene porre all'interno delle contro-piastre sulle quali vadano ad appoggiarsi le capocchie interne dei chiodi di collegamento. Le puleggie scorrono d'ordinario in piani perpendicolari alla superficie della campana quando questa si solleva o si abbassa: questo mezzo di assicurare al recipiente metallico un movimento progressivo parallelo al suo proprio asse è conosciuto in pratica col nome di *guida normale*. Vengono oggidì frequentemente impiegate, e con vantaggio, anche le *guide tangenziali*, immaginate, come altra volta dicemmo, dall'ingegnere Servier; esse hanno tal nome perchè le puleggie vengono disposte parallelamente a piani tangenti la superficie della campana. Queste guide non esercitano alcuna trazione che tenda a deformare la lamiera. Le puleggie o rotelle sono disposte per coppie e in modo da trovarsi collocate una per parte della guida la quale ha d'ordinario la forma di ferro a T.

Nella massima parte dei casi vengono applicate ambe le specie di guide ed in allora rimane assicurata la perfetta regolarità nel movimento della campana.

All'interno della vasca debbono essere situate tante guide, quante se ne trovano all'esterno, poste in linea verticale con quelle esterne, o meglio sulle metà degl'intervalli comprese fra le diverse colonne.

§ 51. L'altezza della campana di un gasometro, pei casi ordinarii, poco differisce dal raggio; però nello stabilire tale altezza è necessario aver riguardo alle dimensioni che si dovranno assegnare alla vasca: così, trattandosi di un terreno ove trovasi acqua abbondante a piccola profondità, si incontrerebbero forti spese volendo scavare una vasca profonda e conviene assegnare piccola altezza alla campana, ovvero adottare un gasometro telescopico. Il contrario accadrebbe se il terreno fosse cedevole e lo strato resistente per la fondazione si trovasse a considerevole profondità.

Per quanto riguarda il volume da assegnarsi a un gasometro, ovvero al complesso di quelli che occorrono ad un'officina, si avvertirà che se questa è a produzione continua e consuma un massimo numero di metri cubi G di gas in t ore nelle più lunghe giornate d'inverno, la capacità totale potrà venire calcolata colla formola:

$$V = G\left(1 - \frac{t}{24}\right);$$

si assegnerà cioè alla campana (od alle campane) un volume totale sufficiente per contenere il gas che si produce nelle ore di minima consumazione. Per le grandi officine si può ritenere che detto volume debba essere compreso fra 0.5 G e 0.75 G. Le piccole officine che possono disporre di un numero tale di storte da non rendere necessaria la produzione continua, il gasometro dovrà poter contenere l'occorrente volume di gas, cioè bastare da solo all'intero consumo.

§ 52. Il peso delle catene dei gasometri sospesi deve essere opportunamente calcolato, onde la pressione del gas possa mantenersi la stessa per qualunque posizione della campana. Indicando con P il peso di questa, con D ed A il suo diametro e la sua altezza; con s lo spessore delle lamiere costituenti il corpo cilindrico e con n il numero delle catene di sospensione, si può esprimere il peso p del metro corrente di tali catene colla seguente formola:

$$(1) \ldots p = \frac{1000\,\pi\,D}{8n}\left(\frac{4s}{D} + \frac{1.3\,\delta}{1000}\right),$$

nella quale π indica rapporto fra la circonferenza e il diametro D e δ la densità tubulare del gas illuminante (cioè per rapporto all'aria: in media, può ritenersi eguale a 0.4. Costrutte le catene in modo che il peso della loro unità di lunghezza (metro) sia quello ricavato colla formola (1), la pressione M del gas, sotto la campana, espressa in colonna d'acqua ed in metri, si otterrà colla seguente seconda formola:

$$(2) \ldots M = \frac{4}{D}\left(\frac{P}{1000\,\pi\,D} - sA\right).$$

Tale formola può parimenti servire a calcolare la pressione del gas in un gasometro semplice, cioè senza catene di sospensione, quando sia di considerevole diametro; in caso contrario la perdita di peso che la campana subisce immergendosi nell'acqua ha una influenza sul valore della pressione, la quale più esattamente potrà calcolarsi colla formola:

$$M = \frac{4}{D}\left(\frac{P}{1000\,\pi\,D} - s\,A\right) + a\left(\frac{4\,s}{D} + \frac{1.3\,\delta}{1000}\right),$$

ove a indica l'altezza per cui la campana emerge dall'acqua.

La pressione manometrica nel gasometro è di solito variabile fra gli 80 ed i 150 mm. d'acqua. Conoscendo le dimensioni della campana e volendo calcolare la pressione colle formole indicate, si dovrà determinare con esattezza il peso del m². di lamiera, peso che è ordinariamente variabile dai 15 ai 20 chilogr. Per calcoli di prima approssimazione si potrà usare la formola:

$$785.4\,D^2.M = P;$$

essa fornisce valori non affatto esatti, ma servibili per le calcolazioni inerenti ad un progetto di massima.

§ 53. Termineremo questi ragguagli sopra i gasometri riferendo, in breve, quanto i signori Mounier e Thibaudet esposero alla *Société technique de l'Industrie du gaz*, circa la costruzione di un gasometro telescopico per la officina di Marsiglia, lavoro per il quale essi ottennero il premio dalla medesima Società.

Considerazioni economiche, aventi riguardo tanto alla costruzione della vasca quanto a quella della campana, indussero quei signori ingegneri ad adottare il tipo di gasometro telescopico, che l'esperienza dimostra essere per nulla inferiore agli altri tipi sia per la sicurezza, sia per la regolarità del servizio.

Esaminati attentamente i tre modi di costruzione della vasca, cioè in mattoni e cemento, in calcestruzzo ed in metallo, conclusero per il secondo, siccome quello che meglio conveniva alle circostanze locali.

Alla campana assegnarono il diametro di m. 39.20 nel maggior cilindro e di m. 38.40 nell'altro; le altezze rispettive di questi cilindri vennero fissate in m. 8 e 7.95. La calotta venne foggiata a superficie sferica del raggio di metri 91.91 e sostenuta con 18 centine a traliccio formanti una incastellatura completamente indipendente dalla calotta, onde lasciare a questa la facoltà di assumere, per la pressione del gas, quella curvatura che meglio le conviene, e che non è possibile di assegnare *a priori* per quanto accurata sia la costruzione.

La capacità totale del gasometro è di m³. 18332. I tubi di entrata e di uscita sono del sistema articolato: è questa, pare, la prima volta che tale sistema viene applicato ad un gasometro telescopico. Diciotto colonne, rilegate fra loro alla sommità da apposita corona e incastrate alla base entro zoccoli di ghisa solidamente infissi alla parete della vasca, portano le guide della campana, parte tangenziali e parte normali. Le guide tangenziali sono costituite da 54 paja di pulegge aventi il diametro di m. 0.50, poste in tre piani differenti, e cioè: alla parte superiore del cilindro interno, alla parte superiore dell'altro cilindro di maggior diametro ed alla base di questo. Le guide normali sono costituite invece da 18 puleggie, pure del diametro di m. 0.50. Ciascuna delle colonne è costituita di 13 anelli incastrantisi gli uni negli altri e dei quali, il maggiore, ha il diametro di 1 metro. Le lamiere costituenti la calotta hanno lo spessore di 4 mm., quelle della parte cilindrica di minor diametro hanno talune lo spessore di 10 mm., altre di 5 ed altre di 3; finalmente quelle del cilindro maggiore hanno lo spessore costante di 5 mm. Questi due cilindri sono rinforzati da doppie nervature aventi sezioni a doppio T, disposte secondo le generatrici; la chiusura idraulica è praticata entro un ferro ad U, incurvato ed inchiodato contro la parete della campana da una parte e dall'altra contro un orlo di lamiera dello spessore di 8 mm., rinforzato allo spigolo superiore da un ferro mezzo tondo.

La vasca venne costrutta nel 1877 e nell'anno successivo furono messe a sito le colonne e la campana, sicchè nell'agosto 1878 il gasometro era completamente terminato; esso funziona dal mese di novembre dello stesso anno e mantiene una pressione di 186 millim. d'acqua quando funziona il solo primo cilindro, di 234 millim. quando sul gas si esercita l'azione di entrambi i cilindri.

Il peso totale della parte metallica è di chilog. 296.824 e le spese furono le seguenti:

Per la vasca	L.	195,618.60
» le colonne ed annessi . .	»	92,715.02
» la campana	»	187,213.53
Totale . .	»	475,547.15

vale a dire L. 24.66 per ogni m³. di capacità totale della campana e L. 25.95 per ogni m³. di capacità utilizzabile.

§ 54. I tubi di arrivo e di uscita del gas dalle campane dei gasometri, essendo in gran parte immersi nell'acqua, ovvero esposti all'azione refrigerante dell'aria, come nei gasometri a tubi articolati, vanno soggetti ad ostruzioni in causa dei depositi di naftalina e di altre sostanze che il gas abbandona. Nel descrivere il gasometro semplice (§ 44, fig. 1395), si fece cenno dei recipienti l e K, destinati a raccogliere quelle condensazioni e congegnati in modo da potere, all'occorrenza, interrompere la comunicazione dei tubi col gasometro. Di tali recipienti vanno muniti tutti i gasometri; la loro forma varia d'alquanto a seconda dei casi; talvolta sono semplici sifoni, tal altra semplici casse in ghisa; quelli che noi abbiamo descritti sono dei migliori e dei più frequentemente impiegati.

PARTE SECONDA

Distribuzione del gas illuminante.

§ 55. Dobbiamo ora esaminare tutti quegli apparecchi situati fra il gasometro e il becco a fiamma, che servono a regolare la pressione, a distribuire il gas, a misurare il consumo degli utenti, a sorvegliare e mantenere il regolare andamento di tutto quell'insieme che dicesi *distribuzione del gas*.

Avvertiremo anzitutto che la misura del volume di gas prodotto è bene sia fatta per due volte nell'officina: la prima volta si ha la così detta *misura di produzione*, effettuata mediante il contatore a indicazioni grafiche (§ 41), per mezzo del quale il direttore dell'officina può conoscere, istante per istante, l'andamento della fabbricazione e la quantità del gas che entra nel gasometro; la seconda misura, detta *misura del consumo*, si fa a valle dei gasometri e mediante un contatore di grandi dimensioni tutt'affatto analogo a quello che trovasi presso ciascun utente.

Per comodità di servizio è bene riunire in uno stesso ambiente tutti quei meccanismi che provvedono alla comunicazione fra i *tubi di fabbricazione* ed i tubi di entrata nei diversi gasometri, come pure quelli collocati allo stesso fine sui tubi che debbono condurre il gas dai gasometri ai tubi di uscita dall'officina. Molte volte il tubo di fabbricazione mette capo ad una cassa di ghisa, dalla quale si dipartono quelli che conducono il gas ai

gasometri: ciascuno di tali tubi è munito di valvola, onde potere intercettare la comunicazione di uno qualunque di essi coi grandi serbatoi. Altra cassa di ghisa riceve i tubi di fuga dei gasometri e da essa, coll'interposizione di valvole, si diramano quelli che comunicano colle diverse parti della condotta.

Dopo queste valvole di uscita sono generalmente collocati i *regolatori di emissione*, apparecchi destinati a mantenere, per quanto è possibile, una pressione uniforme entro la condotta, in guisa che le fiamme non vadano soggette a trepidazioni sgradevoli, soprattutto allo aprirsi ed al chiudersi di molti rubinetti di consumo, ovvero al variare improvviso che fa talvolta la pressione entro il gasometro. L'ufficio di tali apparecchi è della massima importanza, giacchè una regolare pressione entro la condotta ovvia non solo agli inconvenienti ora citati, ma trattiene altresì, al disotto di un giusto limite, la perdita di gas che ha luogo per quelle fessure che immancabilmente presenta la condotta. I pratici ben sanno che è impossibile stabilire un'intubazione immune da perdite, specialmente se alquanto estesa, e che tali perdite sono tanto maggiori quanto più grande è la pressione del gas.

Detta q la quantità di gas che si perde mantenendo una pressione p, e Q la perdita che corrisponde ad altra pressione P, si può ritenere che: $Q = q\sqrt{\frac{P}{p}}$, vale a dire che le perdite siano proporzionali alle radici quadrate delle pressioni, di guisa che, se per una fuga si perdono 100 litri di gas all'ora sotto una pressione di 10 millim., se ne perderanno 200 sotto una pressione quadrupla, cioè di 40 mill.

Ciò che dicesi di una fuga è pure applicabile a ciascun becco di fiamma, per cui se nella condotta fossero sentiti gli aumenti di pressione che soventi hanno luogo nel gasometro, aumenterebbe il consumo di gas senza alcun vantaggio, anzi con danno dell'illuminazione. Senza l'azione dei regolatori potrebbe avvenire lo spegnimento improvviso di buon numero di fiamme, causato da repentino movimento retrogrado del gas nell'intubazione; le fiamme andrebbero soggette a continui allungamenti ed accorciamenti producendo quel traballlo di luce, tanto molesto all'occhio e che dà origine a produzione di fumo rendendo imperfetta la combustione del gas.

§ 56. *Regolatore di Clegg.* — Sin dal 1817 il Clegg applicava in Inghilterra un regolatore basato sopra un principio che servì di norma nella costruzione di tutti i regolatori che vennero di poi, quello cioè di aumentare o diminuire la luce che permette l'ingresso del gas nella intubazione, al diminuire od aumentare della pressione.

Il gas, all'uscita dal gasometro, entra per un tubo D (fig. 1402) in una tinozza A di ghisa, ripiena d'acqua sin quasi all'altezza della bocca superiore del tubo. Questo, insieme all'altro E, per cui il gas deve recarsi nella condotta, è ricoperto di una campana, o piccolo gasometro B, che stabilisce comunicazione fra i due tubi immergendo il proprio orlo inferiore nell'acqua della tinozza. La bocca superiore del tubo D è munita di una piastra portante un foro circolare che ha l'orlo tornito a superficie conica.

Dalla campana pende, entro il tubo D, un otturatore conico C, il di cui asse coincide coll'asse del tubo. Si comprende di leggieri che sotto la campana B vi si dovrà mantenere una pressione, se non uguale, assai prossima a quella della condotta, per cui avvenendo che in questa scemi, la campana si immergerà maggiormente nella tinozza e l'otturatore conico aprirà un maggior passaggio al gas che giunge dal gasometro: la pressione verrà così riportata al giusto valore nell'intubazione. Il contrario accade se la pressione in questa aumenta oltre il limite voluto.

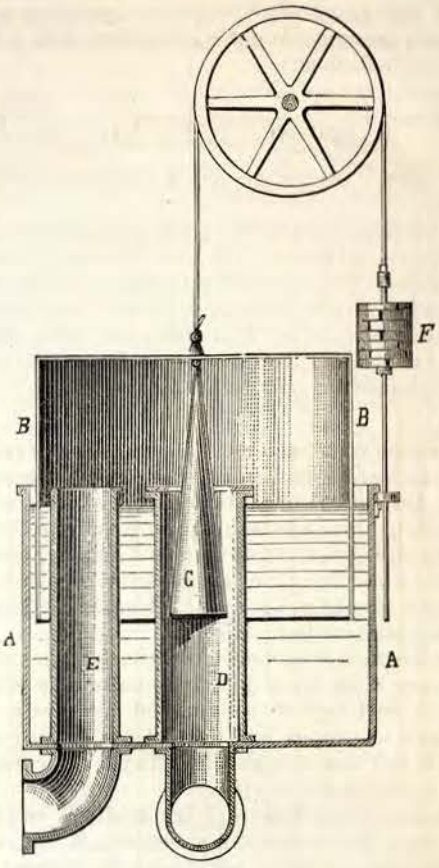


Fig. 1402.

Il contrappeso F serve ad equilibrare la campana; aumentando o diminuendo tale contrappeso, si diminuisce od aumenta evidentemente la pressione che vuolsi mantenere di regime nella condotta.

Perchè un tale regolatore funzioni a dovere è necessario che il movimento dell'otturatore, e quindi quello della campana, sia esattamente verticale: si usa perciò apporre a questa alcune rotelline di guida, ovvero una o due aste cilindriche scorrevoli in apposite guide; si introducono però in tal modo delle resistenze di attrito che scemano la sensibilità dell'apparecchio. A mantenere poi questa sensibilità entro giusti limiti, occorre che il cono abbia una grande lunghezza e la campana una capacità considerevole, condizioni queste che assai difficilmente si possono soddisfare per ragioni di spesa e di spazio. Avvi di più: quando la pressione che vuolsi mantenere nella condotta è debole ed il cono non ha grande lunghezza, un piccolo sollevamento di questo basta a produrre la totale chiusura della luce anulare per cui il gas effluisce dal tubo D. A produrre questo piccolo sollevamento basta la pressione che la corrente gasosa esercita sulla base del cono: tale chiusura dura per breve istante, ma ripetendosi a corti intervalli comunica alle fiamme quel tremollo che impedisce la regolare combustione del gas.

Egli è per ovviare a tali inconvenienti che i signori Brund e C.° costrussero un regolatore in cui il gas ha accesso alla campana per due aperture opposte situate

l'una sopra l'altra, i di cui otturatori pendono, l'uno sotto l'altro, dal cielo della campana ed hanno eguali dimensioni: per tal modo l'azione prodotta sulla base del cono superiore dall'urto delle molecole gasose risulta equilibrata dall'azione che la corrente dell'altra apertura esercita sulla superficie laterale del cono inferiore.

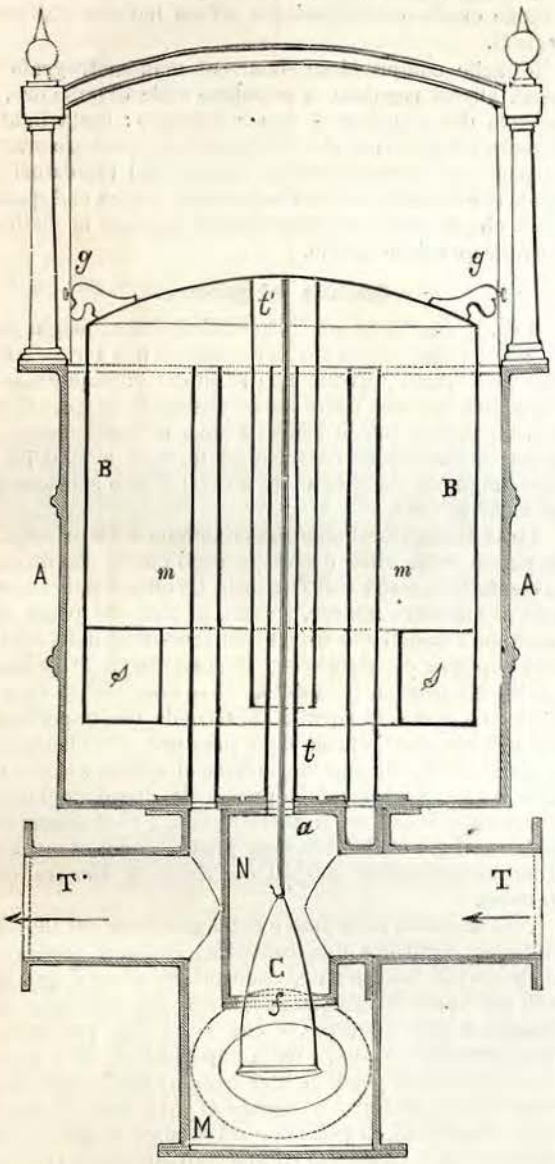


Fig. 1403.

§ 57. *Regolatore Siry e Lizars.* — I signori Siry-Lizars di Parigi apportarono pure al regolatore Clegg delle modificazioni atte ad eliminare l'inconveniente generato dall'urto della vena fluida sull'otturatore: la figura 1403 rappresenta un regolatore d'officina del loro sistema; T, tubo d'arrivo del gas all'apparecchio; T', tubo di uscita. Per il primo di questi tubi il gas giunge in una scatola N sulla cui parete inferiore è scolpita la luce di efflusso *f*, munita di otturatore C e per la quale il gas passa nella cassa maggiore M, cui fa seguito il tubo T'. La pressione che la corrente gasosa esercita sull'otturatore, si trasmette per mezzo dell'asta *a* alla campana B, che soffre in tal modo una trazione dall'alto al basso; però la pressione che il gas ha nella scatola N, cioè quella con cui giunge dal gasometro, si trasmette per il tubo *t* sulla porzione di calotta che chiude superiormente il tubo *t'*, capovolto esso pure, al pari della campana, nell'acqua della tinozza A. Il diametro di questo tubo è tale che l'eccesso di spinta per esso sofferto dalla campana, possa equilibrare quella trazione dall'alto al basso.

Giunto in M il gas, colla pressione ridotta dal suo passaggio per la luce *f*, può penetrare nella condotta per il tubo T'; in parte però si reca pei tubi *m* ad occupare la capacità della campana che può sollevare dall'acqua. Lo spazio anulare chiuso *s s* è ripieno d'aria ed equilibra il peso proprio della campana; *g g* sono le guide che obbligano questa ad un movimento esattamente verticale.

§ 58. Tutti questi regolatori non vanno però esenti dalle irregolarità di cui sono causa gli attriti e le variazioni di peso delle parti galleggianti per la varia loro immersione; l'esperienza dimostra inoltre che l'azione regolatrice non si trasmette con sufficiente rapidità alle parti più lontane della condotta, nelle quali le variazioni di pressione sono ancor più sensibili se il diametro dei tubi è appena sufficiente al passaggio della indispensabile quantità di gas.

Il signor Giroud di Parigi, valente costruttore di apparecchi pel gas, ovviò per massima parte a tali inconvenienti nella costruzione del suo *regolatore di emissione con tubo di ritorno.* Un apposito tubo riconduce il gas da una parte sufficientemente lontana della tubatura e lo porta al disotto della campana del regolatore, resa in tal modo sensibile alle variazioni di pressione che hanno luogo a qualche lontananza dall'officina. Gli attriti sulle parti mobili sono insensibili, e mediante la ingegnosa applicazione di contrappesi a sifone, il signor Giroud seppe pure eliminare le variazioni di peso prodotte dal diverso grado di immersione della campana.

Per tali requisiti la sensibilità dell'apparecchio è estrema, e se, dopo averlo messo in azione, si constatano irregolarità nell'illuminazione, si può essere certi che vi hanno ostruzioni nei tubi, o che questi sono insufficienti.

Altri regolatori di pressione vengono costrutti con forme e modo d'agire diversi; siccome però essi prestano miglior ufficio quando hanno piccole dimensioni, vengono di preferenza impiegati quali regolatori di pressione sul luogo del consumo, e di essi perciò diremo più innanzi.

§ 59. *Indicatore grafico della pressione.* — È questo un apparecchio utilissimo al direttore di officina, che vuole conoscere se, durante le ventiquattro ore di lavoro giornaliero, la pressione del gas all'uscita dai regolatori ha variato ed in quale misura: esso apparecchio è a tal fine disposto in guisa da registrare in modo continuo il valore della pressione. Venne immaginato dal signor Croley nel 1824; in seguito subì parecchie modificazioni: noi lo descriveremo quale viene costrutto dai signori Siry-Lizars. Le fig. 1404, 1405 rappresentano, in elevazione principale, in sezione verticale, passante per gli assi della campana e del cilindro a indicazioni, l'apparecchio costrutto dalli detti signori Siry-Lizars, e che vien anche chiamato *manometrografo.*

Lo zoccolo B, formato di un anello metallico e di un disco di legno, sostiene una cassa cilindrica A di ferro bianco verniciato, disposta coll'asse verticale e contenente acqua fino ad un livello determinato da apposito foro che si mantiene chiuso per mezzo di un tappo a vite. L'acqua si versa nella cassa per un piccolo imbuto *b* che si mantiene d'ordinario esso pure chiuso con tappo a vite. Nell'acqua è capovolta una campana C cui è annesso il galleggiante vuoto D, destinato a spostare un volume d'acqua che, insieme a quello spostato dalla pa-

rete laterale della campana, possa equilibrare il peso di questa, per guisa che il gas giungendo in essa col tubo *a*, possa sollevarla proporzionalmente alla sua pressione.

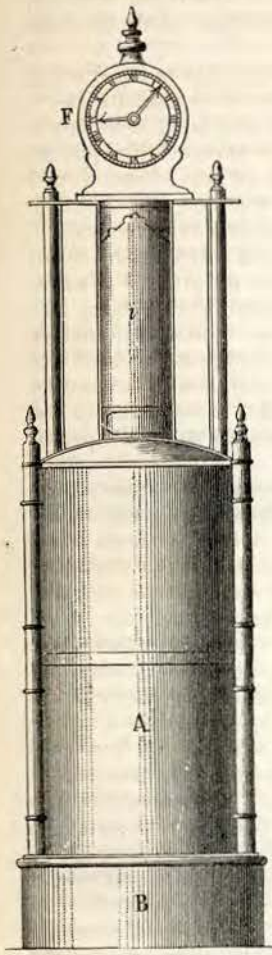


Fig. 1404.

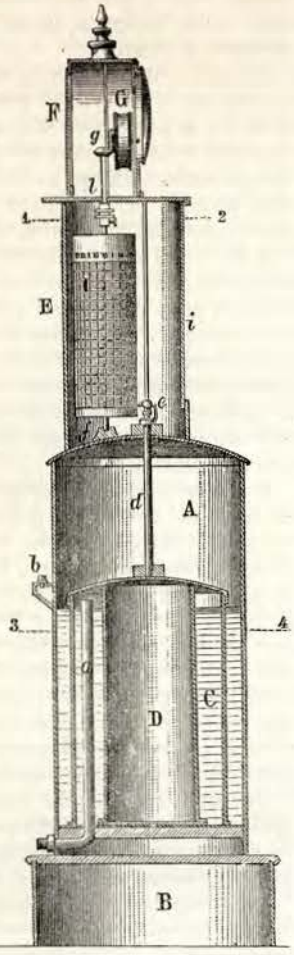


Fig. 1405.

La campana è guidata nel movimento verticale, per mezzo di rotelline che si appoggiano alla parete interna della cassa A e, col gambo *d*, imprime uguali movimenti di ascesa o di discesa verticale ad un portamatita *e*. Lo scompartimento superiore F contiene un meccanismo d'orologeria G, il quale pone in movimento le sfere di un quadrante rivolto all'esterno e, mediante una coppia di ruote coniche *g*, il tamburo-orario I posto nell'interno della cassa E, ed il cui asse *l* è trattenuto inferiormente dalla piccola ralla *f*. Attorno di questo tamburo è avvolto un foglio di carta, sopra del quale la matita deve scrivere automaticamente le diverse pressioni che il gas va assumendo nelle ventiquattro successive ore che esso tamburo impiega a compiere una rotazione attorno al proprio asse. Il foglio di carta è diviso verticalmente in 24 parti eguali corrispondenti alle 24 ore ed orizzontalmente in 20 o 25 striscie uguali, corrispondenti ciascuna alla quantità di cui si eleva la campana per ogni centimetro d'aumento nella pressione. È manifesto che il sollevamento della campana sarà di un centimetro per ogni aumento di un centimetro d'acqua nella pressione, se essa campana ed il suo galleggiante perdono tutto il loro peso nell'acqua. La linea tracciata sul foglio dalla matita è orizzontale finchè la pressione rimane costante, si solleva invece o si abbassa allorquando questa aumenta o diminuisce, per cui la sola ispezione del foglio indica a quale ora del giorno o della notte la pressione ha sorpassato quella regolamentare o ne è discesa al disotto.

Il foglio viene cangiato ogni 24 ore, e nel porlo a sito è necessario aver cura di mettere la matita sulla divisione oraria corrispondente all'ora indicata dall'orologio G.

È facile comprendere come col manometrografo si possa altresì regolare la pressione nelle diverse ore, a seconda del maggiore o minor consumo: basta infatti segnare sul foglio che deve collocarsi sul tamburo-orario le pressioni volute e curare l'azione dei regolatori in modo che la matita segua l'andamento voluto, cioè quella linea che si sarà precedentemente segnata in distinto colore sopra detto foglio.

Condotte del gaz-luce.

§ 60. Il gaz viene condotto dall'officina ai luoghi ove se ne effettua il consumo, per mezzo di una serie di tubi che presentano talvolta uno sviluppo considerevole e rappresentano una parte notevolissima delle spese d'impianto. Questi tubi o condotti sono ordinariamente di ghisa; il loro diametro varia da m. 0.05 a m. 0.70, la loro lunghezza dai due ai tre metri; il loro spessore da m. 0.008 a 0.018.

I tubi di maggior diametro percorrono le vie principali, le piazze della città e costituiscono quelle che diconsi le *condotte maestre* o di *1° ordine*. Da queste si diramano tubi di diametro minore, i quali, al pari dei primi, alimentano i becchi che trovansi in prossimità della via da essi percorsa e costituiscono le condotte di *2° ordine;* queste alimentano quelle di *terzo ordine* che da esse si diramano, e così di seguito. A seconda dell'importanza del servizio che l'officina deve prestare, varia il numero e la estensione di queste condotte di ordine successivo. Quelle aventi origine dalla principale, prendono il nome di *secondarie* ovvero di *diramazioni*. I tubi minori che portano il gas nelle abitazioni presso i varii utenti vengono generalmente indicati col nome di *diramazioni interne*.

Nell'acquisto, nella posa e nella giunzione dei tubi che debbono costituire una condotta, debbonsi osservare delle norme determinate, onde ottenere che il gas circoli per tutta la canalizzazione con una pressione per quanto si può uniforme, e che le perdite provenienti dalla porosità dei tubi e dalla imperfezione delle unioni siano le minime possibili. Per raggiungere questi scopi è necessario anzitutto assegnare ai varii condotti opportune dimensioni, in relazione col volume di gas cui essi debbono dare passaggio ed alla loro altitudine relativa.

La relazione che esiste fra la pressione motrice del gasometro e la quantità di gas emessa per tubi di differenti sezioni, potrebbesi facilmente e rigorosamente esprimere in base ai principii della termodinamica, se le resistenze d'attrito del gas contro le pareti e le perdite di pressione che avvengono per urto nelle brusche risvolte, potessero in modo generale e rigoroso essere valutate, le formule che si ottengono in base ai detti principii, debbono necessariamente contenere coefficienti numerici che possono venir forniti soltanto dall'esperienza. Qui presso noi indicheremo le formule più razionali e più comunemente in uso per la calcolazione dei diametri delle condotte di gas-luce.

Detti: D il diametro, L la lunghezza della condotta; *h* la differenza di livello de' suoi due punti estremi; P e *p* le pressioni del gas all'origine ed all'estremo; V il

volume di gas che deve attraversare la condotta per ogni minuto secondo; v il volume di gas che essa deve distribuire per via, l'equazione che collega fra loro questi elementi e che meglio trovasi in accordo coi principii teorici sopra citati, è la seguente:

$$P-p=M\frac{L}{D^5}\left\{V(V-v)+\frac{v^2}{3}\right\}\pm Nh,$$

nella quale M ed N sono due coefficienti costanti ai quali l'esperienza ha mediamente assegnati i seguenti valori:

$$M=0.000001295; \qquad N=0.00065.$$

In questa equazione si adotterà, pel secondo termine del secondo membro, il segno positivo quando la condotta è discendente, il segno negativo nel caso contrario; è poi evidente che questo secondo termine si annulla quando la condotta è orizzontale. Pel caso in cui la condotta della quale vuolsi calcolare il diametro non debba distribuire gas lungo il suo percorso, ma bensì emetterlo tutto alla estremità, basterà nella formola precedente fare $v=0$; se invece la condotta deve distribuire tutto il gas per via, si porrà invece $V-v=0$.

Si noti che nella formola indicata le pressioni sono misurate in metri di acqua, i volumi in metri cubi: la lunghezza, il diametro ed il dislivello h in metri lineari.

Anche le formole seguenti, di uso più comodo, perchè più semplici, vengono di frequente impiegate per la calcolazione dei diametri delle condotte di gas:

$$1^a \qquad P-p=0.00000135\frac{LV^2}{D^5};$$

$$2^a \qquad V=124326\sqrt{qD^5}.$$

Nella prima di queste equazioni le stesse lettere esprimono le medesime quantità che nell'altra equazione più sopra citata, nella seconda il volume è ancora espresso in metri cubi ed il diametro in metri e la lettera q indica la perdita di pressione per metro corrente di tubo, espressa in millimetri d'acqua.

§ 61. L'ingegnere che si accinge a compilare un progetto di condotta e distribuzione di gas in una città, deve anzitutto procurarsi i dati relativi al consumo effettivo e prevedibile, alla posizione dell'officina rispetto alle diverse parti della città, sia per la planimetria quanto per l'altimetria della località. Il calcolo del numero delle fiamme pubbliche e private che si dovranno alimentare, della durata dell'illuminazione, e della conseguente quantità di gas consumato per ogni ora, è di difficile effettuazione e la maggiore o minore esattezza dei risultati dipende dal senno e dalla cura dell'ingegnere. Più difficile ancora si è il calcolo del consumo prevedibile, pel quale occorre far ricorso a criterii pratici, a confronti, tenendo conto del numero degli abitanti, dell'indole delle loro occupazioni, della ricchezza e della civiltà, dello sviluppo industriale presente e probabile della città per cui si studia il progetto d'illuminazione.

Stabilito il numero delle fiamme, si potrà in media ritenere che ciascuna di quelle destinate al servizio pubblico consumi 140 litri all'ora; per i privati il consumo si riterrà all'incirca la metà. In quanto alla durata della illuminazione si avrà presente che essa può variare da 1000 a 1500 ore annue per piccole città, da 1500 a 2500 per città di media grandezza, da 2000 a 4000 per città grandi, secondo che la illuminazione si fa soltanto di sera, dal crepuscolo a mezzanotte, ovvero per l'intera notte. I becchi privati stanno accesi in media dal tramonto del sole alle 9 di sera, cosicchè il 21 dicembre, che ha la notte di maggior durata, stanno accesi per 5 ore e 9', e quelli pubblici per 16 ore e 15', se mantenuti in azione per tutta la notte.

L'ingegnere dovrà altresì, con accurate indagini, accertarsi se vi sarà consumo di gaz per produzione di calore, ovvero per produzione di forza motrice, e se le condizioni dell'industria promettono per l'avvenire un impiego considerevole di gas per altro uso che non sia quello dell'illuminazione. Egli riuscirà così ad avere il volume di massimo consumo, cui dovrà aggiungere almeno $^1/_6$ per compensare le perdite per fughe ed avere un margine per l'aumento immediato di consumazione che potesse verificarsi. In ogni caso avvertirà essere miglior cosa lo stabilire con dimensioni alquanto esagerate l'impianto dell'officina e della condotta, di quello che trovarsi poscia costretti ad ampliare, rinnovare, o sostituire l'officina o la condotta o parti di questa, perchè non adeguate alla richiesta quantità di gas.

Dovendo stabilire la località in cui erigere l'officina, ricorderà che la posizione più conveniente si è quella in vicinanza di un canale navigabile o di una ferrovia, onde facilitare i trasporti di carbon fossile: quando sia possibile dovrà, allo stesso scopo, stabilire un binario di servizio pel deposito del carbone. È poi conveniente stabilire l'officina nel punto più basso della condotta, perchè in tal modo si diminuisce la pressione che inizialmente devesi assegnare al gas. Non è d'uopo dire che circostanze locali di prezzo e di convenienza possono però rendere preferibile una posizione quand'anche non soddisfi alle condizioni ora accennate.

§ 62. Onde studiare diligentemente la disposizione delle condotte, l'ingegnere deve provvedersi di un piano della località, nel quale siano distintamente segnati i punti di maggior consumo e le quote altimetriche di essi e degli altri punti importanti; dovranno pure esservi indicati i cavi, le fogne e i canali, od altro che possa imbarazzare il collocamento delle condotte o rendere necessarie speciali costruzioni. La condotta di 1° ordine percorre d'ordinario la via più centrale della città; le sue diramazioni, vale a dire le condotte di 2° ordine, percorrono invece le vie principali dei diversi quartieri e così da queste si diramano le altre condotte di minor diametro che debbono provvedere al consumo di gas nelle strade di minore importanza; in una parola, la intubazione, partendo dall'officina, va estendendosi con regolari, ben proporzionate e successive ramificazioni, in modo da poter bastare alla totale illuminazione. L'ingegnere traccerà sul suo piano gli assi delle successive condotte, avvertendo che è conveniente assegnare ai tubi una pendenza che può variare dai 3 ai 10 millimetri per metro, disponendoli, qualora il piano sia orizzontale, in serie di pendenze e contropendenze, onde collocare nei punti più bassi i sifoni di spurgo che fra poco descriveremo.

Qualora le circostanze lo permettano, i tubi debbono essere collocati nel suolo ad una profondità abbastanza grande, perchè il gelo ed il passaggio dei veicoli sopra la via non abbiano a danneggiarli in alcuna maniera, altrimenti potrebbe accadere che, negli inverni rigidi, il vapore acqueo, che il gas seco trasporta, si depositasse sulle pareti in forma di ghiaccio, producendo degli strozzamenti od anche la ostruzione completa di qualche tubo. Nei luoghi ove la condotta deve di necessità rimanere sopra suolo, è indispensabile proteggerla con un involucro che si riempie di segatura di legno, di paglia o di altra materia poco conduttrice del calore. I tubi debbono poi essere collocati sopra fondo stabile in modo da assicurar loro una posizione invariabile.

Per segnare le quote nei punti più importanti del tracciato indicante gli assi delle successive condotte,

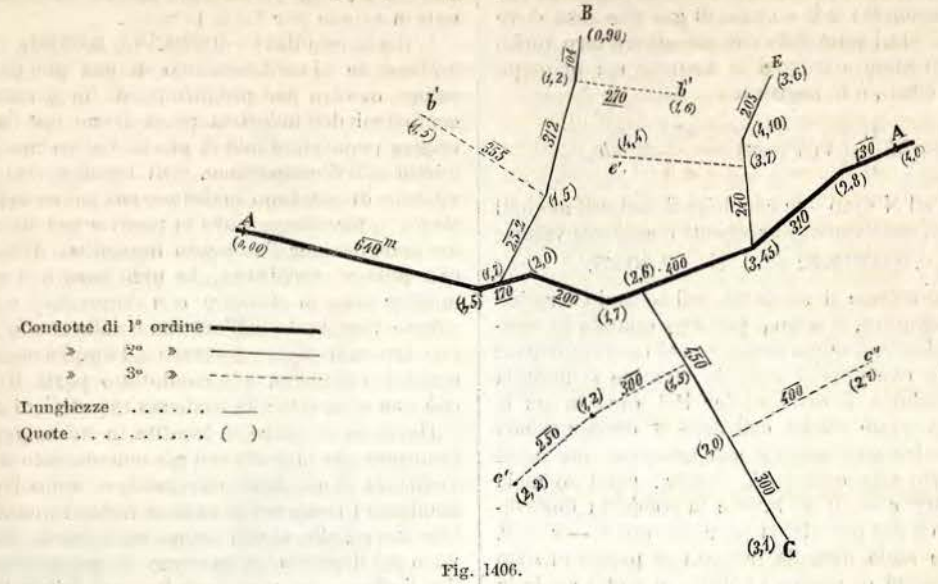


Fig. 1406.

conviene assumere per piano di paragone quello che passa pel centro della luce d'imbocco nella condotta principale all'officina, avvertendo di fare positive le quote su questo piano e negative le altre sotto il piano stesso. Basterà però segnare quelle corrispondenti ad incrocicchi di vie, risvolte della condotta, punti di diramazione, ritenendo poi che da un punto quotato al successivo pure quotato, la pendenza della condotta sia uniforme, il che si procurerà che avvenga durante il collocamento dei tubi. Si dovranno però quotare quei punti della condotta ove avvengono notevoli variazioni di pendenza. La lunghezza esatta del tronco posto fra due successivi punti quotati verrà pure distintamente segnata sul disegno. Per tal modo la condotta rimane divisa in tanti tronchi di lunghezza e pendenza conosciuta, pei quali resterà soltanto a calcolare il diametro, il che potrà farsi con esattezza sufficiente nel modo qui appresso indicato.

§ 63. Pei calcoli preventivamente fatti onde determinare la totalità del consumo, l'ingegnere conosce non solo la portata della condotta di primo ordine, ma, con certa approssimazione, anche quella delle condotte secondarie. Fissata la pressione manometrica che vuolsi all'origine della condotta e che, nei casi ordinarii, non eccede i m. 0.14, e la pressione all'estremo di questa (la quale, in vista di ulteriori prolungamenti, può ritenersi di m. 0.05, mentre basterebbe di m. 0.02), si ammetterà che la perdita di pressione avvenga in modo uniforme e si calcolerà quella relativa al metro corrente di condotta principale, dividendo la differenza delle pressioni estreme per la totale lunghezza della condotta medesima. Ricorrendo poscia ad una delle equazioni citate, si ricaverà facilmente il diametro da assegnarsi ai tubi. Si noti però che questo diametro rimane così calcolato come se la portata della condotta principale fosse la stessa in ogni sua sezione, il che non è, in causa delle diramazioni. Ciò si fa però ordinariamente in pratica, perchè è uso assegnare alla condotta maestra un diametro uniforme. Volendo proporzionare il diametro alla portata nelle diverse sezioni, converrebbe adottare il seguente metodo: calcolata la portata in tutte le sezioni della condotta principale che seguono immediatamente l'imbocco di una condotta di secondo ordine, si determina il diametro dei diversi tronchi in funzione della rispettiva portata, supposta costante per tutto il tronco. In pratica però si fa tutt'al più un restringimento di sezione nella condotta principale quando essa ha già distribuito un considerevole volume di gas.

Per il calcolo delle condotte di secondo ordine si avrà la pressione del gas alla loro sezione d'origine, poichè è nota la pressione per metro corrente nella condotta di primo ordine; si fisserà poi la pressione nella sezione estrema, tenendo calcolo, se vuolsi, anche per essa, di un probabile futuro prolungamento della condotta. In seguito si procederà come si è detto per la condotta maestra.

In modo analogo si continuerà poi per le successive diramazioni, avvertendo che in pratica non si calcolano i diametri dei tronchi che, per la loro brevità, danno luogo a perdite piccolissime di pressione e di quei tubi che devono alimentare un limitato numero di fiamme, pei quali è ben noto il diametro, giacchè trovansi classificati in commercio col numero stesso dei becchi alla cui alimentazione convenientemente si prestano.

§ 64. Crediamo opportuno chiarire con un esempio il processo di calcolazione che ora abbiamo indicato. Supponiamo a tal fine che, dietro gli opportuni rilievi, siasi stabilita la disposizione indicata dalla fig. 1406 per gli assi delle successive condotte che debbono portare il gas ai varii quartieri della città. Il disegno è alla scala di 1 : 20000 e contiene le quote altimetriche e le lunghezze dei varii tronchi, a norma di quanto più sopra si è detto. Avvi una condotta di primo ordine, tre di secondo e cinque di terzo; la prima è della totale lunghezza di m. 1850 e ha quota 0 al centro della sua luce d'imbocco, il che significa che per tale centro passa il piano orizzontale di paragone per l'altimetria. Per brevità indicheremo con A la condotta maestra; con B, C, E le tre condotte di second'ordine, e con *b'*, *b''*; *c'*, *c''*; *e'* le loro diramazioni, cioè le condotte di terz'ordine.

Si comincierà dallo stabilire il numero di fiamme pubbliche e private che debbono venire alimentate dalle condotte minori, vale a dire da quelle di terz'ordine, dopo di che sarà ovvio determinare la portata che a queste conviene assegnare, tenendo calcolo delle perdite

per fughe e dei maggiori bisogni di un non lontano avvenire. Si farà poscia il calcolo analogo per le condotte di second'ordine, ritenendo che debbono alimentare tutte quelle di terz'ordine che da esse diramano, più tutte quelle fiamme alle quali direttamente debbono fornire il gas; tenendo ancor calcolo delle fughe e degli ulteriori prolungamenti possibili, si giungerà facilmente a stabilire il volume di gas cui ciascuno dei condotti dovrà dare passaggio in ogni minuto secondo. In modo analogo si ricaverà la portata da assegnarsi al condotto maestro, avvertendo di calcolare per questo, come si sarà fatto per gli altri, il consumo di gas, nell'ipotesi del maggior numero di ore d'illuminazione. Pertanto supporremo, per l'esempio di cui trattasi, avere ottenute le seguenti portate:

Condotto	e'	E	c'	c''	C	b'	b''	B	A
Portata in litri	20	44	22	19	69	19	13	57	241

L'officina dovrebbe così fornire per ciascun giorno, ritenuto massimo il consumo, m.^{3} di gas 20822.40. Con tale dato si può passare immediatamente alla calcolazione del gasometro (vedi § 51).

Occorre stabilire anzitutto la perdita di pressione per metro corrente nel condotto principale. In base a quanto più sopra si è detto, si fissa la pressione all'imbocco di m. 0.12; in vista poi dell'aumento futuro nella consumazione si stabilisce la pressione al termine di questo condotto in m. 0.05, onde potere permettere dei prolungamenti. Nella ipotesi che la perdita di pressione avvenga in modo uniforme lungo il tubo, quella relativa ad un metro di lunghezza sarà:

$$\frac{0.12 - 0.05}{1850} = m.\,0.000038.$$

Dopo ciò si passa a determinare la pressione esistente all'origine di ciascuna delle condotte secondarie che, dietro l'ultima ipotesi, è quella che regna nella condotta maestra nei varii punti da cui quelle si dipartono. Così: la condotta secondaria B s'innesta sulla principale ad una distanza dall'origine di questa, di m. 670, misurati lungo l'asse; la perdita di pressione lungo tale tratto della maggiore condotta è evidentemente di:

$$670 \times 0.000038 = \text{m. } 0.02546,$$

sicchè la pressione iniziale per la condotta B risulta di:

$$0.12 - 0.02546 = 0.09454.$$

Se si ammette poi che il gas al termine di questo condotto di second'ordine debba conservare ancora la pressione di m. 0.04, la perdita di pressione (qui pure ritenuta proporzionale alla lunghezza) riferita al metro corrente risulta di:

$$\frac{0.09454 - 0.04}{668} = 0.000083.$$

In maniera affatto analoga si istituiranno le calcolazioni onde determinare la perdita di carico per metro lineare nelle altre condotte secondarie.

Coi numeri ottenuti sarà facile ricavare la pressione alle sezioni d'origine dei condotti terziarii: così per la condotta b' di terzo ordine, la di cui origine dista di m. 252.00 dall'origine della condotta B, si dovrà togliere dalla pressione iniziale di quest'ultimo tubo (m. 0.09454) la perdita subìta lungo quelli 252 metri, vale a dire il prodotto $252 \times 0.000083 = 0.020916$, e si avrà per tal modo la pressione, in metri d'acqua, all'origine del condotto b':

$$0.09454 - 0.020916 = 0.07364.$$

Si proseguirà calcolando la pressione all'origine per ciascuna condotta di terz'ordine, indi la perdita di carico per metro corrente in ciascuna di esse, per la qual cosa occorre stabilire le pressioni alle loro estremità. Se tali condotte dovessero alimentare tubi di servizio interno o becchi di fanali, basterebbe venisse conservato alle pressioni il valore di m. 0.02; volendo prevenire il bisogno di nuove derivazioni o prolungamenti della condotta, sarà bene tenerne alquanto più elevato il valore: per esempio di 0.03.

Rese cognite le perdite di pressione che avvengono nei varii rami della intubazione, si potrà calcolare facilmente il diametro di ciascuno di essi con una delle formole citate al § 60. Volendo adottare la prima di esse, il diametro della condotta maestra, per l'esempio trattato, si calcolerà risolvendo l'equazione rispetto a D e sostituendo in luogo delle altre lettere i valori cogniti delle quantità che esse rappresentano. Poichè nella equazione il diametro figura coll'esponente 5, sarà utile fare impiego dei logaritmi, qualora non si voglia (o non si creda sufficientemente esatto) usare una tavola delle quinte potenze. Se le condotte secondarie sono numerose, poste fra di loro a distanze considerevoli e di portata pure considerevole, converrà distinguere i varii tratti della condotta maestra, che sono separati dagli imbocchi di quelle, e calcolare per ciascuno di essi il diametro in base alla portata rispettiva, la quale è minore pei tratti più lontani dall'officina.

Volendo procedere speditamente, ovvero trattandosi di tubi aventi secondaria importanza, si potrà determinare il diametro per mezzo della tabella a pag. seguente, che è calcolata colla terza formola del § 60. Cognita la portata del tubo e la pressione all'origine di esso, si fisserà la perdita totale che tale pressione deve subire lungo tutto il tubo onde all'estremo rimanga quella voluta dalle circostanze locali; divisa questa perdita per la lunghezza del tubo, si otterrà la diminuzione corrispondente a ciascun metro lineare; di poi si cercherà nella prima linea orizzontale della tabella il numero che più si avvicina a quello così determinato e, nella rispettiva colonna, la portata più prossima a quella del tubo in questione; in linea orizzontale col numero così segnato, nella prima colonna a sinistra, si leggerà il diametro da assegnarsi al tubo. Le portate sono in metri cubi e per ora.

§ 65. Già dicemmo che i tubi impiegati nelle condotte di gas illuminante sono ordinariamente di ghisa e vengono interrati nel suolo ad una profondità che può raggiungere m. 1.20. In causa del carico di terra che sopra di essi può gravitare, per le scosse che possono ricevere durante il transito di veicoli e per gli urti ai quali possono andare soggetti durante il trasporto o la posa, è necessario assegnare alla loro parete quello spessore che basta ad assicurarne la resistenza. Questo spessore è variabile col diametro e può calcolarsi colla formola pratica: $s = 0.007\,D + 0.008$,
nella quale il diametro D e lo spessore s sono espressi in metri.

In commercio trovansi tubi con svariatissime dimensioni, sicchè riesce facile trovare quelli delle dimensioni volute o che poco se ne discostano. È importante però accertarsi che siano costituiti di ghisa buona, abbastanza dolce da poter venire bucata senza che abbiano a prodursi fenditure, che la parete sia resistente ed uniforme, che siano privi di fori o di bolle d'aria nascoste nello spessore della parete stessa.

Diametri dei tubi in metri	PERDITA DI PRESSIONE PER OGNI METRO DI TUBO, ESPRESSA IN MILLIMETRI DI ACQUA						
	0mm.06	0mm.08	0mm.10	0mm.20	0mm.30	0mm.40	0mm.50
m.	Portata in metri cubici per ogni ora						
0.005	0.054	0.062	0.069	0.098	0.120	0.139	0.155
0.010	0.304	0.351	0.393	0.556	0.681	0.786	0.879
0.015	0.839	0.969	1.080	1.530	1.870	2.170	2.420
0.020	1.720	1.990	2.220	3.140	3.850	4.450	4.970
0.025	3.010	3.470	3.880	5.490	6.730	7.770	8.690
0.030	4.750	5.480	6.130	8.670	10.600	12.200	13.700
0.035	6.980	8.060	9.010	12.700	15.600	18.000	20.100
0.040	9.750	11.200	12.600	17.800	21.800	25.200	28.100
0.045	13.100	15.100	16.900	23.900	29.200	33.800	37.800
0.050	17.000	19.600	22.000	31.100	38.100	43.900	49.100
0.055	21.600	24.900	27.900	39.400	48.300	55.800	62.400
0.068	36.700	42.400	47.400	67.000	82.100	94.800	106.000
0.081	56.900	65.700	73.400	104.000	127.000	147.000	164.000
0.108	117.000	135.000	151.000	213.000	261.000	301.000	337.000
0.135	204.000	235.000	263.000	372.000	456.000	526.000	589.000
0.162	322.000	371.000	415.000	587.000	719.000	831.000	929.000
0.216	660.000	762.000	852.000	1200.000	1480.000	1700.000	1910.000

Il miglior modo di provare i tubi consiste nel sottometterli all'azione dell'aria compressa, entro un bagno di acqua dopo averli chiusi alle due estremità. Se vi hanno fenditure o fori nella parete, si veggono bolle d'aria sollevarsi sin sopra la superficie libera dell'acqua. Nelle fonderie si usa invece provare i tubi injettando al loro interno dell'acqua compressa sino a 6 o 7 atmosfere ed osservando se trasudano. Questo secondo metodo è assai efficace per provare la solidità, ma il primo è assai più adatto per provare la impermeabilità dei tubi; si noti poi che se l'acqua injettata è più fredda dell'aria ambiente, l'umidità atmosferica, condensandosi sulle pareti dei tubi, potrebbe trarre in errore. Un buon operajo riconosce facilmente se un tubo è o no difettoso, dal suono che manda allorchè lo percuote leggermente col martello; per cui si assoggettano alla prova solamente quelli nei quali il suono discordante fa sospettare un difetto. Queste prove non debbono poi essere fatte alla fonderia, giacchè il trasporto dei tubi può cagionare o rendere palesi dei difetti dapprima inavvertiti.

Onde facilitare la posa e la giunzione dei tubi e mantenerli purgati da quei depositi che lentamente in essi vanno formandosi, oltre ai tubi diritti è necessario fare impiego di altri tubi e pezzi di raccordamento in ghisa, di tubi a T, a croce, di tubi conici, di manicotti d'unione, di sifoni e di valvole.

I. I pezzi di raccordamento o risvolte, sono porzioni di tubi ricurvi, la di cui curvatura è più o meno sentita a seconda dell'angolo che formano fra di loro i due condotti che si debbono raccordare. Allorquando l'angolo oltrepassa i 150° si può fare a meno del tubo di risvolta, scegliendo fra quegli ordinarii, alcuno che non sia perfettamente diritto, ovvero incurvando leggermente un tubo diritto col riscaldarlo a forte calore, lasciandolo appoggiato alle sole estremità: il peso proprio del tubo basta a produrre l'incurvamento desiderato.

In pratica si impiegano soltanto tre sorta di risvolte: la prima per l'angolo di 150° (fig. 1407); la seconda per l'angolo di 135° (fig. 1408); la terza per l'angolo di 90° (fig. 1409).

II. I tubi a T sono costrutti come quelli ordinarii diritti, senonchè hanno la lunghezza variabile da m. 0.60 a 0.90 e portano una tubulatura laterale entro cui s'innesta il primo tubo di una diramazione ad angolo retto (fig. 1410).

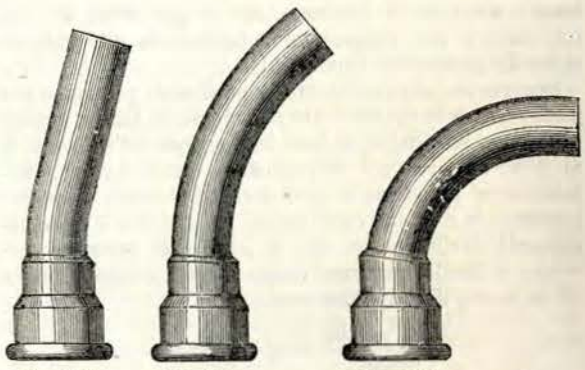


Fig. 1407. Fig. 1408. Fig. 1409.

III. I tubi a croce differiscono dai precedenti soltanto per avere, invece di una, due tubulature laterali, opposte fra loro: vengono usati allorquando un condotto deve diramarsi in due laterali destinati a percorrere una via trasversale a quella in cui è sepolto il primo condotto.

IV. I tubi conici (fig. 1411) servono a far passare la condotta da un diametro all'altro.

V. I manicotti sono brevi tubi della lunghezza di circa m. 0.30, aventi all'interno un diametro uguale a quello esterno dei tubi: essi vengono impiegati per riunire due tubi cilindrici; le unioni si rendono impermeabili mediante intonaco di bitume o di cemento o di minio.

VI. I *sifoni* o *collettori delle condensazioni* vengono collocati, come già si è detto, nei punti più bassi della condotta, cioè in quei punti ove s'incontrano una pendenza ed una contropendenza. La fig. 1412 rappresenta uno di questi vasi: essi hanno forma cilindrica ed un diametro all'incirca doppio di quello dei tubi che in essi immettono. Il recipiente A è di ferro fuso, munito di un coperchio *a* ad orlo rilevato; fra quest'orlo e la parete del vaso A, acconciamente foggiata ad imbuto, rimane un interstizio annulare, entro del quale si versa del piombo fuso, allo scopo d'impedire le fughe di gas. Nelle tubulature B, C vengono ad innestarsi i due tubi che fanno capo al sifone. Il tubo D serve ad estrarre le condensazioni; esso pesca coll'estremo inferiore onde siano impedite le fughe di gas. Questo tubo può essere

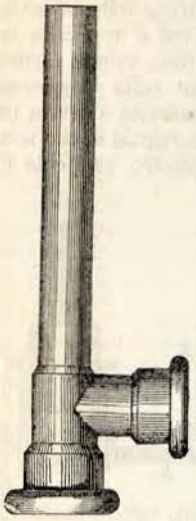


Fig. 1410.

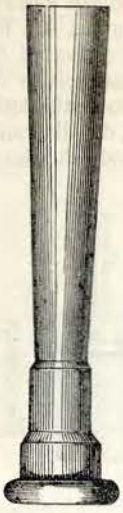


Fig. 1411.

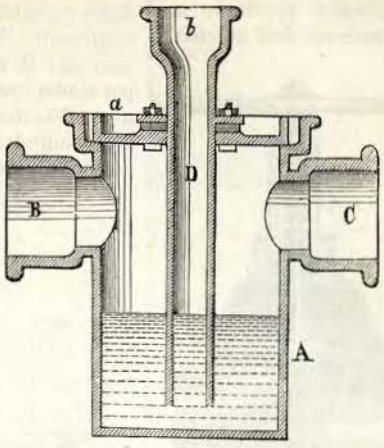


Fig. 1412.

Fig. 1415.

unito a briglia al coperchio del sifone, come indica la fig. 1412, od essere fissato ad una tubulatura venuta di getto col coperchio stesso (fig. 1413): in ogni caso esso si prolunga sino al suolo stradale e termina con un breve tronco di tubo filettato, sul quale si avvita un coperchio (fig. 1414). Questo tronco filettato riceve pure l'estremità del tubo di aspirazione della tromba, che serve ad estrarre le condensazioni. Tutto l'apparecchio è custodito entro un pozzetto in muratura, terminante al suolo stradale e coperto da una piastra di ghisa.

VII. Per varii motivi può occorrere di isolare una parte della condotta. Così, ad esempio, compiuta una nuova diramazione, converrà, prima di coprirla, isolarla dalla condotta vecchia, farvi il vuoto o comprimervi dell'aria, onde provare se abbia o no delle fughe; così pure, occorrendo qualche riparazione in una parte della condotta, conviene isolarla dalle parti rimanenti. Varii sono i mezzi impiegati per chiudere un condotto: il più semplice è quello del signor Lowe. All'estremo della condotta che si vuol provare, ovvero a valle ed a monte di quel tronco in cui avvennero guasti, si pratica un foro del diametro di m. 0.04 e vi si introduce un palloncino di caoutchouc od anche una vescica che si gonfia con aria sino a chiudere ermeticamente il tubo. Fatte le prove e le riparazioni, si toglie il palloncino e si chiude il foro con un tappo a vite.

Fig 1413.

In miglior modo servono, per isolare le condotte, le così dette valvole idrauliche, le quali possono al tempo stesso servire da sifoni. La forma di una di tali valvole si è già descritta parlando dei recipienti di spurgo applicati al gasometro semplice, descritto al § 44; altra è rappresentata dalla fig. 1415. CC è una cassa di ghisa contenente acqua, sin presso la bocca del tubo di arrivo del gas A. Il gas giunto nella cassa e nella parte superiore al livello del liquido, prende a muoversi per il tubo D. Volendo impedire l'afflusso del gas, per mezzo del volante-manubrio G e dell'asta E si fa discendere la campana B sino a che coll'orlo inferiore peschi nel liquido, di tanto, da produrre una chiusura idraulica insuperabile alla pressione del gas. Il movimento di ascesa o di discesa di questa campana è guidato come indica la fig. 1416 e ad essa serve di sostegno la colonna vuota di

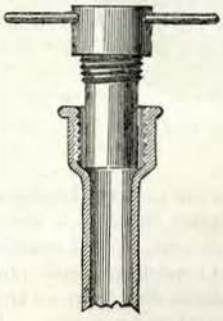


Fig. 1414.

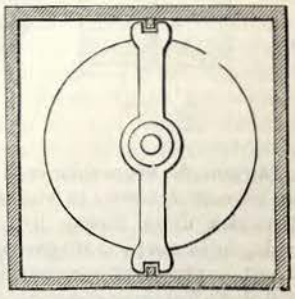


Fig. 1416.

ghisa H H. L'asta E passa per un bossolo a stoppa F, situato al centro del coperchio, che impedisce le fughe di gas; l'asta stessa è filettata alla parte superiore per una lunghezza sufficiente ad innalzare la campana al di-

sopra del tubo A e farla discendere sino a toccare il fondo del vaso C.

Parecchie valvole idrauliche trovansi applicate ai tubi pei quali il gas circola nell'interno dell'officina,

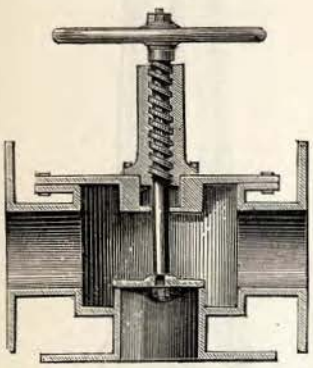


Fig. 1417

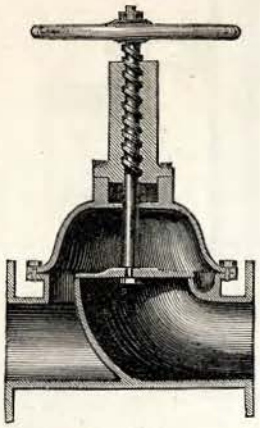


Fig. 1418.

nonchè agli apparecchi che esso deve attraversare onde venire purgato e misurato; così ne vedemmo necessario l'impiego negli estrattori, nei condensatori, negli apparecchi di purificazione, ecc. Molte volte si preferisce



Fig. 1419.

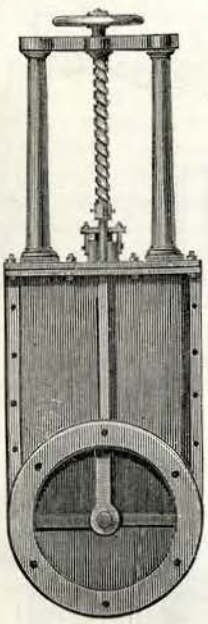


Fig. 1420.

per ragioni di economia o di servizio, fare impiego delle valvole a secco: le vicine figure bastano a dare esatta idea della forma di tre diversi tipi di queste valvole, dette anche *a diaframma;* noteremo soltanto che nella valvola rappresentata dalle due figure 1419 e 1420 il diaframma circolare è mantenuto a sesto ed aderente alla sua sede per mezzo di una molla di acciajo invitata sul centro del disco e rattenuta nelle estremità entro del vano prismatico lungo il quale scorre lo stesso diaframma.

Altra valvola idraulica pure molto impiegata per le condotte di gas luce è quella ideata dal signor Leroux: la fig. 1421 ne rappresenta la projezione sopra di un piano perpendicolare alla condotta e la fig. 1422 una sezione passante per gli assi dello stantuffo e della cassetta contenente il diaframma. A è il tubo cui è applicata la valvola; B una cassettina di ferro fuso, avente forma parallelepipeda rettangola e disposta colla larghezza normalmente alla condotta. Questa cassetta è divisa in due scompartimenti dal diaframma verticale *a*, che non discende sino al fondo di essa. Il cilindro verticale C

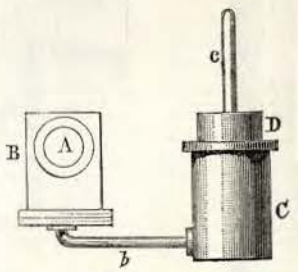


Fig. 1421.

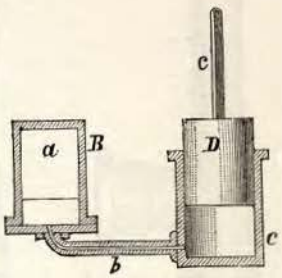


Fig. 1422.

contiene dell'acqua, comunica colla cassetta per il piccolo tubo *b* ed è chiuso superiormente dallo stantuffo D munito di gambo *c*. Affinchè la valvola si chiuda, fa mestieri spingere in basso lo stantuffo tanto che l'acqua sottoposta penetri nella cassetta B e superi l'orlo inferiore del diaframma.

§ 66. I mezzi impiegati per unire i tubi e rendere impermeabili le giunzioni sono assai numerosi; quelli però più comunemente in uso si possono classificare come qui presso:

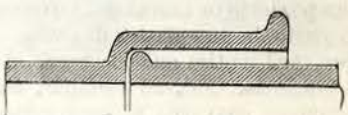


Fig. 1423.

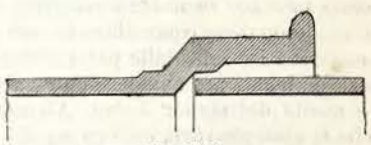


Fig. 1424.

1° *Incastro con corda intonacata di bitume e con piombo fuso.* — L'innesto dei tubi è fatto come indicano le figure 1423 o 1424, a seconda della varia forma delle estremità. Fra il fondo della tubulatura e la luce anteriore di questa rimane uno spazio annulare, lungo dai 10 ai 12 centimetri, che si guernisce con stoppa di canape o per mezzo di corda avente lo spessore del dito e impregnata di catrame. Lutata con argilla la bocca della tubulatura, si cola entro di questa del piombo fuso che si ha cura di versare molto caldo e che si ribatte, dopo il raffreddamento, con uno scalpello a punta smussata, in modo da ottenere la perfetta impermeabilità. Invece del piombo fuso, molti ingegneri adoperano un cemento formato di dieci parti in peso di limatura di ferro, quattro di calce spenta, cinque di terra refrattaria e cinque di polvere di mattoni, il tutto rimescolato con olio di lino si da formare una materia plastica. Di questa pasta si riempie la tubulatura, dopo avervi introdotta la corda, sino a qualche centimetro dalla bocca, e nello spazio libero rimanente si versa il piombo. In tal modo la giunzione che

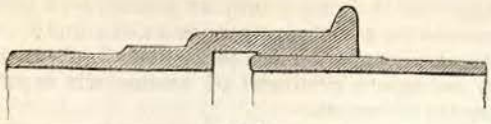


Fig. 1425.

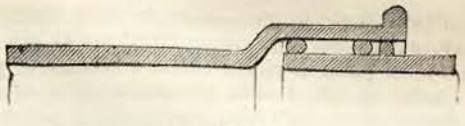


Fig. 1426.

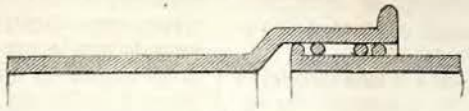


Fig. 1427.

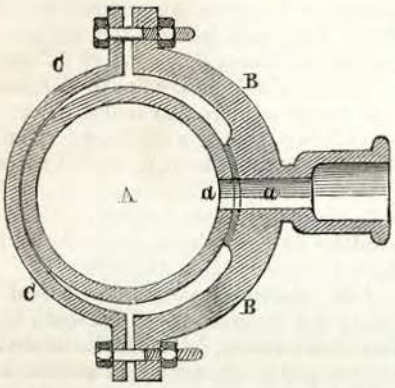


Fig. 1428.

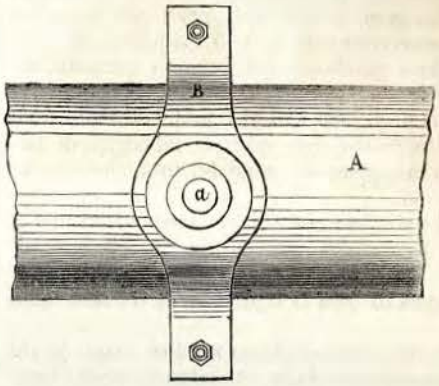


Fig. 1429.

si ottiene è meno rigida, permette cioè più facilmente al tubo piccoli movimenti di assettamento senza dar luogo a fughe; ha di più il vantaggio di realizzare un'economia considerevole nel consumo di piombo. In entrambi i casi però la posa richiede non poco tempo: i piccoli tubi possono venire riuniti due a due prima di essere collocati nel fondo del canale, ma quelli di diametro alquanto considerevole debbono essere posati e innestati uno per volta sul fondo dallo scavo.

2° *Innesto conico con mastice di minio.* — I tubi uniti nel modo precedentemente indicato presentano grandissima difficoltà ad essere disgiunti, non essendo prudente ricorrere all'azione del fuoco onde liquefare il piombo, sicchè per separarli occorre romperli in pezzi. Il signor King propose perciò di riunire i tubi nel modo indicato dalla fig. 1425: le estremità sono tornite a superficie conica e possono penetrare una nell'altra a perfetto combacio; esse vengono spalmate di mastice al minio prima di effettuare l'incastro. Questo sistema è tuttavia il meno impiegato, perchè costoso esso pure in causa della lavorazione maggiore che occorre portare sui tubi, e soggetto a perdite di gas, bastando gli spostamenti prodotti dai cedimenti del suolo o dalle variazioni di temperatura, ad aprire fughe considerevoli.

3° *Innesto con anelli di caoutchouc.* — Le fig. 1426 e 1427 rappresentano questo sistema d'unione, che è di una esecuzione rapida, di un costo assai inferiore a quello dei due precedenti (circa $^1/_5$ di meno). La chiusura della tubulatura è prodotta mediante anelli di gomma i quali permettono leggieri movimenti senza pericolo di fughe.

Da qualche anno si fa grande impiego di questo mezzo d'unione; esso può dare origine a due inconvenienti: il caoutchouc, esposto all'aria, si indurisce e diviene fragile; il gas ed i principii contenutivi possono avere sopra di esso un'azione dannosa. Dei pezzetti di caoutchouc, mantenuti per qualche tempo in una corrente di gas, subirono un aumento di peso dell'8 al 12 %, e divennero al tempo stesso di facile rottura (Bloclmann). A Crefeld e ad Hanau si stabilirono a tale oggetto esperienze numerose e si constatò che il caoutchouc, esposto all'azione del gas non ancora purificato, giungeva persino a triplicare di peso. Conviene adunque ammettere che avvi per parte del caoutchouc un assorbimento di principii catramosi i quali lo distruggono e possono anche discioglierlo completamente, come appunto accade esponendolo all' azione del gas uscente dal barile. Tuttavia il caoutchouc, entro le tubulature, non trovasi direttamente esposto all'azione della corrente gasosa, sicchè puossi fare assegnamento sopra una durata sufficiente; occorre per altro attendere esperienze fatte su vasta scala prima di pronunciarsi in modo assoluto sulla bontà di questo sistema.

Ciascuno dei modi di unione sopra indicati presenta vantaggi e difetti; gl'ingegneri hanno però sinora accordata la preferenza al primo ed al terzo; essi servono per le *unioni di punta* e non valgono per il caso in cui occorra da un tubo far partire una diramazione non prevista durante la posa di esso, vale a dire, senza che sul tubo si trovi, venuto di getto, breve tratto di tubo secondario portante l'imboccatura della diramazione, chè in allora si sarebbe ricondotti al primo caso dell'unione per le estremità. Nell'assenza di quest'appendice si fa ordinariamente uso dell'*innesto a sella*, rappresentato in sezione ed elevazione dalle fig. 1428 e 1429. Il tubo A è quello su cui va fatto l'innesto, *a* un foro praticato mediante trapano a mano e di diametro uguale a quello della diramazione; vedesi poi in B la sella dell'innesto, colla quale viene fuso il bossolo che deve ricevere la diramazione stessa; C è la contro-sella che stringesi, insieme alla sella, attorno al tubo A mediante due chiavarde a vite. La chiusura dell'innesto viene assicurata ponendo all'ingiro del foro *a* un anello di cartone o di caoutchouc intriso di mastice di minio.

§ 67. Determinate le dimensioni dei tubi, stabilita la ripartizione dei sifoni sulla pianta della località, calcolato il numero dei pezzi di raccordamento necessarii, prese le più esatte cognizioni sulla ubicazione dei condotti di acqua, delle fogne e degli altri ostacoli che si potrebbero incontrare nelle strade, sperimentati i tubi colla pompa ad aria e fattili intonacare col catrame, ed infine, fatti portare sopra il cantiere gli strumenti e il materiale necessario, si può procedere alla posa dei tubi.

D'ordinario la escavazione dei fossi e il loro successivo riempimento vengono affidati ad un impresario con apposito capitolato d'appalto.

Per tubi di diametro non superiore ai dieci centimetri basta un fosso largo m. 0.60 alfondo, per i tubi maggiori la larghezza occorrente è di m. 0.75. Le pareti del fosso si fanno a leggiera pendenza o si tengono verticali, sostenendo la terra con appositi sbadacchi. La profondità varia da m. 0.60 a m. 1.20. Calati i tubi nel fondo si ripuliscono all'interno con una spazzola cilindrica di diametro alquanto maggiore di quello dei tubi, indi si praticano le giunzioni.

La pendenza uniforme che si deve assegnare ai tubi si verifica con un livello a pendolo posato colla sua base sui tubi medesimi; la terra che si riversa nel fosso, viene compressa e sopra di essa si ripristina il selciato della strada.

La direzione che i tubi debbono seguire lungo le vie è per solito determinata dalle circostanze locali; ordinariamente si tiene la condotta sopra uno dei lati, ed incontrando qualche fogna o canale, si ripiega in alto od in basso la condotta per mezzo di tubi di risvolto: in nessun caso devesi attraversare l'ostacolo. Nel passaggio sui ponti, se non avvi altezza sufficiente sotto il suolo, si fanno passare i tubi esternamente al parapetto, sostenendoli con mensole di ghisa e riparandoli dal contatto dell'aria mediante fasciatura di paglia o meglio con casse di legno riempite di sostanze coibenti. È importantissimo l'evitare il contatto dell'acqua; dovendo di necessità attraversare un canale, sarà bene far discendere e risalire la condotta entro apposita tomba in muratura, costrutta sotto il corso d'acqua a guisa di sifone.

§ 68. Messa in opera la condotta, occorre constatare se sia impermeabile ovvero se abbia perdite ingenti per guasti nelle connessure. Si dovrà a tale effetto disporre di un contatore di officina o di consumo, ovvero di una pompa ad aria con manometro ad acqua.

Per una condotta interamente nuova si comincia dal porre l'acqua necessaria nei sifoni di spurgo e si chiudono tutte le aperture di consumo; indi si apre il passaggio del gas dal gasometro al contatore ora accennato ed in seguito il passaggio da questo alla condotta, osservando se il meccanismo contatore ponesi in movimento. In generale si constata una perdita di gas più o meno ragguardevole e ritiensi compatibile se non supera i 18 litri all'ora per ogni 100 metri lineari di condotta. Facendo uso della pompa si comprimerà invece dell'aria entro i tubi, osservando se la pressione, indicata dal manometro, rimane di poi costante; se diminuisce si giudicherà dell'importanza delle fughe dalla rapidità con cui l'acqua discende nel tubo manometrico.

Se le fughe constatate sono ingenti, il direttore dell'officina dovrà sorvegliare perchè venga posta ogni cura nel rintracciarle, e ciò non solamente in questa prima prova della condotta, ma tutte le volte che gli apparecchi misuratori dell'officina accusano un consumo anormale. L'odore caratteristico del gas svela d'ordinario la località in cui hanno luogo le perdite; talvolta però possono servire di guida altri indizi, quali ad esempio: la morte o il deperimento di una pianta in vicinanza della quale passa un tubo del gas od il corrompersi dell'acqua di un pozzo, che acquista, per i principii contenuti nel gas, un odore ed un sapore ributtanti ed assume alla superficie un aspetto iridescente.

Una volta certi che non vi sono fughe esagerate nella condotta, si può procedere all'espulsione dell'aria da essa: a tale scopo si dispone sull'ultimo tubo di ciascuna estremità della rete una canna verticale di ferro del diametro di 20 millimetri circa, che s'innalzi fino ad un metro sopra il suolo e sia munita di rubinetto. Presso ciascuna di queste canne si pone un uomo di servizio il quale deve aprirne il rubinetto una volta che sia lasciato libero il passaggio del gas dal gasometro alla condotta. Dalle canne uscirà dapprima dell'aria, indi del gas, e l'uomo se ne accorgerà all'odore; lo accenderà all'estremità della canna e lo lascierà abbruciare finchè la fiamma abbia perduto quel colore azzurro che indica esservi tuttora dell'aria entro la condotta. La stessa operazione si pratica, senza aggiunta di alcun tubo, a ciascun becco d'illuminazione: quando le fiamme abbiano acquistato il loro colore giallo splendente e più non soffrano interruzioni o scoppiettii prodotti da bolle d'aria, si chiudono i rubinetti e la condotta rimane purgata dall'aria.

§ 69. Meritano menzione, oltre ai tubi di ghisa che sono i più comunemente impiegati, quelli di lamiera di ferro incatramata, detti tubi Chameroy. I fogli di lamiera, tagliati per mezzo dell'acqua acidulata e resi inossidabili coll'intonaco, sono incurvati ed inchiodati colla interposizione, sui lembi, di una lega a base di piombo. I tubi così preparati e muniti alle loro estremità di manicotti in piombo, sono provati a 5 atmosfere, avviluppati da una striscia di tela leggera, ravvolta ad elica ed immersa in un bagno di bitume liquido. Dipoi vengono rotolati sopra di un pavimento liscio e cosparso di arena grossolana; infine al loro interno viene disteso uno strato di bitume fine, allo scopo di togliere le asperità del metallo. I tubi che così si ottengono sono molto leggeri e di una posa assai facile; essi però non vogliono essere impiegati in terreni umidi, perchè l'ossidazione li deteriorerebbe rapidamente. Eccettuato questo inconveniente i tubi Chameroy presentano dei vantaggi incontestabili sopra quelli di ghisa, che in terreni di certa natura, quali sono i selenitosi, soffrono notevoli alterazioni; la posa ne è assai più rapida, si rompono assai più difficilmente ed hanno prezzo molto minore, soprattutto per i grossi diametri. La Compagnie Parisienne impiega soltanto tubi Chameroy per i diametri superiori ai 25 centimetri, e ciò per evitare i gravi inconvenienti che potrebbero provenire dalla rottura di un grosso tubo in ghisa.

Per le piccole diramazioni vengono impiegati tubi di ghisa, di ferro fucinato e di piombo; i primi si preferiscono per i condotti sepolti; quelli di ferro irruginiscono con grande rapidità e quelli di piombo possono facilmente schiacciarsi. I tubi di ghisa però non vengono impiegati per troppo piccoli diametri perchè facilmente si spezzano: il limite minimo si è di tre centimetri di diametro interno. L'unione dei tubi di piombo al condotto maggiore si fa press'a poco nel modo stesso indicato dalle fig. 1428 e 1429, colla sola differenza che il disco che avvolge il tubo di diramazione e viene stretto contro il condotto dal collare di ferro, è di piombo ed è saldato al tubo stesso; inoltre la sella non è unita al tubo di diramazione, ma è un mezzo anello portante un foro per cui passa il piccolo tubo diramatore.

Circa ai diametri che si debbono assegnare ai tubi diramatori, ecco quanto la pratica ha dimostrato essere conveniente:

sino a	5	becchi	un tubo di	0m.018 di diametro
»	15	»		0m.025 »
»	25	»		0m.031 »
»	40	»		0m.037 »
»	100	»		0m.050 »
»	150	»		0m.062 »
»	200	»		0m.075 »

Però se la diramazione ha una lunghezza considerevole occorrerà aumentare d'alquanto il diametro del tubo.

Ciascuna diramazione porta per lo meno un rubinetto principale vicino al contatore, onde potere in caso opportuno interrompere la comunicazione fra il tubo della via ed il contatore; d'ordinario avvi anche un rubinetto accessibile dalla via, che si può chiudere in caso d'incendio ed impedire ogni scoppio di gas, senza che occorra entrare nelle case.

§ 70. Nell'interno delle abitazioni, per l'alimentazione delle fiamme, s'impiegano esclusivamente tubi di piombo ed in alcuni rari casi quelli di ferro. L'unione dei tubi si fa colla sola saldatura, per mezzo dello stagno e della lampada a spirito. È necessario anche in tal caso assegnare ai tubi un diametro conveniente a seconda della loro lunghezza e del numero delle fiamme che debbono alimentare. Tenendo conto dei restringimenti cui possono dare origine i depositi, potrà servire a tale scopo la seguente tabella:

Diametro interno dei tubi	LUNGHEZZA DEI TUBI IN METRI									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	Numero dei becchi									
6 millim.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9 »	4	3	2	1	—	—	—	—	—	—
12 »	10	7	5	4	3	2	1	—	—	—
18 »	25	14	10	8	6	5	4	3	3	2
25 »	60	38	26	19	15	12	10	8	7	6
31 »	100	64	42	32	25	20	16	13	10	8
37 »	150	95	65	48	37	30	25	20	16	13
50 »	200	228	156	114	90	70	60	50	40	25

Nel collocamento di questi ultimi tubi debbonsi osservare alcune norme pratiche, allo scopo di ottenere una regolare ed efficace illuminazione. Si dovranno dirigere i tubi in modo che abbiano sempre la loro pendenza volta verso il contatore; quando ciò non si possa fare, è indispensabile porre dei sifoni nei punti più bassi, munire cioè i tubi di una appendice verticale rivolta in basso e chiusa da apposito rubinetto. Si eviteranno le rotture di muri facendo correre i tubi sulle cornici e negli angoli formati dall'incontro delle pareti; dovendo di necessità attraversare un muro è conveniente proteggere il tubo con un rivestimento rigido. In nessun caso poi si dovrà attraversare od accostarsi di troppo ad un camino. Per la diramazione all'interno di una casa si eseguisce pure la prova dell'impermeabilità ed è prudenza ripeterla di quando in quando onde prevenire le fughe di gas e gli scoppii funesti che ne potrebbero derivare.

Più resistenti e di maggior durata sono i tubi di stagno; essi però sono raramente impiegati in causa dell'elevato prezzo. Per questo motivo anche i tubi di rame sono adoperati con parsimonia e nella sola vicinanza dei becchi a fiamma; tali tubi però debbono essere proscritti per altro grave motivo: in contatto del gas, soprattutto del gas malamente purgato e perciò carico di ammoniaca, il rame dà origine ad un composto di un color bruno intenso che si deposita sotto forma di lamelle brillanti a frattura di color rosso e che può esplodere ad una temperatura superiore ai 200°, ovvero per urto, per semplice frizione o per altra leggera causa qualsiasi (Crova).

§ 71. *Piccoli regolatori di pressione per il consumo.* — Per circostanze peculiari o per l'importanza del consumo, può convenire ad un utente l'applicazione di un apparecchio atto ad assicurare una giusta e moderata pressione al gas che entra nell'edificio od in alcuni ambienti soltanto. Ciò è soventi necessario nei grandi stabilimenti illuminati con gas proveniente da estesa condotta, indispensabile poi per quelli illuminati con gas portatile. In questi ultimi il regolatore viene generalmente collocato fra il serbatojo che raccoglie il gas compresso e il contatore.

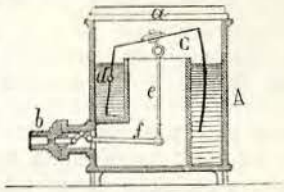


Fig. 1430.

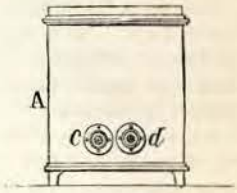


Fig. 1431.

Le fig. 1430, 1431 rappresentano di spaccato e di prospetto un piccolo regolatore a campana essenzialmente formato da una cassetta metallica parallelepipeda A, chiusa da un coperchio amovibile *a*, contenente acqua sino presso alla bocca di un grosso tubo centrale, il quale comunica col tubo *b* esterno alla cassetta ed innestato sopra una delle pareti. La campana C, caricata di un peso proporzionato alla pressione che vuolsi conservare al gas, pesca co' suoi orli inferiori nell'acqua circuente il tubo centrale e comunica i suoi movimenti ad un piccolo otturatore conico posto allo imbocco del tubo *b*, per mezzo delle aste articolate *e*, *f*. Il gas, giunto sotto la piccola campana per altro tubo rappresentato soltanto in *c* sulla seconda figura, la solleva di quel tanto che è permesso dai pesi postivi di zavorra e, col maggior o minor sollevamento, produce una maggiore o minore apertura della luce d'imbocco al tubo *b* per il conseguente spostamento del piccolo otturatore conico. Per conservare una maggiore pressione al gas occorre così alleggerire la campana.

Il coperchio *a* togliesi allorquando si vuole aggiungere acqua nel vaso A onde mantenervi il giusto livello.

Qualora però si tema qualche dimenticanza a tale proposito, ovvero l'impiego dell'acqua non sia ammissibile per altri motivi, come ad esempio nella illuminazione delle carrozze ferroviarie, si può fare uso del regolatore a secco rappresentato dalla fig. 1432. Consta di una vaschetta in ghisa A del diametro di 250 millimetri e dell'altezza di 160 mm., chiusa superiormente da una membrana B impermeabile al gas, al centro della quale è fissata un'asta C girevole attorno ad un perno. Questa asta è rilegata, pure a snodo, alla sua estremità inferiore, con un braccio di leva D, per mezzo del quale viene regolata l'introduzione del gas. Una molla E, che agisce in senso contrario della membrana, mantiene sollevato il braccio D e lo rende assai meno sensibile alle scosse cui va soggetta la vettura, sulla quale è collocato il regolatore, evitando così la molesta vacillazione delle fiamme ed il frequente loro spegnersi.

Il braccio D agisce sulla valvola di ammissione del gas nella cassetta; l'orificio F è calcolato in guisa da

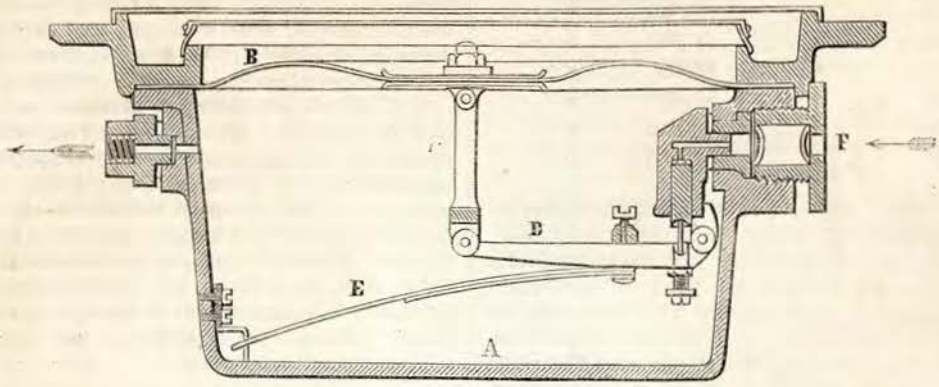


Fig. 1432.

non lasciar passare che una quantità di gas corrispondente alla pressione di 16 mm. Quando tale pressione è sorpassata dal gas all'interno della vaschetta A, la membrana si solleva e detta valvola si chiude; diminuendo poi la pressione per effetto del consumo, la molla E riconduce la leva nella primitiva posizione, la valvola si apre, permettendo una nuova introduzione di gas. L'equilibrio della pressione è così mantenuto da una serie di piccole e successive oscillazioni della membrana.

Questo regolatore è posto, al riparo dagli urti, sotto la cassa della vettura. Esso venne adottato dall'Amministrazione della S. F. A. I. per la illuminazione delle carrozze di prima classe del convoglio diretto internazionale da Torino a Modane ed a Brindisi e dall'Amministrazione della S. F. del Gottardo per la illuminazione dei convogli fra Luino e Lucerna.

§ 72. *Contatori per il consumo.* — Il gas illuminante vendesi generalmente a misura e, in qualche raro caso, per abbonamento; fu perciò sentito, sin dai primordii dell'industria, il bisogno di un apparecchio misuratore, automatico, capace di misurare con sufficiente esattezza il consumo di gas presso un utente, senza che occorresse per esso una speciale sorveglianza. L'importantissimo problema venne ingegnosamente risolto dall'inesauribile Clegg, sin dal 1816, coll'invenzione di un contatore a rotazione, le di cui parti essenziali si riscontrano tuttora nella loro primitiva forma nei contatori di recentissima costruzione. Il Crosley introdusse importanti modificazioni nella struttura dell'apparecchio; altre di minor rilievo vennero aggiunte di poi, sicchè oggidì i misuratori del consumo di gas si possono considerare apparecchi perfetti, avuto riguardo all'uso cui sono destinati ed al principio sul quale fondasi la loro costruzione.

Le fig. 1433, 1434, 1435 e 1436 rappresentano la struttura del contatore più comunemente impiegato.

All'interno di una cassa metallica AA gira, col minor attrito possibile ed attorno ad un albero z, il tamburo B' costrutto con lamierino, chiuso sopra uno dei fianchi da una parete piana e sull'altro da una calotta sferica B. All'interno dell'involucro cilindrico costituente il tamburo sono disposti quattro diaframmi, i quali, a rigore, dovrebbero affettare la forma ricurva elicoidale della vite di Archimede, ma, per semplicità di costruzione, sono piani e disposti obliquamente all'asse z. Ciascun diaframma si prolunga lateralmente, sopra i fianchi del tamburo ed i prolungamenti hanno forma di settori circolari. Sopra ciascun fianco vi hanno così quattro settori i quali si riuniscono soltanto verso il centro, ed alla periferia, lasciando sulla rimanente lunghezza una fessura. Per tal modo il tamburo risulta internamente diviso in quattro scompartimenti che hanno comunicazione, per quattro fenditure radiali, coll'interno della calotta B e per altre quattro colla capacità della cassa AA. Il gas penetra in ciascun scompartimento per la relativa fenditura racchiusa nella calotta B' e ne esce per quella situata sulla faccia piana del tamburo. La cassa AA, al pari della scatola anteriore E, contiene acqua sino ad un'altezza costante W W, per la quale soltanto il contatore è regolato e può fornire esatte indicazioni. Il tamburo è immerso nell'acqua sino a qualche centimetro sopra l'asse z; le due fessure relative ad uno stesso scompartimento sono all'incirca diametralmente opposte: quando una di esse sorge dal livello del liquido, l'altra vi si trova già immersa.

Il gas giunge nell'apparecchio per il tubo l, muovendosi dall'alto in basso, entra nella camera E attraversando un'apertura I praticata nel diaframma k; questa apertura presenta libero passaggio al gas, a condizione che il livello dell'acqua sia sufficientemente elevato, giacchè la valvola i, raccomandata al galleggiante h, ne produce la chiusura e sospende l'azione dell'apparecchio se l'altezza del liquido è di troppo inferiore a quella normale. Giunto nello scompartimento inferiore della scatola E, il gas penetra nel tubo n, il di cui orificio è posto all'altezza del pelo d'acqua, e si dirige in un gomito X che lo accompagna nella calotta B costituente una delle faccie del tamburo e al di sopra del liquido; il gas può così penetrare negli scompartimenti del tamburo, mettere questo in moto di rotazione ed uscire per le fenditure poste sulla faccia piana del tamburo medesimo. Diremo come si produca questo movimento di rotazione dopo avere descritto le parti accessorie dell'apparecchio.

L'asse z porta alla estremità anteriore, cioè nell'interno della scatola E, una vite perpetua a, la quale comanda, per mezzo di apposita ruota α, un albero verticale e; questo a sua volta pone in movimento un rotismo situato entro la scatoletta F sovrincombente alla E. Il rotismo è calcolato in modo che una delle ruote registra le unità, una seconda le decine, una terza le centinaia, ecc. di metri cubi di gas che attraversano l'apparecchio. Le ruote comandano degli indici visibili all'esterno e scorrevoli sopra appositi quadranti graduati. All'estremità superiore dell'asse e avvi di più un piccolo disco a lembo graduato, mobile innanzi ad un indice fisso, che permette di leggere il numero dei decimetri cubici e di completare la lettura fatta sui quadranti aggiungendo al numero dei metri cubi il numero dei litri di gas trascorsi per l'apparecchio.

Il gas che esce dal tamburo si raccoglie nella capa-

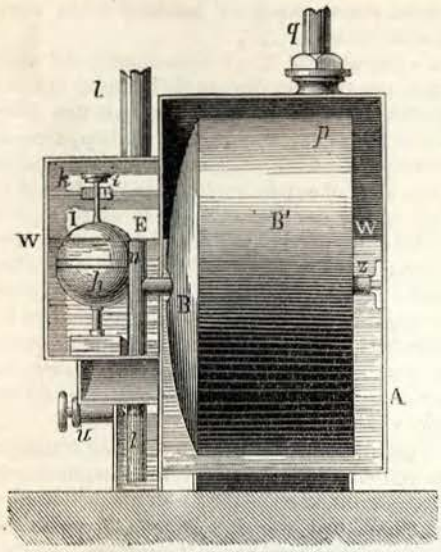


Fig. 1433.

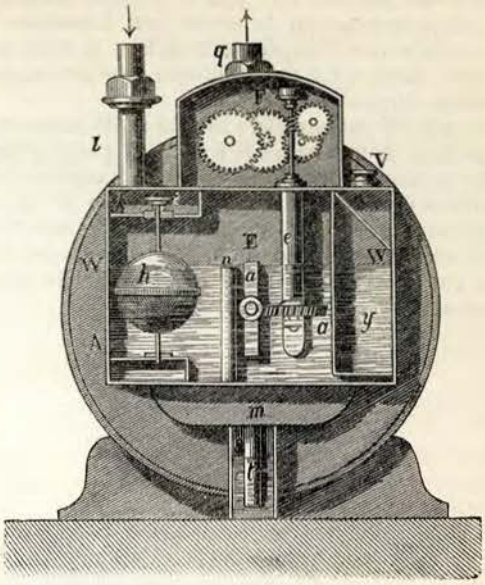


Fig. 1434.

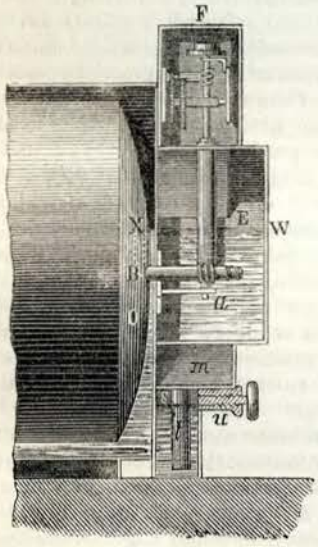


Fig. 1435.

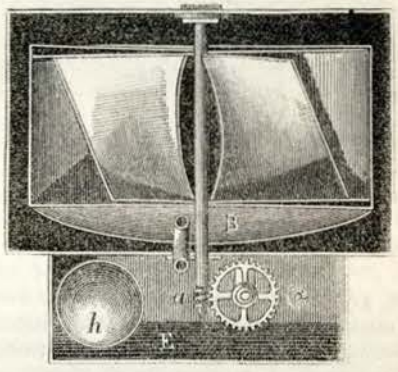


Fig. 1436.

cità della cassa A A, superiormente al livello dell'acqua e prende poscia a muoversi per il tubo q, dal quale si diramano in seguito tutti gli altri che debbono condurre il gas ai becchi di consumo; questo tubo è sempre munito di chiave, e di frequente anche quello di arrivo del gas l.

Già dicemmo che è indispensabile mantener il livello del liquido nell'apparecchio ad un'altezza costante onde le indicazioni siano esatte; si comprende infatti che il volume degli scompartimenti del tamburo aumenta coll'abbassarsi del pelo liquido, mentre rimane invece costante la velocità di rotazione e perciò il volume indicato dai quadranti, supposta invariata la pressione. Un abbassamento di livello porta adunque danno a chi vende il gas. Il galleggiante l impedisce che l'abbassamento possa oltrepassare un limite determinato; le condensazioni che il gas deposita in seno al liquido tendono a diminuire il lento abbassarsi del livello in causa della evaporazione; per di più l'officina esercita una sorveglianza attiva e provvede a che il livello dell'acqua nei contatori di consumo non sia lasciato di troppo avvicinare al limite inferiore.

Si noti che il tubo a gomito X, pel quale il gas fa passaggio dalla scatola E all'interno della calotta B, attraversa questa per un foro centrale pel quale passa pure l'estremità dell'asse z. Questo foro deve di continuo trovarsi immerso nell'acqua e di tanto da non potersi scoprire per un possibile abbassamento di livello, giacchè altrimenti il gas potrebbe per tale apertura passare direttamente nella cassa A A senza attraversare il tamburo misuratore.

L'introduzione dell'acqua si effettua per un'apertura apposita, chiusa da tappo a vite V. Poichè l'acqua abbia raggiunto la bocca superiore del tubo n, quella che può venire versata in eccedenza scende per il prolungamento t dello stesso tubo in un recipiente s, posto alla parte inferiore dell'apparecchio e che contiene sempre acqua sino all'altezza dell'apertura di spurgo u. Un dia-

framma *y* che discende sino presso il fondo della scatola E, impedisce al gas di uscire per l'apertura V mentre si introduce l'acqua, ed impedisce le frodi che potrebbero operarsi col mezzo di tale apertura se essa comunicasse direttamente col gas.

Per meglio far comprendere in qual modo siano separati i quattro scompartimenti e come il gas vi circoli ponendo in movimento di rotazione il tamburo, immagineremo di sezionare questo col piano di livello dell'acqua e di sviluppare su questo piano la superficie laterale del tamburo medesimo, colle traccie dei diaframmi, cioè colle linee d'incontro di questi colla superficie stessa.

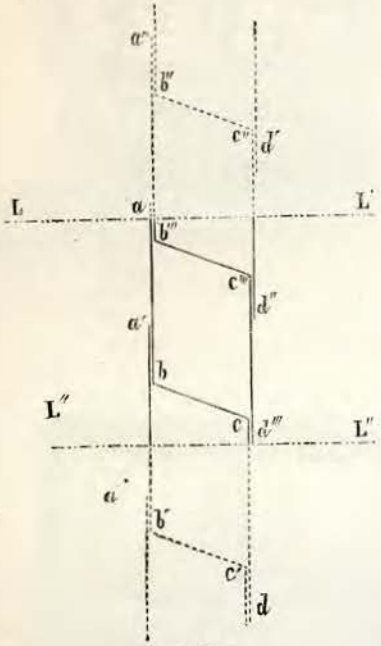


Fig. 1437.

Le rette L L', L'' L''' rappresentano, sullo sviluppo, le linee d'immersione, cioè le generatrici secondo le quali la superficie cilindrica rimane intersecata dal piano di livello; l'intervallo compreso fra di esse è la porzione emersa della superficie del tamburo. Le tre superficie piane costituite dai diaframmi e loro prolungamenti intersecano la superficie cilindrica nelle linee *ab*, *bc*, *cd*; *a'b'*, *b'c'*, *c'd'*; ecc., delle quali sono segnate in linea piena quelle comprese fra L L' ed L'' L''' perchè poste al difuori dell'acqua (fig. 1437).

Consideriamo uno dei diaframmi, quello *bc*; esso è diretto obliquamente all'asse, termina alla superficie di un piccolo cilindro che ha di comune col tamburo l'asse di figura e rimane costantemente immerso, di più è limitato dalla superficie laterale del tamburo, secondo la linea *bc*, e si prolunga poi lateralmente coi piani *ba* e *cd* che hanno forma di settori circolari. Il gas penetrando in uno scompartimento, per es. in quello compreso fra li diaframmi *abcd*, *a'b'c'd'*, dei quali il secondo è tuttora immerso, esercita sul primo una pressione che, non essendo equilibrata, pone in movimento il tamburo da *b'* verso *b*. Frattanto il settore *ba* immerge il suo lembo nell'acqua e l'entrata del gas rimane impedita nello scompartimento precedente, il quale, immergendosi nuovamente nell'acqua, si vuota del gas poichè questo trova una libera uscita sull'altra faccia del tamburo, cioè presso il lembo dell'altro settore che emerge appunto nello stesso mentre dal liquido. La stessa cosa accadrà per lo scompartimento *b c c' b'* quando, pel movimento rotatorio, il lembo *a'* sia giunto sulla linea d'immersione L L' e nello stesso mentre il lembo *d* abbia raggiunto quella di emersione L'' L'''.

Vedesi chiaramente che il movimento del contatore è assicurato per tutta la durata dell'efflusso del gas, sino a quando cioè avvi un consumo e quindi una differenza di pressione tra l'entrata e l'uscita dall'apparecchio.

Onde ottenere buone indicazioni dal misuratore, occorre collocarlo ad esatto livello ed in luoghi non troppo esposti all'azione del freddo a fine di evitare gli inconvenienti del gelo, per la qual cosa è bene mescolare coll'acqua della cassa A A un po' di alcool o di glicerina.

Noteremo ancora che, ad impedire il movimento retrogrado degli indici (e quindi del tamburo) ed evitare la possibile frode per alterate indicazioni dei quadranti, uno degli assi del rotismo, soventi quello stesso del tamburo, porta un nottolino che ne permette la rotazione in un solo verso.

§ 73. *Tipi speciali di contatori.* — Al contatore ora descritto vennero portate parecchie modificazioni nello intento di eliminare o rendere meno sensibili gli errori di misurazione, prodotti dallo spostarsi del livello del liquido entro l'apparecchio; si aggiunsero perciò degli appositi galleggianti, dei serbatoi di riserva e si tentò persino la costruzione di contatori *a secco*, senza ottenere però soddisfacenti risultati. La soluzione del problema interessava soprattutto i fabbricanti di gas, giacchè è constatato che nei piccoli contatori (per cinque fiamme) un abbassamento di 12 mm. nel livello dell'acqua può far perdere alla officina sino al 7 % del gas fornito; tale perdita può poi raggiungere il 12 % nei contatori di maggiori dimensioni. Egli è bensì vero che i direttori delle officine cercano di ristabilire quanto più sovente è possibile l'altezza normale del livello; ma il consumatore, dal canto suo, può togliere quando che sia dall'apparecchio, levando il tappo dell'apertura di spurgo e soffiando per esempio in uno dei becchi a fiamma, tant'acqua da condurre la valvola del galleggiante sin presso alla posizione di chiusura. I costruttori di apparecchi pel gas non ristettero perciò dal ripetere tentativi ed oggidì i signori Siry-Lizars di Parigi costruiscono un contatore modificato che essi denominarono a *misura invariabile*. Questo contatore è affatto analogo a quello già descritto per la disposizione delle parti, se non che all'interno del tamburo vennero collocati quattro canali o cucchiai (fig. 1438), due sul dinanzi, M, M', e due sul didietro N, N', i quali agiscono di maniera da permettere in ogni giro l'ingresso nel tamburo ad un determinato e costante volume di gas, qualunque sia l'altezza dell'acqua.

In ciascuna delle figure 1439 e 1440 è rappresentato un solo cucchiajo, quello che è in azione; i diaframmi che separano i varii compartimenti del tamburo sono rappresentati da semplici linee. Nella figura 1439 è rappresentato il cucchiajo nel momento in cui la sua estremità *e* incontra il livello dell'acqua *m n*: in questo stesso momento il compartimento misuratore B si chiude all'entrata del gas.

Il cucchiajo in questa posizione ritiene un volume di gas nella capacità rappresentata in figura dalla parte tratteggiata; questo volume di gas è preso dallo scompartimento A ove il gas fu già misurato e che comunica colla condotta del consumatore.

La figura 1440 rappresenta lo stesso cucchiajo portato dal movimento di rotazione nella posizione in cui l'altra sua estremità S sta per uscire dall'acqua: il gas contenuto nel cucchiajo comincia allora a mescolarsi con

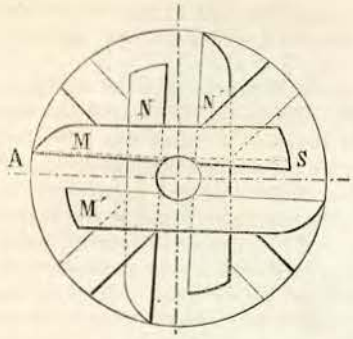


Fig. 1438.

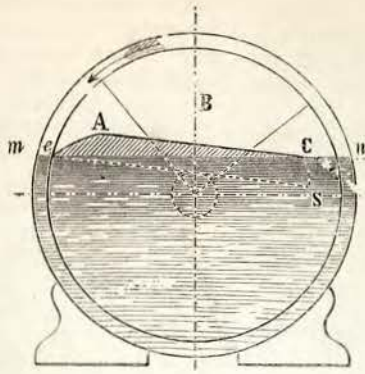


Fig. 1439.

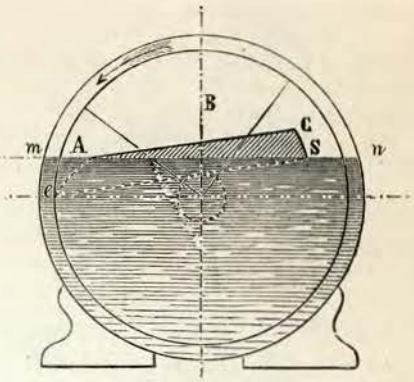


Fig. 1440.

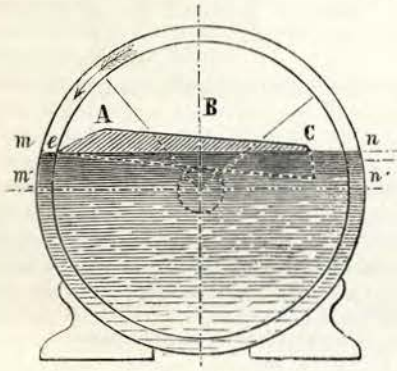


Fig. 1441.

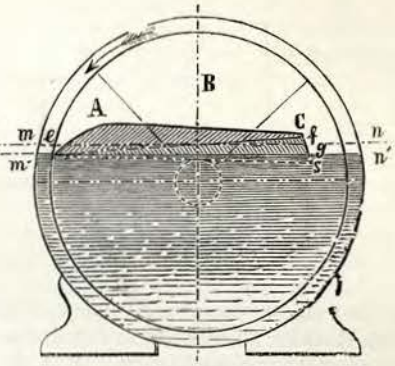


Fig. 1442.

quello dello scompartimento C che non è misurato e comunica ancora colla condotta della strada.

Supponiamo ora che il livello dell'acqua discenda e passi da *mn* in *m'n'* (fig. 1441). L'estremità *e* del cucchiajo verrà ad incontrare il liquido in posizione più bassa e potrà essere contenuto in quello un maggior volume di gas. Questo aumento di volume è evidentemente eguale alla superficie *e f g*, moltiplicata per la larghezza del cucchiajo (fig. 1442). Vedesi adunque che se per l'abbassamento del pelo liquido nel compartimento B è contenuto un maggior volume di gas, in compenso il cucchiajo toglie un maggior volume dal compartimento precedente A per riportarlo in quel compartimento C che ancora comunica coll'interno della calotta del tamburo, vale a dire col tubo di arrivo del gas dall'officina. Se si dispongono le cose in modo che questi due volumi siano eguali, dovrà evidentemente uscire dal tamburo, per ogni giro, lo stesso volume di gas che ne usciva prima che si effettuasse l'abbassamento di livello.

Dal sin qui detto si desume facilmente che la compensazione dei volumi ha luogo, una volta fissato la forma dei cucchiai, soltanto per quel determinato abbassamento di livello che preventivamente si è supposto; però gli errori derivanti da abbassamenti diversi sono affatto trascurabili. Per un contatore da 5 becchi, calcolati i cucchiai per un abbassamento di mm. 8.2, si constatò un massimo errore possibile del 0.038 %.

Si noti che l'abbassamento supposto di mm. 8.2 è quello cui corrisponde una compensazione più perfetta fra i volumi contenuti in più nei compartimenti misuratori e i volumi di gas estratti in più dai cucchiai. Per altri dislivelli le differenze fra i due volumi sono variabili, talora positive, talora negative, sempre però piccolissime; accade così che se l'officina subisce una piccola perdita per un determinato livello, ne viene ricompensata se il livello continua ad abbassarsi. In ogni caso però la perdita è si tenue che sarebbe praticamente impossile tenerne conto.

Poichè i cucchiai prismatici prendono del gas in un compartimento alla pressione di *uscita dal contatore* per porlo in contatto con altro gas che ha la pressione di *entrata*, potevano prodursi nell'apparecchio delle oscillazioni perturbatrici. Per evitare tale inconveniente i cucchiai vennero disposti in modo che il gas entro di essi viene compresso prima di far passaggio dal compartimento d'*uscita* a quello di *entrata*.

§ 74. *Verificazione dei contatori.* — La legge prescrive che i contatori, prima di entrare in commercio per essere venduti ai consumatori di gas, debbano essere verificati in apposito laboratorio, da un operatore debitamente riconosciuto ed autorizzato; vuole di più, che la stessa operazione si abbia ad eseguire ogniqualvolta un contatore debba essere rimesso *allo zero*, quando cioè lo strumento venga trasferito da un luogo ad un altro ovvero da uno ad altro proprietario.

L'operatore incaricato di questa verificazione deve essere abile ed attivo e gli strumenti di controllo della massima possibile precisione. Occorre inoltre che tali strumenti siano collocati in una camera appositamente disposta, detta *Camera dei saggi*.

La figura 1443 indica quali sono gli apparecchi principali di cui questa camera va munita e la loro relativa posizione. Avvi un gasometro per saggi G colla vasca di ghisa e la campana di lamiera stagnata; quest'ultima è guidata nel suo movimento verticale da quattro coppie di pulegge, due collocate all'orlo inferiore e due sulla calotta, scorrevoli contro apposite guide poste all'interno della vasca e contro le colonne di sostegno C C. Le due

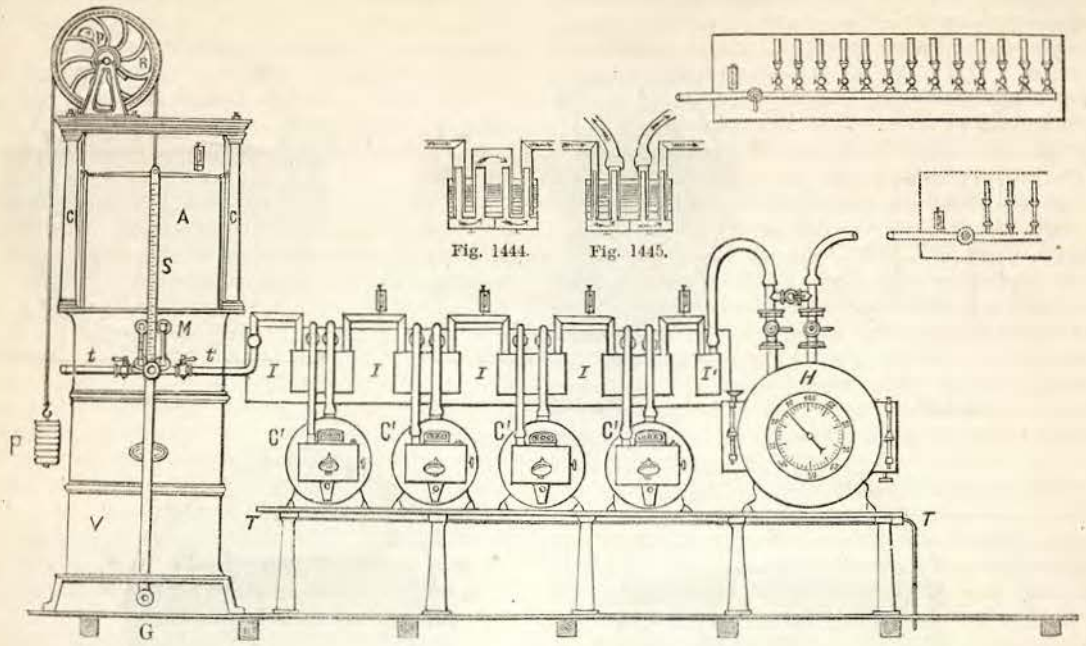


Fig. 1443.

Fig. 1444.

Fig. 1445.

colonne sopportano una traversa sulla quale è collocata una ruota a gola R, cui è accavallata una funicella che sostiene la campana da una parte e dall'altra un contrappeso P, per mezzo del quale può venire regolata la pressione del gas. La stessa ruota R è munita di un contrappeso p atto ad equilibrare le differenze di peso della campana quando questa si solleva o si abbassa.

I tubi di entrata e di uscita del gas t e t' sono muniti di rubinetto; la vasca porta scolpita un'apertura di trabocco alla parte superiore della sua parete, allo scopo di impedire il sollevamento del pelo d'acqua che verrebbe prodotto dall'immergersi della campana.

Un manometro M a due tubi di vetro, dei quali uno è aperto superiormente e l'altro in comunicazione per l'estremità superiore col tubo t', serve a valutare la pressione del gas nella campana. Fra questi due tubi scorre, seguendo i movimenti della campana, un regolo graduato S, sopra del quale sono segnati i litri di capacità della campana medesima; apposito indice collocato all'altezza del livello dell'acqua nella vasca, segna il volume del gas raccolto nel gasometro, al principio ed alla fine di una operazione. La valutazione del volume della campana e la corrispondente graduazione del regolo S debbono essere fatte dal costruttore dell'apparecchio colla più scrupolosa esattezza.

Il gasometro viene collocato, col suo asse esattamente verticale, sopra un zoccolo di ghisa o di muratura. Prossima ad esso avvi una lunga tavola T T di ghisa piallata o di marmo levigato, perfettamente orizzontale e munita di una doccia per lo scolo dell'acqua. Sopra di questa tavola vengono collocati i contatori C' che si vogliono verificare, in numero non superiore a quattro. La circolazione del gas per questi contatori si fa col mezzo di tante cassette idrauliche I collocate superiormente alla tavola e sopra apposita mensola; esse permettono alla occorrenza di togliere dalla circolazione quelli dei contatori che si vogliono isolare. A tale scopo vengono costrutte come indicano le fig. di dettaglio 1444, 1445, la prima delle quali mostra come si dispone una cassetta quando si vuole isolare il rispettivo contatore. Sopra ciascuna cassetta avvi un manometro.

Viene in seguito un esattissimo contatore di controllo H, costrutto colla massima semplicità, onde sieno evitate le resistenze passive, cause di perturbazioni. Sono così in esso soppressi i rotismi, e l'indice è portato dallo stesso asse del tamburo misuratore, la di cui portata è di 100 litri per ogni giro. Sul quadrante, che è di grande diametro, sono segnate 100 divisioni, ciascuna corrispondente ad un litro. — Questo contatore è altresì munito di tubi di trabocco che servono a porre l'acqua in esso al dovuto livello; il tubo di arrivo del gas è collegato con quello di uscita da una ultima cassetta idraulica I'; quello di uscita con un filare di becchi a gas, tutti muniti di rubinetti e collocati a sufficiente distanza da tutti gli apparecchi suddescritti, perchè il calore della combustione non si trasmetta al gas che attraversa i contatori. La camera deve inoltre avere una stufa ed opportuni mezzi di ventilazione perchè si possa mantenervi una temperatura costante per tutta la durata delle operazioni. Vi sarà pure un serbatojo per l'acqua che deve riempire i contatori e talvolta il gasometro; è bene poi che gli apparecchi da verificarsi siano riempiti nel giorno anteriore a quello in cui si vogliono fare gli sperimenti.

Ecco ora in quale modo deve procedere l'operatore: egli si assicurerà anzitutto che l'acqua sia al dovuto livello nel gasometro e nel contatore di controllo, collocherà in seguito sul tavolo T T i contatori da verificarsi riempiendoli d'acqua sino al giusto livello, li raccorderà colle rispettive cassette idrauliche per mezzo di tubi di gomma, collegando pure la prima cassetta col gasometro e l'ultima col contatore di controllo.

Riempirà poscia di gas la campana del gasometro, regolando la pressione a mezzo del contrappeso P, e si assicurerà che non vi siano fughe fra il gasometro ed il filare dei becchi. A tal fine aprirà il rubinetto del tubo t, lascierà effluire una piccola quantità di gas in modo da eguagliare la pressione in tutto il percorso, indi chiu-

derà lo stesso rubinetto. Se la pressione si mantiene costante ai manometri delle scatole idrauliche, sarà indizio che non vi hanno fughe; in caso contrario dovrà cercare ove sia il guasto e non cominciare le operazioni che dopo avervi riparato.

L'operatore regolerà l'efflusso del gas, col rubinetto t', a seconda della capacità dei contatori da sperimentare e perciò farà passare il gas, per qualche minuto, nel contatore di controllo, assicurandosi, con un orologio a secondi, che l'efflusso avvenga in ragione di 150 litri per becco e per ora. Prenderà quindi nota della cifra segnata da ciascun contatore, porrà a livello il gazometro e l'indice della graduazione S ed infine condurrà sopra lo zero l'indice del contatore di controllo. Aprirà il rubinetto di uscita del gas del gasometro, quello che mette al filare dei becchi, e l'esperimento avrà principio.

Durante l'operazione si dovranno tenere in vista i manometri delle cassette idrauliche e sarà bene arrestare l'operazione stessa a metà durata onde accertarsi che nessun guasto sia sopravvenuto.

Effluito quel volume di gas che preventivamente si è stabilito, l'operatore chiude il rubinetto del gasometro ed osserva se l'indicazione del contatore di controllo è in perfetto accordo con quella del gasometro; se tale accordo non sussiste l'operazione è male riuscita e fa d'uopo ricominciarla; se avvi invece corrispondenza fra le due indicazioni, l'operatore esaminerà in seguito le indicazioni dei contatori in esperimento, dichiarando inservibili quelli affetti da errore superiore all'1 %.

PARTE TERZA

Illuminazione a gas.

§ 75. La luce artificiale, qualunque ne sia l'origine, fiamma di idrocarburi gasosi, gas impiegato a riscaldare una sostanza irradiante, candele, arco voltaico, lampade elettriche ad incandescenza, è sempre dovuta al riscaldamento sino alla temperatura di emissione dei raggi luminosi, di piccole particelle o di una intera massa solida. L'intensità luminosa è perciò tanto maggiore, quanto più alta è la temperatura che si può raggiungere. Nella fiamma del gas illuminante le particelle solide provenienti dalla decomposizione dei carburi sono sospese nella stessa corrente gasosa e si distruggono colla combustione portandosi dapprima alla incandescenza; nell'arco voltaico avvi pure carbone che si consuma e nelle lampade elettriche ad incandescenza il carbone brilla nel vuoto portato ad elevata temperatura dalla corrente elettrica che lo attraversa.

Sul potere luminoso della fiamma di un gas essenzialmente idrocarburato, qual è quello di cui noi ci occupiamo, oltre alla temperatura di combustione, influiscono altre circostanze la di cui conoscenza è del massimo interesse. Così, il rapporto fra la quantità di gas che abbrucia e il volume d'aria che ne alimenta la combustione ha una capitale influenza sull'effetto luminoso della fiamma; di più, assegnato un conveniente valore a questo rapporto, l'effetto può ancora variare a seconda del modo con cui l'aria giunge e si mescola alla corrente gasosa e colla forma della fiamma, la quale dipende dalla struttura del beccuccio o lucignolo per cui effluisce il gas. — Anche la sostanza impiegata nella costruzione del lucignolo può avere influenza sul potere luminoso.

§ 76. Un gas effluisce da un'apertura con tanta maggior facilità, quanto minore ne è la densità, e può ritenersi che, a parità di circostanze, la portata di una stessa luce di efflusso è inversamente proporzionale alla radice quadrata della densità del gas. Vedesi adunque che i lucignoli destinati alla combustione di gas pesanti, quali sono quelli del litantrace e segnatamente dei Cannel-coal e dei Boghead, debbono presentare un'apertura più grande di quella dei lucignoli per gas leggeri. Siccome poi in ciascuna località la densità del gas prodotto è sensibilmente costante, riesce facile determinare la forma più conveniente del lucignolo che devesi adottare.

La combustione del gas non incomincia immediatamente dopo l'apertura di uscita, ma bensì a qualche distanza da essa, sicchè la fiamma sembra mantenersi sospesa al disopra del lucignolo senza toccarlo. Questo fatto, facile ad osservarsi, prova che il gas, oltre la luce di efflusso, percorre uno spazio senza abbruciare e mescolandosi all'aria. Le proporzioni di questo miscuglio sono variabili colla velocità di uscita, e se questa si fa troppo forte il potere luminoso rimane scemato, la fiamma prende una tinta azzurrognola mentre aumenta considerevolmente la sua temperatura. Se l'efflusso diviene ancora più rapido e il raffreddamento, prodotto dall'aria, troppo intenso, cessa di aver luogo la combustione. Per contrario se la quantità di aria che accede alla fiamma è insufficiente, questa diviene fuliginosa e smorta, produce cattiva illuminazione accompagnata da sviluppo di fumo.

Tutto ciò manifesta quanta azione eserciti sulla luminosità della fiamma la quantità di aria mescolata, la temperatura di questa e la velocità di uscita del gas dal beccuccio. Siccome poi per un determinato orifizio e per una assegnata qualità di gas, l'efflusso è in relazione intima col valore della pressione, facile è comprendere come sia di somma importanza il mantenere questa entro limiti convenienti eliminando le influenze perturbatrici. Trattandosi di gas-luce estratto dal litantrace, si ammette che la pressione nel tubo di diramazione che conduce il gas all'utente debba essere di 15 millim. d'acqua all'incirca, dei quali 4 vengono consumati nel contatore, altri otto dalla tubatura, locchè riduce a 3 mm. la pressione all'efflusso.

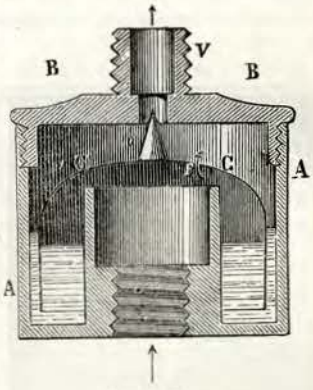


Fig. 1446.

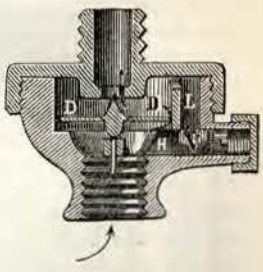


Fig. 1447.

Già vedemmo che il consumatore può attenuare gli inconvenienti arrecati dalle variazioni di pressione col porre un piccolo regolatore presso il contatore. L'azione di questo regolatore è tuttavia insufficiente in alcuni speciali casi, quando cioè si hanno a temere repentini e frequenti turbamenti nella pressione. Si possono impiegare allora dei piccoli apparecchi detti *reometri* o *regolatori di volume*, i quali funzionano come moderatori dell'efflusso presso ciascun lucignolo. Il sig. Giroud di Parigi costruisce quelli rappresentati in grandezza naturale dalle figure 1446 e 1447. Il primo consta di una

piccola scatola cilindrica e verticale, di rame A A, al di cui coperchio B B viene fissato il lucignolo per mezzo della vite *v*. Sul fondo inferiore trovasi un largo orifizio ad orlo rientrante, mediante il quale la scatoletta può venire fissata sul tubo che conduce il gas. Questo giunge all'interno della scatola, sotto una piccola campana C C che ha gli orli immersi in un bagno di glicerina pura e porta un foro F calcolato in modo che per esso abbia passaggio, sotto la pressione normale, quel volume di gas che deve alimentare il becco. Un piccolo otturatore conico *o* posto alla sommità della campanella regola il grado di apertura della luce per cui il gas si reca dall'interno della scatola al porta-lucignolo. Il modo di agire è, come vedesi, affatto analogo a quello dei regolatori di officina; i risultati ottenuti con questo piccolo apparecchio sono lodevoli.

Il secondo reometro è *a secco*, di minori dimensioni ed in esso la campanella è sostituita da un dischetto metallico D D a cui l'otturatore conico fa da contrappeso. Mediante una vite V può aprirsi al gas, nella misura conveniente, un passaggio laterale H L e regolare così a volontà la velocità dell'efflusso, cioè la perdita di pressione entro il piccolo apparecchio.

§ 77. *Becchi per il gas.* — Lo studio delle forme e disposizioni più opportune da assegnarsi ai lucignoli sopra dei quali il getto di gas deve inflammarsi e produrre luce, ha esercitato a lungo ed occupa tuttora abili operai e distinti scienziati che ben compresero quanto sia utile a loro ed alla società l'occuparsi anche di quei problemi industriali che il profano giudica di minima o di nessuna importanza e la di cui soluzione reca tuttavia non indifferente vantaggio al benessere generale. Si potrebbe certamente compilare un trattato sulle varie forme dei becchi per il gas: il loro numero è prodigioso e va, può dirsi, giornalmente aumentando pei continui perfezionamenti cui ha dato motivo ed impulso la lotta feconda che questo sistema di illuminazione ha impegnato coll'altro nuovo e potente ottenuto coll' elettricità. — Crediamo sia compito nostro il dover descrivere quelli più comunemente usati e gli altri di recente invenzione che segnano un vero progresso nell'industria dell'illuminazione a gas.



Fig. 1448.



Fig. 1449.

§ 78. *Becco a ventaglio* (fig. 1448, 1449). — Consta di un cilindretto vuoto terminato da capocchia sferica di un diametro talvolta maggiore di quello del tubo o corpo del becco. La capocchia è tagliata in due parti da una fessura della larghezza media di 6/10 di millimetro. La fiamma prende una forma schiacciata e larga, sicchè presenta una superficie considerevole. Questo becco è specialmente impiegato per l'illuminazione delle vie e degli edifici pubblici, ha il vantaggio di presentare una fiamma di forma poco variabile col diminuire della pressione e di un potere rischiarante superiore a quello degli altri comuni lucignoli. Quando la fiamma è larga 67 mm. ed alta 32, si consumano 140 litri di gas per ogni ora, con una intensità luminosa di 1.1 Carcel.

§ 79. *Becco di Manchester* (fig. 1450). — Questo becco dà una fiamma che per la sua forma speciale è detta a *coda di pesce;* ha la forma di un cono tronco munito alla estremità superiore di due fori *i* ed *i'*, le cui direzioni s' incontrano sotto un determinato angolo. Per l'urto dei due zampilli la fiamma risulta di forma schiacciata e disposta in un piano perpendicolare a quello formato dagli assi dei due fori. Il rallentamento che per questo fatto subisce la corrente gasosa permette, secondo alcuni, a questo lucignolo di raggiungere un potere illuminante paragonabile a quello del becco a ventaglio; vuolsi però che il consumo di gas sia di assai maggiore. La priorità del becco a ventaglio venne constatata dalli signori Audouin e Bérard, i quali con accurate esperienze stabilirono altresì che la pressione più conveniente presso la fessura di uscita è quella di 2 o 3 millimetri di acqua.



Fig. 1450.

§ 80. *Becchi Argand.* — Nell'interno degli appartamenti, nelle botteghe e nei caffè sono di frequente usati dei becchi di forme alquanto diverse, ma appartenenti ad uno stesso tipo conosciuto sotto il nome di *Argand.* L' efflusso del gas avviene per un anello pertugiato da piccoli fori in numero variabile da 12 a 30, sufficientemente avvicinati fra loro perchè le rispettive fiamme abbiano a riunirsi e costituirne una sola di forma cilindrica all'interno ed all'esterno della quale circola l'aria che deve alimentare la combustione, per la qual cosa è necessario l'impiego di un tubo di cristallo che circondi la fiamma e regoli l'accesso dell'aria.

A seconda della quantità e del modo con cui l' aria viene a porsi in contatto col gas combustibile, varia il potere luminoso del becco Argand; se essa è eccessiva questo scema, mentre si eleva la temperatura della fiamma ed il consumo. Da ciò l'impiego di involucri di tela metallica, di vetro o di porcellana atti a moderare la chiamata di aria sulla fiamma ed a riscaldarla prima che arrivi in contatto di questa.

Maccaud fu il primo ad applicare una tela metallica finissima sotto il lucignolo ed obbligando l'aria ad attraversarla, ottenne maggior splendore e maggiore stabilità nella fiamma. La reticella metallica ha però l'inconveniente di alterarsi e sporcarsi facilmente, sicchè occorre ripulirla sovente con cura per evitarne la facile rottura.

Nel becco *Bengel* (fig. 1451, 1452, 1453), qui presso rappresentato in elevazione, pianta e spaccato, la reticella metallica è sostituita da un panierino P di porcellana. L' aria che entra pei fori di questo panierino si scalda e prende a salire per il condotto centrale *a*. Il gas giunge per due condotti *i, i* alla estremità superiore del becco e ne esce per 30 forellini *o,o* disposti sopra di una stessa circonferenza: la galleria di ottone G serve ad assicurare il tubo cilindrico di cristallo che deve proteggere la fiamma e produrre la necessaria chiamata di aria. Il panierino di porcellana può venire nettato con maggior facilità della reticella, è più resistente e, mantenendo più a lungo

fori con eguale apertura, serba alla fiamma una forma regolare.

Monier sostituì invece alla reticella metallica un involucro di lamiera d'ottone solcato longitudinalmente da fenditure che danno passaggio all'aria. Tali fenditure si ostruiscono assai più difficilmente col pulviscolo dell'aria, questa si riscalda con maggior facilità per il contatto col metallo ed ottiensi perciò una economia del 13 al 14 per 100 sul becco Bengel.

Si usano pure becchi nei quali l'efflusso del gas avviene per un'apertura circolare che sostituisce i fori del becco Argand, cui si rimprovera qualche irregolarità nella forma della fiamma, causata dalla chiusura di alcuno dei forellini che danno passaggio al gas. Meritano di essere menzionati i lucignoli di Marini, del Parisot e del Dubail e quelli a panierino di cristallo che evitano la formazione di un'ombra al disotto del lucignolo.

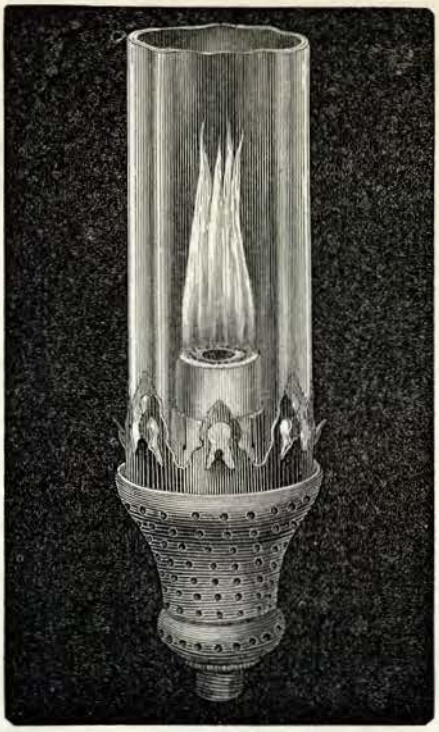


Fig. 1451.

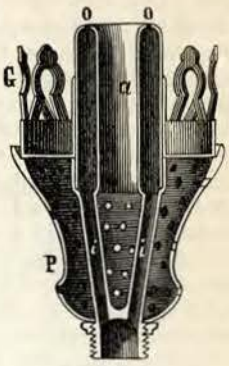


Fig. 1453.



Fig. 1452.

§ 81. *Lampade Siemens.* — I tentativi che da un quinquennio circa vanno ripetendosi per la illuminazione delle vie e degli stabilimenti pubblici, chiamarono l'attenzione generale sopra la utilità di centri luminosi di potenza maggiore di quelli sino ad ora impiegati. Per motivi economici e per le cangiate condizioni dell'illuminazione pubblica si comprese ben tosto che, sia per abitudine, sia per la certezza del monopolio, l'industria del gas aveva troppo seguìto alla lettera il detto di Lavoisier:

« Nella illuminazione delle città devesi fare impiego, non già di pochi fanali che emanino molta luce, ma bensì di piccole e numerose lanterne le quali ripartiscano uniformemente la luce distruggendo le ombre portate dagli oggetti circostanti ».

L'illuminazione elettrica e segnatamente quella a grandi centri luminosi trovò perciò al suo apparire un campo d'azione pressochè libero, del quale tentò e tenta tuttora d'impossessarsi. L'industria del gas rispose lottando con energia, cercando di soddisfare ai giusti desiderii del pubblico con nuove invenzioni di pratica e felice applicazione. I progressi realizzati in questi ultimi tempi, e può dirsi in questi ultimi mesi, sono tali che puossi affermare essere apparso alla vecchia industria un nuovo orizzonte, essersi dessa posta sopra una via sulla quale potrà effettuare importanti conquiste. I lavori intrapresi dimostrarono infatti che l'illuminazione col gas è suscettibile con somma facilità di *suddivisione* e di *moltiplicazione* e che quest'ultima ne aumenta considerevolmente l'effetto utile. La luce elettrica invece, sino ad oggidì, non fu suscettibile di divisione se non a patto di una considerevole diminuzione nel rendimento; occorre infatti un dispendio di forza motrice, per unità di potere luminoso, tanto maggiore quanto più suddivisa è la luce, vale a dire, quanto più piccoli sono i centri luminosi.

Vista la utilità dei *becchi* a grande consumo o *becchi intensivi*, ed il crescente favore a questi concesso dal pubblico, gl'inventori si posero alacremente all'opera, sicchè in brevissimo lasso di tempo apparvero forme svariatissime di lucignoli a grande potere luminoso. Così si ebbero i becchi intensivi della Compagnie parisienne, di Coze, Mallet, Sugg, Giroud, Wigham, Gautier, Marini-Goelzer, a fiamma sferoidale di Bengel, quello di Ulbrich e Messmer e quello a rigeneratore di Siemens Federico di Dresda, uno dei membri di questa illustre famiglia meritatamente celebre per le numerose invenzioni di cui ha arricchito la scienza e l'industria. Noi ci occuperemo soltanto di quest'ultima lampada, contentandoci di avere accennato alle altre.

Nello studiare la nuova lampada il Siemens ebbe di mira il riscaldamento dell'aria che deve alimentare la combustione del getto di gas, utilizzando o meglio *ricuperando* il calore perduto dai prodotti della combustione; di tale maniera egli si proponeva di compensare la perdita di calore subìta dalla fiamma per il contatto coll'azoto, il quale, mentre costituisce all'incirca i $^4/_5$ della massa d'aria, si conserva affatto inerte nella combustione; la temperatura della fiamma doveva così avvicinarsi maggiormente a quella di combustione del gas nell'ossigeno puro.

Le figure 1454, 1455, 1456, 1457 rappresentano schematicamente la struttura del becco intensivo Siemens. Vi hanno tre camere distinte A, B, C a pareti di ghisa o di bronzo; per il tubo *b* il gas giunge nella camera B che è di forma annulare, vi si dilata e giunge all'efflusso con debolissima pressione; l'efflusso avviene per una serie di tubetti verticali *t* del diametro di 5 a 6 millimetri, disposti in corona.

Per l'altra camera annulare A giunge l'aria che deve alimentare la combustione; l'aria entra dalla parte inferiore e dopo aver lambito le pareti calde di tutte e tre le camere A, B, C, fugge alla estremità superiore della lampada, in O, mescolandosi al getto di gas ed abbruciandolo. La estrema vicinanza dei tubetti *t* fa sì che i loro getti si riuniscono e la fiamma risulta di forma rotonda; essa si eleva dapprima per poscia rovesciarsi in basso, chiamata dal tirante di un condotto laterale L al quale

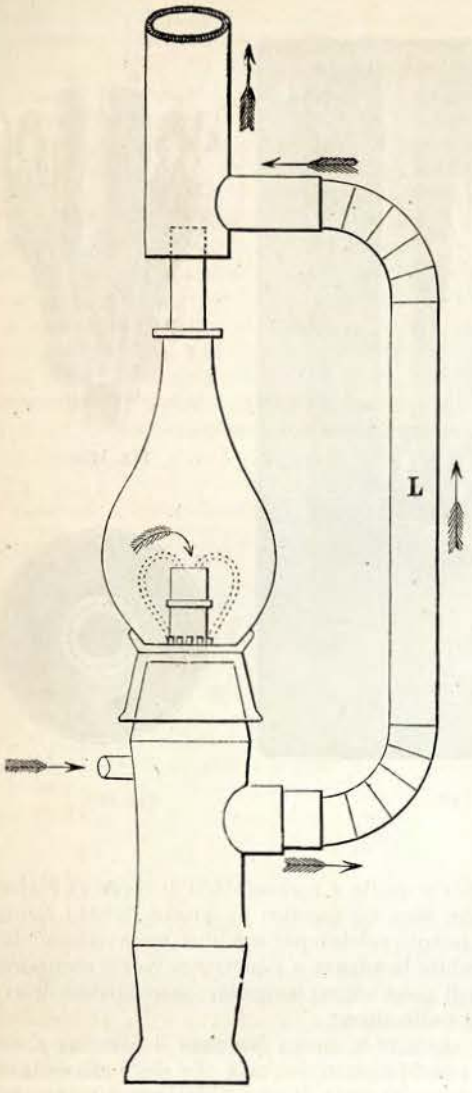


Fig. 1454.

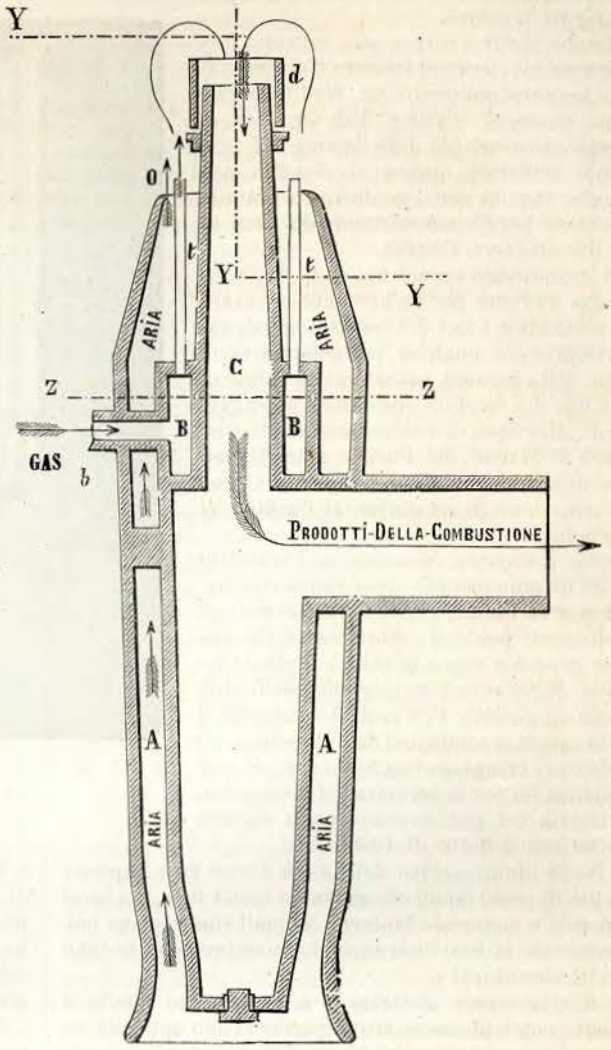


Fig. 1455.

giungono i residui della combustione attraversando l'interno della camera C le cui pareti vengono portate ad alta temperatura. La fiamma, nel rovesciarsi, gira attorno all'orlo superiore di un piccolo cilindro *d* di sostanza refrattaria.

Così essendo disposte le cose, il gas si riscalda e si dilata nella camera B, mentre l'aria va gradatamente scaldandosi e sollevandosi per la camera A raggiungendo presso l'uscita, in O, una temperatura prossima ai 500°. Un diaframma a denti o *deflettore* collocato in O all'uscita dell'aria divide questa in altrettanti getti quanti sono i tubetti *t*, ed altro deflettore posto a due centimetri sopra il primo e disposto rispetto a questo come indica la fig. 1457, rompe i piccoli getti di gas onde avvenga fra questo e l'aria calda una intima mescolanza. La casa Siemens costruisce tali lampade con varie dimensioni, per differenti intensità luminose e cioè da 2 a 75 Carcel, parte a fiamma libera, parte con tubo di vetro, alcune con presa di gas laterale, qual è appunto la lampada rappresentata qui presso, altre con presa di gas inferiore. La seguente tabella racchiude le cifre indicanti il consumo di gas per ora e per Carcel e il potere rischiarante totale, promessi dalla Ditta costruttrice, nonchè il prezzo delle diverse lampade.

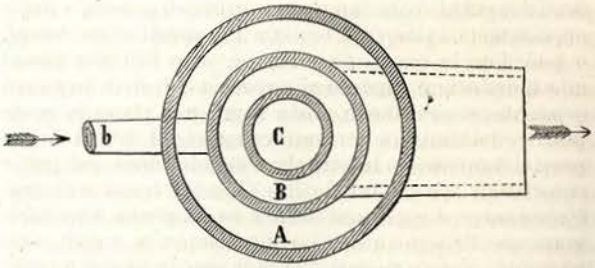


Fig. 1456 — Sezione Z Z.

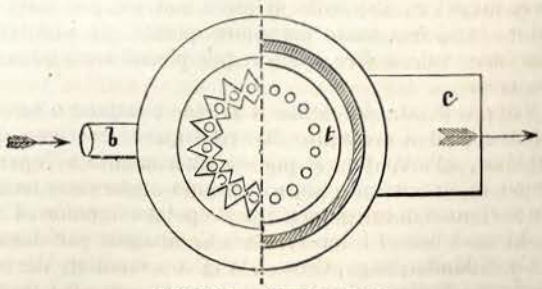


Fig. 1457 — Sezione YYY.

Marca	Disposizione della lampada	Consumo di gas per ora	Potere rischiarante	Consumo per ora e per Carcel	Prezzo
		litri	Carcel	litri	lire
N	Fiamma libera con presa di gas laterale	2200	75	29-30	300
A	A cilindro di vetro con presa di gas inferiore	1600	46-48	34-35	250
B	Fiamma libera con presa di gas laterale	1400	40-42	35	250
I	Fiamma libera con presa di gas inferiore . . .	1600	46-48	34-35	250
C	A cilindro di vetro con presa di gas inferiore .	800	21-22	38	165
D	Fiamma libera con presa di gas laterale	600	15-16	40	165
F	Id. id. id.	450	10-12	44-45	110
G	Id. id. id.	250	5	50	70
H	A cilindro di vetro con presa di gas inferiore .	300	6-7	50	70
M	Id. id. id.	150	2-3	50	35

Nel seguente secondo quadro sono raccolti i risultati di esperienze comparative istituite sopra i principali becchi a gas: appare manifesta la superiorità dei becchi intensivi e segnatamente dei becchi Siemens.

Indicazione del becco o lucignolo	Consumo totale per ora, in litri	Intensità luminosa in Carcel	Consumo di gas per ora e per Carcel	Effetto utile in Carcel per ogni 1000 litri di gas
Becco a farfalla o ventaglio, 1ª serie	100	0.77	129	7.70
Id. Id. Id. 2ª serie	140	1.10	127	7.85
Id. Id. Id. 3ª serie	200	1.72	116	8.60
Becco intensivo della via Quattro Settembre in Parigi.	1400	13.00	105-107	9.20
Becco intensivo Marini-Goezler	800	8.5	95	10.60
Id. Id.	1500	17.00	90	11.30
Id. sferoidale Bengel	700-750	9-10	75-80	12.80
Id. Ulbrich-Messmer	500	7	»	»
Id. Id.	1400	20	70-75	14.00
Id. Id.	2000	27-28	»	»
Becco Siemens a rigeneratore	300	5-7	45-50	20.00
Id. Id.	600	13-15	40-45	23.00
Id. Id.	800	20-22	38-40	26.00
Id. Id.	1000	46-48	33-35	29.00

§ 82. *Lucignolo a dilatazione di gas.* — I becchi intensivi non possono soddisfare a tutti gli svariatissimi bisogni della illuminazione; la divisione della luce, le piccole sorgenti luminose sono ancora necessarie, indispensabili, in moltissime circostanze; d'altra parte il prezzo elevato delle lampade intensive ne limita maggiormente l'impiego tanto nella illuminazione pubblica, quanto nella privata. Per tali motivi e per il bisogno imprescindibile di realizzare una economia nel consumo di gas onde sostenere la concorrenza dell'elettrico, si cercò di realizzare i vantaggi constatati nei becchi intensivi, nello stesso semplice lucignolo a ventaglio, che è quello più estesamente usato. Vista poi la convenienza di rendere minima la pressione del gas all'uscita dal beccuccio (cui si poteva allargare la fessura per facilitare l'efflusso), si pensò a fare in modo che il gas prima di uscire dal lucignolo trovasse una cavità alquanto ampia ove potesse dilatarsi, soffermarsi alcun poco ed assorbire il calore trasmesso per contatto dalla fiamma alle pareti di questa camera di dilatazione. Questa dilatazione del gas prima dell'uscita rende meno sensibili le variazioni di pressione, specialmente notevoli nelle ore di sera e nelle condotte inclinate all'orizzonte.

Il lucignolo Waschke (fig. 1458) è appunto basato sul principio ora accennato. La parte inferiore metallica I viene innestata sul tubo che deve condurre il gas al lucignolo ed ha forma conica onde più facile riesca l'innesto; alla parte esterna è munita di verme a vite e al disopra del collare C, di una sporgenza cilindrica esternamente lavorata a vite, racchiudente il beccuccio di steatite *b*. Per due piccoli fori *f*, *f'* il gas entra in una prima camera *e* nella quale comincia a dilatarsi e riscaldarsi, esce quindi per il beccuccio *b*,

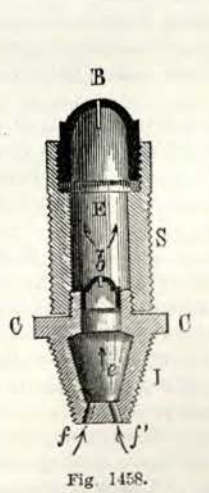


Fig. 1458.

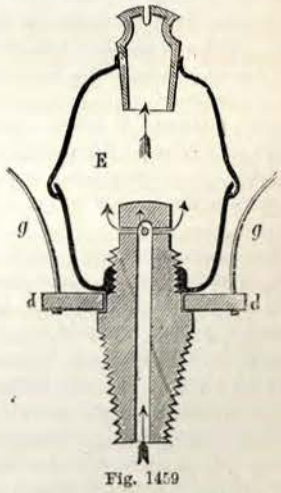


Fig. 1459

si dilata e si riscalda maggiormente nella camera E per fluire ed accendersi finalmente oltre il lucignolo di steatite B. Facile è il comprendere come il calore della fiamma si trasmetta per contatto da questo lucignolo alle parti metalliche S ed I.



Fig. 1460.

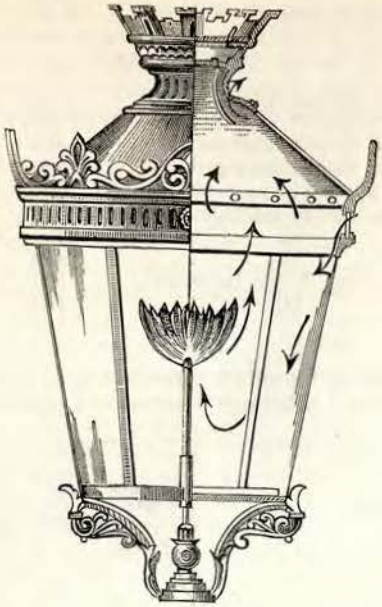


Fig. 1462.



Fig. 1461.

Questa specie di lucignolo ha dato buoni risultati segnatamente nella illuminazione pubblica, ed in alcune città venne applicato a tutti i fanali che debbono rischiarare le vie.

Altro lucignolo a dilatazione di gas, conveniente per la illuminazione degli ambienti, delle camere da studio e delle sale di lettura, ove esso può con vantaggio surrogare il becco Argand, è quello rappresentato in sezione e in grandezza d'esecuzione dalla figura 1459. La corrente di gas che giunge dalla condotta è obbligata a dividersi e passare per tre piccoli fori nella camera di riscaldamento e dilatazione E: avvi perciò una forte diminuzione di pressione e quindi mobilità nella fiamma che deve essere protetta da apposita cupola di vetro. Lo stesso beccuccio porta sopra un disco *d d* tre gambe *g* di sostegno della cupola che è translucida.

L'estesa superficie che la camera E presenta all'esterno, fa sì che anche l'aria si riscalda alquanto prima di giungere alla fiamma, con evidente vantaggio dell'effetto luminoso.

Di tali lucignoli si possono fare aggruppamenti disponendoli in corona: il riscaldamento dell'aria risulta allora maggiore e si ottiene una lampada intensiva che dà luce bianca e tranquilla con un consumo di gas relativamente piccolo.

§ 83. *Illuminazione pubblica.* — I lucignoli di impiego comune per la illuminazione delle strade, delle piazze e dei luoghi pubblici in genere, sono quelli a *ventaglio* perchè richiedono un servizio più spiccio e di maggior facilità. L'esperienze istituite in Parigi dalli signori Audouin e Bérard dimostrarono che il maggior potere rischiarante, per questa specie di becchi, corrisponde alle più deboli pressioni con un consumo medio di 140 litri all'ora. Dietro tali risultati sperimentali, venne adottato come lucignolo tipo per la illuminazione pubblica, quello a *ventaglio* con bottone di metallo (generalmente ghisa) o di porcellana, o di steatite, munito di lunga fessura, larga $^{6}/_{10}$ di millimetro. La fiamma risulta così larga 67 mm. ed alta 32 mm. Il bottone del lucignolo può presentare una fessura di maggior lunghezza, pur conservando sempre la larghezza di $^{6}/_{10}$ di mm., e produrre, entro certi limiti, una maggiore quantità di luce con maggiore e ben condizionato consumo.

Non è escluso però l'impiego dei becchi cilindrici con tubo di vetro i quali, collocati e adoperati con qualche cura, possono rendere maggiore luce con eguale consumo di gas.

Nella massima parte dei casi i lucignoli destinati alla illuminazione pubblica, quali ad esempio quelli delle strade e delle piazze, vengono racchiusi entro apposite lanterne che debbono proteggerli dall'azione delle correnti d'aria e provvedere, in certa misura, al riscaldamento di quella che deve accedere alla fiamma. Occorre pertanto che tali lanterne non siano troppo grandi e non abbiano larghe aperture, specialmente sui fianchi e sul fondo. Per questo stesso motivo si costruiscono lanterne munite di fondo a sportello: tanto questo, quanto l'altro sportello che di solito è collocato sopra uno dei fianchi, non deve rimanere aperto. Il bottone del lucignolo deve trovarsi all'incirca ai due terzi dell'altezza della lanterna (capitello non compreso) onde la fiamma sia bene protetta dall'azione del vento che la farebbe oscillare e la renderebbe fuliginosa per effetto di cattiva combustione.

Il rubinetto di cui è munito il becco, deve essere possibilmente collocato in vicinanza del bottone da cui il gas effluisce, vale a dire a 5 o 6 centimetri in basso; in tal modo il calore che la fiamma trasmette alla cannetta impedisce che la naftalina depositata dal gas possa raccogliersi entro il rubinetto ed ostruirlo.

Il capitello della lanterna dovrebbe agire a guisa di riflettore projettando la luce in basso; di solito invece esso è munito di vetri che lasciano passare i raggi luminosi diretti verso l'alto, sicchè le parti superiori delle case vicine rimangono inutilmente rischiarate a scapito della illuminazione stradale.

Il corpo della lanterna ha soventi la forma tronco-piramidale, talvolta tronco-conica ed in questo caso i vetri sono ricurvi. Le fig. 1460, 1461 rappresentano alcune delle forme più comunemente impiegate; la figura 1462

una lanterna a vetri conici, costrutta dietro indicazioni dei signori Audouin e Bérard; in essa, quasi tutta l'aria necessaria alla combustione entra per delle piccole aperture di cui è munita la galleria che fa da corona ornamentale alla parte superiore. Se l'ampiezza totale di queste aperture è convenientemente fissata, nell'interno della lanterna si mantiene una temperatura superiore a quella dell'aria esterna e ciò con evidente vantaggio per la luminosità della fiamma.

Qui noteremo che per becchi di una data forma, la quantità di luce non è proporzionale alla quantità di gas consumata: così un becco a *ventaglio* che consumi 70 litri di gas non fornisce la metà della luce prodotta quando ne consuma 140. Altrettanto accade se il consumo del becco supera quello normale. Molte vie di Londra e più specialmente gl'incrocicchi delle strade, ove richiedesi una illuminazione più intensa, sono illuminati da un grosso fanale avente tre o quattro becchi inclinati e convergenti, disposti simmetricamente rispetto all'asse verticale del fanale stesso: ottiensi così una luce vivissima senza che occorra aumentare il consumo di ogni singolo becco.

Onde ottenere una conveniente distribuzione di luce occorre che i becchi delle vie non siano a distanza maggiore di 40 metri, quando il loro consumo è quello normale di 140 litri all'ora; la loro altezza sul suolo non deve oltrepassare i 3 metri. In alcune città quest'altezza si tiene maggiore, nell'intento di rendere più facile il transito dei veicoli aventi carico molto elevato. Siccome però la intensità luminosa diminuisce, come è noto, proporzialmente ai quadrati delle distanze, tale pratica deve essere evitata per quanto è possibile e segnatamente nelle strade larghe, ove i veicoli debbono tenere la carreggiata. A Londra i fanali sono generalmente tenuti più in basso che presso di noi, essendosi colà ben compreso che lo scopo si è di illuminare il suolo e non già i fabbricati circostanti. Quando però i fanali siano collocati a distanza di 50 a 60 metri è necessario non avvicinarli di troppo al suolo se vuolsi che i punti intermedii abbiano ad essere rischiarati: l'altezza minima in tali casi dev'essere di 3 metri.

Il consumo di gas dei becchi pubblici varia necessariamente colla pressione che regna nei condotti e questa varia, alla sua volta, nelle diverse ore della notte, malgrado l'azione dei regolatori di emissione. Per tale motivo, se nel contratto coll'autorità municipale è fissato che il minimo consumo di gas debba essere quello cui corrisponde la fiamma normale, l'officina del gas dovrà, nella massima parte dei casi, definitivamente patire un danno per eccesso di consumazione. Questo danno può talvolta essere ragguardevolissimo. In quelle città che sono collocate sul pendio di una collina, i becchi più elevati hanno quasi sempre una fiamma di maggiori dimensioni ed un consumo di gas esagerato. Conviene allora applicare, in vicinanza di ciascun becco o sul tubo che vi accompagna il gas, uno di quei piccoli regolatori che più dietro abbiamo descritti. Molte officine che debbono distribuire il gas in città il cui terreno è molto ineguale, fecero impiego di questi piccoli regolatori e ne risentirono non lieve vantaggio.

Di frequente il servizio di illuminazione pubblica è fatto per abbonamento, vale a dire il Municipio paga una somma ad una o più *Compagnie*, le quali provvedono ai bisogni del pubblico, sotto la sorveglianza dell'ufficio tecnico comunale. Non è raro però il caso in cui la spesa di illuminazione venga calcolata mese per mese, in base al numero dei fanali ed alle ore per cui rimasero accesi.

In allora, alla fine di ciascun mese, l'ingegnere capo dell'Ufficio d'Arte municipale effettua il calcolo della spesa nel modo che facilmente si potrà desumere dall'esempio seguente, indicando cioè, con apposito specchio, il numero dei fanali e il numero delle ore per cui si mantennero accesi per ogni notte, in relazione colle fasi lunari, il prezzo convenuto per ciascun fanale e per ogni ora, il numero complessivo delle ore e dei fanali pel mese decorso e l'ammontare della spesa. — Vedi l'esempio a pagina seguente.

§ 84. *Illuminazione privata.* — Il consumatore di gas dovrà anzitutto accertarsi che il contatore sia collocato sopra base orizzontale, in località accessibile e bene rischiarata, onde non sia necessario avvicinarglisi con lucerna o candela quando occorrino riparazioni o spostamenti. Il numero dei becchi alimentati dal contatore non dovrà superare quello per cui fu costrutto, se vuolsi che le indicazioni ne siano esatte e le fiamme abbiano la dovuta grandezza. L'officina ha il massimo interesse per curare che il numero dei becchi non superi quello che compete alle dimensioni del contatore, poichè altrimenti le indicazioni risultano errate per difetto: un contatore di 5 becchi segna il 4 per 100 in meno del volume consumato se deve provvedere il gas a 10 fiamme, e l'errore si fa tanto più forte quanto più cresce il numero di queste.

Quando occorra rimuovere il contatore dalla sua posizione, senza interrompere il consumo del gas, si riuniranno provvisoriamente i due tubi di arrivo e di uscita dal contatore, mediante una porzione di tubo ripiegato ad U, e si valuterà approssimativamente, mediante una media, il gas abbruciato durante l'assenza del contatore.

È buona pratica quella di chiudere il contatore entro apposita cassa munita di serratura, come pure quella di avvolgerlo con sostanze coibenti (come paglia o fieno), quando sia esposto all'azione di un freddo intenso. Onde maggiormente prevenire la congelazione dell'acqua, si usano talvolta soluzioni saline cui viene tolta qualunque azione acida col mescolarvi in sufficiente quantità una sostanza alcalina.

Una soluzione concentrata (18° al pesa-sali) di sale da cucina si presta convenientemente all'uopo; d'ordinario però si preferisce mescolare all'acqua dell'alcool o della glicerina in proporzioni tanto più forti quanto più intenso è il freddo cui può trovarsi esposto il contatore. Sarebbe utile l'impiego dell'olio puro di scisto che non si congela, ed avrebbe il vantaggio di aumentare invece che diminuire al gas il potere illuminante; occorre però che questo olio sia purgato, onde non contenga paraffina, la quale, cristallizzando sotto l'azione del freddo, produrrebbe gli stessi inconvenienti della congelazione dell'acqua.

Avvenuta la congelazione entro il contatore, bisognerà guardarsi dal ricorrere all'azione del fuoco per produrre il disgelo; il miglior mezzo si è quello di avvilupparlo con stracci imbevuti d'acqua bollente.

Circa la tubatura che dirama il gas ai varii becchi del fabbricato, occorre accertarsi, almeno una volta al mese, che non vi siano fughe per guasti ai tubi o cattiva tenuta dei rubinetti. Per ciò fare basterà aprire il grosso rubinetto per cui il gas passa dal contatore nella tubatura, mentre sono chiuse tutte le aperture per le quali il gas normalmente effluisce: se si osserverà un movimento negli indici del contatore, sarà indizio certo dell'esistenza di qualche fuga, la cui importanza si giudicherà prolungando per qualche tempo l'esperienza e leggendo sui quadranti il volume di gas che in questo tempo ha attraversato l'apparecchio.

MUNICIPIO DI . . . . . UFFICIO D'ARTE

Num. di Prot. .....

ILLUMINAZIONE A GAS

Orario pel mese di febbraio . . . . .

FASI DELLA LUNA				GIORNI		ILLUMINAZIONE A TUTTA NOTTE							ILLUMINAZIONE SINO A MEZZANOTTE secondo le fasi lunari							RESOCONUO DELLA SPESA per ogni mese		
Fase	Ore	Minuti		del mese	della settimana	Num. dei fanali	Principio		Fine		Durata		Num. dei fanali	Principio		Fine		Durata		Quantità delle ore	Prezzo per ora	Importo
							Ore	Min.	Ore	Min.	Ore	Min.		Ore	Min.	Ore	Min.	Ore	Min.			
				1	Domenica	47	6	00	6	15	12	15	97	6	00	12	00	6	00			
				2	Lunedì.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»			
U.Q.	4	22	S.	3	Martedì...	»	»	»	»	»	»	»	»							24470.00	0.033	807.51
				4	Mercoledì	»	»	»	»	»	»	»	»									
				5	Giovedì....	»	»	»	»	»	»	»	»									
				6	Venerdì...	»	»	»	»	»	»	»	»									
				7	Sabbato...	»	»	»	»	»	»	»	»							*OSSERVAZIONI*		
				8	Domenica	»	»	»	»	»	»	»	»									
				9	Lunedì	»	»	»	»	»	»	»	»									
L.N.	0	6	S.	10	Martedì...	»	»	»	»	»	»	»	»									
				11	Mercoledì	»	6	15	6	15	12	00	»	6	15	12	00	5	45			
				12	Giovedì....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»			
				13	Venerdì...	»	»	»	»	»	»	»	»	7	15	12	00	4	45			
				14	Sabbato...	»	»	»	»	»	»	»	»	7	45	12	00	4	15			
				15	Domenica	»	»	»	»	»	»	»	»	8	30	12	00	3	30			
				16	Lunedì.....	»	6	15	6	00	11	45	»	9	15	12	00	2	45			
				17	Martedì...	»	»	»	»	»	»	30	»	10	00	12	00	2	00			
P.Q.	4	35	M.	18	Mercoledì	»	»	»	»	»	»	»	»	11	00	12	00	1	00			
				19	Giovedì....	»	»	»	»	»	»	»	»									
				20	Venerdì...	»	»	»	»	»	»	»	»									
				21	Sabbato...	»	6	30	6	00	11	30	»									
				22	Domenica	»	»	»	»	»	»	»	»									
				23	Lunedì.....	»	»	»	»	»	»	»	»									
				24	Martedì...	»	»	»	»	»	»	»	»									
				25	Mercoledì	»	»	»	»	»	»	»	»									
L.P.	2	11	M.	26	Giovedì....	»	»	»	»	»	»	»	»	6	30	7	45	1	15			
				27	Venerdì ..	»	»	»	»	»	»	»	»	6	30	9	00	2	30			
				28	Sabbato...	»	»	»	»	»	»	»	»	6	30	10	30	4	00			
				29	Domenica	»	»	»	»	»	»	»	»	6	30	12	00	5	30			
									Totale, Ore		344	45				Totale Ore		103	00			

Fanali, N° 42 × Ore 344.45 = Ore 14479.30
Fanali, N° 97 × Ore 103.00 = Ore 9991.00
Totale complessivo, Ore 24470.30

. . . . . 28 Gennaio 18 . . . . .

Almeno una volta all'anno occorrerà ripulire i varii lucignoli e ricambiare quelli deteriorati; avvenendo che qualche fiamma conservi, dopo di ciò, dimensioni troppo esigue o combustione stentata, si visiteranno i tubi onde accertarsi se siano schiacciati, cosa che può facilmente accadere in quelli che attraversano muri o che sono troppo esposti agli urti.

Negli uffici, nelle sale di lettura e in tutti quei luoghi ove si ha bisogno di una luce tranquilla e non troppo vivace si adopereranno di preferenza i becchi a doppia corrente d'aria, muniti di panierino di porcellana o di metallo, con tubo leggermente colorato in azzurro, ovvero di *mica:* i tubi di mica valgono pure a temperare lo splendore della fiamma, ed hanno la proprietà di non rompersi come quelli di vetro. Allo stesso scopo si può applicare al disotto della fiamma un cono di cristallo smerigliato che appoggi alla stessa galleria di sostegno del tubo. Si deve poi generalmente ritenere che è miglior cosa rischiarare con luce riflessa piuttosto che con luce diretta.



Fig. 1463.

Quando si vuole impedire alla corrente d'aria calda, che sale dalla fiamma insieme ai prodotti della combustione, di giungere sino al soffitto, onde questo non abbia ad annerirsi, si applica al disopra del becco un *fumivoro.* È questo il nome che si dà ad una campana di cristallo o di porcellana, di varia forma, mantenuta sospesa al disopra del tubo (fig. 1463). Il Payen ha constatato che i fumivori, rallentando la corrente dell'aria, aumentano la luminosità della fiamma senza che si accresca il consumo di gas; ciò perchè l'aria giungendo alla fiamma in minor volume, le sottrae una minore quantità di colore.

Si rimprovera al gas di sviluppare nella sua combustione troppo calore: però se questo è un incontestabile inconveniente nella stagione estiva, diviene soventi un vantaggio considerevole nella stagione jemale; d'altra parte anche le lucerne ad olii minerali o vegetali, le candele, a parità di luce, svolgono una somma di calore che è di poco inferiore a quella del gas. La sola luce elettrica presenta a tale riguardo una differenza notevole.

Il gas, quando sia ben purgato dall'acido solfidrico e dall'ammoniaca, non può dare origine, abbruciando, ad alcuna emanazione nociva, sicchè può servire ad illuminare tutte le stanze degli appartamenti.

§ 85. *Purezza del gas.* — La composizione del gas e il suo potere illuminante variano colla qualità di litantrace impiegato nella fabbricazione, a seconda delle condizioni in cui si opera la distillazione e coll'efficacia dei mezzi di purificazione.

D'ordinario le società di fabbricazione sono obbligate per contratto a fornire un gas di purezza e potere illuminante determinati. È soprattutto per riguardo alla quantità di acido solfidrico contenuta nel gas che ne viene constatata la purezza, valendosi dell'azione che questo acido esercita sopra l'acetato di piombo.

L'apparecchio a tale scopo impiegato è generalmente quello di Dumas e Regnault, rappresentato dalla figura 1464. Il gas, attraversando un becco Bengel B, capace di emetterne 100 litri per ogni ora, penetra in una campana di cristallo C ad orlo smerigliato, appoggiata sopra una tavoletta perfettamente piana ed orizzontale. Un rubinetto R permette di regolare l'afflusso del gas, ed un manometro a colonna d'acqua M serve a indicarne la pressione, la quale deve essere mantenuta, per mezzo del rubinetto, fra i 2 ed i 3 millimetri. Entro la campana e al disopra del becco B è sospesa una listerella di carta *f* imbibita di acetato piombico. Un tubo innestato alla estremità superiore della campana porta all'esterno il gas che l'ha attraversata, e fa ordinariamente capo ad un lucignolo che può mantenersi continuamente acceso.

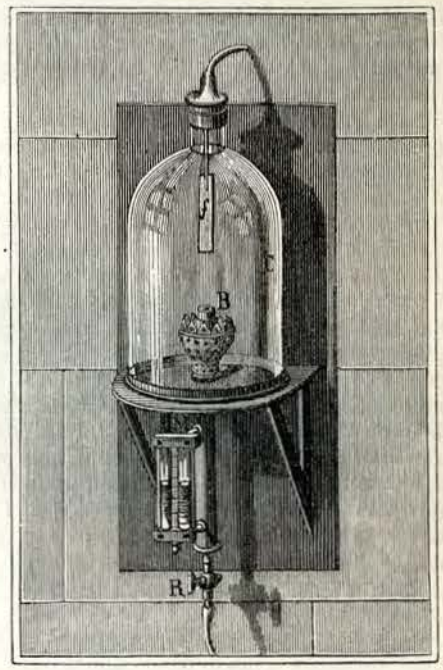


Fig. 1464.

Per determinare la purezza del gas si apre il rubinetto R in modo che per esso abbiano a passare all'incirca 100 litri di gas all'ora. Il gas è considerato sufficientemente puro se la carta preparata all'acetato di piombo si mantiene bianca dopo che il gas l'ha ravvolta per la durata di un quarto d'ora.

Alla campana può sostituirsi un tubo di cristallo di 5 a 6 centimetri di diametro. La durata dell'esperienza può essere di un solo quarto d'ora, ma in alcune officine l'apparecchio è tenuto in azione continua.

§ 86. *Potere illuminante, fotometri.* — Già dicemmo come la densità del gas illuminante aumenti colla proporzione di idrocarburi pesanti in esso contenuti e come la luminosità della fiamma sia essenzialmente dovuta alla presenza di tali corpi. Per tale motivo si può giudicare delle qualità rischiaranti di un gas determinandone la densità. È però evidente che la proporzionalità fra questa e il potere illuminante non può essere ammessa in modo generale, poichè fra i varii corpi che contribuiscono a scemare la luminosità della fiamma ve ne hanno alcuni di peso ragguardevole, quali ad esempio l'acido carbonico e l'ossido di carbonio. Egli è per ciò che la densità non può fornire indicazioni attendibili sul relativo potere rischiarante dei gas da illuminazione, se non quando tali gas differiscono fra di loro nella sola ricchezza di idrocarburi pesanti. Del pari l'analisi chimica,

mentre condurrebbe a lunghe e difficili manipolazioni, non potrebbe fornire risultati pratici, essendosi constatato che dei gas di uguale composizione centesimale possono avere poteri rischiaranti assai diversi, e ciò doversi attribuire alla varietà immensa dei composti chimici che li costituiscono, i quali composti, sebbene di struttura chimica pochissimo differente, oppongono resistenze assai ineguali alla decomposizione per effetto del calore.

È adunque necessario valutare l'efficacia di un sistema d'illuminazione in base alla quantità di luce prodotta ed al consumo di materia rischiarante, misurati con apparecchi di uso facile e spedito. La misura della materia consumata non presenta alcuna difficoltà, trattandosi di valutare pesi o volumi a seconda dell'unità di misura cui si applica il prezzo della sostanza impiegata; non così la valutazione della quantità di luce, la quale non può essere misurata in modo assoluto, ma soltanto comparata a quella di altra sorgente luminosa.

La città di Parigi e la *Compagnie Parisienne* incaricavano, nell'anno 1860, i signori Dumas e Regnault di studiare un mezzo pratico di misura del potere rischiarante del gas. Essi cominciarono dallo stabilire nei seguenti precisi termini il principio che doveva informare le loro ricerche: « Essendo date due fiamme di eguale intensità, l'una prodotta da una lampada Carcel (che arde in condizioni determinate), l'altra da una lampada a gas che arde, per quanto è possibile, nelle stesse condizioni, determinare i consumi rispettivi di olio e di gas di ciascuna delle lampade in un tempo fissato ».

Venne scelta come *tipo* una lucerna Carcel avente un becco del diametro esterno di mm. 23.5 e del diametro interno di mm. 17, con corrente d'aria all'interno della fiamma, a fiamma bianca oltrepassante il porta-stoppino di 10 mm. col consumo orario di 42 grammi di olio puro di colza. Per la fiamma a gas scelsero come becco tipo un Bengel di porcellana a trenta fori, con panierino in porcellana, ed avente il consumo di 110 litri di gas all'ora sotto una pressione di 2 a 3 mm. d'acqua.

Ponendo le due fiamme a distanza eguale ed invariabile da un fotometro e mantenendo eguali le intensità delle due luci con un rubinetto collocato sul tubo di arrivo del gas, non rimane più altro a fare che valutare il peso di olio abbruciato nella Carcel e il volume di gas consumato in un determinato tempo: queste quantità rappresentano dei numeri equivalenti per rispetto al potere rischiarante delle due fiamme.

Per la descrizione dei fotometri più in uso rimandiamo il lettore all'articolo ILLUMINAZIONE.

§ 87. Nelle città in cui il servizio di illuminazione è sorvegliato dall'autorità municipale, il gas viene esaminato ogni sera in uno o più gabinetti ripartiti sul perimetro dell'abitato; appositi impiegati ne determinano il grado di purezza ed il potere illuminante. Questi gabinetti debbono di preferenza essere collocati alla maggior possibile distanza dall'officina, poichè è noto che il gas in un lungo tragitto perde alquanto del suo potere rischiarante. D'ordinario le *Compagnie* si obbligano di fornire un gas capace di produrre la stessa quantità di luce di una lampada Carcel — tipo che abbrucia 42 grammi di olio puro per ora, con un consumo variabile da 100 a 110 litri di gas in un becco Bengel-tipo.

Le diminuzioni nel potere rischiarante del gas danno diritto all'autorità municipale, a' termini del contratto, di riscuotere una determinata somma. Sonvi però dei limiti di tolleranza, valevoli segnatamente nella stagione invernale e per le località molto lontane dall'officina.

Nelle piccole città, o in uno stabilimento industriale illuminato a gas, e tutte le volte che non si può disporre di un apparecchio completo munito di lampada Carcel-tipo, ma di un semplice fotometro, si può verificare il potere rischiarante per mezzo di una candela stearica, di quelle che pesano 97 grammi l'una e portano per marca di fabbrica « *l'Etoile* ». — La luce prodotta da una candela è però sempre soggetta a delle variazioni di intensità dipendenti dalla non perfetta omogeneità nella struttura della candela medesima, dal modo di ardere, dagli allungamenti ed accorciamenti della porzione di stoppino ravvolta dalla fiamma, dall'azione delle correnti d'aria, ecc. Occorre adunque procedere con molte cautele: si muove la candela innanzi al fotometro sino a che essa indichi una intensità luminosa eguale a quella del becco di gas, indi si misura la distanza dei due centri luminosi al fotometro e si determina poi il potere rischiarante del gas sapendo che quello della candela è $^1/_7$ di quello normale del gas (Carcel), e che le intensità delle due luci sono inversamente proporzionali ai quadrati delle distanze rispettive del fotometro.

Nell'Inghilterra l'unità che serve a valutare il potere illuminante del gas è la quantità di luce prodotta da una candela di spermaceti; il becco-tipo è un *Argand* a 13 fori con tubo di vetro di 7 pollici d'altezza; il fotometro impiegato di preferenza è quello Bunsen.

Un mezzo comodo e di facile impiego, che può fornire cognizione sufficiente del potere illuminante di un gas a persona esperta, sebbene non debba considerarsi siccome procedimento fotometrico, è il seguente: è noto che quanto più il gas è rischiarante, tanto maggiore è la lunghezza della sua fiamma, a parità di consumo e di condizioni della combustione. Suppongasi una fiamma di gas prodotta da un becco di forma e dimensioni precisate, collocato fra due lastre di vetro parallele fra di loro. Si constati, una volta tanto, coll'ajuto di un fotometro, l'altezza della fiamma quando il gas ha il dovuto potere rischiarante e si segni con due tratti sopra ciascun vetro quest'altezza, avendo cura di osservare e notare la pressione. — Se in seguito si vorrà constatare quale sia il potere illuminante del gas, si accenderà quel becco, curando che la pressione sia condotta, coll'ajuto di un rubinetto, al valore notato; se la fiamma avrà l'altezza segnata sulle lastre di vetro, ovvero maggiore, o minore, si dirà che il potere rischiarante del gas è quello regolamentare, o maggiore, o minore. Se inoltre puossi constatare, coll'ajuto del fotometro, l'altezza della fiamma quando il potere illuminante del gas si presenta soltanto di $^1/_2$ o $^3/_4$ di quello regolamentare, si praticheranno sulle lastre di vetro altre due incisioni o segni qualsiasi, che insieme ai precedenti formeranno una scala, colla quale si potrà determinare con sufficiente approssimazione la forza luminosa. — L'apparecchio è generalmente collocato sotto una cassetta a pareti in vetro; il gas prima di giungere al becco passa in un piccolo gasometro che contribuisce a regolarne la pressione.

Questo apparecchio, venutoci dall'Inghilterra, è di un uso assai comodo e spedito; può rendere notevole servizio in un'officina ove si voglia sperimentare la qualità del gas prodotto nelle diverse condizioni di fabbricazione o nelle diverse ore della giornata.

§ 88. *Avvertenze.* — Per ottenere misure fotometriche esatte, sarebbe necessario assumere come termine di paragone una fiamma-tipo perfettamente costante. La fiamma del gas che abbrucia in condizioni di pressione, di volume e di qualità ben determinate, sarebbe quella che presenterebbe la maggior garanzia, ma richiederebbe troppe e minuziose precauzioni per poter essere adottata nella pratica giornaliera. — La stessa lampada Carcel, quantunque abbia un andamento regolare, presenta delle

variazioni di intensità luminosa che possono giungere sino al 10 %. Queste variazioni sono assai maggiori nelle candele, le quali, a seconda della maggiore o minore regolarità nella posizione dello stoppino, per la più o meno rapida fusione della sostanza grassa, per la formazione dei depositi carbonosi e per altre innumerevoli circostanze, possono variare sino al 50 % la intensità luminosa.

Trattandosi di esperienze comparative eseguite in luoghi o in tempi diversi, l'incertezza sulla attendibilità dei risultati si fa maggiore, giacchè le lucerne e le candele che hanno eguali dimensioni ed egual nome, sono ben lungi dall'essere identiche in tutte le parti: per le candele soprattutto, occorrerebbe stabilire in modo preciso la lunghezza e il rapporto fra lo spessore dello stoppino e il diametro della candela. Secondo Heeren, i migliori risultati si ottengono colle candele di bianco di balena o di paraffina nelle quali lo stoppino sia mantenuto ad un'altezza costante di 42 mm.

Occorre altresì avere sommo riguardo alla forma delle fiamme che si vogliono paragonare. La sola parte della fiamma che illumina il fotometro è quella rivolta dalla parte di questo; la luce emessa dall'altra parte è, nella quasi totalità, assorbita dalle particelle di carbone sospese nella fiamma stessa. Una fiamma di becco a *ventaglio* disposta col suo piano normalmente al fotometro è ben lungi dall'accusare lo stesso potere illuminante di quando la si presenta colla massima larghezza. Nei becchi *Argand* la metà della fiamma esercita sul fotometro un'azione quasi nulla. Per tali considerazioni non è ammissibile il confronto, coi mezzi indicati, tra fiamme di forma differente, come ad es.: di fiamme rotonde con fiamme a ventaglio, quando si abbia per iscopo di determinare il rapporto fra le assolute quantità di luce.

Devesi pure annoverare fra le cagioni di errore la varia colorazione delle fiamme, per la quale riesce maggiormente difficile di afferrare il momento in cui i due campi del fotometro sono egualmente rischiarati. Occorre finalmente sottrarre l'apparecchio dall'azione dei riflessi, delle luci diffuse, al quale oggetto si potrà fare impiego di appositi schermi, e si dovrà operare in camere le cui pareti siano annerite.

§ 89. *Alterazioni cui soggiace il gas — Avvivatori.* — Il gas perde della propria densità e del proprio potere illuminante in tanto maggior copia, quanto più a lungo risiede nei gasometri o nella condotta.

Nella stagione invernale l'alterazione è ancor più notevole, poichè in allora la condensazione degli idrocarburi liquidi avviene in modo più completo.

A tale proposito è utile ricordare quanto già dicemmo sull'influenza del freddo e della lavatura, parlando della purificazione del gas; noteremo ancora che l'influenza del freddo è sì nociva che può rendersi pallida la fiamma di un gas di considerevole potere luminoso, quando lo si faccia scorrere più volte in una canna di vetro incurvata, mantenuta immersa in una mescolanza frigorifera.

Egli è per tali motivi che nei luoghi più lontani dall'officina le fiamme del gas rendono luce meno intensa: furono immaginati espedienti per aumentare la luminosità della fiamma sia con mezzi fisici, sia con mezzi chimici. Come *avvivatore* fisico venne suggerito un pezzetto di pomice o un dischetto di flanella, un anellino di platino, collocato vicino alla fessura del becco: lo scopo si è di moderare l'efflusso del gas e rendere perciò più completa la combustione. Gillard propose invece di ravvolgere la fiamma con una spirale di platino, la quale, portata all'incandescenza, sparge una luce viva e tranquilla.

I mezzi chimici coi quali, da lungo tempo, si è cercato aumentare il potere illuminante del gas, consistono nella così detta *carburazione*, ottenuta col porlo in contatto di essenze molto volatili e capaci di cedere ad esso degli idrocarburi. Questa operazione doveva necessariamente praticarsi sul gas giunto al luogo di consumo, giacchè un tragitto più o meno lungo produrrebbe la precipitazione di quei principii quand'anche non intervenisse l'azione del freddo.

La carburazione aumenta infatti considerevolmente la luminosità del gas, ma l'applicazione pratica di essa presenta inconvenienti gravissimi che ne fecero abbandonare l'idea. Anzitutto il consumatore, dovendo aggiungere al contatore e talvolta al regolatore che già possiede, un nuovo apparecchio (il carburatore), lamenta il soverchio ingombro; di più l'olio o il petrolio o il catrame occorrenti sono costituiti da essenze le une più volatili delle altre, talchè il gas trascina seco dapprincipio le più volatili, e dopo qualche tempo l'apparecchio non risponde allo scopo prefisso. Non sarebbe prudente ricorrere all'azione del calore onde favorire la evaporazione degli idrocarburi più densi; occorre però evacuare il residuo e fornire il carburatore di liquido nuovo, operazione che presenta dei pericoli a motivo dell'infiammabilità delle essenze più volatili e che reca grave disturbo per l'odore nauseante e persistente che dal liquido si sprigiona.

§ 90. *Riscaldamento a gas.* — Conoscendo il potere calorifico del gas (da 11000 a 12000 calorie), quello dei combustibili usuali e i relativi prezzi, si può facilmente constatare che una eguale quantità di calore ottenuta colla combustione del carbone di legna o colla legna ovvero col litantrace o col coke richiede una spesa eguale $\frac{1}{1,5}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ di quella necessaria, volendo fare uso del gas; ma se si tiene conto delle perdite di calore, talvolta enormi, che hanno luogo durante l'avviamento e la estinzione dei fuochi nei camini e nei forni, della quantità ingente di calore svolta dal combustibile che rimane tuttora acceso dopo che più non ne occorre l'azione, si potrà facilmente comprendere che in moltissime circostanze, e specialmente quando si ha bisogno di sviluppare o sopprimere rapidamente delle quantità di calore molto variabili, il riscaldamento a gas può divenire il più economico e soprattutto il più comodo ad impiegarsi. Egli è così che esso viene quasi esclusivamente impiegato nei laboratorii chimici, in molte officine e nelle famiglie.

Quando il gas viene impiegato siccome mezzo calorifico, gli apparecchi in cui se ne opera la combustione sono disposti in modo da permettere che un volume di aria considerevole si mescoli col gas onde venga abbruciato tutto l'idrogeno ed il carbonio, le cui particelle non debbono sfuggire all'azione comburente dell'ossigeno. La fiamma prende una colorazione azzurra, perde affatto la sua luminosità, ma per converso si fa eminentemente calorifica e non lascia alcun deposito carbonoso sugli oggetti riscaldati.

Non crediamo còmpito nostro il descrivere tutti gli apparecchi riscaldatori ad impiego di gas, diremo soltanto che di questo combustibile si è fatta applicazione dall'umile caminetto della camera d'abitazione, che sino ad ora sembra essere disposto per utilizzare la minima dose di calore col massimo consumo di combustibile (Arago), fino agli ampii e potenti focolari delle locomotive, a dei forni metallurgici, per l'attizzamento del combustibile solido e per altro. Si usa pure il gas nella fabbricazione dei pannilana per quella operazione di finitura che ha per iscopo di togliere alla stoffa alquanto della

lanuggine superficiale colla *strinatura* dei peli. Vien pure usato nella lavanderia per il riscaldamento dei ferri o cilindri di soppressatura. Mille altre applicazioni potremmo citare in cui il gas rende notevoli servigi, per il facile comando e per la nettezza che permette di mantenere.

Abbiamo già fatto cenno dell'impiego del gas alla produzione di forza motrice; un miscuglio di gas ed aria viene aspirato entro il cilindro della macchina motrice, compresso e poscia infiammato. Il gas entra nel miscuglio nella proporzione del 9 al 12 per 100, ed il calore prodotto dalla combustione di esso, ossia dall'esplosione del miscuglio, dilata la massa aeriforme, e lo stantuffo viene respinto violentemente da una all'altra delle estremità della sua corsa. Per tal modo l'energia calorifica, sviluppata dalla combustione del gas, si trasforma in lavoro meccanico, il quale alla sua volta può venire trasformato in altra forma di energia, come appunto accade nelle macchine dinamo-elettriche che sono d'ordinario poste in movimento da uno di questi motori a miscela detonante.

Non possiamo qui fermarci sulla convenienza e sulla comodità di queste macchine motrici affatto moderne, che dispensano dalle ingenti spese d'impianto, manutentenzione e sorveglianza richieste dalle caldaje e dai motori a vapore; nè possiamo scendere a particolari descrizioni delle macchine medesime.

Aggiungeremo soltanto essere necessario che il gas, nel tubo per cui arriva al motore, possegga almeno una pressione di 12 mm. Quando, per ragioni di ubicazione o per altro motivo, questa condizione non possa essere soddisfatta, converrà porre, dopo il contatore ordinario, un aspiratore. Questo apparecchio è nella forma assai simile al contatore: l'asse del tamburo porta all'esterno una puleggia cui è avvolta una funicella, la quale, passando sopra una puleggia di rimando, va a sostenere quel peso che discendendo deve produrre la rotazione del tamburo e la conseguente aspirazione del gas. Coll'applicazione di un paranco a quattro od a sei puleggie si può fare in modo che il peso motore debba essere risollevato ogni due o tre ore soltanto.

§ 91. Non v'ha dubbio che i mezzi d'illuminazione che gli elettricisti vanno di continuo escogitando, hanno un'importanza seria e finiranno un giorno per divenire praticamente ed economicamente utili; ma è certo altresì che la industria del gas troverà nel nuovo stato di cose campo a maggiormente estendere la propria sfera d'azione, ad aumentare la propria attività. I tentativi e le applicazioni sinora fatti colla luce elettrica hanno considerevolmente aumentato il consumo di gas, il quale viene impiegato come combustibile nelle macchine motrici e, supplementariamente, come mezzo d'illuminazione. Nè devesi credere che i perfezionamenti arrecati in questi ultimi anni all'antico mezzo d'illuminazione abbiano raggiunto l'ultimo grado; vi ha anzi motivo di credere che lo stimolo della concorrenza farà trovar modo di ottenere dal gas un rendimento d'assai superiore a quello sinora raggiunto.

Non è a sperarsi che l'officina possa coi procedimenti sinora conosciuti trarre dal litantrace un volume di gas superiore a quello che oggidì ottiensi. Nell'officina di Becktou, con carbone Newcastle con 7 per 100 di Cannel, si ottengono 10.334 piedi cubici di gas per ogni tonnellata. Questo risultato, di rado raggiunto, pare ai pratici non possa venire superato, giacchè le macchine impiegate per la carica e la scarica delle storte e agli apparecchi in genere adoperati nella fabbricazione pare abbiano raggiunto la massima perfezione. Le spese generali di fabbricazione non potranno perciò diminuire gran fatto, ed il gas dovrà combattere coll'elettricità cercando miglioramenti in altre direzioni nelle quali sembra possibile un progresso. Pochi mesi or sono si è constatato che la scintilla elettrica, fatta passare attraverso al gas, ne radddopia il volume ed il potere illuminante. Dobbiamo però immediatamente soggiungere che a tali risultati si pervenne con soli esperimenti di gabinetto, sicchè fa d'uopo attendere che esperienze apposite vengano istituite su larga scala prima di pronunziarsi sull'attendibilità dei risultati medesimi. Il passaggio della scintilla elettrica determina la formazione di acetilene (C^2H^2), ed il volume del gas aumenta. Si comprende però sin d'ora che gravi difficoltà si dovranno superare se si vorrà applicare praticamente il procedimento, giacchè mentre si produce dell'acetilene si manifesta altresì una tendenza a lasciar depositare il carbonio sotto forma catramosa, oppure si produce in alcuni casi della benzina C^6H^6. L'aumento di volume potrebbe esser dovuto all'idrogeno che si separa dalla combinazione col carbonio, ma ciò rende viepiù problematico l'aumento di potere illuminante. Ripetiamo che è vivamente a desiderarsi una serie di saggi sopra volumi di gas di alcune centinaja di mc. I risultati di gabinetto sono incoraggianti e lasciano sperare un felice successo.

Maggiori risorse potrà realizzare l'industria del gas coll'applicazione di apparecchi più efficaci e di processi più razionali per la utilizzazione dell'ammoniaca, oggidì ricercatissima in commercio, tanto sotto forma di soluzione, quanto sotto forma di solfato di ammoniaca.

La carburazione del gas pare sia essa pure suscettibile di pratica applicazione, poichè le difficoltà sinora incontrate sono in massima parte meccaniche.

Quanto già dicemmo circa ai perfezionamenti introdotti nei lucignoli e nelle lampade a gas, avrà già persuaso il lettore della possibilità di ottenere rendimenti sempre maggiori. — Alla lampada Clamond, nella quale una doppia corrente d'aria e di gas porta all'incandescenza un panierino di magnesia, furono già arrecate migliorie da James Lewis, il quale sostituì al panierino di magnesia o di amianto una finissima tela di platino: la città di Clerkenwell ha già sperimentato questa nuova lampada con risultati soddisfacenti. Il rigeneratore del Siemens sta omai per essere applicato ai piccoli becchi; il sig. Grimston migliorò la costruzione della lampada Siemens, diminuendone il volume e semplificandone la forma; la fiamma ne fu rivolta in basso, sicchè rimane per intero esposta alla vista e sono evitate le ombre; il sistema, sperimentato con piccoli e con grandi consumi di gas, diede sempre risultati eccellenti. Basti il dire infine, per accertare i dubbiosi sull'avvenire del gas, che nella stessa Londra, ove cioè fecesi il maggior numero di applicazioni della lampada elettrica, il consumo del gas aumentò del 58 per 100 dal 1869 al 1881, ed oggidì si può calcolare a 5000 piedi cubici per ogni anno e per ogni individuo, il che corrisponde alla luce di 10 candele per 4 ore per ogni giorno dell'anno e per ogni abitante!

Gas portatile.

§ 92. L'industria del gas portatile consiste, come lo indica il nome, nel trasporto del gas raccolto in recipienti chiusi, dall'officina ove si produce, ai differenti luoghi in cui deve venir consumato. Molti scienziati e industriali si sono occupati di questo mezzo di evitare le lunghe condotte sotterranee, sempre costose, soggette a fughe ed a numerosi guasti.

Il signor Houzeau fondava in Parigi una società per la fabbricazione del gas portatile non compresso, allo scopo di distribuirlo nelle abitazioni e specialmente nei comuni suburbani. Per parecchi anni si videro circolare per le strade di Parigi degli enormi carri su cui erano collocati dei gasometri portatili, aventi ciascuno la capacità di 10 mc. e fabbricati con un tessuto impermeabile. Questi gasometri, a forma di un mantice, venivano riempiti nell'officina con un gas di potere rischiarante all'incirca quadruplo di quello del gas di litantrace, fabbricato con uno schisto bituminoso, col boghead di Scozia. Per tal modo 10 mc. del gas portatile bastavano a produrre la stessa quantità di luce di 40 mc. del gas ordinario.

L'operajo incaricato di riempire il gasometro, di cui necessariamente doveva esser fornito ciascun abbonato, cominciava dal togliere in quello la pressione coll'ajuto di appositi contrappesi, sollevandolo cioè dalla vasca in cui era immerso; indi, comprimendo il fondo di uno dei sacchi, forzava il gas ad uscire ed a portarsi mediante apposito tubo entro il gasometro.

La difficoltà del trasporto dei voluminosi sacchi, e le spese necessarie per l'impianto del gasometro presso gli abbonati, costituirono, per lo sviluppo di questa industria, un ostacolo insuperabile. Si pensò di trasportare il gas entro cilindri chiusi ed a pareti resistenti, nei quali potesse venire compresso sino a 12 atmosfere, onde ottenere una riduzione di volume. All'attuazione di questo sistema si opponevano gravi difficoltà, giacchè occorreva impedire le fughe, facili a prodursi sotto così forti pressioni, costruire dei recipienti abbastanza solidi, senza assegnare alle loro pareti uno spessore che li rendesse troppo pesanti; infine, fare in modo che l'efflusso del gas avvenisse sotto pressione debole e costante, malgrado la grande differenza fra la pressione entro il recipiente e la pressione esterna e ad onta della grande variabilità di tale differenza.

Altro inconveniente, d'importanza maggiore di quelli ora accennati, venne ben presto constatato. La compressione del gas è causa di una diminuzione considerevole del potere illuminante, a motivo della condensazione di alcuni di quegli idrocarburi cui in massima parte è dovuta la luminosità della fiamma. La pressione di dodici atmosfere, necessaria all'economia della nuova industria, cagionava una perdita di potere illuminante variabile dal 10 al 15 per 100. Tale perdita aumentava colla pressione. Si tentò di comprimere il gas fino a 32 atmosfere, ma dopo aver lottato contro immense difficoltà non si giunse che a distribuire un gas molto povero.

Una serie di successivi perfezionamenti, dovuti agli studii indefessi di numerosi inventori, quali Déodore, Baradère, Manby, Wilson, Henry, Piquet, Houzeau, Rohaut De Fleury, D'Hurecourt ed altri, portarono la nuova industria ad un tale grado d'avanzamento da renderla praticamente attuabile; per essi soltanto l'officina del gas portatile fondata in Parigi nel 1836 ha potuto vivere e prosperare.

Diremo ora in qual modo in questa officina, che fabbrica da 1200 a 1500 mc. di gas nelle 24 ore nella stagione estiva, e 2400 a 3000 mc. nella stagione invernale, si proceda alla estrazione di un gas ricco, di potere illuminante quadruplo all'incirca di quello del gas ordinario, ed alla distribuzione a domicilio.

Circa la struttura dei forni impiegati, il numero delle storte ed il modo con cui queste sono collocate entro i forni medesimi, sono a ripetersi le cose dette per i forni del gas di litantrace; le storte però sono più corte, di forma più schiacciata e di maggior larghezza, affinchè il gas, che assai più rapidamente si sviluppa dallo schisto bituminoso, rimanga per minor tempo a contatto colle pareti arroventate delle storte. Il Jeanneney verificò che questa è condizione indispensabile onde ottenere un massimo volume di gas col potere illuminante richiesto.

Le storte sono fatte di terra da crogiuoli, colle pareti dello spessore uniforme di 6 centimetri, salvo presso la bocca, dove per una lunghezza di 30 centim. è accresciuto d'alquanto tale spessore, onde sia permesso l'innesto delle chiavarde che devono strettamente collegare alla storta la sua testa di ghisa. La fig. 1465, rappresenta la sezione longitudinale di una di tali storte; *a b* è una tramezza che la divide in due scompartimenti, ciascuno dei quali ha 12 centim. d'altezza, 32 di larghezza e 130 di lunghezza; la larghezza totale interna della storta, compresa la tramezza, è di 66 centim. Questa tramezza ha per iscopo di obbligare all'uscita il gas, non appena formatosi in ciascuno degli scompartimenti.

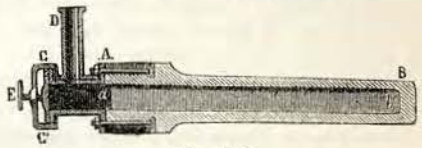


Fig. 1465.

La testa della storta ha le pareti dello spessore di tre centimetri ed è munita di una gola D, che serve a metterla in comunicazione col tubo adduttore del gas. La bocca è chiusa da una piastra di ghisa G G' sostenuta ad uno dei lati per mezzo di cardini e mantenuta ferma da una vite di pressione E. La figura 1466 mostra la bocca della storta, lo sportello aperto G', i due compartimenti *a a*, e la tramezza.


Fig. 1466.

I due scompartimenti della storta vengono caricati contemporaneamente per mezzo di due pale capaci di portare 6 chilogr. di boghead per ciascuna.

Lo schisto bituminoso viene dapprima frantumato, indi caricato nel più breve tempo possibile, procurando che la chiusura dello sportello sia fatta rapidamente. Il forno è previamente riscaldato fino a una temperatura di 1000° circa, e lo svolgimento dei gas avviene così rapidamente che in circa mezz'ora la distillazione tocca il suo termine. Si dischiudono allora rapidamente gli otturatori, si fa cadere il residuo terroso e carbonoso entro gli spegnitoi, per ricominciare immediatamente un'altra carica. L'intera operazione dura un'ora, compreso il tempo che occorre impiegare per la lutatura dei coperchi: in una giornata si possono così operare 24 cariche, distillare cioè 2016 chilogr. di boghead, ottenendo 665 mc. di gas del peso medio di chilogr. 1.031 per ogni m^3 alla temperatura di 0°.

In queste condizioni di distillazione si ottiene un gas ricco di idrocarburi che si depositano in parte sotto forma di bitume nel barile, nei depuratori, nei condotti e negli stessi recipienti in cui viene compresso per essere trasportato.

Affinchè la perdita di gas, che inevitabilmente ha luogo durante la carica e la scarica della storta, sia la più piccola possibile, il barile è collocato vicino alla testa della storta medesima. Dal barile il gas passa in un refrigerante ad aria che ha una superficie quasi doppia di quella della storta, indi nei purificatori a calce, analoghi di forma a quelli più indietro descritti, ma di minori dimensioni; per ultimo passa in un gasometro articolato.

L'officina di Parigi, stante l'importanza della sua fabbricazione, è munita di 3 di questi gasometri, aventi ciascuno la capacità di 110 m³.

Delle trombe aspiranti e prementi estraggono il gas dai gasometri e lo spingono entro recipienti cilindrici di lamiera, chiusi agli estremi da calotte emisferiche, aventi il diametro di m. 0.70 e la lunghezza di m. 3.40. Il gas vi è compresso fino a 12 atmosfere; la pressione però si riduce ad 11 atmosfere soltanto una volta dissipato il calore che si svolge nella compressione stessa del gas. La comunicazione fra i recipienti ed il gasometro può essere interrotta a piacere, onde constatare se avvenga qualche fuga di gas per le giunture dei tubi o per le valvole delle trombe; vuotato il gasometro, l'operajo ne è avvertito da apposita soneria; egli chiude allora il condotto che estraeva il gas da quel gasometro ed apre invece la comunicazione con uno degli altri due che si trovano tuttora ripieni.

Sul carro di trasporto e dentro apposita intelajatura sono collocati 4 dei recipienti muniti ciascuno di chiavetta, per mezzo della quale possano comunicare con un unico tubo di rame, collocato all'estremità posteriore del carro, munito esso pure di una chiave. Presso ciascun consumatore, in luogo del piccolo gasometro sopraccennato (soppresso allo scopo di evitare la spesa considerevole per l'acquisto, la sorveglianza necessaria, la perdita di potere illuminante che in esso gasometro soffre il gas, e moltissimi altri inconvenienti), sono collocati dei cilindri metallici analoghi a quelli di cui fa uso l'officina. Tali recipienti sono costrutti colle lamiere del commercio di 2 metri di lunghezza; hanno la capacità di 750 litri, cui corrisponde un volume disponibile di gas variabile da mc. 2.25 a 3, secondo che la carica vien fatta in essi a 3 od a 4 atmosfere. Questi cilindri possono trovar posto facilmente anche sui tetti del fabbricato.

Aprendo il rubinetto di uno dei recipienti del carro di trasporto, si fa passare il gas in quel tubo che dicemmo essere collocato all'estremità posteriore del carro. Sulla chiave di questo stesso tubo viene invitato il tubo mobile che deve condurre il gas nei recipienti del consumatore. Questo tubo mobile è di caoutchouc guarnito di tela e può rapportare una pressione di 15 a 20 atmosfere. Un manometro collocato sul tubo del carro permette di leggere ad ogni istante la pressione che regna nei serbatoi dell'abbonato durante la carica.

L'operajo cui è affidata la distribuzione del gas agli abbonati, comincia col mettere in comunicazione, per mezzo di uno o più tubi di caoutchouc, a seconda della distanza, la bocca di presa col tubo del carro, ed apre i rubinetti di questo tubo e della bocca stessa, osservando poscia il manometro, onde conoscere la pressione che ancora rimane nei serbatoi che vuole riempire. Apre in seguito il rubinetto di uno dei cilindri provenienti dall'officina, e lascia affluire il gas sino a che il manometro indichi la pressione voluta dall'abbonato. Per ciò ottenere occorre sovente vuotare più di uno di questi cilindri: col primo si potrà raggiungere, per es., la sola pressione di 3 atmosfere, il secondo la potrà far salire a 4, ed il terzo a 5.

Giunto l'operajo presso di altro abbonato, i di cui cilindri siano vuoti, comincierà col porre questi in comunicazione col cilindro del carro in cui la pressione fu ridotta a 3 atmosfere, indi con quello della pressione di 4 atmosfere, e così di seguito.

In tale maniera i 4 recipienti di gas compresso a 11 atmosfere possono fornire a parecchi abbonati il gas con 5 atmosfere di pressione, senza che occorra far rientrare all'officina detti recipienti con questa stessa pressione, la quale nella massima parte dei casi si riscontrerà soltanto in uno dei recipienti, al ritorno del carro.

Poichè l'uscita del gas dai becchi d'illuminazione deve avvenire sotto debolissima pressione, occorre l'impiego di un regolatore di pressione molto sensibile. Quello ideato dal signor Boquillon, analogo nella forma ai regolatori a campana e a cono, serve lodevolmente a questo scopo: esso è rappresentato dalla figura 1467. — Nella cassa A giunge il gas che proviene dai serbatoi cilindrici; il coperchio C di questa cassa è mobile, perchè sostenuto da un anello di cuojo che gli permette di sollevarsi quando la pressione del gas è capace di vincerne il peso e di abbassarsi quando la pressione stessa diminuisce. L'asticciuola G collega il coperchio alla leva H che porta un piccolo otturatore D collocato all'orifizio E, per cui il gas si reca al tubo d'uscita B. È facile comprendere che la pressione del gas nel tubo d'uscita può venire facilmente regolata collocando opportuni pesi sopra il coperchio del regolatore.

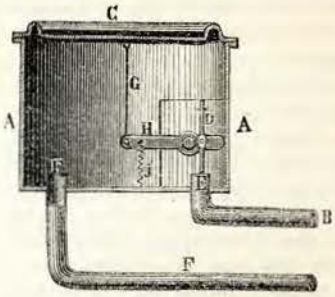


Fig. 1467.

Termineremo questo argomento coll'avvertire che nelle officine del gas portatile, essendovi tutto d'infiammabile, occorrono grandi avvertenze per evitare incendii; così i magazzini, i forni di distillazione, gli apparati di purificazione, i gasometri, le rimesse delle vetture, le officine per la lavorazione dei prodotti secondarii, le abitazioni, ecc., debbono essere separate in modo che l'incendio di uno di tali luoghi non possa propagarsi facilmente agli altri, e possa essere spento con maggiore agevolezza.

Malgrado le cure numerose che richiede l'industria del gas portatile e gli inconvenienti che presenta, essa ha saputo sinora sostenersi in parecchie città, e specialmente in quelle circondate da piccoli centri di popolazione ai quali non si possa o non convenga estendere la condotta della città; occorre infatti che la distanza sia considerevole ed il consumo frazionato, perchè le spese di trasporto non abbiano a superare gli interessi del capitale che dovrebbe essere impiegato per la collocazione di un condotto sotterraneo.

PARTE QUARTA

Gas estratto da varie sostanze, eccettuato il litantrace.

§ 93. Il litantrace non è la sola materia prima adoperata per la fabbricazione di gas illuminante; moltissime altre sostanze possono fornire, colla distillazione, dei principii gasosi dotati di sufficiente potere illuminante, ovvero capaci di acquistarlo per mezzo di procedimenti opportuni. Si ottengono così dei gas idrocarburati, atti a produrre fiamma luminosa, colla distillazione degli olii grassi, dei grassi solidi, delle resine, degli schisti

bituminosi, del petrolio, del catrame, e specialmente di alcuni componenti di questo; dalla distillazione secca della legna, della torba, della lignite. Colla decomposizione dell'acqua ottiensi l'idrogeno, gas di grande potere calorifico, che può servire come mezzo per suscitare la luminosità in un corpo fisso capace di portarsi alla incandescenza.

Gas estratto dal legno.

§ 94. Il primo tentativo per la fabbricazione del gas rischiarante colla distillazione secca del legno risale sino a Lebon, come già dicemmo nella prima parte di questo articolo. Tale tentativo rimase infruttuoso: a motivo della piccola quantità di idrocarburi che si producono nelle condizioni ordinarie della distillazione secca del legno, il miscuglio gasoso aveva un potere rischiarante troppo debole; l'acido carbonico formava infatti più che la metà del suo volume, l'ossido di carbonio un terzo all'incirca, 6 a 7 per 100 il gas delle paludi, senza alcun idrocarburo pesante.

Nel 1849 il Pettenkofer ebbe occasione di ripetere gli esperimenti sulla fabbricazione del gas col legno: i risultati confermarono pienamente l'opinione di Dumas, che cioè alla temperatura di carbonizzazione del legno non si producono che dei gas, i quali non possono essere utilizzati per l'illuminazione. Egli constatò per altro che se si riscaldano a temperatura più elevata i vapori che si formano durante la carbonizzazione del legno, si produce una quantità maggiore di gas ed avvengono delle decomposizioni con formazione di idrocarburi pesanti, per modo che il gas del legno giunge a contenerne in maggior copia che il gas di litantrace. Col carbon fossile, come anche colle resine e cogli olii, si ottiene immediatamente nelle storte un gas che può subito impiegarsi, giacchè i vapori che si svolgono dalla sostanza soggetta a distillazione abbisognano di un ulteriore riscaldamento relativamente piccolo per essere trasformati in gas permanenti ed illuminanti; non così per il legno, ed è questo il motivo per cui gli apparecchi che servono alla preparazione del gas di litantrace non convengono per la produzione del gas di legno.

Non havvi grande differenza nella qualità e nella quantità di gas prodotto con legni di varia essenza; così il signor W. Reissiger trovò, circa la quantità, le cifre seguenti relative alla distillazione di 50 chilogr. di varie specie di legno.

Pioppo	=	592	piedi cubici di	gas depurato	e 9.9	chilogrammi di carbone
Tiglio	=	620-640	id.		e 9.11	id.
Larice	=	550	id.		e 12.5	id.
Salice	=	660	id.		e 9.0	id.
Abete	=	640	id.		e 9.5	id.
Pino	=	564	id.		e 9.2	id.

Notevolissima è invece l'influenza dello stato igroscopico del legno sulla qualità del gas che se ne ritrae, giacchè la presenza del vapore acqueo nella storta dà origine ad acido carbonico, ossido di carbonio e idrogeno, vale a dire a dei gas sprovvisti di forza luminosa, mentre favorisce la formazione del catrame.

Si comprende di leggieri, vista la poca influenza della qualità od essenza del legno, che converrà fare uso di quello meno costoso, procurando di assoggettarlo alla disseccazione prima di distillarlo e d'impiegarlo appena uscito dagli essiccatoi, giacchè il legno esposto all'aria riprende in brevissimo tempo l'umidità perduta.

Nella massima parte dei casi si utilizza il calore perduto dai forni di distillazione per il riscaldamento degli essiccatoi. Questi trovansi d'ordinario addossati al muro di fondo della camera delle storte, ricoperti da una volta, e sotto il loro suolo circolano i gas caldi che dal forno si recano al camino. In tali condizioni però il riscaldamento avviene da una sola parte e la capacità dei disseccatoi risulta generalmente troppo piccola per la quantità di legna che occorre disseccare, sicchè raro avviene che al momento in cui questa deve essere introdotta nella storta, contenga meno dell'8 al 10 per 100 d'umidità.

Il carbone che ottiensi come residuo della distillazione, ha un'importanza industriale notevole, essendo utilizzabile nell'economia domestica e, per usi speciali, nella stessa industria; non potrebbe però venire impiegato al riscaldamento delle storte ed occorre a tal fine fare uso di torba o di legna o di litantrace, il quale dovrà essere di qualità infima, giacchè potendosi acquistare a condizioni favorevoli del buon litantrace, non avrebbe ragione di esistere un'officina per l'estrazione del gas dal legno, se si eccettuano alcuni specialissimi casi.

Dapprincipio si impiegarono, per la distillazione del legno, delle storte di forma complicata, divise cioè in compartimenti da appositi diaframmi, i quali avevano per iscopo di mantenere più a lungo i prodotti aeriformi in contatto con pareti arroventate, affinchè la loro decomposizione e gasificazione potesse avvenire in modo completo. Tali storte presentavano non pochi inconvenienti: esse fornivano gas di buona qualità per una parte soltanto della durata della distillazione, si screpolavano in breve tempo ed erano eccessivamente costose. Si tornò all'uso delle storte delle forme già descritte, quando Reidinger ebbe dimostrato che, ad ottenere buoni risultati, bastava assegnare alle storte di ordinario tipo una capacità assai maggiore di quella strettamente necessaria per contenere la legna da distillarsi.

La mancanza di principii solforosi e la rapidità con cui avviene la distillazione del legno, rendono preferibili le storte di ghisa, le quali si lasciano attraversare dal calore assai meglio di quelle di terra refrattaria.

In una esperienza di paragone si impiegarono 62 minuti a distillare una determinata quantità di legno con una storta di ghisa e 82 minuti con una di terra; la prima storta produsse 17 m^3 di gas e la seconda 11 soltanto (*Geith*); colla prima si ottenne 27 % di acido pirolignico e si abbruciarono 75 chil. di combustibile per il riscaldamento; colla storta di terra invece si ebbe il 33 % di acido pirolignico e si consumarono 87 chil. di combustibile.

Le storte impiegate hanno generalmente sezione a ⊓ con angoli smussati e le dimensioni seguenti:

	Altezza	Larghezza	Lunghezza	Spessore della parete
Per le minori	m. 0.30-0.35	m. 0.56-0.60	m. 2.60-2.70	m. 0.025-0.03
Per le maggiori	» 0.43-0.45	» 0.65-0.68	» 2.60-2.70	» 0.037

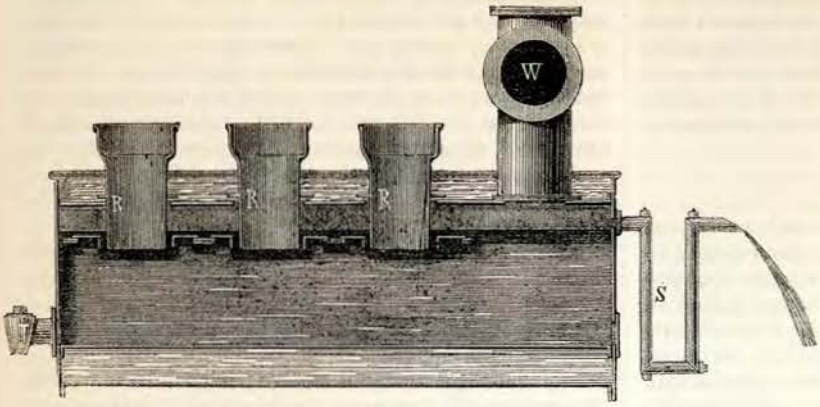


Fig. 1468.

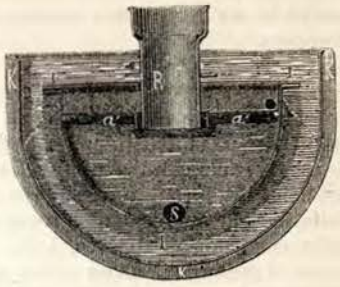


Fig. 1469.

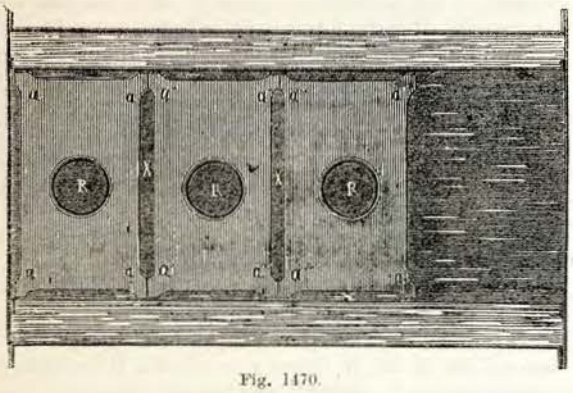


Fig. 1470.

Quando una storta si fora o si screpola per un colpo di fuoco ed il guasto non è troppo grave, vi si può riparare con un luto d'argilla contenente dal 5 al 10 % di vetro pesto o di borace. Siccome poi le storte, per il modo con cui sono collocate nel forno, sono colpite di preferenza sopra uno dei lati dalla corrente infiammata, conviene trasportarle, dopo un certo tempo, da una parte all'altra del forno: con tale precauzione la loro durata può prolungarsi sino a dieci mesi.

§ 95. Già dicemmo che il rendimento in volume, delle storte per il gas dal legno, è assai maggiore di quello delle storte per il litantrace; per quelle più piccole la produzione può variare dai 210 ai 240 m^3 e per le maggiori da 250 a 300 m^3. Per tale motivo risulta minore di molto il numero di storte necessarie per una determinata produzione, se la materia prima impiegata è il legno: d'ordinario bastano tre, poste in uno stesso forno.

La carica delle storte si fa coll'ajuto di una cucchiaja o canale, simile a quella descritta al § 11; questa cucchiaja è sospesa a bilico sopra un carretto-bilancia, sicchè puossi determinare il peso di ciascuna carica senza alcuna perdita di tempo. Terminata la distillazione, si leva il coperchio della storta (analogo a quello delle storte pel litantrace), se ne estrae il carbone per mezzo di un riavolo e lo si fa cadere in uno spegnitojo di lamiera, del quale poi si chiude e si luta il coperchio. Si sgorga quindi il tubo adduttore del gas e, se per ciò fare non basta passarvi per entro un'asta di ferro, si eliminerà il catrame colla combustione; questo tubo, dovendo dare passaggio ad un volume considerevole di gas ricco di prodotti condensabili, deve avere un diametro di 12 centimetri almeno.

La durata ed il modo di procedere della distillazione dipende soprattutto dalla quantità d'acqua che il legno contiene allo stato igroscopico; ordinariamente tale durata è di un'ora e mezza. Volendo mantenere le storte ad un conveniente grado di calore, fra due cariche consecutive non dovrà mai porsi un intervallo di tempo minore di un'ora e un quarto e maggiore di 2 ore.

I forni sono eguali a quelli pel gas di carbon fossile, per quanto riguarda i condotti del fuoco e del fumo; la superficie della graticola è alquanto maggiore, appunto perchè occorre riscaldare in minor tempo una maggior quantità di principii volatili; ed infatti, mentre il residuo della distillazione del legno rappresenta in peso la quinta parte della materia impiegata, il coke rappresenta invece i $^3/_5$ del litantrace adoperato. — Per questi stessi motivi non sarebbe conveniente assegnare al bariletto le forme e le dimensioni che convengono pel gas di litantrace; è maggiore la quantità di calore che il gas di legno vi trasporta e maggiore altresì l'agitazione del liquido in cui il gas deve gorgogliare, agitazione che potrebbe mettere allo scoperto la bocca del tubo adduttore qualora il recipiente fosse troppo piccolo. Il bariletto ha la forma rappresentata nelle figure 1468, 1469, 1470. Il barile, propriamente detto I I, è munito di tre gole R R R, le quali ricevono le estremità discendenti dei tubi adduttori provenienti dalle tre storte: una quarta gola W accompagna il gas al tubo di uscita. Esso barile è sospeso entro una cassa di ghisa K K, sostenuta da orecchie e da labbri rovesciati, lasciando fra le sue pareti e quelle della cassa un intervallo di 10 centimetri, nel quale circola acqua fredda che continuamente si rinnova.

All'interno del barile ed all'altezza cui giunge il liquido in esso contenuto, sono collocate delle piastre di ghisa a, a', a'', le quali lasciano fra loro e presso le pareti degli interstizii vuoti X: scopo di tali piastre si è di scemare le oscillazioni ed i ribollimenti del liquido, causati dal gorgoglio del gas, e mantenere così la voluta immersione, di 4 a 5 centimetri, alle estremità inferiori delle gole R R R. Il collocamento di tali piastre è indispensabile, giacchè la pressione del gas nelle storte si eleva talvolta sino a 20 centimetri e nelle prime fasi della distillazione può raggiungere persino i 30.

Nel barile ha luogo la separazione fra l'acqua catramosa carica di acido pirolignico e il catrame; l'acqua galleggia e si scarica per il sifone S che può facilmente mantenersi pulito colle aperture praticate nei varii suoi gomiti, le quali si chiudono con tappi a vite; colla chiavetta T si estrae il catrame che raccogliesi sul fondo.

È raro il caso in cui si possa disporre di tanta acqua fredda da poter mantenere nella cassa K K una temperatura inferiore ai 40°, soventi anzi accade che all'uscita dal sifone l'acqua di condensazione raggiunge i 60° e gli 80°: comprendesi come in tali condizioni il gas debba uscire dal bariletto tuttora carico di principii catramosi: onde la necessità di efficaci lavatori e condensatori.

Il gas dopo la lavatura e la condensazione trovasi privo di principii solforosi, contiene poca ammoniaca, ma per contro una considerevole dose di acido carbonico, da $^1/_4$ a $^1/_5$ del volume totale: occorre eliminare questo gas con una ben intesa purificazione. Questa non può effettuarsi che per mezzo della calce: la quantità occorrente di tale sostanza è sì grande da aumentare sensibilmente il prezzo del gas.

Gli apparati purificatori sono costrutti in legno od in ghisa, giacchè il ferro sarebbe attaccato dai vapori di acido acetico: la calce vi è disposta in istrati di 5 a 7 centimetri di spessore e ne occorrono 105 chilogr. in media per ogni 100 m^3. di gas. — La calce esausta, che d'ordinario non conviene vivificare colla torrefazione, è in massima parte costituita di carbonato calcico (dal 52 al 72 %). L'acido acetico e il creosoto, sfuggiti all'azione dei lavatori, vengono pure assorbiti dalla calce, alla quale comunicano un odore sgradevole e piccante.

La quantità di calce indicata è superiore a quella che teoricamente sarebbe necessaria per fissare la proporzione di acido carbonico mediamente contenuta nel gas di legna; tuttavia la purificazione del gas non ottiensi in modo completo. Ciò devesi attribuire specialmente al riscaldamento della massa (oltre i 40°) causato dall'avidità con cui la calce assorbe l'acido carbonico, avidità che è massima quando la calce è nuova; egli è così che una parte dello stesso acido fugge all'azione del purificatore rimanendo ad imbrattare il gas in dose variabile dall'uno al due %.

§ 96. La densità del gas di legno in media non è inferiore a 0.70, mentre quella del gas di litantrace di frequente non giunge a 0.5. Questo fatto esercita una capitale influenza sulla forma e sullo sviluppo della fiamma ed obbliga ad assegnare maggiori dimensioni agli orifizi dei lucignoli; il gas di legno, bruciato sotto pressione alquanto forte nei lucignoli a gas di litantrace, dà una fiamma appena illuminante, mentre nei becchi a larghi orifizi manifesta un potere rischiarante che supera quello dell'ordinario gas nel rapporto di 6 : 5.

La preparazione del gas col legno, quando sia favorita da circostanze speciali, come vicinanza a foreste od a stabilimenti industriali che facciano grande uso di *carbone dolce*, presenta parecchi vantaggi sulla estrazione del litantrace; la carbonizzazione del legno si trova collegata alla fabbricazione di una materia illuminante; il gas si ottiene a buon mercato avendosi per residuo il carbone di legno che ha grande valore e facile smercio. Inoltre a parità di peso il legno somministra gas in maggior volume e di potere illuminante maggiore; l'assenza completa dell'ammoniaca e dei composti solforati lo rende d'impiego più comodo e maggiormente igienico.

Nelle località ove si può avere un quintale di legno di pino o di abete a miglior mercato che un quintale di litantrace, l'illuminazione col gas di legna è assai più vantaggiosa; si aggiunga poi che il capitale d'impianto è assai minore, gli apparecchi necessarii occupano minore spazio e il numero delle storte occorrenti è assai più piccolo, giacchè una sola basta a produrre col legno un volume di gas pari a due volte e mezza quello che produrrebbe col litantrace.

L'inconveniente massimo si è quello della grande quantità di calce necessaria alla purificazione.

L'acido pirolignico e lo stesso catrame possono soventi venire utilizzati nella stessa località; quest'ultimo viene pure talvolta adoperato per il riscaldamento delle storte, facendolo ardere nel focolare; esso contiene idrocarburi solidi, fra i quali è principalmente a notarsi la paraffina.

Gas estratto dalla torba.

§ 97. La torba, trattata nello stesso modo del legno, fornisce un gas di analoga composizione, sebbene di potere rischiarante alquanto minore. La fabbricazione di questo gas si basa sugli stessi principii sopra esposti per la distillazione del legno; ottengonsi come prodotti: gas, acqua di condensazione, catrame e *carbone di torba*. Il signor H. Vohl ottenne, distillando cento parti in peso di torba essiccata all'aria, proveniente da una torbiera del cantone di Zurigo:

Gaz	17.625
Catrame	5.375
Prodotti liquidi	52.000
Carbone	25.000
	100.000

Come per il legno, lo sviluppo di gas è soprattutto energico al principio della distillazione; questa però procede per la torba in modo più uniforme.

Il gas, non purificato, contiene dell'idrogeno solforato, in proporzioni però assai più piccole del gas di litantrace; contiene altresì acido carbonico in dose maggiore di quella del gas di legna e in tanto minor copia quanto maggiore è il grado di essiccamento della torba.

Gas di lignite.

§ 98. Le ligniti di più antica formazione, quelle cioè che maggiormente si avvicinano al litantrace e formano il coke colla calcinazione, possono fornire un gas di uso conveniente nella illuminazione; ma quando appartengono alle formazioni recenti lasciano per residuo un carbone trito, poco utilizzabile, e producono un gas contenente in copia ossido di carbonio e idrogeno, e perciò di fiamma poco luminosa. È d'uopo però osservare che il nuovo indirizzo, preso dall'industria dell'illuminazione, pare possa trovare un utile e conveniente impiego anche a tal fatta di combustibile, giacchè più non richiedesi al gas il potere illuminante, ma bensì la forza calorifica.

Il mezzo di potere utilizzare i combustibili di qualità inferiore, quali la torba e la lignite, recherà, non v'ha dubbio, a noi Italiani un notevolissimo vantaggio.

Gas di resina.

§ 99. Il miscuglio di essenza di trementina e di colofonia, conosciuto sotto il nome di trementina, sottoposto alla distillazione lascia per residuo la sola colofonia, composta essenzialmente di acido silvico e di acido pinico ($C^{20}H^{30}O^2$). La colofonia, al pari di altre resine di poco costo, può fornire un gas di potere illuminante doppio di quello del gas di litantrace; nell'Inghilterra e sul continente era impiegata per l'illuminazione quando ne venivano fornite quantità ingenti ed a basso prezzo dall'America settentrionale.

Decomposta sotto l'azione del calore, la colofonia somministra un liquido oleoso, l'olio di resina, che al calore rosso si gasifica; per essere introdotta nelle storte essa viene dapprima fusa, ovvero disciolta nell'olio di resina, o nella essenza di trementina. Più comunemente si impiega il primo mezzo, e perciò la colofonia viene collo-

cata entro un recipiente riscaldato dai gas che già lambirono le storte.

Il gas che ottiensi non abbisogna di una purificazione propriamente detta, giacchè basta liberarlo, mediante il raffreddamento, dai vapori facilmente condensabili.

L'apparecchio distillatorio è quasi sempre costrutto sul tipo assegnato dal Chaussenot (fig. 1471), nel quale la resina è fusa in disparte e gli olii leggeri che si volatilizzano, vengono raccolti essi pure in disparte, costituendo essi un prodotto secondario importante ed assai ricercato.

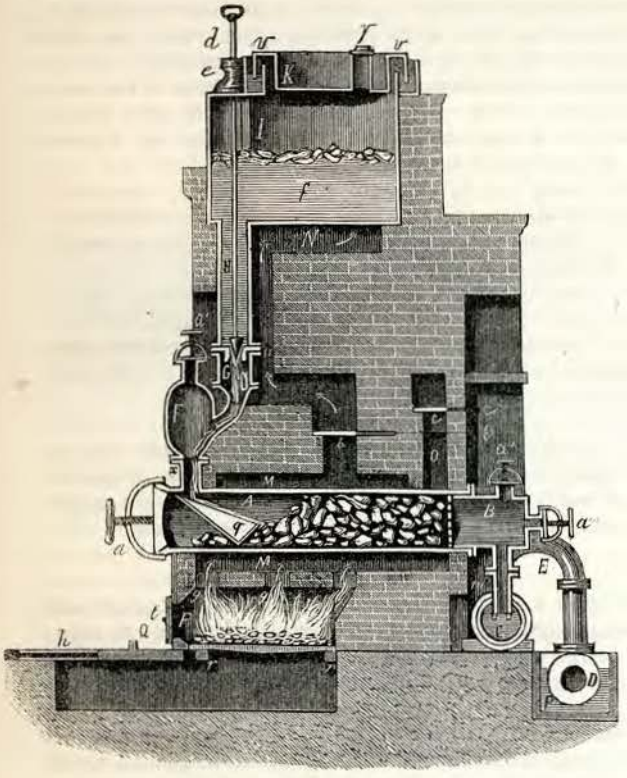


Fig. 1471.

L'aria entra nel focolare l' attraversando un'apertura collocata sul suolo e munita di registro Q scorrevole nelle guide orizzontali *h;* la lunga fiamma del combustibile che è collocato sulla graticola *r r*, attraversa dapprima le aperture *g* praticate nella volta del focolare, va a lambire la storta e quindi al camino per il condotto N, toccando le pareti del recipiente I contenente la resina. Allorquando vuolsi riempire questo recipiente, si chiude il registro *b* onde vietare alla corrente calda il passaggio per N, aprendo invece l'altro registro *c*, che permette ai gas infiammati di accedere immediatamente al camino per il canale O. Questi due registri si manovrano dall'esterno con appositi manubrii. Il braccio di tubo H che accompagna la colofonia fusa in prossimità della storta, è esso pure immerso nella corrente del focolare, locchè contribuisce ad aumentare la fluidità della sostanza. Ad impedire poi l'uscita dal serbatojo a quei vapori che si producono nell'atto stesso della fusione e che potrebbero essere causa d'incendio, si colloca sullo stesso serbatojo un coperchio K, i cui orli si immergono in un canaletto *u u* contenente acqua. Questi vapori possono poi essere scaricati nel camino, o sotto la graticola, per mezzo di apposito tubo applicato in *y*.

Fra il tubo H e la gola G, che ad esso fa seguito, è collocata una valvola conica che può venire aperta o chiusa per mezzo dell'asta *d*, e serve a regolare la discesa del liquido nella storta. Prima di giungere a questa, il liquido passa per il vaso F munito di apertura di spurgo *a'* chiusa da tappo a compressione come le altre due *a* ed *a''*.

La colofonia fusa cade nella storta per il tubo *x* e viene diretta dalla piastra *q* verso l'estremità posteriore della storta medesima, ove sono collocati dei frammenti di coke, mantenuti a distanza dal fondo della storta da un diaframma traforato. Il solo gas passa perciò nello scompartimento posteriore B, e da questo nel sottostante barile C, dal quale esce per il tubo E onde recarsi al refrigerante D, collocato entro un canale *p* nel quale scorre l'acqua che deve produrre il raffreddamento.

La distillazione può essere continuata fino a quando nella storta siansi formati depositi carbonosi capaci di fare ostacolo alla trasmissione del calore.

Con un chilogr. di resina si ottengono da m³. 0.800 a 1.300 di gas avente un potere rischiarante minore di quello del gas d'olio, ma pari a quello del gas dei migliori litantraci.

L'olio di resina che si forma in abbondanza quando la colofonia si decompone sotto l'azione del calore, è un corpo di composizione molto complessa e contiene sostanze che si volatilizzano a una temperatura inferiore a quella che d'ordinario regna nella storta: questo è un grave inconveniente per la fabbricazione del gas, giacchè queste sostanze sfuggono prima che abbiano raggiunta la temperatura necessaria per la gasificazione. Volendo ovviare a questo inconveniente si dovrebbe far passare i prodotti di decomposizione della colofonia attraverso a molte storte, la qual cosa complicherebbe l'apparecchio ed aumenterebbe le spese di riscaldamento. Impiegando una sola storta non si può evitare la formazione di una grande quantità di olio di resina che raccogliesi, in massima parte, entro il barile.

L'acido carbonico può imbrattare il gas di resina in una proporzione che raggiunge talvolta l'8 per cento, ed è perciò buona pratica quella di far gorgogliare il gas entro una soluzione di soda caustica.

Questo modo di fabbricazione del gas-luce è soggetto a perturbazioni gravi per le variazioni repentine del prezzo della materia prima impiegata; così durante la guerra d'America quest'industria rimase pressochè soffocata in causa dell'esagerato aumento del prezzo delle resine, le quali provengono in gran parte dal nuovo continente.

Talvolta si distilla la resina insieme a carboni di qualità inferiore, nel qual caso la resina fornisce i principii rischiaranti, ed il litantrace, i gas di maggiore potere calorifico.

Gas estratto dai graspi esauriti.

§ 100. Il signor Ilgen propose di estrarre il gas dai graspi di uva dopo che da essi si è ricavato tutto quanto possono fornire di vino e di alcoole. Secondo lo stesso Ilgen, il potere illuminante del gas che se ne ritrae sarebbe quasi eguale a quello del gas di litantrace; ricavasi inoltre come prodotto secondario un nero fino, detto *nero di Francoforte* o *nero di vinacciuoli*, che vendesi come materia colorante; di più ottiensi un miscuglio di idrocarburi liquidi simili a quelli del catrame di legno, con acido acetico ed ammoniaca.

I graspi debbono dapprima essere ridotti in formelle, comprimendoli in appositi stampi mentre sono ancora umidi e distesi quindi sopra graticci e lasciati essiccare

all'aria libera, non già artificialmente, onde non abbiano a perdere principii utili. La carica della storta si fa nello stesso modo che per il legno, impiegando da 25 a 75 chilogr. di formelle, a seconda della capacità della storta medesima.

La distillazione procede come per il legno e, se le mattonelle furono bene disseccate, si ottiene un gaś di potere illuminante doppio di quello del gas di litantrace. Finita la distillazione, si ritira rapidamente il carbone facendolo cadere in uno spegnitojo a chiusura ermetica, onde impedire che la materia carbonosa si distrugga pel contatto dell'aria. Questo carbone, lisciviato con acqua calda fino a che i lavacri rimangano chiari e non dimostrino più reazione alcalina, indi macinato umido e trattato coll'acido cloridrico, che lo priva dei sali insolubili, lavato nuovamente e disseccato, fornisce il *nero di Francoforte* che vendesi al prezzo di 55 a 60 lire al quintale.

Distillando al rosso scuro, con fuoco di legna o di torba, ritraesi minor volume di gas, ed ottiensi un maggior residuo carbonoso (22 a 25 per cento del peso delle formelle secche), che trattato come ora si è detto, fornisce un nero di miglior qualità e di aspetto vellutato.

Gas estratto dalle acque grasse e dai cascami di filatura delle lane.

§ 101. L'impiego delle acque saponacee alla produzione di gas venne ideato dal signor Houzeau-Muiron, che ben sapeva quanto di sostanza grassa venga tolto alle lane che servono alla fabbricazione dei panni. Quest'industria, già da parecchi anni attivata in Reims dallo stesso Houzeau-Muiron, permise di trarre partito di moltissimi cascami inutili dapprima e che talvolta aumentavano le spese di sgombero.

Le acque provenienti dalla lavatura della lana e dei pannilana contengono dell'oleato e del sebacato di soda, nonchè dei saponi a base di calce che vi galleggiano in fiocchi, e detriti di sostanza animale. Nella città di Reims, tutte tali acque fanno capo ad un serbatojo dell'officina a gas. Raccoltine 15000 chil. si aggiunge acido solforico nella proporzione del 2 %, ovvero 4 % di acido cloridrico, diluito col doppio d'acqua, e si lascia reagire per dodici a diciotto ore. Si genera così nella massa liquida del solfato di soda o del cloruro di sodio ed alla superficie sale una materia grassa impurissima, mista a solfato di calce, se si è fatto uso di acido solforico. Questa sostanza è costituita da acidi grassi, olio e principii animali mescolati ad un eccesso di acqua, dalla quale si libera colla compressione e colla successiva fusione in caldaja di rame.

Il prodotto è decantato in una seconda caldaja, coll'aggiunta di alquanto acido solforico per accertare la purificazione. La filtrazione fornisce un olio chiaro che forma colla soda un sapone di buona qualità; sul filtro rimane un residuo nero contenente principii grassi e solidi che si distillano per ottenere gas illuminante: i prodotti catramosi che ottengonsi nella fabbricazione di questo gas servono a disciogliere la sostanza non ancora distillata.

Nelle grandi filature, e specialmente a Mulhouse, si fa impiego alquanto diverso delle acque di lavatura, le quali contengono sapone e untume di lana in considerevole quantità: raccolte in apposite cisterne, vengono trattate con latte di calce e lasciate in riposo sino a completa chiarificazione; levato poscia il liquido soprastante, si decanta e si filtra grossolanamente il deposito affine di eliminare la sabbia e il terriccio; fatto essiccare all'aria, diviso in frammenti della grossezza di mezzo mattone e lasciato nuovamente e completamente asciugare, viene per fine caricato nelle storte di distillazione.

In una officina di filatura che conti 20000 fusi si possono raccogliere giornalmente 500 chilog. circa di tale sostanza disseccata, ciascun chilogramma della quale può fornire 210 litri di gas. Il signor Altget calcola che per tal modo si può produrre un volume di gas doppio di quello che basta ad illuminare l'opificio di filatura.

In guisa analoga si può utilizzare le acque che servono allo sgrassamento delle sete: un ettolitro di queste acque basta a produrre da 1200 a 1600 litri di gas ed esige da 0.25 a 0.40 chilog. di calce.

§ 102. I cascami della filatura delle lane vennero dal signor Lieben mescolati al litantrace per ricavare gas in maggior volume e con maggior potere illuminante. La carica della storta è fatta con una lunga pala, sulla quale fra due strati di litantrace se ne pone uno di cascami collo spessore di 15 centim. La carica si opera con tutta lestezza mentre la storta è al color rosso: lo sviluppo di gas avviene rapidissimamente. Se le storte sono di ferro non occorre l'aggiunta del litantrace ai cascami; è necessaria invece per quelle di terra, almeno di quando in quando, affinchè la sostanza bituminosa possa chiuderne i pori e impedire che diventino permeabili al gas.

Con 100 chilog. di cascami si ottengono 42 m^3. di gas, mentre lo stesso peso di litantrace non ne dà che 33. Il gas contiene molto acido carbonico ed occorre perciò molta calce nei purificatori.

Gas dagli olii.

§ 103. L'illuminazione col gas di olio puossi considerare come il sistema più antico e più diffuso: le candele, le lampade ad olio od a petrolio o ad essenza minerale qualsiasi sono infatti piccoli apparecchi in cui olii o corpi grassi si trasformano in gas pel calore stesso che si svolge nella loro combustione. È però evidente che la illuminazione con mezzi sì primitivi deve costare assai più di quella che puossi ottenere utilizzando, con apposite installazioni, i combustibili meno costosi capaci di produrre un gas di grande potere rischiarante.

Se questo modo di illuminazione non ha ancora raggiunto tutto quello sviluppo che dovrebbe avere, si è perchè a torto si ritenne assai limitato il numero e la quantità delle materie prime necessarie alla produzione e non si comprese sin dapprincipio che gli apparati di distillazione dovevano, nella forma, essere necessariamente diversi da quelli impiegati per il litantrace. Egli è così che si succedettero i tentativi di Jon Taylor, di White, di Jobart e di Sellingue. Nel 1828 il signor Kaochlin di Mulhouse tentava di produrre gas con olio vegetale facendo scorrere questo, sotto forma di piccoli filetti liquidi condotti da tubi, sulla parete arroventata di una storta ordinaria. Pressochè alla stessa epoca il signor Faure di Nancy ripeteva gli stessi esperimenti e giungeva a rischiarare col gas di olio un intiero quartiere di questa città.

Fu in questi ultimi tre lustri che gli industriali studiarono più dettagliatamente il sistema di illuminazione cogli olii, ed i perfezionamenti si succedettero con rapidità, raggiungendo risultati soddisfacentissimi.

Le materie prime suscettibili di essere trasformate in gas sono tutt'altro che scarse, giacchè fra di esse debbonsi porre non soltanto gli olii minerali, ma tutti i corpi grassi provenienti dal regno animale o vegetale. I corpi grassi di origine vegetale producono, è vero, un gas di qualità inferiore, ma essi possono tuttavia riuscire utilissimi in una località ove manchino altre sostanze capaci di sostituirli con vantaggio, ovvero si possano procurare siccome residui senza valore.

Generalmente però il gas fabbricasi con degli olii di schisto o di catrame di lignite; molte di queste sostanze sono dapprima utilizzate in altre industrie e i residui possono servire alla fabbricazione del gas. Nella massima parte dei casi si usa il petrolio; con esso si ottiene il gas di maggior potere rischiarante.

Devesi ritenere che un olio è tanto più atto alla fabbricazione del gas, quanto più è piccola la quantità di creosoto che esso contiene; se la proporzione di questa sostanza raggiunge il 10 %, l'olio è improprio a detta fabbricazione.

La densità media degli olii da adoperarsi è di 0.880. Gli olii minerali appartengono, in definitiva, ad una stessa classe di combinazioni chimiche, quella dei carburi di idrogeno; esistono tuttavia fra essi delle differenze specifiche che non si riferiscono soltanto alla varia volatilità; così ciascuno ha un odore proprio che permette, a persona esperta, di scoprirne subito la provenienza. L'impiego di questi olii nella illuminazione può causare accidenti spiacevoli se non si usano le dovute precauzioni: la grande volatilità di due principii costituenti gli olii grezzi o mal preparati e la estrema infiammabilità dei loro vapori al contatto di un corpo in combustione o riscaldato al rosso, può generare scoppii ed incendii. Senza questo contatto però l'infiammazione è impossibile.

Un olio da illuminazione deve essere considerato come non pericoloso quando, versato sopra una piastra a 30 o 40° centigradi, non si accende al contatto di un corpo in ignizione, ovvero quando una lampada che lo contiene può essere rovesciata senza che si accenda l'olio nel serbatojo. Un indizio più certo si ha dal punto di ebollizione: questo non dovrebbe mai essere inferiore a 190°, come è appunto per gli olii di miglior qualità cui la depurazione ha esportato le sostanze eccessivamente volatili, le quali meglio si prestano ad altri usi che non a quello della illuminazione.

Si dovrà evitare, per quanto è possibile, il trasporto degli olii durante la stagione estiva e per conservarli si terranno chiusi in recipienti metallici collocati entro terra.

Gli olii minerali che segnano 820 ad 875° all'areometro di Baumé, sono i più atti alla produzione di un gas ricco. Quelli sinora conosciuti possono venire distinti in cinque classi:

1° Gli olii che si ricavano dagli schisti bituminosi, sottoponendo questi all'azione del calore in grandi storte di ghisa o di terra refrattaria. La prima distillazione produce un olio sporco e infetto che si ridistilla, frazionando i prodotti. La prima parte distillata forma l'olio da illuminazione; la seconda un olio più denso, il quale, convenientemente mescolato ad un olio fisso vegetale od animale, diviene adattatissimo alla lubricatura delle macchine; la terza infine serve a fare l'asfalto.

2° Gli olii che si ricavano dalle sabbie bituminose, quelle di Pechel-bronn per esempio. Il prodotto lordo della prima distillazione è più ricco di olio da illuminazione di quello degli schisti; la seconda distillazione produce gli stessi risultati generali sopraddetti.

3° Olii ricavati dalla distillazione del boghead di Scozia: la quantità di catrame (e relativi olii) ricavata dalla distillazione, dipende essenzialmente dalla temperatura a cui questa si effettua.

4° Olii provenienti dalle sorgenti naturali di petrolio. Questo, sottoposto alla distillazione, fornisce in grande proporzione un olio quasi incoloro ed inodoro, proprio alla lubricatura; una minor parte di altr'olio incoloro, fluidissimo, contenente molta benzina, che discioglie i grassi ed abbrucia con fiamma splendidissima; un residuo carbonoso in proporzione varia.

5° Olii che si ricavano dalla distillazione del catrame e segnatamente dal catrame di legna, di torba, di lignite e degli schisti bituminosi, quali il *Boghead*, il *coal-shale*, ecc. Questi olii *minerali* sostituiscono, a buon mercato, gli olii ed i grassi estratti dal regno vegetale ed animale.

Il catrame colla distillazione somministra l'*olio di catrame*, dal quale, mediante una rettificazione ulteriore, si separano la paraffina ed i corpi liquidi oleosi, che, dopo la eliminazione dei componenti acidi e pesanti (l'acido carbolico o fenico) vengono messi in commercio coi nomi di *fotogeno*, *olio minerale*, *idrocarburo*, *ligroino*, *olio solare*, *olio di paraffina*. Questi olii hanno molta analogia col petrolio, essendo costituiti quasi esclusivamente di idrocarburi. Allo stato di massima purezza sono incolori e possiedono un odore poco pronunziato. L'olio di paraffina è specialmente impiegato alla produzione di gas ricco.

Giungono dall'America Settentrionale delle enormi quantità di un olio denso, del peso specifico variabile da 0.840 a 0.977, designato col nome di *olio lubricante* od *olio di vulcano*. Esso ottiensi pure in grande copia nelle fabbriche di paraffina e di olio solare e nelle raffinerie da petrolio; esposto all'azione del freddo deposita piccoli cristalli di paraffina. L'olio di vulcano dell'America, a quanto riferisce il signor Ad. Ott, non è già un olio distillato, ma bensì una qualità molto densa di petrolio nativo, decolorato col carbone e dal quale si è volatilizzata soltanto la nafta. Viene talvolta mescolato con grassi vegetali od animali ed impiegato così per la lubricatura delle carrozze e delle macchine; le filature dell'Inghilterra lo adoperano in grande misura per la lubricatura dei fusi dei filatoi (Mull-Jenny e Selfacting) onde impedire la resinificazione e il congelamento degli olii fissi. Questo impiego devesi però attribuire, più che alle buone qualità lubricanti dell'olio di vulcano, alla mancanza di altra sostanza di maggior convenienza; l'uso più comune ed importante si fa nella fabbricazione del gas ricco.

Non è raro riscontrare insieme alle sorgenti di petrolio delle correnti di acque saline e dei soffioni di gas infiammabili; così in Toscana, a Sassuolo presso Modena e ad Amiano non lungi da Parma: l'olio proveniente da quest'ultima località venne per lungo tempo impiegato per la illuminazione di alcune città e specialmente di Genova.

Si riscontra il petrolio sotto forma di sorgente, in Italia nei luoghi accennati ed in maggior copia a San Giovanni Incarico nella Terra di Lavoro; a Tegernsee in Baviera, nella Svizzera presso Neufchâtel, a Sehnde nell'Annover, a Kleinschöppenstedt nel ducato di Brunswick, a Blechelbronn in Alsazia, a Coalbrookdale in Inghilterra, nei Pirenei, in Galizia, in Ungheria, in Transilvania, nella Croazia, nella Valachia, ecc. Nella penisola di Apscheron, situata nella costa occidentale del mar Caspio, trovasi una grande quantità di petrolio o nafta; nell'isola di Tschelckän, presso la costa orientale dello stesso mare, si contano 3400 sorgenti che somministrano annualmente 1.700.000 chil. di varie qualità di petrolio; così pure a Raugoon in Birmania vi hanno sorgenti ricchissime di petrolio che ne producono sino a 120.000.000 di chil. all'anno. La maggior quantità si riscontra però in America, ove dal Canadà alla California estendesi una zona percorsa da petrolio e da bitume liquido, dell'estensione di oltre a 10° di latitudine. L'America meridionale conta pure sorgenti ricchissime nel

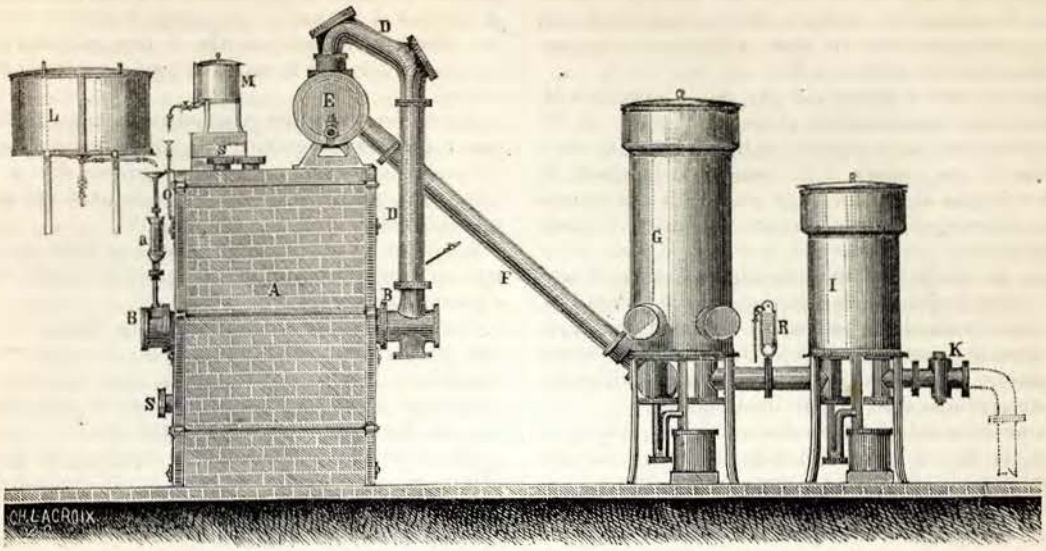


Fig. 1472.

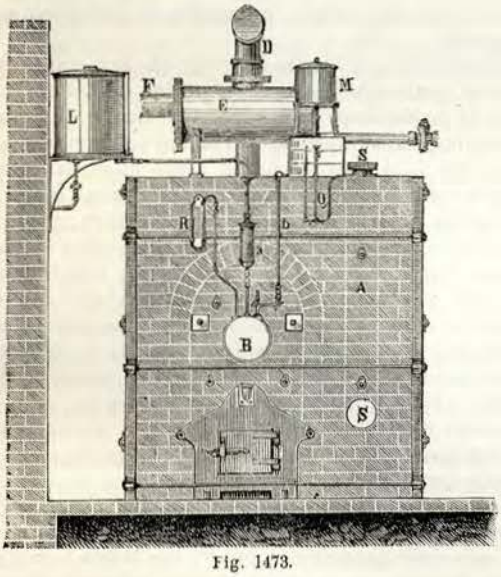


Fig. 1473.

Però, nella Bolivia, nella Repubblica Argentina e nell'Isola della Trinità.

In Asia ed in Africa esistono depositi di combustibili minerali d'ogni specie, della cui importanza non si ha ancora esatta cognizione.

§ 104. Il gas ricavato dagli olii è privo di qualunque sostanza solforosa ed azotica, poichè si compone quasi esclusivamente di carburi d'idrogeno mescolati talvolta ad idrogeno puro. Egli è appunto per tale sua composizione e soprattutto per la sua purezza, che esso gode della preziosa proprietà di non formare depositi sotto l'azione del freddo e delle alte pressioni, e di non produrre alcun ingorgo nei tubi di condotta. Prestasi in modo eccellente per l'illuminazione delle carrozze ferroviarie, come pure per riscaldamento o per sviluppo di forza motrice nei motori a miscela detonante; brucia con fiamma bianca e brillante, senza produrre nè odore, nè fumo.

Già dicemmo che questo mezzo d'illuminazione fu oggetto di numerose ricerche: infatti per esso puossi realizzare in moltissime circostanze una considerevole economia in confronto degli altri sistemi di illuminazione. Noi ci proponiamo di esaminare qui appresso le principali disposizioni di apparecchi per la fabbricazione del gas di olio, quelle appunto che ebbero più felice esito e maggior numero di pratiche applicazioni.

§ 105. *Apparecchio Hirzel.* — Sin dal 1862 il dottore Enrico Hirzel, professore all'università di Lipsia, acquistava il brevetto per un apparecchio di sua invenzione, destinato alla fabbricazione del gas coll'olio di catrame, di lignite, di legna, di torba o di schisto, coi residui del petrolio o con altre sostanze oleose o grasse.

Molte installazioni di questo apparecchio vennero fatte in Europa con successivi perfezionamenti suggeriti dalla pratica. L'apparecchio, che noi descriviamo, è quello che oggidì costruisce la ditta Enrico Hirzel di Plagwitz-Leipzig, rappresentato dalle figure 1472, 1473.

La storta di ghisa B è rinchiusa in un forno A e sporge dalle pareti anteriore e posteriore di questo. La sostanza che vuolsi distillare trovasi raccolta in un serbatoio L che alimenta la storta lasciando cadere a goccie il liquido entro un sifone *a* collocato al disopra della testa della storta medesima. Appositi rubinetti permettono di regolare l'efflusso della sostanza oleosa in guisa che la storta, riscaldata al rosso ciliegia, rimanga continuamente vuota; la produzione del gas può essere sospesa ad un istante qualunque colla sola chiusura degli stessi rubinetti.

Il gas passa dalla storta nel tubo adduttore D che si ricurva in alto per immergersi di qualche centimetro nel catrame del barile E. In questo il livello del catrame si mantiene ad altezza costante, giacchè il tubo di uscita F che accompagna il gas al condensatore a coke G, permette al catrame eccedente di scorrere in basso e di raccogliersi in un vaso collocato sotto lo stesso condensatore. Da questo il gas si trasporta ad un purificatore I, nel quale viene spogliato di tutte le sostanze estranee, per passare poi, attraverso il rubinetto K, nel cassone del gasometro.

I manometri R R indicano di continuo la pressione del gas nella storta e nel condensatore.

Un accessorio di capitale importanza, detto il *moltiplicatore*, è costituito da una storta metallica S a forma

di U, racchiusa nello stesso forno A; questa storta è riempita di frammenti di coke, della grossezza di una noce, ed è riscaldata sino al rosso ciliegia dallo stesso fuoco che riscalda la storta B.

Durante la fabbricazione del gas, da un serbatoio M, munito di tubo con rubinetto, si lasciano cadere da 100 a 120 goccie d'acqua al minuto, entro un sifone Q che è in comunicazione con una delle branchie della storta S. In questa l'acqua si trasforma in vapore il quale è obbligato a passare nella seconda branchia attraversando la massa di coke incandescente, per la qual cosa si decompone, dando origine ad idrogeno e ad ossido di carbonio, i quali fanno insieme passaggio nella storta B. Questi gas si mescolano coi vapori d'olio, ed una parte del carbonio di questo, che si depositerebbe sotto forma di catrame, si trasforma, per la presenza dell'idrogeno, in carburo, vale a dire in gas illuminante.

L'azione del moltiplicatore diminuisce la quantità di catrame, che ha esso pure un'importanza industriale, ma aumenta per contro del 7 °/₀ circa la quantità del gas da illuminazione.

Per le installazioni di maggiore importanza si può aumentare il numero degli epuratori: essi hanno soprattutto lo scopo di assorbire l'ossido di carbonio.

Facendo uso di petrolio, si ottiene con tale apparecchio un gas di potere illuminante quadruplo di quello del gas di litantrace; la spesa corrispondente all'alimentazione di un becco ordinario può variare da 2 a 3 centesimi per ogni ora, a seconda della potenza dell'apparecchio e del prezzo della materia prima.

Una storta del peso di 30 chil. può produrre 1 m³. e ½ di gas in un'ora; la produzione aumenta colla capacità della storta, e con una di 500 chil. di peso si possono ottenere, nello stesso tempo, da 12 a 15 m³. di gas. Vedesi adunque che tale apparecchio si distingue per la rapidità della produzione, avuto riguardo alle sue dimensioni ed al potere illuminante del gas, come pure per la comodità, la sicurezza e la picciolezza delle spese d'impianto.

§ 106. *Sistema Pintsch.* — L'apparecchio inventato dal signor Pintsch per la produzione del gas dagli olii è uno dei migliori immaginati a tale scopo, sia per la semplicità come per la razionale disposizione delle parti. Esso prestasi convenientemente al riscaldamento ed alla illuminazione delle vetture ferroviarie, dei *tramways* e dei battelli, all'illuminazione dei segnali marini (*bouées*), di officine, laboratorii e di piccole città.

Il gas fabbricato con tale apparecchio ha un potere illuminante quadruplo di quello dal gas ordinario, non subisce perdite per raffreddamento, sottoposto ad una pressione di 12 atmosfere soffre la sola diminuzione di ⅛ del suo potere rischiarante. Per tale motivo oggidì la Società concessionaria del brevetto illumina oltre a 7000 vetture ferroviarie nei diversi Stati d'Europa. Nelle installazioni in cui vuolsi produrre gas per tale uso, oltre agli apparecchi per la produzione, trovansi le pompe e i serbatoi necessarii per comprimerlo e per immagazzinarlo. Le pompe aspirano il gas dal gasometro con un tubo circolante all'esterno del fabbricato, che ha per iscopo di sbarazzare il gas da tutte quelle particelle liquide o vapori che esso potrebbe trascinare seco, onde si presenti perfettamente secco alla compressione.

Le pompe sono di due tipi, di grandezza diversa secondo l'importanza dell'officina; la più grande ha due cilindri di compressione dei quali il maggiore ha 170 mm. di diametro ed il minore 100, entrambi collocati sopra una stessa intelajatura insieme al cilindro a vapore che pone in movimento gli stantuffi compressori. La corsa di questi è di 320 mm.; i due corpi di tromba sono a doppio effetto e comunicanti fra di loro coll'interposizione di valvole disposte in modo da rendere minimi gli spazii nocivi.

Il gas che giunge dal gasometro è compresso dapprima sino a 4 atmosfere entro il maggior cilindro; passa dipoi in quello minore, ove viene compresso sino a 10 o 12 atmosfere, per essere inviato finalmente nel serbatojo metallico che serve di accumulatore.

L'albero principale della macchina porta da ciascun lato un grosso volante, sicchè il movimento ne è regolare e senza scosse.

Per una produzione di minor importanza si fa uso di una pompa ad un sol cilindro, il di cui stantuffo è direttamente collegato collo stelo dello stantuffo motore; essa comprime il gas ad una pressione di 10 atmosfere e basta per immagazzinarne 7 m³. ogni ora.

Gli idro-carburi liquidi che si separano dai gas per la compressione vengono raccolti in un recipiente posto sul tubo che collega la pompa all'accumulatore.

Se la produzione è considerevole s'impiegano due o più accumulatori, i quali possono a volontà essere riuniti od isolati fra di loro. Appositi manometri collocati sulla pompa e sugli accumulatori indicano la pressione del gas: la capacità di questi essendo conosciuta, puossi così conoscere ad ogni istante la quantità di gas di cui si può disporre.

L'esperienza di 12 anni dimostrò che le sostanze grasse liquide, qualunque sia la loro origine ed il loro valore, circa la produzione del gas, possono essere vantaggiosamente impiegate facendo uso dell'apparecchio Pintsch.

La fig. 1474 rappresenta il forno in cui si opera la distillazione. L'olio contenuto in un serbatojo B collocato alla parte superiore del masso di muratura, cade entro un tubo ricurvo a sifone e giunge per questo entro una prima storta A; l'efflusso può essere accuratamente regolato per mezzo di un rubinetto a vite micrometrica. Un'alimentazione automatica e costante non darebbe buoni risultati, giacchè la quantità d'olio introdotta nelle storte deve variare colla temperatura di queste e colla qualità dell'olio medesimo.

Questa condizione è importantissima, avuto riguardo al rendimento in volume della materia prima impiegata ed alla qualità del gas ottenuto.

Appositi traguardi, posti sui lati del forno, permettono di giudicare il grado di calore delle storte.

L'olio cade dapprima sopra di una lastra C posta sul fondo della storta A; questa lastra permette all'olio di spandersi più facilmente in istrato sottile e ne facilita l'evaporazione; essa ha ancora il vantaggio di rendere più facile e rapida la pulitura, e di prolungare considerevolmente la durata della storta, la quale sarebbe ben presto deteriorata se l'olio freddo cadesse a goccie sempre in uno stesso punto.

Il vapore d'olio prodottosi nella storta superiore e già in parte gasificato, penetra, per mezzo della scatola di raccordamento O, in una storta sottostante D che ha la stessa forma e le stesse dimensioni di quella superiore e nella quale esso termina di trasformarsi in gas.

Uscendo dalla storta inferiore il gas passa nel bariletto E posto ai piedi del forno; questa disposizione offre il vantaggio di impedire le ostruzioni del tubo adduttore R che collega il barile colla storta, come accade negli altri sistemi in cui il barile essendo collocato in alto, il catrame che in esso tubo si deposita, ricade nella storta, vi si decompone nuovamente a danno della purezza e del potere rischiarante del gas.

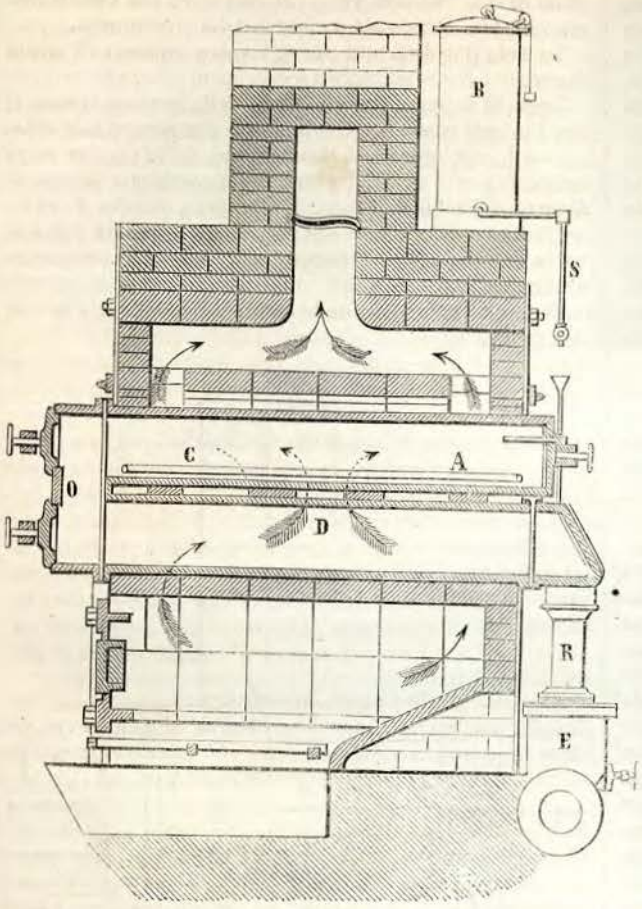


Fig. 1474.

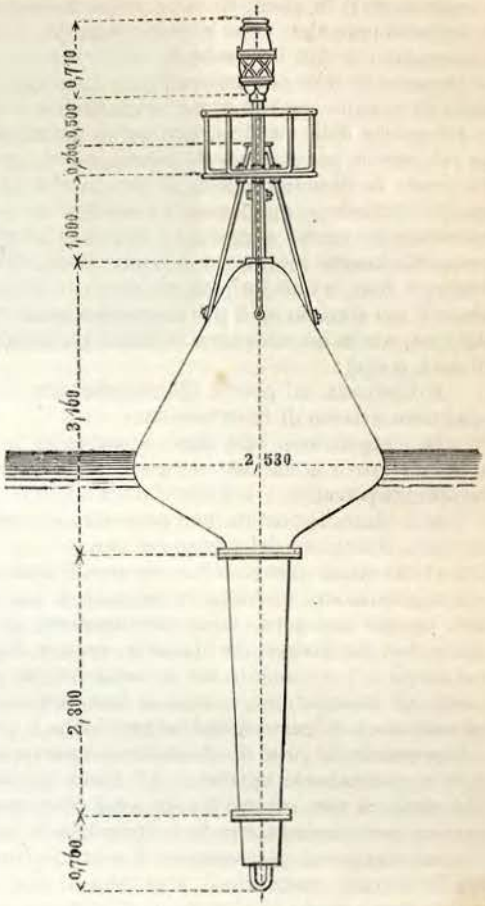


Fig. 1475.

I residui della distillazione cadono quasi completamente nella scatola O, dalla quale possono essere estratti facilmente per delle aperture che si mantengono chiuse con coperchi a vite.

Negli altri sistemi in cui non si fa impiego che di una sola storta, la distillazione dell'olio e la gasificazione dei vapori non può riuscir così perfetta come nell'apparecchio Pintsch, sicchè hanno luogo perdite per condensazione.

Le storte hanno la sezione in forma di ⏢ ed una lunghezza variabile dai 130 ai 1260 mm. a seconda della produzione necessaria; ve ne hanno persino di quelle della lunghezza di soli 100 mm. e sono quelle che servono alla produzione di gas per segnali marini, il consumo dei quali, coll'applicazione di tale sistema, importa una spesa di pochi centesimi per ogni notte. È noto che tali segnali servono ad indicare, durante l'oscurità, la via che devono seguire le navi onde evitare gli scogli, i bassifondi e qualunque passaggio pericoloso.

La forma di uno di questi segnali è rappresentata dalla figura 1475; il gas compresso a 6 o 7 atmosfere è raccolto nel corpo del galleggiante e passa da questo alla lanterna collocata superiormente, attraversando un piccolo regolatore analogo a quello delle vetture ferroviarie, collocato nell'interno del galleggiante ed in modo che la sua azione non rimanga turbata quando questo si scosta dalla posizione verticale.

Uscendo dal bariletto E, il gas passa ad un condensatore e successivamente ad un lavatore e ad alcuni purificatori; all'uscita da questi ultimi è assolutamente puro, abbrucia con fiamma chiara producendo una luce bianca senza formazione di fuligine. In seguito ai purificatori avvi il contatore di produzione, indi il gasometro la di cui vasca può essere, a seconda dell'importanza dell'officina, di ghisa, di ferro, o di muratura; la campana ne è di lamiera come quella dei gasometri delle officine a litantrace, con dimensioni però assai più piccole per una eguale produzione di luce.

Il catrame prodotto nella fabbricazione viene raccolto in apposite cisterne.

Una coppia di storte di 260 mm. può produrre 8 m³. e $^1/_2$ di gas per ora; la produzione è di soli 3 m³. e $^1/_2$ per quelle di 130 mm. e di 1 m³. circa per quelle più piccole di 100 mm. destinate specialmente, come si è già detto, per l'alimentazione dei segnali marini.

In media un quintale d'olio produce da 50 a 55 m³. di gas; tenuto calcolo delle perdite che possono aver luogo per fughe, come pure di quelle cagionate dalla compressione, della spesa per il combustibile (220 chil. di coke per 100 m³. di gas), e così di quella relativa alla produzione del vapore per le macchine di compressione, delle spese di manutenzione e mano d'opera e dell'ammortamento del capitale, si ottiene per prezzo del m. c. del gas L. 0,80, che in ragione dell'elevato potere rischiarante, risulta minore di quello del gas di litantrace.

§ 107. *Illuminazione delle carrozze ferroviarie.* — I mezzi generalmente usati per l'illuminazione delle vetture dei convogli sono eccessivamente difettosi; l'olio

con cui si alimentano le lampade è cagione di moltissimi inconvenienti: la riempitura, la pulitura delle lampade, il collocamento dei vetri e degli stoppini, le frequenti riparazioni, il difficile controllo del consumo e talvolta lo stesso stillicidio che imbratta i cuscini delle vetture, sono altrettante cagioni di spreco di tempo e di danaro.

L'impiego delle candele, tentato in alcuni paesi, non ovviò che in parte a questi inconvenienti, giacchè un tal modo di illuminazione è di un controllo difficile, le molle destinate a mantenere la candela ad un'altezza conveniente vanno soggette a frequenti guasti, cui si può difficilmente riparare nei pochi minuti di sosta alle stazioni. Non fu difficile comprendere che il gas sarebbe stato il più comodo ed il più economico mezzo di illuminazione, senonchè occorreva soddisfare a parecchie condizioni, e cioè:

I. Costanza nel potere illuminante, ottenuta con un adeguato sistema di fabbricazione;

II. Disposizione tale degli apparecchi per il consumo da porre la fiamma al riparo di tutte quelle oscillazioni che potrebbero derivare dal traballio delle vetture;

III. Mezzi opportuni per prevenire gli accidenti;

IV. Riduzione del prezzo del gas.

I primi saggi furono fatti con gas di litantrace, ma non approdarono a risultati soddisfacenti per varii motivi. Questo gas perde colla compressione la massima parte del suo potere rischiarante, inoltre dopo due o tre giorni di permanenza nei serbatoi diviene pressochè inetto all'illuminazione. Invano si tentò arricchirlo colla carburazione. Si pensò quindi al gas di olio, il quale sotto una pressione di 10 a 12 atmosfere conserva ancora un potere rischiarante eguale a 3.5 volte quello del gas ordinario. Si cercò di poi il mezzo più conveniente e più pratico per immagazzinare e trasportare questo gas. Sembrò dapprima più semplice il porre in ciascun convoglio un carro portante la provvista di gas, rilegando fra di loro i tubi che dovevano alimentare le diverse vetture. Così occorreva un solo serbatojo e quindi un solo regolatore di pressione. Alla prova si riconobbe la impossibilità di avere per tale mezzo una illuminazione economica regolare; i collegamenti dei tubi delle vetture davano luogo a fughe inevitabili ad onta di minuziose cure. Inoltre le scosse che le vetture imprimevano ai tubi di caoutchouc, avevano per effetto una continua vacillazione delle fiamme, molte delle quali scemavano di grandezza e giungevano sino a spegnersi; il minimo guasto od ingorgo nei tubi si faceva sentire su tutta la lunghezza del treno; infine parte delle vetture doveva essere posta all'oscuro quando si era obbligati di dividere un convoglio per un motivo qualunque.

I differenti mezzi suggeriti per sormontare questi ostacoli, quale l'aggiunta di un sacco di gomma a ciascuna vettura, non fecero che aumentare la frequenza dei guasti.

Si comprese adunque essere miglior partito quello di assegnare a ciascuna vettura apposito serbatojo colla necessaria provvista di gas, serbatojo che poteva assumere piccola dimensione, facendo uso di gas ricco e compresso. Si disposero perciò sotto la vettura, parallelamente o perpendicolarmente alla sua lunghezza, dei recipienti cilindrici costrutti in lamiera dello spessore di 5 mm., e con doppia chiodatura. Il diametro di questi serbatoi è variabile da 320 e 520 mm.; la lunghezza generalmente adottata di m. 1.850, eccezionalmente di 3 metri. Onde ottenere una perfetta impermeabilità, le pareti sono saldate e stagnate all'interno ed all'esterno.

Il numero e le dimensioni dei serbatoi variano col numero dei becchi della vettura e colla durata dell'illuminazione. Essi vengono riempiti di gas ad una pressione di 6 a 7 atmosfere, e per facilitare tale operazione sono muniti di valvola a ciascuna delle estremità.

La maggior difficoltà che si dovette superare fu quella di costrurre un regolatore a secco, la cui azione fosse tanto efficace da sopprimere gli effetti delle brusche scosse. Il sig. Pintsch riuscì eccellentemente a superare tale ostacolo col regolatore già descritto al § 71. Questo regolatore è posto sotto la cassa della vettura e da esso si diparte un tubo di 7 mm. di diametro, munito di rubinetto che permette di spegnere tutte in una volta le varie fiamme della vettura stessa. Da questo tubo se ne diramano altri che vanno alle diverse lampade, muniti ciascuno di rubinetto onde poter accendere le sole che occorrono.

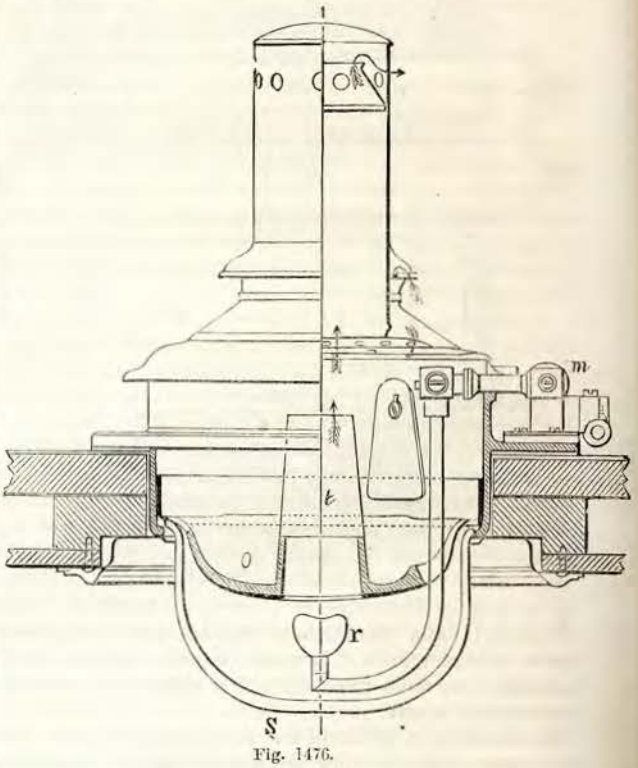


Fig. 1476.

Siccome la combustione ha luogo sotto debolissima pressione e la portata di ciascun becco è assai piccola, le fiamme possono spegnersi per la minima corrente d'aria: occorreva perciò una lanterna di speciale ed accurata costruzione. La figura 1476 rappresenta una delle migliori; il corpo della lanterna è di ghisa, il coperchio, l'imbuto t ed il camino sono di ferro bianco; il becco r è di steatite, costrutto colla massima cura onde possa dare una bella fiamma; il tubo t che accompagna al camino i prodotti della combustione, si diparte dal centro del riflettore che è di lamiera smaltata. L'aria entra dal coperchio e giunge alla fiamma attraverso a fenditure praticate alla periferia del riflettore. Al disotto di questo trovasi sospeso un vaso di cristallo che racchiude becco e portabecco, togliendo ogni comunicazione fra la lanterna e l'interno della vettura, sicchè la fiamma non è turbata in alcun modo dall'aprirsi e chiudersi dei portelli. Un apposito congegno, non rappresentato in figura, perchè collocato ad una delle estremità della vettura, permette di moderare a volontà la grandezza della fiamma; esso può essere manovrato dal viaggiatore ovvero soltanto dal conduttore del treno: nel

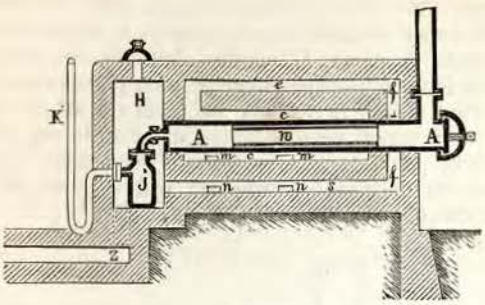


Fig. 1477.



Fig. 1478.

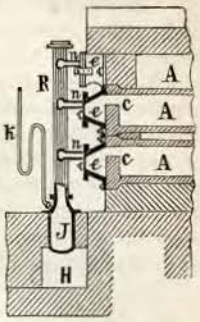


Fig. 1479.

primo caso avvi in ciascun compartimento un bottone che il viaggiatore può girare onde diminuire od aumentare l'ampiezza della fiamma, nel secondo caso il solo conduttore può dall'estremità della vettura agire in modo analogo sulle fiamme di tutti i compartimenti, aumentandole per esempio al passaggio di un *tunnel* od al cader della notte. Tale disposizione permette di realizzare un'economia, che può raggiungere il 30 per 100 nel consumo di gas.

Dubitarono alcuni che la presenza dei serbatoi di gas ad una pressione di 6 a 7 atmosfere sotto le vetture, potesse cagionare esplosioni, in seguito ad urti violenti. L'esperienza che qui appresso descriviamo pare debba togliere ogni inquietudine a tale riguardo.

Un serbatojo della lunghezza di m. 1.850, del diametro di 520 mm., costrutto con lamiera di 4 mm. e $^1/_2$ di spessore, venne fissato per le due estremità sopra due cavalletti ed a poca distanza di due fuochi alimentati con legna. Sopra uno dei giunti si lasciò quindi cadere un peso di 186 chilogr. dall'altezza di m. 4.25; il primo colpo non produsse che una leggiera ammaccatura della lamiera; si pose perciò sul cilindro metallico e al disotto della massa urtante, un cuneo di ferro a spigolo tagliente. Il secondo colpo perforò la lamiera; il gas fuggì allora con rumore sordo, infiammandosi al contatto dei dei due fuochi e producendo una fiamma che ben tosto si spense; gli orli della lamiera perforati non furono ricurvati all'esterno.

Da tale esperimento sembra si possa desumere che l'uscita del gas è troppo rapida perchè si produca nel serbatojo un miscuglio detonante ed abbia luogo una esplosione analoga a quella delle caldaje a vapore. Parecchi di questi recipienti applicati a vetture ferroviarie ebbero a subire avarie per rotture di assi o di freni; in nessuna circostanza ebbesi a constatare il minimo inconveniente. Basti il dire che oggidì più di 50 Compagnie ferroviarie applicarono il sistema Pintsch per l'illuminazione di 7567 vetture; nel 1874 le vetture illuminate in Europa col gas di olio erano soltanto in numero di 435. I veicoli della ferrovia del Gottardo sono illuminati con tale sistema.

I *vagoni salons*, i vagoni-posta, migliorarono d'assai con tale modo d'illuminazione, e si poterono con vantaggio riscaldare per mezzo dello stesso gas, il quale servì pure ad alimentare le lampade poste sul dinanzi della locomotiva e dietro l'ultimo carro. Finalmente le stazioni munite di accumulatore per l'alimentazione dei serbatoi, possono giovarsi dell'istesso gas per l'illuminazione delle tettoje, delle sale, dei laboratorii, dei segnali fissi e semaforici.

§ 108. L'illuminazione dei piroscafi col gas non è più oggidì un semplice desiderio: due grandi *steamers*, aventi ciascuno 250 becchi, viaggiano da New-York Stonington a Boston, e ben presto altri battelli della stessa Società di navigazione verranno illuminati col medesimo sistema; in Inghilterra un avviso-posta che che fa pure il trasporto di passeggeri fra Dublino e Holyhead, è munito di 50 becchi: l'effetto constatato fu sì soddisfacente che altri tre piroscafi si preparano per lo stesso modo d'illuminazione.

Diremo infine che la potenza illuminante del gas di olio, la sua quasi perfetta inalterabilità sotto l'azione del freddo, la esiguità delle spese d'impianto e di manutenzione, il piccolo spazio occupato dagli apparecchi e la semplicità della fabbricazione, ne rendono utile l'impiego in casi frequenti, per l'illuminazione di piccole città, di stabilimenti industriali, di ville, ecc.

§ 109. *Sistema Menzel.* — Il signor Menzel di Merseburg fa entrare l'olio di paraffina nella storta, sotto forma di vapore, onde ottenere una più completa e regolare gassificazione. I gas caldi prodotti dal combustibile che si abbrucia nel forno, entrano lateralmente nella camera *c c* che racchiude la storta (fig. 1477), e dopo di avere riscaldata questa, si recano per i canali *e, f, s* fino alla nicchia H che fa parte del forno ed è soprastante al condotto *z* pel quale i gas si portano al camino; *m m* sono aperture per la pulitura del forno.

Nella nicchia H i gas hanno una temperatura superiore ai 400°; occorrendo moderarla si fa entrare un po' di aria fredda per i fori *n n*.

L'olio di paraffina giunge per il sifone K nel vaso di ghisa J nel quale viene vaporizzato. Il vapore penetra nella storta A e vi si gasifica per il contatto colle pareti roventi: allo scopo di aumentare la superficie riscaldata, all'interno della storta avvi un tubo concentrico *w* di argilla, munito di fori e fessure.

Le figure 1478, 1479 mostrano la disposizione di un forno a sei storte per produzione di gas col litantrace, con applicazione del sistema Menzel, allo scopo di accrescere, coll'aggiunta di idrocarburi, il potere illuminante del gas.

L'apparecchio Menzel è collocato contro la parete posteriore del forno, dalla quale sporgono le estremità delle storte il cui coperchio di fondo ha la forma tronco conica. Il vaso J, in cui ha luogo la evaporazione dell'idrocarburo liquido, è lambito all'estremità inferiore dai gas caldi che scorrono nel canale H per recarsi al camino; esso è in comunicazione colla colonna di ghisa R dalla quale si dipartono i tubi per la distribuzione del vapore alle diverse storte.

I rubinetti *r* chiudono il passaggio al gas durante il caricamento di alcuna delle storte; i muriccioli trasversali *c* impediscono il contatto del carbone che trovasi nelle storte, coll'estremità dei tubi *n* che vi accompagnano il vapore. Affinchè i vapori d'olio di paraffina trovino la maggior possibile superficie di contatto per generare gas permanenti, il caricamento delle storte si fa in modo che il litantrace giunga soltanto a metà lunghezza delle storte medesime.

§ 110. *Storte sistema Schreck.* — Per la estrazione del gas luce dagli olii minerali il signor Schreck di Ludwigsdorf (brevetto 13 ottobre 1881) fa uso di storte aventi forma rappresentata nelle figure 1480, 1481, 1482.

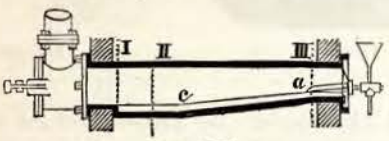


Fig. 1480.



Fig. 1481.



Fig. 1482 — Sezione I, II e III della fig. 1480.

L'olio vi entra per i tubi *a* e scorre lentamente fino in *c* per la pendenza che ha il fondo della storta, la quale è più larga all'estremità verso cui scorre il liquido. La evaporazione riesce così rapida e si realizza nello stesso tempo una sensibile economia di combustibile.

§ 111. *Sistema Schmidt.* — Il sig. L. A. Schmidt di Chemnitz raccomanda per le storte del gas dall'olio, l'introduzione del vaso *a* (fig. 1483) che divide la capacità della storta in modo da obbligare i vapori idrocarbonici a percorrere la lunghezza della storta lambendone le pareti ed a trasformarsi in tal modo in gas permanenti.

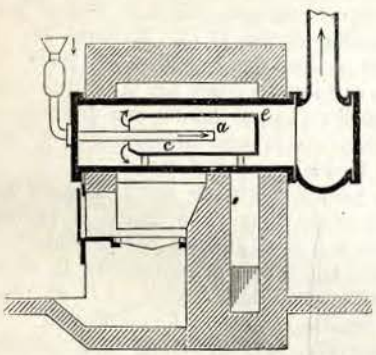


Fig 1483.

§ 112. *Sistema Mertz.* — I signori Maring e Mertz di Basel riuscirono, dopo numerosi tentativi, alla costruzione di un apparecchio per l'estrazione del gas dagli olii minerali, che risponde in gran parte alle esigenze della pratica. — Questo apparecchio si presta ad ogni genere di installazioni e per tale motivo le sue applicazioni vanno ogni giorno aumentando di numero in Francia, in Germania, in Isvizzera, in Italia, in Ispagna, sicchè oggidì se ne contano oltre ottocento.

Il generatore Mertz è a storta incurvata (brevetto 10 aprile 1881) come indica la figura 1484: il forno è coperto superiormente da una piastra metallica F cui è collegata la storta. L'ingresso dell'olio avviene per un tubo G e coll'interposizione di un rubinetto regolatore, munito di indice. L'olio cola sulla parete *e* della storta ed i vapori sono obbligati dal diaframma intermediario *a* ad andare verso il basso per risalire quindi in contatto della parete opposta e fare passaggio al tubo adduttore per il risvolto H.

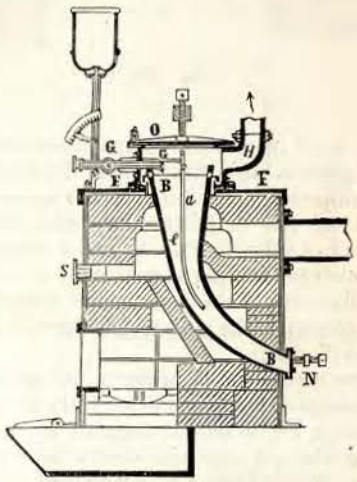


Fig. 1484.

Col mezzo di uno spiraglio S si può regolare il grado di riscaldamento della storta. Per togliere le incrostazioni che in questa si formano, si leva il coperchio O ed il tappo inferiore N, lasciando così passare entro alla storta una corrente d'aria che distrugge rapidamente, mentre il forno è riscaldato, i depositi carbonosi. Per aumentare la velocità con cui l'aria attraversa la storta ed esportare i prodotti della combustione dei depositi catramosi, si può collocare sulla bocca superiore un cappuccio mobile, comunicante col camino.

È d'uopo osservare che le dilatazioni e le contrazioni della storta, cagionate dalle variazioni di temperatura, possono aver luogo liberamente senza compromettere la stabilità di alcun pezzo; di più la forma ricurva aumenta considerevolmente la superficie riscaldata.

Come negli altri sistemi sopra descritti, al forno fanno seguito gli apparecchi di lavatura, di condensazione, di purificazione ed il gasometro. Il gas che ottiensi possiede in media la densità di 0.73 (presa per unità quella dell'aria) ed un potere rischiarante da tre a cinque volte quello del gas di litantrace a seconda della materia prima impiegata.

§ 113. *Sistema Schwarz.* — Il signor R. Schwarz di Egestorf, Hannover, impiega, per la fabbricazione del gas dagli olii, un forno di sua invenzione con storta girante (brevetto 6 agosto 1881).

Come vedesi nella figura 1435, la parte mobile C è inchiavardata al collo B della storta; la testa A di questa non partecipa al movimento di rotazione del corpo C e del collo B ed è collegata a quest'ultimo per semplice innesto di un anello di lastra *e* che permette la rotazione della parte mobile senza che la fissa debba subire spostamento; quest'ultima è d'altronde impedita di oscillare attorno all'asse comune da due appoggi laterali, ed è

trattenuta contro l'anello *e* dall'azione di due contrappesi, sollevando i quali essa può venire scostata quando occorra di aprire la storta. L'olio è introdotto per un tubo a sifone O, dalla parte posteriore della storta; il tubo penetra in questa attraversando una specie di bossolo a stoppe che ha per iscopo di permettere la rotazione della parte C, mentre rimane fermo il tubo medesimo.

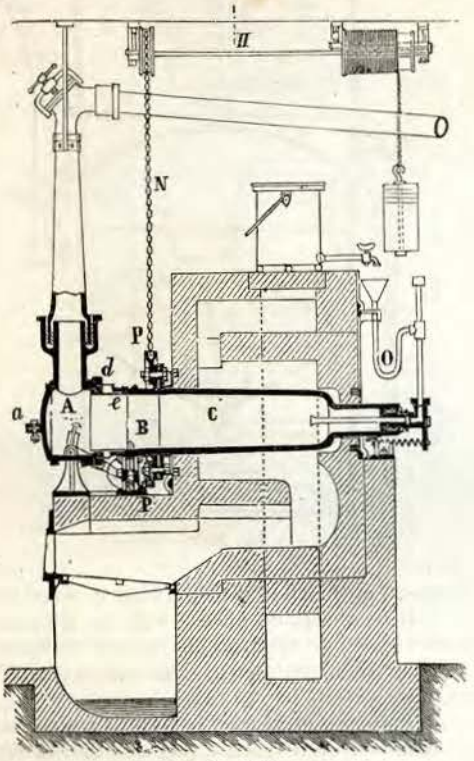


Fig. 1485.

La figura rappresenta altresì l'apparecchio impiegato per porre in movimento la storta coll'azione di un peso e per mezzo di una catena continua N che passa nella gola di una puleggia P P solidaria al corpo della storta.

Si comprende facilmente che il movimento di rotazione ha per iscopo di porre il liquido, che cola dal sifone, in contatto di superficie rovente che continuamente si rinnova, ed amentare così la rapidità della produzione e lo sviluppo dei gas permanenti; ma è pur agevole capire come in questo sistema debba essere difficile ottenere una perfetta impermeabilità in quei giunti che collegano le parti mobili alle fisse.

Gas illuminante dall'impasto di un combustibile solido con un olio minerale.

§ 114. Un combustibile minerale, eccettuate le ligniti e le antraciti, ridotto in polvere e mescolato con olio di schisto o con petrolio od altro olio minerale, in guisa da formare un impasto contenente all'incirca 136 chilogr. di olio per ciascuna tonnellata di combustibile, può fornire, secondo Mackenzie, in copia considerevole un gas di buona qualità. Il combustibile minerale deve contenere la minor possibile quantità d'acqua, l'olio dev'essere privato dei principii troppo volatili mediante il riscaldamento, ed il residuo di maggior densità che si ottiene va usato ancor caldo per formare l'impasto. Si fanno poscia delle formelle che debbonsi distillare ad una temperatura non inferiore a quella del rosso-chiaro. Volendo fare uso della torba la si dovrà asciugare dapprima colla esposizione all'aria, favorendo poscia l'assorbimento dell'olio col riscaldamento. Si formano anche in tal caso delle formelle che si distillano alla temperatura del colore bianco: l'acqua che la torba può tuttavia contenere giova alla formazione dei gas permanenti. La durata della distillazione è in media di un'ora e mezza.

Per la purificazione del gas che ottiensi con tale sistema, basta un quarto della calce che è necessaria per il gas di litantrace; come prodotti secondarii ottengonsi: catrame, ammoniaca, acido acetico e spirito di legno; dal primo di questi si può estrarre un olio minerale per le lampade e inoltre della paraffina e della pece, oppure lo si può mescolare con altra torba per estrarre nuovo gas.

Il coke che rimane nella storta serve eccellentemente come disinfettante e decolorante, sia per le raffinerie di zucchero, in cambio del nero di avorio, sia per usi igienici.

Procedimento alquanto diverso venne suggerito ed applicato dall'Hamilton, e consiste nel lasciar cadere la polvere di litantrace, od altro combustibile fossile, sopra dell'olio grezzo di catrame o sul residuo della distillazione degli olii, ai quali siasi aggiunto, a caldo, una piccola porzione di naftalina. L'impasto si lascia in riposo per 24 ore onde l'unione fra i varii componenti divenga intima, indi si assoggetta alla distillazione.

Con una tonnellata di buon litantrace polverizzato, mescolato con 180 litri di olio minerale e 2.25 chilogr. di naftalina, si ricavano 420 m^3. di gas.

È inutile dire che con tali procedimenti si possono utilizzare tutti i detriti di litantrace e di coke che in abbondanza vanno formandosi nelle officine a gas e in tutti i depositi di combustibili minerali.

Gas dal petrolio e dall'acqua.

§ 115. Si ottenne un gas di uso conveniente nell'illuminazione, ponendo in contatto dei vapori di petrolio con vapore d'acqua ad alta temperatura. Occorre perciò l'uso di due storte poste in posizione orizzontale come quelle ordinarie per il gas di litantrace, aventi la lunghezza di m. 2.28, la larghezza di m. 0.40 e l'altezza di m. 0.304. Ciascuna storta è divisa in tre scompartimenti, il primo dei quali deve ricevere il petrolio, il secondo l'acqua ed il terzo dell'arso. L'acqua ed il petrolio giungono nella storta, scendendo da due serbatoi collocati superiormente al forno; appositi rubinetti ne regolano l'efflusso. Questi liquidi si lasciano giungere nella storta quando questa è divenuta rovente, onde avvenga in modo rapido la gasificazione del petrolio e l'evaporazione dell'acqua. L'arso che si trova nell'ultimo scompartimento agisce sul vapor acqueo, lo decompone appropriandosi l'ossigeno, sicchè dalla storta esce una mescolanza di idrogeno, ossido di carbonio, acido carbonico e vapori di petrolio. Ottiensi così un gas che, convenientemente purificato, possiede un potere illuminante all'incirca uguale di quello del gas di litantrace ed abbrucia con fiamma bianca, priva di fumo e di odore. I purificatori debbono contenere un volume di calce sufficiente per togliere al gas l'acido carbonico che vi si trova in non lieve proporzione; non occorrono le sostanze destinate ad assorbire i prodotti solforosi ed ammoniacali, giacchè in questo gas, come in quello che si ottiene dai soli olii minerali, non sono contenuti composti di tale natura.

Il Thomson suggerì per la fabbricazione del gas dal petrolio e dall'acqua, l'apparecchio rappresentato nella fig. 1486. Il focolare A' riscalda una storta A racchiusa

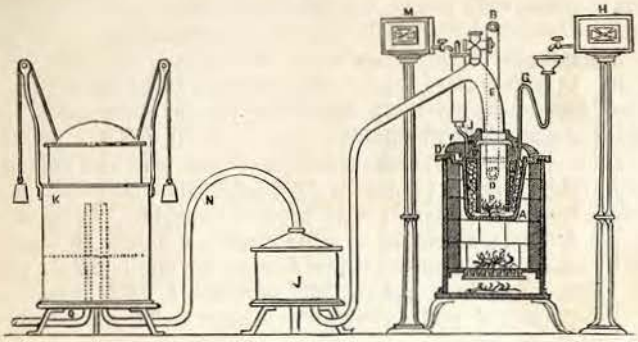


Fig. 1486.

in apposito fornello di forma cilindrica, sul di cui fondo sta il focolare, e verso l'estremità superiore il foro che mette al camino B. Questo fornello è chiuso da un coperchio D' attraverso al quale passa un tubo cilindrico senza fondo D, che entra nella storta, giungendo sino a breve distanza dal fondo di essa. Le giunzioni del coperchio col fornello e col tubo D sono accuratamente lutate, sicchè non abbia a formarsi alcuna comunicazione fra l'interno della storta e l'esterno. Il tubo D porta superiormente un collo ricurvo E che lo mette in comunicazione cogli apparecchi destinati a purgare e raccogliere il gas. Entro alla storta ed intorno al tubo D sono collocati dei frammenti di coke, o di litantrace, o di mattoni refrattarii, sopra dei quali stilla il petrolio che, discendendo dal vaso M, giunge entro la storta per un tubo F ravvolto, all'interno di questa, attorno al tubo D e pertugiato in guisa da lasciare cadere il petrolio sotto forma di piccolissime goccie; l'acqua discende invece dal serbatojo H e per il sifone G si reca nel tubo D cadendo sopra il coke ardente collocato all'estremità inferiore di detto tubo, come si vede in P. Per tal modo i gas provenienti dalla distillazione del petrolio, per il contatto di questo colle pareti roventi della storta e col carbone incandescente, entrano, per la bocca inferiore, nel cilindro D mescolandosi coi vapori prodottisi entro di questo dalla decomposizione dell'acqua che cade sul coke rovente.

Ne risulta così una miscela composta, in massima parte, di idrogeno, ossido di carbonio, acido carbonico e vapori di petrolio, la quale passa nel recipiente I attraverso ad una soluzione di acido cloridrico destinata a purificarla ed a disodorarla, indi ai purificatori comuni, ovvero al gasometro, secondo che esce più o meno puro dal lavacro nel serbatojo I.

Entrambi i procedimenti indicati forniscono un gas di potere illuminante assai inferiore a quello del gas di solo petrolio ricavato con uno dei sistemi sopraindicati.

Gas prodotto coll'aria e cogl'idrocarburi liquidi.

§ 116. L'aria, fatta passare attraverso ad idrocarburi liquidi molto volatili, quali sarebbero la benzina e gli olii più leggeri del petrolio, può venire impregnata di una quantità tale di vapori idrocarbonici da abbruciare con fiamma luminosa. L'esperienza dimostrò che per ottenere un effetto soddisfacente occorre l'impiego di lucignoli a bocca larga, sicchè l'efflusso della mescolanza infiammabile avvenga lentamente. Il Mille, il Pont, il Richardson, il Morse ed altri si occuparono di questo modo speciale di produzione del gas luce, che può riuscire utile e comodo in quelle circostanze ove sia difficile procurarsi

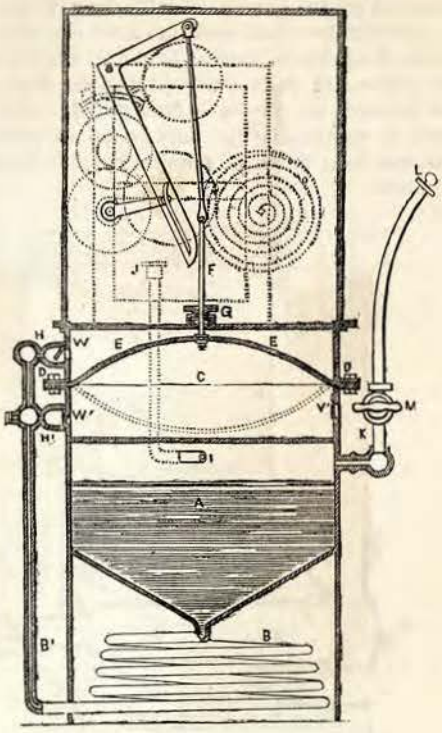


Fig. 1487.

uno dei mezzi ordinarii di illuminazione a gas ed occorra fare uso di combustibile gasoso soltanto ad intervalli. Noi descriveremo gli apparati che meglio soddisfano alle condizioni di semplicità e di sicurezza richieste dalla pratica.

§ 117. *Apparecchio Morse.* — In un vaso cilindrico A ermeticamente chiuso trovasi raccolto l'idrocarburo liquido, il quale viene introdotto per un tubo laterale I (fig. 1487). Il fondo di questo vaso è di forma conica e comunica al vertice con un serpentino B, e per questo col tubo laterale B'. Alla parte superiore di questo serbatojo avvi una camera d'aria, composta di due parti riunite fra di loro con chiavarde e che racchiudono fra i loro orli il lembo di un diaframma elastico e flessibile E, destinato a produrre l'effetto dello stantuffo d'una pompa, mediante spostamenti che ad esso debbono venire impressi dall'asta F, infissa sul suo centro e passante all'esterno della camera attraverso ad un bossolo da stoppa G. Il movimento alternativo verticale di quest'asta ottiensi per mezzo di un meccanismo di orologeria rappresentato in linee punteggiate sulla figura. La cassa C funziona adunque come un corpo di tromba, nelle cui due camere entra dell'aria per le valvole d'aspirazione V'; l'aria viene spinta dal diaframma attraverso alle valvole di ritenuta W W' nel tubo B' e da questo nel serpentino B e nel serbatojo A, attraverso all' idrocarburo liquido. Sopra il livello di questo e sulla parete dello stesso vaso chiuso A trovasi l'orifizio che mette al tubo K, munito di chiave M, che deve portare l'aria pregna di idrocarburi alla luce di efflusso L. La figura rappresenta in linea punteggiata la posizione più bassa che il diaframma assume, mentre agisce come lo stantuffo di una tromba a doppio effetto.

L'apparecchio è di tali dimensioni da poter essere agevolmente trasportato da un luogo ad un altro; può venire utilmente impiegato per la illuminazione di carrozze, di sale e di edifizi, avvertendo però che breve deve

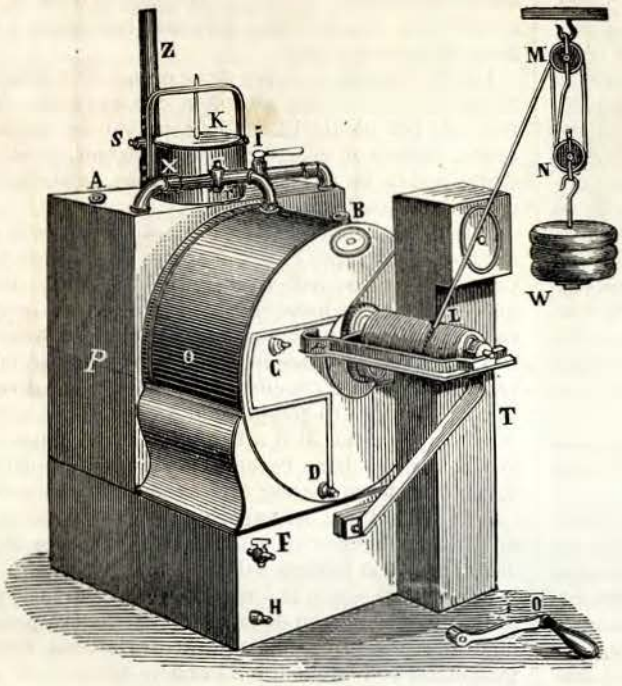


Fig. 1488.

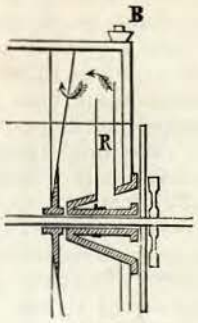


Fig. 1489.

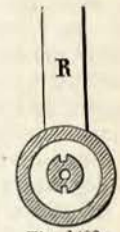


Fig. 1490.

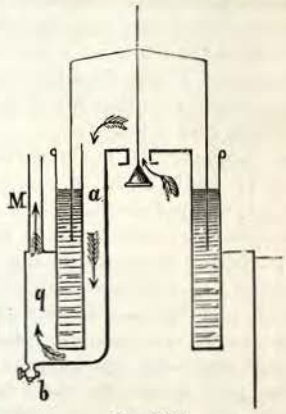


Fig. 1491.

essere la distanza dall'apparecchio ai lucignoli onde l'aria non abbia a depositare per via quegli idrocarburi che tiene in sospensione.

§ 118. *Apparecchio Müller.* — Il signor Müller di Birmingham costruisce un apparecchio (*Alpha apparatus*) per la carburazione dell'aria coll'uso di un idrocarburo liquido assai volatile conosciuto in commercio col nome di *gasolina;* egli superò felicemente la difficoltà maggiore che i costruttori di tali apparecchi incontrarono, quella cioè di ben proporzionare la quantità d'aria alla quantità di vapori idrocarbonici, onde l'eccesso della prima non rendesse troppo pallida la fiamma e l'eccesso dei secondi non la rendesse fuligginosa.

Gli apparecchi, che il signor Müller costruisce per un consumo variabile dagli 8 ai 500 becchi, non hanno bisogno dell'impiego del calore per la evaporazione dell'idrocarburo liquido, inoltre permettono di regolare questa stessa evaporazione al variare della temperatura ambiente, sicchè puossi opportunamente tenere calcolo della influenza della stagione e della temperatura media della località.

Ciascun apparecchio consta di quattro parti principali: la prima è destinata a produrre una chiamata d'aria entro l'apparecchio; la seconda consta del recipiente in cui ha luogo la carburazione; la terza è un elevatore destinato a produrre una continua agitazione nel liquido in modo che tutte le parti di questo siano poste in contatto coll'aria; la quarta è un regolatore di pressione posto all'uscita del gas ed è in essa che viene regolata la composizione del miscuglio.

La prima parte ha la forma del tamburo del contatore ordinario del gas; è collocata entro una cassa O contenente acqua, la quale viene introdotta per un'apertura superiore B chiusa da tappo e portata al giusto livello per mezzo dell'orifizio di trabocco C, chiuso parimenti da tappo a vite; D è il tappo di un apertura di spurgo (fig. 1488).

L'asse del tamburo esce dalla cassa attraverso ad un bossolo da stoppe e porta sulla parte esterna un subbio L, sopra del quale si avvolge una flessibile funicella che passa di poi entro le gole delle puleggie di un paranco MN il di cui impiego ha per iscopo di rendere minore la discesa del peso W che deve porre in movimento di rotazione il tamburo.

Le figure 1489 e 1490 rappresentano la struttura speciale del bossolo conico che dà passaggio all'asta del tamburo ed all'aria che dall'esterno deve recarsi al tamburo medesimo per il tubo R e scorrere quindi, colla pressione acquistata, attraverso al tubo *i*, onde recarsi nel carburatore P. Il tappo A chiude la bocca superiore di un tubo che scende sin presso al fondo della cassa funzionante da carburatore e serve ad introdurre in questa la gasolina sino all'altezza del rubinetto F. Entro la cassa P ed a varie altezze sono collocati dei truogoli poco profondi, a breve distanza l'uno dall'altro, contenenti gasolina, sopra dei quali l'aria, forzata dal tamburo, passa con movimento a zig-zag, giacchè essi sono alternatamente fissati all'una ed all'altra delle pareti laterali della cassa medesima. L'aria, pregna dei vapori degli idrocarburi volatili, vien tosto trasmessa ad un regolatore K che ha la forma di un piccolo e sensibile gasometro, sotto del quale giunge la seconda diramazione X del tubo in cui entra l'aria spinta dal tamburo; per tal modo, col rubinetto *r* collocato sopra questo secondo ramo di tubo, si può far giungere nel regolatore K quel nuovo volume di aria che è necessario per portare la miscela infiammabile ad una giusta composizione. Questo particolare è di massima importanza per un apparecchio destinato ad essere impiegato in differenti climi ed a varie stagioni, giacchè per esso puossi mantenere alla miscela un grado costante

di carburazione ad onta delle variazioni di temperatura. Il gas esce dal piccolo regolatore per il tubo *q* (fig. 1491) che lo accompagna a quello Z posto in comunicazione cogli apparecchi di consumo; *b* è un rubinetto di spurgo.

Onde mantenere continuamente pieni di gasolina i truogoli che l'aria lambisce nel suo movimento, l'apparecchio è munito d'un elevatore, il quale, prendendo l'idrocarburo liquido dal basso della cassa P, lo trasporta con appositi secchielli all'altezza del primo truogolo, entro al quale avviene il versamento. Per dare movimento all'elevatore, serve una puleggia collocata sull'asse medesimo del subbio L, presso alla ruota dentata che da questo trasmette il movimento all' asse del tamburo. Questa prima puleggia è collegata con funicella ad una seconda, posta alla parte superiore Q della torricella T che racchiude l'elevatore. Per tal modo la gasolina trabocca di truogolo in truogolo, e per tale continua agitazione si mantiene di una densità costante in tutto l'apparecchio, cedendo rapidamente al gas i vapori degli olii più volatili che essa contiene.

In questo apparecchio occorre rinnovare la gasolina ogni quindici o venti giorni e sollevare il peso W una volta ogni 24 ore, per mezzo del manubrio O.

Le numerose applicazioni che in Inghilterra si fecero di tale apparecchio attestano la sua pratica utilità; noteremo ancora che mediante leggiere modificazioni esso venne reso applicabile ai motori a gas, ai quali esso fornisce il necessario combustibile quando non si possa o non convenga usare del gas comune di litantrace.

Dobbiamo però avvertire che il trasporto ed il maneggio degli olii volatili che debbono impiegarsi per carburare l'aria, possono dar luogo a scoppii ed incendii, se non si osservano tutte le necessarie avvertenze: basti il dire che alcune Compagnie ferroviarie si rifiutano di trasportare coi loro veicoli tali materie, per la eccessiva loro infiammabilità e pei gravi danni che ne possono seguire.

Gas fabbricato coll'acqua.

§ 119. La decomposizione dell'acqua pel contatto con corpi portati ad incandescenza e capaci di ossidarsi fu l'oggetto di numerose ricerche da parte di scienziati e industriali, i quali avevano per iscopo di ottenere a poco prezzo un combustibile di potere calorifico elevato, che potesse venire impiegato per l'illuminazione dopo opportuna carburazione, ovvero abbruciato in contatto di sostanza capace di spandere luce e di mantenersi inalterata ad elevata temperatura. Molti tentativi si fecero decomponendo l'acqua entro storte di ferro cariche di carbone di legna o di coke rovente; ma la distruzione delle storte avveniva in modo rapido per l'azione dell'ossigeno risultante dalla scomposizione del vapore acqueo; il ferro del recipiente ne era rapidamente intaccato e questo ben presto messo fuori uso, sicchè le spese di manutenzione assorbivano gran parte degli utili; parimenti costoso era il riscaldamento delle storte per le peculiari circostanze in cui avveniva la produzione del gas e soprattutto pel raffreddamento che quelle subivano durante la produzione o l'entrata in esse del vapore d'acqua, la di cui temperatura era necessariamente inferiore a quella cui dovevasi mantenere il carbone.

§ 120. *Sistema Gillard.* — Il signor Gillard si occupò per lungo tempo della fabbricazione dell'idrogeno coll'acqua, in base ai principii ora esposti; egli riusciva ad illuminare la città di Narbonne in Francia mediante lucignoli muniti di reticella di platino portata all'incandescenza dalla combustione di un gas costituito in massima parte d'idrogeno. Il Gillard, al pari de' suoi predecessori, decomponeva l'acqua facendola passare allo stato di vapore, attraverso a carbone mantenuto ad elevatissima temperatura, affinchè l'ossigeno di essa si unisse al carbonio, dando origine all'acido carbonico, e l'idrogeno rimanesse libero.

L'acido carbonico veniva dipoi eliminato mediante purificatori a calce; ma avveniva che una parte di esso, restando per alcuni istanti in contatto del carbone rovente, cedeva a questo del suo ossigeno, sicchè dalle storte usciva un miscuglio di idrogeno, acido carbonico ed ossido di carbonio.

Quest'ultimo non poteva venire eliminato colla purificazione, mentre, per essere di potere illuminante debolissimo, di potere calorifero assai minore di quello dell'idrogeno, e di più eminentemente deleterio, era necessario toglierlo dalla mescolanza od impedirne la formazione. Gillard vi riuscì quasi in modo completo facendo entrare il vapore in ciascuna storta per mezzo di un tubo di ferro munito di piccolissimi fori pei quali il vapore, con una pressione di 5 a 6 atmosfere, giungeva sopra lo strato di carbone rovente. Onde impedire che l'ossidazione del ferro potesse cagionare la chiusura dei piccoli fori di efflusso del vapore, ciascuno di essi portava un piccolo cilindro di porcellana, sporgente alquanto dalla superficie interna del tubo.

Le storte avevano la forma di quelle ordinarie pel gas di litantrace; il tubo di injezione del vapore penetrava dalla parte inferiore della testa di ciascuna storta, ripiegandosi con un gomito ad angolo retto. — Il vapore attraversava la massa rovente di carbone con molta velocità e passava quindi per larghi tubi nei refrigeranti, nei depuratori e nei gasometri. L'acido carbonico formatosi poteva in tal guisa rapidamente allontanarsi dal carbone rovente, il quale, assorbendo parte dell'ossigeno, lo avrebbe convertito in ossido di carbonio. Sembra che ad impedire la formazione di questo gas nocivo contribuisse l'abbondanza di vapor acqueo entro alla storta.

La epurazione del gas di acqua è molto più facile e semplice di quella del gas di litantrace, non occorrendo che di eliminare mediante la calce l'acido carbonico che vi si trova mescolato. Il signor prof. Pavesi, testimonio delle esperienze fotometriche istituite a Narbonne dal signor Wanderbruk, riferisce quanto segue: il becco a 20 fori consumando ogni ora 360 litri, produsse una luce uguale a quella di 20.66 candele steariche; il becco medio a 16 fori del consumo di 260.82 litri diede una luce di 16.24 candele steariche. In altre esperienze eseguite da Eikel a Maurisens, il becco a 12 fori del consumo di 180 litri all'ora diede la luce di 12 candele steariche; altro maggior becco di 20 fori del consumo di 350 litri diede una luce di 20 candele.

L'analisi del gas di Gillard, fatta a Parigi nel laboratorio di Peligot, ha dato, in volume, i seguenti risultati:

Vapore acqueo	parti	3
Acido carbonico	»	3
Ossido di carbonio	»	2
Idrogeno protocarburato	»	1
Idrogeno puro	»	89
Perdita	»	2
		100

Di tale gas se ne preparavano quotidianamente a Narbonne 800 mc., con cinque storte collocate in un sol forno come quelle del gas ordinario. Il Pavesi assicura che la città di Narbonne non ebbe mai a dolersi di sinistri accidenti causati dal gas dell'acqua, e nota che una fuga si

può facilmente riconoscere, perchè tale gas quando non arde manda un sibilo caratteristico nell'uscire da un'apertura.

Quanto più l'idrogeno è puro, tanto meno luminosa ne è la fiamma; egli è per ciò che sopra ciascun becco veniva fissato un canestrello di forma conica intessuto di fili di platino, il quale, investito dalla fiamma, si arroventava al bianco fulgido, spandendo una luce viva, chiara, ferma, eguale. Il costo di questi cestelli di platino era di L. 2 caduno; servivano per un anno, e quando occorreva rinnovarli, si ritraeva quasi la metà del loro costo dalla vendita del platino rimanente.

La rapida distruzione delle storte di ghisa e le minuziose cure richieste dall'impianto e dalla condotta di un tal sistema di fabbricazione, ne fecero bentosto abbandonare l'impiego: è così che la città di Narbonne da parecchi anni ha sostituito il gas ordinario di litantrace a quello di acqua.

Il Müller pensò in seguito a fabbricare il gas d'acqua per mescolarlo con altro gas ricavato da uno schisto bituminoso e capace di un grande potere illuminante. Egli faceva uso di una lunga colonna di carbone rovente, attraverso alla quale veniva fatto passare il vapore dell'acqua; generavasi per tal modo dell'ossido di carbonio in grande copia, fino al 40 per °/₀. Il Müller credeva di poter separare questo gas pernicioso dall'idrogeno, coll'azione dell'acqua entro un depuratore formato di un grande cilindro pieno di carbone di legno. Sopra tale processo di fabbricazione vennero istituite in Milano apposite esperienze, le quali diedero infelici risultati.

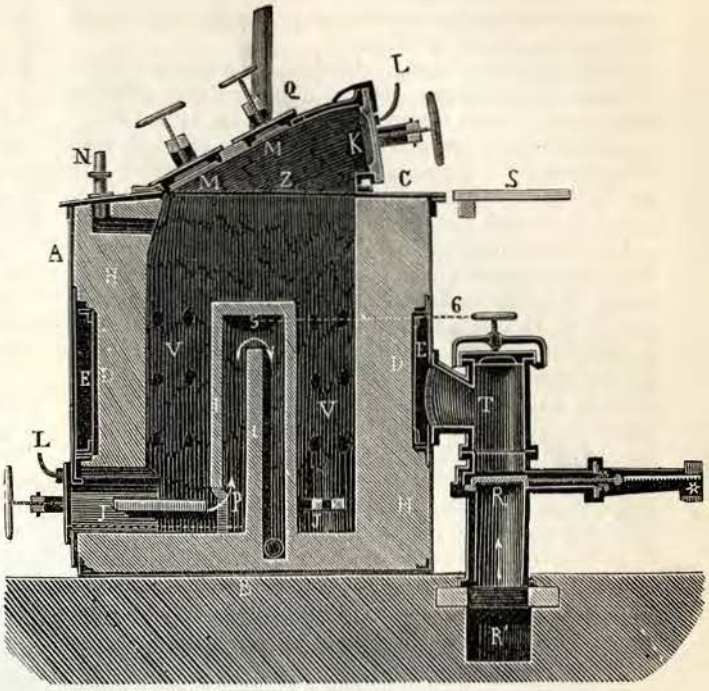


Fig. 1492.

Altri pure vollero fabbricare il gas di acqua coll'ajuto di colonne di lamiera rivestite internamente di mattoni refrattarii e riempite di carbone che doveva esser mantenuto allo stato rovente. Un' apertura praticata alla sommità e munita di tappo a chiusura ermetica, permetteva di riempire la colonna di carbone di legna ovvero di coke; altre aperture praticate in basso servivano ad estrarre le ceneri; due tubi muniti di rubinetto, collocati pure in basso, permettevano di far giungere a volontà sul carbone sia dell'aria, sia del vapor d'acqua. Il tubo d'uscita del gas era collocato superiormente ed a lato della colonna.

Durante la formazione del gas, vale a dire mentre il carbone era attraversato dal vapore, la colonna si raffreddava e la decomposizione cessava dopo qualche tempo. Occorreva allora interrompere il getto del vapore, togliere il tappo superiore della colonna ed aprire il rubinetto a getto d'aria, onde ravvivare la massa carbonosa che doveva decomporre il vapor acqueo. Per non aver interruzioni si usavano due colonne, delle quali una era in azione mentre l'altra veniva ravvivata.

Il signor Gally-Cazalat suggerì l'uso di simili storte per la distillazione dei litantraci, ma l'esperienza dimostrò, come sempre, non essere conveniente la distillazione entro vasi verticali.

L'ossido di carbonio costituiva parte notevolissima del gas ottenuto da questi generatori a forma di colonna, entro i quali l'acido carbonico era obbligato ad attraversare una massa di carbone rovente di grande spessore prima di giungere all'uscita.

Frattanto s'aveva avuto campo di constatare che la luce ottenuta per mezzo dell'idrogeno non era di molto più costosa di quella del gas comune e presentava sopra quest'ultima alcuni rimarchevolissimi vantaggi. Per essa infatti non erano necessarii tubi di cristallo che proteggessero la fiamma od impedissero la formazione di

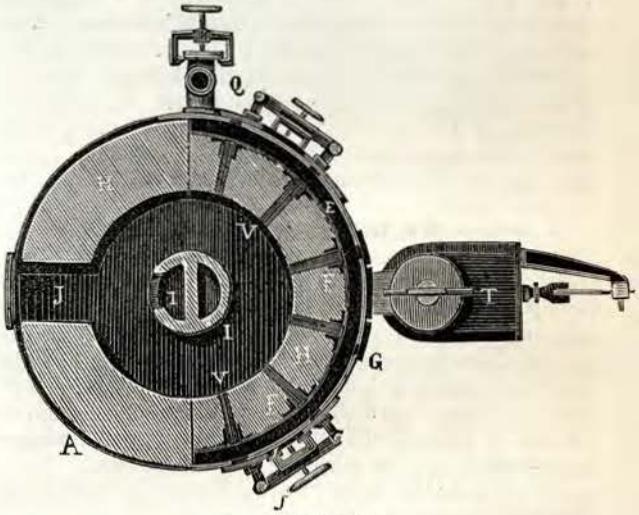


Fig. 1493.

fumo; il canestrello di platino portato ad incandescenza emanava una luce bianca e perfettamente immobile che faceva vivo contrasto colle fiamme sempre oscillanti del gas comune. La combustione dell'idrogeno dava origine a solo vapor acqueo, onde il nuovo sistema d'illuminazione era di assai più igienico di quello col gas di litantrace, giacchè questo produce quantità considerevoli di acidi carbonico e solforoso. La totale assenza dei principii solforosi avrebbe permesso la fabbricazione anche nel centro delle città, e l'uso di quel gas nei teatri o nelle sale riccamente decorate senza tema che le dorature o i dipinti avessero ad annerire. In fine, la prontezza d'azione, la facilità e l'eleganza nell'applicarlo, l'assoluta deficenza di polvere, di fumo e di esalazioni incomode, potevano, di questo gas che ha un potere calorifico elevatissimo, permettere numerose applicazioni nell'economia domestica e nell' industria, ove i residui della

combustione fuggono sino ad ora pei camini esportando un'ingente quantità di calore.

§ 120. *Sistema Fages.* — Qualche progresso nella fabbricazione dell'idrogeno ottenne il signor Fages colla costruzione del forno rappresentato dalle fig. 1492, 1493.

La decomposizione dell'acqua si effettua entro un vaso refrattario DD di forma cilindrica, avvolto esteriormente da lamiera metallica A rilegata per mezzo di ferri d'angolo a fasciature metalliche del coperchio e del fondo.

Un secondo cilindro metallico E determina col primo uno spazio annulare a cui fa capo il tubo T che può essere messo in comunicazione con un ventilatore ed è perciò munito di valvola a cassetto R, la di cui asta è armata di dentiera. Dalla parete E parte una serie di tubi uniformemente distribuiti in tutto il contorno, attraversanti la parete refrattaria D, per far capo allo spazio annulare V V di cui il centro è occupato da un cilindro I che è pure di muratura refrattaria e diviso in due compartimenti dal diaframma verticale *i*. Presso il fondo è collocata la graticola, dinanzi alla quale trovasi un'apertura con coperchio a chiusura ermetica, che serve per la pulitura. Una seconda apertura K trovasi alla parte superiore del coperchio C ed è destinata all'introduzione del coke; M, M sono altre aperture di spurgo; S un tavolato su cui si conduce il coke per l'alimentazione del forno.

Al principio di un'operazione si accende il coke sopra la graticola e si riempie il forno per l'apertura K, la quale viene chiusa soltanto dopo che si è raggiunta una temperatura abbastanza elevata. S'introduce allora per il tubo N il vapor d'acqua ad una pressione di due atmosfere: la mescolanza gasosa che si forma discende sotto della graticola onde introdursi per l'apertura P, insieme ad una nuova quantità di vapore che giunge per il tubo L, arrivare all'imbocco del tubo Q di uscita dall'apparecchio e recarsi finalmente al refrigerante ed ai purificatori.

A motivo del raffreddamento che il passaggio del vapore produce nel carbone, occorre di quando in quando interrompere l'efflusso di questo, levare il coperchio K ed aprire la valvola R per injettare dell'aria all'interno del forno. Per solito non si impiegano che 4 o 5 minuti in quest'operazione necessaria pel ravvivamento della massa di coke. Con queste disposizioni la produzione di 100 m³. di gas si può effettuare in 2 ore col consumo di 75 chil. di coke, 55 chil. di carbone fossile, pel riscaldamento, ed 82 chil. di calce per la purificazione.

Per il gas, che se ne ricava, Verver ha trovato la composizione seguente:

Acqua	1.02
Acido carbonico	0.50
Ossido di carbonio	3.54
Idrogeno carburato	0.38
Idrogeno	94.08
Azoto	0.12
Perdite	0.36
	100.00

§ 121. *Sistema Dowson.* — Il signor Emerson Dowson, di Londra, immaginò un apparecchio di struttura semplice nel quale le correnti d'aria e di vapore entro il generatore hanno luogo in modo continuo, sicchè la temperatura vi è mantenuta costante e costante pure risulta il volume di vapore decomposto in dato tempo.

Il generatore può così funzionare per 10 a 12 ore di seguito, producendo gas in qualità e quantità invariabile.

Il generatore A (fig. 1494) consta di un vaso cilindrico di terra refrattaria guernito esternamente di lamiera di ferro e munito, sul fondo, di graticola; al disotto di questa trovasi uno spazio chiuso H in cui giunge un getto di vapore soprariscaldato con una pressione variabile dalle 1 e $^1/_2$ alle 2 e $^1/_2$ atmosfere; il vapore passando per I, trascina seco una corrente d'aria presa dall'esterno dell'apparecchio ed entrambi si elevano attraverso alla massa ardente di carbone, producendo un gas combustibile, di piccolo potere calorifico, quasi privo di forza luminosa, ma di pochissimo prezzo, atto ad essere economicamente impiegato per varii usi.

Il vapore prodotto è soprariscaldato in un serpentino posto all'interno del fornello B; l'acqua di alimentazione vi giunge, colla necessaria pressione, da una pompa o da un serbatojo elevato, attraversando un rubinetto R ed un accumulatore F sopra del quale è collocato un manometro. Quando sia possibile, è a preferirsi l'uso di vapore proveniente da una caldaja, il quale verrà condotto nel serpentino per essere soprariscaldato. La quantità d'acqua necessaria è piccolissima: 142 cent. cubici ne sono sufficienti per ciascun m³. di gas. Se si eccettua il momento in cui si attizza l'apparecchio, il serpentino è riscaldato col gas stesso che si fabbrica, preso dal gasometro. I tubi E E conducono al camino i prodotti della combustione di ciascuno dei generatori A, B; K è il coperchio dell'apertura per cui il carbone viene introdotto nel generatore A; C è un purificatore a calce destinato principalmente a fissare l'acido carbonico che si svolge insieme all'idrogeno. Per il tubo D il gas passa quindi al cassone del gasometro.

Il migliore combustibile da impiegarsi per il generatore A, è l'antracite, perchè non si appiccica e non produce vapori condensabili; i meati si mantengono aperti e la doppia corrente di aria e di vapore trova il necessario passaggio. Le antraciti di prima qualità contengono più del 90 % di carbone ed il solfo vi entra in sì piccola dose che la purificazione, necessaria per la presenza dell'idrogeno solforato, diviene un'operazione pressochè inutile. Tuttavia per la maggior parte delle applicazioni è bene far passare il gas anche attraverso a dell'ossido di ferro idratato (il quale può essere adoperato più volte di seguito, senza che sviluppi odore sgradevole), la qual cosa richiede piccolissima spesa. Il gas che si ottiene non dà nè catrame nè ammoniaca, contiene il 50 % del suo volume di gas combustibile, abbrucia senza fumo e senza lasciare depositi fuligginosi.

Valutando dall'8 al 10 % le impurità e le perdite, un chilogramma di antracite basta per produrre 5 m³. di gas, talchè per il generatore di minori dimensioni, di quelli sino ad ora costrutti sopra tale tipo, vale a dire per quello del diametro di m. 0.60 e dell'altezza di m. 1.50, bastano chilog. 5.5 di antracite per produrre in un'ora 28 m³. di gas.

L'introduzione del combustibile può essere fatta una volta ogni ora ovvero ad intervalli.

Il gas Dowson ha potere calorifico 3 $^1/_2$ volte più piccolo di quello del buon gas di litantrace, come più volte si potè constatare facendo bollire ed evaporare delle quantità determinate di acqua con quantità misurate dei due gas.

La sua composizione, in volume, può così ritenersi:

(H)	Idrogeno	vol. 20 %
(CO)	Ossido di carbonio	» 30
(CO^2)	Biossido di carbonio	» 3
(Az)	Azoto	» 47
		100

Il prezzo di costo del m³. del gas Dowson è di assai minore di quello del gas di litantrace, ed oscilla, secondo l'inventore, da L. 0.009 a L. 0.012. Questa grande

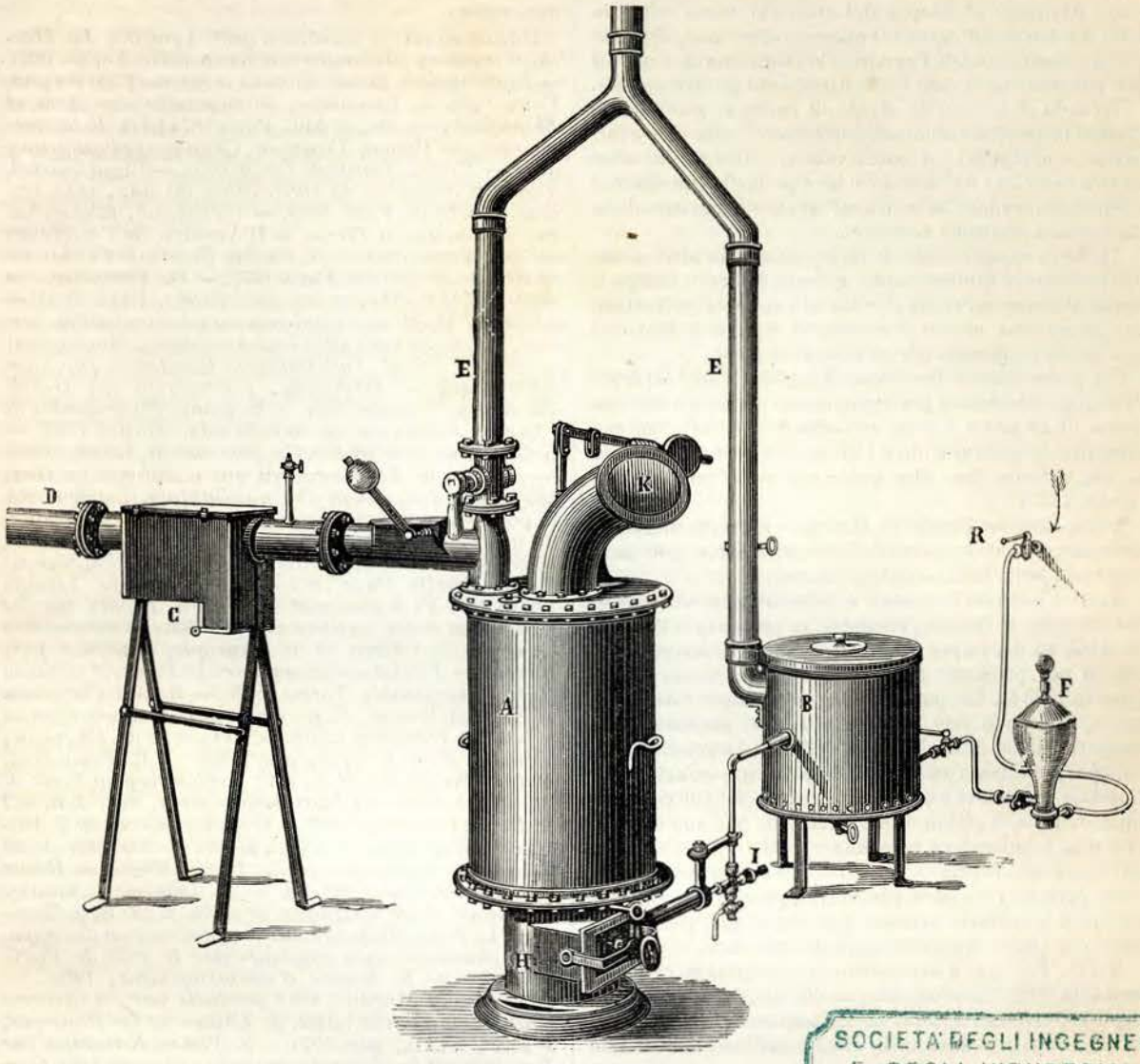


Fig. 1494.

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI
E DEGLI INDUSTRIALI
TORINO

differenza fra il costo dei due gas costituisce appunto la superiorità che il Dowson attribuisce a quello di sua invenzione, sebbene abbia un potere calorifico assai minore di quello del gas comune; egli ne consiglia l'uso a scopo di riscaldamento e di sviluppo di forza motrice e per la produzione di luce coll'incandescenza. Così pure egli suggerisce il suo *gas economico* per la strinatura delle stoffe e dei fili nella fabbricazione dei pannilana, pel riscaldamento delle serre, delle cucine, delle lavanderie, delle fabbriche di lingeria, di vernici e principalmente pei motori a gas, nei quali l'economia sopra il gas di litantrace dovrebbe raggiungere il 50 %.

§ 122. *Sistema Giffard.* — Il signor Enrico Giffard fabbricò l'idrogeno in una sorta di fornace caricata, dalla parte posteriore, con coke lavato e frantumato ed alla parte anteriore con detriti di materiali refrattarii. Attivato il fuoco nella fornace, questi materiali ed i condotti che li racchiudevano, divenivano roventi; allora, chiuso il camino ed il cinerajo, Giffard faceva giungere al disotto del coke un getto di vapore d'acqua. L'idrogeno e l'ossido di carbonio, che svolgevansi dalla superficie superiore dello strato di combustibile, incontravano altri piccoli getti di vapore, col quale si mescolavano per entrare assieme in condotti fortemente riscaldati, nei quali il Giffard credeva potesse avvenire una sopraossidazione dell'ossido di carbonio a spese dell'ossigeno del vapor acqueo, con produzione di nuovo idrogeno, come indica la equazione chimica seguente:

$$CO + HO = CO^2 + H.$$

Qui però osserveremo che l'ossido di carbonio non decompone il vapor d'acqua che ad una temperatura alla quale l'acido carbonico generato è esso stesso decomposto dall'idrogeno con produzione di ossido di carbonio e vapor acqueo: comprendesi adunque come quell'ossido di carbonio, formatosi attraverso allo strato di coke rovente, non potesse completamente venire convertito in biossido di carbonio.

Il gas, all'uscita dalla fornace, era necessariamente ricco di vapor d'acqua; esso veniva perciò fatto passare in un refrigerante a tubi e dopo di questo in un purificatore a calce, costituito da una cassa di lamiera munita, alla parte superiore, di buco d'uomo con coperchio a vite

e all'interno di un graticcio sul quale si distendeva la calce. Alquanto al disopra del graticcio erano collocate delle piastre mobili, girevoli attorno ad un asse, disposte verticalmente quando l'apparecchio funzionava, sicchè il gas passava fra di esse come attraverso ad una gelosia.

Volendo rinnovare lo strato di calce, si giravano le piastre in modo da collocarle orizzontali: esse allora formavano un ripiano sul quale veniva collocata la calce ancora caustica; dal disotto si levava quella esausta e si lasciava poi cadere la prima sul graticcio riportando le piastre alla posizione verticale.

Anche in questo modo di fabbricazione la produzione dell'idrogeno è intermittente, giacchè in breve tempo il vapor d'acqua raffredda il coke ed i condotti refrattarii che attraversa, sicchè è necessario aprire di nuovo il camino ed il cinerajo per ravvivare il forno.

Col procedimento descritto, il signor Giffard fabbricò l'idrogeno necessario per riempire un areostato del diametro di 21 metri e della capacità di 5000 m³., cui era impedito di sollevarsi oltre i 500 m. di altezza, per mezzo di una robusta fune alla quale era assicurato (*ballon captif*, 1867).

§ 123. *Sistema Tessié du Motay.* — È questo un mezzo semplice di fabbricazione dell'idrogeno che si può facilmente ed economicamente praticare.

Tutti i composti vegetali o minerali che contengono del carbonio in eccesso, riscaldati in presenza dell'idrato di calce, ne decompongono l'acqua appropriandosi l'ossigeno per produrre acido carbonico, lasciando l'idrogeno in libertà. La purificazione può essere fatta colla calce, ovvero si può impiegare l'acido carbonico alla trasformazione di carbonati alcalini in bicarbonati, utilizzabili nella fabbricazione delle acque gasose artificiali. Con tale sistema si ottiene un idrogeno che non contiene quasi traccia di ossido di carbonio e di più non occorre che una temperatura prossima a quella di distillazione dei litantraci. Il prezzo dell'idrogeno così fabbricato risulta poco elevato ed in alcuni casi, quando cioè si possa ottenere la materia prima a poco costo, può riescire inferiore a quello comune del gas di litantrace.

§ 124. Più sopra accennammo ai vantaggi che presenta la illuminazione col gas dell'acqua, diremo ora degli inconvenienti che la accompagnano e che spiegano la cattiva accoglienza fatta sinora nell'industria a tale mezzo di produzione di luce.

La piccola densità del gas di acqua è causa di gravi perdite lungo il percorso dei tubi: il gas di litantrace, sebbene da 5 a 6 volte più denso dell'idrogeno, è soggetto a fughe notevolissime nelle condotte. Si aggiunga che per il gas d'acqua, essendo inodoro, non è sì facile avvertire le perdite, onde maggior pericolo di scoppio e d'incendio. Inoltre la presenza dell'ossido di carbonio in questo gas affatto inodoro può essere causa di grandi dissesti igienici, dei quali sarebbe difficile conoscere l'origine. L'inconveniente capitale è però la difficoltà di far procedere di conserva ed in modo regolare la decomposizione dell'acqua ed il riscaldamento della massa carbonosa, evitando le variazioni di temperatura in modo da ottenere un prodotto di qualità costante. A tale riguardo il procedimento usato dal Dowson è superiore agli altri.

Devesi però ritenere che ai mezzi d'illuminazione, nei quali si fa uso di quel potentissimo comburente che è l'idrogeno, è schiuso un avvenire ricco di conquiste. È da credere pertanto che la luce elettrica dovrà per molto tempo ancora lottare coi sistemi di illuminazione a gas, al perfezionamento dei quali sono rivolti gli studii di una eletta schiera di uomini pratici e di scienziati. — La luce elettrica uscirà un giorno vittoriosa dall'agone, ma l'industria del gas avrà in allora nulla perduto della sua importanza.

Bibliografia. — Cavallero prof. Agostino, *Le Macchine a vapore ed il materiale ferroviario*, Torino 1883. — *Encyclopédie Roret: Eclairage et chauffage au gaz*, Paris 1866. — Laboulaye, *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, etc., 4ᵉ édit., Paris 1874 (Art. *Eclairage au gaz*). — Dumas, *Traité de Chimie appliquée aux arts.* — Peclet, *Traité de l'éclairage.* — Clegg Samuel, *Traité pratique de la fabrication du gaz*, etc., traduction Servier, Paris 1869. — Trébouchet, *Recherches sur l'éclairage de Paris.* — D'Arcourt, *De l'éclairage au gaz*, Paris 1845. — A. Payen, *Précis de Chimie industrielle*, 6ᵉ édition, Paris 1877. — G. Tissandier, *La Houille* (*Bibliothèque des merveilles*), Paris 1869. — Schilling, *Traité de l'éclairage au gaz*, traduction Servier, Paris; *Journal für Gasbeleuchtung*, Münich 1861 a 1869. — Tabor, *Vollständiges Handbuch für Gasbeleuchtung.* — Hartmann, *Fortschritte der Gasbeleuchtung*, Weimar 1864. — F. Selmi, *Enciclopedia di Chimica scientifica ed industriale*, Torino 1873. — Kohler, *Der Gasmeister für jedermann*, Leipzig 1865. — *Journal de l'éclairage au gaz* e giornale *Le Gaz*, 1856-83. — *Journal of the gas-lighting*, London 1861 in poi. — Jeannency, *Expériences sur la combustion du gaz de l'éclairage* (*Journal de l'éclairage au gaz*, 1856). — F. Knapp, *Traité de Chimie technologique et industrielle*, Paris 1872. — *The Engineer*, London 1880-83. — P. Audouin et P. Bérard, *Etudes sur les divers becs et les meilleures conditions de combustion* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LXV, p. 423). — *Enciclopedia popolare italiana*, 5ª edizione (*Gas illuminante*), Torino 1859. — Robert Christison et Edward Turner, *Expériences sur la combustion et le pouvoir éclairant* (*Ann. de Chimie et de Physique*, première série, t. XXXV, pag. 309). — E. Frankland, *Philos. Trans.*, t. CLI, p. 629; *Lezioni sopra il gaz di litantrace fatte all'Instituzione reale*, vedi *Journal of the gas-lighting*, 1867, e *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. LXVII, p. 736. — *Bulletin de la Société des ingénieurs civils*, Paris 1880-83. — *Revue industrielle*, Paris 1880 83. — M. Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LXVII, p. 75. — Félix Le Blanc, *Rapport sur la construction des appareils photométriques employés par la ville de Paris* (*Bulletin de la Société d'encouragement*, 1865). — Commines de Marsilly, *Gaz produits par les diverses qualités de houille* (*Ann. de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LXIX, pag. 297). S. Elster, *Kenntniss der Leuchtkraft der Leuchtmaterialien* (*Journal für Gasbeleuchtung*, 1862, p. 384). — Letheby, Barlow, Anderson, Valentin, Ellissen, *Sulfure de carbone dans le gaz* (*Journ. of the gas-lighting*, 1864 a 1869). — Powelis et Dubochet, *Appareils pour la fabrication du gaz* (*Bulletin de la Société d'encouragement*, première série, t. XLI, p. 239 et t. XLVIII, p. 568). — Kebsten, *Journ. für Gasbeleuchtung*, 1862, pag. 84. — O. L. Erdmann, *Gasprüfer Journ. f. Gasbeleuchtung*, Münich 1860, p. 363. — Laming, *Sulla purificazione del gas di litantrace*, vedi *Journal of the gas-lighting*, e *Journal f. Gasbeleuchtung*, 1863. — A. Sobrero, *Lezioni di Chimica docimastica.* — Mallet, *Epuration du gaz* (*Bull. de la Société d'encouragement*, première série, t. XL, t. XL, pag. 429 et 469). — *Annales industrielles*, 1881 83. — E. Pelouze, *Solubilité du soufre dans les huiles de houille*, etc. (*Comptes-rendus*, t. LXVIII, pag. 1179). — Wagner, *Nuovo Trattato di Chimica industriale*, Torino 1877. — *Dingler's Polytechnisches Journ.*, 1869-83. — Dauré, *Eclairage au gaz de résine* (*Bull. de la Société d'encouragement*, première série, t. XXIII, p. 69. — *Textile Manufacturer*, Manchester 1881-83. — Armengaud, *Publication industrielle*, 1859-83. — Ad. Würtz, *Dictionnaire de Chimie pure et appliquée*, 1870. — Bolley P. A., *Die Gasbeleuchtung aus verschiedenen Materialien* (*Bolley's Technol.*, Braunschweig, 1862).

Ing. Personali Francesco.

GAVITELLI, BOE, MEDE. — Franc. *Bouées.* Inglese *Buoys.* Ted. *Boje.* Spagn. *Boya.*

Diconsi *gavitelli, boe, mede,* certe costruzioni marittime fisse o galleggianti, che servono a guidare le navi nei passaggi difficili, oppure sono destinate al loro ormeggio nell'interno dei porti.

Possono essere in pietra, in ferro, in legno, aver forme o dimensioni diverse a seconda degli oggetti cui debbono più particolarmente servire. Noi le divideremo in due categorie, distinguendo cioè quelle di segnalamento da quelle di ormeggio.

1. MEDE E BOE DI SEGNALAMENTO. — Sono destinate a indicare alle navi la via da seguirsi o quella da evitarsi lungo scogliere, bassifondi, seccagne, ecc.; oppure lungo i canali di accesso dei porti. Debbono avere dimensioni piuttosto notevoli, e soprattutto forma cosiffatta che si possano distinguere facilmente sul mare, anche quando è burrascoso. *Mede* oppure *mee* diconsi le fisse; *boe* o *gavitelli* quelle galleggianti.

Le mede possono essere in pietra, in ferro od in legname, le prime, se debbono essere fisse di posizione; le altre, il più frequentemente almeno, se debbono venir rimosse per una qualsiasi ragione.

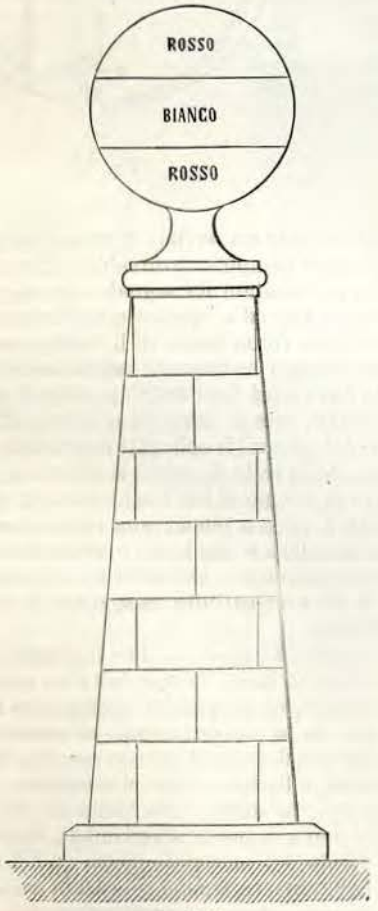


Fig. 1495.

Mede di muro (fig. 1495). — Possono essere in pietra da taglio od in pietrisco. Per il passato, quando le proprietà del cemento idraulico (particolarmente del Portland) erano poco o mal note, si costruivano mede in tutto od in parte in pietra da taglio, qualche volta fasciate soltanto da questa. Erano torrette formate da pietre concie quanto più grosse era possibile, rilegate fra loro con pernii che le attraversavano verticalmente, ed impiombati, le collegavano fra loro soccorrendo in quest'ufficio le staffe e gli arpioni disposti in piani orizzontali. Però queste costruzioni riuscivano troppo costose, e si preferiva sostituire alle stesse altre opere simili in legname od in ferro.

Oggigiorno si costruiscono queste mede con pietrisco e cemento di Portland, e se ne ottengono ottimi risultati.

Tanto se in pietra da taglio quanto se in pietrisco, constano di colonne tronco-cilindriche, poco rastremate, che si elevano all'altezza di circa tre metri sopra il più alto livello del mare, ed alla base superiore portano un segnale particolare. Il diametro alla base varia da $^1/_3$ ad $^1/_2$ dell'altezza, e questo rapporto va decrescendo col crescere dell'altezza medesima.

La costruzione di queste mede nulla ha di difficile sui moli o sulle scogliere all'asciutto; per contro dove le fondamenta siano subacquee presenta qualche difficoltà, però agevolmente superabili.

Se la meda è fondata sopra uno scoglio sommerso sempre od anche durante la sola marea ascendente, si procede generalmente come segue: ripulita convenientemente la superficie dello scoglio, si collocano verticalmente su questo dei tubi di ghisa di 4 ad 8 centimetri di diametro, poggianti così per un estremo sulla pietra ed emergenti coll'altro dall'acqua, si circonda la porzione di scoglio sul quale è fatta la fondazione con un assito o palata, e si versa il calcestruzzo in questa specie di recinto chiuso, indi con ferri da mina e servendosi dei predetti tubi si praticano sullo scoglio dei fori di $1^m.50$ ad 1^m di profondità, nei quali vengono innestate, e poi impiombate delle aste di ferro sporgenti $0^m.50$ ad 1^m fuori acqua, destinate a collegare la parte emersa colla fondazione subacquea. Su questa fondazione viene poi costrutta la torretta.

Trattandosi per contro di una fondazione sopra suolo arenoso, o sul fondo piano del mare (si battono pali prima se mobile), si immerge un cassone senza fondi, si collocano verticalmente in questo alcuni pali in ferro per collegamento e si riempie di calcestruzzo. Su questo si erge poi la torre.

Quando le mede sono sopra scoglio immerso o banco di sabbia, vanno munite d'una qualsiasi scala pel salvamento dei naufraghi, d'un terrazzino al vertice con parapetto pel rifugio dei medesimi.

Mede di legname. — Queste mede sono costituite da castelli, aste, pali di legno sormontati da segnali generalmente sferici, che si piantano sopra scogli o sabbie che debbono essere segnalate ai naviganti. Si stabiliscono diversamente a seconda della natura del fondo che le regge.

Se il fondo è di sabbia e non mai scoperto nemmeno a bassa marea, si può formare la base della mea nelle seguenti maniere, e cioè: battere dei pali in modo che la loro testa rimanga sotto il più basso pelo d'acqua, si collegano quindi fra loro e si fissa agli stessi un telajo che serve di piede al palo della meda; oppure si forma un piede di legno a base quadrata fortemente unito al palo, e lo si carica di pietre in maniera da affondarlo nel punto dove la meda deve essere collocata; talvolta invece si fissa la meda allo scafo di un vecchio battello e lo si affonda caricandolo con pietre; si può anche infiggere il palo a grande profondità nel fondo sabbioso; altra volta si forma un imbasamento in calcestruzzo colato in apposita cassa, e sul cui centro è un tubo di ghisa nel quale s'innesta ed incunea l'asta della meda, ecc.

Quando si tratti d'una punta di scoglio si usa generalmente praticare nella stessa un foro verticale, cilindrico,

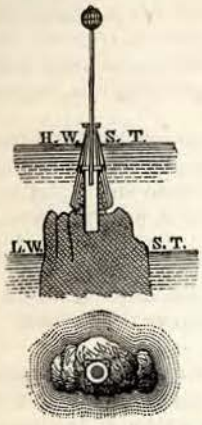


Fig. 1496.

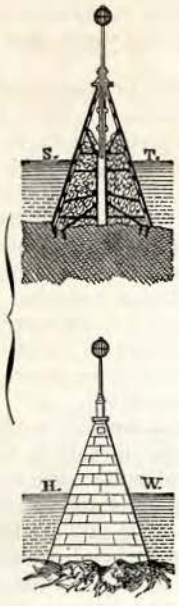


Fig. 1499.



Fig. 1497. Fig. 1498.

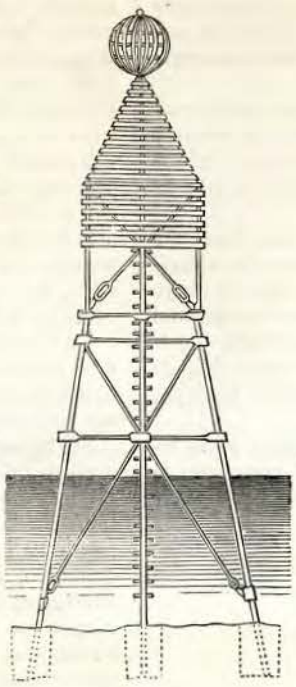


Fig. 1500.

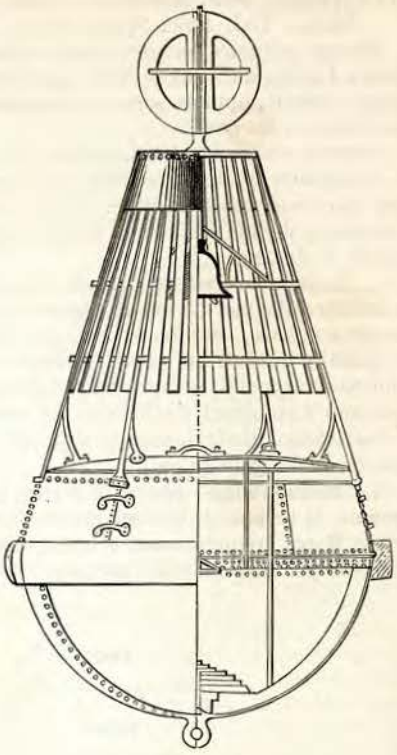


Fig. 1501.

di diametro alquanto maggiore di quell'asta, vi si introduce la medesima e la si inzeppa con cunei di legno. Altra volta, praticato il foro (fig. 1496, 1497, 1498) nello scoglio ad una piccola profondità, 0m.50 ad 1m, s'introduce in questo un tubo di ferro più lungo del foro, si forma attorno a questo una piccola scarpa di calcestruzzo o di pietrisco, nel tubo s'introduce l'asta, la si incunea e si completa il suo rafforzamento con piccoli montanti da un capo fissati con passanti al calcestruzzo, e dall'altro imperniati sull'asta stessa. Però per eseguire questo lavoro occorre si tratti d'uno scoglio emergente dalle acque completamente od almeno a bassa marea, poichè in caso contrario l'opera dei palombari riuscirebbe soverchiamente costosa e si preferirebbe allora adottare una mea di muro, che se più costosa ha però una durata pressochè indefinita.

Mede di ferro. — Generalmente le mede di ferro constano di un tubo sostituito all'asta, e sono del rimanente collocate in posto in maniera analoga alla dianzi descritta per quelle in legno (fig. 1496, 1497, 1498). Talvolta però trattandosi di grandi mede (fig. 1499) si usano costruzioni più accurate e robuste, alquanto diversamente costrutte dalle precedenti.

Nella roccia sono praticati, secondo due circonferenze di circolo, un doppio ordine di fori della profondità di 0m.20 a 0m.30, nei quali saranno impiombati i perni di ritegno della meda la quale è poi formata come segue: un tubo di ferro lungo tanto da posare sullo scoglio con un capo ed aver l'altro fuori acqua, e collocato verticalmente sul centro delle circonferenze suddette, e forma l'asse di un cono in lamiera di ferro rinforzata da ferri a T o da angolarini nel suo interno, e fissata allo scoglio mediante i perni della esterna fra le circonferenze sopraddette. Una serie di tiranti in ferro disposti alternati ed a varii piani collegano il tubo allo scoglio ed al cono di lamiera, formando così un tutto inamovibile e reso anche più robusto da un opportuno riempimento di sabbia o pietrisco. L'asta della meda, sormontata da segnale sferico, penetra nel cono secondo l'asse ed è incuneato nell'interno del tubo.

Qualche altra volta, specie se il fondo è sabbioso, oppure se la seccagua ha bastante estensione, si adoperano le mede in ferro a più fusti della fig. 1500, il quale consta di tre o quattro aste di ferro piene, formanti gli spigoli di un tronco di piramide collegati con tiranti orizzontali e diagonali. Sulla testa di questi si eleva un prisma che può servire di rifugio ai naufraghi ivi saliti per uno dei pali foggiati a scala a piuoli; una certa altezza di esso prisma, triangolare o quadrato, è coperta di tavole disposte orizzontalmente e che servono col cappello piramidale e la sfera a costituire un segnale facilmente visibile in distanza.

Boe e gavitelli in legno. — Per il passato si costruivano i gavitelli in legno, formandoli d'un cassone a base quadrata stagno, su cui quattro montanti in legno collegati fra loro da tavole orizzontali alternate con spazii vuoti portavano il segnale sferico comune. Però questi come i segnali cilindrici e sferici duravano assai poco, sia per gli urti del mare e controurti dovuti al ritegno che li manteneva in posto, sfasciandoli, come pure per l'infracidimento del materiale. Sono quindi oggigiorno aboliti completamente, tranne nei casi in cui servono durante lavori temporanei come costruzione di moli e simili.

Gavitelli e boe di ferro. — Possono avere forme assai diverse, ma quella che ha dato migliori risultati è la emisferica, sormontata da un'armatura che sostenga il segnale. Uno fra questi è rappresentato nella fig. 1501. Esso consta principalmente di una mezza sfera stagna in lamiera di ferro, divisa in due o quattro compartimenti pure stagni, affinchè se urtata e si guasta non debba affondare. Alla base superiore è innestato un

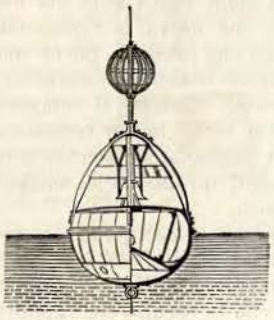


Fig. 1502.

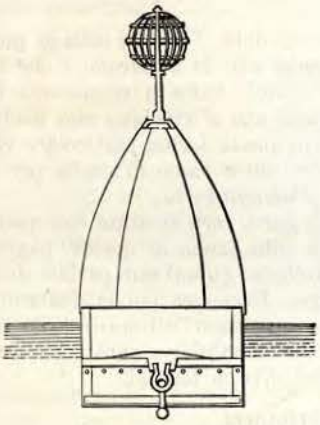


Fig. 1503.

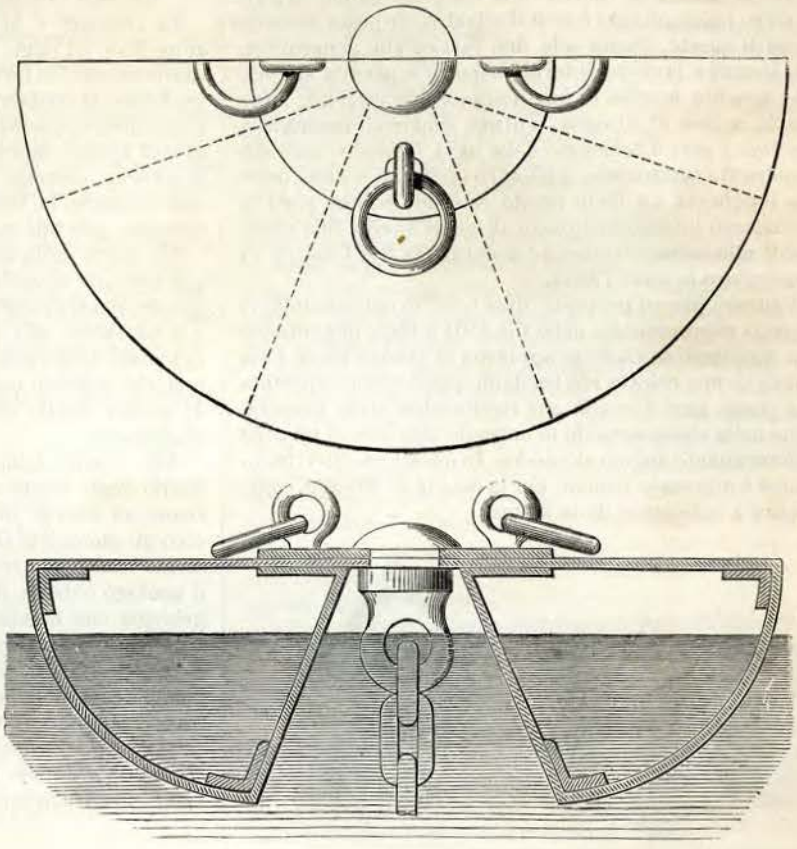


Fig. 1504.

breve tronco di cono pure ermeticamente chiuso e formante cavità comune colla sfera; fissati su esso e in direzione delle generatrici, sonvi quattro o più montanti in ferro, collegati da cerchi e fasciati in parte di legno. Alla parte superiore di questa sopracostruzione avvi la mira, e nell'interno del cono è collocata una campana che per le oscillazioni del gavitello dovute all'agitazione del mare, suonando dà avviso del vicino pericolo alle navi. È questo uno spediente quasi generalmente usato oggigiorno. Una cerchiatura di 0m. 10 a 0m. 15 di spessore in legno e posta all'altezza del galleggiamento, protegge il gavitello contro gli urti dei galleggianti che lo avvicinano.

Nel fondo della parte emisferica sono collocati dei dischi di ghisa che, mentre lo inrobustiscono e permettono di attaccarvi con sicurezza la catena di ritegno ad apposito anello, hanno per ufficio di abbassare alquanto il centro di gravità del gavitello rispetto al centro della sfera, rendendone meno ampie le oscillazioni durante il mare burrascoso.

Simile a questo è il gavitello della fig. 1502. Consta anch'esso di una parte quasi emisferica, perfettamente stagna e resa robusta dai tiranti interni, oppure da lamiere, che la sdddividono in compartimenti stagni; sulla medesima quattro montanti semiellittici consolidati da un cerchio sorreggono la campana e la mira sferica.

La boa rappresentata nella fig. 1503 ha dato pure buoni risultati; è tutta in lamiera di ferro rinforzata da angolarini all'interno. È però adoperata di preferenza nelle acque tranquille.

Colorazione delle mede e gavitelli. — Non bastando l'indicare al navigante il pericolo, ma essendo bensì necessario di indicargli pure il mezzo di evitarlo, si dovette ricorrere a colorazioni convenzionali delle boe o delle mede nei loro segnali o mire: a questo proposito ecco la regola generale:

Venendo dal largo si lasciano a destra quelli colorati in rosso con una corona bianca sotto la cima; a sinistra quelli colorati in nero; a destra od a sinistra indifferentemente quelli a striscie orizzontali rosse e nere. Inoltre quando in uno stesso approdo si abbiano scaglionati parecchi gavitelli o boe, debbono numerarsi progressivamente, a partire dal largo, con numeri pari ai gavitelli lasciati a destra, dispari quelli da lasciarsi a sinistra. Spesso è scritto su essi segnali in bianco anche il nome dello scoglio che indicano.

2. GAVITELLI E BOE DI ORMEGGIO. — Anche questi possono essere di legno e di ferro, od avere forme varie; però si distinguono essenzialmente da quelli di segnalamento, in quanto che non dovendo essere scorti a distanza, emergono meno ed hanno proporzioni minori, mentre dovendo trattenere una o più navi debbono essere robuste ed ancorate con ogni cura.

Gavitelli d'ormeggio in legno. — Non sono quasi più adoperati, essendosi sostituiti ai medesimi quelli in ferro. Hanno forma cilindrica e possono galleggiare col loro asse verticale od orizzontale.

Gavitelli d'ormeggio in ferro. — Questi possono essere cilindrici come quelli in legno e galleggiare nella stessa maniera. Sono di lamiera e perfettamente stagni;

se il loro asse è verticale e cioè la catena di ritegno viene attaccata al centro della base, essi hanno un'asta di ferro lunga quanto è alto il cilindro, disposta secondo l'asse di questo, fissata alle due basi ed alle generatrici, con tiranti e lamiere interne disposte a paratìa stagna, e finalmente munita di anelli ai suoi due estremi, l'uno per la catena di ritegno, l'altro, emerso, destinato a ricevere i cavi d'ormeggio delle navi. Quando l'asse del cilindro sta orizzontale, il cilindro stesso ha a metà della sua lunghezza un forte anello esterno, ed una paratìa di rinforzo interno nel piano di quest'anello, due occhi fissati allo stesso servono ad ancorare la boa l'uno, e ad ormeggiare le navi l'altro.

Vennero altresì proposte altre boe, tra cui accenniamo a quella rappresentata nelle fig. 1504 e 1505, quantunque non sappiamo se sia stata applicata in grande scala. Essa consta di una calotta sferica dalla quale venne asportata una parte, pari a quella che risulterebbe dalla penetrazione nella stessa secondo la normale alla base di un cono di determinato angolo al vertice. In questa cavità tronco-conica è attaccato l'anello per la catena di ritegno, come appare a sufficienza dalla figura.

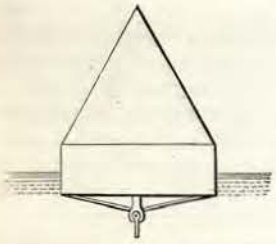


Fig. 1505.



Fig. 1506.

La boa può essere divisa in quattro od otto compartimenti stagni, tanto per impedire che affondi in caso di avaria, quanto per renderla più resistente. Alla base della calotta, che emerge dall'acqua, vengono fissati attorno al centro quattro o più robusti anelli che servono ad ormeggiare le navi.

A ciaschedun compartimento stagno corrisponde un foro, ordinariamente chiuso da un bolone a vite, foro nel quale può adattarsi una piccola pompa per l'estrazione dell'acqua che possa essersi per avventura introdotta nell'interno della boa.

Un altro gavitello o boa d'ormeggio è rappresentato nella fig. 1506. Consta d'uno sferoide cavo di lamiera di ferro, o talvolta anche di sottile ghisa ed è convenientissimo quando non debba reggere all'ormeggio di più che una nave.

Ancore delle boe d'ormeggio. — I gavitelli e boe di ormeggio possono essere mantenuti in varia guisa. Quando il fondo del mare è roccioso si usa talvolta impiombarvi un anello al quale è fissata la catena che fa capo al gavitello. Nella pluralità dei casi però si usa ritenere le boe con ancore comuni o ad una sola *marra*, con ancore a fungo od a vite (Vedi a questo proposito l'art. Ancore).

Bibliografia. — A. Cialdi, *Illuminazione e segnalamento dei littorali e dei porti.* — G. B. Balduino, *Ormeggi navali.* — G. Boccardo, *Nuova Enciclopedia Italiana.* — Spon's *Dictionary of engineering.* — *Rivista Marittima.* — *Revue maritime et coloniale.*

Ing. E. C. Boccardo.

GEOLOGIA. — Francese *Géologie.* Inglese *Geology.* Tedesco *Geologie.* Spagnuolo *Geología.*

La geologia è la storia della Terra dalla sua formazione fino ad oggi; storia che narra le vicissitudini, i cambiamenti, le forme tutte che prese la parte sua superficiale, la quale con vocabolo oramai acconsentito dall'uso dicesi *crosta terrestre.* Questa si compone di grandi masse lapidee dette *rocce*, la cui conoscenza è di grande interesse per la geologia. Le scienze sorelle, specialmente la mineralogia, forniscono le nozioni necessarie per tale conoscenza.

La parte della geologia che si occupa dei materiali pietrosi, che appellansi *rocce*, dicesi *Litologia* o *Petrografia*, mentre riserbasi il nome di *Geologia stratigrafica* e *cronologica* alla parte che si occupa dei rapporti di posizione delle rocce, delle diverse forme di presentarsi, non che dell'età relativa di loro formazione. L'insieme di questo studio costituisce la *Geologia descrittiva* o *Geognosia.*

Allo studio della storia della Terra si collega pure quello degli esseri organici che la abitarono, e che insieme ad essa le mille e mille volte si cangiarono. Ed ecco gli animali e le piante che si rivelano allo studio, conservati tra le rocce in quella forma particolare che il geologo chiama *fossile;* altro ramo di studio per la geologia che nominasi *Paleontologia.*

Di ciascuna di queste parti sarà trattato con quella diffusione che si addice allo scopo di queste pagine, incominciando dalla Litologia; quindi sarà parlato della Stratigrafia e Cronologia. Premesse poi le generalità sulle *Ere geologiche*, consacreremo l'ultimo capitolo alla *Geologia d'Italia.* Della Paleontologia sarà detto man mano che tratteremo dei diversi terreni.

LITOLOGIA

GENERALITÀ SULLE ROCCE

Corpi semplici costituenti le rocce. — Dei corpi semplici che oggidì sono ammessi, un numero ristretto prende parte essenziale nella composizione chimica delle rocce. Il Dana ne cita soltanto tredici: ossigeno, silicio, alluminio, magnesio, calcio, potassio, sodio, ferro, carbonio, solfo, idrogeno, cloro, azoto.

Questi elementi si possono ritenere come i veri costituenti delle rocce, e nelle quali vi entrano in varia proporzione. L'ordine d'importanza loro è messo in chiaro nel seguente specchio, che rilevo dal *Corso di Geologia* del prof. Stoppani, ove sono trascurati gli altri elementi ritenuti come accidentali nelle rocce.

Diviso il globo in 1000 parti, i tredici elementi vi figurerebbero come segue:

Ossigeno	500	millesimi
Silicio	250	»
Alluminio, Magnesio, Calcio, Potassio, Sodio, Ferro, Carbonio	227	»
Solfo, Idrogeno, Cloro, Azoto	23	»
Totale	1000	millesimi

Questi elementi combinandosi chimicamente con leggi definite originano le *specie minerali* che a sua volta originano le *rocce*, formanti le grandi masse pietrose,

le montagne, le catene montuose: o sviluppandosi ciascuna specie da sè per grande estensione, oppure, come è caso più frequente, associandosi fra loro.

Specie minerali che si riscontrano nelle rocce. — I minerali che entrano come costituenti nelle rocce possono essere *essenziali* ed *accessorii*.

Si dicono essenziali se caratterizzano una data roccia: così il granito, per esempio, è formato di quarzo, ortose, mica: nessuno di questi minerali può mancarvi, altrimenti perde il carattere di granito e la roccia cambia natura.

Si dicono accessorii i minerali che vi si rinvengono solo accidentalmente: così i graniti di alcune località, oltre i tre minerali di sopra detti e veri suoi costituenti, possono contenere per esempio tormalina, granati od altri minerali, la cui presenza o mancanza non altera punto la natura della roccia.

Tra i minerali essenziali delle rocce si possono citare come principali:

Quarzo.

Feldispati . . . . . Ortose. Var. Sanidina. Anortite. Labradorite. Oligoclasio Albite

Miche . . . . . Biotite. Lepidolite. Muscovite.

Cloriti . . . . . Ripidolite.

Pirosseni . . . . . Diallaggio. Augite. Iperstene. Enstatite.

Anfiboli . . . . . Tremolite. Actinoto. Horneblenda.

Olivina.
Talco.
Serpentino.
Calcite.
Selenite.
Magnetite.
Ematite (oligisto).
Limonite.

Tra i minerali accessorii si possono citare come più importanti:

Zeoliti (silicati di allumina idrati).
Granati (silicati di varie basi).
Tormalina (silicato di varie basi con fluorio ed acido borico).
Sfeno (silicotitanato di calce).
Topazo (silicato d'allumina con fluorio).
Smeraldo (silicato doppio d'allumina e glucina).
Cordierite (silicato d'allumina con ferro e magnesio).
Pirite (solfuro di ferro).
Magnetite (ferro ossidulato).

Classazione delle rocce. — Le rocce possono essere classate secondo varii criterii.

Così, basandosi sulla loro composizione mineralogica possono dividersi in *semplici* e *composte*.

Diconsi *semplici* se risultano da una sola specie minerale: come le calcari, le argillose, le silicee.

Diconsi *composte*, se risultano dall'insieme di più minerali ben distinti: come i graniti, i porfidi, i basalti tra le rocce feldispatiche.

Prendendo a classare le rocce basandosi principalmente sul modo col quale si sono originate, possono considerarsi varii casi.

Se deposte dalle acque si hanno le rocce *sedimentarie*, che ora sono il prodotto d'un deposito meccanico di materiali sospesi nell'acque stesse, ora d'una precipitazione chimica delle sostanze che vi stavano disciolte: nel primo caso si ha la roccia di *origine meccanica*, nel secondo di *origine chimica*.

Tra le rocce di origine meccanica si possono citare le arenarie, i depositi sabbiosi, le comuni argille d'alluvione ed altre, che risultano dai detriti di rocce preesistenti, le quali furono frantumate dalle azioni denudatrici delle piogge, dei venti, dei ghiacciai e che le correnti dei fiumi depositarono poi a valle o trascinarono fino al mare, ai laghi, sul fondo dei quali precipitarono.

Molte rocce calcari, i travertini e le pisoliti, per esempio, ed altre si sono formate nel secondo modo. Così alcune acque sotterranee, nelle quali si trova disciolto il bicarbonato calcico, allorquando giungono all'esterno, per la diminuita pressione perdono acido carbonico e il bicarbonato passa allo stato di carbonato insolubile e si deposita. Per l'evaporazione, per esempio, dell'acqua del mare e di alcuni laghi, in opportune condizioni, si deposita il salgemma che vi stava disciolto, ed in istrati spesso tanto potenti.

Altre rocce di origine chimica ma per via ignea sono dette *eruttive:* queste non hanno caratteri di sedimenti originati dall'acque, e si presentano in forme massiccie, in filoni, in dighe: tagliano e traversano in mille modi le rocce stratificate, sulle quali spesso ci appajono riversate in forma di grandi colate. Disposizioni tutte che denotano come queste rocce sian venute dal disotto della scorza terrestre con manifesta eruzione. Esempi ce ne offrono i porfidi, le trachiti, i basalti.

Allorquando gli originarii caratteri delle rocce siano stati cancellati, come per il solito è di quelle giacenti a grandi profondità, o per pressioni sofferte o per azione di calore e di acque, allora diconsi *metamorfiche*.

Se si tien conto della struttura e stato fisico delle rocce, si possono anche dividere in quelle i cui componenti si formarono nell'atto di loro costituzione, ed in quelle che risultano invece di detriti di altre che preesistettero alla loro formazione.

A quest'ultime rocce, quali le breccie, i conglomerati, si dà il nome di rocce *clastiche* o di *frammentazione*, a quelle prime invece dannosi varie denominazioni. Così diciamo rocce:

Cristalline, se risultano da minerali cristallizzati: e queste si dicono *criptocristalline* se i cristalli componenti sono minuti ed indiscernibili ad occhio nudo, e *fanerocristalline* se i cristalli sono distinti e voluminosi da essere riconosciuti ad occhio nudo.

Vetrose, se hanno l'apparenza ed i caratteri del vetro.

Omogenee e *compatte*, se gli elementi costituenti sono ben solidi ed uniti.

Schistose, quando gli elementi costituenti sono disposti tutti in un medesimo piano.

Porfiriche, quando in rocce compatte, o finamente granulose, si ritrovano dei cristalli notevoli per le loro dimensioni.

Studio delle rocce. — Lo studio delle rocce offre qualche difficoltà, atteso la piccolezza dei loro elementi costituenti. Se i grani dei minerali sono sufficientemente grossi sarà facile riconoscere la specie alla quale appartengono. Rompendo la roccia si possono allora isolare ed assicurarsi della loro identità, provandone la durezza, il peso specifico, il modo di comportarsi al cannello

ferruminatorio, oppure ricorrendo a qualche semplice reattivo, ed occorrendo farne un'analisi completa.

Oltre quest'esame macroscopico, oggi si studiano le rocce microscopicamente. Per fare questo studio bisogna ridurle in lastre sottilissime a facce parallele, che sottoposte al microscopio e specialmente al polarizzante ci danno il mezzo di conoscere gli elementi dei quali sono composte.

DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI ROCCE

Premettiamo uno specchio di classazione, nel quale sono notate solo le principali rocce, tra quelle che andremo enumerando: le varietà ed i sinonimi troveranno il loro posto man mano che ne cadrà il bisogno. Il tipo di classazione si scosta di poco da quello proposto dallo Zirkel, nel suo Manuale di petrografia (*Lehrbuch der Petrographie*).

GRUPPO I. — *Rocce semplici.*

1. — *Rocce aloidi* (composte di un sale: cloruro, fluoruro, solfato, carbonato, fosfato); salgemma, criolite, calcare, dolomite, marna, gesso, anidrite, baritina, fosforite.
2. — *Rocce silicee* (composte in prevalenza di silice): opale, quarzo, diaspro, sabbia, arenaria, puddinga, quarzite, itacolumite.
3. — *Rocce silicate* (composte in prevalenza di un silicato): argilla, fillade, novacolite, anfibolite, pirossenite, epidosite, serpentino, talco, cloroschisto, talcoschisto.
4. — *Rocce metallifere* (composte quasi tutte d'ossido di ferro): ematite, limonite, magnetite, siderose, itaberite.
5. — *Rocce carboniose* (composte in prevalenza di carbonio): grafite, antracite, litantrace, lignite, torba.

GRUPPO II. — *Rocce composte.*

I.

Feldispatiche

1. — *Rocce ortosiche:* granito, sienite, porfido, petroselce, retinite, trachite, fonolite, perlite, ossidiana, pomice.
2. — *Rocce oligoclasiche:* tonalite, andesite, diorite, melafiro.
3. — *Rocce labradoritiche:* diabase, iperstenite, eufotite, basalto, dolerite.
4. — *Rocce anortitiche:* corsite, eucrite.

II.

Non feldispatiche (risultano da associazione di minerali diversi): ialomicte, tormalinite, eclogite, granatite, lherzolite, dunite.

ROCCE SEMPLICI.

Rocce aloidi.

Salgemma. — Comp. mineralog.: cloruro di sodio. La sua solubilità nell'acqua, che non aumenta colla temperatura, il suo sapore salato lo fanno presto riconoscere dalle altre sostanze. Eccezionalmente puro, è sempre immischiato ad altri minerali, i quali spesso lo rendono anche diversamente colorato: così un poco d'ossido di ferro lo arrossa, le sostanze bituminose lo rendono violetto, ecc. Il salgemma di Wieliczka contiene un gas condensato (idrogeno oppure acido carbonico) in piccole vescichette che producono uno scoppiettio particolare, quando il salgemma si discioglie nell'acqua.

Il salgemma è diffusissimo in natura e si ritrova nel seno delle montagne in estesissimi ammassi interstratificati alle loro formazioni, oppure in amigdale e strati di estensione e spessore variabile.

I più celebri giacimenti di salgemma sono quelli di Wieliczka presso Cracovia in Polonia, di Cordova in Spagna, e di Stassfurt in Sassonia. Quest'ultimo giacimento ha più di 330 metri di potenza; quello di Cordova è una ingentissima massa di salgemma che a guisa di rupe s'innalza per ben 500 piedi sul piano del paese, sprofondandosi nel suolo per quantità ancora ignota. Quello di Wieliczka ha più di 1400 metri di potenza.

In molti altri luoghi d'Europa si conoscono giacimenti di salgemma. Così ne abbiamo in Italia nella Sicilia, a Lungro in Calabria, a Salsomaggiore nel Parmense, nella Toscana. In quest'ultima provincia è nel Volterrano che il salgemma si trova in ammassi lenticolari a varia profondità: lo scandaglio a 148 metri di profondità palesò cinque strati di sale più o meno puro del complessivo spessore di 22 m. Il sale vi si ricava da acque salate che vengono tirate su con pompe da pozzi appositamente scavati, per essere quindi condotte agli stabilimenti della fabbricazione.

Le marne, le argille, il gesso, sono le rocce che alternano coi depositi di salgemma, i quali si trovano in tutti i terreni dei varii periodi geologici, ma a preferenza nel trias e nel miocenico.

Il salgemma si rinviene anche allo stato di efflorescenze alla superficie di molti luoghi sabbiosi. Alcuni deserti devono a ciò la loro eterna sterilità.

Salmare, sal comune, sale da cucina. — Sono sinonimi del salgemma; ma con tali nomi s'intende più particolarmente il cloruro di sodio che si prepara con l'acqua del mare, facendola evaporare o congelare, e con quella di alcune sorgenti salate per mezzo dell'evaporazione.

Notissimi sono gli usi del salgemma; è anche adoperato nella preparazione di quasi tutti gli altri composti di sodio, che tanto si usano nelle industrie.

Criolite. — Comp. mineralog.: doppio fluoruro d'alluminio e di sodio. È una roccia bianca fibrosa, assai fusibile, che forma enormi banchi nelle rocce granitiche della Groenlandia occidentale, presso la baja di Arksut. In seguito è stata ritrovata in Irlanda e negli Urali.

È molto importante perchè serve da pochi anni alla estrazione dell'*alluminio.*

Calcare. — Comp. mineralog.: carbonato di calce. Le sue innumerevoli varietà costituiscono le rocce che denominansi *pietre calcari,* e che per gli ottimi requisiti che possiedono primeggiano sopra le altre, onde sono comunemente impiegate con economia e vantaggio nei muramenti e nelle decorazioni d'ogni sorta. In generale sono poco pesanti, e la loro grana, come si dice usualmente, omogenea le rende di assai facile lavoratura: a tali proprietà accoppiano resistenza e discreta stabilità necessarie per molte costruzioni. Le varietà più scadenti, come sarebbero le porose, sono anch'esse usate al pari delle compatte: alcune varietà anzi, come vedremo, offrono il carattere rimarchevole di essere di facile lavoratura di fresco estratte dalla cava, e di acquistare col tempo una maggiore consistenza.

Le pietre calcari si riconoscono facilmente dalle altre rocce per l'effervescenza che fanno con gli acidi. Spesso una parte della calce è rimpiazzata dalla magnesia, dagli ossidi di ferro o manganese; come spesso la purezza della roccia è alterata dalla silice, argilla e sostanze bituminose. Il colore del calcare puro è bianco, ma in seguito a sostanze che in mescolanza vi si uniscono, può essere grigio, giallastro, brunastro, rossastro, ecc.

Le pietre calcari sono differenti per struttura e per origine: per la struttura si possono distinguere in *cristalline* e *non cristalline:* per l'origine in rocce di *origine minerale* ed in rocce d'*origine organica.* Le cristalline poi si dicono o *fanerocristalline* o *criptocristalline* a seconda che la cristallizzazione è o no evidente. Ecco le principali varietà di calcare.

Calcare stalattitico, stalagmitico. — È una roccia a struttura fanerocristallina prodotta dal deposito calcare che si effettua negli spacchi, nelle fessure delle grotte calcari, allorchè le acque che vi sgorgano per diminuita pressione lasciano sprigionare l'acido carbonico. Spesso tale roccia assume forme fantastiche o di grandi coni, o penzolanti dalle volte delle grotte calcari, quali sono le comuni *stalattiti,* od innalzantisi dal loro pavimento in forma di colonnati, costituendo le *stalagmiti.* Nelle grotte queste stalagmiti formano spesso un vero strato, nel quale sono conservati i resti dell'uomo preistorico.

Alabastrite, alabastro orientale. — È originato in seno alle acque per un processo chimico simile a quello donde provengono le stalattiti e le stalagmiti. È una roccia dotata di bella trasparenza e di varie colorazioni, come il carnicino, il giallo, il rosso. È moltissimo ricercata per usi decorativi. Si hanno cave produttrici nella provincia di Costantina in Algeria. Il suo prezzo per metro cubo varia dalle 2000 alle 4000 lire. Anche in alcune parti d'Italia si rinvengono alcune belle varietà di alabastrite. Così a Mobello (Acqui), Ameglia (Genova), Castelnuovo dell'Abate, Montalcino (Senese) ed in altre località.

Travertino. — È formato da carbonato calcare, abbondantemente deposto per via chimica dalle acque calcarifere negli spacchi delle rocce. È poroso e cellulare ed è pietra molto facile a lavorarsi appena estratta dalla cava, e che indurisce poi col tempo. Tiene inclusi avanzi di piante e di animali terrestri, attestandoci così la sua origine non marina.

Si ritrova abbondantemente questa roccia nei dintorni di Roma, nelle provincie di Siena, Volterra, Grosseto; nei contorni di Parigi, ed in molti altri dipartimenti della Francia.

Si usa per farne la calce grassa, ma soprattutto per le costruzioni; di questa roccia sono costituite le più grandi e monumentali opere che si conoscono, come il Colosseo, la Cupola di S. Pietro, e moltissimi palazzi tanto in Italia che altrove.

Calcare d'acqua dolce. — È sinonimo di travertino.

Panchina. — Dicesi quel travertino che si formò in vicinanza delle spiagge e delle acque marine. È dunque un travertino marino.

Tufo. — Con questo nome sono indicate comunemente le rocce disopra descritte, cioè i travertini e le panchine che sono occupate da grandi vacui e porosità. In Toscana riserbasi questo nome a particolari calcari concrezionarii e ad ogni roccia d'aspetto terroso, mentre nei distretti eminentemente vulcanici, avvertiamo, che il nome di tufo od anche *tufa* indica una roccia quasi pastosa da non confondersi colle rocce calcari, ma composta di frammenti di lapilli e di detriti vulcanici, dei quali appunto è formata tutta la così detta Campagna di Roma, e gran parte dell'Italia meridionale, e che con varietà di componenti si ritrova naturalmente negli altri distretti vulcanici.

Calcare oolitico. — Calcare che presenta l'aspetto di un ammasso di uova di pesce per essere costituito intieramente da granuli arrotondati di piccola dimensione. Questi granuli sono formati da strati concentrici che si addossano ad un piccolissimo nucleo centrale il più delle volte microscopico ed indeterminato. In generale si ritiene per un granellino di sabbia od un frammento di conchiglia appartenente ad animali detti *Foraminifere.* Questa roccia è talmente estesa e sviluppatissima nella serie delle calcaree che forma da sè sola anche intere catene montuose. Così in Francia, Inghilterra, nelle Alpi, nel Giura.

I calcari oolitici dei dintorni di Caen (Francia) formano banchi di grande altezza, dai quali si possono tagliare blocchi di grande dimensione, la cui grana facilmente ne consente il taglio. Sono esportati anche all'estero e si adoperano a preferenza nell'architettura gotica.

Calcare pisolitico. — Se le dimensioni degli elementi globulari sono maggiori che nel calcare oolitico e raggiungono la grossezza dei semi di pisello, la roccia denominasi *pisolitica.*

Al pari delle ooliti si formano le pisoliti in seno delle acque calcarifere quando hanno un movimento rapido e tale da sostenere sospese particelle di natura arenacea, sulle quali vanno successivamente depositandosi veli calcari che ne accrescono il volume ed il peso, e coll'andare del tempo si originano sferule di varia grandezza.

In Italia presso Tivoli si formano pisoliti candidissime, e che si conoscono colla denominazione di *confetti di Tivoli.* A Carlsbad in Boemia, a Vichy in Francia, ove prorompono sorgenti calcarifere, si hanno pisoliti di rara bellezza.

Calcari fossiliferi. — Oltre le varietà di calcare fino ad ora rammentate e che tutte ripetono la medesima origine minerale, vi sono altri calcari d'origine organica e detti calcari fossiliferi per la considerevole abbondanza di fossili che contengono. Questi calcari ricevono il loro nome dai resti del fossile, i quali quasi per intero alcune volte li costituiscono. Sono rocce di struttura grossolana, compatte o porose e servono, nei luoghi ove abbondano, come materiale da costruzione: alcune conseguono immenso sviluppo nelle formazioni del globo.

Ecco i nomi delle principali varietà:

Calcare nummulitico,
Calcare ippuritico,
Calcare madreporico e coralliano,
Calcare ammonitifero.

Lumachelle. — Quando la quantità dei fossili che contengono i calcari è tanto esuberante che risultano come chi dicesse da un agglomerato di conchiglie o di altri resti organici cementati insieme, allora le rocce calcari fossilifere ricevono il nome particolare di lumachelle, le quali per sofferta metamorfosi si presentano spesso con struttura cristallina.

I lapidarii tirano profitto da queste lumachelle quando specialmente racchiudono vistose conchiglie fossili e che danno loro gradevolissimo aspetto. Sono belle pietre d'ornamento e gareggiano coi più pregiati marmi. Le più ricercate sono:

Lumachella opalina. — Contiene frammenti di conchiglie dotati di riflessi di vario colore e d'una bellezza sorprendente. Proviene da Bleyberg in Carinzia, ed è usata per lamine d'ornamento e per farne scatole che sono assai stimate.

Lumachella d'Astracan. — Fondo nero con conchiglie giallo-aranciate.

Lumachella drappo mortuario. — Fondo nero con conchiglie bianche.

Lumachella broccatello o di Spagna. — Contiene conchiglie piccolissime in gran numero, ed il fondo della roccia è giallo-dorato.

Creta. — Con questo nome è designato un calcare d'un bianco di neve nel suo stato più puro; è tenero, polverulento e di aspetto farinaceo. Fu originato dall'accumularsi delle spoglie di minutissimi animali marini. In Francia è sviluppatissimo, e lo è pure in Inghilterra, lungo tutte le spiaggie orientali.

Nei contorni di Parigi questa creta serve a preparare, depurandola, il così detto *bianco di Spagna;* serve pure per fabbricare una quantità di calce idraulica, ed a tale scopo si scelgono le varietà ricche d'argilla o di silice.

Calcare terroso. — Sinonimo di creta.

Calcare litografico. — È il tipo dei calcari compatti argilliferi. È di un colore bigio scuro ed usasi per la litografia.

Pregievolissimo per la sua grana compatta è quello che si estrae dalle cave di Solenhaufen in Baviera, e che risponde a tutte le esigenze dell'arte litografica, a profitto della quale se ne fa attivissima l'escavazione. Se ne ha pure in Italia nella provincia di Genova, nel Vicentino ed in altri luoghi, ma sono di qualità molto inferiore.

Calcare alberese. — È un calcare pure compatto, colorato uniformemente in bigio, ma di grana grossolana e attraversato spesso da venuzze spatiche ed inquinato da sostanze eterogenee.

Si ritrova in strati interposti a rocce diverse nell'Appennino centrale, ed è poi sviluppatissimo nella maremma toscana e quivi adoperato nell'arte muraria e conosciuto col nome di *sasso porcino marmorizzato.*

Calcare ruiniforme o *pietra paesina.* — Può considerarsi come varietà di alberese, nella quale filtrazioni di acque ferruginose o manganesifere indussero colorazioni varie e disegni più o meno eleganti. È classica la pietra paesina di Ponte a Rimaggio presso Firenze, ed è ricercata per farne quadretti.

Calcare argilloso. — Carbonato di calce con quantità variabile di argilla (silicato idrato d'allumina) contenente pure in varie proporzioni silice, carbonati di ferro, di manganese e magnesia. Questi calcari appartengono a diversi periodi geologici ed abbondano in alcune località, ove si utilizzano per la preparazione della calce grassa.

Calcare idraulico. — È il calcare argilloso nel quale la proporzione dell'argilla supera il 10 per 100. È questo il calcare che fornisce le buone pietre da calce dotate di più o meno idraulicità. Se ne conoscono giacimenti di grande riputazione che somministrano, oltrechè materiale per eccellenti calci idrauliche, anche per cementi. Quello di Vassy, presso Avellon, è uno dei più importanti che ne esista. La produzione in calce e cemento sorpassa annualmente le 20,000 tonnellate, e si esporta per tutta la Francia ed all'estero.

Calcare bituminoso o *fetido.* — Detto così perchè rompendolo tramanda un odore cattivo.

Marmo. — Scientificamente riserbasi questo nome ai *calcari suscettibili di bel pulimento;* mentre il lapidario lo adopra indifferentemente per indicare ogni pietra che unitamente ad una certa vaghezza e compattezza ha la proprietà di prendere una bella levigatura.

Primieramente distinguonsi i marmi in quelli a struttura *ceroide* ed in quelli a struttura *saccaroide.* Nei primi rientrano quelli nei quali la grana non è cristallina, e la loro pasta omogenea ha l'aspetto di cera depurata, mentre i secondi hanno struttura decisamente cristallina e l'aspetto loro saccaroide è dovuto alla orientazione in tutti i sensi dei cristallini da cui sono costituiti.

Secondariamente i marmi possonsi dividere in *monocromi* o *unicolori* ed in *policromi.* I primi possono essere bianchi, turchini, gialli, rossi, neri; i policromi invece non presentano uniformità di tinta, e comprendono i marmi così detti *venati.*

Marmo bianco. — Comprende i marmi statuarii di altissimo pregio e costo. Serve nei lavori di alta scultura, ai quali si adatta non solo per la sua uniforme omogeneità ed arrendevolezza ai colpi del martello, ma anche per la particolare sfumatura di tinta carnicina che gli è propria. Dai marmi bianchi, che hanno struttura prettamente cristallina, si passa grado a grado a quelli di struttura ceroide, che ne costituiscono le qualità inferiori.

I marmi statuarii più conosciuti e pregiati nell'antichità erano quelli di Paro e del monte Pentelico nell'Attica, ed anche oggigiorno si adoprano in Atene per l'architettura e statuaria. Giacimenti di calcari cristallini esistono in Francia, nella Spagna, ed in America nello Stato del Massachusetts, da dove si cavano pregievoli marmi statuarii. In molte parti d'Italia sono aperte cave di marmo saccaroide, ma le località celebri e che formano per l'Italia una vera ricchezza esistono nella regione montuosa dell'Alpe Apuana. Carrara, Massa e Serravezza sono centri di interminata dovizia e di commercio per i marmi di quella località. Chi volesse particolarmente occuparsi dei marmi apuani e conoscerne tutto quanto concerne la loro storia ed industria può consultare i libri del Magenta (1). Qui non ne riportiamo che alcuni brani interessanti a conoscersi per il nostro scopo.

« I marmi bianchi se sono *statuarii* di prima qualità hanno grandissimo valore e si usano per lavori ragguardevoli di scultura e di architettura, per vasi, tazze, candelabri e caminetti. Siffatto statuario acquista un pregio maggiore quanto più è mondo da ogni vena e da ogni busca e quanto più è trasparente, puro, fresco, e ha fine cristallizzazione. Le più ricche cave di statuario sono quelle di Torano, del Polvaccio, di Crestola, di Bettogli e di Carpevola... (Carrara); di Altagnana (Massa); dell'Altissimo (Serravezza)... Statuarii di *seconda qualità* sono quelli che portano vene o busce: onde sono adoperati più particolarmente per lavori di architettura, di decorazioni interne e per tavole. Havvene di quello che porta maggiori macchie e che non ha tanta omogeneità nella grana ed allora si adopera per altari, scale, porte interne, tavole e monumenti sepolcrali. Le valli carraresi sono, più che qualunque altra, ricche di questo statuario.

« *I venati di prima e seconda qualità* sono serpeggiati da macchie e sono usati soprattutto in Inghilterra ed in Olanda per lavori di architettura. Le migliori qualità le offrono le cave di Vara, di Belgia, di Miseglia, di Bedizzano e di Fozza-Cava (Carrara); le cave delle Casette e Saineto (Massa) e le cave della valle d'Acereto (Serravezza).

« Marmi *bianco-chiari* sonovi di prima, di seconda e terza qualità e sono quelli che non hanno la struttura dello statuario, alla quale si avvicinano specialmente quelli di Polla (Serravezza), del Forno, di Rava (Massa), di Canal Bianco e di Torano (Carrara). Essi sono adoperati per caminetti, vasi, tazze, tavole, lastroni, scale, colonne. Il loro consumo supera qualunque altro. Vi sarebbe poi un'ultima qualità chiamata *paonazzetto,* di fondo bianco a vene paonazze, adoperato nell'architettura e particolarmente per colonne all'interno.

Le cave produttrici del carrarese ascendono a circa 500, quelle di Massa a 200, ed a 140 quelle di Serravezza.

(1 *L'industria dei Marmi di Carrara, Massa e Serravezza,* Milano 1865, e *L'industria dei Marmi Apuani,* Firenze 1871.

Tremila persone lavorano alle cave di Carrara. In quel di Massa s'impiegano per l'industria dei marmi 900 persone e 2000 a Serravezza. Il commercio marmifero di Carrara ascende a circa 85,000 tonn., del valore approssimativo di L. 8,500,000. Quello di Massa, a circa 15,000 tonnellate, del valore di L. 1,500,000; a Serravezza forse supera le 25,000 tonn., e quindi il valore di 2,500,000 lire.

Prezzo dei marmi già trasportati alla marina per l'imbarcazione e calcolati per metro cubo:

Statuarii di prima qualità . .	da L.	320 a L.	1700
» di seconda qualità . .	»	230 »	550
» macchiati	»	160 »	340
Bianco-chiari di prima qualità	media L.		250
» di seconda qual.	»	»	190
» di terza qualità.	»	»	160
Venati di prima qualità. . . .	»	260 »	280
» di seconda qualità. . .	»	180 »	200

Circa alle così dette *marmette* che costituiscono una larga parte del commercio, specialmente nella Versilia, porgesi qui la tabella che già diede il prof. I. Cocchi in una sua relazione pubblicata nel 1865:

Di cent. 25, il cento L.	16, 00	Di cent. 50, il cento L.	100. 00
» 29	» 33. 60	» 58	» 150. 80
» 33	» 42. 00	» 62	» 184. 80
» 37	» 55. 40	» 66	» 200. 00
» 41	» 63. 80	» 70	» 210. 00
» 45	» 75. 60	» 75	» 273. 00

Il caricamento ed imbarcazione dei marmi di Carrara, Massa e Serravezza ha luogo particolarmente sopra due punti prossimi del sottostante littorale, al Forte dei Marmi cioè, ed all'Avenza; in questa seconda località sono costruiti due ponti caricatori con macchine, dai quali possono venir caricate giornalmente oltre mille tonnellate.

« Le relazioni mercantili di queste tre famose città sono principalmente coll'America del Nord, colla Francia, coll'Inghilterra, col Belgio, coll'Olanda, colla Germania, colla Russia e colla Spagna; ormai però non havvi contrada al mondo che non comperi i candidi marmi di queste imponenti montagne, su cui venti secoli di escavazioni appena hanno lasciata traccia della mano dell'uomo ».

Bardiglio. — Si divide in *bardiglio comune*, *bardiglio turchino* e *bardiglio fiorito*. Generalmente questi bardigli hanno colore ceruleo, che volge al turchino nella seconda varietà, e nella fiorita vi si aggiungono reticolature di color quasi nero che lo rendono di bell'effetto. « Il fiorito finora costituisce una ricchezza privilegiata della Versilia ed è prezioso quello del monte di Luchera. Degli altri bardigli ne offrono da qualche tempo di magnifici le cave massesi, come le versiliesi e le carraresi ».

Bigio di Verona, *Bigio delle Asturie.* — Varietà di marmi bluastri che si possono riferire ai bardigli.

Marmo giallo. — In alcune località delle Alpi Apuane si rinvengono varietà di questo marmo, come anche nei Monti Pisani, ma famosissimo per il suo colore è quello detto *marmo giallo di Siena*, le di cui cave si rinvengono in più parti della Montagnola Senese, ma quelle che lo somministrano di migliore qualità sono: di Monte Arienti, delle Cerbaje e di Meletro. Il *broccatello della Gherardesca* non è che un marmo giallo venato.

Questo broccatello ed il marmo giallo di Siena di prima qualità costano circa 600 lire al metro cubo. Questo marmo è copiosamente impiegato nelle chiese italiane, come lo è pure il *marmo giallo di Verona* (Broccatello di S. Ambrogio) che è d'un bel colore giallo dorato. « La produzione del Veronese, quasi tutta in marmi colorati, bigio, rosso e giallo per decorazioni di edifizi, ammonta tuttavia ad un valore di circa 900,000 lire nei siti di smercio ed occupa tra cave e laboratorii un migliajo di operai. A Caprino Veronese veniva pure iniziata la lavorazione meccanica di questi marmi » (1).

Marmo rosso. — Deve la sua colorazione all'ossido di ferro, mentre che l'idrossido dello stesso metallo tinge in giallo i marmi. Tanto i rossi quanto i rosso-venati si rinvengono nel Carrarese, in alcune località presso Massa marittima e Campiglia. Nella val di Nievole si ha il *rosso di Monsummano*. Le provincie di Siena e Verona somministrano pure marmi rossi.

Persichino. — È un marmo del tipo dei rossi ed ha un colore di fior di pesca. Le Alpi Apuane e la provincia di Grosseto ne hanno giacimenti.

Sarancolino, *Griotta*, *Linguadoca.* — Sono marmi del tipo dei rossi e la Francia ne possiede varii e cospicui giacimenti.

Rosso di Spagna. — Ha un colore rosso vermiglio ed è un bellissimo marmo della famiglia dei rossi.

Marmi neri. — Se ne conoscono dei nero-cupi, dei grigio-cupi, dei venati con vene gialle e bianche. Le cave carraresi somministrano marmi di queste varietà. Presso Asciano nella Valle di S. Maria del Giudice (Monti Pisani) è noto un bel marmo nero conosciuto col nome di *marmo nero della Duchessa*.

Porto-Venere, *Portoro.* — « Fra le qualità nere primeggia per bellezza il marmo preziosissimo di *Porto-Venere*, dal luogo in cui si estrae. In Francia esso è conosciuto sotto il nome di *Portoro*, ed in Inghilterra ed America sotto quello di *Black-gold* (nero-oro), poichè porta macchie di colore somiglievole all'oro. Il commercio marmoreo della Spezia si opera massimamente colla Francia, America, Belgio, Spagna e Russia. Il marmo Porto-Venere di prima qualità ha un prezzo che varia tra le 400 alle 500 lire al metro cubo; quello di seconda costa dalle 300 alle 350 lire » (2).

Giallo e nero antico, *giallo e nero di Sicilia*, *bianco e nero di Francia.* — Marmi che spettano al medesimo tipo dei nero-venati.

Breccia. — Roccia costituita da elementi calcarei angolosi: è detta ossifera quando racchiude ossa di animali e resti dell'uomo preistorico, e riempie le grandi fratture delle formazioni calcari. Se ne hanno in Toscana, in Sicilia ed in altri luoghi.

Le breccie che servono come pietre ornamentali sono composte di frammenti marmorei di vario colore collegati spesso da varie sostanze minerali. Se ne ritrovano di bellissime nelle valli di Massa e della Versilia ed in altre località italiane, ma piccola ne è la produzione in confronto della quantità che se ne rinviene in altri paesi.

Dai giacimenti marmiferi della Spezia si estraggono breccie assai pregiate, quali sono quelle di Coregna, di Biassa e di Rovedo. Le breccie di Biassa hanno un valore di circa 300 lire al metro cubo, mentre quelle di Coregna si vendono da 400 a 650 lire. Altre breccie pregevoli sono:

Breccia universale d'Egitto.
Breccia arlecchina di Sicilia.
Breccia semesanto.
Breccia africana.

Mischio. — Diconsi mischi alcuni marmi brecciati in cui i frammenti bianchi o bianco-rossastri o bianco-grigi sono rilegati da un cemento pirossenico o anfibolico, con

(1) V. *Notizie statist. sull'industria miner. in Italia dal* 1860 *al* 1880.

(2) Magenta, Appendice alla prima oper. cit.

venule di magnetite. I più bei mischi provengono da Serravezza e Stazzema nelle Alpi Apuane. Il mischio di Serravezza vale circa 1000 lire al metro cubo.

Dolomite. — Compos. mineralog.: doppio carbonato di calce e magnesia. Si distingue dal calcare per la sua lenta effervescenza negli acidi e per il suo colore bianco quasi candido. Spesso si decompone formando una specie di farina o cenere, nel quale stato è adoperata per pulire i metalli. La dolomite forma masse imponenti, ed alcune montagne nelle Prealpi ne sono intieramente costituite, ed è usata come pietra da costruzione quando è compatta.

Carniola (francese *cargneule*). — Si distingue con questo nome la varietà cavernosa di dolomite. Nelle regioni alpine sono frequentemente utilizzate le carniole.

Dolomia, calcare magnesiaco. — Sinonimi di dolomite.

Marna. — Comp. mineralog.: carbonato di calce con quantità variabile di argilla, in generale da 30 a 50 %. Quasi tutte le colline italiane somministrano marna utilizzabile per l'ammendamento dei terreni coltivabili, quando specialmente contengono troppa sabbia quarzosa. Copre vaste regioni della Francia, del Belgio, delle provincie renane.

Calcare marnoso, marna calcare, marna argillosa, argilla marnosa. — Sono termini che indicano il passaggio fra il puro calcare e la pura argilla.

Gesso. — Comp. mineralog.: solfato di calce idrato. Non fa effervescenza cogli acidi, è tanto tenero che si scalfisce coll'ugna. Una proprietà notevole del gesso, che lo rende adatto a molti usi, è che dopo essere stato riscaldato perde l'acqua che contiene e si riduce in polvere, la quale in contatto coll'acqua tende ad unirvisi con forza, producendo calore e solidificandosi in poco tempo. In molti luoghi si cava in quantità grande per essere usato nelle arti, e serve per usi dei doratori e mesticatori. Si impiega a farne cemento ed a fertilizzare i terreni che si tengono a praterie.

Il gesso si rinviene generalmente in forma di grandi ammassi lenticolari nei terreni prevalentemente argillosi od in filoni nel seno delle montagne tra le rocce calcari. In Italia nell'Astigiano, nel Tortonese, nelle provincie di Reggio, di Bologna, in Toscana, in Sicilia si hanno grandi esempi di giacimenti gessiferi. Formazioni gessose importanti sono quelle di Montmartre presso Parigi, dei Pirenei, del Canadà, ecc.

Specchio d'asino o *scagliola.* — Non è che il gesso in cristalli.

Alabastro. — Chiamasi così il gesso che si presenta in masse compatte finamente cristalline o di aspetto ceroide. L'alabastro è candido come la neve o colorato a foggia di agate e dei bardigli. Si lavora per farne statuette, lampade, coppe e mille altri oggetti.

Belli oltremodo sono gli alabastri di Volterra, così bene lavorati in Toscana. Sono tralucidi od opachi, di un solo colore, bianco giallo carneo bigio, ora di più colori, a vene, a macchie. Bellissimi alabastri si hanno pure nella valle del Marmolajo presso Costellina-marittima (prov. di Pisa). Si presentano in « massi amiddolari, detti *ovuli* dai cavatori; massi o blocchi, le di cui principali cave sono quattro, si denominano della Maestà, del Casone, delle Venelle e del Pipistrello e danno annualmente 380,000 chilogrammi di alabastro, che varia dal bianco al giallognolo, di grana fina e uniformemente diafano » (1).

Anidrite. — Comp. mineralog.: solfato di calce anidro. Si trova in masse fibrose di vario colore, od in masse saccaroidi simili al marmo statuario. Le varietà fibrose sono rare, si citano di Hall e di Ischel (Austria): hanno colore rosso o carnicino e sono molto dure. In generale la anidrite in grandi ammassi di forma lenticolare abbonda nei terreni gessosi e saliferi. Così si ritrova nelle Alpi, nei contorni del Lago Maggiore, nel Tirolo, a Bex (Svizzera).

L'anidrite assorbendo l'umidità tende a rigonfiarsi e si trasforma in solfato di calce idrato o gesso. Spesso perciò i terreni che la contengono sono contorti.

Volpinite o gesso di Volpino. — È un'anidrite che si scava a Volpino (all'estremità nord del lago d'Iseo in Lombardia): ha una struttura lamellare, e serve assai bene ad opere di scultura.

Bardiglio di Bergamo. — Non è che la Volpinite.

Pietra a trippe. — È una varietà di anidrite concrezionata ed a zone, che rammenta la matassa intestinale.

Baritina. — Comp. mineralog.: solfato di barite. Viene principalmente scavata nei monti di Lecco, ove trovasi in filoni. Serve in varie industrie, macinata che sia: si sostituisce alla biacca nelle pitture ad olio e nelle carte da parato: serve anche per la preparazione di prodotti chimici. Costa circa 40 lire la tonnellata.

Pietra fosforica di Bologna. — Non sono che noccioli o grosse palle, a struttura raggiata nell'interno, di baritina, che si rinvengono specialmente al Monte Paterno presso Bologna. Serviva per la preparazione del così detto *fosforo di Bologna.*

Fosforite. — Comp. minerolog.: fosfato di calce. Non èche una varietà di apatite in forma concrezionata od anco terrosa, che si raccoglie in alcuni paesi in grande quantità per concimare i terreni coltivati, nello stesso modo che le ossa. I più ricchi giacimenti di fosforite esplorati sono in Inghilterra ed in Normandia. Da diverso tempo in alcune contrade francesi (Meuse, Ardennes, Marne, Pas-de-Calais) l'estrazione dei noduli di fosforite costituisce una vera industria. La produzione annua si calcola 24,000 tonnellate.

Rocce silicee.

Opale. — Comp. mineralog.: silice idratata amorfa e compatta. Ricercatissima come pietra preziosa, gareggia fra le gemme le più costose. Il suo colore è bianco-perlato, o leggermente gialliccio, aggiungendovisi spesso un riflesso dorato. Le sue più belle varietà sono:

Opale nobile o fiammeggiante. — È d'un bel rosso giacinto, che passa al giallo ranciato, ed al giallo dorato con riflessi rossi: proviene da Zingapan nel Messico.

Opale arlecchino. — Presenta riflessi variabilissimi, dovuti a macchiette diversamente colorate.

Opale girasole, vinato, nerastro. — Varietà meno brillanti delle precedenti.

Il valore che danno i giojellieri a queste pietre è diverso secondo la bellezza delle tinte e la loro grandezza. Si lavorano a mandorla, ad ovolo, raramente a faccette, giacchè la forma convessa è quella che più loro conviene per l'effetto dei riflessi.

Le opali si trovano in vene od in piccoli concentramenti nelle rocce porfiriche o nelle trachitiche. Gli antichi le traevano dall'India, dall'Egitto e dall'Arabia. In Europa il paese che somministra le più belle opali è l'Ungheria. Si ritrovano pure nelle isole Feroe in Norvegia. In Italia si rinvengono pure opali di qualche pregio

(1) D'Achiardi, *Mineralogia della Toscana*, Pisa 1872. Questo libro deve essere consultato da chi desidera ampie notizie sopra i rammentati giacimenti di alabastro della Toscana.

e di preferenza nelle rocce così dette serpentinose: così nella provincia di Torino, in Toscana, in Sardegna.

Tripoli. — È la silice pulverulenta, bianca, di apparenza farinacea, che risulta da agglomerazioni di gusci silicei d'infusorii, e che forma grandi depositi in alcune località. Così sulle coste di Tripoli, d'onde il suo nome, a Bilin in Boemia, a Ebsdorff (Annover), nel Chili, ecc. Si mette in commercio per pulire i metalli.

Farina fossile. — Non è che una varietà di tripoli che si rinviene presso Castel del Piano sul Monte Amiata in Toscana, e che riceve localmente il nome di *latte di luna*. Si adopera per la fabbricazione dei così detti *mattoni galleggianti*, e nella preparazione della *dinamite*.

Quarzo. — Comp. mineralog: silice quasi pura cristallizzata. Diffusissimo in natura, alcune varietà sono adoperate in minuteria.

Quarzo jalino giallo. — Proviene dal Brasile. Lavorato a gemma può gareggiare col topazio, dal quale si riconosce facilmente per la minor durezza ed il minor peso specifico.

Quarzo affumicato. — È colorato in nero ed usato come gemma da lutto. Quarzi affumicati provengono dall'isola d'Elba, dal S. Gottardo, dalla Siberia.

Quarzo ametista. — È colorato in violetto. Una bella qualità proviene dal Brasile, ma si trova anche in moltissimi luoghi di altri paesi, come pure in Italia.

Quarzo avventurinato. — È variamente colorato in rosso-bruno o giallastro, è scintillante per punti luminosi che dipendono o da piccole screpolature o da pagliuole di mica intruse. Simula molto bene la nota avventurina di Murano (Venezia). Trovasi in Spagna, nell'Aragona, in Francia nei contorni di Nantes, nella Transilvania.

Calcedonio. — È una miscela di quarzo cristallino ed amorfo. Offre un color bianco di latte o giallo pallido o azzurro o color rosa chiaro; è anche spesso maculato in grigio od in nero. Ha trasparenza nebulosa. Il suo nome deriva dalla città di Calcedonia nell'Asia Minore. Ve ne ha in Islanda, nell'isole Feroe, in Siberia, nell'Oberstein. Se ne fanno piccoli oggetti d'ornamento, sigilli, chiavette per orologio. In Italia si rinvengono pure calcedoni, ma celebri sono quelli della Toscana, nella località detta Monte Rufoli presso Volterra. Offrono tinte diverse ed in mille guise combinate, ed anche anticamente furono conosciuti ed usati. Oggi « nella fabbrica dei lavori in pietre dure a Firenze, questi calcedoni sono molto in uso, adoprandosi le qualità opache, segnatamente giallastre per i rabeschi, fogliami, nastri, cartelle, penne, ecc. con giusti sbattimenti d'ombre, e le qualità bianco-azzurrognole, rossigne o vagamente colorate per i fiori, le frutta e per le penne stesse » (1).

Agata. — È un calcedonio a strati concentrici di differenti colori, reso più bello anche perchè nel centro racchiude quarzo cristallizzato. Si rinviene nelle località stesse dei comuni calcedoni e sono pietre ricercate per lusso.

Onice. — È un'agata che per la sua regolare distribuzione dei colori si adatta vantaggiosamente per lavori d'intaglio.

Selce. — Si designa più particolarmente con questo nome il quarzo amorfo, che sta disseminato in arnioni od in ammassi nelle rocce di diversa formazione, o che vi si diffonde in compenetrazioni. Se ne distinguono due varietà:

Selce molare. — Così detta perchè è opportunissima per le mole da macinare. Classico è il giacimento di La Ferté-sous-Jouarre nel dipartimento della Senna e Marna in Francia. In questa località si trova in grandi banchi e se ne fa attiva escavazione. In un solo anno ne fu esportata pel valore di 1,500,000 lire.

Selce piromaca, pietra focaja. — È una selce più compatta e tenace della precedente e fa scintillare l'acciarino che la percuote. Si trova in piccoli arnioni nelle rocce del periodo cretaceo o giurassico di molte località. Nel passato facevasene grande uso per le armi da fuoco dette a pietra, e gli uomini preistorici ne fabbricavano coltelli, freccie ed altri oggetti.

Diaspro. — Comp. mineralog.: silice amorfa, compenetrata da argilla ed ossidi metallici, in generale di ferro. Il colore è rosso, giallo e più raramente bruno verde. I diaspri in alcune località formano masse ragguardevoli, comunemente però sono masse di poca grandezza. S'impiegano i diaspri nella costruzione di alcune opere, ed i bellissimi servono come roccia monumentale, e se ne fanno zoccoli, vasi ed opere mosaiche. La Siberia, l'India, la Boemia, l'Italia (Sicilia, Sardegna, contorni di Genova, Toscana) posseggono le più pregiate cave di diaspro. Ecco alcune varietà tra le numerosissime.

Diaspro verde. — È la roccia conosciuta col nome anche di *eliotropio* e *sanguigno*, alla quale anticamente si attribuivano singolari proprietà; è colorata in verde-cupo e macchiata di rosso.

Diaspro fiorito. — Le diverse tinte vi si dispongono in modo da formare delle aree frastagliate a similitudine di fiori. Appartengono a questa varietà i diaspri di Barga, coi quali fu adornata la cappella di S. Lorenzo in Firenze.

Diaspro nero. — È la roccia detta *lidia* o *pietra del paragone*, perchè dalla Lidia deriva la migliore qualità, e perchè è usata dagli orefici per esperimentare il titolo degli oggetti d'oro. Sono le sostanze carboniose che colorano in nero questo diaspro.

Ftanite. — Roccia di composizione analoga al diaspro, compatta, opaca e comunemente colorata in rosso-bruno. Possiede quasi sempre una certa fissilità in varie direzioni, onde facilmente si riduce in forme poliedriche irregolari. Esempi di località ne abbiamo negli Alti Pirenei, nella Svizzera, nella Sassonia, ecc. L'Appennino Bolognese, i Monti Pisani ed altri luoghi in Italia sono giacimenti istruttivi di questa roccia, che per la sua durezza quando è di colore nero, può rimpiazzare la *lidiana* e servire come pietra per gli assaggi dell'oro e dell'argento.

Galestro, schisto galestrino. — È una roccia argillosa copiosamente compenetrata da silice e vicina anche per la forma litologica alla ftanite, alla quale si somiglia per la tendenza a dividersi in frammenti. Il suo colore è il rossastro, il giallastro ed il bruno. Sono rocce sviluppatissime ovunque in Toscana e comprese nella serie dei terreni terziarii. Nei tratti ove vengono allo scoperto, formano luoghi incolti e soggetti a lavine.

Sabbia. — Comp. mineralog.: grani quarzosi non cementati. Sono di questa natura le sabbie dei fiumi e dei littorali, che traggono loro origine da monti granitici, come le Alpi, e da monti dove dominano le arenarie, come gli Appennini. Servono a varii usi; la sabbia di Fontainebleau, proveniente dal disgregamento della quarzite, è importata anche in Italia e si adopra nelle fabbriche di terraglie.

Sabbie gialle, sabbie ferruginose. — Si ritrovano in grandi ammassi stratificati nei terreni subappenini. È l'ossido di ferro che le colora in rosso.

Sabbie ferrifere. — Il ferro ossidulato titanifero vi entra come costitutivo, allo stato sabbioso.

(1) D'Achiardi, *Mineralogia della Toscana.*

Sabbie aurifere. — Ricche relativamente di pagliette d'oro.

Sabbie calcaree. — Vi si unisce in proporzione considerevole il calcare.

Sabbie argillose. — Ricche in particelle argillose.

Arenaria. — Comp. mineralog.: grani minuti di quarzo feldispato e mica, rilegati da un cemento qualunque.

Macigno, pietra serena, gomfolite. — Nomi toscani che indicano un'arenaria a cemento argilloso, calcareo, durissima, compatta ed uniformemente granulare e di color bluastro o grigio. Si presenta in stratificazioni in tutto il nostro Appennino ed è un buon materiale da costruzione. Se ne fanno stipiti da porte e finestre, colonne e pilastri. Nelle città toscane (Pisa, Livorno, Lucca) serve per lastricare le strade.

Psammite o grès micaceo, pietra forte. — Nomi che denotano un'arenaria ricca in mica. È impiegata anche essa per lastricare le vie, e servì in Firenze per la costruzione dei severi palazzi Pitti, Strozzi, Ricciardi.

Molassa. - È un macigno di poca consistenza.

Puddinga. — Comp. mineralog.: frammenti quarzosi rotolati e saldati da un cemento siliceo, ma che può essere in parte calcareo.

« Una magnifica puddinga silicea si trova in Inghilterra: i ciottoletti di vario colore (grigi, bluastri, gialli, rossi, ecc.) sono strettamente e completamente racchiusi in una pasta di selce amorfa di color cenerino: prende un bellissimo pulimento, e riesce veramente ornamentale » (1).

Quarzite. — Comp. mineralog.: composta di soli grani di quarzo in un cemento pure quarzoso. È roccia durissima ed ordinariamente biancastra o grigiastra. Si ritrova nelle antiche formazioni terrestri ed in alcuni luoghi prende grande sviluppo.

Le quarziti servono molto bene per materiale da costruzione e decorazione architettonica. Possono in alcuni casi riuscire buone pietre refrattarie.

Itacolumite. — È una quarzite schistosa con mica. È famosa per la sua flessibilità e si trova in America.

Rocce silicate.

Argilla. — Comp. mineralog.: silicato idrato d'allumina. La proporzione dei componenti è variabilissima; eccone gli estremi:

Silice	da 42 a 66 %
Allumina	da 18 a 39 »
Acqua	da 6 a 24 »

Le argille sono materiali terrosi, dolci al tatto, allappanti, e che si spappolano facilmente nell'acqua. Tengono in miscuglio altre sostanze, come calce, magnesia, ferro: hanno colore variabilissimo, ora bianco, ora giallo, grigio, verdastro, bluastro, bruno. Le argille sono più o meno refrattarie, cioè possono resistere a temperature molto elevate: questa proprietà cresce col grado di purezza dell'argilla.

Le argille si possono dividere in:

Argille plastiche o figuline. — Attesa la loro plasticità, si rendono atte a modellarsi. Se sono impure e grossolane servono per fabbricare mattoni, se di una certa purezza s'impiegano nella confezione delle stoviglie comuni, se molto pure e bianche servono nella fabbricazione delle stoviglie più fini, quali sono le majoliche, le terraglie inglesi, le porcellane.

Le migliori argille plastiche trovansi in Inghilterra, nel Devonshire, in diversi luoghi della Francia, come a Vaugirard (Senna), a Montereau (Yonne), nel Belgio, in Baviera, a Passau, in Prussia e negli Stati Uniti. Le seguenti analisi mostrano la composizione di alcune tra le migliori argille figuline:

	Devonshire	Vaugirard	Montereau
Silice	49,60	51,84	64,40
Allumina.	37,40	26,10	24,60
Ossido di ferro . . .	—	4,91	tracce
Calce	—	2,25	—
Magnesia.	—	0,23	—
Acqua	11,20	14,58	10,00

Seguono due altre analisi che danno un'idea della composizione di alcune argille, tra le figuline, che servono come refrattarie:

	I.	II.
Silice	47,50	53,00
Allumina.	34,37	27,00
Calce	0,50	1,25
Magnesia	1,10	—
Ossido di ferro . .	1,24	1,75
Acqua.	14,50	—

La prima analisi esprime la composizione di un'argilla di Almerode nell'Assia che serve per fabbricare crogiuoli per fusione, la seconda di una di Einberg presso Coburgo in Sassonia che serve per fare capsule di porcellana.

In Italia si hanno alcune buone qualità di argille plastiche: così a Vicoforte e Villanova (Mondovì), a Ronco Biellese, a Castellamonte (Ivrea), a Savona, a Siena, ad Urbino, a Viterbo. Presso Monte Carlo e Altopascio fra Lucca e Pescia si cava un'argilla bianchissima silicifera che è molto usata nelle fabbriche di stoviglie di Pisa e conosciuta col nome di *terra di Monte Carlo.* All'Impruneta si cava un'argilla pregievolissima per lavori in terra che resistono alle intemperie e sono impermeabili: vengono di qui i rinomati coppi o ziri da olio, i vasi per limoni, ecc. Le argille di alcuni dei luoghi rammentati, come di Castellamonte, di Villanova, di Monte Carlo sono altamente refrattarie.

Argille smetiche. — Sono le terre dette da gualchiera, da purgo, da follone: presentano untuosità, tatto saponaceo e fanno poca pasta nell'acqua. Si combinano facilmente colle sostanze grasse e si adoprano per digrassare i panni. Le argille tipiche di questo genere sono quelle di Surrey (Inghilterra) e di Slesia, e che sono così composte:

	Surrey	Slesia
Silice	53,00	48,50
Allumina.	10,00	15,50
Calce	0,50	—
Magnesia	1,25	1,50
Ossido di ferro . .	9,75	7,00
Acqua	24,00	25,50

Le argille smetiche più ricercate per buona qualità provengono da Reigate (Surrey) in Inghilterra, da Vaels presso Aix-la-Chapelle, da Rasswein in Sassonia, dalla Boemia, Stiria e Transilvania. In Italia ne abbiamo in Lombardia, nel Vicentino, in Sardegna, nel Senese e colline Pisane.

Argille ferruginose. — Quando contengono in abbondanza ossido di ferro.

Argille bituminose. — Quando vi sono mescolate sostanze bituminose.

(1) Bombicci, *Corso di Mineralogia.* Bologna 1873.

Oropione o sapone di monte e miloschino. – Sono sotanze minerali che si ravvicinano alle argille.

Mattajone. — È un nome che i Toscani usano per indicare un'argilla turchina o azzurrognola compatta e dura.

Septaria. — È un'argilla indurita, conformata ad arnioni, che pulimentata presenta una superficie divisa a cellule, a poligoni, per una speciale reticolatura dovuta a sostanza calcarea, che riempie le screpolature originatesi per prosciugamento dell'argilla. Sono comuni queste septarie nei terreni argillosi ed alcune di bell'effetto provengono da giacimenti forestieri.

Caolino. — È un'argilla purissima, dall'aspetto terroso, leggera, friabile, bianca: si hanno però caolini giallastri o rossastri. È sostanza ricercatissima per la confezione delle terraglie: serve anche come argilla refrattaria. Il caolino si origina dall'alterazione dei feldispati; tra tutti è il feldispato ortose che meglio degli altri può decomporsi sotto gli agenti esteriori, acqua ed acido carbonico.

Ove sono rocce feldispatiche sogliono incontrarsi i caolini: i graniti, gli geiss, i porfidi, le trachiti, ecc. alterandosi producono i caolini. Le varietà pure sono rare ed in Europa le migliori qualità di caolino sono fornite dalle seguenti località: Carlsbad in Boemia, Schnuberg in Sassonia, dintorni di Halle ed Altenburg, e di Saint-Yricix presso Limoges in Francia. I caolini di Tong-Kong e Si-Kong in Cina furono i primi a servire per la fabbricazione della porcellana, e si usavano 200 anni avanti l'èra nostra. Anche alcune località italiane forniscono buoni caolini, come: Chiessi (Elba), la provincia di Novara, e Schio nel Vicentino. Le seguenti analisi mostrano la composizione di alcune varietà di caolino, quale si cava dai rispettivi giacimenti, senza avere subito nessuna depurazione:

	Elba	Schio	Schnuberg	Halle	Cina
Silice	45, 03	37, 07	46, 53	39, 62	50, 50
Allumina. . .	32, 24	25, 28	39, 47	45, 00	33, 70
Acqua.	11, 36	6, 64	13, 97	10, 00	8, 20
Potassa. . . .		6, 33	—	—	
Magnesia. . .	2, 21	—	—	3, 32	4, 20
Calce		—	0, 31	0, 07	
Ossido di ferro	tracce	tracce	—	—	
» di manganese . . .	—	—	—	0, 19	2, 00
Residui. . . .	0, 14	24, 64	—	—	—

Fillade, schisto filladico. — Comp. mineralog.: silicato d'allumina, racchiudente in minor quantità qualche altra base, come magnesia, potassa ed un po' d'acqua. È una roccia suscettibile di dividersi in piani estesi ed a superficie uguali; quantunque non molto dura, ha attitudine al polimento; il suo colore varia dal grigio-cupo al plumbeo.

Le filladi si conoscono col nome di *ardesie* o *lastre tegolari* e se ne hanno cave in diversi luoghi. Le ardesie finamente fissili sono dette nella Liguria *abbadini* o *lavagne*, dal paese di Lavagna che ne fornisce in abbondanza. Se ne cavano anche a Cogorno e nella valle Entella presso Chiavari. Se ne cavano annualmente più di 20,000 tonnellate e se ne fa attiva esportazione. In diversi punti delle Alpi, nelle Alpi Apuane presso Stazzema, come anche in paesi stranieri si cavano lavagne. Così nei dintorni d'Angers, nelle Ardenne a Fumay e Rimogne, ed in molte parti della Maurienne e della Tarantasia si hanno ardesie di buona qualità.

Servono per coprire tetti, per rivestimenti ed anche per soglie e scalini. Alcune scelte varietà servono per tavole e lastre da scrittura.

Novacolite. — Comp. mineralog.: silicato d'allumina prevalente con quantità d'alcali. È una roccia molto dura e compatta per la sua struttura finamente granulare; dolce al tatto, è di color giallo o verdiccio.

Si rinviene in straterelli nei terreni antichi, ed è una roccia usitatissima per affilare i rasoi ed altri strumenti delicati da taglio. Nell'Hartz, nei Pirenei se ne hanno varii giacimenti. Una buona qualità di questa roccia si rinviene nel Campigliese in Toscana, ma le località dalle quali si scava in copia in Italia sono nei monti sopra al lago d'Iseo. Secondo l'ultima statistica mineraria, la produzione è del valore di un mezzo milione annuo.

Anfibolite. — Comp. mineralog.: roccia esclusivamente formata da anfibolo ed in generale della varietà denominata orneblanda. Non è roccia molto abbondante.

Pirossenite. — Comp. mineralog.: risulta composta d'una delle specie di pirosseno. È roccia non frequente e di nessuna applicazione.

Epidosite. — Comp. mineralog.: principalmente formata di epidoto. Non ha nessuna importanza industrialmente.

Serpentina. — Comp. mineralog.: silicato idrato di magnesia. Il suo nome allude all'abituale sua colorazione simile a quella della pelle dei serpenti; onde anche il nome di *ofiolite* (da *ophis*, serpente). È una roccia ora compatta, ora finamente granulare. Alcune varietà compatte sono suscettibili di un bel pulimento e servono come belle pietre ornamentali. I giacimenti di questa roccia sono frequenti e l'Italia specialmente ne è ricchissima; includono ammassi metallici che proficuamente sono scavati. Ne ricordiamo alcune varietà.

Serpentina diallagica. — Color verde-cupo con riflessi bronzati, dovuti a cristalli di *diallagio* che sono sparsi nella massa.

Serpentina ranocchiaja. — È una bellissima qualità di serpentina adoprata nell'architettura decorativa, ma che ha il difetto di non reggere troppo all'intemperie. L'Impruneta ed il monte Ferrato (contorni di Firenze) ne somministrano delle belle varietà.

Verde di Prato. — Non è che una serpentina ranocchiaja di un bel verde e che gareggia coi marmi più pregievoli. È impiegata nel duomo di Firenze ed altri edifizii. Si trova presso Prato in Toscana.

Oficalce e ofisilice. — Sono rocce serpentinose, nella prima delle quali è il carbonato di calce che vi si immischia, nella seconda la silice. Si rinvengono nei giacimenti serpentinosi della Toscana, della Liguria e del Bolognese.

Verde o marmo di Polcevera. — È una bella oficalce che si cava a Pietra Lavezzara ed a Polcevera in Liguria.

Talco. — Comp. mineralog.: silicato idrato di magnesia; è untuoso al tatto, abbonda nelle rocce serpentinose di molte località italiane e forestiere.

Steatite. — È la varietà di talco che in polvere è messa in commercio per usi diversi e per la fabbricazione della carta. Dicesi anche *pietra da sarti* o *da matite* perchè serve per fare segni sopra i panni e per scrivere sulle lavagne. Nelle Alpi lombarde e piemontesi ed in Toscana se ne cava per il valore totale annuo di 5,000,000 di lire.

Cloroschisto. — Comp. mineralog.: clorite a struttura schistosa. Il colore di questa roccia in generale è il verde. È interessante per i minerali che contiene, tra i quali giganteschi e regolari cristalli di granato che i giojellieri usano come pietre preziose. Se ne trovano nel Tirolo, al S. Gottardo, ad Ala ed in Valle di Lanzo, ecc.

Talcoschisto. — Comp. mineralog.: roccia a struttura schistosa, caratterizzata per la presenza del talco, che le impartisce un tatto dolce e grasso: varia per il colore dal bianco al verdastro. Contiene come minerali accidentali la magnetite, varie specie di granati, la staurolite ecc. Al pari dei cloroschisti questa roccia è nettamente stratificata e si trova ad essi associata.

Pietra ollare. — È una roccia che può riguardarsi come un passaggio tra gli schisti cloritici ed i talcosi qui sopra rammentati, attesa la predominanza ora della clorite, ora del talco. È di color grigio-verdastro, dolce al tatto, facile ad intagliarsi e lavorarsi al tornio; se ne fanno perciò vasellami da cucina, marmitte ed altri recipienti capaci di resistere al fuoco il più violento. Questa pietra ollare si trova con i talcoschisti e cloroschisti, per esempio a Chiavenna nelle Alpi, nella Valsesia presso il monte Rosa, in Corsica, nell'India.

Roccie metallifere.

Ematite. — Comp. mineralog.: sesquiossido di ferro anidro. È compatta, fibrosa o terrosa, variando per il colore dal rosso sangue al rosso bruno. od al grigio d'acciajo. Graffiata lascia polvere rosso-ciriegia. È abbondantemente sparsa in natura, e si trova in copia all' isola d'Elba, a Framont nella Lorena (Vosgi), al S. Gottardo, nel Devonshire, nella Cornovaglia, ecc. È impiegata in grande quantità per l'estrazione del ferro; le qualità fibrose servono per la brunitura dei metalli, e ridotta in polvere per pulirli.

Limonite. — Comp. mineralog.: ossido di ferro idrato. Compatta o terrosa, è di color giallo o bruno-nero, dà polvere gialla. La limonite forma estesi depositi interstratificati nei varii terreni e si presenta spesso sotto forma concrezionale. È impiegata per l'estrazione del ferro, ed è diffusissima in natura.

Magnetite. — Comp. mineralog.: ossido ferroso ferrico. In masse granulari e compatte si rinviene all'isola dell'Elba, in Piemonte, nel Tirolo, in Norvegia, ecc. È fortemente magnetica ed un buon minerale per l'estrazione del ferro.

Ferromagnetico. — Sinonimo di magnetite.

Siderose o *ferro spatico.* — Comp. mineralog.: carbonato di ferro. Forma ammassi di estensione sovente considerevole fra le rocce stratificate, e si trova ancora in filoni. Accompagna le altre rocce ferrifere.

Quest'ultime quattro roccie che appartengono alla classe delle metallifere, sono quelle che alimentano le miniere di ferro, che si rinvengono in ogni regione, in ogni stato. In Italia sono celebri, fino dall'antichità, quelle dell'isola d'Elba che si trovano lungo la sua costa orientale. Esse sono, procedendo da nord a sud, Rio Albano, Rio, Vigneria, Terranera, Calamita. Nelle Alpi Lombarde abbiamo importanti giacimenti di ferro carbonato. Nella Valtellina, nella Valle d'Aosta, a Traversella sono prevalentemente grandi ammassi di magnetite che somministrano buon minerale di ferro. Nelle Alpi Apuane, a Campiglia marittima, nel Massetano in Toscana s'incontrano masse ferree composte di magnetite e limonite, ma che hanno minore importanza industriale delle prime citate. Anche nell'Italia meridionale si coltivano alcuni giacimenti ferriferi.

Sono importanti alcune miniere di ferro-manganesifero, come quella, per esempio, che abbiamo in Toscana sul Monte Argentario, il cui minerale serve per la fabbricazione delle leghe ferro-manganiche e dell'acciajo.

Ocra gialla. — Non è che una varietà di limonite terrosa commista a silice e ad argilla. Si ritrova in sedimenti di varia estensione, ed importante è quello di Castel del Piano alle falde del Monte Amiata nel luogo detto le Mazzarelle. « Quest'ocra forma un vero deposito lagustre e la si scava al di sotto del terreno vegetale, che la ricopre. Ha varia compattezza e vario colore, onde si distingue con varii nomi, chiamandosi *terra gialla* o *bolo giallo* quando abbia una tinta giallo-chiara, e *bolo* o *terra d'ombra* quando sia scura e somigliante alla terra di Colonia. Fra l'una e l'altra varietà sono poi numerosi termini intermedii, tanto più pregiati quanto più si avvicinano alla prima, e si distinguono i boli di 1ª, 2ª, 3ª e 4ª qualità..... Tutto il deposito è in una valletta ed è assai ristretta; pur tuttavia se ne fa un attivo commercio, e la terra scavata e messa in botticelle (300,000 chilogr. all'anno) si spedisce per tutto il mondo, vendendosi a caro prezzo segnatamente la giallo-chiara » (1). Si adopera nella pittura.

Terra bolare, terra gialla d'Italia, terra gialla di Siena. — Non sono che l'ocra gialla ora rammentata.

Ocra rossa o *sanguinaccio.* — Si considera piuttosto come varietà di ematite rossa, è tenera e friabile; vi si mescola l'argilla e fa passaggio alla terra bolare. Si trova a Rio (isola d'Elba) e serve pur essa per la pittura.

Itaberite. — Comp. mineralog.: ferro oligisto in pagliuole mescolato a quarzo. È una roccia nella quale si trova l'oro nativo al Brasile.

Roccie carboniose.

Grafite. — Comp. mineralog.: carbonio più o meno puro. La grafite forma una roccia quasi compatta o di tessitura scagliosa, ha colore nero ferreo o grigio plumbeo. È untuosa al tatto, tenera, e lascia traccie scure sui corpi che ne sono confricati come fa il piombo, onde riceve anche il nome di *piombaggine*, e per tale proprietà è adoperata per le matite ordinarie. Rarissimamente pura, è quasi sempre mescolata a silice, calcare, argilla ed ossido di ferro. Trovasi in vene, in ammassi, in strati di forma schistosa negli gneiss e negli schisti micacei.

Per la fabbricazione dei lapis sono ritenute eccellenti le grafiti di Boemia, della Scandinavia, della Scozia, della Francia, e specialmente quelle del Monte Boutugal in Siberia (Irkoutsk). Se ne hanno anche in diversi Stati dell'America. Nei micaschisti delle Alpi italiane si trova la grafite in piccoli filoncelli, ma che consenta un'utile escavazione è solo nel circondario di Pinerolo. Ad Olivadi in Calabria si ha pure della grafite che nei tempi passati dette buone speranze di escavazione.

Serve la grafite, oltrechè per le matite, anche per la fabbricazione dei crogiuoli per fonder metalli, alla brillantatura degli oggetti di ghisa, a dar lustro ai pallini da caccia, alla diminuzione degli attriti negli ingranaggi, specialmente se unita a sostanze grasse.

Antracite. — Comp. mineralog.: carbonio combinato con idrogeno, ossigeno ed azoto. Il carbonio vi è contenuto nella proporzione del 90 per 100 circa. L'antracite è d'un colore nero di velluto o grigio di ferro, di splendore vitreo o semimetallico. Arde se in copia considerevole e con l'aiuto di una forte corrente d'aria, con fiamma cerulea corta, consumandosi lentamente: durante la combustione, non si fonde, nè si agglutina, e non dà odore nè fumo.

L' antracite si rinviene in strati e di buona qualità negli Stati Uniti d'America (Pensilvania, Massachusetts) ed in associazione con gli altri combustibili, come nelle Isole Britanniche, come nella Savoja, nel Delfinato,

(1) D'Achiardi, *Mineral. della Toscana*, Pisa 1872.

nella Sassonia, nella Slesia. In Italia, quantunque non manchi il rappresentante del terreno ove si rinviene l'antracite negli altri luoghi, pure non vi si ritrova che in strati poco potenti e di qualità molto inferiore, perciò di nessuna speranza per una felice lavorazione. Così abbiamo terreno antracitifero nelle nostre Alpi, a Iano in Toscana ed in Sardegna, ed in alcuni altri luoghi.

È impiegata nei lavori di metallurgia, nei forni a ferro, ed in molte altre industrie metallifere, principalmente in America; ma il suo impiego esige disposizioni particolari nei forni, perchè decrepita al fuoco e non brucia che in grandi masse. Potere calorifico (calorie) 7834-7876.

Litantrace. — Comp. mineralog.: carbonio combinato con idrogeno, ossigeno, azoto. È il vero *carbon fossile*, *carbone di terra*, che i Francesi chiamano *houille*, gli Inglesi *coal*. I caratteri generali di questo carbone sono: notevole compattezza, frattura concoidale ed ineguale, splendore resinoso o grasso, color nero; assai fragile, brucia con fiamma più o meno lunga, spandendo un odore bituminoso; distillato dà olii bituminosi, gassi infiammabili, acqua, spesso ammoniacale, e per residuo il coke.

Dal punto di vista tecnico si distinguono i litantraci in *grassi* ed in *magri*. I grassi sono poveri in carbonio e ricchi in bitume, bruciano con fiamma lunga, fuliggino sa, fondono e si agglutinano più o meno nel focolare. I magri, più ricchi in carbonio e poveri in bitume, bruciano in generale con una fiamma corta, ed i loro frammenti non si agglutinano punto. Infinite però sono le varietà, sia dei grassi, sia dei magri, ed i passaggi dall'una all'altra. Ed è necessario tener conto della quantità relativa dell'idrogeno e dell'ossigeno che i varii litantraci racchiudono, perchè secondo essa hanno pure proprietà differentissime, per le quali, bene o no, si adattano per determinati usi industriali.

Seguendo il Des-Cloizeaux, diamo la divisione dei litantraci e quanto a ciascuna varietà si riferisce:

	C	H	O e Az	Densità
1. Litantraci antracitosi contengono in media.	92	4,28	3,19	1,34
2. Id. semi-grassi	90	4,90	5,10	1,32
3. Id. grassi ricchi in carbonio.	89	5,31	6,00	1,31
4. Id. grassi, detti *maréchales*	85	5,35	9,65	1,28
5. Id. semi-grassi per gas	82	5,35	12,50	1,25
6. Id. magri a fiamma lunga	78	5,35	16,60	1,25

I litantraci *semi-grassi* ed i *grassi ricchi in carbonio* perdono, calcinati che siano all'aria libera per pochi minuti, circa il 20 al 25 per 100 di materie volatili e danno un carbone (*coke*) duro, assai poroso, poco rigonfiato, di lucentezza semi-metallica. Si adattano perfettamente per gli alti forni, ove bisogna fuoco intenso e sostenuto. Se ne ha il tipo nel carbone a coke delle miniere di Saona-e-Loira, di Commentry, di Bezenet, di Gard, d'Aveyron, nei litantraci *secchi* di Sarrebruck e nei *raffort* di St-Etienne e Rive-de-Gier.

I litantraci *grassi maréchales* perdono da 25 a 30 per cento di materie volatili, e lasciano per residuo un carbone molto rigonfiato; i frammenti si agglutinano tenacemente. È prezioso per i lavori di fucina. Il tipo è a St-Etienne, specialmente nel 5° strato di Treuil, e negli strati di Mons.

I litantraci *semi-grassi per gas* perdono per la calcinazione il 30 per cento di materie volatili. Il carbone che lascia è poroso ed i suoi frammenti si agglutinano poco. È principalmente impiegato per la fabbricazione del gas illuminante, per il riscaldamento degli appartamenti, e per le torrefazioni nella più parte delle fornaci. Il tipo si rinviene pure a St.-Etienne.

I litantraci *magri a lunga fiamma* perdono almeno il 40 per cento di materie volatili se calcinati, e lasciano un carbone poroso i cui frammenti restano quasi isolati. È adoperato per ardere sotto le caldaje delle macchine a vapore. Il tipo proviene dai bacini di Saona-e-Loira e dell'Allier.

Indipendentemente dagli usi come combustibile e per la fabbricazione del gas illuminante, il litantrace è utilizzato per l'estrazione degli olii volatili, della naftalina, della benzina; estrazione che ha dato nascimento alla bellissima industria dei colori d'anilina.

Il litantrace si trova in istrati di spessore variabilissimo alternanti con arenarie, schisti argillosi nella formazione *carbonifera* dell'èra paleozoica. I paesi che più ne abbondano sono le Isole Britanniche, la Francia, il Belgio, la Prussia, l'Austria, la Spagna, gli Stati Uniti d'America, la Cina, il Giappone, la Nuova Galles del Sud, la Nuova Zelanda, ecc. Per notizie maggiori sui bacini carboniferi di molti dei paesi or rammentati si può consultare il libro del Burat intitolato *Minéraux utiles*, ecc.

L'Italia ha il terreno geologico detto carbonifero, ma esso non contiene il prezioso carbone come in altri paesi, e per tutti i suoi bisogni il litantrace vi giunge dalla Francia e dall'Inghilterra (Newcastle e Cardiff). Il carbone importato in Italia raggiunse in questi ultimi anni 1,300,000 tonnellate del valore circa di 40,000,000 di lire.

Cannel coal o *carbone candela.* — È un litantrace che acceso brucia come una resina. Si ritrova principalmente nelle miniere di Newcastle e di New-Haven. È compatto e suscettibile di pulimento e serve per lavorare piccoli oggetti d'ornamento.

Lignite. — Comp. mineralog.: medesimi elementi che il litantrace, ma in proporzione differente: contiene da 55 a 75 per cento di carbonio, idrogeno e materie volatili in quantità maggiore. Accesa brucia facilmente con fiamma, fumo nero ed odore bituminoso sgradevole. Distillata dà materie bituminose, acido carbonico ed acqua contenente ordinariamente acido acetico, e le migliori qualità possono dare per residuo una specie di coke. Delle ligniti si hanno più varietà caratterizzate per la sua struttura, così:

Lignite comune o piciforme: struttura compatta, scevra di sostanze eterogenee, ricca di materie bituminose, color bruno nero, possiede anche un certo splendore. Potrebbe rientrare nella categoria dei veri litantraci.

Lignite fibrosa: mostra spesso la struttura vegetale, xiloide; in alcuni casi ha omogeneità, compattezza e costituisce delle migliori qualità di lignite. Queste due varietà di lignite sono quelle comunemente adoperate come combustibile.

Giajetto, gagate. — È una lignite fibrosa molto compatta che serve per fare collane, bottoni, impugnature, pendenti, ecc. In Francia a Saint-Colombe sur l'Hers, dipartimento dell'Ande, se ne trovava gran copia ed alimentava una cospicua industria.

Terra d'ombra o terra di Colonia. — È una lignite terrosa di color bruno, adoprata largamente come materia calorante. Brucia come esca, spandendo fumo di

odore sgradevole e la cenere che lascia è adoprata in Olanda per uso agricolo. Forma strati di due o tre metri di potenza, racchiudenti spesso frammenti di vegetali.

Disodile, *lignite papiracea*, *merda di Diavolo*. — È una lignite schistosa contenente molta materia terrosa. Si trovò primieramente in Sicilia, a Meliti presso Siracusa. Brucia con facilità e vivacità, spandendo tal fetore da meritarsi l'ultimo dei nomi anzidetti.

Stipite. — È un nome che i Toscani adoprano per designare tronchi di legno carbonizzato che in maggiore o minor copia si rinvengono entro il macigno, roccia che tanto abbonda in Toscana.

Piligno. — È un legno appena incarbonito, e che spesso conserva non solo la struttura, ma perfino il colore del legno. Un esteso deposito di piligno è nel Val d'Arno di sopra: la quantità di materia combustibile di quel deposito fu calcolata 800,000,000 di metri cubi. Questo piligno è detto localmente *fuoco lapito* « e da molto tempo se ne servono i fabbri-ferrai del luogo, così come di quello di Dovadola e Ghivizzano e di altri posti della valle del Serchio al di sopra della Lima, che fu rammentato anche da Ranieri Solenandro medico del secolo XVI e che da lungo tempo si usa per le fucine e per le fornaci » (1).

Le ligniti formano depositi più o meno potenti ovunque esistono terreni dell'epoca terziaria sviluppatissimi: così nei dintorni di Parigi (Auteuil, Marly), in diversi punti del dipartimento dell'Aisne, del Gard, delle Bouches-du-Rhône, ecc., ed annualmente si estraggono da certi luoghi grandi quantità di lignite comune. In Sassonia, nella Slesia, in Baviera, in Stiria, nella Svizzera, in Inghilterra, ecc., si hanno pure considerevoli bacini terziarii di lignite.

In Italia esistono numerosissimi depositi lignitiferi, dai quali si estrae un combustibile variabile per la qualità, che è in relazione colla maggiore o minore antichità del piano terziario in cui esso ritrovasi. Le ligniti eoceniche e mioceniche sono generalmente di color nero, hanno lucentezza e sufficiente potenza calorifica. Le migliori sono impiegate al riscaldamento delle caldaje a vapore delle macchine fisse, quanto nei forni metallurgici per diverse operazioni, come nelle fornaci da vetri, da terre cotte, cementi. Quelle plioceniche ed alcune postplioceniche sono di color bruno, di struttura xiloide e racchiudono in sè molta umidità, onde conviene previamente disseccarle per impiegarle convenevolmente come combustibile. Anche la grossezza dei banchi varia secondo le qualità delle ligniti: in generale è poco superiore ai due metri per quelle di buona qualità, mentre supera anche i venti metri per quelle legnose. A partir dalle Alpi fino alle ultime Calabrie, in Sicilia, in Sardegna si hanno bacini terziarii che somministrano un combustibile delle ora menzionate qualità, ma le ricerche fattesi hanno pur troppo dimostrato che pochi sono quelli di importanza pratica. Trascrivo dalle *Notizie statistiche sulla industria mineraria in Italia* (1860-1880) quanto concerne le 12 principali località o miniere che attualmente si lavorano con profitto e delle quali 4 o 5 possono inoltre presentare un certo avvenire per la estensione del loro bacino e la grossezza dei banchi e la favorevole posizione.

N° d'ordine	Nome della miniera o località	Ubicazione	Formazione geologica	Potere calorifico (calorie)	Produzione annua attuale (tonnellate)	Qualità del carbone ed usi principali
1	Monte Pulli	Comune di Valdagno, Provincia di Vicenza	Eocene o terziario inferiore	3,800 a 4.700	22. 000	Qualità buona. Si usò nell'Arsenale di Venezia e sui piroscafi del lago di Garda. Oggi si adopera nelle fabbriche di panni a Schio.
2	Bacino di Gonnesa in Sardegna	Provincia di Cagliari	Eocene	5.200 a 5.600	14. 000	Lignite nera lucente, di buona qualità. Si impiega nelle caldaje delle macchine motrici nelle miniere piombifere di Monteponi, San Giovanni.
3	Cadibona	Comune di Savona Pr. di Genova	Miocene lacustre	4.800	4. 000 (nel 1878)	Lignite di ottima qualità, che fu usata anche nella navigazione. Attualmente la miniera è quasi esausta.
4	Garbenne presso Nuceto	Provincia di Cuneo	Miocene lacustre	4.360 a 4.880	2. 000	Lignite nera, lamellosa, alquanto friabile.
5	Sarzanello e Caniparola	Provincia di Genova e Massa e Carrara	Miocene (superiore)	5.040 a 5.860	15. 000	Buona qualità. Le due miniere sono contigue benchè in provincie diverse. È impiegata nell'officina da piombo di Pertusola presso Lerici.
6	Monte Massi e Tatti	Provincia di Grosseto	Miocene marino	2.200 a 5.960	11. 000	Buona qualità. Equivale a $^3/_4$ del litantrace inglese nelle caldaje a vapore ordinarie, e $^1/_2$ nelle locomotive.
7	Monterufoli (Podernovo)	Prov. di Pisa Comune di Pomarance, Circondario di Volterra	Miocene (inferiore) lacustre	5.100	poco attivata dal 1876 in poi	Lignite discreta, ma friabile con l'esposizione all'aria. Venne trovata non conveniente se impiegata sola nelle locomotive, lasciando molto residuo sulle graticole.
8	Murlo	Provincia di Siena	Terziario (superiore)	4.200 a 4.760	4. 000	Lignite di qualità scadente, ma tuttavia atta alle locomotive.

(1) D'Achiardi, *Mineral. della Toscana.*

N° d'ordine	Nome della miniera o località	Ubicazione	Formazione geologica	Potere calorifico (calorie)	Produzione annua attuale (tonnellate)	Qualità del carbone ed usi principali
9	Castelnovo presso S. Gio. in Val d'Arno (Superiore)	Comune di Cavriglia, Provincia di Arezzo	Terziario (superiore)	5.000 (bene essicc.)	40. 000	Lignite buona e xiloide. Esige per venire usata un essiccamento naturale od artificiale. Serve anche sola in locomotive a focolare ampliato.
10	Spoleto (miniera iniziata da poco, ma che sembra acquistare importanza)	Provincia di Perugia	Terziario (superiore)	2.031 a 2.799	incipiente	Lignite xiloide.
11	Val Gandino	Circond. di Clusone, Pr. di Bergamo	Terziario (superiore)	3.012	8. 000	Legno fossile, analogo a quello di Val d'Arno, impiegato nelle filande ed altre industrie dei dintorni.
12	Garfagnana	Pr. di Massa e Carrara	Terziario (superiore)	3.055 a 5.039	non ancora attivata	La lignite benchè nera è sempre xiloide.

Oltre a queste dodici località indicate nel quadro, ve ne sono almeno 50 altre sparpagliate in varii punti dell'Italia, ma che in generale sono di minore entità. L'annua produzione delle miniere di lignite italiane è variabile collo stato delle industrie che possono consumare lignite, non che con il prezzo del carbone estero che vi fa concorrenza. La complessiva produzione supera di poco 100,000 tonnellate.

Torba. — Comp. mineralog.: ammasso di detriti vegetali in decomposizione, che l'analisi chimica vi svela:

da 55 a 60 di carbonio
» 4 » 6 » idrogeno
» 21 » 37 » ossigeno ed azoto.

È una materia generalmente buona, tenera, leggiera; brucia con facilità, con o senza fiamma, spandendo un fumo di odore *sui generis*. Distillata, come il legno, dà acqua carica di acido acetico, materie oleose, gas e la materia che resta è simile al carbone. Le estensioni di paese occupate dalla torba si dicono *torbiere*.

Le più vaste torbiere sono in Olanda, e le forniscono l'unico combustibile del quale può disporre. Sono pure grandissime quelle della Westfalia, dell'Annover, della Prussia, della Slesia. In Francia le più grandi torbiere sono quelle della valle della Somma, della valle del Thérain, nei dintorni di Beauvais, Oise, della valle d'Essonnes, presso Parigi.

In Italia si hanno torbiere in Piemonte, in Lombardia (Angera, Varese, Casale-Litta, Iseo, ecc.), nel Veronese, Mantovano, Udinese; in Toscana pure se ne hanno alcune.

La potenza calorifica delle torbe varia in calorie da 3000 a 4000. È usata in Lombardia nelle maggiori ferriere e si applica felicemente allo scaldamento delle caldaje a vapore delle macchine fisse, nelle filande e torcitoi da seta nella stessa Lombardia, e per la preparazione di materiali utili bituminosi.

Le rocce carboniose ora descritte ripetono tutte la medesima origine organica, e per il solito il microscopio ce ne svela distintamente la struttura legnosa. Ciascuna roccia poi non ci rappresenta che un grado diverso di metamorfismo di una medesima sostanza similmente formatasi, cioè di grandi ammassi di vegetali sepolti e che subirono una speciale decomposizione. Questi carboni fossili diversificano però per il tempo durante il quale si andarono formando, ma che per tutti fu lunghissimo. L'antracite è propria dei terreni molto antichi, il litantrace prevale nei terreni pure antichi, mentre le ligniti prevalgono nei terreni terziarii. Le torbe poi sono ancor di origine più recente delle ligniti. I chimici hanno dimostrato che i carboni fossili quanto più sono antichi e tanto meno contengono di idrogeno ed ossigeno, mentre in ragione dell'antichità cresce la quantità di carbonio.

Rocce composte feldispatiche.

Rocce ortosiche.

Granito. — Composiz. mineralog.: feldispato ortose, quarzo, mica. Le numerose analisi danno per risultato la seguente composizione tipica del granito:

Silice	72,00
Allumina	16,00
Ossido ferroso-ferrico	1,50
Magnesia	0,50
Potassa	6,50
Soda	2,50

Ha aspetto granulare cristallino e ciascuno degli elementi mineralogici è ben distinto l'uno dall'altro, e discernibili anche all'occhio nudo. La mica è in pagliette o gruppetti laminari con colore ora bruno, ora nero; spicca nel granito tra il quarzo bianco ed il feldispato bianchiccio o leggermente colorato. Ecco le principali varietà di questa roccia:

Granito porfiroide. — Varietà in cui i cristalli di feldispato prendono considerevoli dimensioni e sembrano come incastonati nella massa. Un bel tipo di questa varietà è quello che riceve il nome particolare di *Serizzo ghiandone* che si trova nelle parti settentrionali della Lombardia ed è usato molto nell'architettura.

Granito albitico. — Varietà nella quale predomina il feldispato a base di soda (albite).

Pegmatite. — È un granito grossolano, a grani grossi di ortose e quarzo bianco, con grandi lamine di mica d'un bianco argentino. Spesso il quarzo è come impiantato entro il feldispato ortose in modo da richiamare alla mente una scrittura ebraica: perciò anche il nome di *pegmatite* o *granito grafico*.

Granito anfibolico o *sienitico.* — Dicesi quando l'orneblenda si associa al mica, come quarto minerale componente il granito.

Gneiss. — Non è che un granito in cui pur rimanendo identici gli elementi, questi prendono tutti la medesima orientazione in un dato piano, impartendo a questa roccia la tendenza a fendersi in grandi lastre. Le *beole* o

bevole di Lombardia non sono che gneiss. Fornisce le magnifiche e classiche lastre per i terrazzi.

Protogino. — Granito in cui il talco si sostituisce al mica, oppure vi si ritrova come quarto componente.

Leptinite o *granulite.* — È la varietà finamente granulare del granito, ed è abbondantissima come forma litologica in tutte le regioni granitiche.

Il granito contiene come minerali accessorii: tormalina, granato, smeraldo, topazio, cassiterite, apatite, fluorina e moltissimi altri.

Le rocce granitiche sono sviluppate in molte regioni: in Italia, le Alpi, l'isola d'Elba, la Calabria, l'isola di Sardegna e Corsica ne forniscono estesissimi giacimenti, dai quali si estrae non solo per costruire, ma anche per ornare decorosamente gli edifizi. La bella varietà rosea di granito che si conosce sotto il nome di *granito di Baveno*, resiste molto alle ingiurie atmosferiche, e per il bel pulimento che può prendere si adopra come marmo. Se ne hanno famose ed antiche cave presso Baveno, lungo la sponda occidentale del Lago Maggiore, dalle quali se ne trassero colonne di gran pregio. A Roma, nella nuova Basilica di S. Paolo, esistono molte colonne di granito del Lago Maggiore. Famose cave si hanno pure all'isola d'Elba; il granito di questa località fu usato largamente dai Romani. In Egitto i più grandiosi e bellissimi monumenti sono di granito, e nei secoli scorsi fu profusamente adoprato per le chiese: quelle di Roma, Firenze, Venezia, fra le altre, ne danno esempio. Nell'Alta Italia si adopra per guide o rotaje nelle pubbliche vie.

Località straniere per il granito sono, per citarne alcune, Carlsbad in Boemia, Ilmenau in Turingia, i Vosgi, i Pirenei, alcune località dell'Africa e degli Stati Uniti, e serve ovunque a svariati usi. A Parigi si adopra il granito della Normandia, per esempio, come materiale per marciapiedi, scalini e soglie. In generale però il granito non è impiegato nelle costruzioni ordinarie che per le parti che devono presentare grande resistenza, perchè l'estrazione ed il taglio costano assai. I più durevoli e stimati convenienti per le svariate applicazioni sono i graniti che contengono più quarzo e meno feldispato.

Sienite. — Comp. mineralog.: riunione cristallina e granulare di feldispato ortose con anfibolo orneblenda nero o verde cupo. La media composizione chimica della sienite è la seguente:

Silice	58, 37
Allumina	19, 21
Ossido di ferro	18, 27
Calce	5, 16
Magnesia	2, 91
Potassa	3, 20
Soda	2, 42
Acqua	piccola quantità

Sienite zirconifera. — Contiene copia di cristalli di zircone.

Sienite micacea. — Contiene abbondantemente la mica in pagliette di color scuro.

Nella Norvegia, nei Vosgi, nelle Alpi è sviluppata questa roccia. Alla Balma, nella valle del Cervo (Biellese) sono aperte cave di sienite, le quali ne somministrano grande quantità. È da questa cava della Balma che furono tratti bei monoliti. Serve per ornati architettonici, e la maggior parte dei monumenti egiziani sono lavorati nella sienite. Le sieniti dei Vosgi forniscono belle varietà suscettibili d'un bel polimento, e si adoprano nei monumenti, per colonne ed imbasamenti.

Porfido o *porfiro.* — Comp. mineralog.: pasta feldispatica d'apparenza compatta, racchiudente dei cristalli discernibili di feldispato e di quarzo o dei granuli di quest'ultimo. È questo il *porfido quarzifero*, mentre si dice *porfido non quarzifero* quando i cristalli o granuli di quarzo mancano. Come esempi di località di porfido quarzifero citeremo le nostre Prealpi, l'isola d'Elba. Altri luoghi ove si rinviene abbondantemente il porfido sono nei Vosgi, nelle Ardenne, nel Tirolo, in Corsica.

Porfido rosso antico. — Porfido non quarzifero di color rosso scuro e notissimo come bella pietra d'ornamento, che nell'epoca romana fu tanto abbondantemente importata in Italia. Nelle nostre Prealpi si hanno alcune varietà di porfido rosso.

Porfido granitico. — La massa fondamentale è un aggregato di feldispato, quarzo e mica.

Porfido sienitico. — Quando, oltre i nominati elementi, vi si scorgono nettamente dei cristalli d'orneblenda, il porfido dicesi *sienitico.*

Petroselce, Eurite. — Compos. mineralog.: pasta feldispatica, compatta, contenente quarzo. Nei monti Euganei (Vicentino), nei contorni d'Airolo (S. Gottardo), si hanno giacimennti di questa roccia.

Retinite. — Comp. mineralog.: massa feldispatica di aspetto semivetroso, con lucentezza resinosa. I suoi colori predominanti sono il grigio-chiaro, il rosso-bruno ed il verdastro. Negli Euganei si hanno classici giacimenti di retinite, come pure se ne hanno nelle isole Eolie e nell'isola d'Ischia ed in altre regioni, anche fuori d'Italia, ove sono sviluppate le formazioni vulcaniche.

Trachite. — Comp. mineralog.: massa più o meno granulare, formata di feldispato vetroso o sanidina, potendo racchiudere in mescolanza una certa quantità d'oligoclasio. Il vario modo col quale si aggregano, si dispongono i suoi elementi costituenti induce nella trachite diversi aspetti che possono designarsi cogli epiteti di *granitoide, porfiroide, vacuolare*, ecc. La trachite ha in media la seguente chimica composizione:

Silice	62 a 64
Allumina	16 a 19
Ossido di ferro	6
Calce	1, 80 a 2, 50
Magnesia	0, 80
Potassa	3, 60 a 5, 35
Soda	4, 5
Acqua	0, 50 a 1

Il colore della trachite tende al biancastro, od al cenerino, raramente al bruno; è aspra, ruvida al tatto per essere sparsa di particelle angolose e vetrine.

Recenti studii hanno rilevato che il quarzo entra come costituente in molte trachiti e che non v'è accidentale, ed i litologi dividono, dietro queste nuove vedute, le trachiti in *quarzifere* e *non quarzifere* a seconda che contengono o no quarzo.

Domite. — È una varietà friabile, terrosa di trachite, e che ha ricevuto il nome dal Puy-de-Dome ove è principalmente sviluppata.

Riolite, Liparite. — Non sono che trachiti quarzifere, e la seconda riceve il suo nome dalle isole di Lipari.

Le località caratteristiche per la trachite con oligoclasio sono il Rosenau (Siebengebirge), e Drachenfels (Siebengebirge). In altre regioni pure dell'Europa e dell'America, queste rocce trachitiche prendono grandioso sviluppo.

In Italia è molto sviluppata la trachite con tutte le sue varietà: così nei dintorni di Napoli, nel Vicentino, in Toscana. La trachite del Monte Amiata è anche detta *trachite sanidina-oligoclasica*, perchè il Rath, che l'ha studiata vi riconobbe, oltre gli altri componenti, anche il feldispato oligoclasio.

Le varietà più resistenti di trachite si adoprano come pietre da costruzione, e quelle dotate di tenacità e di durezza servono per macine; così si usa a Roma, a Napoli. La trachite che si cava a Monselice, Montemerlo, ecc. (Colli Euganei), si adopra a Venezia sotto il nome di *masegna* per selciati.

Fonolite. — Comp. mineralog.: pasta feldispatica con nefelina e zeoliti, racchiudente dei cristalli di feldispato vetroso. Riceve il nome di fonolite dalla proprietà che ha di rimandare un suono metallico quando è percossa col martello.

Il Mont-Dore, Puy-de-Dome, Monti Euganei, ecc., sono località ove si rinviene la fonolite. Nei luoghi ove abbonda la varietà che si fende in lastre, si adopera per coprire i tetti, analogamente all'ardesia.

Perlite. — Comp. mineralog.: massa di natura feldispatica a struttura concentrica, sferolitica, globulare.

Ossidiana. — Comp. mineralog.: massa di natura feldispatica, che differisce dalla perlite per il suo stato vetroso. È il così detto *vetro dei vulcani*. L'ossidiana è abbastanza dura e rompendola se ne hanno delle schegge taglientissime.

Indipendentemente dalla struttura, la perlite e l'ossidiana si ravvicinano moltissimo nella loro composizione, come dimostrano le seguenti analisi:

	Perlite d'Islanda	Ossidiana di Lipari
Silice	74,2	74,1
Allumina	13,2	13,1
Ossido di ferro . .	2,3	2,7
Potassa, soda . .	7,3	9,2
Calce	—	0,1
Magnesia	0,9	0,3
Perdita	3,0	0,2

L'ossidiana fu usata nei tempi preistorici, ed anche tuttora i selvaggi l'adoprano per farne armi e strumenti da taglio.

Pomice. — Comp. mineralog.: massa feldispatica spungiosa, porosa, con una infinità di piccoli vacui, che la rendono leggerissima; è di colore biancastro, e dura tanto, da rendersi atta a pulire le superficie dei legni, delle pietre e dei metalli.

Rocce oligoclasiche.

Tonalite. — Comp. mineralog.: feldispato triclino, oligoclasio generalmente, mica e quarzo ai quali si aggiunge spesso l'anfibolo orneblenda. È una pietra suscettibile di pulimento, e può servire ad usi ornamentali: il suo colore tende al verde scuro. È propria di alcuni giacimenti forestieri, ma si trova anche in Italia, nel Bolognese per esempio.

Oligoclasite. — Non è che un sinonimo di Tonalite.

Andesite. — Comp. mineralog.: pasta più o meno granulare, formata d'oligoclasio allo stato vetroso, e racchiudente in mescolanza l'anfibolo orneblenda o il pirosseno augite. Spesso contiene anche il quarzo, onde si hanno andesiti quarzifere e non quarzifere. Si trova abbondantemente sviluppata nella catena delle Ande.

Dacite. — È un sinonimo della andesite anfibolica quarzifera.

Diorite. — Comp. mineralog.: mescolanza granulare cristallina d'anfibolo orneblenda e feldispato triclino, in generale oligoclasio. Questi due componenti sono benissimo discernibili e ben distinti nella roccia a ragione della loro differenza di colore, onde il suo nome (*diorizo*, distinguo). Se ne conoscono alcune varietà, come la diorite *granitoide*, la *porfiroide*, la *timazite* (da Timazo), la *monzonite* (da Monzoni); nomi desunti o dall'aspetto che offrono i suoi componenti o dalle località ove fu per la prima volta osservata questa roccia.

Le dioriti si trovano principalmente nelle regioni granitiche e nelle formazioni geologiche le più antiche.

Melafiro. — Comp. mineralog.: risulta di cristalli di oligłocasio, di peridoto, di magnetite e spesso d'augite: generalmente è mancante di quarzo. Questa roccia ha sovente struttura amigdaloide e le sue cavità sono ripiene di calcite, zeoliti ed altri minerali. Il suo colore è grigio nerastro, ma quando la roccia è fresca può essere anche colorata in verde scuro.

I melafiri sono rocce che si presentano in filoni od in ammassi. Si rinvengono nella regione ramifera del Lago Superiore (America del Nord).

Nella Turingia, nell'Harz i melafiri hanno una grande estensione. Quando è compatto, serve come bella pietra ornamentale ed a varii usi nelle costruzioni.

Rocce labradoritiche.

Diabase. — Comp. mineralog.: feldispato labradorite e pirosseno augite. La pasta del diabase è sovente a grani sì fini che sembra compatta.

Diabase porfirico. — Si ha quando la massa fondamentale grigia verdastra racchiude dei cristalli più o meno voluminosi dei minerali che formano la diabase tipo.

Porfido labradoritico o *porfido verde antico.* — Dicesi il diabase, che oltre l'augite, contiene dei cristalli di labradorite in predominanza. È una bella roccia che per la sua compattezza è suscettibile di pulimento e serve per ornamento. I Greci ed i Romani ne fecero grande uso nelle applicazioni decorative.

Porfido augitico. — È il diabase nel quale predominano i cristalli d'augite.

Diabase amigdaloide. — Nella massa fondamentale vi sono delle geodi che racchiudono dello spato calcare.

Tutte le varietà, le meglio caratteristiche, sono strettamente legate fra loro con termini di passaggio. I diabasi si mostrano raramente in filoni, presentansi sempre sotto forma di strati tra gli schisti argillosi ed i calcari di età antica. Nella Germania i diabasi sono sviluppati specialmente nella Westfalia, nell'Harz presso Freiberg. Anche in Italia ed altrove si mostrano i diabasi.

Iperstenite. — Comp. mineralog.: mescolanza granulare o cristallina di labradorite ed iperstenite. Il labradorite è grigio biancastro o verdastro, e l'iperstenite d'un bruno nerastro e possiede nel maggior numero dei casi iridescenza e splendore metallico.

I giacimenti più conosciuti di questa roccia sono in Norvegia, a S. Paolo di Labrador, ai Monzoni nel Tirolo, nel Monte Rosa; in Lombardia si trovano pure belle varietà di questa roccia.

Sienite iperstenica, *Selagite.* — Non sono che sinonimi di iperstenite.

Eufotide. — Comp. mineralog.: mescolanza cristallina di labradorite e di diallaggio. La struttura di questa roccia è largamente cristallina ed i minerali componenti sono distintissimi.

Granitone. — Varietà di eufotide: è di un bell'effetto per i cristalli voluminosi di labradorite.

In molte regioni si rinviene l'eufotide, ma è in Italia ove questa roccia è specialmente sviluppata: e l'abbiamo nelle Alpi del Piemonte e della Lombardia, nella Liguria, e nelle formazioni eruttive della Toscana.

Le eufotidi possono servire nelle varietà di struttura granulare come buone pietre da macine, e per decorazioni.

Gabbro. — Sono indicate con questo nome le rocce ora ricordate cioè: eufotide e granitone. In Toscana in-

vece suole applicarsi come nome popolare ad un complesso di rocce, che si osservano in concomitanza delle serpentinose; e dicesi poi più particolarmente *gabbro rosso*, una varietà di esse rocce che ha color rosso epatico e creduta di origine metamorfica. Però, dietro recenti studii del prof. D'Achiardi di Pisa, fatti sopra i gabbri di diverse località toscane, questa roccia devesi ritenere di origine eruttiva e considerarsi per un diabase alterato.

Basalto. — Comp. mineralog.: massa compatta e di colore scuro, formata d'una mescolanza di pirosseno augite, di labradorite e di ferro titanato: spesso vi si associa il peridoto olivina.

Le analisi chimiche danno per il basalto la seguente composizione in media:

Silice	50,59
Potassa	14,10
Ossido di ferro	16,02
Calce	9,20
Magnesia	5,09
Potassa	1,05
Soda	2,19
Acqua	1,78

Il basalto è noto per la sua tendenza a fendersi in prismi poligonali, abitualmente esagonali; particolarità che dà alle sue estese masse l'aspetto di grandi colonnati, sui quali gli agenti atmosferici esercitandosi li corrodono, li guastano in mille modi, impartendo loro al tempo stesso del fantastico. Il colore di questa roccia è quasi nero, ma si hanno anche colorazioni rossastre, però sempre molto rare. I basalti possono presentare struttura compatta, vacuolare, spugnosa ed anche scoriacea: in questo caso si confondono colle lave nere scoriacee per tutti i caratteri.

Nella Scozia, in Irlanda, in Francia abbiamo grandiosi esempi di località basaltiche, ma non ne mancano nemmeno in molte provincie italiane; così nel Vicentino, nel Lazio, nelle isole dei Ciclopi, nella Sicilia. I prismi di basalto sono adoperati come termini lungo le strade in vicinanza dei luoghi ove abbondano; si adopera anche come materiale da costruzione.

Nefelinite. — Comp. mineralog.: mescolanza di pirosseno augite e di nefelina. Si rinviene nelle formazioni vulcaniche; nel Monte Somma, al Capo di Bove ne abbiamo esempi.

Leucitofiro. — Comp. mineralog.: mescolanza più o meno distinta di leucite e di pirosseno augite. Ne abbiamo esempi a Rocca Monfina, ove i cristalli di leucite presentano regolarità e dimensioni notevoli.

Auinofiro. — Comp. mineralog.: mescolanza di auina e di pirosseno augite. Si rinviene nelle regioni vulcaniche.

Dolerite. — Comp. mineralog.: mescolanza granulare e poco distinta di pirosseno e di feldispato labradorite. Il suo nome deriva da *doleros* (ingannevole) perchè si può facilmente scambiare con certe dioriti.

Il Vesuvio, l'Alvergna, la Norvegia sono località ove si rinviene.

Pozzolite o *Pozzolana.* — Non è che un basalto scoriaceo, che riceve il suo nome da Pozzuoli presso Napoli, ove si rinvenne in potenti accumulazioni. Anche nel sottosuolo di Roma si rinvennero delle ceneri basaltiche là accumulate dalle eruzioni vulcaniche del Lazio e non sono che pozzolana. Si presentano sotto l'aspetto d'un prodotto vulcanico terroso disgregabile di color rosso epatico.

Servono come eccellente cemento idraulico, mescolato in certe proporzioni colla calce grassa.

Le *scorie* e le *ceneri vulcaniche*, le *bombe vulcaniche*, i *lapilli* o *rapilli* si possono qui citare in appendice alla pozzolana e non rappresentano che rocce basaltiche.

Rocce anortitiche.

Corsite. — Comp. mineralog.: consta di feldispato anortite e di anfibolo. È una bella e rara pietra a rosoni, dovoti a circoli concentrici ed alternantisi, di color grigio chiaro e verde carico, che i due minerali componenti vi formano per la loro regolare distribuzione e per il loro differente colore. Si rinviene in Corsica ed è adoprata per oggetti di lusso.

Diorite orbicolare, pietra o *marmo di Napoleone* — Sono sinonimi di corsite.

Eucrite. — Comp. mineralog.: risulta da feldispato anortite e pirosseno. I suoi due elementi sono benissimo riconoscibili ed è una roccia molto rara.

Rocce composte non feldispatiche.

A causa della loro rarità non faremo che menzionarne alcune ed indicarne la composizione mineralogica.

Ialomicte. — Comp. mineralog.: è un aggregato granulare di quarzo grigio e di mica bianca.

Tormalinite. — Comp. mineralog.: è un aggregato di grani di quarzo di color bianco grigiastro, e di grani neri o di aghetti di tormalina.

Eclogite. — Comp. mineralog.: aggregato granulare di smeraldo verde, omfacite e di granato rosso, ai quali si aggiungono come minerali accidentali, la *cianite*, la *mica*, l'*olivina*, lo *zircone*, la *magnetite*.

Granatite. — Comp. mineralog.: mescolanza cristallina e granulare di granato, ordinariamente predominante, di color bruno o giallastro, e di orneblenda. A questi componenti si aggiunge spesso la magnetite.

Lherzolite. — Comp. mineralog.: aggregato granulare o compatto d'olivina verde predominante e d'enstatite bruno-grigiastro, con il diopside verde-smeraldo.

Dunite. — Comp. mineralog.: peridoto granulare, ordinariamente mescolato al ferro cromato.

STRATIGRAFIA E CRONOLOGIA

Le grandi masse della scorza terrestre, che abbiamo visto formate per la massima parte da elementi eterogenei e che si appellano rocce, sono terminate da superficie parallele ed in forma tabulare sovrapposte le une alle altre e si chiamano *strati*. La stratigrafia ne studia le disposizioni e le altre proprietà.

Originandosi gli strati in fondo ai bacini, dovrebbero presentarsi orizzontali; generalmente si presentano inclinati, contorti, rovesciati, per essere stati le mille volte sconvolti per lenti e secolari movimenti che turbarono e turbano tuttora la terra, onde di frequente si osservano succedersi e disporsi gli uni sugli altri in vario modo, dando luogo ai seguenti accidenti di stratificazione:

Stratificazione concordante si dice quando gli strati si succedono gli uni agli altri coi loro piani di stratificazione paralleli. Tale disposizione di strati indica una successione di avvenimenti nelle stesse condizioni e non disturbati da fenomeni estranei.

In questo caso è facile giudicare che lo strato più basso è il più antico, ed il più alto il più recente. Gli intermedii avranno un'età relativa a seconda delle loro posizioni rispettive.

Stratificazione discordante si dice quando, tolto il primitivo parallelismo per una causa qualunque, una

parte risulterà a strati obliqui e flessuosi, un'altra a strati più o meno orizzontali, sopra i quali possono essersi successivamente depositati altri terreni. Ciò indica non solo che le formazioni orizzontali sono posteriori alle oblique, ma che fra queste e quelle ebbe luogo un fenomeno intermedio, che dette luogo a tale anomalia.

Sinclinali ed *anticlinali.* — Gli strati, per sofferte pressioni laterali, possono presentarsi contorti e ripiegati in modo da descrivere delle curve concave e convesse che si oppongono all'orizzontalità, dando così origine, nel primo caso ai *sinclinali*, nel secondo agli *anticlinali.* Il punto culminante degli strati curvi e paralleli dicesi *asse* dell'anticlinale o sinclinale, mentre le due parti laterali corrispondenti che divergono dall'asse diconsi i *pendii* o *gambe.*

La continuità delle parti costituenti un anticlinale spesso può mancare per essere stato distrutto da varie azioni, ed il più delle volte l'intero anticlinale manca affatto, originandosi in suo luogo una *comba* o vallata anticlinale. Questa distruzione può essere avvenuta per qualche rottura o spaccatura dello stesso anticlinale e quindi per l'azione posteriore erosiva delle acque. Le *combe*, così originate, costituiscono le vallate di erosione, sempre parallele alle valli longitudinali di flessione.

Stratificazione verticale ed *a ventaglio.* — Quando le flessioni *clinali*, ossia le successioni di angoli rientranti e salienti, avvengono in piccolo spazio, per l'azione di forti compressioni laterali può avvenire uno schiacciamento e le clinate, ossia le gambe degli anticlinali e sinclinali, prendere l'apparenza di una stratificazione verticale, od almeno molto obliqua all'orizzontale; le Alpi offrono in vasta scala esempi di questa stratificazione. Un'altra forma, che è caratteristica delle Alpi, è quella detta a *ventaglio*, e domina nei gruppi giganteschi del Monte Bianco. Per rendersi ragione di questa stratificazione conviene supporre che un anticlinale abbia sofferto delle pressioni laterali, tanto più intense quanto più operavano in vicinanza della base, per cui gli strati dovettero piegarsi l'uno contro l'altro, e tanto più strettamente in vicinanza della base, ove era massima l'azione della forza e più largamente in alto ove si esercitava meno violentemente.

Spacchi, dighe, rigetti. — Spesso nelle roccie stratificate si osservano delle discontinuità nelle linee di frattura, ed originano ciò che chiamasi uno *spacco:* gli strati possono corrispondere tanto da una parte che dall'altra, ed essere colle loro testate quasi ravvicinati. Se invece sono allontanati e la fenditura prodotta è stata riempita da frammenti circostanti, la fenditura dicesi *diga.* Se gli strati delle due parti opposte dello spacco non si corrispondono per posizione, non sono cioè ad un medesimo livello, si ha ciò che dicesi *faglia, rigetto* o *salto.* Oltrechè nelle stratificazioni orizzontali, anche in quelle flessuose possono avvenire interruzioni, ed una parte, per esempio la superiore, può sdrucciolare sulla inferiore o viceversa, portando gli strati, che prima erano continui, a livelli differenti.

Tali dislocazioni sono frequenti nelle miniere di carbone fossile, dove il prezioso combustibile si dispone in strati paralleli ed il minatore deve saperle bene apprezzare, altrimenti può benissimo cadere in errore nella ricerca del materiale utile.

Direzione ed inclinazione degli strati. — L'inclinazione d'uno strato è l'angolo che esso fa coll'orizzonte; la direzione è la linea d'intersezione coll'orizzontale, tracciata nel piano d'una faccia dello strato stesso. La direzione e l'inclinazione degli strati, oltrechè interessare il geologo, riescono pure di grande importanza nella pratica per chi intraprende lavori sotterranei di qualsiasi genere.

Si giunge a conoscere la prima mediante una linea orizzontale tracciata sovra uno strato, la quale va riferita ai punti cardinali, operando nel seguente modo. Si dispone la bussola in modo che la sua linea N. S. venga ad essere parallela alla retta orizzontale tracciata sullo strato, e veduto in qual parte dell'arco graduato si diriga la punta dell'ago, non resta che a leggere il numero dei gradi di deviazione che l'ago avrà fatto o nella direzione E. o O., e la misura così ottenuta si esprime dicendo N. + (il numero dei gradi ottenuti O. o E.). Per altro si deve por mente che allorquando l'ago devia ad E. la direzione invece è O., come facilmente si rileva dal modo col quale si dispone la bussola. Per evitare una tale inversione si può far uso delle bussole dei minatori tedeschi, nelle quali le indicazioni E., O. sono invertite. L'inclinazione si misura colla stessa bussola da geologo munita di un piccolo pendolino detto *clinometro* appeso nel centro di essa, e che segna dei gradi sopra un semicerchio graduato disegnato concentricamente al primo cerchio che indica le direzioni. Applicando la bussola sullo strato secondo un'altra linea tracciata lungo la massima pendenza, e perpendicolare a quella della direzione, il pendolino segna immediatamente il numero dei gradi d'inclinazione dello strato.

Le roccie che formano le grandi masse eruttive non presentano nessuna stratificazione. In generale esse venendo dall'interno della terra s'intromettono, s'injettano tra le roccie sedimentarie in forma di *vene, dighe* ed *ammassi.* Altre volte si osservano alla superficie in forma di *letti*, come riposanti sulle roccie sedimentarie, e la loro continuazione si rinviene nella scorza terrestre che attraversano; si hanno così anche gli ammassi eruttivi che si denominano *cupole, domi.* I porfidi, i basalti, le trachiti ne dànno esempi e di mole assai considerevole.

La *cronologia* stabilisce l'età relativa delle varie rocce, esprime cioè l'*antichità* loro relativa.

Il carattere più materiale per decidere della maggiore o minore antichità di una roccia, di fronte ad altra, è la maggiore o minore profondità a cui si trova; ma questo carattere è assai fallace, atteso i rivolgimenti avvenuti nella crosta terrestre, per i quali spesso si è invertita la disposizione delle varie rocce, come abbiamo veduto. Due mezzi però sono offerti al geologo, dalla litologia e dalla paleontologia, per potere con sicurezzza decidere della contemporaneità e dell'età delle rocce fra loro.

La litologia però è di secondario sussidio alla cronologia geologica, giacchè non si avvera come regola generale che *rocce di natura identica siano sempre fra loro contemporanee;* infatti cause formatrici di rocce identiche possono essersi esercitate in tutti i tempi, onde è che, con i soli caratteri litologici, non siamo autorizzati a concludere assolutamente sull'età delle rocce.

La paleontologia invece è vera e salda base per la cronologia. Come le medaglie, le iscrizioni per l'archeologia, così i resti fossili per la geologia dànno giusti criterii per poter stabilire l'età delle rocce.

Questi criterii poggiano sopra un principio generale che cioè le *roccie contenenti identiche specie* sono contemporanee. Questo importantissimo fatto a sua volta trova la ragione in un altro non meno importante e notevole, che cioè in ogni tempo hanno vissuto animali e piante di specie particolare che li caratterizzano e che sparirono dalla faccia della terra al cessare delle condizioni che erano necessarie alla loro vita. Dai resti fossili che le roccie contengono si può dunque indurre la con-

temporaneità o priorità delle grandi masse rocciose stratificate, conoscendo in qual ordine la serie delle specie si sia succeduta attraverso i tempi.

I geologi studiando le rocce con queste vedute e fondandosi sulla maggiore o minore antichità dei resti organici che contengono, hanno potuto dividere gli strati che esse formano in tre grandi gruppi, distinti con i seguenti nomi:

Gruppo paleozoico o *primario*,
Gruppo mesozoico o *secondario*,
Gruppo cenozoico o *terziario*.

L'età delle rocce eruttive è indotta dall'età delle sedimentarie fossilifere, nelle quali sono interstratificate o che attraversano colle loro masse.

Dicesi *terreno* l'insieme di masse rocciose mineralogicamente e litologicamente identiche; così dicesi *terreno arenaceo*, *argilloso*, *calcareo*. Dicesi poi *formazione* o meglio *sistema*, l'insieme dei terreni, i quali per caratteri proprii possono comprendersi in un gruppo distinto da altri.

Chiamasi *èra* il tempo durante il quale si formarono gruppi speciali di terreni. In ciascuna èra le consecutive modificazioni di una specie diedero origine a tipi diversi, la cui comparsa o scomparsa originò un *periodo*. I sistemi dei terreni si dividono in *serie*, ed il tempo durante il quale si formò una serie dicesi *epoca*.

Ecco il quadro delle divisoni cronologiche dei terreni dai più recenti fino ai più antichi, in ordine discendente.

Era Cenozoica	*Quaternario*	Moderno	Attuale, Recente
		Diluviale	Glaciale, Preglaciale
	Terziario	Neogene	Pliocene, Miocene
		Eogene	Oligocene, Eocene
Era Mesozoica	*Cretaceo*	Superiore	Senoniano, Turoniano
		Medio	Cenomaniano, Gault
		Inferiore	Neocomiano, Wealdiano
	Giurese	Malm	Purbeckiano, Portlandiano, Coralliano, Oxfordiano
		Dogger	Calloviano, Batoniano, Oolitico infer.
		Lass	Toarciano, Liassico medio, Liassico infer.
	Triassico		
Era Paleozoica	*Permiano*		
	Carbonifero		
	Devoniano		
	Siluriano		
	Cambriano		
	Arcaico		

Terreni e fossili principali di ciascuna êra.

Èra paleozoica. — I terreni che formano l'èra paleozoica, rappresentano tempo lunghissimo e sono notevoli per quantità di prodotti utili all'uomo. Si divide quest'èra in varii periodi detti *Arcaico*, *Cambriano*, *Siluriano*, *Devoniano*, *Carbonifero*, *Permiano*, e che dànno luogo nei varii paesi a suddivisioni diverse. Sembra che ciascuno di questi periodi sia stato tanto lungo, quanto tutti gli altri susseguenti insieme.

L'arcaico forma la base di tutti i terreni fossiliferi. Consta di micaschisti e di calcari con tracce di un animale singolarissimo detto *Eozoon*: è il più antico animale del quale si conosca i resti, il suo nome in fatti suona *aurora della vita*. Ha forma indeterminata con grandi logge nell'interno e gli fu attribuita la natura di un grande rizopode. Si trovò nel terreno detto laurenziano nell'America settentrionale, che sembra essere rappresentato anche nella Boemia ed in alcune parti delle Alpi.

Il cambriano, che riceve il nome dall'antica Cambria, il siluriano dal paese degli antichi Siluri, il devoniano dal Devon attuale stanno sopra l'arcaico. Il siluriano è costituito da schisti argillosi e da arenarie più o meno profondamente modificate. Si riscontrano le formazioni siluriane, oltrechè in Inghilterra, anche in altre parti d'Europa, come negli Urali, nella Germania e nelle Alpi. Questi medesimi terreni si trovano pure nei Pirenei, nell'isola di Sardegna, nell'Africa, nell'Asia e nell'America. Sono formazioni quasi tutte uniformi, per cui fu detto che in quel tempo la superficie del globo dovette essere uniformemente coperta dalle acque e non vi si trovano che animali marini.

Nella Boemia i terreni siluriani si susseguono con un ordine maraviglioso, e specialmente in quel bacino nel centro del quale sta Praga. Sono le rocce siluriane quelle che formano il margine di esso bacino, mentre i terreni più recenti occupano il centro. In Russia presso Pietroburgo, i terreni siluriani ci si presentano tuttora orizzontali e punto metamorfosati, onde a primo aspetto sembrerebbero recentissimi. Anche nell'America del Nord sono molto sviluppati questi terreni, contengono svariati minerali e furono là distinti in varii piani. Nella Russia europea, nella Germania lungo la valle del Reno, è grandemente rappresentato il devoniano.

Il terreno carbonifero non è quello che contiene esclusivamente carbone fossile, che anzi spesso non lo contiene. Due formazioni distinte costituiscono il carbonifero, cioè gli strati di *carbone* ed il *calcare marino* sottoposto, che si chiama anche *calcare di montagna*. Questa formazione è molto svariata nelle sue particolarità ed è ricca di fossili marini. Non sempre il carbonifero consta di queste due parti, chè talora manca il calcare di montagna, ed in suo luogo si hanno formazioni argillose. Il carbone fossile è costituito da piante, fra le quali predominano le *felci arboree*, i *Lepidodendron*, le *Sigillarie* con le loro radici (*stigmarie*), gli *Equiseti*.

Sopra il carbonifero sta l'altra arenaria rossa che dicesi anche *permiduo*. Alcuni schisti permiani, come quelli della Turingia a Mansfeld, sono ricchi di pesci calcopiritizzati e servono all'estrazione del rame.

I vertebrati non sono rappresentati nei terreni paleozoici che dai pesci, i quali si presentano con forme e dimensioni diverse dagli attuali. Mancano nel carbonifero, nel quale si vedono e brachiopodi e crostacei ed insetti. Furono specialmente i crostacei sviluppati nel periodo siluriano, nel quale le *trilobiti* ebbero vita e sviluppo. Diminuiscono esse trilobiti di numero nei tempi posteriori al siluriano, e si può dire che esse insieme alle *graptoliti*, caratterizzano questo periodo. Anche i *Cefalopodi*, come i *Nautili* e come gli *Ortoceri* e gran numero di *Crinoidi* vissero nell'èra paleozoica.

I limiti inferiori dei terreni paleozoici sono difficilissimi ad assegnarsi, ed al disotto del paleozoico si disse

azoico tutto quel terreno costituito da granito, da gneiss e da schisti nei quali non si ha traccia di fossili.

Era mesozoica. — I terreni di quest'èra, detta pure secondaria, sono molto estesi. I primi ad incontrarsi sono quelli triassici. Il nome di *trias* o *triassico* ha origine dalle tre formazioni distinte e ben determinate, colle quali si presenta in Germania, dove ha il suo tipo. Le due formazioni estreme sono terrestri e la media è marina. In scienza si sono conservati originariamente i nomi tedeschi, ovvero si sono letteralmente tradotti. Eccone i nomi cominciando dalla parte inferiore:

Buntersandstein o *arenaria variegata*,
Muschelkalk o *calcare conchiglifero*,
Keuper o *marne iridate*.

La composizione del trias è invece molto diversa nelle varie parti d'Italia, di Francia e d'Inghilterra.

Il Buntersandstein consta di arenarie variamente colorate, prevalendo però il color rosso. Il Muschelkalk consta di calcari grigi, e come l'indica il suo nome è rigurgitante di fossili. È questa la sola delle tre formazioni della Germania, che si mostri eguale anche negli altri luoghi. Il Keuper consta di marne argillose, conglomerati di vario colore, ed è notevole per i vasti depositi di gesso e salgemma che contiene.

La fauna triassica sovrabbonda nel Muschelkalk. Caratteristici sono i crinoidi e specialmente l'*Encrinus liliiformis*, che ha la figura di un giglio, ed il *Ceratites nodosus*. Le *ammoniti* cominciano ad apparire nel *trias* nella sua parte superiore. I pesci ed i rettili esistono pure in questo terreno. Anche la flora è ricca ed abbonda di conifere del genere *Voltzia*.

Il periodo giurassico che ebbe il nome dall'avere il suo tipo nei monti del Giura, francese e svizzero, è il prevalente dell'èra mesozoica: essendo medio ha meglio conservati i caratteri, perchè non è vicino nè al paleozoico, nè al cenozoico. Consta principalmente di calcari di ogni colore, più o meno ricchi di fossili marini, ma non vi mancano terreni di formazione d'acqua dolce, i quali sono sempre alternati e nascosti per così dire colle calcarie marine. Ciò si spiega ammettendo che le terre via via che emergevano, tornavano di poi a sprofondare.

L'Europa, e specialmente la meridionale, nei tempi nei quali si depositavano i terreni giuresi, non era più che un arcipelago: l'Italia peninsulare non esisteva affatto, delle Alpi non era che qualche isolata scogliera. Mare nella Svizzera, in Francia e più vasto mare ancora in Germania. Banchi di corallo, che vi ebbero un immenso sviluppo, e bassifondi erano sparsi per quei mari, che emersi più tardi, divennero regioni di laghi, di estuarii, di foreste, ove formicolò la più ributtante e formidabile progenie di rettili che mai si mostrasse sulla terra.

Le formazioni giuresi, oltre a rinvenirsi in Europa ed in America, si riscontrano nell'Asia e nell'Australia.

Tre grandi divisioni si fanno del sistema giurese: in *lias* o giura vero, che consta di calcare argilloso, in *dogger* o giura grigio, che consta di formazione eminentemente marina ed intieramente calcarea, in *malm* o giura bianco, che è pure una formazione calcare.

Il periodo giurese fu l'età dei rettili, specialmente dell'ordine dei sauri. Di quei generi nessuno quasi esiste ai giorni nostri: i soli coccodrilli sono rimasti ad indicarci la razza la più bella, più piccola e meno inoffensiva di rettili fra quelli che popolarono i terreni giuresi. Quelli del genere *Pterodactylus* con ali a modo di pipistrello e testa di serpente abitavano l'aria, mentre erano terrestri i *Dinosauri*, lunghi da 50 a 60 piedi, paragonabili ai più orrendi pachidermi e con struttura fra la rana ed il coccodrillo. Nel mare poi si concentravano i principali generi della famiglia degli *Ittiosauridi* quali l'*Ichthyosaurus* quasi mancante di collo, con la forma di delfino e testa di ramarro, il *Plesiosaurus* con collo lunghissimo. Nel giura abbiamo la comparsa dei primi mammiferi, il prototipo di essi è il *Microlestes antiquus*, che appare sui primordii dell'epoca.

Importanti sono in questo periodo i fossili marini. Le *ammoniti* comparse fin dal trias prendono enorme sviluppo nel Giura, del quale sono caratteristiche, assumendo proporzioni grandissime. Anche le *belemnites* sono caratteristiche del Giura come lo sono anche molte conchiglie bivalvi. I pesci e le piante si trovano fossili in gran copia nei terreni giurassici, non che i coralli che vi originano grandi scogliere, ed un piano del *malm* fu detto *coralliano* per la moltitudine di essi.

I terreni cretacei hanno ricevuto il loro nome da una forma litologica speciale che contengono, detta *craie* dai Francesi, e che è un calcare terroso bianco chiamato *creta* dai geologi italiani, nome però che non deve confondersi con quello di *creta* che i Toscani adoprano per indicare l'argilla. Essa creta è costituita da detriti calcarei di animali appartenenti a foraminifere le quali si trovano tuttora viventi nelle profondità dei mari, come è stato provato non è molto tempo dagli scandagli dello Chellenger.

Questa formazione cretacea forma un piano geologico dell'èra secondaria, e si estende lungo tutte le coste occidentali dell'Inghilterra, per cui fu detta anche Albione. Eziandio sul margine orientale del bacino di Parigi è molto sviluppata e vi si rinvengono nuclei di piromaca, rivestiti da concrezioni calcaree. Il terreno cretaceo, oltrechè in Inghilterra ed in Francia, occupa vastissime regioni in altre parti d'Europa. Si divide in superiore, medio, inferiore.

La fauna cretacea è pur ricca, e vi comparisce una famiglia di conchiglie particolari per la struttura del guscio, per la forma delle valve, che dicesi delle *Ippuriti*, le quali con le *Radialiti*, e le *Sferuliti* costituiscono l'ordine delle *Rudiste*. Questa famiglia ora spenta ebbe principio nel cretaceo inferiore, suo massimo sviluppo nel medio, terminò nel superiore. Vivevano le ippuriti in grandi banchi a somiglianza dei coralli e colla loro fossilizzazione formarono tante isole le une dall'altre separate. Di pesci il cretaceo è strariccо di generi e non vi mancano pure rettili.

In quanto alla flora cretacea, specialmente in Europa, si deve osservare il predominio delle conifere e delle cicadee.

Era cenozoica. — I terreni terziarii sono depositi di natura litologica diversa e con fossili che ben li fanno distinguere dai terreni appartenenti ad altri periodi.

Il Lyell basandosi sul numero delle conchiglie di specie analoghe alle viventi, dedusse la maggiore o minore antichità di questi terreni dividendoli in tre parti, che chiamò il più antico *eocene*, il più moderno *pliocene*, e l'intermedio ad essi *miocene*. Nell'eocene le specie analoghe alle viventi non sono che pochissime, più nel miocene, più ancora nel pliocene.

Questa distinzione fondata sulla proporzione delle conchiglie fossili di specie analoghe alle viventi ricevè in seguito varie modificazioni e si aggrupparono questi terreni in modo differente, ed ebbero differenti nomi. Così l'eocene ed il miocene inferiore, detto anche *oligocene*, si riaggrupparono insieme col nome di *eogene*, ed a sua volta il miocene superiore unitamente al pliocene si dissero *neogene*.

Nei così detti bacini di Vienna e di Parigi si rinviene con tutta chiarezza e con perfetto ordine cronologico la

serie dei terreni terziarii. Essi mostrano alternanza di formazioni d'acqua dolce e marina ad attestarci che in questo periodo terziario si succedettero ripetuti movimenti geologici.

In Svizzera si hanno pure terreni terziarii e sono rappresentati dalle così dette *molasse*.

Il nostro terreno subappenninico appartiene pure a quest'epoca, ed è importantissimo non solo per la geologia italiana, ma anche per i prodotti utili che somministra.

Nel periodo terziario la superficie della Terra aveva raggiunto presso a poco l'attuale configurazione ed il carattere generale della fauna e della flora concorda con quello del mondo attuale.

Il calcare *nummulitico* è caratterizzato da certe conchigliette discoidali, che assomigliano a monete, donde il nome di nummuliti (da *nummus*, *moneta*). Anche abbondanti avanzi di vegetali semplicissimi contengono questi terreni. Tali avanzi si chiamano *fucoidi*. Ma ciò che caratterizza l'èra terziaria è la comparsa di grossi mammiferi ruminanti e pachidermi, come il *Palæotherium*, l'*Anoplotherium*, l'*Amphicion*. Il Cuvier ben cinquanta specie ne ritrovò nel bacino di Parigi.

Il terreno quaternario è dai geologi unanimemente diviso in due gruppi, con nomi però diversi: noi attenendoci al nostro quadro lo dividiamo in *moderno* e *diluviale*, corrispondenti per altri ai terreni che chiamano *antropozoico* e *postpliocenico*. Le alluvioni antiche e recenti delle pianure, certi ammassi formati in mescolanza di materiali di natura e volume diversissimi, come ciottoli angolosi, arrotondati, argille, sabbie, appartengono ai terreni quaternarii, ai quali appartengono pure le morene antiche a dimostrarci all'evidenza che vi fu un'epoca nella quale i ghiacciai esistettero in grande estensione anche là dove attualmente non sono.

Anche i depositi torbosi, come pure i depositi di guano, le caverne ossifere, le palafitte, appartengono al quaternario. È in questi luoghi che furono rinvenute le prime reliquie dell'uomo, insieme a resti animali.

Gli oggetti dell'uomo preistorico sono costituiti da selce ora rozza, ora levigata, ed è per ciò che sono state distinte due età della *pietra rozza* e della *pietra levigata*. Posteriormente a queste età si succedettero quella del *bronzo* e quella del *ferro*, la quale si connette colla attualità.

Nella fauna quaternaria sono a notarsi l'*Uro* o *Bos primigenius*, che era un bue gigantesco, il *Rhinoceros tichorhinus*, varie specie di *Elephas*, e belve, come orsi, jene, tigri che diffusissime allora in Europa diversificavano dalle attuali per la loro maggiore grandezza; si distinguono coi nomi di *speleæ*, per indicare che abitavano le caverne.

GEOLOGIA D'ITALIA

Tutta la serie degli strati, che si succedettero dai più remoti tempi dell'èra paleozoica sino a quelli dell'èra quaternaria, può essere studiata nel suolo che costituisce l'Italia. Fu il lento e graduale sollevamento avvenuto specialmente durante l'èra terziaria, che, mentre disegnava la scogliera Alpina ed Apuana e quella gneissica e granitica del Sila, il crinale dell'Appennino ed i diversi sistemi montuosi insulari, per quindi successivamente dare all'Italia la forma che ha ancora oggidì, poneva allo scoperto gli strati più antichi o per frattura dei soprastanti o per spaccature trasversali o per l'azione posteriore denudatrice delle acque e di tutti gli altri agenti atmosferici e biologici.

Nel rapido esame che stiamo per fare dei differenti strati in rapporto alla loro età, che dall'un capo all'altro d'Italia e nelle Isole si appalesano all'esame del geologo, seguiremo la serie ascendente, cominciando quindi dai più antichi.

Èra paleozoica.

I sistemi che si succedettero durante l'èra paleozoica sono rappresentati in Italia e con prevalenza nella regione alpina.

Ivi il gruppo paleozoico, partendo dal confine orientale d'Italia, affiora in lembi separati nelle Alpi Giulie, e forma poi le montagne al sud della Drava. Si continua con maggiore sviluppo nelle Alpi Carniche, avanzandosi al sud sin presso Trento, e prolungandosi poi nelle Retiche ridiscende di nuovo a mezzogiorno per comprendere i porfidi quarziferi del Tirolo meridionale, essendo delimitato ad occidente da una striscia di terreni triassici, giuresi e cretacei, che dalle Prealpi del lago di Garda si distende fin quasi presso Bolzano. Forma in seguito tutta la catena meridionale della Valtellina, comprendendo parte del lago di Como e di quello Maggiore, e si avanza ad occidente in tutto il Cantone Ticino, per quindi piegare verso S. O. nelle Alpi Pennine, Graie e Marittime, ove decisamente corre verso il sud e nuovamente poi piega alquanto nella direzione S. E. fino a Savona, cingendo in tal maniera, a guisa di un ampio arco di cerchio, tutta la pianura piemontese.

Nella penisola la prima località, nella quale riscontriamo strati paleozoici, è nelle montagne del golfo della Spezia. Collegate poi a tali montagne sono quelle che vanno a costituire più a mezzogiorno le Alpi Apuane, che comprendono la massima parte della *Catena* detta *metallifera*, in cui il paleozoico è abbastanza sviluppato e si distende per una lunga linea longitudinale non interrotta dal Carrarese sino presso Stazzema. Ricompare poi nei monti Pisani, propagine meridionale della precedente catena, ed affiora ancora più al sud a Monte Torri presso Jano.

Lungo tutta la parte orientale e nella parte centrale d'Italia, non si riscontrano roccie antiche, ed è solo nell'estremo punto d'Italia, nella Calabria, che nuovamente si ritrova il paleozoico. Dalle vicinanze di Reggio arriva fino presso Cosenza, donde partono due rami separati da una lunga striscia di strati pliocenici. Il ramo orientale va a costituire il rinomato gruppo del Sila, e l'altro occidentale, costeggiando il mare, arriva sino al paese di Belvedere.

Attraversiamo lo stretto di Messina e troviamo collegato al paleozoico della penisola quello siciliano, sviluppato specialmente nella parte N. E. dell'isola, da Messina a Castroreale.

Ritorniamo ora all'ultimo sperone delle Alpi Liguri che batte il mare presso Savona, e se lo immaginiamo prolungato sotto al Tirreno, lo vediamo collegato con le due grandi formazioni paleozoiche della Corsica e della Sardegna, e con quelle delle altre isole dell'Arcipelago tirreno. Circa tre quarti della Corsica è costituita da formazioni antiche. La Sardegna può considerarsi come una grande terra cristallina, in cui solo qua e là avvertonsi dei piccoli lembi di terreni secondarii e terziarii.

Esposta in tal maniera la distribuzione geografica del gruppo paleozoico e cercando di coordinare le diverse parti di esso, e ricolmando col pensiero le lacune che ora separano i molteplici affioramenti, si arriva all'ipotesi del Savi, a ricomporre cioè un'Italia con l'asse posto molto più a occidente dell'attuale, esistente allorchè tutti

i sistemi secondarii e terziarii che si appalesano nella penisola erano ancora sommersi.

Le roccie che costituiscono nel suolo italiano il gruppo paleozoico sono assai varie e talora decisamente eruttive, *graniti*, *porfidi*, *basalti*, ecc., tal altra sedimentarii, *puddinghe*, *arenarie*, *quarziti*, *schisti argillosi*, *carboniosi*, *talcosi*, *cristallini*, *calcari cristallini* e molte altre, e racchiudono spesso ricca messe di minerali utili. Ma di ciò parleremo alla fine di questo capitolo.

La brevità che ci siamo imposta non ci permette ora d'intrattenerci su tutti i differenti sistemi onde risulta il gruppo paleozoico, anzi ci obbliga a trascurarne alcuni e parlare solo superficialmente di quelli che in ispecie sotto l'aspetto minerario e dello sviluppo della vita, ci sembrano più importanti, e furono appunto in tali direzioni oggetto di dettagliati studii da parte di illustri scienziati.

Non prendiamo quindi in esame la grande massa dei gneiss primitivi, detta dall'Hauer gneiss centrale, e che va a costituire i nuclei di quasi tutte le diverse ellissoidi alpine, e trascurando eziandio tutto quel lasso di tempo che confina col siluriano e che da alcuni autori è compreso col nome di *èra archeozoica*, prendiamo rapidamente in esame quest'ultimo sistema e gli altri più recenti che si succedettero sino all'aurora dell'èra secondaria.

Il siluriano, nel gruppo paleozoico d'Italia, occupa un posto assai importante, sia per la sua estensione come per la vita organica che in esso si sviluppò in relazione alle leggi del trasformismo animale e vegetale. È difatti nella così detta fauna primordiale del siluriano inferiore che si possono studiare con certezza i primi resti fossili, se si toglie il discusso *Eozoon canadense* delle formazioni laurenziane.

La regione alpina, prevalentemente costituita dal gruppo archeozoico, dovrebbe anche avere largamente rappresentato il siluriano; ma, a cagione della scarsezza o della completa mancanza di fossili, vi è difficilmente definibile. Per altro è stato già segnalato in parecchie località, e merita particolare menzione quello che si manifesta in tutto il crinale delle Carniche sotto forme litologiche assai varie, quali sono quelle degli schisti spilitici, violacei, schisti neri quarzosi, delle arenarie quarzose e dei calcari fossiliferi. Nella parte media di tali strati furono rinvenuti abbondanti resti di *Graptoliti*, che servirono poi di base per gli studii sul paleozoico delle Alpi meridionali.

Nella penisola il siluriano è indicato da una parte degli schisti centrali delle Apunane, ed a Mosceta presso Arni in alcuni schisti ardesiaci carboniosi associati a dei calceschisti, furono raccolti resti di *Actinocrinus* sp. ed *Orthoceros* sp. Analoghe a queste formazioni sono quelle non ha guari citate dal Lotti nell'isola d'Elba e precisamente presso Vigneria; ivi si rinvennero in schisti carboniosi fossili decisamente siluriani, quali sono: *Orthoceras* sp., *Cardiola* cfr. *bohemica*, *Actinocrinus* sp. e *Monograptos* (?) sp. ind.

Ma la località italiana tanto rinomata per il siluriano è la Sardegna, ove tale sistema nella regione sud-occidentale, non solo acquista un notevole sviluppo, ma è oltremodo ricco di fossili. Sono *Corallarii*, *Orthoceras*, *Orthis*, *Leptenæ*, *Lingulæ* e *Trilobiti*, le quali ultime specialmente abbondano nella parte inferiore del sistema, ossia nel cambriano rappresentato da schisti filladici azoici, ed è costituito da schisti calcari oolitici nerastri, arenarie quarzose. Le località più importanti ed ormai divenute classiche mercè i celebri lavori del Lamarmora e del Meneghini, ed i recentissimi di quest'ultimo, illustrazione della scienza, sono per le formazioni siluriane dell'isola le seguenti: Canalgrande, Gutturu Sartu, Punta sa Gloria, Monteponi, Flumini, le vicinanze d'Iglesias e parecchie altre.

Finalmente ritroviamo il siluriano (?) nella punta N. E. della Sicilia, ove è rappresentato da schisti lucenti e calcari cristallini o dolomitici.

Ulteriori studii verranno a collegare questi varii affioramenti siluriani ed a stabilire forse che durante tutta l'epoca siluriana, nell'area ora occupata dall'Italia, era un ampio e profondo mare collegato col mare siluriano della Boemia e di moltissima parte dell'Europa. Forse per l'Italia vi fu anche un periodo di maggiore sprofondamento nel mare per dar vita a quelle immense colonie di coralli, che ebbero tanta parte nell'origine di quegli antichi calcari, che riscontriamo, ad esempio, anche nel bacino siluriano della Sardegna.

Al siluriano succedettero il devoniano, il carbonifero ed il permiano. Facendo astrazione del primo, gli altri due si possono seguire in quasi tutta l'estensione della zona paleozoica italiana. Il sistema carbonifero, mercè i suoi caratteristici fossili, fu rivelato alle due estremità orientali ed occidentali della catena alpina, in Toscana, in Sardegna ed in Sicilia. Ma la sua presenza fu lungamente discussa ed anzi assolutamente negata sui primordii della scienza da illustri geologi. La cagione di tante dispute fu la mancanza tra noi del carbon fossile; ma la mancanza di questo non induce naturalmente alla mancanza degli strati dell'epoca carbonifera. Ed i fatti hanno dimostrato in Italia la presenza del carbonifero.

Nella regione alpina orientale esso si riscontra nelle Carniche occupandone la parte centrale tra il passo di Volaix e le falde occidentali del monte Osternig. La flora carbonifera carnica risulta di diciannove specie appartenenti ai generi *Calamites*, *Annularia*, *Pecopteris*, *Semopteris*, ecc.; la fauna vi è oltremodo ricca con predominio di *gasteropodi* e *brachiopodi*. Altra località assai importante per la presenza del carbonifero si trova al nord di Lugano, ove nell'arenaria intercalata in esili zone in una puddinga grossolana, si raccolsero numerose impronte vegetali di *calamiti*, *sigillarie*, *stigmarie*, *lepidodendri*. In seguito gli schisti carboniferi toccano a Luino il Lago Maggiore. Finalmente nelle Alpi occidentali ricompare il carbonifero nella Valle d'Aosta sui fianchi del San Bernardo, in cui si hanno giacimenti assai ricchi di antracite; si continua poi ad ovest del Monte Bianco con una massa importantissima di avanzi vegetali. A 60 specie, secondo Heer, ammonta la flora carbonifera occidentale alpina, e tra esse predominano le felci.

Nella penisola ritroviamo poi il carbonifero a Monte Torri presso Jano, ove fu scoperto dal Savi e dal Meneghini. Vi si riscontrarono 21 generi di vegetali, con predominio di felci ed una notevole fauna marina.

Finalmente è nella Sardegna che si ritrovano alcuni lembi di carbonifero costituiti per la massima parte di porfidi e con strati di antracite, che hanno fornito una ricca flora.

Se riandiamo ora con la mente al tempo da noi lontanissimo nel quale ebbe origine la formazione carbonifera, dobbiamo pensare che l'Italia tentò anche allora ad abbozzarsi, e quei resti vegetali che noi riscontriamo nelle due parti orientale ed occidentale della regione alpina, a Jano in Toscana, ed in Sardegna, stanno ad accennare a terra emersa o alla non molta lontananza di terra ferma, ove ebbero vita quelle grandi felci, calamiti, sigillarie, che dovevano darci il carbon fossile. Così ad esempio laddove ora torreggiano le Alpi Pennine e Le-

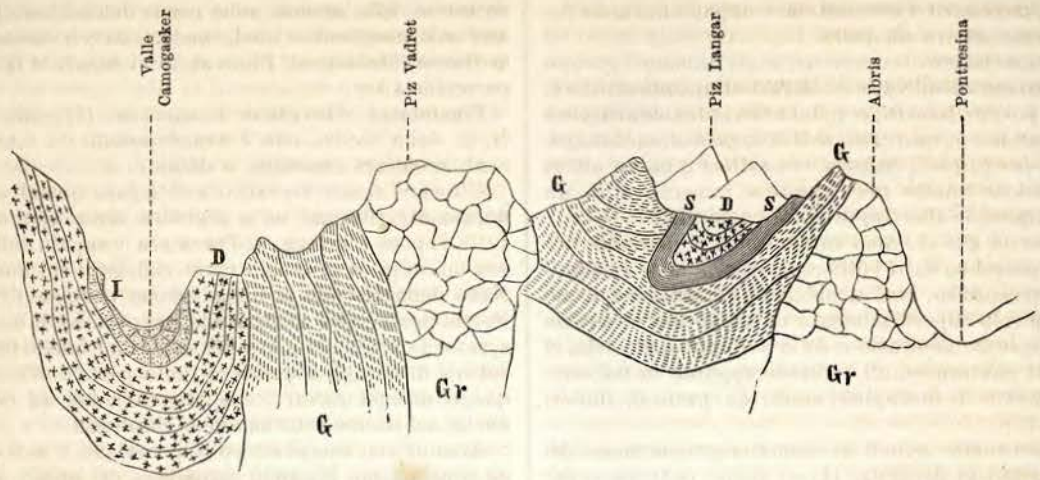


Fig. 1507. — Sezione attraverso gli strati paleozoici del Piz Langar. — Infralias, I; Dolomia, D; Gneiss, G; Granito, Gr; Schisti di Casanna, S.

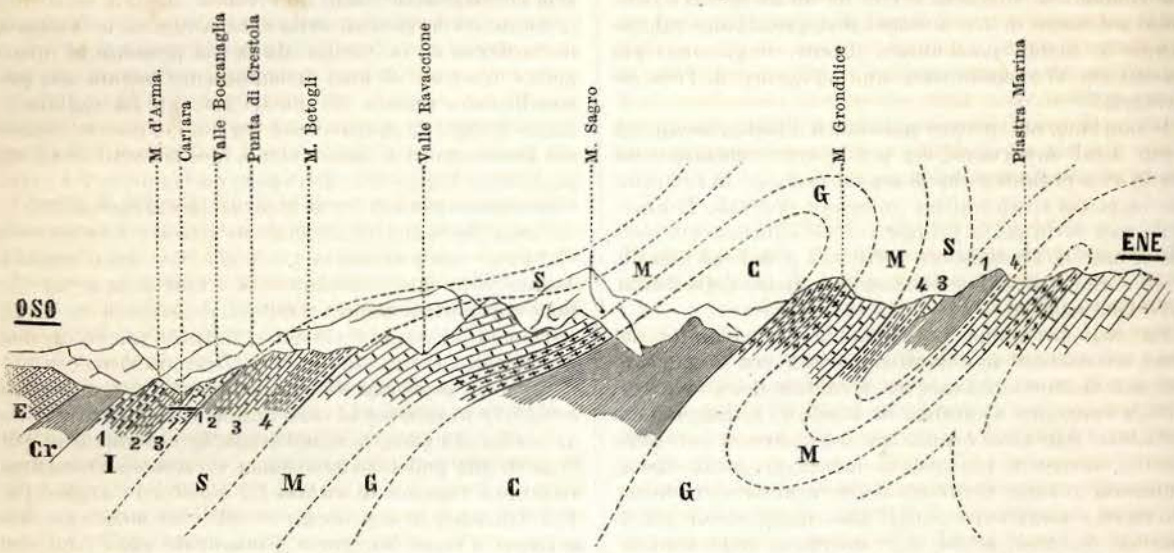


Fig. 1508. — Sezione attraverso la regione dei marmi da Carrara sino alla parte centrale delle Apuane. — Scala di 1 : 100000.

Eocene, E - Macigno. — ***Cretaceo***, Cr - Calcari marnosi policromi. — ***Infralias***, I - 1, Calcari dolomitici e portoro; 2, Calcare compatto fossilifero; 3, Calcare cavernoso. — ***Trias***, S - Zona degli schisti superiori: 1, Schisti lucenti; 2, Grezzoni superiori (calcari); 3, Marmi; 4, Calcari grigi con selce - M, Zona dei marmi; Marmi e dolomie saccaroidi - G, Zona dei grezzoni. — ***Paleozoico***, C - Zona degli schisti centrali.

pontine era terra asciutta, la cui spiaggia si estendeva dalle sponde del Rodano sino alle valli della Savoja, terra asciutta, che doveva poi sprofondarsi di nuovo, almeno in parte, per coprirsi dei sedimenti deposti nei mari dell'epoca secondaria.

Il sistema permiano accompagna quasi sempre il carbonifero al quale è sovrapposto, così nelle Alpi, come nella penisola e nelle isole. Appartengono ad esso le puddinghe del Verrucano che ebbero il loro nome dalle formazioni coeve del monte Verruca nella catena pisana.

Con questo sistema termina la grande êra paleozoica, in cui il suolo, ora italiano, andò soggetto a tante vicende di vita e di sconvolgimenti. Le grandi masse eruttive, onde sono costituite le parti centrali delle Alpi, accennano ad un'attività vulcanica al sommo grado sviluppata, mentre poi le faune e flore dal siluriano al permiano, che si svolgevano in placidi mari, stanno ad indicare il grande sviluppo che ebbe tra noi in tempi remotissimi la vita organica.

La tettonica del gruppo paleozoico è delle più svariate. Le forze laterali sollevatrici che in più volte si manifestarono e con prevalenza dopo il periodo eocenico, e che hanno costituito la grande muraglia alpina, apuana e le altre paleozoiche, produssero molteplici fratture, anticlinali e sinclinali, contorsioni più o meno forti di strati, anticlinali ribaltati e spesso totalmente rovesciati. Per dare ora una semplice idea di tale tettonica, riportiamo lo spaccato del Piz di Longar (fig. 1507), ed una sezione attraverso i marmi delle Apuane (fig. 1508).

Nel Piz di Longar abbiamo una strana costruzione stratigrafica, abbastanza frequente per altro nelle Alpi. In mezzo alle due sinclinali di dolomia si osserva pigiata la grande massa cristallina costituita di gneiss e di granito. Nella regione dei marmi osserviamo invece un nucleo di schisti centrali C interposti a terreni secondarii, che ne fanno scoprire l'andamento stratigrafico. Seguendo infatti nella superiore fig. 1508 la linea punteggiata, si arguisce che quegli schisti formano un ser-

rato anticlinale con l'asse inclinato verso E. N.E., o rotto nel sollevamento o in parte asportato dalle azioni denudatrici esteriori.

Il paleozoico italiano, così importante, come abbiamo veduto, e al paleontologo per la ricchezza dei fossili, e al geologo per i mille quesiti stratigrafici che vi si possono studiare, è altresì notevole sotto il punto di vista minerario, industriale e dell'edilizia.

Sotto quest'ultimo rapporto dobbiamo citare le cave di granito, di gneiss e micaschisto delle Alpi, della Sardegna, dell'isola di Caprera e della Calabria. I graniti più rinomati sono quelli delle Alpi piemontesi e particolarmente quelli delle cave di Baveno e Montorfano presso il Lago Maggiore che somministrano granito rosso e granito bianco. In riguardo all'industria è d'uopo ricordare le cave di amianto racchiuso in schisti cloritici e talcosi, probabilmente azoici, della provincia di Sondrio. Esso viene soprattutto esportato in Inghilterra, in Germania e negli Stati Uniti.

Accenniamo finalmente i giacimenti assai ricchi di ferro, di rame, di zinco, piombo più o meno argentifero e mercurio che trovansi per lo più in filoni attraverso strati paleozoici e che ci danno un'esportazione del valore annuo di circa 14 milioni. Così nel siluriano di Sardegna sono abbondanti miniere di piombo allo stato di solfuro (*galena*) e di zinco allo stato di carbonato (*smitsonite*) e silicato (*calamina*), negli schisti antichi alpini (Valle d'Aosta ed Agordo) si rinviene intercalato ad essi rame allo stato di solfuro e piriti.

Êra secondaria o mesozoica.

Il gruppo degli strati secondarii in Italia ha una distribuzione geografica assai ampia, e va principalmente a costituire l'ossatura di tutta la penisola.

Seguendo l'ordine tenuto per il paleozoico, incominciamo ad indicare gli strati secondarii che si presentano per la massima parte della penisola d'Istria, e che si protendono poi al Nord con notevole sviluppo, cingendo nelle Alpi Giulie quei piccoli affioramenti del permio-carbonifero, che in codesta regione già conosciamo. Continuano senza interruzione nelle Carniche, avanzandosi al mezzogiorno di Belluno, ai Sette Comuni e toccando il Vicentino ed il Veronese. Abbracciano in appresso il lago di Garda e si spingono al nord, sin quasi presso Bolzano, a riempire quella stretta lacuna ivi accennata nel paleozoico tirolese. Procedendo ad occidente cingono al settentrione il gneiss, gli schisti centrali, il permio-carbonifero, mentre al mezzogiorno si protendono nel Bergamasco, comprendendo in seguito la parte meridionale del lago di Como. In tale regione termina la serie secondaria che abbraccia in linea continua il paleozoico alpino; quindi essa serie affiora solo verso ovest in lembi fino al lago Maggiore per scomparire poi totalmente; chè, il restante paleozoico che a semicerchio si distende sin presso Savona, tocca direttamente il quaternario ed il terziario.

Nella penisola ricomparisce il secondario nei promontorii Speziani, nelle Apuane, nella montagnola Senese, nel Campigliese ed a Cetona. Nella vera e propria catena appenninica incomincia in piccoli affioramenti al sud di Borgotaro, e ad est di Pontremoli, per andare quindi a costituire tutta quella imponente massa calcarea che dall'Urbinate giù giù si avanza fino al Napoletano, e che piegando ad occidente batte il mare a Gaeta, e cingendo ad oriente la formazione vulcanica del Vesuvio, ricomparisce nel promontorio meridionale del pittoresco golfo di Napoli. Si continua nella Basilicata fino al golfo di Policastro e ricomparisce più al mezzogiorno in piccoli affioramenti nella massa degli schisti centrali che abbiamo ricordati nel ramo nordico occidentale del paleozoico calabrese. Nella regione orientale d'Italia il secondario va a costituire il monte Conero o d'Ancona, il Gargano, le Murgie, e riappare in lembi nella estremità meridionale della Terra di Lavoro.

Il secondario insulare d'Italia è pochissimo sviluppato, perchè mentre la Corsica e la Sardegna e le minori isole tirreniche sono prevalentemente paleozoiche, la Sicilia al contrario è una terra terziaria per eccellenza. Tuttavia sono da menzionare l'affioramento degli strati secondarii di Militello sul lato nordico della Trinacria, i lembi che si manifestano nei dintorni di Cefalù, e la massa importante che da Termini abbraccia tutta l'ampia prominenza di terra che separa il golfo di Palermo da quello di Castellamare, per ricomparire nel promontorio occidentale di quest'ultimo e nelle vicinanze di Trapani. Il secondario palermitano si avanza al mezzogiorno in lembi separati per andare a costituire la massa notevole dei dintorni di Corleone. Agli affioramenti occidentali accennati, si collega poi il gruppo secondario delle isole Egadi.

Nella Sardegna si manifestano alcuni affioramenti di secondario a metà circa della costa orientale, pochissimo internandosi nell'isola, e nella parte nordica occidentale alla Nurra, cingendo ivi il siluriano dell'Argentiera.

A tale rapido sguardo facciamo ora seguire un cenno sommario dei principali sistemi onde è costituito il secondario d'Italia.

Sistema triassico. — Il sistema triassico, il primo in ordine ascendente del gruppo secondario, è oltremodo sviluppato nelle catene che si scaglionano parallele alla cresta delle Alpi, appoggiandosi e definendo, come abbiamo precedentemente veduto, il paleozoico. Si riscontra anche nel promontorio occidentale della Spezia, in tutta la *catena metallifera* (Alpi Apuane); è rappresentato in alcune località dell'Appennino centrale; si osserva in Sicilia ed in Sardegna.

Il trias alpino, che formò l'oggetto di studii profondi da parte d'illustri geologi italiani e stranieri, fu cagione anche di continue dispute così per i suoi limiti con il paleozoico, come per il modo col quale fu suddiviso. Attenendoci alle ultime osservazioni, e senza poter e dover fare qui un esame critico dei diversi modi di classificazione proposti per il sistema triassico, noi diremo che da uno dei più dotti geologi tedeschi, il Mojsisovics, il trias delle nostre Alpi è stato ripartito in otto piani, distinti da caratteri paleontologici, unici e sicuri elementi per la determinazione cronologica degli strati deposti nella notte profonda dei tempi. Tali piani, per i quali siamo costretti di usare i nomi tedeschi, ormai accettati dalla scienza, sono i seguenti:

1. **Werfener Schichten.** — *Arenarie variegate, quarzoso-micacee, marno-calcaree*, con resti prevalentemente di gasteropodi e cefalopodi.

2. **Wellenkalk** o **Muschelkalk inferiore**, con brachiopodi, acefali, cefalopodi.

3. **Muschelkalk superiore**, in cui incomincia a manifestarsi tra i cefalopodi il genere *Aulacoceras*, e tra le bivalvi il genere *Daonella*.

4. **Buntersandstein**, specie di tufo, secondo l'autore, caratterizzato da un'abbondante fauna a cefalopodi.

5. **Piano di Wengen.** — Alternanza di tufi augitici con marne ed arenarie, alternanti con schisti neri a *Daonellæ*.

In questo piano incomincia lo sviluppo degli immensi scogli corallini, che vanno a costituire le grandi masse dolomitiche delle prealpi e che corrispondono ad un pe-

riodo di sommersione per cui vennero in comunicazione le due provincie noriche, *juvavica* e *mediterranea*, per incominciare l'*epoca carnica* alla quale si riferiscono i piani del trias superiore di alcuni autori.

6. **Strati di S. Cassiano.** — Celebri per la grande quantità (oltre 500) di specie fossili.

7. **Strati di Raibl.** — *Marne arenacee* con grandi gasteropodi e cefalopodi.

8. **Zona od Avicula exilis e Turbo solitarius.** — Ivi ebbero sviluppo le grandi bivalvi cardiformi, *Megalodon*, ed il genere *Gyroporella*.

Tra le diverse località alpine che meritano speciale menzione è certamente quella che va a costituire il bacino triassico di Recoaro nel Veneto. Ivi, oltre ad una ricca fauna, si rinvenne anche un'importante flora studiata dal Massalongo e dal barone De Zigno. È da rimarcarsi poi che nei calcari inferiori dell'accennato bacino si osservano arenarie variegate sovrapposte a formazioni gessifere, che poi s'interpongono al piano, detto dal fossile prevalente, a *Monotis Clarœ*.

Appartiene al sistema triassico tutta la regione marmifera delle Alpi Apuane, che dal Coquand, dal Cocchi e da parecchi altri geologi era stata riferita al paleozoico. La formazione marmifera Apuana è stata recentemente ripartita in quattro zone distinte, cioè:

1. In alto, la zona detta degli schisti superiori o schisti lucenti, micacei, cloritici, intercalati da amigdali di marmi cipollini a *Pentacrinus*, arenaria micacea, calcari neri con *Ægoceras* e *Phylloceras;*

2. La zona propriamente detta dei *marmi*, la quale si compone di calcari, marmi e dolomie saccaroidi con *Chemnitzia;*

3. La zona detta dei *Grezzoni*, e calcari ora compatti ed ora brecciformi, spesso fossiliferi con *Turbo solitarius;*

4. Zona degli schisti inferiori o schisti gneissici, talcosi, micacei, con intercalazione verso la parte superiore di calcischisti ad *Ortoceras* ed *Actinocrinus*.

È evidente quindi, che mentre la quarta zona ha una fauna paleozoica e precisamente siluriana, le prime tre si riattaccano al trias, ed anzi alla parte superiore triassica, alla quale appartiene in fatto il caratteristico *Turbo solitarius*. Manca dunque in tutta la catena metallifera il trias medio ed inferiore, con tutte quelle suddivisioni di piani che abbiamo veduto esistere nelle Alpi.

Analogo fatto a quello testè accennato accade nell'Appennino centrale, ove, nel gruppo del Suavicino, furono riscontrati solamente calcari a *Gyroporella* del trias superiore. È da osservare però che non affiorano altre formazioni e che i calcari a *Gyroporella* sono i più antichi ed i più profondi che si possono studiare in tutta la pila degli strati secondarii appenninici. Riappare quindi probabilmente nell'imponente gruppo del Gran Sasso, ed ivi termina, per le attuali osservazioni, il trias della penisola.

In Sicilia riscontriamo il trias nel Messinese, ove sembra comprendere le diverse divisioni dall'inferiore al superiore. Il trias superiore o *Keuper* di alcuni autori sarebbe rappresentato da calcari a liste e noduli di selce e da dolomie; il medio o *Muschelkalk* da calcari rossi, da conglomerati, anageniti ed arenarie; l'inferiore o *Buntersandstein*, da calcari biancastri. Tutta la serie riposa sopra schisti quarzitici del permiano (?). Importantissimo poi è il trias della regione occidentale della Sicilia, per avere dato un'abbondante fauna; e secondo questa ripartito nelle tre zone a *Turbo solitarius* e a *Trachyceras*, nella dolomia inferiore del Norico e nei calcari a encrini del *Muschelkalk* superiore.

Finalmente citiamo il *Muschelkalk* rinvenuto alla Nurra nella parte N. O. della Sardegna con identica *facies* di quello alpino.

Terminata in tal maniera la rapida corsa attraverso gli strati triassici italiani, dobbiamo qui indicare che se importantissimi sono al geologo, lo sono anche al metallurgo, per i minerali che da essi si estraggono. Nel trias alpino i giacimenti metalliferi sono quasi esclusivamente ferriferi (oligisto, limonite, magnetite, siderose, piriti) e parecchie miniere vi sono scavate.

Ma il sistema triassico è anche oltremodo interessante per l'industria italiana, in quanto che esso racchiude una delle più belle rocce per l'arte ornamentale e per la scultura. Vogliamo accennare ai marmi in genere ed allo *statuario* in particolare delle Apuane, che ci danno un'entrata annua di più di 12 milioni, che vengono esportati in quasi tutto il mondo, come elemento primo per tenere vivo l'amore dell'arte scultoria, e che tra noi dovevano dare quel blocco, onde da Michelangelo ne sortì la più bella statua che il genio italiano ha saputo fino ad ora produrre.

Sistema giurese. — Il sistema giurese che per alcuni incomincia con il retico (*Infralias*), e per altri con gli strati a *psilonoti* del lias inferiore e termina con il titonico, è il sistema forse maggiormente importante per la geologia italiana, perchè è oltremodo ricco di fossili e di zone quindi distinte. Ma le zone giuresi tra noi non corrispondono prettamente a quelle che si osservano nella restante provincia mediterranea, alla quale appartiene l'Italia. Nelle prealpi venete e lombarde il sistema giurese è assai sviluppato e, come in tutto il restante d'Italia, si può suddividere in Infralias, Lias, Dogger, Kimmeridgiano, Titonico.

L'infralias merita speciale menzione, siccome quello che segna il chiudersi del periodo triassico ed il cominciare del giurese. Si rivela nella Lombardia con grande potenza e con una ricca fauna caratterizzata dall'*Avicula contorta*, dalla *Terebratula gregaria* e dal *Bactryllum striolatum*, non che poi da grandi bivalvi indicate dallo Stoppani col nome di *Conchodon*. Nella estremità orientale della Lombardia, e precisamente sulla sponda destra del lago di Garda, si ritrova l'infralias; segue poi la sponda occidentale del lago di Lecco, per quindi ad ovest del lago Maggiore scomparire totalmente.

Nel resto della penisola si osserva l'infralias con notevole sviluppo nei due promontorii del golfo della Spezia e nelle isole adjacenti, quali sono Tina, Tinetto e Palmaria. Si riscontra in seguito nella catena Apuana, per ricomparire, ma non ancora bene definito, in alcune località dell'Appennino centrale.

In Sicilia poi il retico è rappresentato scarsamente nella provincia di Messina, e precisamente presso il capo Taormina, ove furono raccolti parecchi fossili e tra questi la *Terebratula gregaria*. Nella regione occidentale poi è indicato dalla dolomia superiore.

L'infralias, oltre che di dolomie, è costituita generalmente da calcari nerastri a lastre, con abbondanti acefali. La fauna infraliassica italiana è conosciuta specialmente mercè i lavori dello Stoppani e del Cappellini.

La serie liassica si compone in Italia:

1. **Lias inferiore.** — Calcari e marmi a *Posidonomya janus* e ad ammoniti dei generi *Arietites*, *Ægoceras*, *Oxynoticeras*, *Phylloceras*, *Lytoceras* in prevalenza.

2. **Lias medio.** — Calcari grigi con selce, calcari rossastri a *Terebratula Aspasia*, e ad ammoniti dei generi *Ægoceras*, *Harpoceras* ed altri.

3. **Lias superiore.** — Calcari grigi, rossi, marne ros-

sastre con numerosi *Harpoceras* del gruppo dell'*Harp. radians*.

Questi lias sono sviluppati pressochè in tutte le diverse località in cui appare il secondario, e che abbiamo accennate. In Lombardia, nel Veneto, in Toscana, in tutto l'Appennino centrale si riscontrano i tre lias con una fauna oltremodo ricca, che ha formato oggetto d'importanti monografie al Meneghini, allo Stoppani, al Gemmellaro, al Taramelli, al Canavari, al Parona e a molti altri che oggi coltivano con sommo amore la paleontologia italiana.

Dopo la serie liassica si ha in parecchie località una interruzione nella serie continua degli strati, giacchè l'Oolite non è ovunque rappresentata o solo in parte si riscontra. Quella larga serie di zone che si esaminano nell'Oolite di altri luoghi, mancano totalmente nelle Apuane, sono scarsamente rappresentate nell'Appennino e ricompariscono poi nella Sicilia. Dunque dopo il lias superiore una parte d'Italia, le Alpi Apuane ad esempio, ed una porzione dell'Appennino centrale, diventò terra ferma ed il periodo oolitico fu per codeste regioni un periodo di denudazione. Ecco quindi che ancora una volta troviamo traccia di quell'Italia, che solo più tardi doveva definitivamente, almeno in apparenza, stabilirsi.

Ciò anche conferma la flora oolitica dei Sette Comuni, e di altre parti dell'Alpi orientali, illustrata dal barone De Zigno, i cui studii sono stati convalidati anche dal prof. Taramelli, ma contrastati da altri geologi, che la vogliono liassica.

In seguito il secondario di tutta Italia fu nuovamente immerso e si depositò nei mari d'allora il Titonico, con abbondanti Cefalopodi, nel Veneto, nella Lombardia, nell'Appennino centrale ed in Sicilia.

Sistema cretaceo. — Con il neocomiano comincia il cretaceo, ed è rimarchevole quello di Lombardia conosciuto in parte col nome di *majolica* e nel Veneto di *biancone*, e che sotto identica *facies* si riscontra in quasi tutta Italia. E qui ritornano a manifestarsi quelle pressioni laterali, che volevano ad ogni costo dar vita alla nostra terra; chè le Alpi Apuane e forse anche l'Appennino nuovamente si sollevarono dalle acque, ma poco vi rimasero, che dovevano ancora sommergersi per deporsi la creta superiore, colla quale termina il periodo secondario.

In riguardo alla tettonica degli accennati strati poco v'è a dire, chè essa è pressochè identica a quella dei paleozoici, per il secondario alpino ed Apuano (V. fig. 1507 e 1508, pag. 1076). Non è così per l'Appennino centrale, in cui la tettonica è notevolmente semplificata, e la struttura di esso è per lo più di ellissoidi regolari costituenti tanti gruppi paralleli all'asse della penisola, e che dal monte Conero o d'Ancona, procedendo verso occidente, arrivano fino al gruppo secondario dei Tiburtini.

Il secondario in Italia racchiude minerali di ferro e di ferro manganesifero. — Anche per l'edilizia racchiude importanti materiali da costruzioni ed ornamentali. In riguardo ai marmi citiamo il rinomato Portoro (infralias) della Spezia ed i marmi veronesi, che danno circa un milione di lire di rendita annua.

Èra terziaria o cenozoica.

Anche il gruppo degli strati terziarii in Italia ha per il geologo non lieve importanza, così per la stratigrafia e per la vita organica, come per i grandiosi fenomeni vulcanici che vi si manifestarono.

Tutto ciò che resta d'Italia della forma che ha oggidì, prelevandovi i gruppi archeozoico, paleozoico e secondario, che abbiamo accennati, è pressochè costituita di terziario. Solo in una parte non rilevante, nella vallata del Po, ad esempio, ed in altre di fiumi minori, si riscontrano strati appartenenti al periodo quaternario.

Ritroviamo quindi il terziario nella penisola d'Istria e nella Gorizia, da cui si protende in una linea non interrotta fino al Friulano. In seguito riappare in lembi separati più o meno estesi nel Vicentino, nel Veronese ove circonda l'estremità meridionale del lago di Garda, nella Brianza sino a Varese, per ricomparire ad Ivrea, cingendo così la parte settentrionale della grande pianura padana costituita di quaternario e di formazioni attuali. Un'altra massa poi si stacca dalla linea paleozoica alpina, che da Mondovì arriva fino a Savona, avanzandosi al nord sino ad Alessandria ed a Torino, massa che offrendo una insenatura di quaternario tra Alessandria e Tortona, si collega col terziario appenninico. Questo va dapprima a costituire la parte nordica dell'Appennino, delimitato a N. E. d'una linea pressochè retta, che da Piacenza si continua fino a Pesaro, ed oltre la quale si hanno strati di formazioni attuali. Tocca quindi tutta la costa orientale d'Italia sino al Gargano, appoggiandosi ad O. sul secondario ed internandosi nelle molteplici valli longitudinali, che frequentissime si offrono per la regolare tettonica nell'Appennino centrale. Girando il Gargano, i terreni terziarii si protendono nella Capitanata fino a battere il mare nel golfo di Taranto, ed estendendosi notevolmente nella Terra d'Otranto. Anche nella parte occidentale d'Italia il terziario è assai sviluppato e si riscontra nelle Apuane, ed in seguito è addossato alle ultime ellissoidi occidentali dell'Appennino centrale.

Nelle isole è importante quello di Sicilia, la quale, come dicemmo, può dirsi costituita prevalentemente di terziario. Finalmente troviamo tale gruppo nella parte meridionale ed in quella N. O. della Sardegna.

Il terziario d'Italia, come eziandio quello di altre località, è suddiviso in *Eocene*, *Miocene* e *Pliocene*.

L'eocene, che segna l'aurora dell'èra terziaria, fu un periodo di mari poco profondi, nei quali crebbero le *nummuliti*, e nei quali si depositarono enormi masse di calcari nummulitici e di arenarie che affiorano in lembi isolati alle falde delle Prealpi dal Friuli alla Lombardia occidentale e in tutto l'Appennino di Liguria, dell'Emilia, della Toscana. Nel restante Appennino le rocce eoceniche si manifestano sul versante orientale fra gli strati secondarii e terziarii più recenti, ma poi incominciando dal Vettore ricoprono le più alte vette raggiungendo oltre i 2000 metri di altezza. Identica disposizione si rileva in tutto l'Appennino meridionale.

In Sicilia gli strati eocenici si trovano nella parte centrale dell'isola, lungo il versante meridionale della catena delle Madonie, e sono costituiti da argille rossastre e da calcare alberese e nummulitico.

In Sardegna poi riscontransi nella costa orientale e in quella occidentale, mancando esclusivamente nel centro, costituito prevalentemente, come abbiamo veduto, da formazioni paleozoiche.

Fin qui abbiamo accennato a formazioni marine di calcari, marne, arenarie, ecc., che contribuirono alla costituzione dell'eocene italiano; ma anche un altro elemento vi si aggiunse, quello prodotto da eruzioni vulcaniche più o meno potenti. Così durante l'epoca di cui trattiamo furono il Vicentino ed il Veronese teatri di eruzioni considerevoli. L'apparato vulcanico è ora scomparso, ma sono là rimasti tutti gli elementi delle eruzioni a testimoniarne la presenza, che perdurò sino al miocene. Le rocce principali del Vicentino, dovute agli accennati fenomeni,

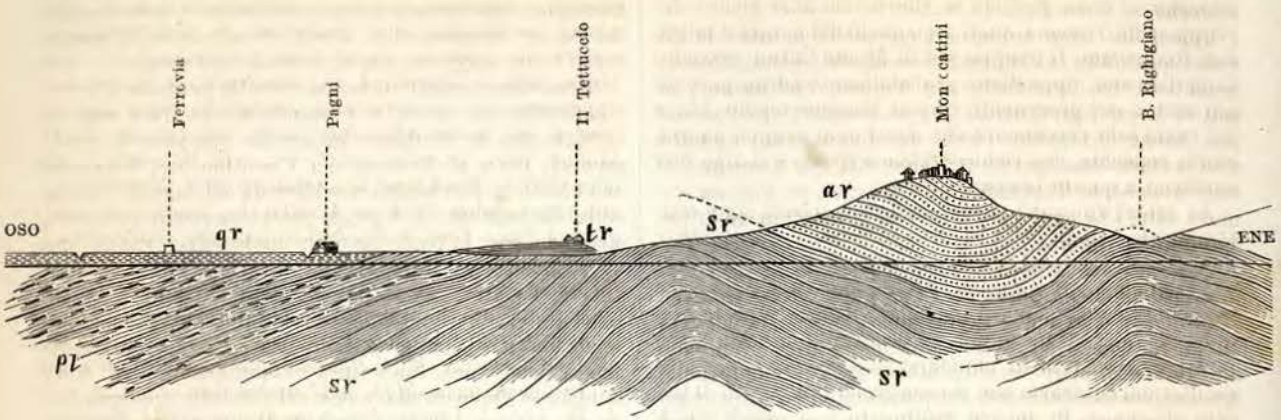


Fig. 1509. — Sezione attraverso gli strati terziarii presso Montecatini in Val di Nievole (Toscana). — Scala di 1 : 25000.

Quaternario - qr, Sedimenti ghiajosi ed argillosi alluvionali - tr, Travertini con foglie, molluschi terrestri e d'acqua dolce. — ***Pliocene*** - pl, Ciottoli, salvie, argille turchine, micacee con avanzi vegetali e conchigl e lacustri e marine. — ***Eocene*** - ar, Arenaria macigno fissile e compatta. — ***Cretaceo superiore*** - sr, Schisti e calcari argillosi rossi, verdastri e cinerei.

sono tufi e basalti intercalati a calcari, ciò che dimostra l'intermittenza delle successive eruzioni. Non lungi poi dal Vicentino abbiamo un altro centro vulcanico potente, quello cioè dei Colli Euganei presso Padova, colli le cui cupole sono prevalentemente costituite di trachite.

Alla stessa epoca sono da riferirsi i porfidi quarziferi dell'isola dell'Elba.

Un'altra roccia eruttiva, la cui origine per altro è ancora molto problematica, si offre nell'eocene, vogliamo dire la serpentina. È nei dintorni di Genova e nell'Emilia che avvi una zona di serpentino con gabbri, eufotidi ed ofioliti associati con una formazione eocenica e ancora non ben definita, con l'argille cioè scagliose. Queste si estendono nel Bolognese, nel Modenese e nel Parmigiano, costituendo la zona delle salse, dei petrolii e delle emanazioni gassose. Nella Toscana occidentale le rocce eoceniche sono eziandio associate a serpentine.

Finalmente dobbiamo accennare le trachiti eoceniche della Sardegna, ove vanno a costituire i tre gruppi di Sassari, di Monteleone e quello delle isolette di S. Pietro, S. Antioco e Capo Albano nella parte S. O. dell'isola.

Fu durante e sul terminare del periodo eocenico che l'Italia subì il maggiore sollevamento, e che essa fu disegnata quale presso a poco è ancora oggidì. Tutte le Alpi e l'Appennino furono emersi ed i mari miocenici battevano le loro falde, s'insinuavano in mille golfi nelle valli longitudinali e penetravano in tutta la valle del Po a toccare le pendici delle Prealpi.

Il periodo successivo, il miocenico, fu relativamente un periodo di calma, e le formazioni mioceniche sono addossate all'eocenico, ma è da rimarcare che in alcune località manca il miocene inferiore, ciò che incontestabilmente stabilisce il sollevamento eocenico indicato. Il fatto di cui parliamo si osserva in tutta ia catena Apuana ed altrove.

Il miocene italiano, che ha una distribuzione geografica assai ampia, è costituito da marne arenarie e calcari, da formazioni marine o salmastre che accennano già al ritiro continuo delle acque ed a presenza quindi di bacini chiusi più o meno potenti. Gli strati miocenici acquistano tra noi un valore immenso a cagione dei zolfi, dei gessi, del salgemma, delle ligniti che essi contengono. Così nel miocene superiore delle Romagne e della parte settentrionale delle Marche si hanno notevoli miniere di zolfo e cave di gessi che presentano un'ittiofauna ricchissima. In Sicilia il miocene va essenzialmente a costituire tutta la regione meridionale, in cui si trovano miniere di salgemma e di zolfo in grande abbondanza. Tali ricchezze mioceniche italiane ci danno un prodotto di circa 280,000 tonnellate per i zolfi, e 15,000 di salgemma, effettuando una rendita annua di parecchi milioni di lire.

Terminato così di accennare il miocene, daremo ora un semplice sguardo al pliocene, a quella formazione cioè *subappenninica* di sabbie e di argille, la cui fauna fu con tanta cura studiata dal Brocchi, uno dei fondatori e più illustri della paleontologia italiana. Se il siluriano inferiore è oltremodo importante al geologo per i primi esseri organizzati e definibili che vi si rinvengono, da far seguire lo sviluppo che ebbe in seguito la vita, e che sono collegati quindi con le più ardue questioni biologiche, il pliocene del pari, ultimo nel gruppo terziario, offre una grande importanza per la sua fauna, la quale si trova in stretti rapporti con quella attuale, e serve mirabilmente a comprovare quella successione progressiva di esseri che già prevedevasi nei primordii del regno organico e vegetale.

Se da un canto in alcune regioni plioceniche si accresceva la vita, si modificavano gli esseri vissuti precedentemente, e si formavano già i primi elementi della fauna che oggidì vive nei nostri mari; altre regioni, come nel periodo eocenico, furono teatro di vicissitudini imponenti, chè una serie di vulcani qua e là presentavano una attività senza pari, ultima serie dei quali sono quelli che ancora oggidì si trovano in Italia.

Il teatro pliocenico vulcanico trovavasi all'ovest dell'Appennino, dalla Toscana fino al golfo di Napoli, costituente una serie di gruppi separati, che si studiano in tutta l'accennata regione. Incominciano al nord da Orvieto ad Acquapendente, costituiscono i monti craterici riuniti intorno al lago di Bolsena, il cratere di Vico nei monti Cimini; fra questi e la città di Roma si ha il gruppo dei vulcani Sabatini o di Bracciano. Nella pianura romana, presso il Mediterraneo, sorge poi il gruppo della Tolfa, e quindi alla sinistra del Tevere e non lungi da Roma, il gruppo dei monti Albani.

Per quanto però gli accennati fenomeni vulcanici si

sviluppassero nel pliocene, perdurarono anche nel postpliocene, al quale periodo si riferiscono anzi alcuni dei gruppi della Toscana, quali sono quelli del monte Amiata e di Radicofani. Il gruppo poi di Monte Catini, eziandio della Toscana, appartiene probabilmente ad un periodo più antico dei precedenti, cioè al Miocene medio. Ma a noi basta solo l'accennare che quasi ogni gruppo ha una storia separata, che richiederebbe e spazio e tempo non conformi a questo breve articolo.

Ai centri vulcanici pliocenici della penisola sono contemporanei quelli della regione meridionale, settentrionale e centrale della Sardegna.

Al chiudersi del pliocene, l'Italia era come oggidì, ad eccezione della pianura padana, ancora coperta dal mare a guisa di un ampio e profondo golfo. Ma il sollevamento iniziato al chiudersi dell'eocene, forse con oscillazioni contrarie che consentirono il deposito di terreni pliocenici, fu ancora continuato con minor forza, ed il miocene e pliocene furono portati anche ad altezze considerevoli. La tettonica per altro, come si rileva dalla sezione qui riportata (fig. 1509) non è molto complicata e le ondulazioni degli strati sono regolari, non molto accentuate.

Periodo quaternario. — L'Italia era dunque stabilita, la vita già potentemente sviluppata, e fra non molto doveva diventare il dominio dell'uomo. I fiumi scorrevano impetuosi nei mari seco trascinando tutti quegli elementi che dovevano riempire le lacune ancora esistenti e dare l'ultima mano al quadro già compito. Le Alpi poi erano teatro di ben altri fenomeni a quelli avvenuti nell'èra precedente.

Alla forza produttrice del calore era sottentrata quella del ghiaccio, ed i grandi ghiacciai alpini con le loro morene concorrevano al riempimento del golfo padano, insieme ai detriti asportati dal Po. Si formava in tal maniera tutta la pianura Lombarda e Veneta, e l'Adriatico andava ritirandosi. Si riempiva anche la vallata dell'Arno assai ampia alla sua foce; anche le vallate di altri fiumi secondarii si riempivano e l'Italia era compita, mentre l'uomo vi piantava le sue tende.

Qui termina il còmpito del geologo, ed incomincia quello dello storico a dimostrarci che in breve la natura d'Italia, così fatta, servì a sviluppare velocemente i primi nostri abitatori ed a renderli in pochi secoli i padroni del mondo.

Bibliografia. — Sono citati solo alcuni lavori principali o che possono maggiormente interessare, e le opere consultate per l'articolo superiormente stampato. Per chi desidera ulteriori notizie bibliografiche, riguardanti specialmente la Geologia d'Italia, rimandiamo alla *Bibliographie géologique et paléontologique de l'Italie*, pubblicata durante il Congresso geologico internazionale di Bologna 1881.

Achiardi (D') A., *Corollarii fossili del terreno nummulitico delle Alpi Venete*, Mem. d. Soc. Ital. d. Sc. Nat., Milano 1866, 1868; *Coralli giurassici dell'Italia settentrionale*, Atti d. Soc. Tosc. d. Sc. Nat., vol. IV, Pisa 1880; *Sul gabbro rosso e rocce diasprine che vi si connettono*, Soc. Tosc. d. Sc. Nat., 6 maggio 1880; Achiardi (D') A. e Funaro A., *Il gabbro rosso*, Soc. Tosc. d. Sc. Nat., 7 maggio 1882. — Archiac (D') A., *Histoire des progrès de la géologie de* 1834 *à* 1852, vol. I-VIII, Paris 1847-1860. — Bêche (De la) T., *Géologie des environs et de la côte de Nice jusqu'à Vintimille*, Londres 1828; *Geological Manual*, third ed. London 1833. — *Bibliographie géologique et paléontologique de l'Italie, par les soins du Comité d'organisation du* 2me *Congrès géol. int. à Bologne*, 1881 (I lavori ivi registrati ammontano a 6566). — *Bollettino della Società geologica italiana*, vol. I-II, 1882-1883, Roma, tip. Salviucci. — Breislak Sc., *Traité sur la structure extérieure du globe ou institutions géologiques*, vol. I-II, Milan 1822. — Brocchi G. B., *Conchiologia fossile subappennina con osservazioni geologiche sugli Appennini e sul suolo adjacente*, in-4°, vol. I-II, tav. I-XVI, Milano 1814, 2ª ediz. in-16°, vol. I-II, tav. I-XVI, Milano 1855. — Buckland W., *Geology and Mineralogy*, vol. I-II, London 1836. — Busatti L., *Lignite di Magliano*, Soc. Tosc. d. Sc. Nat., 14 marzo 1880; *Notizie sulle rocce dei dintorni di Scansano in provincia di Grosseto*, Soc. Tosc. d. Sc. Nat., 8 gennajo 1882. — Busatti L. e Forsyth Major, *Di una breccia ossifera sul Monte Argentario*, Soc. Tosc. d. Sc. Nat., 13 novembre 1881. — Canavari M., *I Brachiopodi degli Strati a* Terebratula Aspasia *Mgh. nell'Appennino centrale*, Atti d. R. Acc. d. Lincei, vol. VIII, Roma 1880; *Beiträge zur Fauna des unteren Lias von Spezia*, Palæontographica, Cassel 1882. — Capellini G., *Studii stratigrafici e paleontologici sull'*infralias *delle montagne della Spezia*, Mem. dell'Acc. d. Sc. dell'Ist. di Bologna, serie 2ª, t. I, Bologna 1862; *Fossili infraliassici dei dintorni del golfo della Spezia*, Mem. dell'Acc. d. Sc. dell'Ist. di Bologna, serie 2ª, t. VI, Bologna 1866; *Sui terreni terziarii di una parte del versante settentrionale dell'Appennino. Appunti per la geologia della provincia di Bologna.* Mem. d. Acc. d. Sc. d. Ist. di Bologna. serie 3ª, tom. VI, Bologna 1876; *Nuova carta geologica dei dintorni del golfo della Spezia, a curve orizzontali e nella scala di* 1:50000, Roma 1881. — Catullo T. A., *Saggio di zoologia fossile delle provincie Venete*, Padova 1827. — Chaubard L. A. *Éléments de géologie*, Paris 1838. — Cocchi I., *Description des roches ignées et sédimentaires de la Toscane*, Bull. Soc. géol. de France, 2e sér., t. XIII, Paris 1856; *Sulla geologia dell'Italia centrale*, Estratto di alc. lez. orali date in Firenze, Firenze 1864. — Collegno (Di) G. P, *Carta geologica d'Italia*, 1846; *Elementi di geologia pratica e teorica, destinati principalmente ad agevolare lo studio del suolo d'Italia*, Torino 1847. — Comitato (R.) geologico d'Italia, *Bollettino.* La prima serie di 10 volumi incomincia coll'anno 1870, la seconda col 1880; *Memorie per servire alla descrizione della Carta geologica d'Italia*, vol. I-III, 1871-1876; *Carta geologica d'Italia alla scala di* 1:1,000,000, Roma 1881. — Contejean Ch., *Éléments de géologie et paléontologie*, Paris 1874. — Coquand H., *Histoire des terrains stratifiés de l'Italie centrale se référant aux périodes primaire, paléozoïque, triassique, rhétienne et jurassique*, Bull. d. l. Soc. géol. d. France, ser. 3ª, t. III, IV, 1874-75. — Cortese E., *Brevi cenni sulla geologia della parte N. E. della Sicilia*, Boll. del R. Com. geol., vol. XIII, Roma 1882. — Cossa A., *Ricerche chimiche e microscopiche su roccie e minerali d'Italia*, Torino 1881. — Cospi F., *Inventario semplice di tutte le materie esattamente descritte, che si trovano nel museo Cospiano, non solo notate nel libro già stampato e composto dal dott. Lorenzo Legati, ma ancora le aggiuntevi in copia dopo la Fabrica*, Bologna 1680. — Costa O. G., *Intorno alle scoperte paleontologiche fatte nel Regno di Napoli durante gli anni* 1854-55, 1857-1858, Napoli 1856, 1858. — Credner H., *Elemente der Geologie*, Leipzig 1876. — Curioni G., *Geologia applicata della provincia Lombarda*, vol. I-II, Milano 1877. — Dana J., *Manual of Geology*, Philadelphia 1863. — Desor E., *Synopsis des Echinides fossiles, in-8°, avec* 43 *planches*, Paris 1858. — Figuier L., *La terre avant le*

Déluge, Paris 1864. — Fortis A., *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle et principalement à l'oryctographie de l'Italie et des pays adjacens*, vol. I-II, Paris 1802. — Fracastoro, *Musæum Calceolari*, pag. 1-407, 1517. — Gastaldi B., *Frammenti di geologia del Piemonte*, Mem. d. R. Acc. d. Sc. d. Torino, serie 2ª, Torino 1863. — Geikie A., *Geologia*, Manuali Hoepli, Milano 1877; *Text Book of Geology*, London 1882. — Gemmellaro G. G., *Sopra alcune faune giuresi e liassiche della Sicilia*, Palermo 1872-81. — Halloy (D') d'Omalius I. J., *Abrégé de géologie*, Paris 1853. — Hauer (Von) F., *Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Oesterr. — Ung. Monarchie*, Wien 1875. — Heim A., *Mechanismus der Gebirgsbildung*, vol. I-II, Basel 1878. — Hébert E., *Notions générales de Géologie*, Paris 1884. — Hoffmann F., *Beschreibung der Reise durch Italien und Sicilien*, Bonn 1839. — Humboldt A., *Cosmos*, Paris 1847-1859. — Huot J., *Nouveau cours élémentaire de Géologie*, vol. I-II, Paris 1837. — Lapparent (De) A., *Traité de Géologie*, Paris 1883. — Lasaulx (V.) A., *Elemente der Petrographie*, Bonn 1875. — Leonhard (De) K. C., *Géologie des gens du monde*. Traduit de l'allemand, vol. I-II, Paris 1840. — Lotti B. e Zaccagna D., *Sezione geologica attraverso la regione centrale apuana*, Boll. del R. Com. geol., vol. XII, Roma 1881. — Lotti B., *La carta geologica dell'Isola d'Elba*, Soc. Tos. d. Sc. Nat., Pisa 1883. — Lyell Ch., *Manual of elementary Geology*, London 1855; *Elements of Geology*, London 1865; *Principles of Geology*, vol. I-II, London 1867. — Magenta C., *L'industria dei marmi di Carrara, Massa e Serravezza*, Politecnico, vol. XXV, Milano 1865; *L'industria dei marmi Apuani*, Firenze 1871; *Delle condizioni presenti dell'industria dei marmi in Italia e della rispettiva legislazione*, Roma 1872. — Major F. J. C., *Die Tyrrhenis. Studien über geographische Verbreitung von Thieren und Pflanzen im westlichen Mittelmeergebiet*, Kosmos 1883. — Mohr Fr., *Geschichte der Erde. Eine Geologie auf neuer Grundlage*, Bonn 1866. — Malfatti G., *Bibliografia degli insetti fossili italiani finora conosciuti*, Atti d. Soc. ital. d. Sc. Nat., vol. XXIV, Milano 1881. — Manzoni A., *Geologia della provincia di Bologna*, Ann. d. Soc. d. Sc. Nat. di Modena, ann. XIV, Modena 1880. — Marmora (Della) A., *Mémoire géologique sur l'île de Sardaigne, suivie d'une note de M. Cordier sur les roches de Sardaigne*, Mém. d. Mus. d'Hist., vol. XI, Paris 1824. — Massalongo A., *Sulle piante fossili dei terreni terziarii del Vicentino*, Padova 1831. — Meneghini G., *Paléontologie de l'île de Sardaigne*, Turin 1857; *Monographie des fossiles appartenants aux calcaires rouge ammonitique de Lombardie et de l'Apennin central*, Stoppani, Pal. lomb., Milan 1863-80. — Mercati M., *Metallotheca Vaticana*, Romæ 1717. — Mojsisovics (Von) E., *Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien. Beiträge zur Bildungsgeschichte der Alpen*, Wien 1878-79; *Die Cephalopodenfauna der mediterranen Triasprovinz*, Wien 1882. — Monti G., *De monumento diluviano nuper in agro bononiensi detecto*, Bononiæ 1719. — Murchison R. I., *Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Appennini e dei Carpazi*. Traduzione dall'inglese ed appendice sulla Toscana dei prof. P. Savi e G. Meneghini, Firenze 1851. — Negri G., *V. Stoppani*. — Noguès A. F., *Géologie appliquée*. Traité d'histoire naturelle appliquée, Paris 1870. — Omboni G., *Geologia d'Italia*, Milano 1859; *Come si è fatta l'Italia*. Saggio di geologia popolare 1876; *Le nostre Alpi e la pianura del Po*, Milano 1879. — Orsini A., *V. Spada Lavini A.* — Orbigny (D') A., *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle*, in-16°, 3 vol. en 4 parties, Paris 1850-51. — Pantanelli D., *I diaspri della Toscana e i loro fossili*. Mem. d. R. Acc. d. Lincei, vol. VI, Roma 1880; *Su alcune rocce della Montagnola Senese*, Soc. Tosc. d. Sc. Nat. 13 marzo, Pisa 1881. — Pareto L., *Notes sur les Alpes de la Ligurie, voisinage du col de Tende*, Bull. d. l. Soc. géol. d. France, t. III, Paris 1832-33. — Parona C. F., *Il calcare liassico di Gozzano e i suoi fossili*, Mem. R. Acc. dei Lincei, Roma 1880. — Pilla L., *Saggio comparativo dei terreni che compongono il suolo d'Italia*, Pisa 1845; *Trattato di geologia*, vol. I-II, Pisa 1847. — Ragazzoni G., *Profilo geognostico del pendio meridionale delle Prealpi lombarde*, Comm. d. Aten. di Brescia. Brescia 1875. — Roth J., *Allgemeine und chemische Geologie*, vol. I-II, Berlin 1883. — Savi P., *Sulla costituzione geologica dei monti Pisani*, Pisa 1846; *Sulla costituzione geologica delle ellissoidi della catena metallifera ed in particolare di quella delle Alpi Apuane*, Nuovo Cimento, vol. XVIII, Pisa 1864. — Savi P. e Meneghini G., *Considerazioni sulla geologia della Toscana*, Firenze 1851. — Scarabelli G., *Geologia della provincia di Forlì, ossia descrizione della carta geologica del versante settentrionale dell'Appennino fra il Montone e la Foglia*, Forlì 1880. — Scacchi A., *Lezioni di geologia*, Napoli 1843. — Seguenza G., *Studi geologici e paleontologici sul cretaceo medio dell'Italia meridionale*, R. Acc. dei Lincei, Roma 1882; *Paleontologia Malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina*, Mem. Soc. ital. di Sc. Nat., Milano 1865. — Sismonda A., *Sunto di una memoria sulle rocce antracifere delle Alpi*, Atti d. R. Acc. d. Sc. d. Torino, vol. II, Torino 1866-67. — Spada Lavini A. e Orsini A., *Quelques observations géologiques sur les Apennins de l'Italie centrale*, Bull. d. l. Soc. géol. de France, 2e sér., t. XII, Paris 1855. — Stefani (De) C., *Quadro comprensivo dei terreni che comprendono l'Appennino settentrionale*, Att. Soc. Tosc. d. Sc. Nat. Memorie, vol. V, Pisa 1881; *Studi microlitologici pel Paleozoico e pel Trias delle Alpi Apuane*, Soc. Tosc. d. Sc. Nat., 13 marzo, Pisa 1881. — Stoppani A., *Les pétrifications d'Esino, ou description des fossiles appartenants au dépôt supérieur des environs de Esino en Lombardie*, Pal. lomb. 1e sér., Milan 1858-60; *Géologie et paléontologie des couches à Avicula contorta en Lombardie*, Milan 1865; *L'êra neozoica in Italia*. Estratto dall'opera: « *La geologia d'Italia per A. Stoppani e G. Negri* », Milano 1878; *Note ad un corso annuale di geologia*, vol. I-III, Milano 1870; *Corso di geologia*, vol. I-III, Milano 1871-73. — Stoppani e Negri, *Geologia d'Italia*. Descrizione dei terreni componenti il suolo d'Italia, Milano 1874. — Suess E., *Das Antlitz der Erde*, Prag 1883. — Taramelli T., *Geologia delle provincie venete con carte geologiche e profili*, R. Acc. dei Lincei, Roma 1882. — Tommasi A., *Il Trias inferiore delle nostre Alpi e i suoi giacimenti metalliferi. Il Pizzo dei Tre Signori*, Milano 1882. — Van Rensselaer J., *Lectures of Geology*, New York 1825. — Vogt C., *Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde*, 4te Auflage, Braunschweig 1879. — Zaccagna D., *Vedi* Lotti B. — Zigno (De) A., *Introduzione allo studio della geologia*, Padova 1843. — Zirkel F., *Lehrbuch der Petrographie*, Bonn 1876. — Zittel K. A., *Geologische Beobachtungen aus den Central-Appenninen*, Geognostische palæontologische Beiträge v. Benecke, München 1879.

L. Busatti.

GESSO. — Franc. *Plâtre.* Ingl. *Gypsum.* Ted. *Gyps.* Spagn. *Yeso.*

I. — Cenno storico.

La conoscenza e l'uso del gesso risale certamente ad antichità molto remota.

I Greci dettero al gesso varii nomi. Difatto mentre Teofrasto parla del γυψος, da Agricola si rileva che questa sostanza « *e Grecis quidam* σελενιτης *appellant* » (*De nat. foss.*, l. 5), il qual nome significa pietra di luna. Analogamente poi Dioscoride scrive: « *selenites aliqui* ἀφροσελήνιον *appellarunt* » (l. 5, c. CXVI), il qual nome formato da σελήνη luna e ἀφρος spuma, mostra, insieme col precedente, come dall'analogia col candore della luna fosse tolto il nome di questa pietra, analogia che Dioscoride spiega scrivendo: « *quoniam noctu invenitur lunæ imaginem reddere, quæ cum ea quidem augetur et decrescerit* ». Galieno infine dà al gesso l'appellativo di διαφανης λιθος, il che dà ragione dell'impressione che dovettero produrre i grossi e bei cristalli speculari che abbondantemente furono trovati anche alla superficie allorchè furono primamente riconosciuti i giacimenti gessosi.

L'impiego del gesso fu comune presso i Greci, come è dato rilevare dal *Trattato delle pietre* di Teofrasto, il quale scriveva circa 300 anni prima dell'èra volgare.

Egli ci dice che il gesso viene escavato soprattutto nell'isola di Cipro, ma anche nella Fenicia, nella Siria, nella Turia e nell'Italia. Accenna agli usi che se ne faceva come malta per costruire muri, per coprirli di intonaco, per fare ornati, imagini, ecc. Tratta della sua cottura e del modo di preparare la malta, al qual proposito osserva che la monipolazione deve farsi con un istrumento di legno e non colla mano, a causa del calore che si sviluppa. Non trascura infine di notare le principali proprietà del gesso.

I Romani chiamarono il gesso coi nomi direttamente provenienti dal greco, come *Selenites* e *Gypsum*, nel quale ultimo vedesi la ψ del greco γυψον trasformata in *ps*.

Plinio poi dà a questa pietra anche il nome di *Lapis specularis*, che richiama alla mente la διαφανης λιθος di Galieno.

I Romani fecero larghissimo uso del gesso in tutte le sue applicazioni. Plinio il giovane, il quale scriveva nella seconda metà del primo secolo, ne parla diffusamente nella sua *Historia Naturalis*, ove però la maggior parte delle notizie relative a questa sostanza sono prese direttamente da Teofrasto che scriveva circa 400 anni prima di lui. È da osservare inoltre che l'interpretazione data da Plinio alle frasi di Teofrasto non è sempre esatta, come puossi constatare col sussidio di eruditi commentatori, quali Hill, De Laet e Soumaise.

Comincia Plinio dal dirci che « *cognata calci res est gypsum* » (*H. N.*, 36, 24) e qui allude alla analogia che esiste fra le applicazioni del gesso e quelle della calce. Spiega quindi che il gesso è di varia natura, trovandosi sotto forma di pietra e scavandosi anche di fra la terra: « *plura ejus genera, nam et e lapide coquitur et e terra foditur* » (ib.).

Specificando poi la natura della pietra dice: « *qui coquitur lapis non dissimili alabastritæ esse debet aut marmoroso* » (ib.), spiegando così che il gesso non deve essere di natura dissimile alla alabastrite ed al marmo. Ora l'alabastrite conosciuta dagli antichi, così rinomata pei vasi unguentarii di cui Plinio scrive: « *cavant ad vasa unguentaria quoniam optime servare incorrupta dicitur* » (*H. N.*, 36, 8), non era altro che l'alabastrite marmorea o marmo onice il quale è un carbonato calcareo. Aggiungendo a questo l'altro fatto che Plinio dice dover essere il gesso simile al marmo, è giocoforza conchiudere che in allora si confondesse la natura dell'uno con quella dell'altro.

Eppure tale confusione non apparisce dal testo di Teofrasto, ove dice soltanto che il gesso è simile all'alabastro, il che è vero.

La ragione di tale confusione risiede probabilmente nel fatto che l'alabastro tipico ossia solfato di calce trovasi sovente in masse zonate e concrezionate a varii colori, nella stessa maniera che il marmo onice, dimodochè non badando alla durezza, così differente fra queste due pietre, facilmente potrebbero confondersi. E che non si ponesse mente alla durezza del gesso lo prova l'altro passo di Plinio ove dice: « *in Syria durissimos ad id eligunt, coquuntque fimo bubulo ut celerius uratur* » (*H. N.*, 36, 24). Ove mentre l'appellativo di durissimo sta in contraddizione colla mollezza del gesso, d'altra parte poi il fatto che tal pietra si cuoce col letame bovino, col quale certamente non si cuocerebbe la pietra calcarea, mostra che la sostanza si calcina facilmente, come appunto è il caso del gesso.

Ma più sotto il nostro autore ci dà contezza della vera natura del gesso dicendo: « *omnium autem optimus fieri compertum est e lapide speculari squamamve talem habente* » (ib.), ove spiega chiaramente che il miglior gesso è quello il quale si ottiene dalla pietra speculare (specchio d'asino) costituita a lamelle, come appunto è la vera e propria selenite, di cui dice altrove: « *specularis vero faciliore multo natura finditur in quamlibet tenuas crustas* » (*H. N.*, 36, 22).

Sull'uso del gesso Plinio c'insegna che « *gypso madido statum utendum est, quoniam celerrime coit ac siccatur* » (ib.) e quindi lo si deve impiegare allorchè è molle, perchè subitamente si rassoda e secca. Scrive inoltre: « *tamen rursum tundi et in farinam resolvi patitur* » (ib.), le quali parole se giovano a far sapere che il gesso dopo impiegato può esser ridotto nuovamente in farina, indicano altresì che esso non presenta grande resistenza.

Circa le applicazioni del gesso troviamo in Plinio varie citazioni. Principalmente fu impiegato nei lavori edilizi « *usus gypsi in albariis, sigillis et coronis gratissimus* » (ib.) cioè per gli stucchi di cui i Romani fecero larghissimo uso, pei rilievi ornamentali e per il coronamento degli edifici. A proposito del quale coronamento giova ricordare che in principio servì soltanto per raccogliere e smaltire le acque della tettoja e poscia provvide anche all'adornamento e compì l'eleganza del fabbricato. È probabile che negli stucchi il gesso non fosse impiegato solo, poichè sembra vi fosse mischiata della polvere di marmo.

Se a Dibutade di Corinto devesi l'invenzione dell'arte della plastica « *figulus primus invenit* » (*H. N.*, 35, 12), fu però Lisistrato Sicionio che per il primo volendo rappresentare una testa, colò del gesso sopra una faccia umana e ne ottenne la forma, in cui poi infondendo della cera riprodusse l'originale « *hominis autem imaginem gypso e facie ipsa primus omnium expressit ceraque in ea formam gypsi infusa emendare instituit* » (ib.).

D'allora in poi l'arte del modellare le statue e gli ornati in creta, prima di eseguirli in marmo, prese grande sviluppo « *crevitque res in tantum ut nulla signa statuæve sine argilla fierunt* » (ib.). E Prassitele niente mai scolpì senza prima modellarlo con terra.

La riproduzione di oggetti e statue col gesso fu pure largamente in uso. Arcesilao volendo fare una patera per Ottavio cavaliere romano, ne fece prima il modello di gesso per il prezzo di un talento « *exemplar a gypso factum talento* » (ib.), e Junevale poi ci fa sapere che

« *imaginibus Chrisippi aliorumque philosophorum e gypso expressis* ».

L'ingessamento del vino fu estesamente praticato in antico soprattutto per mitigarne l'asprezza: « *Africa gypso mitigat asperitatem* » (*H. N.*, 14, 29). Era poi molto stimato il gesso per suggellare le anfore ove si metteva il vino in serbo « *gypsato operculo* ».

Molte frutta pregiate, e specialmente le mele, le pere e le sorbe erano conservate lungamente, sottraendole al contatto dell'aria col rivestirle di gesso o di cera. « *Mala generosissima crustare gypso vel cera* » (*H. N.*, 15, 17).

Il gesso fu pure usato per digrassare e nettare le stoffe in luogo della *cimolia* o *creta fullonia* (*terre à foulons* dei Francesi), giacchè Plinio ci dice che « *Grecia pro cimolia tymphaico utitur gypso* » (*H. N.*, 35, 17), la quale costumanza di digrassare gli abiti e le stoffe era comunissima.

Si usò il gesso dalle donne romane in guisa di belletto per la faccia e per le mani, ed agli schiavi che si conducevano al mercato si ingessavano i piedi probabilmente per ornamento « *pedes gypsatos* ».

Al gesso si attribuirono falsamente delle importanti ed estese applicazioni terapeutiche, le quali non sempre sortivano l'effetto desiderato, giacchè, ad esempio, Plinio ci fa sapere che Cajo Proculeo famigliare di Augusto, avendo grandissimo dolore di stomaco, bevendo il gesso morì. « *C. Proculejum in maximo stomachi dolore, gypso poto, conscivisse sibi mortem* » (*H. N.*, 36, 24).

Fino dai tempi dei Romani infine il gesso fu impiegato estesamente per le falsificazioni di vario genere; e Plinio cita l'adulterazione del vino fatta colla calce e col gesso e riflette che questa debba impressionare anche gli uomini più robusti. « *Marmore enim, et gypso aut calce condita* (*vina*), *quis non etiam validus expaverit?* » (*H. N.*, 23, 1).

Anche gli Etruschi scavarono il gesso e l'impiegarono a varii usi. Citerò fra gli altri la escavazione del gesso e dell'alabastro nei pressi di Volterra ed a Castellina Marittima onde farne le urne cinerarie, di cui ammirasi oggi splendida collezione nel Museo Guarnacci di Volterra.

Dopo aver dato un breve cenno della conoscenza meravigliosamente completa che gli antichi ebbero del gesso, passiamo ora ad occuparcene dal punto di vista della conoscenza che ne abbiamo noi nello stato attuale delle scienze e delle industrie.

II. — Natura e giacimento del gesso.

Il gesso, quale si trova in natura, conosciuto anche coi nomi di *Selenite*, *Calce solfata*, *Specchio d'asino*, *Pietra speculare*, *Scagliola*, ecc., è costituito da un solfato di calce idrato corrispondente alla formula $CaO, So^3 + 2H^2O$.

La sua composizione chimica è data dalle quattro analisi che seguono:

	I.	II.	III.	IV.
CaO	32.56	32.60	32.90	32.91
SO^3	46.51	46.50	46.30	46.31
H^2O	20.93	20.90	20.80	20.78
	100.00	100.00	100.00	100.00

dalle quali è tratta la formula surriferita.

Il peso specifico varia da 2.314 a 2.328. La durezza oscilla fra 1.5 a 2 e forma il secondo termine della scala delle durezze di Mohs, dimodochè è facilmente inciso coll'unghia. Incoloro se puro, talvolta però assume colorazioni accidentali per l'intromissione di materie estranee. Così la presenza degli ossidi di ferro finamente disseminati colorano il gesso in rosso o in giallo, il bitume lo colora in nero e le particelle di argilla inducono sovente nei cristalli eleganti nebulosità. La polvere però è sempre bianca. I cristalli puri sono perfettamente trasparenti e limpidissimi, come ad esempio quelli di Castellina Marittima, le varietà saccaroidi e fibrose sono traslucide, quelle granulari e compatte sono opache. I cristalli hanno lucentezza vitrea sopra alcune faccie, perlacea sopra altre: le masse fibrose l'hanno sericea.

Cristallizza il gesso nel sistema monoclino, e la forma primitiva è il prisma romboidale obliquo simmetrico rappresentato dalla fig. 1510, per la quale il rapporto degli assi è il seguente:

$$a : b : c = 1 : 1.450967 : 0.603061$$

i simboli delle faccie principali sono:

Levy	Miller
M	110
P	001
g'	101
i	111

e le principali incidenze sono:

$$M \wedge M = 111°.30'$$
$$M \wedge P = 109°.46'$$
$$M \wedge g' = 124°.15'$$
$$M \wedge i = 130°.51'$$
$$i \wedge i = 143°.34'$$

I cristalli del tipo della fig. 1510 non sono rari, ma comunissima è la geminazione fatta secondo l'asse del prisma e che conduce alla forma così detta a *ferro di lancia*, di cui la fig. 1511 spiega il modo di origine. Spessissimo poi le faccie del tipo i, i', i'' e i''' si riducono curvilinee, spariscono le faccie del prisma primitivo ed i cristalli prendono la forma lenticolare conservando sempre la geminazione a ferro di lancia, come vedesi nelle fig. 1512, 1513, 1514, 1515.

I cristalli di gesso possiedono tre piani di clivaggio o sfaldature distinte. La principale, cioè quella che si ottiene più facilmente è parallela al pinacoide g'. È così facile ad ottenersi che un cristallo può essere diviso secondo questo piano in lamine finissime. In generale è visibilissima in ogni cristallo o aggregato cristallino. La seconda è parallela al pinacoide h' e si ottiene meno agevolmente della precedente. La terza infine è normale alla prima ed obliqua alla seconda. Le linee punteggiate tracciate sulla fig. 1515 seguono le direzioni dei due ultimi piani di clivaggio.

Le proprietà ottiche della selenite sono le seguenti. Birefrangente, positiva, biasse; l'angolo dei due assi ottici, alla temperatura ordinaria è di 61°.24 ed il loro piano è parallelo alla faccia g'. Per l'indice di refrazione si ha un massimo di 1.5297 ed un minimo di 1.5205.

Scaldando il gesso naturale al di là di 120° esso perde l'acqua di cristallizzazione e cade in polvere bianca che è solfato di calce anidro. Se la temperatura non ha oltrepassato i 160°, la sostanza conserva la proprietà di riassorbire l'acqua, facendo presa, ed è su questo fenomeno che si fondano le importanti applicazioni del gesso. Scaldata al di là di 160°, la sostanza prende un altro assetto e non assorbe più l'acqua, divenendo allora simile al minerale detto *anidrite*, che è un solfato di calce anidro.

Il gesso si scioglie nell'acqua nella proporzione del $2\,^1/_2$ per 1000, dando luogo alle acque selenitose, tanto dannose a beversi e non atte alla cottura dei legumi ed alla lavatura col sapone.

La selenite presenta in natura un gran numero di varietà, di cui citerò le principali. Comunemente la si trova *lamellare* in grandi masse e strati costituiti da

un aggregato cristallino a larghe faccie confusamente intrecciate. *Compatta* e *granulare* si presenta spesso nei giacimenti di Parigi. *Saccaroide* a grana più o meno fine e finissima come negli alabastri. *Fibrosa* nella varietà detta *sericolite*, cui il nome viene dalla lucentezza sericea. *Botritica* in quelle masse a cavol-fiore così comuni nel territorio di Volterra. *Pseudomorfica* infine di varii minerali e fossili, di cui splendidi esemplari furono trovati a Montmartre.

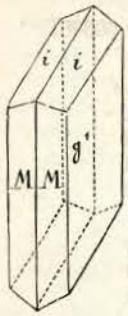


Fig. 1510.

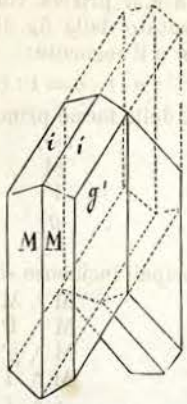


Fig. 1511.

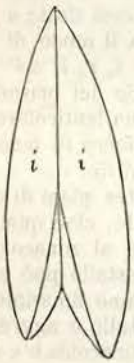


Fig. 1512.

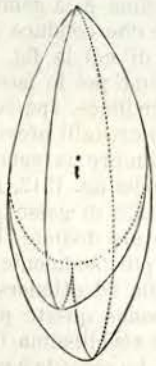


Fig. 1513.



Fig. 1514

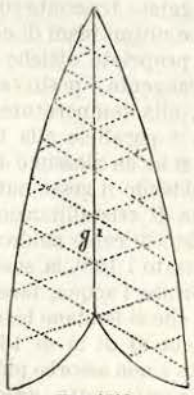


Fig. 1515.

Non sempre puro è il gesso in natura, che anzi all'infuori dei cristalli, di cui trovasi piccola quantità, i considerabili giacimenti che se ne hanno, ritengono tutti delle materie estranee. Ben noti sono i gessi *siliciferi*, quelli *magnesiaci*, quelli *argillosi* e soprattutto quelli *calcarei*, i quali sono i più utili per le applicazioni di questa sostanza.

L'*alabastro* è una varietà di gesso di cui non è qui il luogo di tenere parola, essendo stato discorso di esso all'articolo *Alabastro*, ed all'articolo *Cave* di questa stessa *Enciclopedia*. Rinvio quindi a detti articoli per le notizie sulla natura, sul giacimento e sulle applicazioni di questa roccia ornamentale.

Per analogia col gesso, occorre dare un cenno dell'*anidrite*, sulla quale dovremo ritornare più tardi.

L'*Anidrite*, detta anche *Karstenite* e *Muriacite*, è un solfato anidro di calce, la cui composizione è la seguente:

	I.	II.
CaO	41.20	41.18
SO^3.	58.80	58.82
	100.00	100 00

Il peso specifico varia da 2.90 a 2.98. La durezza oscilla fra 3 e 3.5. Di colore bianco se pura, si presenta talvolta colorata in rosso, roseo, celeste, grigio, ecc., e la polvere è grigio-chiara. La lucentezza è vitrea.

Cristallizza nel sistema ortorombico, ma si presenta raramente in cristalli prismatici.

La varietà più importante di questo minerale è quella saccaroide, la quale forma masse e giacimenti che somigliano al marmo. Rinomata fra noi è la *Volpinite*, così chiamata dal paese di Volpino ove sono aperte le cave di questa pietra, e detta anche *Bardiglio di Bergamo* a causa del trovarsi presso a questa città e dell'aver poi l'aspetto del bardiglio, cioè dire colorazione analoga.

La Volpinite viene scavata attivamente ed adoperata come pietra di ornamento.

Il gesso è sparso in larghissima copia in natura ed a ciò si deve in gran parte l'estensione delle sue applicazioni.

Il *giacimento del gesso* appartiene a varie epoche geologiche, ma i terreni classici per la formazione del gesso sono i triassici ed i terziarii, e dopo questi trovasi anche nel permiano e nel carbonifero. Ho riunito nel quadro seguente la classificazione cronologica del giacimento del gesso nell'Europa centrale e specialmente nell'Italia.

I. Miocene superiore.

Strati a Congeria.

Formazione gessososolfifera dell'Emilia, Romagna, Calabria e Sicilia.

Gessi con sferoidi alabastrini di Castellina Marittima.

Alabastri variicolori di Volterra.

Formazione gessosa della Limagna (Francia).

II. Eocene.

Eocene superiore.

Piano del gesso (*Etage du gypse*) del bacino di Parigi.

Eocene inferiore.

Piano dell'argilla plastica del bacino di Londra.

III. Cretaceo.

Daniano-Garumiano.

Formazione gessosa delle Corbiere (Pirenei).

IV. Giurassico.

Oolite-Purbeck.

Formazione gessosa di Pontarlier (Giura).

V. Trias.

Keuper o Marne iridate (*Marnes irisées*).

Formazione gessoso salina di Lorena (Vosgi) e Würtenberg.

Formazione gessosa di Lombardia (Lovere, Nioballo).

Muschelkalk o *Calcare conchigliaceo.*

Formazione gessosa di Lombardia (Volpino, Pisogne), Lorena e Turingia.

Grès bigarré o *Arenaria variegata - Buntersandstein.*
Formazione gessoso-salina di Stassfurt, Anhalt, Schöneleck.

VI. Permiano.

Morgenschiefer.
Formazione gessosa di Turingia.
Grès rosso.
Formazione gessosa di Turingia.

VII. Carbonifero.

Formazione gessosa di Lombardia (Premadio).

Darò qui un cenno di questi varii giacimenti, cominciando dai più antichi e venendo ai moderni.

Carbonifero. — Il Curioni riferendo al carbonifero la vasta formazione delle quarziti, delle dolomie nere e delle arenarie schistose della Valtellina, include naturalmente in quest'epoca geologica la formazione gessosa subordinata alle dolomie nere suddette.

Presso Bormio, Premadio ad Uzza nella Valle del Frodolfo e nella Valle del Branlio si presenta il gesso in banchi, talvolta di considerevole potenza, come per esempio ad Uzza, intercalati nelle dolomie nere. Queste sovrastano a delle quarziti micacee e argillose, e sono ricoperte alla loro volta da arenarie silicee schistose.

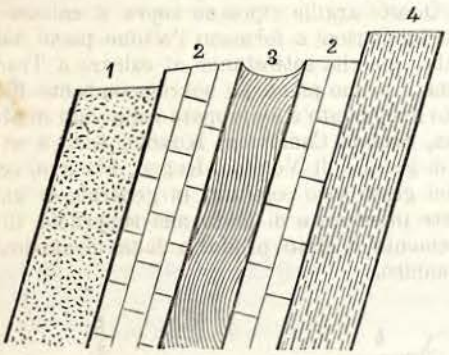


Fig 1516.

1. Arenaria silicea. — 2. Dolomia nera. — 3. Gesso. 4. Quarzite micacea e argillosa.

La fig. 1516 rappresenta una sezione ideale della formazione presa presso Premadio, ove gli strati sono molto rialzati fin quasi alla verticale.

Permiano. — Il piano inferiore del permiano, detto *Grès rosso* o *Rothliegendes*, è costituito nel Mansfeld in Turingia da grès sabbie e puddinghe, con marne rosse e gesso.

Il piano superiore del permiano chiamato *Morgenschiefer* ed anche *Dyas*, è rappresentato nel Mansfeld da un insieme di schisti, calcare dolomitico marmoreo e da marne, cui sono subordinate delle lenti di gesso.

Trias. — Lo esamineremo nei varii piani in cui si distingue, e che sono così classici per le giaciture del gesso e del sale.

Arenaria variegata (*Grès bigarré* dei Francesi e *Buntersandstein* dei Tedeschi). I giacimenti saliferi e gessosi della Prussia presentano uno sviluppo considerevole in questo piano inferiore dell'epoca triassica.

Stassfurt e Schönebeck occupano la parte centrale del bacino triassico e permiano compreso fra l'Harz e Magdeburgo (fig. 1517). Questo bacino ha il suo asse diretto N. E. ed è limitato: al nord dalla linea di sollevamento delle Grauwacke di Magdeburgo, a sud-ovest

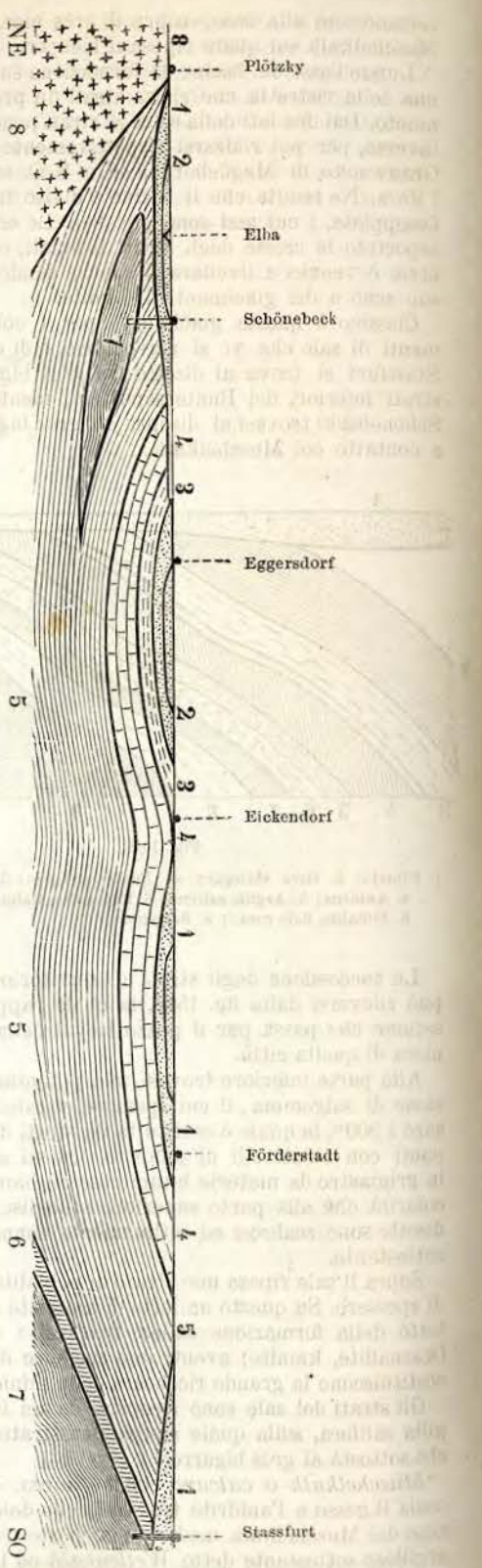


Fig. 1517.

1. Diluvio. — 2. Lignite. — 3. Keuper. — 4. Muschelkalk. — 5. Grès variegato. — 6. Anidrite. — 7. Salgemma. — 8. Grauwacke.

dal sollevamento delle Grauwacke dell'Harz, a sud-est dal sollevamento dei Rotliegende e Zechstein fra Ober e Wohlsdorf e dalle Grauwacke di Paschleben, a nord-ovest infine è completamente aperto. Il bacino così delimitato ha la forma di un fondo di battello ripieno dalle formazioni successivamente sovrapposte di Bun-

tersandstein alla base, sopra il grès bigarré, quindi il Muschelkalk sul quale riposa il Keuper.

Lungo l'asse del bacino, la formazione suddetta forma una sella ristretta che rialza strati fin presso l'affioramento. Dai due lati della sella gli strati pendono in senso inverso, per poi rialzarsi rispettivamente a N. E. sulle Grauwacke di Magdeburgo, ed a S. O. su quelle dell'Harz. Ne risulta che il bacino è diviso in due zattere accoppiate, i cui assi sono paralleli. Le erosioni hanno asportato le creste degli strati inclinati, e quindi il diluvio è venuto a livellare il suolo, dando ricetto nel suo seno a dei giacimenti di lignite.

Classico è questo giacimento per i colossali giacimenti di sale che vi si rinvengono, e di cui quello di Stassfurt si trova al disotto del grès bigarré e negli strati inferiori del Buntersandstein, mentre quello di Schönebeck trovasi al disopra del grès bigarré e quasi a contatto col Muschelkalk.

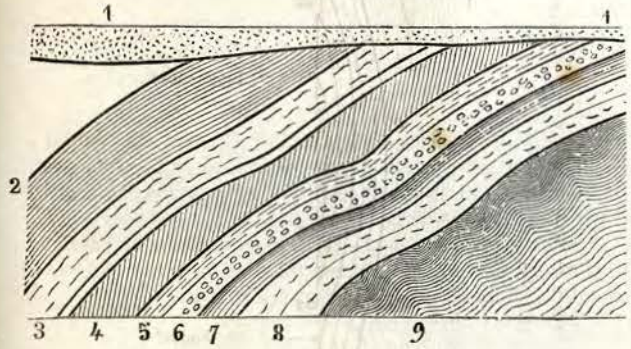


Fig. 1518.

1. Diluvio; 2. Grès variegato. — *Buntersandstein*: 3. Argilla rossa; 4. Anidrite; 5. Argilla salifera; 6 Karnallite, Kainite; 7. Kieserite. 8. Polialite, Sale rosso; 9. Salgemma.

La successione degli strati nel territorio di Stassfurt può rilevarsi dalla fig. 1518, la quale rappresenta una sezione che passa per il pozzo Heydt della celebre miniera di quella città.

Alla parte inferiore trovasi una potentissima formazione di salgemma, il cui spessore si calcola oltrepassare i 300^{m}, la quale è costituita da strati di sale alternanti con straterelli di anidrite. Questi sono coloriti in grigiastro da materie bituminose ed hanno la particolarità che alla parte superiore sono lisci, mentre al disotto sono scabrosi ed intimamente connessi col sale sottostante.

Sopra il sale riposa uno strato di polyalite avente 65^{m} di spessore. Su questo un letto di kieserite ed infine al tetto della formazione salina trovansi i sali alcalini (karnallite, kainite) aventi uno spessore di 17^{m} e che costituiscono la grande ricchezza della miniera.

Gli strati del sale sono ricoperti da un banco di argilla salifera, sulla quale riposa uno strato di anidrite che sottostà al grès bigarré.

Muschelkalk o calcare conchigliaceo. — In Franconia il gesso e l'anidrite trovansi nelle dolomie cavernose del Muschelkalk medio o interposte fra il calcare argilloso sottostante detto *Wellenkalk* ed il calcare di Friedrichshall che le ricopre.

Nei *Vosgi* trovasi pure del gesso alla parte inferiore al Muschelkalk, questo gesso è compatto e grigio e riposa sul grès rosso micaceo, che è l'ultimo termine della serie del grès bigarré, e sottostà al calcare compatto grigio verdastro caratteristico del Muschelkalk.

La grande zona triassica delle *prealpi lombarde*, compresa fra il lago di Como e quello di Garda, contiene delle importanti formazioni gessose a differenti livelli.

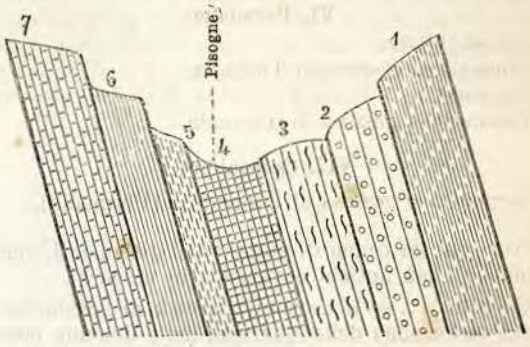


Fig. 1519.

Keuper: 1. Dolomia; 2. Calcare a Trachieri. — *Muschelkalk e Grès variegato*: 3. Argille gessifere; 4. Calcare farinoso; 5. Servino; 6. Arenaria triassica. — *Permiano*: 7. Permiano.

Il Curioni riferisce al Muschelkalk molta parte dei giacimenti di gesso e anidrite della Lombardia. Quivi l'anidrite ed il gesso trovansi in lenti entro delle argille così dette gessifere (fig. 1519), le quali spesso sono in ammassi irregolari e danno aspetto cavernoso al giacimento. Queste argille riposano sopra il calcare detto farinoso dal Curioni e formano l'ultimo piano del Muschelkalk, giacchè sottostanno al calcare a Trachieri, che forma il primo piano del sovraincombente Keuper.

Questo giacimento è sviluppato nelle valli di Morina, Trompia, Scalve, Camonica, Rizzolo, ecc., e vi sono aperte le gessaje di Volpino, Rogno, Pisogne, ecc. Gli strati del gesso sono costituiti in generale di anidrite alla parte inferiore e di gesso alla superficie, il quale evidentemente è stato prodotto dalla idratazione del solfato anidro.

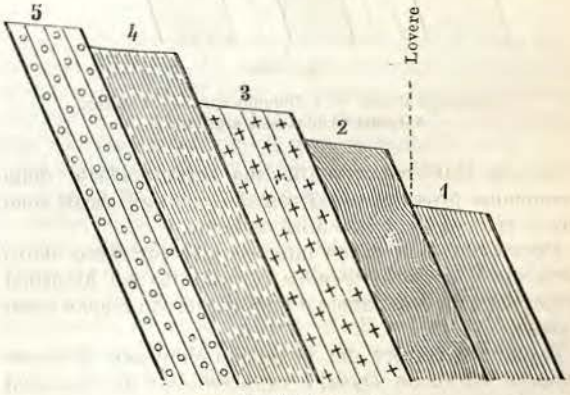


Fig. 1520.

Keuper: 1. Dolomia ad *Avicula exilis*. 2. Argille gessifere. 3. Calcare marnoso a *Gervilia bipartita*; 4. Dolomia metallifera; 5. Calcare a Trachieri.

Keuper o marne iridate. — In *Lombardia* esiste nel terreno triassico un secondo livello di formazione gessosa, che secondo il Curioni appartiene al Keuper.

Il gesso e l'anidrite sono quivi subordinati ad argille così dette gessifere, le quali riposano sul calcare marnoso a *Gervilia bipartita* (fig. 1520) e sottostanno poi alla dolomia ad *Avicula exilis*, che forma l'ultimo piano del Keuper. Questa formazione gessosa vedesi sviluppata ed è utilizzata a Lovere, Lavone, Nioballo e Auro.

Classico è il giacimento gessoso e salino delle marne iridate (*Marnes irisées*) dei *Vosgi* in Francia (fig. 1521).

L'insieme della formazione è compresa tra il calcare compatto grigio formante l'ultimo piano del Muschelkalk sottostante, ed il grès o arenaria infraliassica che la ricopre. È costituito poi, come vedesi dalla figura, da alternanze di marne racchiudenti lenti di gesso o salgemma con degli strati di dolomia, di marna arenacea e di lignite.

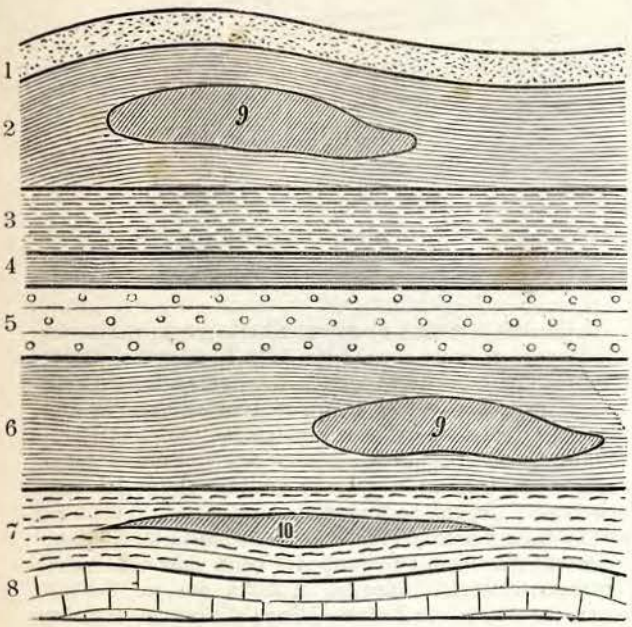


Fig. 1521.

1. Grès infraliassico. — 2. Marna. — 3. Dolomia. — 4. Lignite. — 5. Marna arenacea. — 6. Marna. — 7. Marna. — 8. Muschelkalk. — 9. Gesso. — 10. Salgemma.

Il gesso e l'anidrite formano masse più numerose e più piccole che quelle del sale ed hanno la forma di grossi tubercoli, attorno ai quali le marne incassanti sono rialzate a guisa di vôlta e talora anche rovesciate.

Il grès infraliassico che ricopre la formazione presenta dei rigonfiamenti, i quali trovansi in esatta corrispondenza colle lenti di gesso sottostanti. La spiegazione di questo fatto si trova supponendo che il solfato di calce si sia dapprima deposto nelle marne allo stato di anidrite e che poi siasi idratato e rigonfiando abbia rialzato il grès infraliassico nella parte corrispondente alla lente. Altri invece pensano che il gesso sia ottenuto dall'azione dell'acido solforico sul calcare, il quale nel passare allo stato di solfato aumenta di volume.

Allo stesso giacimento appartengono i depositi di salgemma di Vic e Dieuze in Francia, alternanti con gessi e anidrite nelle marne. Similmente trovansi analoghe giaciture in Inghilterra, nel Cheshire e Lancashire, nel Giura, ecc. ecc.

Giurassico. — Nel Giura rarissimi sono i giacimenti del gesso. Il sistema *Oolitico*, che ne occupa la parte più elevata, contiene nel suo piano superiore, che è il *Portlandiano*, qualche rara formazione gessosa. Tale è quella che trovasi al livello del piano di *Purbeck*, cioè dire all'ultimo limite superiore della formazione e che vedesi per esempio presso *Pontarlier* nel Giura.

Gli strati gessiferi presentano a Villers-le-Lac presso Pontarlier la successione seguente:

5. Calcare d'acqua dolce a *Corbula Forbesi*,
4. Marne gessose,
3. Dolomie portlandiane a *Corbula inflexa*,
2. Calcare a *Tracia*, *Aneratina*,
1. Calcare a *Emys Jaccardi* e *Nerinees*.

Cretaceo. — Rarissima è l'apparizione del gesso nel terreno cretaceo. Il sistema *Daniano*, che ne occupa la parte superiore, presenta a Corbières nei *Pirenei*, nel suo piano più alto detto *Garuniano* in Francia, delle argille rutilanti gessifere, le quali sovrastano al grès di Alet, che trovasi al livello della creta di Maestricht, e sottostà a dei calcari compatti e puddinghe multicolori, le quali formano l'ultimo piano del Garuniano suddetto e del cretaceo.

Eocene inferiore. — Il bacino eocenico di *Londra*, corrispondente a quello classico di Parigi, si compone alla base della serie seguente, corrispondente al livello dell'argilla plastica del bacino di Parigi:

Sabbie di Bagshot (Eocene medio, calcare grossolano),

Argilla di Londra . . . . } Eocene inferiore,
Sabbie e argille di Wolwich . } Argilla plastica,
Sabbie di Thanet . . . . .
Creta.

L'argilla di Londra e gli strati di Bognor costituenti il piano superiore dell'eocene inferiore, sono formati da alternanze di strati di argilla e marna racchiudente depositi di ferro e di gesso.

Eocene superiore. — Il terreno eocenico del bacino di *Parigi* si compone di tre membri disposti nel seguente ordine naturale di sovrapposizione:

Piano del gesso (*Etage du gypse*),
Calcare grossolano (*Calcaire grossier*),
Argilla plastica (*Argile plastique*).

La fig. 1522 mostra una sezione schematica del bacino eocenico di Parigi.

Il piano del gesso che forma quindi la parte superiore dell'eocene presenta la serie seguente nell'ordine di sovrapposizione:

Marne,
Calcare della Brie,
Marne verdi,
Travertino di Champigny,
Gesso e marne lacustri,
Marne marine verdastre intercalate coi gessi,
Calcare di St-Ouen,
Grès e sabbie di Beauchamp.

La potente formazione del gesso comincia alla sua sommità con delle marne biancastre a fossili lacustri, sotto le quali si sviluppa la serie delle masse del gesso. Queste assumono una potenza considerevole, che a Montmartre raggiunge 50^{m}. Contiene il gesso una ricca fauna di animali terrestri, fra i quali primeggiano i famosi *Palœotherium* e *Anoplotherium* ed altri pachidermi, ruminanti ed uccelli illustrati dal Cuvier. Le masse superiori di gesso calcarifero saccaroide e gli strati inferiori a tendenza lamessola detti a *pied d'alouette* sono largamente escavati a Montmartre, Villejuif, Argenteuil, Triel, ecc.

Le differenti masse sono separate le une dalle altre da strati di marne, di cui ciascuna contiene delle sostanze o dei fossili caratteristici. Difatto la *Silice menilite* forma un orizzonte costante fra la prima e la seconda massa, mentre questa riposa su delle marne a *Lucina inornata* e la terza ricopre delle marne a *Pholadomia ludensis*. Queste alternanze marine tramezzate nel gran piano gessoso esclusivamente terrestre provano che le lagune ove si depositava il gesso

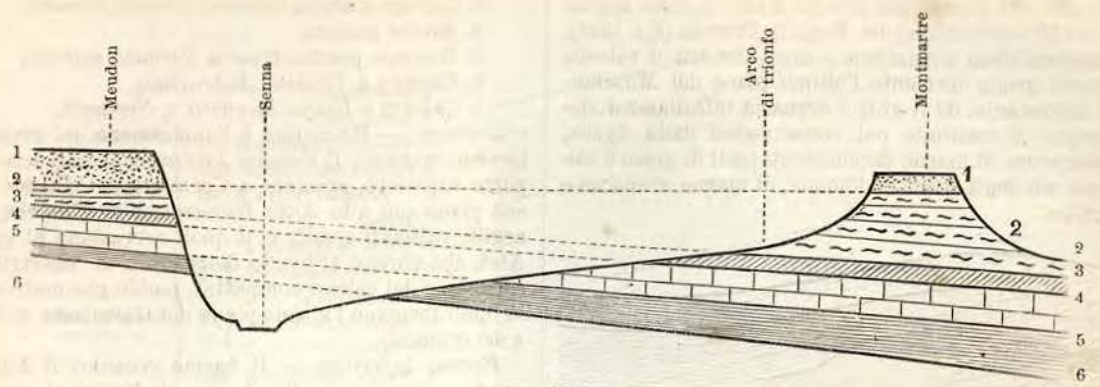


Fig. 1522.

1. Sabbie e Grès de Fontainebleau. — 2. Gesso e Marne verdi. — 3. Sabbie di Beauchamp e Calcare di St-Ouen. — 4. Calcare grossolano. 5. Argilla plastica. — 6. Creta e Calcare pisolitico.

sono state più di una volta in comunicazione coi mari contemporanei di questa formazione.

La massa superiore del gesso è la più costante, la più estesa e generalmente quella di maggior spessore delle altre, giacchè raggiunge 20m di spessore a Montmartre, è poi il giacimento classico dei mammiferi descritti da Cuvier. La sua divisione prismatica caratteristica le ha fatto dare il nome di *pilastri alti* (*hauts piliers*).

Una sezione di questo terreno presa alle *Buttes de Chaumont*, antiche cave oggi trasformate in uno splendido parco, presenta il dettaglio seguente:

Terra marnosa	spessore m.	0.30
Argilla verde	»	5.50
Argilla bruna con solfato di stronziana	»	2.30
Marna turchina con calce idraulica .	»	3.10
Marne	»	4.50
Marna turchina con calce idraulica .	»	0.70
Marne fogliettate	»	6.00
Gesso (*haute masse*)	»	16.00
Marne marine a *Menilite*	»	4.00
Gesso (*basse masse*)	»	6.50
Marne marine a *Lucina inornata* .	»	0.60
Gesso (*banc à cristaux*)	»	1.20
Marna marina a *Pholadomia ludensis*	»	2.00
Gesso (*banc de six pieds*)	»	2.00
Grès e sabbie verdastre di Argenteuil.		

Questa formazione è ricca in minerali utili, giacchè, oltre il gesso, vi si escava contemporaneamente la calce idraulica, il cemento e l'argilla per laterizii.

A Champigny il gesso è rimpiazzato da un travertino senza fossili, il quale talvolta è semplicemente calcareo e tal altra è silicioso e compenetrato di geodi di calcedonio.

Miocene superiore. — La formazione gessosa è larghissimamente sviluppata nel miocene superiore dell'*Italia* (strati a *Congeria*), ove accompagna sempre la formazione zolfifera, colla quale trovasi in intimo collegamento. I due versanti degli Appennini nella parte centrale della penisola, le Calabrie nel loro versante meridionale e la Sicilia, ci presentano sviluppatissima la formazione gessososolfifera, la quale ovunque esiste offre largo campo alla escavazione del gesso, ed in Romagna poi ed in Sicilia dà luogo all'importantissima industria dello zolfo.

L'orizzonte miocenico che si stende con tanta regolarità ed estensione sulla pendice N. E. degli Appennini, quasi parallelamente al crinale di questi, è ricco nella sua parte superiore di strati gessiferi i quali sono sviluppati con serie non interrotta nei territorii di Asti, Casale, Alessandria, Tortona, Piacenza, Parma, Reggio, Modena, Bologna, Imola, Faenza, Forlì, Cesena, Rimini, Pesaro, Sinigaglia, Ancona, Macerata, Ascoli, Teramo e Chieti. Ed a questi vanno uniti gl'importanti giacimenti zolfiferi di Romagna che sottostanno ai gessi.

Nei pressi di *Bologna* la formazione gessosa è largamente sviluppata ed è stata l'oggetto dei belli studii dei professori Capellini e Bombicci. Lungo la valle della Savena questo terreno presenta la sezione rappresentata dalla figura 1523. Gli strati del gesso formano banchi potenti di qualche diecina di metri con qualche raro letto di argilla intercalata, e sono ricoperti da marne racchiudenti i fossili caratteristici, come la *Lebias crassicauda*, la *Libellula Doris* e impronte di *filliti*. Dette marne sono ricoperte dalla formazione pliocenica costituita da marne a *foraminifere* e da sabbie gialle. Il quaternario poi ricopre in discordanza il pliocene, il quale insieme agli strati sottostanti miocenici si rialza al S. verso il crine degli Appennini. Sottostanno ai gessi delle marne petroleifere contenenti la *Nassa semistriata* e la *Brisopsis*, quindi delle marne tortoniane, elveziane e langhiane, le quali riposano sulle argille scagliose eoceniche in discordanza di stratificazione.

La formazione delle marne e calcari zolfiferi della Romagna e della Sicilia manca nel Bolognese ed è rappresentata da un calcare concrezionato contenente qualche rara traccia di zolfo e che sottostà immediatamente ai gessi.

Il piano dei gessi corrisponde agli strati a *Congeria* o al Messiniano medio di Mayer.

I gessi del Modenese e del Reggiano, studiati dal professore Doderlein, hanno un orizzonte identico a quello del Bolognese.

Nella pendice S. O. degli Appennini la formazione gessososolfifera è molto meno regolare che non nel versante opposto. Qualche raro lembo si stende soprattutto in Toscana, come ad esempio a Volterra, a Castellina Marittima e nei monti di Livorno. Questi giacimenti illustrati dal prof. Capellini sono identici cronologicamente ai precedenti.

I gessi formano quivi masse e strati con intercalate le marne a *Lebias crassicauda*, *Libellula Doris* e impronte di *filliti*. Nel gesso poi trovansi a Castellina Marittima gli arnioni di alabastro candido saccaroide, del quale è dato un cenno all'articolo *Cave* di questa Enciclopedia ove parlo delle cave di alabastro.

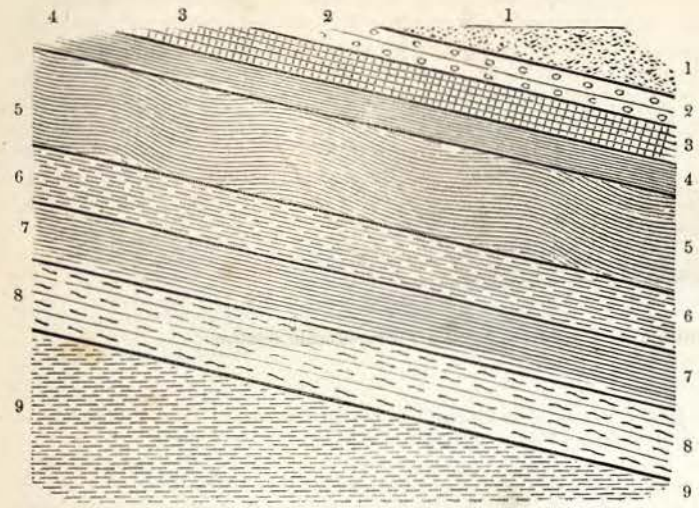


Fig. 1523.

In *Sicilia* i terreni miocenici superiori sono molto sviluppati, tanto per i gessi quanto per l'importanza che vi assume la sottostante formazione zolfifera, la quale costituisce la principale ricchezza mineraria dell'isola.

La formazione gessosozolfifera della Sicilia fu studiata prima dall'ingegnere Mottura e quindi dagl' ingegneri Baldacci e Mazzetti, alle classiche Memorie dei quali rinvio per ogni dilucidazione. Un'idea esatta della posizione geologica di questa formazione vien data dalla sezione rappresentata dalla fig. 1524, gentilmente comunicatami dall'ing. Baldacci. In questa sezione in cui sono rappresentate le concordanze e le discordanze, si vede che la formazione in discorso, corrispondente alla zona a *Congerie*, è ricoperta in concordanza di stratificazione

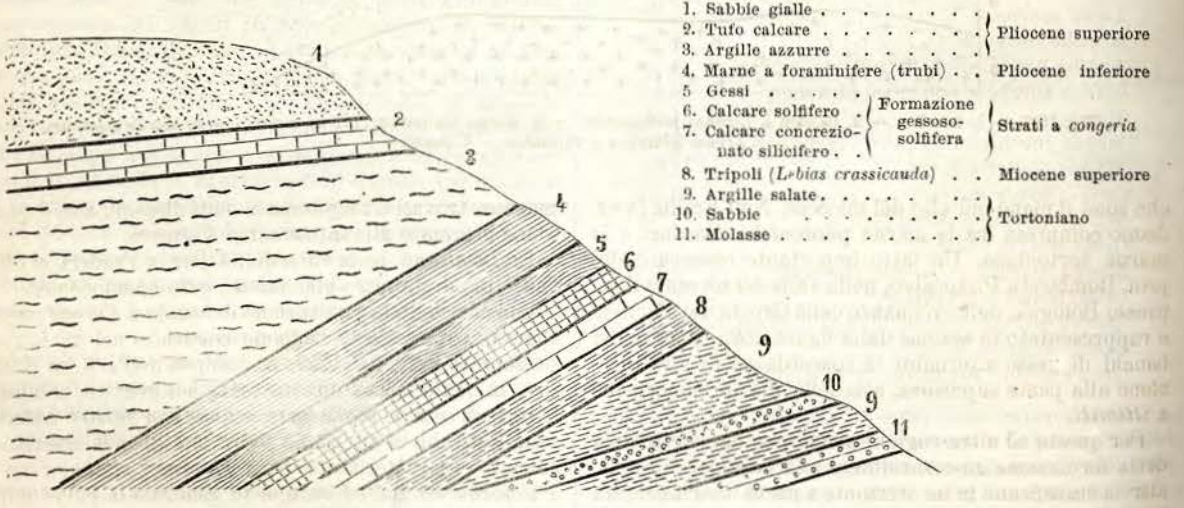


Fig. 1524.

delle marne a foraminiferi dette *Trubi*, le quali formano il piano più basso del pliocene, e sovrasta pure a sua volta in concordanza di stratificazione ai tripoli che formano il piano più alto del miocene superiore, e sono caratterizzati dal *Lebias crassicauda*. A questi tripoli soggiace il terreno tortoniano in discordanza, e d'altra parte poi i trubi sono ricoperti in discordanza dagli altri membri del pliocene superiore.

La formazione gessosozolfifera si divide in due parti distinte: al disopra stanno i gessi ed al disotto i minerali zolfiferi; talvolta però, ma di rado, vedonsi gli strati gessosi alternare con quelli solfiferi. I gessi presentano varii piani: alla parte superiore sono cristallini e quindi atti all'escavazione, inferiormente invece sono saccaroidi o alabastrini, litoidi come i *balatini;* riccamente calcarei o terrosi e quindi improprii per le applicazioni del gesso. Lo spessore degli strati raggiunge talvolta alcune diecine di metri di potenza. I minerali di zolfo sono costituiti essenzialmente dal calcare zolfifero, tramezzato da *tufi* e *briscale*, il quale riposa sul calcare concrezionato silicico che forma la base della formazione. La più stretta relazione esiste fra il gesso ed il calcare zolfifero, come risulta dagli studii del Mottura sulla genesi dello zolfo e come ce ne dà conferma il *briscale*, roccia gessosa dovuta all'ossidazione dello zolfo in presenza del calcare e degli agenti atmosferici.

La vera età geologica della formazione gessosozolfifera ora discorsa è sempre l'oggetto di disparere fra i geologi. In Sicilia abbiamo visto essere essa contenuta fra i *trubi* che sono il piano più basso dal pliocene ed i tripoli

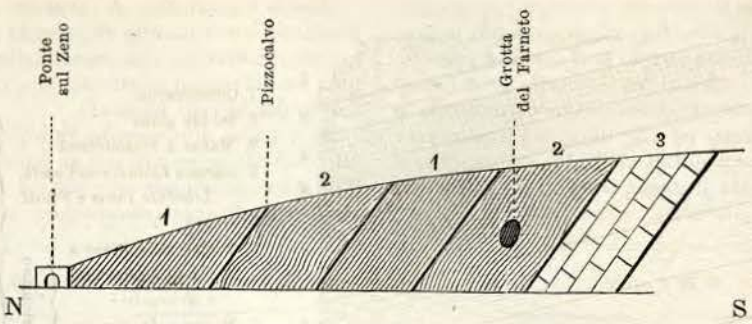


Fig. 1525. — 1. Marne plioceniche a ittiolite. — 2. Gesso. — 3. Calcare concrezionato solfifero.

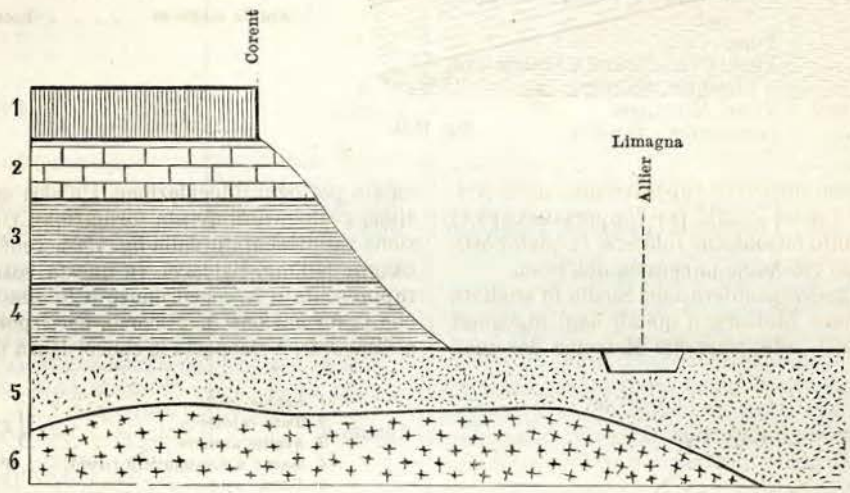


Fig. 1526. — 1. Basalto. — 2. Calcare a *Lymnea pachygaster*. — 3. Marne fogliettate (*Lebias meyeri*). — 4. Marne gessifere. 5. Arkose granitica e vulcanica. — 6. Granito.

che sono il piano più alto del miocene. Nell'Emilia la vediamo compresa fra le marne plioceniche inferiori e le marne tortoniane. Un fatto importante osservato dal prof. Bombicci a Pizzocalvo, nella valle del torrente Zeno presso Bologna, nelle vicinanze della Grotta del Farneto e rappresentato in sezione dalla figura 1525, mostra dei banchi di gesso alternanti in concordanza di stratificazione alla parte superiore, con delle marne plioceniche a *ittioliti*.

Per queste ed altre ragioni alcuni geologi mettono la detta formazione gessosozolfifera alla base del pliocene, altri la classificano in un orizzonte a parte intermedio fra il miocene ed il pliocene, chiamandolo *miopliocene* in corrispondenza degli strati a *Congerie* e del *Messiniano* di Mayer; altri infine, e sono i più, la considerano come appartenente all'ultimo piano del miocene superiore.

Al miocene superiore sono pure da riferire quelle masse botritiche e quegli arnioni delle argille mioceniche del terreno che costituiscono i pregevoli *alabastri varicolori*, illustrati dal Savi e dal Meneghini. Si presentano in banchi irregolari, ma più spesso in arnioni allineati talvolta, tal altra confusamente disseminati nelle argille marnose. Questi arnioni sono in generale tondeggianti alla parte superiore e spianati inferiormente. Sono rilegati talora da straterelli di gesso. Offrono colorazioni varie, come rosee, gialle, grigie; hanno struttura finamente saccaroide e talora presentano la struttura mandorlata.

Associato a questo giacimento gessoso nelle argille marnose trovasi il salgemma in lenti disseminate, il quale viene utilizzato alle saline sotto Volterra.

La *Limagna*, nella valle dell'Allier in Francia, ci offre l'esempio di un altro giacimento gessoso-miocenico.

Considerando la costituzione del suolo a *Corent* presso Clermont-Ferrand, lo vediamo costituito nel modo rappresentato dalla fig. 1526. Al disopra dell'arkose granitica, la quale riposa direttamente sul granito, comincia la serie di *marne fogliettate*, *marne con gesso* e *calcare marnoso*, che si alternano sopra una grande altezza. Il calcare è caratterizzato dalla *Lymnea pachygaster* e *Planorbis cornu*, ed occupa in generale la parte superiore del giacimento. Le marne fogliettate sono celebri per le frequenti impronte di pesci (*Lebias Meyeri*), foglie, frutti, semi di uccelli, insetti, ecc., che trovansi negli esilissimi fogli. Le marne gessose contengono il gesso in straterelli assai sottili, fibrosi, i quali verso la parte centrale della formazione si moltiplicano e dànno occasione a qualche cava di gesso.

In altre località il gesso assume degli spessori considerevoli.

Tutta questa formazione lacustre è poi ricoperta, all'altezza del villaggio di Corent, da una colata di basalto perfettamente orizzontale, la quale corona il monte e si allinea coi coronamenti basaltici delle colline adjacenti, le quali racchiudono il piano della Limagna.

Nella Germania settentrionale riscontransi formazioni gessose mioceniche subordinate a delle marne alternanti con sabbie, argille, ligniti e tripoli.

Dal rapido cenno che ho dato dei principali giacimenti del gesso, risulta che le giaciture classiche e più importanti di questa roccia sono i terreni *triassico* e *terziario*. Questi terreni di fatto offrono fra loro delle grandi analogie, non tanto litologiche rispetto alle roccie costitutive di essi, quanto alla fauna ed alla flora, ma soprattutto rispetto ai minerali accidentali che essi contengono, e che sono principalmente il gesso, il zolfo, il salgemma, le ligniti ed i minerali di ferro.

Questa somiglianza di caratteri e questa analogia di giaciture è dovuta alla ricorrenza delle formazioni geologiche, ricorrenza che incominciando nella serie geologica dei terreni al livello del lias, riporta il trias in confronto dei terreni terziarii.

Mi è parso interessante riunire nel quadro seguente gli elementi principali per un parallelo al punto di vista litologico e principalmente per ciò che riguarda i minerali accidentali di questi due terreni.

TRIAS		*TERZIARIO*	
Marne iridate . .	(Marne, Argille, Sabbie, Calcari marnosi).	*Pliocene*	(Marne, Argille, Sabbie, Calcari marnosi).
Gesso	Lombardia (Lovere, Nioballo), Vosgi.		
Anidrite	Vosgi.		
Salgemma	Vosgi (Vic, Dieuze), Lancashire, Cheshire, Salzburg.		
Lignite, litantraci	Vosgi, Turingia.	Lignite	Italia, Austria, Francia.
Limonite	Lombardia, Mosella		
Muschelkalk . . .	(Calcare).	*Miocene*	(Travertini, Argille, Molasse).
Gesso	Lombardia (Pisogne), Vosgi, Turingia.	Gesso	Emilia, Romagna, Calabria, Sicilia.
Anidrite	Volpino (Lombardia).	Alabastro	Castellina Marittima, Volterra.
		Solfo	Romagna, Sicilia.
		Salgemma	Sicilia, Calabria, Saline (Volterra).
Lignite	Italia, Francia.	Lignite	Casino, Mᵉ Rufoli, Sarzanello, Cadibona, Nuceto, Bagnasco, Francia (Ain, Rhône, Isère, Drave).
Limonite	Lombardia.	Limonite	Francia (Charente, Dordogne, Cher, Indre, Doubs, Haute-Saône, Côte d'Or).
Grès variegato . .	(Arenaria, Argilla schistosa).	*Eocene*	(Arenaria, Argilla schistosa), Calcare, Schisto argilloso.
Gesso , ...	Stassfürt Anhalt.	Gesso	Parigi, Londra.
Anidrite	Stassfürt Anhalt.		
Salgemma	Stassfürt Anhalt.		
Litantrace	Udine, Francia, Austria.	Lignite	Mᵉ Massi, Mᵉ Bamboli, Mᵉ Bolca, Valdagno, Francia.
Limonite	Lombardia.	Limonite	Toscana.
		Pirolusite	Toscana.

III. — Escavazione del gesso.

L'escavazione della pietra da gesso dà luogo in Italia a delle industrie estrattive di una qualche importanza. Le cave più note e più estese sono aperte in tre centri principali, che sono la Lombardia, l'Emilia e la Sicilia. Ne darò qui un rapido cenno, seguendo l'ordine adottato nella descrizione dei giacimenti.

Le cave principali della Lombardia sono le seguenti:

Ad *Uzza* presso Bormio, nella valle del Fredolfo, esiste una gessaja molto estesa ed importante contenuta nella dolomia nera carbonifera. Il gesso estratto da questa cava è largamente usato a Bormio.

A *Volpino*, paese situato allo sbocco della Val Camonica nel lago d'Iseo, a 3 chilometri da Lovere, si scava l'anidrite triassica come pietra da costruzioni. È questa una varietà litoide e silicifera distinta col nome di *Volpinite:* è poi colorata in bluastro alternante col bianco in modo da assomigliarsi all'aspetto del bardiglio e quindi gliene è venuto il nome di *Bardiglione* o *Bardiglio di Bergamo* dalla vicina Bergamo. Viene impiegata come pietra ornamentale allo stesso modo che il bardiglio, per lavori di scultura e di architettura, prestandosi bene alla lavorazione. È atta soprattutto per l'impiego all'interno, essendo alterata dall'umidità come ogni pietra gessosa. La silice che contiene le dà però una certa coesione e resistenza.

La volpinite si presenta in banchi sani aventi talvolta 2ᵐ a 3ᵐ di spessore e parecchie diecine di metri di sviluppo in direzione (N. E.).

Come abbiamo già visto altrove, le masse di anidrite sono talvolta idratate alla superficie, ed è ciò che avviene anche a Volpino, ove la parte superiore del giacimento è ridotta a gesso comune, che viene escavato in grande quantità per cartiere, per l'edilizia e per l'agricoltura.

La cava di Volpino è antica e grandiosa ma non presenta nessun carattere speciale.

I più grossi blocchi di bardiglio non oltrepassano il volume di 3ᵐ, ed il prezzo alla stazione di Paratico è di lire 95 al metro cubo.

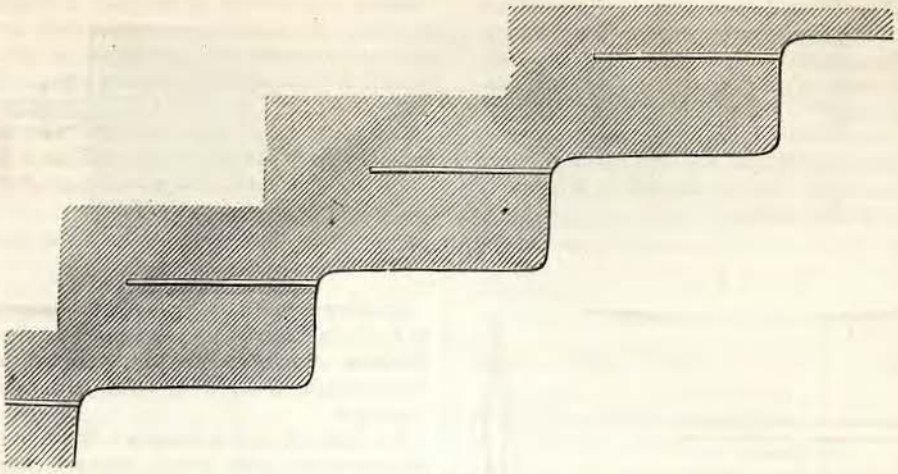


Fig. 1527.

A Volpino si scava pure il così detto *Bianco di Volpino*, che è un solfato di calce idrato (gesso), puro, candido, pellucido ed avente i caratteri dell'alabastro. Serve per opere di ornamentazione interna. La cubatura massima dei blocchi è di 1^{m3}, ed il prezzo alla stazione di Paratico è di lire 70 al metro cubo.

A *Pisogne*, sulla sponda sinistra del lago d'Iseo, esiste una cava importante di gesso contenuto nel Muschelkalk e corrispondente a quella di Volpino. L'escavazione è assai attiva, ed il gesso che se ne ritrae serve per gli usi dell'agricoltura, delle cartiere e dell'edilizia.

Questa cava potrebbe prendere un grande sviluppo qualora venisse perfezionato il metodo di cottura e quello di macinazione della pietra, e la si mettesse poi con un binario in comunicazione diretta col lago.

A *Lovere*, sulla sponda settentrionale del lago d'Iseo, sono aperte delle cave importanti di gesso contenuto nel Keuper. Il gesso quivi escavato è usato al solito per l'agricoltura, per le cartiere e per l'edilizia. Il gesso da cartiere di Lovere è meno rinomato che quello di Pisogne. I trasporti sono fatti per acqua, ma la via dal lago alla cava non è in buone condizioni.

A *Nioballo* sul lago di Como si scavano pure i gessi del Keuper. La gessaja ha grande importanza per la sua vastità e per la facilità dei trasporti, essendo in parte bagnata dalle acque del lago. Il gesso viene quindi escavato per uso edilizio, per l'agricoltura e per le cartiere.

Le cave di gesso di *Parigi*, così classiche per la loro importanza e per l'eccellenza del prodotto che se ne ottiene, richiederebbero qui una dettagliata descrizione. Siccome però ne fu dato un cenno all'articolo *Cave* di questa Enciclopedia, così rinvio a quello e non insisto ora su di esse.

Presso *Scandiano*, in vicinanza di Reggio d'Emilia, sono aperte importanti cave di gesso. Il giacimento gessoso, studiato dal prof. Doderlein, forma quivi una zona importante della larghezza di circa 400^{m}, e si stende sopra una lunghezza di dieci chilometri da levante a ponente, passando per i villaggi di *Ventoso* e di *Jano*, frazione del comune di Scandiano.

Le cave principali sono aperte a Ventoso ed appartengono alla *Società anonima per la fabbricazione del cemento, calce idraulica e gesso*, sedente in Reggio. Le escavazioni sono fatte a cielo aperto nel modo ordinario e non presentano, all'infuori della vastità, nessun tratto caratteristico.

Il gesso di Scandiano, conosciuto sul luogo col nome di *Scagliola*, è di eccellente qualità, e cotto e grollato sul posto serve più specialmente per gli stucchi e pei lavori di plastica. La parte lamellare impura è ottima come cemento, perchè contiene circa il 10 % di carbonato calcareo. Si producono quivi tre qualità di gesso, che sono l'ordinario, il raffinato ed il raffinatissimo.

Nei pressi di *Bologna* sono attivate importanti escavazioni di gesso. Nelle colline situate a S. di Bologna sorge la zona gessifera del miocene superiore allineata secondo O.-O.-N. Si presenta con rilievi rotondeggianti mammellonari caratteristici, effetto delle rotture normali alla stratificazione e delle azioni di erosione e denudazione, ed è costituita da banchi selenitosi aventi 5 a 6^{m} di spessore, cui s'interpongono letti di argille fossilifere.

Il gesso costituente gli strati presenta una cristallizzazione assai larga, prevalendo il tipo geminato a ferro di lancia. Nella pasta uniformemente cristallizzata del gesso si osservano talvolta dei nuclei o rosoni formati da cristalli disposti a raggiera, altri cristalli poi sono isolati, e taluni raggiungono delle dimensioni considerevoli.

Una particolarità di questi gessi sono certe erosioni profonde e irregolari ch'essi presentano nel loro interno, e di cui alcune sono vuote ed altre ripiene di sabbie e ghiaje quaternarie.

Le principali località dove sono aperte le cave, trovansi al monte Donato, al paese di Gesso sotto il monte Capra, a Castel de' Britti sull'Idice e sotto Casole Canina sulla sinistra dello stesso torrente.

Darò qui un cenno del come si pratica l'escavazione al monte Donato.

Le *cave di monte Donato* furono già scavate dagli antichi, e si presentano oggi condotte a cielo scoperto sulle pendici della collina, tagliate bizzarramente e per lo più a picco sopra un'altezza di qualche diecina di metri.

L'abbattimento della roccia si fa nel modo seguente: La pendice a picco è divisa in gradini verticali scaglionati, aventi circa 3^{m} di fronte e 1^{m}. 50 di profondità, come ce lo fa vedere la fig. 1527 che rappresenta una sezione orizzontale.

Con questa disposizione e tenendo conto delle faglie e rotture naturali della roccia, si giunge ad abbattere la maggior quantità possibile di pietra, col minor lavoro. Difatto, siccome i piani di stratificazione, e quindi le so-

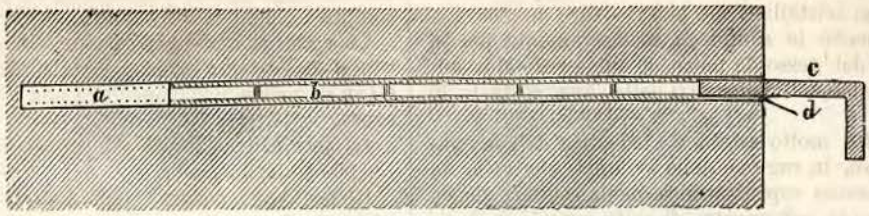


Fig. 1528.

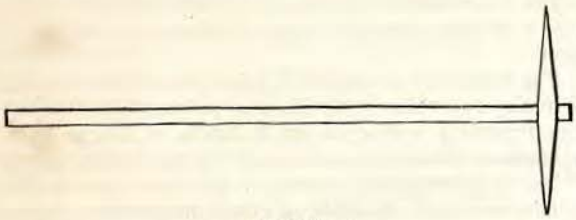


Fig. 1529.

luzioni di continuità, sono pressochè orizzontali (inclinano 15° al S.), ed i piani di frattura o le faglie sono normali alla stratificazione e quindi verticali, ne segue, che volendo nella escavazione giovarsi di questi due elementi, era necessario disporre i gradini in questo modo, cioè, porre le mine secondo il terzo piano di distacco, normale ai due precedenti. E ciò sta in armonia colle regole dell'escavazione più economica delle materie pietrose, le quali ci insegnano di cercare di abbattere la roccia isolandola in parallelepipedi, i quali rappresentano la migliore utilizzazione del lavoro di escavazione, giacchè sappiamo che nelle roccie omogenee un piano qualunque di frattura segue la via della minor resistenza, e quindi è normale ai piani di distacco preesistenti, quali sono il piano di stratificazione, le faglie, i peli, ecc. Ora questa tendenza delle fratture di farsi normalmente ai detti piani produce appunto dei solidi parallelepipedi. Nel nostro caso poi, ove il piano delle fratture è normale a quello di stratificazione, ne segue che il terzo piano di frattura, per ottenere un parallelepipedo, deve essere verticale esso pure e normale alle faglie, e quindi le mine debbono essere poste come mostra la figura.

È interessante il vedere come gli scavatori sieno giunti allo stesso risultato del ragionamento precedente guidati solamente dalla pratica.

Le mine sono poste nell'angolo del gradino, a differente altezza cominciando all'alto, e naturalmente si comincia ad abbattere il gradino più sporgente.

I fori da mina vengono fatti col fioretto a mano, ed hanno in generale una lunghezza di $2^m.50$. Sono riempite nel seguente modo. Al fondo la carica di polvere ordinaria di 2 chilogr., la quale occupa $0^m.50$ della lunghezza del foro *a* (fig. 1528). Il resto del foro si riempie con pezzetti di legno che fanno l'ufficio di zaffo *b*, avendo cura però di stendere lungo il foro un filetto di polvere che arriva fino alla bocca del foro. Questa è chiusa con un ferro fatto ad angolo *c* infilzato a forza nel foro. Da questa si fa sporgere pure la miccia *d*, che serve a dare fuoco alla mina.

Con queste mine si abbattono dei grossi blocchi di roccia i quali cadono sul piazzale della cava. Allora sono loro addosso i cavatori coi cunei e coi picconi (fig. 1529) onde ridurli in pezzi atti alla cottura.

In altre località del Bolognese l'escavazione del gesso si fa entro caverne ampie e poco profonde, nelle quali produce un magico effetto il luccicare delle ampie cristallizzazioni a ferro di lancia disposte per lo più a raggiera.

La cava del monte Donato è divisa in compartimenti, in ognuno dei quali lavora, scava e cuoce il gesso una famiglia.

La produzione del gesso delle cave del territorio del Comune di Bologna, incerta sempre a cagione del sospetto degli escavatori, è valutata dal prof. Bombicci a 30,000 tonnellate all'anno, ed in questa industria sono occupate 10 famiglie di gessajoli.

Il prezzo del gesso cotto e triturato varia a seconda della qualità.

1° Qualità (da scultori) per tonnellate L. 25. 00
2° Qualità (da muro) » » 12. 00

resa, s'intende, a Bologna.

Il gesso di Bologna è rinomato per la bontà, ed oltrechè in città, lo si spedisce anche nelle città vicine.

La pietra gessosa di monte Donato è pure scavata in pezzi per opera di ornamentazione e murarie, e costa allora L. 52. 00 al metro cubo, resa alla stazione di Bologna. Al *Farneto* in Val di Savena si escava la roccia gessosa per opere murarie. È resistente al gelo e alle intemperie e facilmente lavorabile. S'impiegava anticamente in grossi parallelepipedi specialmente nelle fondazioni ed anche nelle elevazioni, per esempio nelle fondazioni delle torri di Bologna e nelle elevazioni di torri e palazzi. Oggi è quasi fuori d'uso, però recentemente fu impiegata con successo nel rivestimento di un argine sul torrente Savena. Costa circa L. 60 al metro cubo, consegnata in Bologna.

Alla *Pieve di Gesso* in provincia di Ravenna nella valle del Santerno si scava l'*alabastro gessoso* che è bigio e giallognolo marezzato di bianco. Facilmente lavorabile, s'impiega talvolta per stipiti, balaustrate ed anche per scalini, come ad esempio gli stipiti del Palazzo di Giustizia e lo scalone della Scuola d'applicazione degli ingegneri in Bologna.

Presso *Sinigaglia* a Sant'Angelo sono aperte delle cave di gesso da muro e da modellare. Esse producono 4400 ettolitri di gesso cotto in polvere all'anno, al prezzo di L. 0. 90 l'ettolitro.

Presso *Ancona* nella collina di Pietra la Croce sono aperte delle cave di gesso, dalle quali si estraggono delle lastre sottili di $0^m.08$ che servono ad uso di gradini per le scale. Se ne spediscono anche a Venezia, ove difettano le pietre di costruzione. Altre cave sono aperte a Varano. Tutte poi producono del gesso comune da muro.

Presso *Macerata Feltria* sono aperte più cave di gesso di una qualche entità. Lo stesso dicasi di *Teramo* e di molte altre località.

Nella provincia di *Catanzaro* a Roccabernarda si scava il gesso per farne gesso comune da muro, il quale costa L. 5 al metro cubo.

Nella provincia di *Reggio di Calabria* a Benestare si scava un gesso cristallino che può ricevere discreto pulimento, senonchè lo s'impiega esclusivamente per la fabbricazione del gesso da muro, il quale reso alla stazione di Bovalmo, e 6 chilometri dalla cava, costa L. 20 a tonnellata.

Nella *Sicilia* molto estesa è l'industria dell'escavazione del gesso, in ragione dello sviluppo che vi ha la formazione gessosa soprastante a quella solfifera. Quasi ogni località nota per miniere di solfo potrebbe essere ricordata per cave di gesso, però le principali escavazioni sono le seguenti: Procedendo da levante a ponente citeremo Valguarnera, Castrogiovanni, Sommatino, Caltanissetta, Canicatti, Racalmuto, Girgenti, Casteltermini, Gibellina, ecc.

Le escavazioni non presentano in generale niente di particolare e sono affatto primitive, vista la grande abbondanza della roccia. Ove questa affiora, come nella maggior parte delle località, l'escavazione si pratica a cielo scoperto senza nessuna regola, abbattendo la roccia colle mine e spezzando i blocchi coi picconi. Il costo dell'escavazione di un metro cubo di pietra da gesso è di L. 2. 25 a 2. 50. Il diritto di cava e fornace varia da comune a comune e può considerarsi da L. 0. 15 a 0. 25 per metro cubo. Il carico di 1 metro cubo di pietra nella fornace costa in media L. 0. 20.

In alcune località, come a Scicli, Calatabiano e Leonforte, il gesso viene escavato entro sotterranei, giacchè gli strati gessosi trovansi ad una certa profondità. Il sistema di escavazione è quello per pilastri abbandonati.

Il gesso si adopera generalmente in Sicilia come cemento, ed il maggior consumo si fa nelle provincie di Girgenti e Caltanissetta. Tale consumo però è considerevolmente diminuito, dacchè le costruzioni ferroviarie dell'isola hanno dimostrato i vantaggi che offre la calce rispetto al gesso.

Una particolarità delle cave da gesso siciliane è presentata da quelle di Gibellina, ove si escava l'alabastro, utilizzato a Trapani per statuette, tavole, ornamenti, ecc. La varietà bianca di questo alabastro si assomiglia molto a quello classico di Castellina Marittima.

Un'altra particolarità dei gessi siciliani è il *Balatino*, che è un gesso compatto associato ad una certa quantità di marna, e schistoso. Questa roccia trovasi in banchi alla base dei gessi cristallini, che, come sappiamo, occupano la parte superiore del giacimento. Il balatino ha la proprietà di dividersi in lastre o *balate*, e quindi il nome. Viene impiegato come pietra da costruzione e non è buono per esser cotto. Il balatino è in generale bituminoso ed azzurrastro, però talvolta lo si rinviene bianco e saccaroide e lo si chiama *alabastro balatinato*. Spesso si dà il nome di balatino ad una roccia, la quale è composta di solfato di calce, di calce e di marna od argilla, con predominio rilevante di quest'ultima sostanza.

Gli *alabastri gessosi* s'incontrano più specialmente a contatto dei depositi di salgemma, il che potrebbe far supporre che la presenza del cloruro di sodio non sia estranea alla struttura saccaroide di essi.

I gessi *cristallini* detti *gessi ad occhio*, che sono quelli utilizzabili per la cottura, presentano la cristallizzazione a ferro di lancia variamente confusa, in modo da presentare la disposizione a *pied d'alouette* dei Francesi.

Il gesso subcristallino ed in parte saccaroide dicesi *marmurigno* o *zuccherino*.

Il *briscale* infine è quella roccia gessosa metamorfica prodotta dall'ossidazione del solfo in presenza del calcare e degli agenti atmosferici, la quale accompagna sempre i giacimenti di solfo.

Le *cave di alabastro* di Castellina Marittima e dei pressi di Volterra sono già state descritte all'articolo CAVE di questa Enciclopedia, e non è il caso di tornarvi sopra.

La produzione totale del gesso in Italia ascende a 130,000 tonnellate annue.

Rispetto alle *varietà della pietra da gesso* è da osservare, che non tutto il gesso che trovasi in natura è atto alle applicazioni che di esso si fanno nelle arti e nelle industrie.

Per l'*agricoltura* si adopera il gesso ordinario argilloso o calcareo, analogo a quello richiesto per le costruzioni.

Per *modellare* si richiede il gesso puro chimicamente, il quale, una volta cotto, dà una polvere bianchissima che impastata coll'acqua gonfia molto, e non ha però abbastanza resistenza da poter servire per le costruzioni.

Per le *costruzioni* il gesso più atto non è quello chimicamente puro, ma sibbene quello *calcarifero*, contenente, oltre una certa proporzione di carbonato di calce, anche un poco di argilla e sabbia. La migliore pietra da gesso che si conosca, è quella delle cave di Parigi ed ha la composizione seguente:

Solfato di calce 80. 39 Acqua . . . 8. 77	Selenite . . .	89. 16
Carbonato di calce		7. 63
Argilla		3. 21
		100. 00

Questa pietra è costituita da una massa di selenite in cristalli granulari piccolissimi, con frammiste delle lamelle molto fini di carbonato di calce e dei grani di argilla e sabbia.

Varie sono le interpretazioni che si dànno circa alla influenza del carbonato calcareo sul gesso da costruzioni. È un fatto però, dice Thenard, che aggiungendo al gesso da modellare il 12 % di carbonato calcareo, lo si converte in gesso che presenta la resistenza voluta per l'arte muraria. Crede il Fourcroy che nella cottura del gesso anche il carbonato calcareo si calcina riducendosi a calce caustica, e che quando poi s'impasta il gesso cotto coll'acqua, questo assorbendola rapidamente cristallizza in minutissimi cristalli, i quali funzionano come la rena nelle malte ordinarie, attorno cui poi la calce caustica, assorbendo essa pure l'acqua, spiega la sua azione e fa presa. Di questa opinione non sono altri, e fra questi Gay-Lussac, Pelouze e Frémy, giacchè è ben noto che il carbonato calcareo non si decompone che al di là del calor rosso, al qual limite non arriva mai la cottura del gesso. E per quanto si voglia far risaltare lo stato di suddivisione estrema, in cui si trova il carbonato calcareo, pure ciò non è ragione sufficiente dinanzi alle proprietà caratteristiche dei corpi.

L'opinione più fondata è che le lamelle di calcite ed i grani di sabbia e argilla restino inalterati nel gesso cotto, ed in forza del loro stato di suddivisione agiscano come la sabbia nelle malte ordinarie, cioè dire come materia inerte, la quale conferisce resistenza e solidità alla malta di gesso.

Il peso di un metro cubo di pietra da gesso è di chilogrammi 2168.

IV. — COTTURA DEL GESSO.

La *teoria della cottura del gesso* è semplicissima. L'impiego del gesso è fondato sopra la proprietà che esso ha di perdere mediante la calcinazione l'acqua di

cristallizzazione, e di assorbirla poi di nuovo quando ne venga messo in contatto, per far presa.

Si è creduto lungo tempo che occorresse una temperatura di oltre 200° per calcinare il gesso, ma Gay-Lussac e Payen hanno dimostrato che la cottura si opera invece a partire da 80° fino al limite di 160°. Il minerale cotto dentro questi limiti perde la sua acqua di cristallizzazione, e serba la proprietà di riassorbirla prontamente facendo rapida presa. Se poi è scaldato al di là di 160°, il solfato anidro che si ottiene non riassorbe più l'acqua che molto lentamente ed a questo punto di vista ha una presa lenta paragonabile a quella dei cementi idraulici.

Il gesso crudo perde nella cottura circa $^1/_5$ del suo peso, rappresentato dal vapor acqueo che si svolge. La temperatura di 110 a 120° è sufficiente per scacciare dalla pietra tutta l'acqua di cristallizzazione.

Acciocchè la cottura sia uniforme in tutta la massa, è conveniente avere la pietra in piccoli pezzi o in polvere. Se il gesso crudo è in polvere la calcinazione si fa nelle migliori condizioni, per esempio in un forno a riverbero, col minor consumo di combustibile od utilizzando il calore perduto di altri forni. Senonchè è necessario allora stendere la polvere sul suolo del forno in uno strato dello spessore di 6 a 8 centimetri, e rinnovarne poi spesso la superfice con dei rastrelli. Se la pietra è in pezzi, e ciò è il caso ordinario, la cottura al punto di vista tecnico si fa in cattive condizioni, giacchè in un dato blocco la calcinazione non può essere uniforme, e siccome occorrerà spingere un po' il fuoco, succederà che la parte esterna del pezzo sarà troppo fortemente calcinata, quella intermedia lo sarà al suo giusto punto, mentre il nucleo lo sarà molto imperfettamente. Oltre di questo poi il consumo di combustibile sarà maggiore che nel caso precedente.

L'imperfezione della cottura della pietra da gesso in pezzi non ha poi in pratica un effetto svantaggioso, poichè sta in fatto che mescolando tutta la carica cotta più o meno imperfettamente, si ottiene un gesso di buonissima qualità.

Inoltre siccome la polverizzazione del gesso crudo è molto più difficile e quindi costa più che quella del gesso cotto, ne deriva anche per questo fatto una maggior convenienza nel cuocere la pietra in pezzi.

Visto così come sieno stati risoluti in pratica i due principii essenziali della cottura del gesso, passiamo ad esaminare succintamente i varii sistemi di forni e apparecchi impiegati a questo scopo.

Il modo primordiale di cuocere il gesso consiste nell'accumulare la pietra in monti e bruciarvi sotto del combustibile. Da questo siamo passati bentosto a dei forni di costruzione speciale, sempre però a focolare indipendente. Di fatto non è possibile pel gesso applicare, come per la calce, i forni ad azione continua caricati a strati alternanti di gesso e di combustibile per le seguenti ragioni. Prima di tutto il combustibile agisce come energico riducente sul solfato di calce riducendolo a solfuro, secondo le ben note reazioni

$$CaOSO^3 + 2C = 2CO^2 + CaS$$
$$CaOSO^3 + 4C = 4CO + CaS$$

e quindi si avrebbe un prodotto cattivo. Secondariamente le ceneri del combustibile frammiste al gesso darebbero una materia impura e sporca.

Forse un avvenire è riserbato nella cottura del gesso alle fornaci del tipo Hoffmann ad azione continua, purchè però il combustibile non sia in contatto colla pietra o meglio che esse sieno riscaldate a gas. Però occorrerà in tal caso studiar bene le condizioni della combustione affinchè essa si mantenga nei limiti voluti.

Dopo i forni a combustibile solido furono anche studiati quelli a combustibile gassoso, giacchè la bassa temperatura richiesta pareva confacesse all'impiego di combustibile di natura inferiore ed il cui gas si produce a bassa temperatura.

Più tardi la considerazione del poco calore richiesto fece pensare ad utilizzare il vapor acqueo per la cottura del gesso, poichè in tal guisa si opera la cottura con un vapore caldo, la cui temperatura può essere esattamente regolata, il quale per di più penetrando in tutta la massa, cuoce la pietra molto più uniformemente che i gas caldi di un focolare.

Il vapor acqueo soprariscaldato poi non agisce soltanto come veicolo del calore, ma anche come corpo avido di umidità, e quindi opera efficacemente la disidratazione.

Dal vapor acqueo all'aria calda vi è un sol passo, e di fatto l'ultima novità in fatto della cottura del gesso è quella d'impiegare a tal uopo l'aria scaldata a conveniente temperatura.

È interessante osservare come anche nell'industria degli zolfi, lo studio dei sistemi più atti alla fusione dello zolfo abbia subito delle fasi analoghe a quelle della cottura del gesso. Di fatto anche per lo zolfo sono stati applicati gli apparecchi a vapore soprariscaldato, ed attualmente poi le ricerche e le prove le quali danno migliori risultati e che additano quale sia la via nella quale si possono realizzare dei rilevanti progressi nella fusione dello zolfo, sono fondate sull'impiego dell'aria calda.

In conclusione dunque i principali forni impiegati alla cottura del gesso appartengono alle seguenti categorie:

1. Forni a focolare indipendente,
2. Forni a gas,
3. Forni a vapor acqueo,
4. Forni che utilizzano i gas caldi di altri apparecchi,
5. Forni ad aria calda.

Esaminiamoli ora partitamente.

Cottura del gesso in mucchi. — Alle cave di gesso di M.e Donato presso Bologna si cuoce la pietra da gesso col sistema primitivo dei mucchi (fig. 1530).

Si sceglie un luogo in cui le pendici del monte tagliate a picco facciano un angolo secondo le linee *a b*, *b c*; e parallelamente alla parete lunga si costruisce un muro *d* fatto di pietre di gesso, alto 1m.50, lungo 3m e posto a 1m.50 di distanza dalla parete. Sul piano dello spazio così rinchiuso si fa con grosse pietre di gesso un muricciolo o divisorio *e* a eguale distanza dal muro e dalla parete, ed i canali restanti sono ricoperti con lastre di gesso *f*. Formati così due focolari, si carica sulle vôlte e nello spazio racchiuso fra il muro e le pareti la pietra da gesso, disponendo i pezzi in ordine decrescente di grossezza o ricoprendo il mucchio coi pezzetti minuti e col tritume.

Un mucchio delle dimensioni indicate può contenere una carica di circa 2 tonnellate. Si fanno però anche dei mucchi più grandi, per i quali occorre fare 3 vôlte alla parte inferiore.

Sotto le vôlte si fa fuoco con fascine e legna e la condotta del fuoco è affidata esclusivamente all'abilità del fornaciajo.

Con questo modo di cottura è evidente che la massa della pietra da gesso non si calcina uniformemente. Le pietre delle vôlte ed i pezzi contigui ai focolari sono calcinati troppo fortemente ed hanno perduto la proprietà di riassorbire l'acqua. Gli strati superiori spesso non avendo ricevuto abbastanza calore, non sono disidratati e quindi anch'essi, per la ragione opposta dei primi, inattivi alla presa. Non vi è che la parte centrale della massa che sia calcinata convenientemente. Ora noi sappiamo dalla pratica che il miscuglio di tutta la carica, cioè della

parte centrale ben cotta colla inferiore troppo calcinata e la superiore non calcinata, dà un gesso da muro di ottima qualità. La ragione di tal fatto risiede in ciò che nel miscuglio le parti inerti funzionano da elemento resistente rispetto a quelle che fanno presa, come è il caso della rena nella malta di calce.

Fornace scavata nel suolo. — In molti luoghi ove l'industria del gesso è rimasta agli antichi processi, come in Sicilia, nel Monferrato ecc., si usa praticare in un suolo inclinato un cavo coniforme, con una porta in basso (fig. 1531), analogo a quello che si fa nelle campagne per cuocere la calce, senonchè di dimensioni più ristrette. In generale le pareti tagliate nella terra mancano di ogni rivestimento, attesa la poco elevata temperatura cui sono esposte; in Sicilia però *le gessare* sono rivestite di pietre resistenti al fuoco.

La carica della fornace si fa in modo simile che per la pietra da calce. Coi pezzi di gesso più grossi, più resistenti e di qualità più scadente si forma sul fondo della fornace una volta abbastanza rilevata per potervi far fuoco sotto. Sopra la volta poi si dispongono i pezzi di gesso in ordine decrescente di grossezza, caricando il tritume negli ultimi strati.

Per il foro praticato al basso della parete anteriore della fornace si introduce il combustibile sotto la volta e si fa fuoco, il quale viene alimentato con legno di poco valore, ed in Sicilia con paglia.

Dopo 12 a 16 ore, allorchè i pezzi della parte superiore della carica sono diventati bianchi e facilmente polverizzabili, la cottura è fatta. Si cessa il fuoco e si lascia raffredare prima di togliere il gesso cotto.

Questo sistema di cottura vedesi praticato nelle colline del Monferrato, in Sicilia ed in altri luoghi. Il suo principale difetto consiste nella imperfezione della cottura, poichè le pietre della volta e gli strati immediatamente sovrapposti sono troppo cotti ed hanno perduto la proprietà di far presa coll'acqua. Gli strati superiori della carica spesso non sono abbastanza calcinati e quindi danno una materia inattiva. Solo la parte centrale della massa è cotta a dovere ed è appunto nella parte centrale del forno che un fornaciajo intelligente carica le pietre da gesso di migliore qualità.

Fornace ordinaria. — Nei dintorni di Parigi si cuoce comunemente il gesso in mucchi fra tre muri, come ci mostra la fig. 1532. I tre muri *a* sono coperti dal tetto *b*, il quale mentre ripara la carica dalla pioggia, è poi fatto con lastre disposte in guisa da lasciar passare liberamente il vapore acqueo che si sviluppa durante la cottura della pietra. La parte anteriore del forno è aperta affine di caricare e scaricare facilmente la materia.

Sull'area racchiusa fra i muri si costruiscono coi pezzi più grossi di pietra, delle gallerie *c* separate dai piedritti *d* e coperte a vôlta. Su queste vôlte poi si fa la carica nel modo ordinario disponendo i pezzi in ordine decrescente di grossezza, caricando in alto il materiale fino, il quale serve a tenere concentrato il calore nella massa, rendendo difficile la rapida uscita dei gas caldi.

Sotto le vôlte suddette si brucia della legna piccola e di poco valore, specialmente delle fascine, e si cerca di alimentare una combustione lenta e moderata.

La durata della cottura è di 10 a 15 ore, in media 12 ore; essa dipende dalla quantità della carica, dallo stato di secchezza della legna, e dallo stato dell'atmosfera. Il conduttore della fornace si accorge per pratica del momento in cui la cottura è compiuta, allora stende sulla carica uno strato di polvere di gesso affine di mantenere concentrato il calore e lascia raffreddare durante 12 ore.

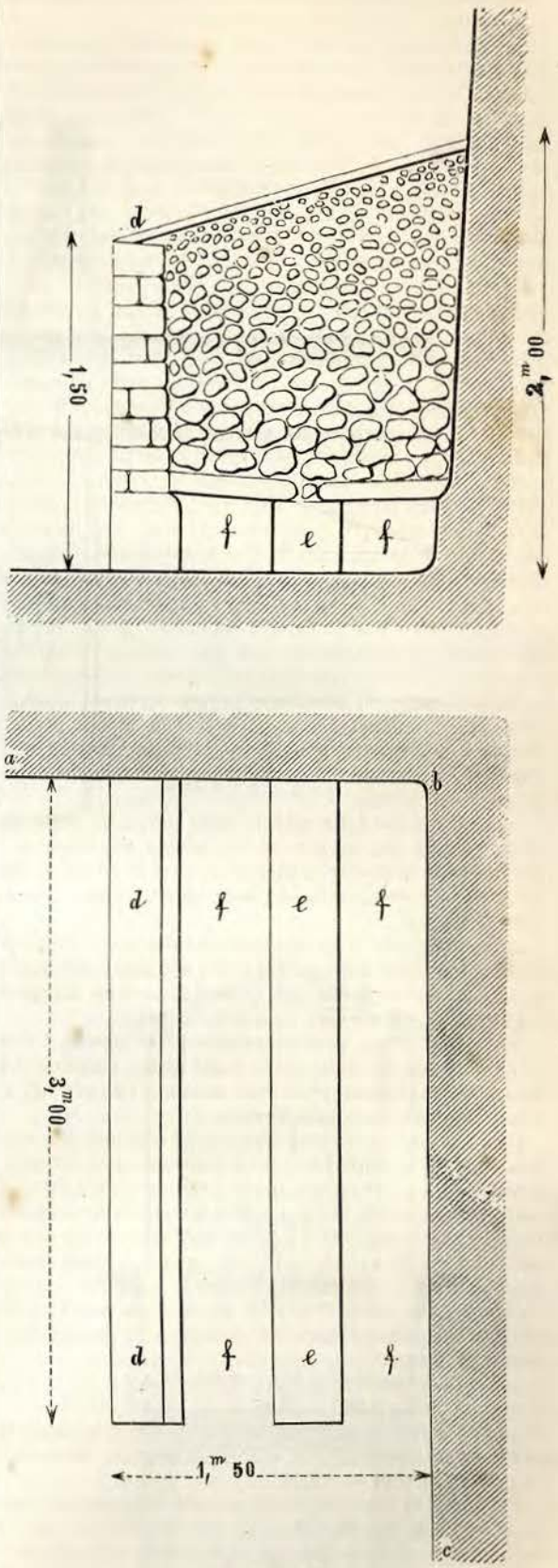


Fig. 1530.

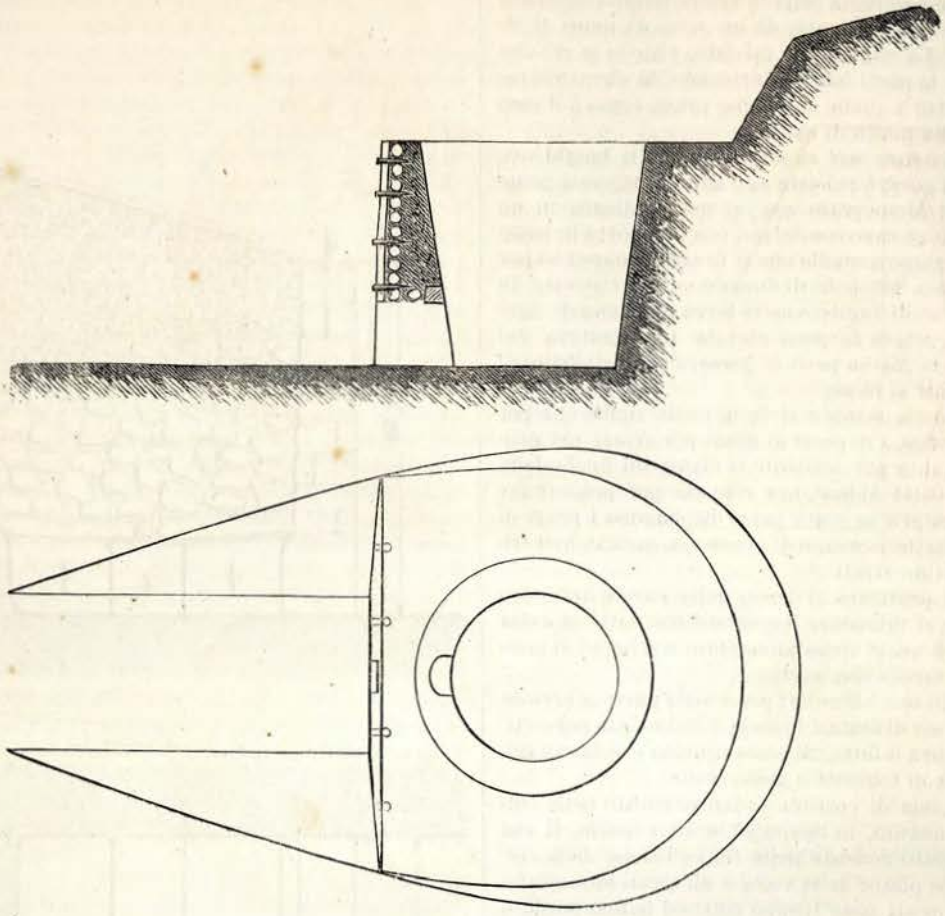


Fig. 1531.

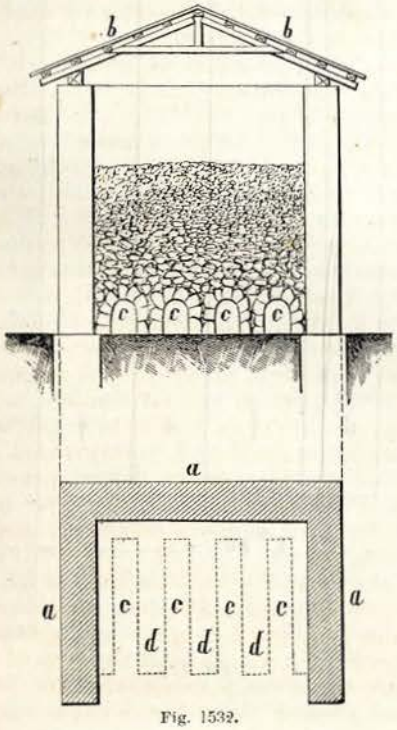


Fig. 1532.

In generale, dopo 24 ore da che si è cominciato l'operazione, si scarica il forno.

La quantità di legna bruciata in queste fornaci varia a seconda della qualità e del suo stato di essiccazione. Nel quadro seguente sono riuniti i dati relativi al consumo di combustibile in tre fornaci alimentate con fascine di differente natura:

Natura del combustibile	Carica della fornace m^3	Fascine e fastelli		Combustibile bruciato	
		Numero	Peso di ognuno chil.	in totalità chil	per metro cubo chil.
Quercia	60	550	23. 00	12650	210. 83
Betulla e castagno	60	700	16. 50	11550	192. 50
Quercia e carpino	60	900	9. 00	8100	135. 00

Il costo della cottura del gesso è in media di 3 franchi al metro cubo di gesso cotto.

Queste fornaci ordinarie hanno subito in alcuni luoghi e specialmente a Parigi alcuni perfezionamenti. Se ne fanno ora composte di quattro muri invece che di tre, ed allora assomigliano alle fornaci a sezione quadrata impiegate usualmente presso di noi per cuocere i laterizii. E ciò allo scopo di non lasciare esposta all'aria la

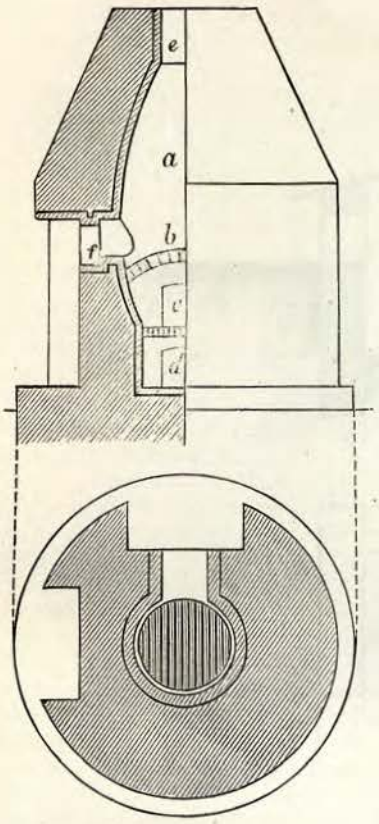


Fig. 1533.

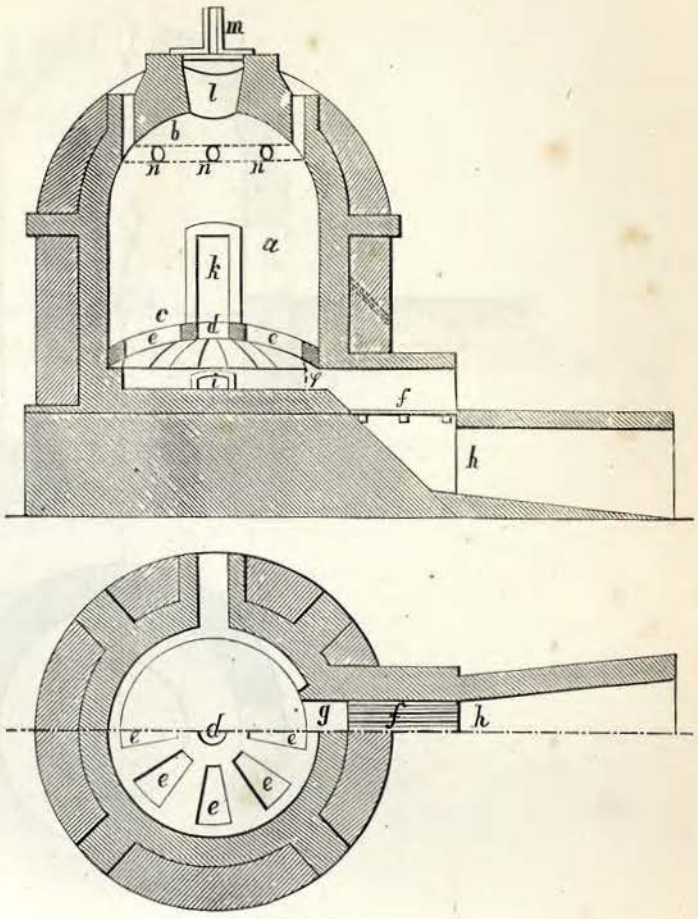


Fig. 1534.

parte anteriore della carica come avviene in quelle suddescritte. Alcune sono ricoperte da una vôlta, nella quale esistono dei fori per l'uscita dei vapori, e raggiungono l'intento di regolar meglio la circolazione delle fiamme e rendere la cottura più uniforme. Altre infine hanno i piedritti dei focolari in basso fatti di muratura, onde non farli colla pietra da gesso, che essendo quivi esposta troppo direttamente alle fiamme, si calcina al di là del limite utile e diviene inerte alla presa.

Fornace di Montmartre. — Così chiamata dal nome della località a Parigi, ove è in uso. La fig. 1533 ce ne mostra lo spaccato e la pianta. La capacità interna *a* è ovoide, chiusa inferiormente da una volta *b* forata, al disotto della quale trovasi il focolare *c* e sotto di questo il cinerario *d*. La pietra da gesso si carica dalla bocca *e* direttamente sulla volta *b*, ammontandola secondo le regole ordinarie. Quando il gesso è cotto, si carica il forno della porta *f*, la quale è rimasta chiusa durante l'operazione.

Nel focolare si brucia qualunque combustibile, purchè sia a lunga fiamma, e le fascine di legna servono bene a tal uopo. Nelle pareti del cinerario sono poi praticate alcune porte, affine di poter regolare convenientemente l'aspirazione del forno.

Come ognun vede, questo forno è un perfezionamento della fornace intermittente ordinaria più sopra descritta.

Il fuoco vien condotto da principio con lentezza, poi cresciuto proporzionatamente.

I dati numerici relativi al consumo di combustibile in questa fornace sono i seguenti:

Carica del forno-pietra da gesso .	m^3	8
Durata della cottura	ore	10
Fascine bruciate	num.	253
Fascine bruciate all'ora in media	»	25.3
Peso di ogni fascina	chilog.	8.7
Peso delle fascine bruciate . . .	»	2201
Fascine bruciate per m. c. di gesso	»	275

Forno Scanegatty. — La ricerca del modo di calcinazione uniforme della pietra da gesso, entro i limiti ristretti di temperatura in cui essa deve farsi, ha dato luogo alla costruzione di questo forno e del seguente.

La fig. 1534 mostra la sezione verticale e la pianta del forno in discorso. Si compone di una capacità cilindrica *a* ricoperta da una vôlta emisferica *b*. Il piano del forno è costituito da una vôlta a calotta sferica *c*, avente un foro centrale *d* e 8 aperture radiali *e*. In *f* trovasi il focolare, dal quale le fiamme passando per il ponte *g*, penetrano sotto la volta *c* e per le aperture esistenti in questa vanno a calcinare il gesso caricato sulla medesima.

La concamerazione riservata sotto la vôlta suddetta serve anche come regolatore della corrente calda, onde distribuire ugualmente in ogni senso i gas caldi che devono cuocere il gesso. In *h* è il cinerario ed una concamerazione che serve a raccogliere l'aria per l'aspirazione del focolare. L'apertura *i* che si apre sotto la

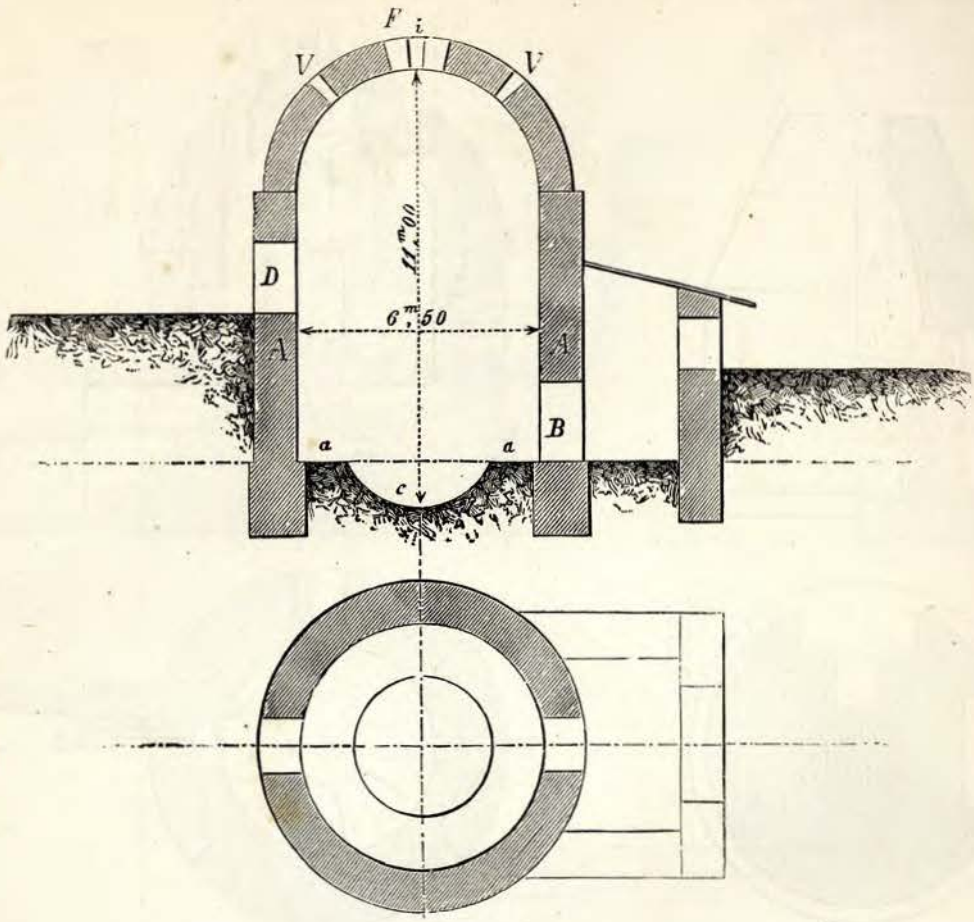


Fig. 1535.

volta *c*, serve a pulire la camera delle fiamme, ove si depositano le ceneri asportate meccanicamente. La porta *k* serve al caricamento del forno. La volta sferica *b* ha un'apertura centrale *l* che serve al caricamento del forno e chiusa durante l'operazione da un coperchio *m* munito nel suo centro di un foro per l'aspirazione. Di più 8 fori *n* disposti convenientemente in corrispondenza delle aperture esistenti nel fondo, servono a stabilire l'aspirazione voluta.

Il caricamento del forno si fa, finchè è possibile, dalla porta *k*, e lo si termina poi dall'apertura *l*. Fatto ciò, si mette il coperchio *m* e si fa fuoco. Durante l'operazione si regola la cottura della massa, osservando come avviene l'aspirazione per le aperture *n*, chiudendo quelle che sono troppo attive ed aprendo quelle inerti. L'operazione è finita quando, accostando ai fori *n* un ferro ben terso ad una lastra di vetro, non vi si condensa più sopra alcuna umidità. Si chiudono allora tutte le aperture, si lascia raffreddare il forno durante 12 ore e poi lo si scarica dalla porta *k*.

Un forno Scanegatty può contenere una carica di 54 metri cubi di pietra da gesso.

Fornace di Sicilia. — Fra i tanti forni da cuocere il gesso, che vedonsi nell'isola di Sicilia, quelli che meritano qualche attenzione sono quelli dei dintorni di Caltanissetta, di costruzione perfezionata, giacchè si avvicinano al tipo di Scanegatty, e di capacità eccezionale, giacchè se ne costruiscono alcuni che contengono perfino 200 metri cubi di roccia.

Tale forno è rappresentato dalla fig. 1535. Si compone di una camera cilindrica formata da una muratura A e ricoperta da una calotta emisferica. In basso presenta una corona o panchina *a*, che racchiude un vuoto *c*, il quale serve da cinerario. L'apertura B è quella per la quale viene introdotto il combustibile e l'altra D aperta alla parte opposta e ad un livello piu alto, cioè a circa metà altezza del forno, è quella per cui si carica la pietra da cuocere. La cupola della fornace ha al centro un'ampia apertura F per la quale si compie la carica del materiale minuto e poscia vien chiusa lasciando aperta una piccola gola nel mezzo *i*, per cui la corrente dell'aria che sale dal fondo ha sfogo sufficiente. Vi sono inoltre altri otto condotti V disposti regolarmente sulla vôlta, che servono a regolare il tiraggio e quindi la combustione.

Il caricamento si fa disponendo da principio i grossi pezzi di gesso sulla corona *a* e formando con essi una vôlta in modo da lasciare inferiormente uno spazio sufficiente per introdurvi ed accendervi il combustibile occorrente dall'apertura B. Sulla vôlta così formata si ammontano, penetrando dalla porta D, i pezzi di gesso, stratificando dapprima i più grossi e sovrapponendo gradatamente i minori. Introdotto tanto gesso da non poter più servirsi della porta D, la si chiude e si getta il rimanente gesso minuto dalla gola E, che poi si chiude lasciando aperto un semplice condotto *i* nel mezzo.

Ultimato in tal modo il caricamento del forno, si introduce il combustibile per la porta B sotto la vôlta di

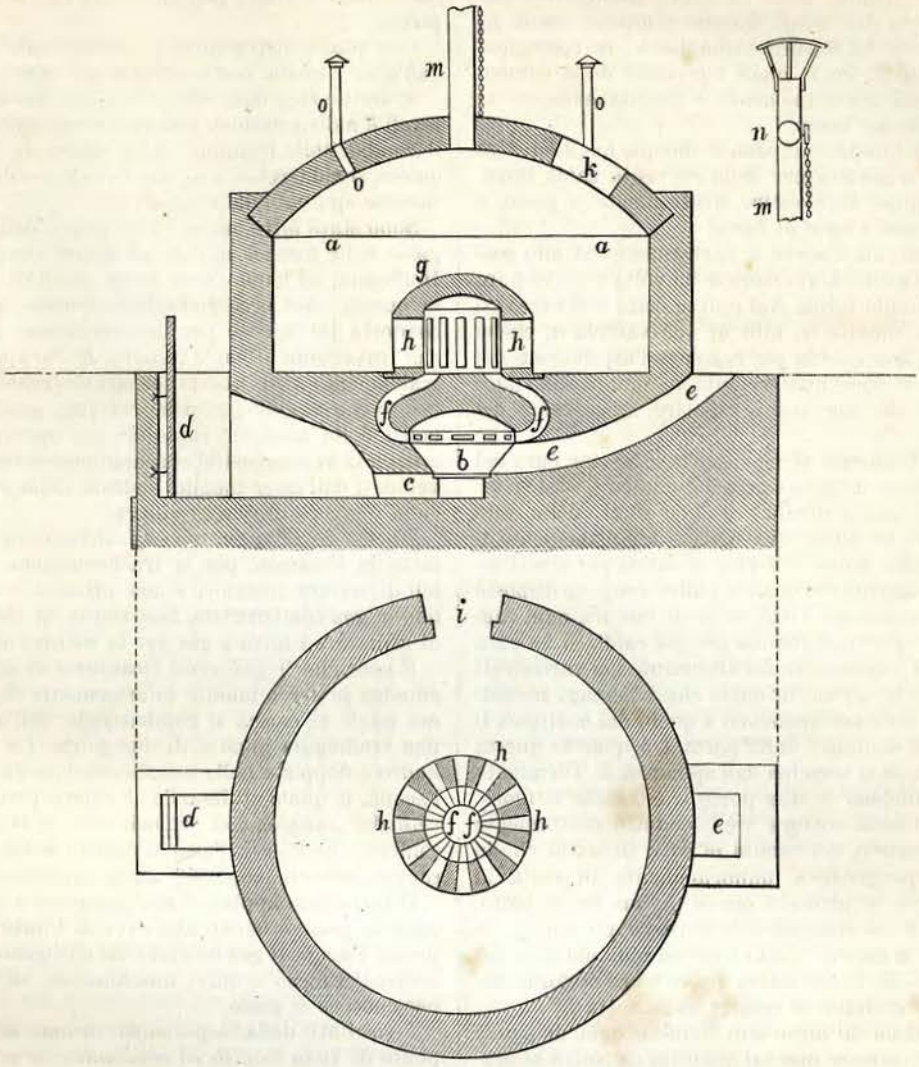


Fig. 1536.

gesso e gli si appicca il fuoco. Il combustibile che si adopera è generalmente di poco prezzo, come sarmenti, legna, stirpi, cespugli, paglia.

La condotta del fuoco si regola dall'aspetto delle fiamme e vapori che escono dagli sfiatatoi esistenti nella vôlta. Quando da alcuni di essi esce la fiamma troppo viva, si chiudono temporaneamente ed allora aumentando la chiamata dell'aria per quelli che restano aperti si equilibra opportunamente la distribuzione del calore. Quando poi dall'ultimo condotto rimasto aperto la fiamma esce viva e senza vapori, allora la rottura è fatta, si chiudono tutte le aperture e si lascia raffreddare la fornace per 15 a 20 ore. Alcuni fornaciai verificano la fine della cottura accostando agli sfiatatoi una lastra di ferro ben pulita e fredda, sulla quale non devesi condensare più nessun vapore acqueo allorchè l'operazione è compiuta.

La durata della cottura è in generale di 24 ore.

Per una fornace capace di 200 metri cubi di gesso occorrono in generale 200 *carichi* di combustibile del valore di lire 1.70 al carico. Ora siccome un *carico* pesa 80 a 100 chilog., ne segue che per cuocere 200 metri cubi di gesso occorrono 1400 a 2000 chilog. di legna del valore di lire 340 a 400 a seconda delle stagioni. Ne segue che il costo del combustibile è di circa lire 2 per metro cubo di pietra da gesso. Nelle fornaci più piccole il consumo di combustibile è naturalmente maggiore e per una fornace contenente 100 metri cubi di pietra da gesso occorrono 150 carichi di combustibile, ciò che porta il consumo di combustibile per ogni metro cubo di roccia a lire 2.55.

Il prezzo del gesso posto alla fornace può ritenersi variabile pure a seconda della stagione da lire 6 a lire 8 al metro cubo, il quale pesa 1^t.050.

Forno Dumesnil. — È analogo al precedente, ma presenta dei perfezionamenti maggiori al punto di vista dell'uniformità della cottura del gesso.

È rappresentato dalla fig. 1536. La camera del forno *a* è una capacità cilindrica ricoperta da una vôlta a calotta sferica. In *b* è il focolare di forma conica rovesciata, il quale da una parte ha inferiormente il cinerario *c*, a cui si accede per la scala *d*, e dall'altra comunica con il canale *e*, che sbocca al livello del suolo e che serve all'introduzione del combustibile. Dalla parte superiore del focolare si partono, simmetricamente disposti a raggiera, 12 canali *f* fatti ad S, i quali servono

a condurre le fiamme nella campana cilindrica *g* esistente al centro del forno. Questa campana infine ha nella sua parete 12 fessure oblunghe *h*, in corrispondenza dei canali *f*, per le quali i prodotti della combustione penetrano uniformemente e simultaneamente in tutta la sezione del forno.

Lo scopo di questa campana è dunque quello di fare da regolatore e moderatore della corrente calda impedendo alle fiamme di investire direttamente il gesso, e sopprimendo così i colpi di fuoco.

La porta laterale *i* serve al caricamento ed allo scaricamento del forno. L'apertura della vôlta *k* serve pure al caricamento del forno. Nel centro della vôlta trovasi un camino *m*, munito in alto di una valvola *n*, che si manovra con una catena per regolare l'aspirazione del forno. Infine vi sono quattro tubi *o*, muniti essi pure di valvole, e che servono a regolare la corrente del forno.

Nel forno Dumesnil si richiede la maggior cura nel caricare la pietra da gesso, affinchè una cattiva disposizione di queste non neutralizzi il buon effetto della campana centrale, la quale distribuisce uniformemente il calore. A questo scopo si divide la carica per strati sovrapposti, in ognuno dei quali le pietre vengono disposte a raggiera e messe per ritto, in modo che fra ogni raggiera resti un pertugio radiale pei gas caldi. Si ha cura poi che questa disposizione sia alternante nei varii strati in cui è divisa la carica, in modo che i pertugi lasciati in uno strato non corrispondano a quelli del contiguo. Il caricamento si comincia dalla porta *i* e quando questa non serve più, lo si termina dall'apertura *k*. Terminato che sia, si chiudono le due porte e si mette il fuoco. L'andamento della cottura vien condotto esattamente regolando i registri dei camini *m* ed *o* in modo che la calcinazione progredisca uniformemente in tutta la massa. Durante le prime 4 ore si fa un fuoco lento, mentre nelle 8 ore successive lo si rende più attivo. In capo a 12 ore la carica è cotta e dai camini non esce più vapor acqueo. Si lascia allora raffreddare il forno durante 12 ore e quindi lo si scarica dalla porta *i*.

La carica di un tal forno è di 35 metri cubi di pietra da gesso. Per cuocere una tal quantità di pietra si bruciano in media 210 fascine di legna minuta del peso di 1800 chilog. Il risparmio di combustibile realizzato nel forno Dumesnil per rapporto ai forni di antica costruzione è di 50 a 60 per cento.

Forno Brisson. — È analogo ai forni a storte per la produzione del gas illuminante. Racchiude 8 storte, di cui ognuna contiene 2 ettolitri di gesso. Le storte sono riscaldate da un sol focolare. Il forno è condotto da un solo operajo.

Lo scopo principale di questo forno è di dare del gesso ben cotto e perfettamente bianco. Se ciò va bene per ottenere un prodotto di qualità superiore, non è però molto utile industrialmente, atteso la piccola quantità di gesso che un tal forno può produrre.

Forni ad azione continua. — Fino ad ora non abbiamo visto che dei forni ad azione intermittente, conviene ora dare un cenno di quelli ad azione continua, tanto a tino che anulari, quantunque però sieno usati in molto minore scala di quelli suddescritti.

I forni a tino sono analoghi, come modo di costruzione, a quelli da calce. Si compongono di un tino di forma ovoide in generale, oppure fatto a tronco di cono rovesciato. Nella parte inferiore di questo sono praticate una o più aperture che servono allo scaricamento della pietra cotta, ed un poco al disopra di esse si aprono le aperture per le quali le fiamme provenienti da focolari contigui penetrano nel tino per calcinare la pietra.

Con questa disposizione la pietra cruda vien caricata dall'alto, e quella cotta estratta dal basso.

È inutile ricordare che la disposizione dei focolari laterali è indispensabile, non potendosi caricare nel forno il combustibile frammisto alla pietra da gesso, perchè questa si ridurrebbe allo stato di solfuro di calce e di più sarebbe sporcata dalle ceneri.

Sono state fatte anche varie prove della cottura del gesso nelle fornaci anulari ad azione continua del tipo Hoffmann, ed hanno dato buoni risultati. È chiaro che in questo caso occorrono delle cautele speciali per la condotta del fuoco e per la circolazione delle correnti che traversano le varie camere. Forse applicando il riscaldamento a gas queste fornaci dovrebbero dare risultati anche migliori, giacchè restando sempre fissi i benefizi della maggior rapidità dell'operazione e della economia di combustibile, si aggiungerebbero quelli provenienti dall'esser meglio padroni della combustione e della temperatura da produrre.

Forno di Beaufumé. — L'invenzione dei gasogeni fatta da Ebelmen, per la trasformazione dei combustibili di natura inferiore e non utilizzabili allo stato solido in gas combustibile, fece venire al Beaufumé l'idea di utilizzare i forni a gas per la cottura del gesso.

È noto che il gasogeno Beaufumé si compone di un cilindro in ferro munito inferiormente di una grata, e nel quale si carica il combustibile dall'alto, mediante una tramoggia munita di due porte. La parete del cilindro è doppia e nella concamerazione anulare vi è dell'acqua, la quale utilizzando il calore perduto dalla parete del gasogeno si vaporizza e mette in azione la soffieria che injetta l'aria al disotto della grata del gasogeno, affinchè la gassificazione sia attiva.

Il Beaufumé applicò il suo gasogeno a due forni ordinarii da gesso esistenti alle cave di Pantin e Vaugirard presso Parigi. Il gas uscendo dal gasogeno si dirigeva al centro del forno e quivi mischiandosi all'aria bruciava per cuocere il gesso.

I risultati della esperienza furono soddisfacenti al punto di vista tecnico ed economico, se non che il processo non prese piede. È probabile che ciò sia dipeso dalla imperfezione e complicazione del gasogeno Beaufumé, il quale applicato anche in altre industrie dovè essere ovunque abbandonato.

Oggi che la questione dei forni a gas ha fatto tanti progressi e colpito il mondo intiero per la sua importanza e utilità, sarebbe realmente il caso di riprendere lo studio della cottura del gesso col mezzo dei combustibili gassosi, molto più che la carezza dei combustibili, il prezzo ognor crescente della mano d'opera ed il valore diminuente dei prodotti industriali incitano alla ricerca di ogni maniera di economie.

Forni che utilizzano il calore perduto dei forni da coke. — A Parigi è stato provato di utilizzare il calore perduto dei forni da coke per la cottura del gesso, e si sono ottenuti buoni risultati.

Tre forni da coke bastano ad alimentare un forno da gesso di grandi dimensioni. Regolando in ognuno dei forni da coke la combustione a epoche differenti e dirigendo successivamente i gas perduti nel forno da gesso, si giunge a realizzare in questo una temperatura presso a poco costante ed atta ad una cottura uniforme della pietra.

Con questa disposizione occorre avere al minimo due forni da gesso, dei quali mentre uno è in cottura, l'altro è in caricamento.

Forno Violette. — L'impiego del vapore acqueo soprariscaldato, come veicolo del calore per ottenere delle temperature basse, costanti e racchiuse entro limiti ristretti, preconizzato da Thomas e Laurent per varie applicazioni, fu provato dal Violette anche per la cottura della pietra da gesso.

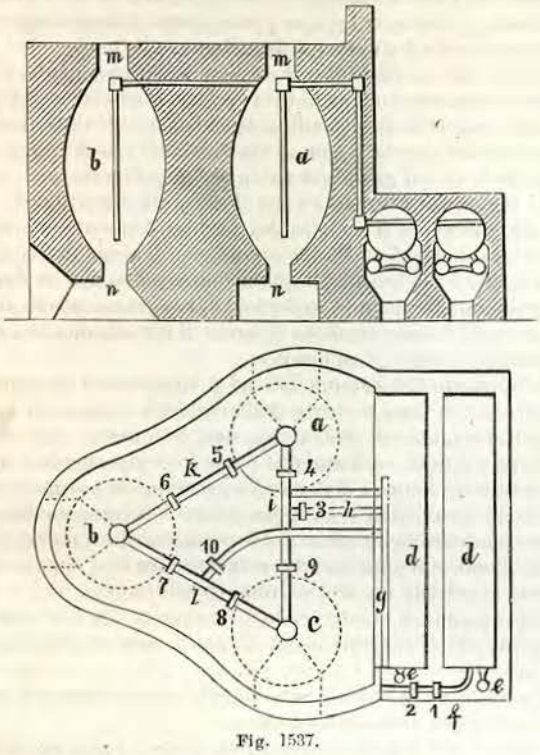


Fig. 1537.

Il forno Violette è rappresentato dalla fig. 1537. Tre forni di forma ovoide, *a*, *b*, *c*, sono accoppiati in modo da trovarsi il più vicino possibile alle caldaje *d* ove si produce il vapore. In ogni forno la pietra cruda viene caricata dall'apertura superiore *m*, ed il gesso cotto estratto dall'apertura inferiore *n*. Il vapore prodotto nelle caldaje alla pressione di 1 $^1/_2$ atmosfera penetra nei serpentini *e* ove si riscalda alla temperatura di 200°, e passa quindi nei tubi che lo conducono ai forni dopo aver incontrato un termometro che serve a constatarne esattamente la temperatura. La temperatura di 200°, superiore a quella richiesta per la calcinazione del gesso, è necessaria perchè l'acqua di cristallizzazione del gesso abbisogna, per ridursi in vapore, del noto calore di vaporizzazione, che gli sarà ceduto dal vapore che opera la cottura.

I tubi che si vedono rilegare insieme i tre forni sono muniti di robinetti 1, 2, 3, 4, ecc., disposti in modo da far passare il vapore in qualunque dei forni si voglia. Vediamo ora come procede l'operazione. Questa ha sempre luogo su due forni carichi di pietra da gesso, mentre il terzo può essere in caricamento. Supponiamo pieni i due forni *a* e *b*, si apriranno allora i robinetti 1 a 7, lasciando gli altri chiusi. Il vapore uscendo dalle caldaje e scaldato nei serpentini *e* alla temperatura di 200°, traversa i robinetti 1 e 2 del tubo *f*, percorre il tubo *g*, quindi pel robinetto 3 penetra nel tubo *i*, per il robinetto 4 arriva al forno *a*, che traversa dall'alto al basso, calcinando la pietra e asportandone l'umidità. Siccome poi il vapore ha sempre una temperatura sufficiente, risale pel tubo *a*, penetra in quello *k* ed arriva al forno *b*, che percorre similmente dall'alto al basso iniziando quivi la cottura del gesso. Risale quindi pel tubo *b*, giunge a quello *l* e quivi trovando chiuso il robinetto 8 esce nell'aria per apposita valvola.

In questo modo, mentre si cuoce la pietra in *a* s'inizia la cottura in *b*, e quando la prima carica sarà cotta, manovrando convenientemente i robinetti in modo da far arrivare direttamente il vapore in *b*, con poco si compirà la cottura ed il vapore uscendo da qui si porterà nel forno *c*. Si viene così a stabilire una rotazione continua fra i tre forni.

In un forno triplo consimile si può cuocere 100 metri cubi di gesso per 24 ore. Ogni operazione dura 6 ore. La quantità di vapore necessaria per cuocere 1 metro cubo di pietra da gesso e produrre 1000 chilogrammi di gesso cotto è di 350 chilogrammi. Ammettendo ora che 1 chilogramma di litantrace produca 6 chilogr. di vapore, ne segue che la quantità di detto carbone necessaria per cuocere 1 metro cubo di pietra da gesso è di chilogrammi 58.330.

I vantaggi del sistema Violette sono principalmente i seguenti. La regolarità e uniformità della cottura e quindi la superiorità della qualità del gesso, e la bianchezza del prodotto non inquinato da ceneri. Ma il vantaggio principale risiede nella possibilità di utilizzare il vapore ad altri mezzi. Difatto il vapore uscente dalle caldaje lo si può impiegare in un motore e quindi ricondurlo al serpentino ove sarà scaldato a 200°. Il motore, messo così gratuitamente in azione, potrà servire a dare il movimento alle macchine che servono a polverizzare o vagliare il gesso.

Di fronte ai pregi suddetti occorre però far conoscere gl'inconvenienti del sistema, per i quali esso non ha potuto avere applicazione industriale.

Il vapore che dovrebbe essere alla temperatura costante di 200, non vi si trova quasi mai perchè il serpentino è un apparecchio delicato, che risente tutte le influenze dell'andamento del focolare che lo riscalda, e che di più soggiace a degli abbassamenti considerevoli di temperatura a causa della vaporizzazione che in esso avviene dell'acqua allo stato vescicolare, asportata meccanicamente dal vapore.

Il vapore caldo a 200° penetrando nella capacità del forno ripiena della pietra fredda, si espande, si raffredda e si condensa immediatamente, cosicchè per primo risultato della cottura si ottiene invece una pioggia torrenziale nel forno.

Inoltre è da osservare che l'impiego del vapore dà luogo ad impianti costosi e complicati; l'operazione non è certamente economica, e le perdite di vapore sono considerevoli tanto per l'inefficacia di esso allorchè non è sufficientemente caldo, quanto per la condensazione sempre considerevole, non che infine per le fughe facilmente verificabili in un apparecchio di simil genere.

Forno Testud de Beauregard. — Anche in questo sistema s'impiega il vapore acqueo per la cottura del gesso, senonchè l'inventore si è sforzato di rimediare ad alcuni degl'inconvenienti del sistema Violette precedentemente descritto.

Le specialità caratteristiche del processo Testud sono due. Primo, egli impiega del vapore soprariscaldato a circa 500° ed alla pressione di 2 atmosfere effettive, perfettamente secco e trasparente, prodotto da un apparecchio di sua invenzione, che lo fornisce costantemente a questa temperatura. E questa non è eccessiva, giacchè una forte somma di calore è richiesta dall'acqua di cristallizzazione del gesso per essere evaporizzata. L'essere poi il vapore assolutamente secco, ne aumenta l'efficacia

in virtù della sua avidità per l'acqua. Secondariamente poi avanti di introdurre il vapore nel forno carico e freddo, egli vi fa circolare per un po' di tempo i gas perduti del focolare del generatore di vapore, e così riscaldando preventivamente la pietra, impedisce la condensazione del vapore al principio dell'operazione.

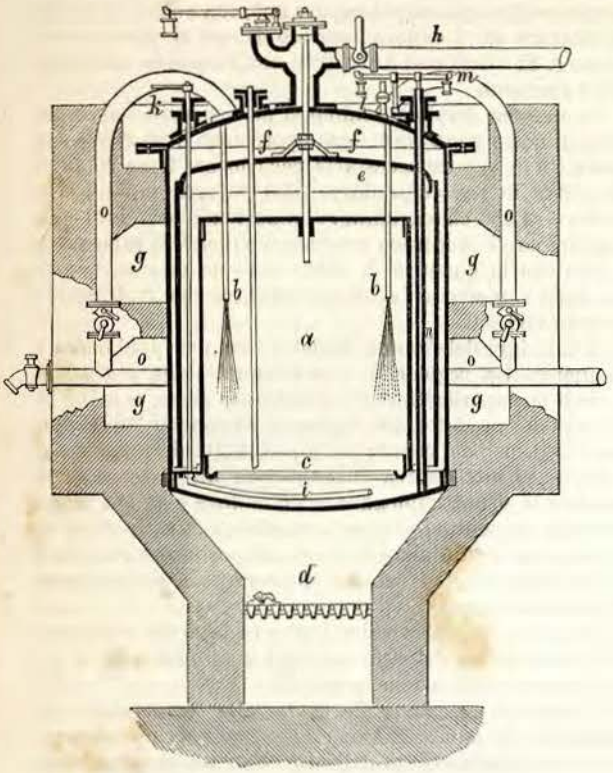


Fig. 1538.

Il generatore di vapore del Testud è rappresentato dalla fig. 1538. La vaporizzazione dell'acqua ha luogo in questo apparecchio secondo un principio nuovo. Un filetto d'acqua batte contro una parete calda e si trasforma istantaneamente in vapore, il quale poi traversando un riscaldatore acquista il massimo di secchezza e la temperatura voluta. Si compone l'apparecchio di tre capacità cilindriche concentriche, in ferro. In quella interna *a*, detta vaporizzatore, sono injettati dai tubi *b* due getti di acqua che vanno a battere sul fondo *c* il quale è scaldato inferiormente alla temperatura di 280° da una lega di piombo e stagno mantenuta in fusione a mezzo del focolare *d*. Il vapore prodotto è obbligato dalla campana *e* a ridiscendere in basso lambendo la superficie esterna del vaporizzatore, e quindi risale nello spazio anulare esistente fra questa campana e l'inviluppo esterno *f*, il quale è riscaldato coi gas perduti del focolare circolanti nei condotti *g*. Questo circuito, che costituisce il riscaldatore, ha lo scopo di portare, in modo semplice e sicuro, il vapore alla temperatura voluta di circa 500° e di renderlo nello stesso tempo perfettamente secco. Il vapore raccolto sotto la cupola *f* esce pel tubo *h* per andare ai forni carichi di pietra da gesso.

Un agitatore *i* manovrato col manubrio *k* serve a constatare se la lega metallica è sempre in fusione, e se quindi il fondo del vaporizzatore è sempre scaldato alla temperatura di 280° voluta. In *l* vedesi un fischio d'allarme, il quale agisce allorchè la temperatura dell'apparecchio si eleva di troppo. Esso agisce mediante la leva a contrappeso *m*, che è tenuta abbassata dall'asta *n*, la quale traversa le caldaje e va a pescare nel bagno della lega metallica. L'estremità di quest'asta è fatta di una lega metallica la quale si fonde ad una temperatura superiore a 280, di tanto quanto è il comporto che si può dare pel massimo innalzamento della temperatura del fondo *c*. Se questo massimo viene oltrepassato l'estremità dell'asta si fonde, la leva *m* resta libera, il fischio agisce ed il fuochista è avvertito di rallentare il fuoco.

Come ultimo dettaglio è da osservare che i tubi *o* i quali conducono l'acqua ai tubi *b*, circolano nei condotti *g* e nelle pareti di questi, affine di utilizzare il calore delle fiamme del focolare per il riscaldamento dell'acqua e mandarla in tal guisa già calda nel vaporizzatore.

Il generatore di vapore del Testud de Beauregard è molto ingegnoso e realizza dei veri perfezionamenti sul modo ordinario di avere del vapore soprariscaldato. L'apparecchio è più piccolo di quello che sarebbe una caldaja corrispondente, ha una superficie di riscaldamento molto grande, ed è bene studiato il modo di riscaldamento e la sicurezza contro le esplosioni.

L'impianto del sistema Testud si compone di un generatore e di 6 forni o storte della capacità ognuna di tre ettolitri e mezzo di pietra da gesso. Di queste 2 sono in funzione, due in caricamento e due in scaricamento, dimodochè il vapore a 500° ed alla pressione di 2 atmosfere effettive proveniente dal generatore è diretto contemporaneamente su due storte. L'operazione dura mezz'ora e stabilendo un'appropriata rotazione fra le 3 coppie di storte si ottiene un funzionamento continuo.

Ogni coppia di storte produce ogni mezz'ora 7 ettolitri di gesso cotto, e l'insieme dà 33 metri cubi di gesso per 24 ore.

La spesa della cottura con questo sistema sembra essere inferiore a quella ordinaria.

Nonostante i pregi indiscutibili inerenti alla cottura del gesso per mezzo del vapore soprariscaldato, e che si riassumono in una cottura più uniforme ed in una maggior bellezza del prodotto, pure gli apparecchi che realizzano questo processo non hanno avuto pressochè nessuna applicazione pratica. Circa una ventina di anni addietro, numerosissime furono le applicazioni del vapore acqueo soprariscaldato, giacchè si tentò di applicarlo alla cottura della calce, del gesso e del pane, alla carbonizzazione del legno, alla distillazione del mercurio, ecc. I risultati ottimi nelle prove sotto il riguardo tecnico, non furono però altrettanto soddisfacenti al punto di vista industriale, cosicchè ben presto questi apparecchi furono per la massima parte abbandonati. Difatti, il riscaldamento col vapore, così semplice in teoria, incontra nell'applicazione le più gravi difficoltà, esposte più sopra nella critica dei due sistemi a vapore, e che si riassumono in un impianto costoso, nella difficoltà di avere la temperatura voluta, nelle gravi perdite per condensazione e per le fughe del vapore.

L'impiego del vapore acqueo come veicolo del calore ha già trovato delle estesissime ed importanti applicazioni nei caloriferi, negli stabilimenti balneari, nelle fabbriche di candele, di acidi, di carta, ed in moltissime industrie chimiche, ove si tratta di riscaldare a temperature poco elevate, con vapore a piccola pressione e dove la condensazione non nuoce. Invece le applicazioni che richiedono il vapore soprariscaldato e quindi sotto forte pressione, non hanno trovato ancora nello stato attuale della scienza una soluzione perfettamente soddisfacente al punto di vista industriale.

Una delle ultime applicazioni del vapore acqueo soprariscaldato è quella della fusione dello zolfo. Quan-

tunque le disposizioni dell'apparecchio Gritti, oggi in uso, tendano a rimediare a molti inconvenienti, pure ne esistono sempre dei rilevanti, senza contare quelli provenienti dalla natura del minerale, giacchè è ben noto che il sistema non riesce coi minerali di zolfo compatti. In conclusione anche quest'ultima prova non dà buoni risultati e si attende ancora chi risolva in modo più soddisfacente la questione.

Forno Archereau. — Questo è l'ultimo forno inventato per la cottura della pietra da gesso, e la effettua a mezzo dell'aria calda.

Il sistema si compone di due parti: primo, di due apparecchi ove si riscalda l'aria; secondo, della camera ove si cuoce il gesso.

L'apparecchio destinato al riscaldamento dell'aria è di costruzione analoga a quello Whitwell, destinato al riscaldamento dell'aria da insufflare negli alti forni. Senonchè trattandosi qui di scaldare l'aria alla temperatura di 200° solamente, l'inventore gli ha dato una disposizione particolare. In luogo di avere delle pareti refrattarie disposte a serpentino, le quali immagazzinano il calore per poi cederlo all'aria, sono situate nell'apparecchio delle lastre di ghisa disposte esse pure a zig-zag. In ogni apparecchio vengono prima fatte circolare le fiamme di un focolare in un dato senso e quando il riscaldamento è sufficiente, s'interrompe l'azione e vi si fa passare una corrente d'aria in senso inverso, la quale ricuperando per circolazione inversa il calore immagazzinato sulle lastre di ghisa, esce dall'apparecchio scaldata alla temperatura di 200° ed allora vien diretta nella camera di cottura del gesso.

Occorrono al minimo due apparecchi pel riscaldamento coll'aria, giacchè alternativamente mentre uno è in riscaldamento, cioè vi circolano le fiamme del focolare, l'altro è traversato dalla corrente d'aria che va al forno.

Il sistema Archereau è molto razionale e pratico. Difatti nell'applicazione ha dato buoni risultati ed un prodotto bellissimo.

Parallelo fra l'impiego dell'aria calda e del vapore acqueo per la cottura del gesso. — È strano il vedere come solo in questi ultimi anni si sia pensato a cuocere il gesso a mezzo dell'aria calda. Difatto l'utilità d'impiegare l'aria come veicolo del calore in questo caso, presenta dei vantaggi incontestabili e che risaltano agli occhi di chiunque, soprattutto se si paragoni questo sistema con quello a vapore acqueo.

Coll'aria calda si ottengono in primo luogo i due effetti principali che si desiderano nella cottura del gesso, e che non si ottengono nelle fornaci ordinarie, cioè l'uniformità della cottura, che dà un prodotto giustamente calcinato in tutta la sua massa, ed assenza completa di ceneri o nero fumo, il che dà una perfetta bellezza del prodotto.

La calcinazione della pietra da gesso si fa colla massima rapidità possibile, essendochè tutta la carica è riscaldata e cotta contemporaneamente. Difatto l'aria, veicolo del calore, penetra ovunque, riempie tutti i meati ed investe nello stesso tempo tutti i pezzi di pietra tanto grossi che piccoli.

Rispetto al vapore acqueo poi l'impiego dell'aria calda realizza i vantaggi seguenti. Prima di tutto l'aria è alla pressione ordinaria, e si richiederà solo una leggera aspirazione fatta con apposito camino, onde farle percorrere i forni carichi di pietra. In tal guisa le perdite di aria calda e quindi di calore saranno perfettamente trascurabili, come lo sono in tutti i forni ad aspirazione ordinaria, ove questa è prodotta da un leggerissimo disquilibrio della pressione della corrente calda per rispetto all'atmosfera. Negli apparecchi a vapore invece si hanno perdite rilevanti, non solo per il fatto della condensazione al principio dell'operazione, ma anche per il fatto della pressione che ha il vapore e che lo rende un corpo difficile a manovrare nei forni ordinarii, ove le chiusure ermetiche sono difficili. In secondo luogo poi è evidente che quando devesi affidare del calore ad un veicolo qualunque converrà scegliere un corpo il quale non subisca nessun cambiamento di stato implicante assorbimento di calore allo stato latente. L'aria dunque è preferibile nel nostro caso come veicolo di calore al vapore acqueo, perchè l'acqua per trasformarsi in vapore assorbe una forte quantità di calore allo stato latente, il qual calore non può poi cedere alla pietra da calcinare perchè deve mantenersi allo stato di vapore. Ciò è vero pel caso nostro, ed è chiaro che non lo è per le applicazioni di riscaldamento in cui il vapore acqueo possa condensarsi, come nei caloriferi, nei bagni, ecc.

Studiamo ora con qualche dettaglio la differenza che esiste fra l'impiego dell'aria calda e quello del vapore acqueo, considerandoli al punto di vista dell'utilizzazione del combustibile impiegato al riscaldamento od alla produzione di questi veicoli del calore.

Per fare il calcolo scrupoloso bisognerebbe cominciare dal determinare la quantità di calore necessaria per cuocere l'unità di peso o di volume di gesso, stabilire quindi le quantità di vapore acqueo e di aria calda alla stessa temperatura ed alle pressioni rispettive che occorrono per ottenere la quantità di calore suddetta, vedere le differenze risultanti in quanto all'efficacia del combustibile impiegato alla produzione dei due gas alle condizioni suesposte, e stabilire da qual parte sta il minor consumo di combustibile e quindi la maggior economia.

Questo processo di calcolo, che è certamente il più razionale, incontra in fatto un grave incaglio nella difficoltà di determinare *a priori* la quantità di calore richiesta per cuocere l'unità di peso di gesso. Difatto questa dipende praticamente da troppi elementi, come ad esempio lo stato della materia se umida o secca, se in polvere o in pezzi, e la determinazione esatta della temperatura a cui comincia la cottura e di quella a cui finisce, e da molte altre cose.

Abbiamo però un mezzo semplice di risolvere la difficoltà, e questo consiste nel fare il parallelo in discorso, considerando il calore richiesto per riscaldare l'unità di volume d'aria e di vapore acqueo alla temperatura richiesta per l'operazione ed alle pressioni opportune.

Seguendo questa via faremo due calcoli perfettamente comparabili, giacchè i due veicoli del calore sono in identico stato gassoso, e quindi investono una data massa nello stesso tempo e la riscaldano nello stesso modo, cioè dire per contatto, cedendo alla pietra una data quantità di calore, e raffreddandosi quindi in corrispondenza di questa.

La massa gassosa riscalda la pietra raffreddandosi, e siccome questa deve essere cotta entro certi limiti di temperatura, ne segue che la massa gassosa dovrà rinnovarsi continuamente con una velocità corrispondente appunto alla maggiore o minore rapidità di raffreddamento dalla temperatura iniziale a quella necessaria per la cottura della pietra. Occorre dunque tener conto di questa velocità della corrente gassosa, giacchè sarà differente a seconda del gas impiegato.

Difatto il gas che ha maggiore caloricità e che cede quindi maggior quantità di calore per ogni grado di abbassamento di temperatura dovrà rinnovarsi meno e quindi avere una velocità minore di quello che, a condizioni uguali, abbia una minore caloricità specifica.

Ciò si traduce in pratica nella necessità di una maggior quantità del gas che ha una caloricità minore per cuocere l'unità di peso della pietra. Da ciò risulta che l'apparente vantaggio dell'impiego di un gas avente una piccola caloricità specifica è in parte distrutto dalla maggior copia che di questo si richiederà per ottenere l'effetto voluto.

Perchè i risultati sieno comparabili considereremo due volumi uguali di aria calda e di vapore acqueo alla stessa temperatura di 200°, giacchè in questo caso del riscaldamento per contatto di un corpo contenuto in una capacità determinata i pesi non sono paragonabili.

Precedentemente abbiamo visto per quali ragioni occorre portare il veicolo del calore ad una temperatura superiore a quella necessaria.

Per avere la quantità di calore necessaria a portare ad una data temperatura e ad una data pressione l'unità di volume d'aria e di vapore acqueo, comincieremo dal determinare quale è il peso di queste masse gassose.

Il peso di un metro cubo d'aria alla pressione H (in colonna di mercurio) ed alla temperatura t (centigrado) è dato dalla formola seguente, derivata secondo le leggi di Mariotte e Gay Lussac:

$$Q = \frac{1.293187\,H}{0.76\,(1 + 0.00\ 367t')}.$$

La pressione a cui si trova la corrente gassosa calda di un forno ordinario in cui l'aspirazione è fatta da un camino comune è al massimo di $0^m.005$ di mercurio, avremo dunque nel nostro caso $H = 0.760 + 0.005 = 0.765$, la temperatura poi è $t = 200$, la formola dunque diventa

$$Q = \frac{1.293187 \times 0.765}{0.76\ (1 + 0.00367 \times 200)}$$

$$= \frac{0.980288055}{1.31784}$$

$$= 0^{chil}.74242.$$

questo dunque è il peso cercato.

Il peso di un metro cubo di vapore acqueo, alla pressione H' ed alla temperatura t' è dato dalla formola

$$q = \frac{0.622 \times 1.293187\,H'}{0.76\,(1 + 0.00367t)},$$

che si riduce

$$= \frac{1.06H'}{1 + 0.00367t}.$$

Nel nostro caso, prendendo le indicazioni date dal Testud de Beauregard, la pressione a cui trovasi il vapore soprariscaldato è di 2 atmosfere effettive, quindi avremo $H' = 3 \times 0.76 = 2.28$ e la temperatura $t = 200$.

Introducendo questi valori nella formola si ha:

$$= \frac{1.06 \times 2.28}{1 + 0.00367 \times 200}$$

$$= \frac{2.4168}{1.734}$$

$$= 1^{chil}.3937.$$

e questo è il peso di 1 metro cubo di vapore soprariscaldato nelle determinate condizioni. È da osservare qui che considero il vapore secco e soprariscaldato in un serpentino e quindi indipendente dal generatore, poichè qualora si trattasse di vapore proveniente liberamente da una caldaja, alla temperatura di 200° corrisponderebbe la pressione di circa 15 atmosfere e quindi i risultati sarebbero ancora più svantaggiosi per l'impiego del vapore.

Stabiliamo ora quali sono le quantità di calore, ossia il numero di calorie necessarie a portare l'aria ed il vapore acqueo nelle condizioni suesposte.

Per l'aria, il numero C di calorie cercate sarà dato dal prodotto $C = p\,c\,t$

ove p = peso dell'aria;

c = caloricità specifica in peso dell'aria alla temperatura di 200° ed a pressione costante;

t = innalzamento di temperatura che nel nostro caso supponendo l'aria ambiente alla temperatura di 15° sarà

$$200 - 15 = 185$$

avremo dunque

$$p = 0.74242$$
$$c = 0.2376$$
$$t = 185°$$

quindi avremo

$$C = 0.74242 \times 0.2376 \times 185 = 32.63381352$$

ossia in cifra rotonda 33 calorie.

Per il vapore acqueo noi dobbiamo considerare il riscaldamento dell'acqua a 100°, il calorico latente di vaporizzazione ed il riscaldamento del vapore. Il numero di calorie C' cercato sarà dunque dato dalla formola

$$C' = p'\,c'\,t' + p'\,l + p'\,c''\,t'$$

ove

p' = peso dell'acqua, uguale a quello del vapore che essa produce;

c' = calore specifico in peso dell'acqua fra 0 e 100°.

t' = temperatura di vaporizzazione dell'acqua, e siccome parte da 15° temperatura ambiente, sarà $100 - 15 = 85$;

l = calorico latente di vaporizzazione dell'acqua;

c'' = calorico specifico in peso del vapore acqueo fra 100 e 200°;

t'' = temperatura del vapore acqueo a partire da 100, nel nostro caso abbiamo dunque

$p' = 1.3937$
$c' = 1$
$t' = 85$
$l' = 531$
$c'' = 0.475$
$t'' = 100$

la formola dunque diviene

$$C' = 1.39 \times 1 \times 85 + 1.39 \times 531 + 1.39 \times 0.475 \times 100$$
$$= 118.15 + 738.09 + 66.025 = 922.265.$$

Come ognun vede, il risultato è molto favorevole al riscaldamento dell'aria, giacchè per riscaldare volumi uguali di aria, e vapore acqueo alla temperatura di 200°, per l'aria si richiedono 33 calorie, mentre pel vapore acqueo ne occorrono 922 cioè $\frac{922}{33} = 27.9$, e in cifra rotonda 28 volte di più che per l'aria, il che in pratica si traduce in un consumo molto maggiore di combustibile.

Ma perchè il parallelo sia completo conviene anche calcolare quale è la quantità di calore che l'aria da una parte ed il vapore acqueo dall'altra cedono per la calcinazione della materia con cui sono in contatto, poichè ciò rappresenta l'effetto utile della cottura.

Il riscaldamento e quindi la cottura della materia ha luogo per il calore che le vien dato dall'elemento caldo, e quindi è in rapporto esatto col raffreddamento di questo.

L'unità di volume d'aria nelle condizioni suesposte, raffreddandosi di un grado, mette in libertà la quantità di calore data dal prodotto seguente:

$$p\,.\,c\,.\,1,$$

ove le lettere hanno lo stesso valore che precedentemente, quindi

$$0.74242 \times 0.2376 \times 1 = 0.176398892$$

cioè 0.180 di caloria.

L'unità di volume di vapore acqueo, nelle condizioni suesposte, raffreddandosi di un grado sempre allo stato di vapore, mette in libertà la quantità di calore data dal prodotto

$$p' . c'' . 1$$

ove le lettere hanno lo stesso valore che precedentemente, cioè:

$$1.3937 \times 0.475 \times 1 = 0.653$$ di calorìa.

Quindi l'efficacia della cottura col vapore acqueo è $\frac{0.653}{0.180} = 3.6$ volte, ossia in cifra rotonda 4 volte maggiore che coll'aria.

Ne deriva che per un dato volume di pietra da gesso da calcinare occorre 4 volte più d'aria che di vapore acqueo, e quindi volendo cuocere la pietra in uno stesso tempo occorrerà dare alla corrente d'aria una velocità 4 volte maggiore che al vapore acqueo, oppure a parità di velocità di efflusso il vapore acqueo cuocerà il gesso in un tempo 4 volte minore che l'aria.

Se dunque 4 d'aria calda corrispondono ad 1 di vapore acqueo, ne segue che il rapporto più sopra trovato rispetto al consumo di calorìe necessarie al riscaldamento dei due veicoli del calore non corrisponde al rapporto dell'effetto utile nella cottura, ma per ottenere l'effetto corrispondente alle 922 calorìe richieste dal vapore acqueo, ne occorreranno per l'aria calda non più 33, ma sivvero $33 \times 4 = 132$.

Nonostante che il confronto sia ridotto a questi termini, risulta che pel riscaldamento coll'aria si richiedono $\frac{922}{132} = 6.9$ cioè 7 volte meno calorìe che impiegando il vapore acqueo.

Ne consegue che la calcinazione coll'aria calda sarà sempre preferibile a quella col vapore acqueo, anche al punto di vista del consumo di combustibile impiegato alla produzione dei due veicoli del calore.

Il fatto che per ottenere un dato effetto occorre maggiore quantità d'aria che di vapore acqueo, non presenta difficoltà in pratica, poichè vi si supplisce col tiraggio, ed inoltre il risparmio del tempo non è uno degli elementi più importanti nella cottura del gesso.

Credo inutile considerare il caso in cui il vapore invece di essere soprariscaldato in un serpentino, venisse fornito da una caldaja alla temperatura di 200°, poichè allora dovrebbe avere la pressione di circa 15 atmosfere, e quindi allo svantaggio suddetto si aggiungerebbe quello di una pressione così incomoda per operazioni industriali.

Il calcolo precedente ha una portata maggiore dei limiti in cui l'ho tenuto racchiuso, giacchè per esempio, *mutatis mutandis*, può servire anche ad un'altra operazione industriale molto importante, quale è quella della fusione dello solfo. Di fatto anche in questo caso il vapore raffreddandosi per fondere il solfo, non può però scendere al disotto di 100°, e quindi restituire il calore latente di vaporizzazione.

Ma gli argomenti principali in favore dell'impiego dell'aria pel riscaldamento, al punto di vista industriale, risiedono nella facilità con cui l'aria può essere riscaldata ad una temperatura determinata e nella comodità dell'impiego di questo veicolo del calore.

Senza parlare delle applicazioni dell'aria al riscaldamento degli ambienti, all'essiccazione e a tanti altri scopi, pei quali essa viene scaldata a bassa temperatura in caloriferi ordinarii, mi limiterò a parlare dei casi in cui l'aria deve essere portata alla temperatura di qualche centinajo di gradi.

Lo studio e la costruzione degli apparecchi pel riscaldamento dell'aria da insufflare negli alti forni da ghisa hanno già risoluto il problema ad ogni punto di vista, mostrandoci quali sono, nello stato attuale dell'arte, i migliori apparecchi da adoperare in un dato caso. Lunga è la serie di questi apparati, ma si riducono tutti a due categorie, cioè:

1° Apparecchi a tubi metallici,

2° Apparecchi a concamerazioni in muratura.

Fra gli apparecchi a tubi metallici si distinguono quelli a zig-zag, quelli a sifone, a serpentino, a tubi inclinati, a tubi a pistola, ecc. Sono semplici di costruzione, ma hanno il grave inconveniente di durar poco e di non permettere il riscaldamento di forti proporzioni d'aria, senza raggiungere delle dimensioni non industriali.

Gli apparecchi a concamerazioni in muratura sono fondati sul principio del ricuperatore di Siemens. Si compongono di camere e condotti in muratura ove prima si fa circolare la corrente riscaldatrice in un dato senso, e quindi l'aria da riscaldare in senso opposto. Di questo tipo sono gli apparecchi Witwell e Cowper - Siemens impiegati per gli alti forni da ghisa e per temperature molto elevate. Il signor Archereau ha applicato lo stesso principio al riscaldamento dell'aria a 200° e lo ha fatto con pieno successo.

Come ognun vede dunque, il riscaldamento dell'aria si ottiene oggi colla massima facilità, ed è sul principio di questi ultimi apparecchi a concamerazioni ed a circolazione inversa che trovasi aperta la via dei perfezionamenti nel riscaldamento dell'aria.

Infine un altro punto su cui voglio insistere sono i vantaggi inerenti all'impiego di un veicolo del calore gassoso, fisso, facile a maneggiare, a condurre al luogo voluto, a proporzionare all'effetto desiderato, dato in corrente continua, avente una temperatura costante, divisibile a seconda dei casi, ecc. Non si hanno più le polveri trascinate dalla corrente gassosa nei forni ordinarii e che nuociono alla bellezza del prodotto; la massa da scaldare è investita uniformemente e contemporaneamente, e l'effetto desiderato viene ottenuto nel più breve tempo possibile.

Anche altre industrie, ove si devono produrre degli effetti calorifici analoghi a quelli della cottura del gesso, hanno applicato il riscaldamento coll'aria calda, ottenendone il miglior successo. E per tutte valga la fusione del solfo, per la quale tanti studi si fanno da così lunghi anni, e che finalmente pare certamente abbia trovato la soluzione più soddisfacente nell'impiego dell'aria calda.

Nello stato attuale della scienza, e per effetti calorifici analoghi a quelli suesposti, la via del progresso si trova nell'impiego dell'aria come veicolo del calore.

Forni per la cottura del gesso in polvere. — I forni descritti fino ad ora servono alla cottura della pietra da gesso in pezzi, ma ve ne sono ancora di quelli che servono alla cottura del gesso in polvere, al quale scopo i su descritti non potrebbero servire. Comunemente si usa cuocere la pietra da gesso in pezzi e quindi i forni, e gli apparecchi che descriveremo, non hanno estesa applicazione, pur tuttavia è conveniente darne un cenno.

Forno a muffola. — È rappresentato dalla fig. 1539. È un forno a suolo ed a focolare ordinario, in cui si è voluto sopprimere il contatto delle fiamme col gesso affinchè questo non sia sporcato. A tale oggetto le fiamme del focolare circolano sotto il suolo e nella volta del forno.

In *a* vedesi il suolo ove caricasi per la porta *b* il gesso minuto, il quale viene steso con appositi rastrelli collo spessore di 10 a 13 centimetri. In *c* vi è il focolare, e le fiamme ed i prodotti della combustione da esso uscenti

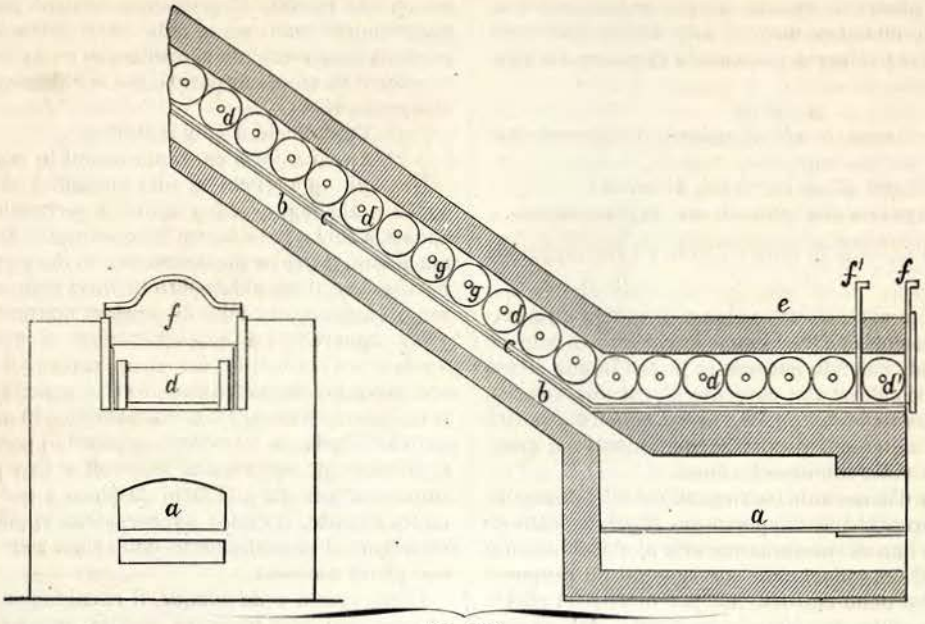


Fig. 1540.

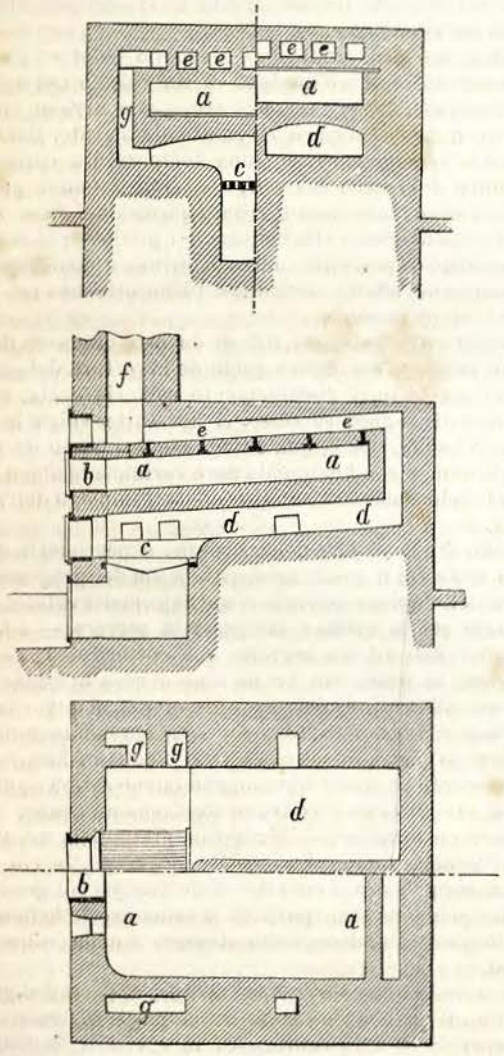


Fig. 1539.

circolano nei condotti *d* sotto il suolo, e quindi passano nei condotti *e* praticati nella volta del forno, per poi uscire pel camino *f*. Dal focolare parte un condotto verticale *g*, che va a comunicare direttamente colla base del camino, per il quale parte delle fiamme possono andare direttamente a quest'ultimo, e ciò allo scopo di rendere più attiva, ove occorra, l'aspirazione del forno e quindi la circolazione dei gas caldi nelle pareti del forno.

In questo forno il riscaldamento avviene per trasmissione delle pareti. Il prodotto è ben cotto e di bella apparenza. Allorchè il forno è freddo la durata dell'operazione della cottura è di 4 a 5 ore, nelle operazioni seguenti invece, in cui si comincia col forno già caldo della cottura precedente, l'operazione non dura più che 3 ore. La carica del forno è di circa 900 chilogr.

Forno Friquet e Guyant. — È rappresentato dalla fig. 1540. Si compone di un focolare *a*, seguìto da un condotto in pendenza *b*, nel quale circolano liberamente i prodotti della combustione. Lungo il condotto sono fissate due verghe di ferro parallele *c*, sulle quali riposano e scorrono i cilindri di ghisa *d* nei quali si carica il gesso in polvere da calcinare. Giungendo in basso pel proprio peso, i cilindri penetrano nel condotto *e*, e possono esser tolti uno ad uno, manovrando convenientemente le porte *f* ed *f'*. Quando l'ultimo cilindro *d* è pronto, lo si toglie dal forno calando la porta *f'* ed aprendo quella *f*, quindi richiudendo questa e rialzando quella, tutti gli altri calano pel proprio peso e se ne aggiunge uno nuovo alla parte superiore. Con questa disposizione si è raggiunto un andamento continuo del forno.

I cilindri posseggono nel centro dei loro fondi un foro *g*, pel quale esce il vapore acqueo espulso dal gesso. Naturalmente il gesso non può riempire il cilindro, chè allora l'umidità non escirebbe, ma anzi se ne carica solo la metà od un terzo della capacità, affinchè nel girare dei cilindri sulle verghe di ferro, il gesso non abbia ad uscire pei fori *g* non solo, ma se ne rinnovi anche attivamente la superficie.

Forno Bendeuvre. — Anche in questo il gesso è cotto col mezzo dell'aria calda. Il gesso è introdotto in un

cilindro forato girevole attorno al suo asse, e disposto obliquamente in una concamerazione ove passa una corrente d'aria calda, la quale calcina il gesso per contatto diretto a causa dei fori del cilindro. Per questi cade naturalmente il gesso più fine sul fondo della camera, che è fatta a zanella, in cui gira una vite senza fine che lo mantiene in movimento in modo che sia calcinato a dovere.

Forno Minnich. — È analogo in qualche parte al precedente. Si compone di un cilindro di lamiera disposto orizzontalmente e fisso, nel quale gira una vite senza fine. Il gesso in polvere vien dato da una parte del cilindro, e la vite lo trasporta lentamente all'altra estremità. L'asse della vite è messo in movimento a mano o meccanicamente. Il cilindro è fisso in un forno a focolare ordinario, le cui fiamme passano nel cilindro suddescritto, in modo che il gesso dato crudo ad un'estremità di questo, nel percorso e nel continuo rinnovamento della superficie prodotto colla vite, si calcina ed esce cotto dall'altra estremità. Il vapor acqueo scacciato dal gesso esce insieme alla corrente gassosa che va al camino.

Questo forno ha il vantaggio di essere ad azione continua, e di agire con molta efficacia e sollecitudine.

Si usa infine talvolta, quando si tratti di piccole quantità, cuocere il gesso in polvere in una caldaja a doppio fondo o sopra padelle o placche metalliche scaldate inferiormente.

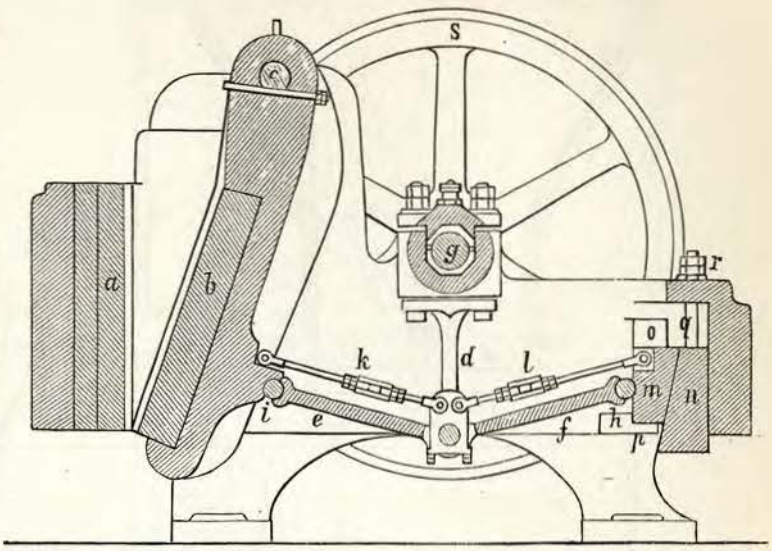


Fig. 1541.

V. — Polverizzazione del gesso.

Tanto il gesso che s'impiega crudo in agricoltura, quanto quello cotto che serve per le costruzioni e per modellare, deve essere polverizzato, giacchè è in questo stato che viene adoperato.

Non tutte le qualità di gesso debbono essere polverizzate nello stesso modo. Per quello impiegato come correttivo dei terreni basta una polverizzazione ordinaria. Quello da impiegarsi nelle costruzioni come malta richiede una giusta polverizzazione ma non troppo spinta. Infine il gesso da modellare deve esser ridotto in polvere finissima onde possa riprodurre esattamente anche i minimi dettagli.

La polverizzazione del gesso si compone di 3 operazioni distinte, le quali sono:

1° La triturazione della pietra,
2° La polverizzazione,
3° La vagliatura.

Con questa successione di operazioni, impiegando ad ognuna gli apparecchi che le sono più appropriati, si giunge ad ottenere la migliore efficacia del lavoro, e la maggior bellezza del prodotto. Difatto a torto molti pretendono far produrre la polvere dalla stessa macchina che tritura i grossi pezzi di pietra, giacchè allora bisogna ricorrere a molti passaggi di materia e si richiede più tempo.

Nelle piccole fabbriche di gesso la polverizzazione vien fatta a mano, come ad esempio nelle cave dei dintorni di Bologna ed in Sicilia, stendendo il gesso sopra un'aja e battendolo con appositi picconi di ferro e pestatoi piatti. La vagliatura pure è fatta a mano. Un forte operajo può in questo lavoro produrre in 10 ore 3 ettolitri di gesso in polvere.

Le officine importanti invece presentano degli impianti meccanici, fatti secondo le regole dell'arte. In esse le operazioni surriferite e gli apparecchi che le effettuano, si trovano nell'ordine naturale di successione.

Passiamo ora in rapida rivista i principali apparecchi i quali servono a triturare, polverizzare e vagliare il gesso.

Apparecchi trituratori. — I primarii sono i seguenti:

Spaccapietre Blake. — È questo il trituratore di pietre che dà i migliori risultati, fra quelli conosciuti. Dicesi anche trituratore a mascelle. È rappresentato dalla fig. 1541. Si compone essenzialmente di due piastre metalliche *a* e *b* formanti tramoggia, e che costituiscono le mascelle. Di esse quella *a* è fissa all'intelajatura della macchina, mentre l'altra *b* oscilla attorno l'asse *c*. Il moto di oscillazione vien dato alla mascella *b* mediante l'insieme articolato *d*, *e*, *f*, composto di una biella *d* montata sopra l'albero motore *g* codato, e dei due pezzi *e* ed *f*, di cui *f* si appoggia al punto fisso *h* ed *e* alla mascella in *i*. I tiranti *k* ed *l* servono a richiamare la mascella nel movimento di ritorno. Questa disposizione ha lo scopo di poter far variare l'apertura delle mascelle e quindi la grossezza massima del prodotto. Il pezzo *m* su cui punta la biella *f* appoggia contro il pezzo cuneiforme *n* e può scorrere fra le due guide *o* e *p*. Il tassello *n* poggia dalla parte opposta contro il telajo della macchina, ed è mantenuto in posto dal tirante *q* e dalle viti *r*. Girando queste in un senso o nell'altro si alza o si abbassa il cuneo *n*, si sposta in conseguenza avanti o indietro il pezzo *m*, e si rende quindi più piccola o più grande l'apertura delle mascelle, e quindi la grossezza del prodotto.

Le due mascelle sono fatte di placche scannellate a denti, disposte in modo che le sporgenze dell'una corrispondono ai cavi dell'altra.

Alle due estremità dell'albero motore sono calettati i volani *s*, che servono a regolarizzare il movimento nei punti morti.

La macchina quando è in azione fa un gran numero

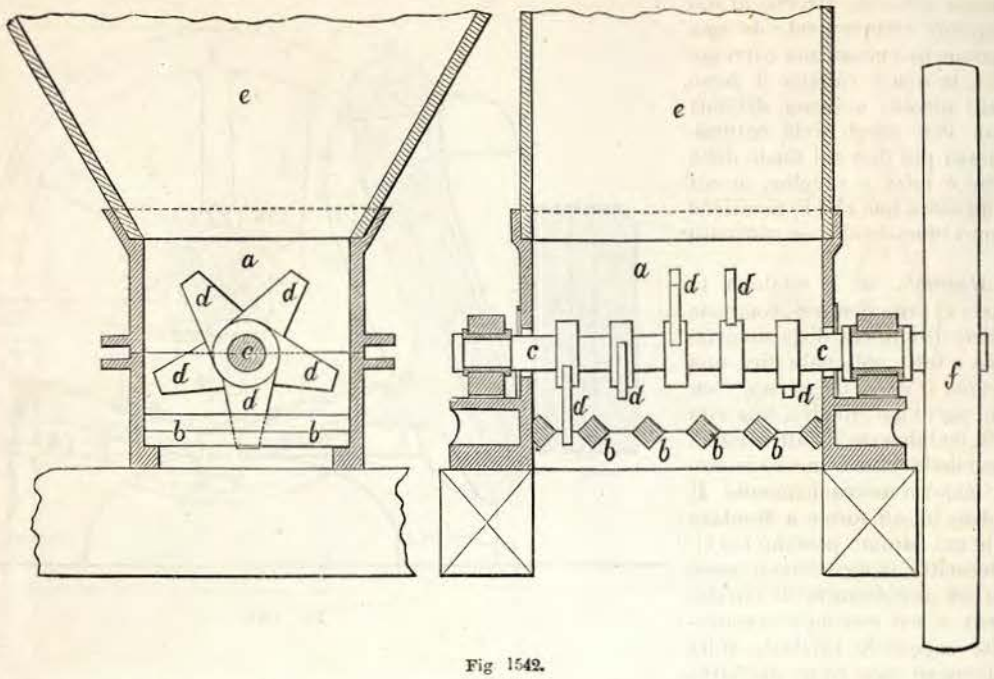


Fig 1542.

di giri (150 a 200 al minuto), cui corrispondono altrettanti colpi delle mascelle. È necessario che il movimento sia rapido, onde non dar tempo alla materia di passare quando le mascelle si trovano al punto della massima apertura.

Le pietre vengono caricate direttamente nella tramoggia formata delle mascelle *a* e *b* e dalle fiancate del telajo, e si raccoglie al disotto il gesso triturato al grado corrispondente all'apertura delle mascelle.

Questa ingegnosissima macchina è ciò che di meglio si conosce oggi per rompere le pietre. Essa fa una gran quantità di lavoro a piccol prezzo.

Trituratore a denti. — È speciale pel gesso e per altre materie poco resistenti. È rappresentato dalla fig. 1542. Una cassa rettangolare *a* ha sul fondo una grata formata colle barre di ferro *b*, disposte sullo spigolo. Un albero *c* gira nella cassa ed è armato delle came o bracci *d*, calettati ognuno con un angolo differente in modo da esser disposti a spirale, e situati in guisa da passare ognuno in uno dei vuoti della grata inferiore.

La pietra da gesso vien gettata nella cassa *a* sormontata dalla tramoggia *e*, e dando il movimento di rotazione all'albero *c*, si ottiene la triturazione della pietra messa a contrasto fra le barre della grata e le came dell'albero. Questo fa 40 giri al minuto ed il volano ne regolarizza il movimento.

Questo trituratore produce assai lavoro, se non che sempre molto meno e molto più disunito dello spaccapietre Blake.

Cilindri trituratori. — Un apparecchio assai buono si compone di due coppie di cilindri sovrapposti e fatti nel modo seguente. I cilindri superiori, che servono alla triturazione grossolana, hanno un diametro assai grande e sono scannellati, oppure armati di denti. Quelli inferiori, che servono ad una triturazione più fine, hanno minor diametro e sono finamente rigati oppure affatto lisci.

Per una tramoggia sovrapposta al primo pajo di cilindri, si getta a questi la pietra da gesso: il prodotto della prima triturazione cade in una tramoggia sottoposta, che lo conduce direttamente al secondo pajo di cilindri situati inferiormente.

Il prodotto fine passa poi alla vagliatura.

Questo sistema è assai buono, ma produce meno lavoro di quelli che andremo esaminando, nei quali la triturazione è affatto separata dalla polverizzazione.

Pestelli. — In alcune vecchie fabbriche si adoperano tuttora i pestelli per polverizzare il gesso. Una batteria di pestelli da gesso è analoga ad una pesta da minerali metallici. Si compone di un certo numero di freccie od aste di legno, guidate superiormente ed inferiormente, armate in basso di una scarpa di ghisa, e munite in alto di un piolo in rilievo oppure di una fessura, in cui viene a prendere una serie di came montate sull'albero motore. Le came sono calettate con angoli differenti e nel movimento dell'albero alzano irregolarmente le varie freccie. Queste battono in un trogolo o fossetto, fatto in generale di legno e rivestito all'interno di placche di ferro. In questo trogolo si getta la pietra da gesso, che viene triturata e polverizzata dai pestelli. Per non fare uscire dal trogolo che il prodotto il quale abbia raggiunto una giusta finezza, si usa o disporre il fondo del trogolo a grata mediante barre di ferro messe a piccola distanza fra loro, oppure disporre in una delle fiancate delle placche metalliche forate, per le quali esce il prodotto.

Le batterie di pestelli, che erano molto usate nelle antiche fabbriche, sono sparite quasi completamente nelle moderne.

Apparecchi polverizzatori. — Gli apparecchi e le macchine, che servono più specialmente a ridurre il gesso in polvere fine e finissima, sono i seguenti:

Mulino verticale. — È rappresentato dalla fig. 1543, ed è di costruzione analoga a quelli impiegati per triturare molte altre sostanze. Si compone di due mole o macine *a* e *b* disposte verticalmente, portate dall'asse orizzontale *c*, *d* fisso sull'albero motore *e* che serve ad imprimere alle macine un movimento di rotazione sul trogolo *f* circolare di ferro, sul quale si carica la materia da polverizzare. Le due macine sono poste una più lontana e l'altra più vicina all'asse *e*, affinchè ognuna

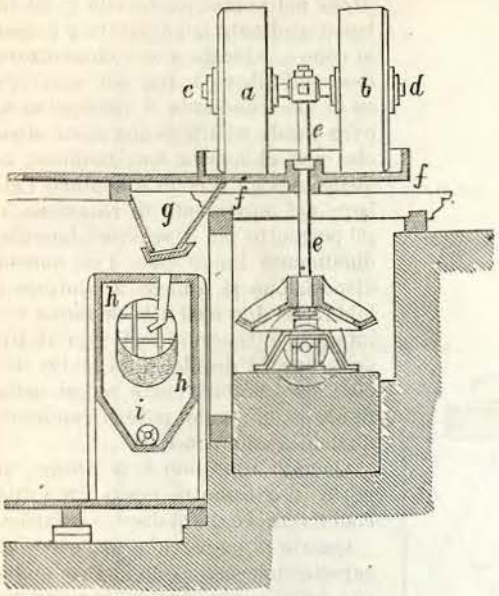


Fig. 1543.

percorra una zona differente del trogolo, e quindi tutta la materia che in questo si trova, sia sottoposta alla triturazione. Dietro le macine è posto un rastrello fisso all'asse motore, e che serve a rimestare il gesso ed a ricondurlo sotto le mole.

La polvere di gesso già abbastanza fine vien fatta cadere nella tramoggia *g* da cui passa al buratto *h*, i cui fori non lasciano passare che il gesso fine. Questo cade sul fondo della cassa del buratto, dove trovasi una vite senza fine *i* che la porta all'esterno. Ciò che non passa dai fori del buratto, cade al di fuori della cassa e vien ripassato al mulino.

Invece del buratto cilindrico si usa talora un vaglio piano inclinato, che produce lo stesso effetto.

Le macine sono in generale di pietra assai dura, se ne fanno anche però in ghisa temperata o colata in *coquille*. L'albero motore fa dieci a quindici giri al minuto.

Alle cave di gesso di monte Donato presso Bologna si hanno 6 macine verticali per triturare il gesso cotto. Esse portano una sola macina ed il fondo del piatto o trogolo è fatto a vaglio, mediante barre disposte molto vicino le une alle altre. La macina poi è messa in movimento da un maneggio condotto da somarelli.

Mulino orizzontale. — È analogo a quelli che s'impiegano per la macinazione dei cereali. È rappresentato dalla fig. 1544. La macina inferiore fissa o dormente *a* è fissata nella cassa di ghisa *b*, mediante le tre viti orizzontali *d* e le tre viti verticali *c*. L'albero motore *c* traversa la detta macina e mediante la staffa *f* dà il movimento alla macina girante *g*. La colonna di ghisa *h* regge la tramoggia *i* ove si carica il gesso, ridotto già minuto, ed il distributore di materia *k* lo versa in giusta misura nell'occhio della macina superiore, da cui passa a polverizzarsi fra le due macine. Il cassino o mantello *l* ricopre le macine per impedire che la polvere di gesso si spanda nell'aria, e possiede poi sul davanti, all'altezza del piano di macinazione, un'apertura *m* seguita da un condotto *n*, per il quale il gesso polverizzato vien raccolto.

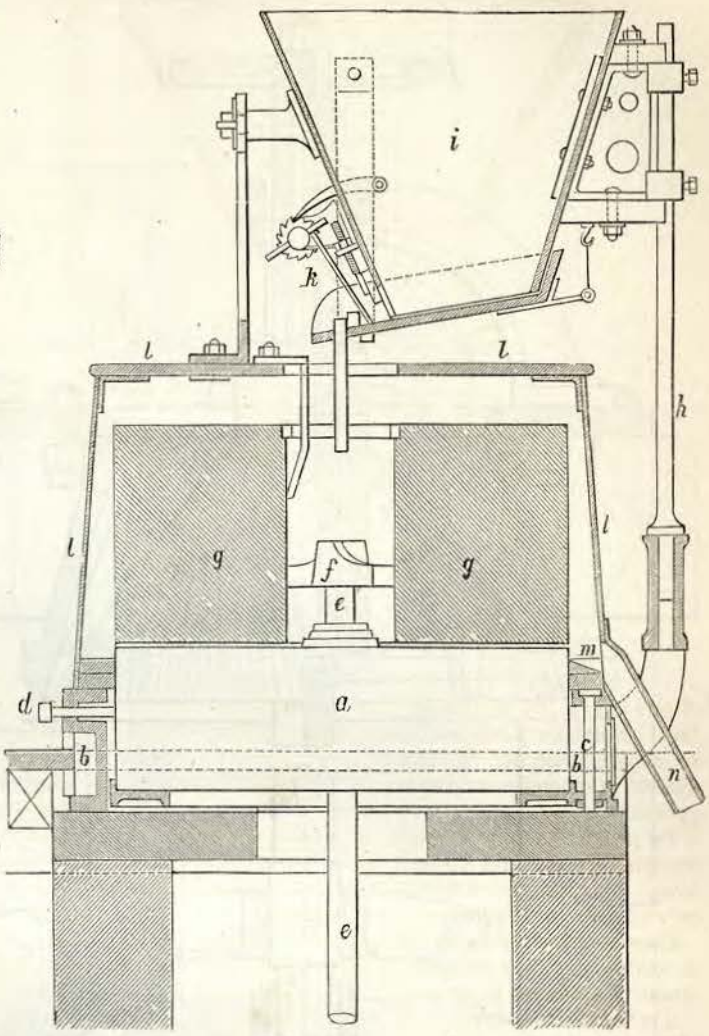


Fig. 1544.

Movendo convenientemente le viti *c* e *d* si mette la macina fissa *a* alla posizione voluta, ed alla distanza che vogliamo dalla macina girante *g*, in modo d'avere la finezza di prodotto desiderata.

Le migliori pietre per questi mulini sono quelle silicee francesi. È stato anche provato di farne di quelle artificiali.

Un mulino avente delle macine di 1. 10 a 1. 25 di diametro e facenti 120 a 130 giri al minuto può macinare in 12 ore circa 15 tonnellate di gesso. La forza richiesta a quest'oggetto nel caso del gesso cotto è di 4 cavalli-vapore, mentre per il gesso crudo richiederebbe una forza di 5 a 6 cavalli-vapore.

I risultati che dànno questi mulini sono ottimi e s'impiegano più specialmente per produrre il gesso finissimo da modellare e per le grandi produzioni.

Mulino conico. — Un apparecchio spesso impiegato nella polverizzazione del gesso è il mulino conico rappresentato dalla fig. 1545, fondato sullo stesso principio del ben noto mulino da caffè.

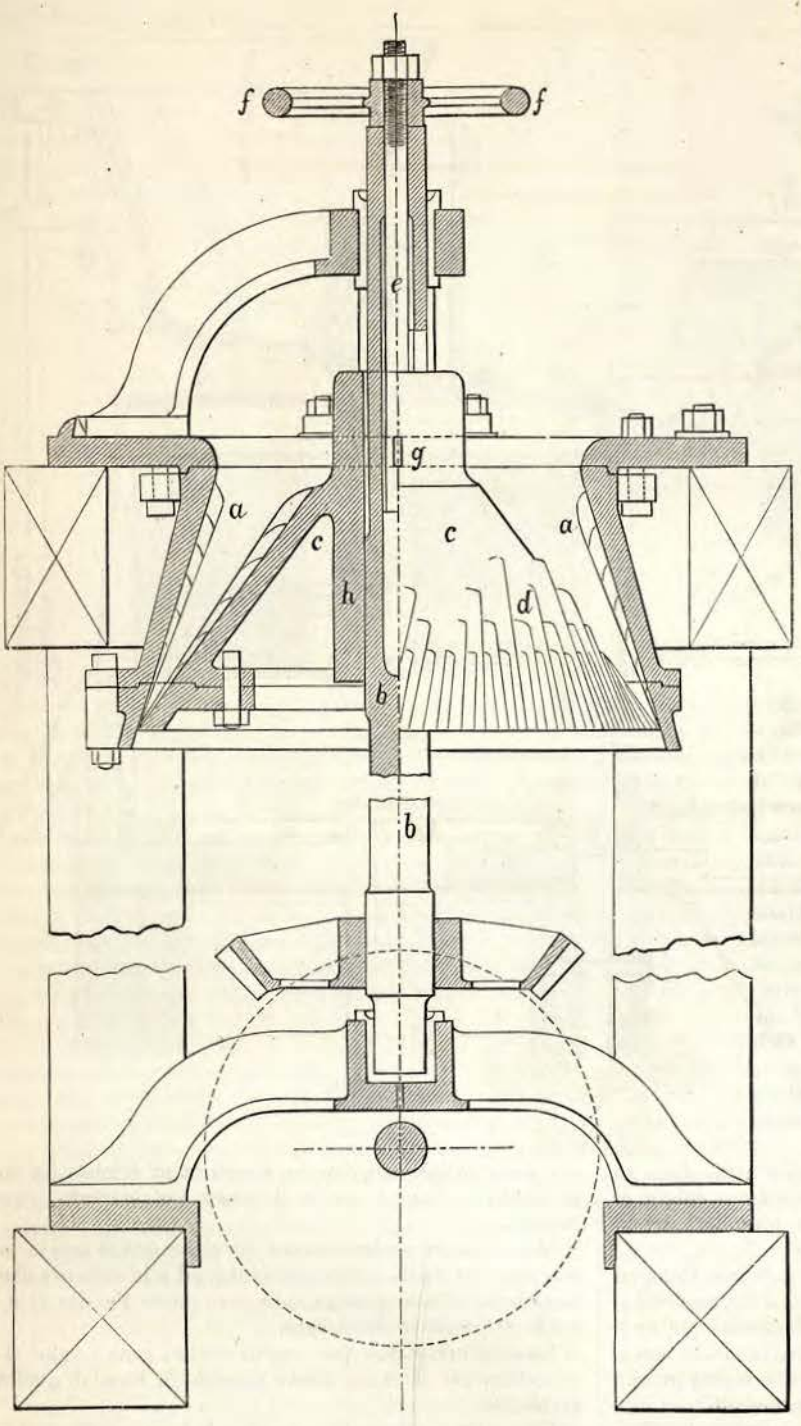


Fig. 1545.

In una intelajatura di legno o di ferro è fisso il cono di ghisa *a*, armato sulla sua superficie interna di denti disposti a spirale conica.

Lungo l'asse del cono trovasi l'albero motore *b*, su cui è montato il cono *c* avente un angolo più aperto di quello fisso, ed armato sulla sua superficie esterna di denti a spirale *d*.

Una disposizione speciale permette di avvicinare più o meno il cono girevole a quello fisso. L'albero motore è cavo nella sua parte superiore, e contiene una spina *e*, la quale in alto foggiata a vite è presa nel volano-madrevite *f*, ed in basso mediante la chiavetta *g* è fissa al cono *c*. Questo non è chiavettato fisso sull'albero *b*, ma può scorrere su di esso mediante il manicotto *h*, e fra questo e l'albero non esiste altro che una chiavetta longitudinale, la quale obbliga il cono a seguire l'albero nel movimento di rotazione, e gli permette poi di scorrere longitudinalmente lungo esso. Con questa disposizione si giunge a mettere i labbri dei due coni alla distanza voluta e ad ottenere quindi il prodotto della finezza desiderata. I labbri dei coni sono mobili, come vedesi nella figura, e ciò onde poterli cambiare quando sieno consunti.

Quando il mulino è in azione, si getta il tritume di gesso fra i due coni e si raccoglie al disotto la farina.

Questo apparecchio ha per sue carattestiche essenziali la gran quantità della produzione ed una non eccessiva finezza di prodotto, il che lo riserva più specialmente alla macinazione del gesso da impiegare nelle costruzioni.

Apparecchio Vapart. — È uno degli apparecchi moderni più utili per la polverizzazione. È rappresentato dalla fig. 1546. Il principio su cui si fonda è la disaggregazione per urto della materia lanciata con violenza contro un corpo duro e fisso.

Si compone di una cassa cilindrica verticale, sull'asse della quale è montato un albero *a*, il quale porta calettati a varie altezze tre piatti o dischi *b*, *c*, *d*, armati di alette *e* disposte secondo il raggio. In corrispondenza di ciaschedun disco, la superficie interna della cassa è armata di corone dentate *f*, *g*, *h* fatte di ghisa dura, ed è su queste che ha luogo l'urto della materia. Al disotto dei dischi *b* e *c* si trovano degli imbuti *i* e *k*, i quali servono a riportare le materie al centro. Al disotto poi del disco *d* vi sono delle palette *m* e *n* ad esso connesse, le quali nel movimento di rotazione conducono la materia all'apertura *o*, da cui essa esce dall'apparecchio.

Dando all'albero e quindi ai dischi un rapidissimo movimento di rotazione e versando il gesso in pezzi per la tramoggia *p* verso il centro del primo disco, la forza centrifuga sviluppata nel moto rotatorio lancerà i pezzi che andranno a frangersi sopra la prima corona *f*. Il tritume cadendo lungo la parete, sarà dall'imbuto *i* ricondotto al centro del secondo disco *c*, dal quale sarà lanciato contro la seconda corona dentata *g*, e ridotto ancora più fine sarà dall'imbuto *k* condotto al centro del terzo disco *d*, il quale lanciandolo sulla terza corona dentata *h* lo ridurrà in polvere tenuissima. Questa infine cadendo sul

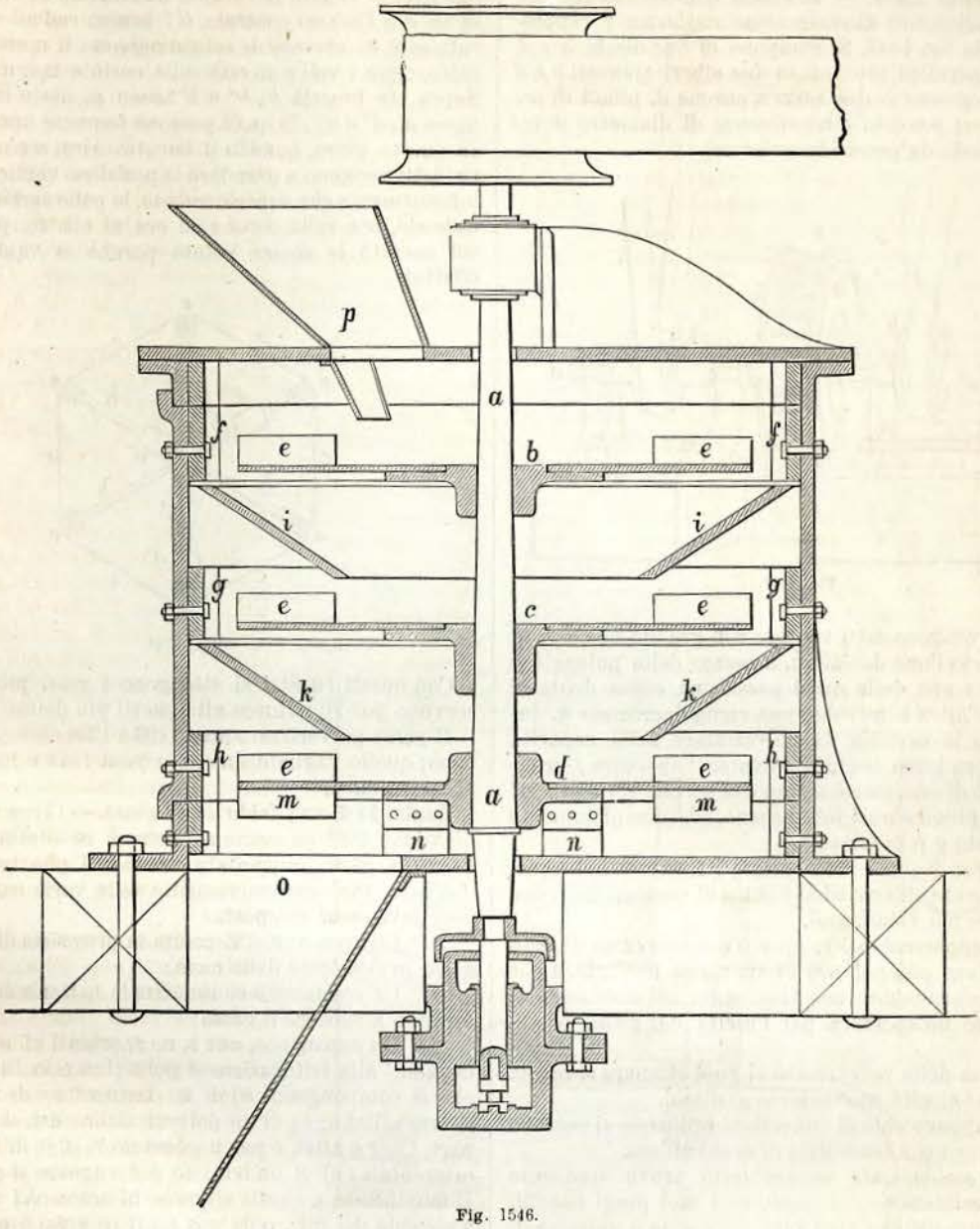


Fig. 1546.

fondo della cassa sarà fatta uscire dalle palette *m* ed *n* per l'apertura *o*.

La ragione delle palette *e* fisse ai dischi e disposte radialmente risiede nella necessità di far lanciare la materia contro la parete nella direzione del raggio, affinchè l'effetto sia massimo. Di fatto se le palette non esistessero, un punto materiale libero sopra un disco, obbedendo alla forza centrifuga ed all'attrito, seguirebbe una trajettoria speciale ed uscendo dal disco con una direzione facente un certo angolo col raggio non batterebbe sulla superficie della cassa secondo la normale, ma obliquamente, e quindi l'effetto sarebbe diminuito e forse anche la materia potrebbe scivolare. A questo inconveniente si ripara armando i dischi di palette, le quali obbligano le materie ad esser lanciate nella direzione del raggio, e di più armando la cassa delle corone dentate sunnominate, i cui denti offrono una superficie normale anche ai pezzi che venissero lanciati non in direzione del raggio.

Col variare della velocità di rotazione dei dischi, varia la grossezza del prodotto ottenuto, e mentre con una velocità ordinaria si ottiene un'azione di stritolamento, con una grande velocità si produce una polverizzazione completa. Ed è appunto come polverizzatore che l'apparecchio Vapart dà i migliori risultati.

Questo apparecchio ha già ricevuto importantissime applicazioni per la polverizzazione di materie terrose. Un apparecchio di grandezza ordinaria, cioè del diametro di 1^{m}.30, può polverizzare 1 a 2 tonnellate all'ora di materie terrose, con un impiego di forza di 10 cavalli vapore.

Per il gesso, le sue caratteristiche sono una capacità di produzione straordinaria, ed un prodotto bellissimo ed omogeneo.

Apparecchio Carr. — È anche questo uno dei migliori polverizzatori di costruzione moderna. È rappresentato dalla fig. 1547. Si compone di due dischi *a* e *b* verticali e paralleli, montati su due alberi allineati *c* e *d* ed armati ognuno di due serie o corone di piuoli di acciaio *e*, posti secondo circonferenze di diametro differente, in modo da potere intersecarsi.

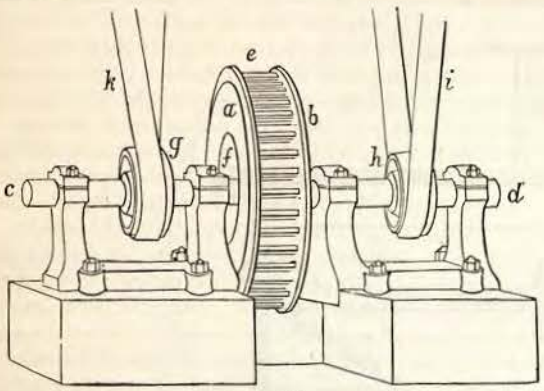


Fig. 1547.

I dischi vengono fatti ruotare con grande velocità in senso inverso l'uno dell'altro, a mezzo delle puleggie *g* ed *h*, sopra una delle quali passa una cigna dritta *i*, mentre sull'altra si avvolge una cigna incrociata *k*. Introducendo la materia da polverizzare nella capacità racchiusa fra i due dischi a traverso l'apertura *f* praticata in uno di essi, essa è sottoposta ad una serie di colpi fra i varii piuoli che si intersecano, ed è completamente disaggregata e polverizzata.

Un coltello di ferro molto solido è fissato nell'interno, parallelamente all'asse ed al disotto di questo, onde rompere i pezzi più voluminosi.

Tutto l'apparecchio è ricoperto con una cassa di ferro che impedisce alla polvere di spargersi nell'aria, e che presenta lateralmente una tramoggia pel caricamento, ed in basso un'apertura per l'uscita del gesso polverizzato.

La finezza della polvere che si vuol ottenere si regola dando una velocità conveniente ai dischi.

Con un apparecchio di dimensioni ordinarie si possono polverizzare 1 a 2 tonnellate di gesso all'ora.

L'apparecchio Carr ha già fatto prova eccellente nella polverizzazione del gesso, ed i suoi pregi speciali sono una produzione rilevante e bellezza e unitezza di prodotto.

Recentemente poi sono stati inventati molti altri polverizzatori, come quelli Carter, Wilson, Bichon, Thompson e Stather, Motte, Digey, Heberle, Hanctin, ecc., i quali danno eccellenti risultati.

Vagliatura del gesso. — Il gesso polverizzato, e soprattutto quello destinato per modellare, deve essere vagliato onde separarne varie qualità a seconda della finezza.

L'apparecchio che serve più specialmente a tale scopo è un buratto analogo a quello da farina di grano, la cui superficie è fatta di veli di varie fittezze, onde ottenere le rispettive finezze di farina di gesso.

A causa del piccolo peso della materia, anche qui, come avviene per la farina di grano, la polvere di gesso non traverserebbe il vaglio senza che questo abbia delle scosse. A tale oggetto serve la disposizione ordinaria di una ruota a scatto applicata sull'albero del buratto, oppure la disposizione seguente, che è molto efficace. La fig. 1548 fa vedere la sezione trasversale di un buratto, in cui *a* è l'albero centrale, *b* i bracci radiali che generalmente in numero di sei sorreggono il manto del buratto, ossia i veli *c* fissati sulle costole longitudinali *e*. Sopra tre braccia *b'*, *b''* e *b'''* sono montate le palle di legno *d'*, *d''* e *d'''*, le quali possono scorrere lungo di essi. In questa guisa, quando il buratto gira, e che i bracci suddetti vengono a prendere la posizione verticale, tanto inferiormente che superiormente, le palle corrispondenti cadendo, ora sulla corona ed ora al centro, producono sul buratto le scosse volute perchè la vagliatura si effettui.

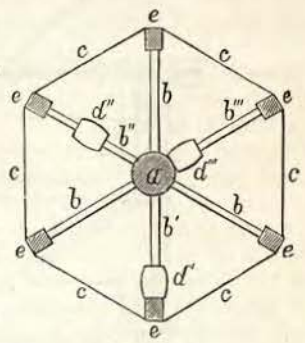


Fig. 1548.

Con questi buratti si ottengono i gessi più fini, che servono per riprodurre gli oggetti più delicati.

Il gesso polverizzato pesa 1199 a 1228 chilog. al metro cubo; quello vagliato finissimo pesa 1242 a 1257 chilog. al metro cubo.

Impianto di una fabbrica di gesso. — Come ultima indicazione darò un cenno sul come è costituita una fabbrica da gesso impiantata secondo i progressi ultimi dell'arte. Dirò successivamente delle varie parti, di che essa deve esser composta:

1° Un'area ove si deposita la provvista di pietra da gesso proveniente dalla cava;

2° Un capannone contenente la batteria di forni che servono a cuocere il gesso;

3° Un capannone, ove sono racchiusi gli apparecchi destinati alla triturazione e polverizzazione del gesso e che si compongono: *a*) di un trituratore di pietra del sistema Blake; *b*) di un polverizzatore del sistema Vapart, Carr o altri, e per il gesso molto fine di un mulino orizzontale; *c*) di un buratto per vagliare il gesso fine. Il movimento a questi apparecchi meccanici vien dato, a seconda dei casi, o da una motrice a vapore o da una ruota idraulica.

Il passaggio della materia da una macchina all'altra si fa con catene a secchi o con alberi a elica, come si pratica nei mulini da farina di grano.

4° Un magazzino per mettervi il gesso mercantile e per farne le spedizioni.

I varii trasporti vengono fatti nella fabbrica mediante apposite ferrovie a piccola sezione, le quali vanno a servire ogni forno ed ogni apparecchio.

Impianti di simil genere sono abbastanza rari, ma se ne possono vedere alcuni in Francia ed in Germania.

VI. — Conservazione del gesso.

Il gesso cotto e ridotto in polvere è avidissimo di acqua, quindi assorbe prontamente l'umidità dell'aria e diviene presto inattivo. Bisogna dunque aver cura di impiegarlo appena cotto, e le fabbriche debbono avvicendare la cottura nei forni, in guisa da non produrre una quantità di gesso molto superiore alla richiesta.

Per quanto si procuri di raggiungere un equilibrio perfetto, fra la produzione e lo smercio, pure avviene sempre tanto alle fabbriche, quanto nei magazzini di vendita, di dover conservare il gesso per qualche tempo, e bisogna allora avere delle cure speciali. Il magazzino in cui si vuol conservare il gesso deve essere bene asciutto e provvisto di porte e finestre che chiudano bene. Il gesso vien tenuto in sacchi ammontati a distanza dai muri, oppure ammontato convenientemente ed innaffiata la superficie di acqua, affinchè si formi una crosta che difenda dall'umidità la massa sottostante.

Il trasporto del gesso a distanza devesi fare in botti ben chiuse onde difenderlo quanto più sia possibile dall'umidità.

In Sicilia, paese del gesso, si usa una pratica speciale per conservarlo. Il gesso è cotto, come ho detto, in pezzi grossi come la testa di un uomo. Tolti i pezzi dalla fornace non si triturano subito, ma al contrario si ripongono tali e quali aspettando il momento dell'impiego. Giunto questo momento si portano i pezzi cotti sul luogo dell'impiego, ove si triturano sopra un'aja con zappe piatte di ferro e si adopera il gesso subitamente.

Operando in tal guisa ogni blocco di gesso cotto assorbe umidità solamente alla superficie e forma una crosta, la quale difende il nucleo da ogni idratazione, fino al giorno in cui verrà messo in opera.

È vero per altro che con questo mezzo non si utilizza il tritume proveniente dalle cave e quindi tal modo di procedere è solo compatibile coi giacimenti così abbondanti come quelli di Sicilia.

VII. — Applicazioni del gesso.

Le applicazioni del gesso sono della più grande importanza, specialmente nell'agricoltura, nelle costruzioni e nell'arte del formatore; ne darò quindi un cenno, fermandomi più particolarmente su queste due ultime applicazioni.

Nell'*Agricoltura* il gesso viene impiegato come correttivo dei terreni specialmente argillosi, ed è stato riscontrato utilissimo alla coltivazione delle piante leguminose e crucifere.

Sul finire del secolo scorso Franklin ne propugnò in America l'impiego, e visti subito i brillanti risultati, si propagò rapidamente in Europa.

A quest'oggetto viene sparso sul terreno tanto cotto che crudo, sempre però polverizzato. Estesissimo ne è l'impiego nelle praterie artificiali, ove stendesi nell'autunno e nella primavera, allorchè le piante hanno già raggiunto un certo sviluppo, nella dose di 200 a 2000 chilogrammi per ogni ettaro.

Nel prospetto seguente vedesi quanto grande sia l'utilità del gesso per la coltivazione di alcune piante da foraggi.

Piante	Raccolta per ettaro		Quantità di gesso impiegata per ettaro
	Terreno non ingrass. col gesso chil.	Terreno ingrassato col gesso chil.	chil.
Lupinella	2100	3300	600
Trifoglio	2400	4000	700

Anche per la coltivazione dell'erba medica l'impiego del gesso è utilissimo. Coi cereali invece non dà buoni risultati.

I pareri non sono concordi riguardo alla teoria dell'azione del gesso come correttivo dei terreni. Alcuni ritengono che il solfato di calce in presenza del carbonato di ammoniaca contenuto nell'aria e di quello prodotto dalla fermentazione putrida delle materie organiche contenute nel suolo, dà luogo ad una doppia decomposizione, formando del carbonato di calce e del solfato di ammoniaca, il quale è sempre solubile ed è poi più fisso e più assorbibile del carbonato. Altri lo ritengono come un fissatore di ossigeno, il quale a contatto delle materie organiche vien ridotto e passa allo stato di solfuro, che a sua volta poi si ossida assorbendo l'ossigeno dall'aria per ritornare allo stato di solfato. Alcuni invece credono che il gesso agisca rendendo facilmente solubili molti sali terrosi ed alcalini e procurandone l'assorbimento nella pianta. Altri infine pensano che il gesso non agisca altrochè come sorgente di calce.

Comunque voglia spiegarsi quest'azione, è certo però che il gesso è di un impiego utilissimo nei casi suesposti.

Nelle *costruzioni* trova il gesso una delle sue più importanti applicazioni, in particolar modo come malta e come primo elemento degli stucchi, scagliole, ecc.

La *malta di gesso* è di un impiego estesissimo e prezioso, specialmente nei luoghi ove esistono i giacimenti della pietra da gesso. L'uso del gesso come malta è fondato sul principio ch'esso mischiato direttamente coll'acqua fa presa rapidamente solidificandosi, ed aderisce bene alle pietre naturali, ai laterizii, ed in generale a tutte le superficie ruvide.

La *teoria della presa del gesso* si fonda sul fatto che il gesso cotto o meglio disidratato ad una temperatura inferiore a 160°, ha la proprietà di assorbire di nuovo l'acqua di cristallizzazione. I fenomeni che hanno luogo nella presa del gesso sono i seguenti. Il gesso mescolato all'acqua si combina ad una porzione di questa corrispondente a 2 molecole, idratandosi di nuovo e sviluppando calore. Le nuove molecole idrate, che formansi istantaneamente, se non sono diluite in troppo grande quantità d'acqua, cristallizzano subitamente in una miriade di piccoli cristallini confusi, i quali formano un feltro impregnato ancora per un po' di tempo dall'acqua in eccesso, la quale è satura di solfato di calce in soluzione. Finalmente quest'acqua si evapora, ed il solfato che era in soluzione cristallizza esso pure riempiendo i pori della massa cristallina primamente formata, e dà al tutto maggior consistenza. La presa del gesso è accompagnata da un aumento di volume, la causa del quale risiede nella cristallizzazione rapida e confusa, che non dà il tempo alle particelle cristalline di aggiustarsi convenientemente. La quale proprietà dell'aumento di volume, se è tanto utile nell'arte del formatore, non lo è sempre nell'arte del costruttore.

Il *modo di spegnere il gesso* praticato a Parigi, che è il paese classico per quest'oggetto, è il seguente. Si comincia da versare l'acqua nel bacinello che deve servire alla manipolazione, quindi vi si aggiunge il gesso versandolo uniformemente, finchè arrivi quasi alla superficie dell'acqua; si lascia riposare un momento per attendere che incominci a prendere ed allora lo si rivolta e si maneggia con una mestola di rame. Si preferisce questo metallo al ferro, il quale si ossiderebbe troppo rapidamente. Occorre poi mettere in opera la malta subito, giacchè la presa è rapida e la solidificazione avviene immediatamente.

In generale per fare una malta di uso comune s'impiegano proporzioni uguali d'acqua e gesso. Aumentando la proporzione dell'acqua si ritarda la presa e si ha più tempo per impiegare la malta. Infine quando si tratti di

riempire dei buchi ove la mestola non può entrare, si fa un miscuglio molto liquido in modo da poterlo colare nella cavità. È da osservarsi però che in tal caso il gesso non offre più resistenza alcuna, dimodochè ciò che si guadagna come comodità dell'impiego, si perde come resistenza.

Quando si debba impiegare il gesso in quantità considerevole, occorre tener conto anche del suo aumento di volume.

Un metro cubo di gesso produce circa $1^{m3}.18$ di malta e l'aumento di volume dopo 24 ore è di 1 % circa, di cui la metà si ottiene subito dopo la prima ora che si è messa in opera la malta.

Gli *usi del gesso come malta* sono importantissimi. A Parigi viene usato nei muramenti interni in grande scala. Una particolarità delle costruzioni parigine sono poi i palchi e i divisorii delle stanze fatti di gesso. I palchi si fanno nel seguente modo. Si dispongono le travi a doppio T parallele nel modo ordinario, alla distanza di $0^{m}.60$ a 1^{m} l'una dall'altra, poi con pezzi di questa lunghezza disposti in traverso fra le travi anzidette, si forma un intrecciato a maglie quadrate, le quali vengono riempite di gesso in questa maniera. Fatto il gesso, se ne stende un primo getto fra gli orli del telajo di ferri a T, e prima che si solidifichi, s'impiantano in essi una serie di chiodi disposti a corona. Poi si stende un nuovo getto di gesso sul precedente, in modo che ricopra i chiodi già infissi e in questo nuovo gesso si mettono nuovi chiodi, sui quali poi si stende altro gesso e così di seguito. Procedendo in tal guisa uniformemente sui quattro lati della formella o telajo di ferro, si viene a chiuderla ed a riempirla completamente di gesso, il quale quantunque sia messo a strati, pure forma un monolite a causa dei chiodi che incatenano i varii strati. Fatto ciò, con altro gesso si pareggia al disopra od al disotto la formella, che altrimenti sarebbe irregolare e scabrosa.

Per rendere più leggeri i palchi suddetti, il Camuzat costruisce a Parigi dei mattoni di gesso vuoti, coi quali si riempiono anche in modo più semplice e sollecito le maglie dei telai.

Pei divisorii delle stanze si opera in modo analogo. Si forma un telajo verticale in legno, diviso a maglie, le quali si riempiono con gesso.

Il gesso infine è di uso comunissimo in ogni sorta di costruzioni per fissare oggetti, fermare pietre e altro, in ragione della sua rapida presa.

Nell'impiego del gesso però bisogna tener conto di alcune condizioni e por mente ad alcuni inconvenienti ch'esso presenta. Questi sono principalmente, il caldo e l'umidità. Il gesso che ha fatto presa, riassorbendo l'acqua di cristallizzazione, se venga esposto al calore si disidrata o si calcina di nuovo e cade in polvere, nello stesso modo che la pietra naturale. Dovrà dunque proscriversene l'uso nei camini. L'umidità pure nuoce al gesso in virtù della proprietà che questo ha di essere solubile nell'acqua; quindi non dovrà essere impiegato nelle murature all'esterno, giacchè esse ben presto sarebbero deteriorate.

Il gesso non resiste alle esalazioni degli animali, le quali lo alterano sia per effetto dell'umidità che pel fatto di altri vapori e gas che si sviluppano nelle stalle, e quindi non lo si dovrà impiegare nella costruzione di simili ambienti. Infine non devonsi murare col gesso gli oggetti di ferro (arpioni, staffe, mensole) perchè questo metallo a contatto del solfato di calce si altera ossidandosi prontamente in guisa da non esser più solidamente assicurato. Avviene anche spesso che fissando un ferro in una pietra col gesso, il ferro nell'ossidarsi aumenta di volume e rompe la pietra.

La *resistenza della malta di gesso* che s'impiega nelle costruzioni è stata l'oggetto di accurate esperienze per parte specialmente del Rondelet, del Vicat e del Morin, tendenti a stabilire la forza di aderenza del gesso alle pietre che unisce, e la sua coesione cioè la resistenza alla compressione ed allo stiramento.

Forza di aderenza del gesso. — Dalle esperienze di *Rondelet* risulta che la forza necessaria per staccare differenti pietre a superficie liscie unite col gesso, qualche mese dopo la loro unione, misurata per centimetro quadrato, è la seguente:

Pietra di Liais con pietra di Liais . . .	chg. 2.090
Pietra di Arcueil con pietra di Arcueil . .	» 2.138
Pietra di St-Marceau con pietra di St-Marceau	» 1.500
Pietra di St-Leu con pietra di St-Leu . .	» 2.497
Pietra di Conflans con pietra di Conflans .	» 2.835
Pietra di Vergelée con pietra di Vergelée .	» 2.430
Meulière con Meulière	» 3.190
Mattone con mattone	» 3.393

Dai risultati dell'esperienza risulta che alla fine di 6 mesi dall'impiego, il gesso unisce le pietre ed i mattoni con $^1/_3$ più di forza che la malta di calce. Però coll'andar del tempo la forza di unione della calce aumenta, mentre quella del gesso diminuisce soprattutto se esposto alle ingiurie dell'aria o della umidità. La forza di unione dipende tanto dalla qualità del gesso che da quella delle pietre e dallo stato della loro superficie. Di fatto risulta dal quadro suesposto che il gesso aderisce meglio a certe pietre che a certe altre e meglio ad una superficie scabrosa che ad una superficie levigata.

L'aderenza del gesso al ferro è molto grande, ma però lo ossida facilmente.

Dalle esperienze del *Morin* sulla adesione del gesso con alcune pietre si hanno i dati riuniti nel quadro seguente:

Pietre cementate col gesso	Superficie unita in decimetri quadri	Giorni di contatto all'aria	Resistenza media per centim. quadro chil.
Calcare di Jaumont con calcare di Jaumont	2.00	48	2.200
	8.00	48	2.800
Calcare bleu a Gryphite con calcare bleu a Gryphite avente superficie molto liscia	2.500	48	1.100
	4.500	48	2.000

È da osservare che se la rottura ha luogo nell'interno dello strato di gesso interposto alle pietre, la resistenza è dovuta alla coesione, mentre che se ha luogo al contatto del gesso colla pietra la resistenza è dovuta all'aderenza. In generale il gesso in questo caso non si rompe nel suo interno, ma piuttosto si stacca dalla pietra, giacchè la sua forza di aderenza è minore che la coesione, all'opposto di ciò che avviene per la malta di calce.

Secondo altre ricerche infine l'adesione del gesso alle pietre ed ai mattoni è di circa 3 chilogr. per centimetro quadrato, se la forza è normale al piano di rottura, e di chilogr. 1.4 a chilogr. 1.8 quando la forza è parallela a quel piano.

Resistenza allo scorrimento. — Questo genere di resistenza, dovuto alla coesione, si sviluppa fra gli altri nel

caso del gesso impiegato a connettere due pezzi secondo una superficie di contatto verticale oppure ogniqualvolta si esercita una pressione nel senso stesso del piano della malta; giacchè allora vi è tendenza a far scorrere una sezione qualunque della massa di gesso sulla adjacente.

Il *Vicat* ha sperimentato questo genere di resistenza sopra cubi di gesso, di mattoni, di varie malte e di pietre calcari, ed in generale su sostanze omogenee nelle quali lo scorrimento non è complicato dalla flessione. Egli fece praticare in ciascun pezzo due fori cilindrici opposti e del medesimo diametro, e misurò la forza necessaria per staccare la parte solida che rimaneva fra questi fori, obbligandola, mediante la pressione prodotta da una specie di stantuffo, a scorrere nel senso parallelo all'asse comune dei due fori stessi.

La resistenza allo scorrimento, misurata per centimetro quadro, risultò essere la seguente:

Gesso impastato nel modo ordinario chg.	21.00
Gesso impastato solidamente . . . »	53.00

Resistenza alla compressione o allo schiacciamento. — Questo genere di resistenza, dovuto alla coesione delle varie particelle solide fra loro, è stato sperimentato da varii autori.

Dalle esperienze di *Rondelet* si rileva che la carica di rottura per schiacciamento del gesso, misurata per centimetro quadrato di sezione, è la seguente:

Gesso impastato con acqua . . chg.	50.00
Gesso impastato con latte di calce . »	72.00
Gesso impastato duro . . . . . »	90.00

ed altri hanno trovato:

Gesso impastato duro, 30 ore dopo l'impiego . . . . . chg.	52.00
Gesso impastato col latte di calce . »	73.00

Il *Vicat* ha fatto pure analoghe esperienze ed ha trovato:

Gesso ordinario bene impastato . chg.	90.00
Gesso impastato meno bene del precedente . . . . . »	42.00

Resistenza alla trazione ossia allo strappamento. — Raramente si esercita questo genere di resistenza, dovuto esso pure alla coesione, ma pure talvolta anche nelle murature si rivelano delle azioni di strappamento nelle varie parti.

I risultati delle esperienze fatte in proposito sono riuniti nel seguente quadro, ove le varie cifre rappresentano il carico di rottura per trazione riferito al centimetro quadrato di sezione.

Gesso impastato duro . . . . chg.	11.700
Gesso impastato meno duro del precedente . . . . . »	5.800
Gesso impastato nel modo ordinario »	4.000
Gesso *au panier* impastato molto duro »	9.800
Gesso *au sas* impastato meno duro del precedente . . . . . »	7.000
Gesso *au panier* per intonachi (assai sciolto) . . . . . »	4.900
Gesso impastato solidamente . . . »	12.000
Gesso impastato col metodo ordinario e un po' di sabbia . . . . . »	4.000

Le conclusioni generali che si possono trarre dai risultati delle esperienze surriferite, sono le seguenti:

1° La resistenza del gesso alla compressione è in media 7 a 8 volte più grande che la resistenza alla trazione;

2° La forza di aderenza del gesso alle pietre è minore che la forza di coesione;

3° Nelle costruzioni recenti il gesso aderisce alle pietre con una forza uguale alla metà di quella occorrente a romperlo per trazione ed uguale al quattordicesimo della forza occorrente a stritolarlo;

4° La malta di gesso raggiunge il massimo grado di coesione ed aderenza colle pietre dopo un mese;

5° L'aderenza e la coesione del gesso scema col tempo;

6° L'aderenza del gesso al legno è debolissima.

Ricorderò infine che si hanno esempi di costruzioni fatte con malta di gesso, le quali resistono da varii secoli. Le rovine dell'antico castello di Osterode nell'Harz, che era già rovinato nel XIV secolo, mostrano tuttora dei muri fatti con malta di gesso, che oggi pure è resistentissima. A Lüneburg e a Goslar vi sono costruzioni antiche di oltre cinque secoli che mostrano delle malte di gesso in buonissimo stato e resistentissime, e lo stesso ci vien fatto di vedere in molte antiche costruzioni di Parigi.

Malte bastarde diconsi quelle fatte mescolando insieme la malta di calce o di cemento con gesso, in generale a parti eguali. Dette malte sono di uso assai raro, ma s'impiegano talvolta nella fabbricazione delle masse murali. Si fanno nel modo ordinario rimestando bene la massa, e s'impiegano non appena preparate.

La *malta selenitosa* di Scott (*selenite mortar*) si ottiene mescolando del gesso in polvere fine spento nell'acqua, con della calce grassa ordinaria. Questa diviene allora idraulica e per tale oggetto conviene scegliere una calce che non si spenga troppo rapidamente.

I *mattoni di gesso* sono di uso assai frequente a Parigi. Più che mattoni sono vere e proprie lastre quadrate aventi $0^m.35$ a $0^m.40$ di lato ed uno di spessore di $0^m.08$. Vengono impiegati per fare i divisorii delle stanze ed altre pareti di piccola resistenza e nello stesso tempo sottili e leggiere. Con questi mattoni si fa in brevissimo tempo gran quantità di lavoro.

Pietre artificiali a base di gesso. — Varii brevetti sono stati presi per fabbricare delle pietre artificiali con una malta di così facile impiego come quella di gesso. Si prepara una specie di calcestruzzo mischiando insieme sabbia, scaglie di pietre, rottami di mattoni e malta di gesso. Si fanno in tal guisa dei monoliti, che s'impiegano nelle costruzioni. Si preparano altre pietre mischiando il gesso con piccole quantità di calce, allume e colla ed in moltissime altre maniere.

Dalle esperienze fatte al Conservatorio delle Arti e Mestieri di Parigi (Morin), sopra cubi fatti con un miscuglio di gesso, sabbia e ciottoli, si sono ottenuti i seguenti risultati riguardo alla resistenza allo schiacciamento. La carica di rottura per centimetro quadrato di sezione fu trovata essere:

Gesso silicalizzato senza ciottoli	cubo pieno di $0^m.20$ di lato . . .	chilogrammi	49.500
» » con ciottoli	» » » . . .	»	64.320
» » senza ciottoli	cubi di $0^m.20$ di lato vuotati in modo da diminuire di $^1/_4$ la sezione resistente .	»	58.380
» » con ciottoli		»	66.770

Come *pietra da costruzione*, il gesso naturale riceve applicazione solo nei paesi prossimi alle cave di esso, e nei quali vi sia penuria di altra pietra migliore. Di fatto il gesso si altera e si scioglie sotto l'influenza delle pioggie e della umidità, ed ha inoltre una piccola resistenza allo schiacciamento. È per queste ragioni che in alcuni paesi l'autorità previdente impedisce d'impiegare la pietra di gesso a tale uso.

Parlando delle cave del gesso, ho fatto risaltare quali sono quelle pietre di gesso che hanno delle applicazioni come pietra da costruzioni, e si è visto che in ognuno di questi casi la roccia presentava dei caratteri speciali di resistenza. Ricorderò fra le altre la *Volpinite* o *Bardiglio di Bergamo*, che è una anidrite silicifera assai resistente e che si lavora bene, impiegata come pietra da costruzione e da ornamento. La pietra gessosa di Bologna, che fornisce pietra da taglio, in ragione della penuria di altre pietre, non tanto per imbasamenti e fondazioni quanto anche per alzati, bozzati, fregi, ecc. La pietra gessosa delle cave di Ancona, che fornisce lastre talmente resistenti da essere impiegate per farne scalini. Le *balate* di Sicilia infine, che costituite da gesso marnoso litoide, dànno una assai buona pietra da costruzione.

Però nell'impiego del gesso a tale scopo debbono aversi molti riguardi, per la ragione della sua piccola resistenza e della sua solubilità nell'acqua, azioni di cui si vedono i rapidi e disastrosi effetti nelle vaste erosioni che le acque fanno nelle masse gessose (Bologna), e nelle corrosioni che i torrenti fanno negli strati gessosi, corrosioni di cui si vedono i rovinosi effetti anche nel torrente Savena presso Bologna.

Il *processo Fissol* tende appunto a rimediare a questo inconveniente, coll'indurimento della pietra da gesso destinata alle costruzioni. Si taglia il blocco di pietra tal quale viene dalla cava, secondo le dimensioni volute, e quindi lo si fa cuocere. Toltolo dal forno, vien lasciato raffreddare, e quindi lo si immerge nell'acqua durante un mezzo minuto, poi vien lasciato esposto all'aria durante qualche secondo, ed infine immerso di nuovo nell'acqua per uno o due minuti. Dopo questo trattamento, il blocco acquista all'aria una grande durezza. L'efficacia del processo sembra riposare sopra un aumento di aderenza delle molecole per effetto di cristallizzazione.

Stucco. — Mescolando al gesso della colla o della gelatina se ne aumenta la durezza e gli si dà un certo grado di trasparenza ed un aspetto analogo a quello del marmo, in modo che lo si impiega su vasta scala per gli ornamenti architettonici nell'interno delle costruzioni di lusso, dei teatri, chiese, ecc. ecc.

Lo stucco si fa dunque prendendo del gesso di eccellente qualità e spegnendolo con una soluzione acquosa di colla forte, ed applicandolo direttamente sulla muratura o sui rilievi da stuccare. Quando l'intonaco è secco lo si raschia e si eguaglia colla pomice, e sopra vi si stende un nuovo strato di stucco, fatto con una soluzione di colla più concentrata della precedente. Quando la superficie è secca la si pulisce col tripoli in modo da renderla perfettamente liscia, ed infine lo si strofina con un tampone di tela imbevuto d'olio d'oliva onde dargli il lustro. Si ottengono in tal guisa degli ornamenti di una bellissima apparenza.

Per avere lo stucco in colori, si spegne il gesso con una soluzione di colla colorita, col minio, col colcothar, nero di fumo, indigo, ecc., a seconda dei casi. Volendo poi imitare i marmi diversamente colorati, si fanno dei panetti di stucco coi varii colori, si sovrappongono nell'ordine e nella proporzione richiesta, in modo da formare un solo pane, che viene tagliato a fette che si applicano direttamente stendendole sulla superficie da ornare.

Scagliola. — È una specialità dello stucco ordinario, contenente una certa proporzione di gesso spatico o specchio d'asino in piccole scaglie (d'onde il nome), e che messo in opera dà una superficie che presenta le pagliette di specchio a riflessi madreperlacei che sono di un bellissimo effetto.

L'arte del formatore, che ha raggiunto così grande importanza in ogni paese, deve al gesso il rapido suo sviluppo e la perfezione cui è giunta.

Le principali applicazioni di quest'arte sono le riproduzioni di oggetti artistici, come statue, vasi, medaglie e ornamenti antichi e classici, di cui ogni città, per così dire, ed ogni museo vuol possederne una copia: la riproduzione di oggetti dello statuario e ornamentista ordinario, come statuette ed altri piccoli oggetti che vanno ad adornare le case dei privati: la riproduzione di animali vivi e morti, delle varie parti del corpo umano, ecc. ecc.

Un ramo molto florido di quest'arte è la preparazione e la fabbricazione di oggetti di ornamentazione architettonica, come ad esempio cornici, colonne, capitelli, basi, ornati di ogni genere, i quali si fanno talvolta col gesso ordinario, tal altra col gesso indurito, più spesso poi si rivestono di stucco e servono ad adornare l'interno dei palazzi, le sale dei teatri, l'interno delle chiese, ecc, ecc.

La *qualità di gesso* impiegata dal formatore ha dei caratteri speciali molto differenti da quelli del gesso da costruzioni. Questo gesso deve essere purissimo e quindi fatto con una pietra che non contenga nessuna materia estranea, per conseguenza anche bianchissimo; dev'essere in polvere finissima e quindi polverizzato al mulino orizzontale e poi vagliato con staccio di seta; deve fare presa molto rapida; nel far presa si rigonfia molto, e ciò è vantaggioso perchè così riempie bene tutte le cavità del modello e presenta spigoli molto vivi; infine ha il difetto di avere una piccola resistenza, molto inferiore a quella del gesso da costruzioni. È per questa ragione che molte riproduzioni si fanno col gesso indurito, onde resistano meglio.

Per fare la riproduzione di un oggetto, si distinguono due operazioni speciali, cioè la preparazione della forma o modello, che è, per così dire, la negativa dell'oggetto, e quindi l'esecuzione della copia dell'oggetto.

La *preparazione della forma* si fa in modo vario a seconda dei casi. Se l'originale è semplice, cioè dire se presenta una superficie non frastagliata e che i varii rilievi non offrano dei sottosquadra, come ad esempio le cornici, molti ornati, i bassi rilievi, le medaglie, ecc., se ne prende la forma in modo semplice, spalmando l'originale con olio, onde il gesso non vi aderisca, circondandolo con un telajo in rilievo per contenere il gesso, e versandovi sopra del gesso spento assai sciolto, onde penetri bene in ogni cavità, riempiendo il vuoto prodotto dal telajo sunnominato. Quando il gesso ha fatto presa si toglie la forma, che servirà da negativa, con un'operazione inversa, per riprodurre molte volte l'originale. Se l'originale ha forma complicata presenta dei sottosquadri come gli ornati e bassorilievi ad alto rilievo, se offre delle superficie di rivoluzione come i vasi, o se ha forme speciali, come le statue, gli animali, il corpo umano, le maschere dei morti, ecc., occorrono cautele speciali onde poter separare la forma dall'originale. Nel caso che questo sia in cera od in altra materia molle e che possa essere distrutto, lo si ricuopre col gesso, e quando la forma ha fatto presa, si distrugge l'originale. Nel caso che l'originale non possa esser distrutto giova ricorrere ad altri mezzi. Per piccoli oggetti molto frastagliati e di non grande massa, si usa prendere la forma colla gelatina liquida, lasciandola rapprendere sull'originale, e poi quando essa è tuttora elastica, toglierla da questo. Le sporgenze corrispondenti alle affrattuosità dell'originale, a causa della loro elasticità, sono obbligate a deformarsi per uscire dai rispettivi nidi, ma poi riprendono la forma e posizione dell'originale, in modo

che poi colando il gesso nella forma di gelatina si riproduce esattamente l'originale.

Quando infine l'originale abbia massa considerevole e presenti forme speciali, come ad esempio le statue, i busti, i grandi ornati e bassorilievi, i grossi vasi, ecc., è giuocoforza ricorrere alle forme composte di varie parti, le quali si fanno nel seguente modo. Sopra una delle parti dell'oggetto si forma con delle striscie di legno o di cartone una specie di scatola aperta in alto, in cui si cola il gesso. Si tolgono poi le pareti di cartone e si formano altri compartimenti adjacenti al pezzo già fatto, in modo che i varii pezzi della forma costituiscano un tutto continuo. In questa guisa supponendo l'oggetto diviso in parti irregolari la cui grandezza e disposizione si desume a seconda dell'originale, si viene a togliere la forma completa anche dell'oggetto più complicato. Si tolgono poi i varii pezzi di sull'originale ed aggiustandoli di nuovo e legandoli fra loro all'esterno, si viene a comporre la forma intiera dell'oggetto.

Ottenuta la forma di un oggetto, la si fa asciugare, e quindi la si prepara in modo conveniente a seconda dei casi. Se essa deve servire ad una riproduzione in gesso, la si spalma di olio o di una soluzione di sapone nell'acqua, onde la superficie divenga lustra ed il gesso che vi sarà colato sopra non vi aderisca. Se la forma deve servire per fare una riproduzione colla galvanoplastica in rame od altro metallo, se ne ricuopre la superficie con un leggero strato di grafite onde renderla conduttrice dell'elettricità.

La *colatura del gesso* nella forma si fa preparando un gesso spento molto liquido, colandone una certa quantità nella forma e muovendo questa da tutte le parti in modo che il gesso vada ovunque e ricuopra la forma di un primo strato. Quando questo è solidificato, si cola nuovo gesso per formare un secondo strato aderente al primo, e così di seguito fino a dare all'oggetto lo spessore e la consistenza voluta.

I piccoli oggetti naturalmente si colano pieni.

Tanto nella riproduzione delle statue, che nella preparazione degli ornamenti architettonici, di cui si fa tanto uso, si impiega spesso il gesso indurito secondo uno dei processi accennati, affine di dar agli oggetti la durezza e l'apparenza del marmo.

Gesso indurito o *marmo artificiale.* — Le preziose proprietà del gesso, cioè la presa rapida e la facilità dell'impiego che lo rendono un corpo il quale ha così estese applicazioni nelle costruzioni, nella riproduzione di oggetti e nella ornamentazione interna delle costruzioni, sono però contrariate e scemate in parte di pregio dalla poca consistenza e dalla nessuna resistenza che questo materiale presenta, soprattutto quello richiesto per le due ultime applicazioni. Si è pensato quindi fino già da varii anni di conferire al gesso artificialmente una certa durezza, vicina se non comparabile a quella del marmo.

I processi per indurire il gesso sono in gran numero e costituiscono altrettanti brevetti per la fabbricazione del marmo artificiale. Ne esamineremo brevemente i principali.

Uno dei processi più efficaci consiste nell'impiegare l'*allume* e si ottiene con due modi distinti.

Il primo modo per raggiungere questo scopo consiste nel cuocere il gesso in pezzi grossi come un uovo, porlo quindi in casse di legno traforate, che vengono immerse in un bagno di acqua contenente 10 % di allume in soluzione. Il gesso così imbevuto è cotto di nuovo fino alla temperatura del calor rosso, poi vien triturato e messo in opera.

Il secondo processo, più conveniente del precedente, consiste nel mescolare l'allume solido al gesso crudo in polvere e farlo cuocere una sola volta.

Il gesso così preparato viene spento nel modo ordinario, o meglio con dell'acqua contenente 8 % di allume in soluzione, poichè allora assume una durezza molto più considerevole. Colle malte di gesso preparate in tal guisa si fanno degli oggetti, come piastrelle da pavimento, ornati, cornici, vasi, piani di tavolini, ecc. ecc., i quali hanno la durezza e la traslucidità del marmo.

Circa alla spiegazione dell'azione dell'allume sul gesso, pretende il Landrin che quel sale non abbia altra azione che quella di convertire il carbonato di calce contenuto nel gesso, in solfato mediante l'acido solforico che contiene. Questa teoria richiede conferma, giacchè è ben noto come il gesso che si adopra pei lavori di formajo e di stuccatore, è quello purissimo e che contiene quasi niente di materie estranee.

Il *processo Abate* è fondato sul principio che il gesso acquista durezza se viene spento colla minima quantità d'acqua e se viene compresso. Si realizza praticamente questo metodo ponendo il gesso asciutto in un cilindro orizzontale, girevole attorno al suo asse, e facendo arrivare nel cilindro un getto di vapore in modo che il gesso in brevissimo tempo assorbe la data quantità d'acqua che si regola in modo da essere inferiore al volume del gesso. Questo così umettato e sempre in polvere viene introdotto rapidamente nella forma dell'oggetto che si vuol riprodurre e vi si comprime durante qualche minuto con una pressa idraulica.

Si ottengono con questo modo semplice e poco costoso degli oggetti qualunque, dei monoliti, ecc., di una durezza paragonabile a quella del marmo.

L'unico difetto del sistema risiede nella necessità della compressione, locchè obbliga ad avere delle forme di metallo, le quali costano assai.

La *silicatizzazione del gesso* consiste nello immergere o nello stendere sugli oggetti di gesso una soluzione di vetro solubile, cioè di silicato di potassa. La superficie dell'oggetto diviene liscia e tutta la massa acquista la durezza del *biscuit.* Se la soluzione è troppo concentrata invece non si raggiunge il risultato, e l'oggetto dopo poco tempo si altera e si sfoglia.

Si prepara il vetro solubile fondendo insieme 15 parti di quarzo in polvere, 10 parti di potassa pura e 1 parte di carbone di legna. In 5 o 6 ore il vetro è fatto e per impiegarlo lo si scioglie nell'acqua e si procura che la soluzione abbia la densità di 1.25 ossia 28° dell'areometro di Baumé, nel quale stato possiede il grado di soluzione voluto perchè l'operazione dell'indurimento riesca nel miglior modo possibile.

È stato proposto anche di sostituire al vetro solubile una soluzione di *acido idrofluosilicico.*

Il *processo Brooman* consiste nello scaldare il gesso alla temperatura di 50 a 120° in un semplice forno ed immergerlo poi in una soluzione di vitriolo, allume, soda e calce scaldata a 20-30°: dopo 3 a 4 minuti si toglie il gesso dal bagno, lo si mette di nuovo nel forno a riscaldare alla temperatura di 40 a 50°, quindi lo si immerge di nuovo durante 10 a 12 minuti nella stessa soluzione, dopo di che lo si lascia asciugare 10 o 12 ore all'aria e quindi è pronto per l'impiego.

Il *processo Kuaur e Knop* consiste nel passare sopra gli oggetti in gesso un liquido composto di un miscuglio di vetro solubile e di una sostanza albuminoide, la quale mentre dà col gesso un cemento molto solido, questo poi viene ancora reso più forte dal silicato di potassa. Si preparano dapprima i quattro liquidi seguenti: Una

soluzione acquosa di silicato di potassa; una soluzione di 1 parte di potassa caustica in 5 parti di acqua, una certa quantità di latte sburrato, infine una quantità di acqua di calce chiara. Si comincia dal versare in un recipiente una certa quantità di latte e vi si mischia intimamente con un pennello tanta soluzione di potassa, finchè tutta la materia caseosa siasi sciolta, ed il liquido apparisca senza fiocchi e senza colore quantunque torbido. Al liquido così formato si aggiunge circa $^1/_4$ della soluzione di vetro solubile e così è ottenuto il liquido col quale si ricuopre mediante un pennello l'oggetto. Si applica con prestezza e si ripete a seconda del caso. Infine si immerge o si lava l'oggetto coll'acqua di calce, che perfeziona ed assoda il lavoro.

Il *cemento di Paro* è ottenuto imbibendo il gesso cotto in pezzi con una soluzione fatta di 1 parte di sal borace e 9 parti di acqua e facendolo poi scaldare di nuovo per 6 ore consecutive al calor rosso. Lo si polverizza, poi lo si impiega nel modo ordinario.

I *processi per ritardare l'indurimento del gesso* hanno un'utilità nei casi ove si ha interesse a protrarre la presa del gesso. Il *Cosentini* ha ottenuto questo effetto bagnando il gesso con soluzione di sal borace a vario tenore, a seconda del tempo che si vuole acquistare prima dell'indurimento. Il seguente quadro mostra di quanto si ritarda l'indurimento per ogni data soluzione di sal borace.

Proporzioni in volume di		Ritardo nello indurimento
Acqua	Soluzione di sal borace	
12	1	15 minuti
8	»	50 »
4	»	3 a 5 ore
2	»	7 a 10 »
1	»	10 a 12 »

Il *Puscher* ottiene esso pure il ritardo nella presa del gesso mischiando alla polvere del gesso cotto 2 a 4 per cento di radice di altea in polvere e spegnendolo con 40 per cento d'acqua. La grande quantità di pectina (50 %) contenuta nella radice di malva rende la massa del gesso pastosa come un'argilla grassa, e solo dopo un'ora comincia a prender consistenza. Dopo l'essiccazione la sostanza rimane in uno stato di viscosità e tenacità tale, da lasciarsi tagliare, forare, cilindrare a seconda del bisogno.

Applicazioni della chimica industriale. — Il gesso ha inoltre applicazioni assai importanti in alcuni processi della chimica industriale, che accenneremo di volo.

Il *solfato di ammoniaca* si prepara industrialmente ed economicamente trattando col gesso le materie contenenti un sale di ammoniaca, come le acque di condensazione delle officine da gas, i prodotti della distillazione secca delle ossa, l'orina putrefatta, ecc. Così, ad esempio, le acque di condensazione delle officine da gas contenenti in soluzione del carbonato e del solfidrato di ammoniaca, trattate a caldo col solfato di calce, danno luogo ad una doppia decomposizione, si precipita del carbonato di calce e resta in soluzione il solfato di ammoniaca, che poi viene estratto per via di condensazione.

L'*estrazione dell'acido solforico* dal gesso è stata l'oggetto di studii importanti, in ragione del vil prezzo della materia prima e della sua ricchezza in acido solforico, giacchè questo minerale abbondantissimo contiene, se puro, 46.5 % di acido solforico, e quindi 18.60 % di solfo, e potrebbe fornire 61.25 % di acido a 66°. *Tilghmann* propone di scaldare al calor rosso intenso il gesso in un cilindro verticale, e di farvi arrivare dal basso una corrente di vapor acqueo; si svolgono dei vapori di acido solforico e solforoso che vengono condotti alle camere di piombo, mentre nel cilindro resta la calce caustica. *Shanks* propone di trattare in una caldaja la polvere di gèsso col cloruro di piombo in presenza dell'acqua scaldata a 50-60°. Si forma una doppia decomposizione, entra in soluzione nell'acqua del cloruro di calcio (che si utilizza) e si precipita del solfato di piombo. Questo, separato dal liquido, vien trattato con acido cloridrico, si forma cloruro di piombo che precipita e resta una soluzione di acido solforico, il quale vien concentrato. Il cloruro di piombo così rigenerato ritorna indefinitamente nel trattamento.

Nessuno dei processi ideati per utilizzare il gesso all'estrazione dell'acido solforico ha avuto fino ad ora applicazione industriale.

Nella *fabbricazione della porcellana* il gesso entra talvolta come elemento costitutivo non solo della pasta da porcellana, ma anche dello smalto che ricopre gli oggetti. Così nella composizione della pasta da porcellana delle fabbriche di Monaco il gesso entra nella proporzione del 5 %; e lo smalto della manifattura di porcellana di Berlino si fa con un miscuglio contenente il 14 % di gesso.

Nella *fabbricazione della carta* il gesso crudo viene impiegato come succedaneo dei cenci in proporzione del 5 a 10 % nella pasta della carta, e serve (come altre materie) a dare a questa maggiore consistenza e bianchezza. Piuttosto che il gesso naturale, si utilizza a questo scopo il solfato di calce ottenuto chimicamente puro, precipitando con l'acido solforico una soluzione di cloruro di calcio. Questo prodotto è conosciuto col nome di *Annalina pearl hardening*.

Per *dar la salda ai tessuti* si usa talvolta preparare un gesso alluminifero, trattando della calce caustica con dell'allume in presenza dell'acqua; si forma un miscuglio di solfato e alluminato di calce mentre del solfato di potassa resta in soluzione.

Si adopera il gesso per la composizione della pasta dei pastelli in colori e per molti altri usi ove può giovare come materia bianca, fine, inerte ed a vil prezzo. Ed è appunto per queste ragioni che il gesso ha delle applicazioni abbastanza estese, che amerei meglio di non dover citare, quali sono quelle delle *falsificazioni*.

L'*ingessamento del vino* che si pratica in varii luoghi viene fatto a varii scopi. Nella preparazione del vino rosso l'addizione del gesso nel mosto serve a rialzarne il colore, giacchè rende più inerte la fermentazione. Pei vini deboli adoperando il gesso cotto, questo assorbe una forte proporzione d'acqua e per conseguenza aumenta la proporzione dell'alcool, il quale affievolisce l'azione del fermento. Pei vini poi molto ricchi in tannino e molto carichi, il gesso cotto ha la proprietà di trasformare molta parte dei sali solubili di potassa (tannato di potassa) in sali di calce insolubili ed in solfato di potassa che resta in soluzione. Nello stesso tempo poi l'azione di precipitazione dei sali di calce serve a chiarificare il vino. I vini di Sicilia sono tutti trattati col gesso per questi due ultimi scopi. Siccome poi in tal caso si viene a dare al vino un certo tenore di solfato di po-

tassa in soluzione, il Governo francese ha stabilito che i vini importati non debbono contenere più di 2 grammi di solfato di potassa per ogni litro.

Nelle *belle arti* infine il gesso puro di grana fine, saccaroide, omogeneo, traslucido, bianco, conosciuto col nome di *alabastro*, serve per scolpire statuette e vasi, dei quali Volterra e Firenze fanno un commercio importante.

La varietà fibroso-sericea detta *sericolite* si tornisce e s'intaglia per farne perle da collane pendenti, piccole coppe, colonnette, ecc., di bellissimo effetto ma di polimento facile a guastarsi per la poca durezza della sostanza.

VIII. — Bibliografia.

1. — Natura, Giacimento, e Cave del Gesso. — Des Cloizeaux, *Monografia del gesso.* — Bombicci L., *Corso di Mineralogia: Montagne e vallate del territorio di Bologna.* — D'Achiardi A., *Mineralogia della Toscana.* — Stoppani A., *Corso di Geologia.* — De Lapparent A., *Traité de Géologie.* — Curioni G., *Geologia delle provincie lombarde.* — Savi P., *Statistica della provincia di Pisa.* — Meneghini G., *Considerazioni geologiche sulla Toscana.* — Burat A., *Traité du gisement et de la recherche des minéraux utiles.* — Mottura S., *Sulla formazione terziaria nella zona solfifera della Sicilia. Appendice alla Memoria sulla formazione terziaria nella zona solfifera della Sicilia* — Baldacci L. e Mazzetti L., *Sulla serie dei terreni nella regione solfifera di Sicilia.* — Doderlein, *Note illustrative alla carta geologica del Modenese e del Reggiano.* — Capellini G., *La formazione gessosa di Castellina Marittima; Gli strati a congerie o la formazione gessososolfifera nella provincia di Pisa e nei dintorni di Livorno; Sui terreni terziarii di una parte del versante settentrionale dell' Appennino; Marne glauconifere dei dintorni di Bologna; Carta geologica della provincia di Bologna.* — De Bosniasky S., *La formazione gessosa e il secondo piano mediterraneo in Italia.* — Jervis G., *I tesori sotterranei dell'Italia.* — Capacci C., *Articolo* Cave *di questa* Enciclopedia. — Leclaire J., *Carrières à plâtre.* — Salmoiraghi F., *Catalogo ragionato dei materiali naturali da costruzione.*

2. — Cottura e applicazioni del Gesso. — Wagner, *Nouveau traité de chimie industrielle.* — Pelouze e Frémy, *Chimie industrielle.* — Wurtz, *Dictionnaire de chimie pure et appliquee.* — Regnault, *Corso elementare di chimica.* — Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures.* — Roret, *Encyclopédie, Chaufournier, plâtrier, carrier.* — C. Claudel, *Formules, tables et renseignements usuels.* — C. Claudel e Laroque, *Maçonnerie, terrasse, plâtrerie.* — Curioni G., *Materiali da costruzione.* — Rondelet G., *Trattato dell'arte di edificare.* — Hertel, *Lehre vom Kalk und Gyps.* — Bohmer und Neumann, *Kalk, Gyps und Cement.* — Heufinger o Waldegg, *Gypsbrenner, Gypsgiesser, und Gypsbaumeister.* — Weber, *Die Kunst des Bildformers und Gypsgiesser.* — Gilly, *Handbuch der Landbaukunst.* — Violette H., *Mémoire sur la cuisson du plâtre par la vapeur d'eau surchauffée.* — Capacci C., *Materiale e processi dell'industria mineraria e metallurgica.*

Varii articoli intorno al gesso, la sua cottura, le sue applicazioni, ecc. trovansi nelle pubblicazioni e giornali scientifici e industriali d'ogni paese.

Ing. C. Capacci.

GHIACCIAJE. — Franc. *Glacières.* Ingl. *Icehoures.* Ted. *Eisgrube.* Spagn. *Nevera.*

Definizione ed uso. — Chiamansi propriamente *ghiacciaje* quelle fosse larghe e poco profonde, poste in generale fuori dei centri di abitazione, nelle quali nella stagione invernale si fa andare dell'acqua perchè questa venga trasformata in ghiaccio.

Comunemente però sotto il nome di ghiacciaja, più che le fosse per la formazione del ghiaccio, s'intende quelle costruzioni in muratura od in legno od in paglia fatte allo scopo di conservare per l'estate il ghiaccio che si è fatto nella stagione invernale e che più propriamente prendono il nome di *conserve.* Vi sono ghiacciaje però che sono fatte non tanto per la conservazione del ghiaccio quanto per creare un ambiente avente una temperatura molto bassa nella stagione estiva, dove si possano mettere e conservare le carni, il latte, le verdure, la birra, ecc.

Per l'economia domestica la ghiacciaja è una cosa di somma importanza, come la è anche per la salute, tanto più che al giorno d'oggi moltissime malattie si curano col ghiaccio. Per cui sia nelle case rustiche quanto nelle civili, negli alberghi e negli ospedali la ghiacciaja è di prima necessità.

Principii sui quali si fonda la costruzione d'una ghiacciaja. — Perchè il ghiaccio, il quale fonde come si sa alla temperatura di zero gradi, si conservi, bisogna che sia mantenuto in un ambiente con temperatura per quanto si può costante e bassa.

La variazione massima della temperatura dei nostri climi è da — 10 a + 36; bisogna quindi costrurre la ghiacciaja in modo che possa la conserva acquistare nell'inverno la più bassa temperatura che ha l'aria all'esterno, mediante una comunicazione diretta coll'esterna e che possa nell'estate conservare questa temperatura; deve cioè essere fatta in modo che possa nell'estate venir chiusa la comunicazione coll'aria esterna non solo, ma che venga impedita ogni trasmissione di calore dall'esterno all'interno.

Corpi che possano completamente impedire la trasmissione del calore non ne esistono; ma fra i corpi ve ne sono di quelli che lo trasmettono più, altri meno; e questi ultimi sono il legno, la paglia, i giunchi, le pigne degli alberi resinosi, le lane, i crini, la segatura di legno, i cocci od i greppi di majolica, i pezzi di vetro, i sassi quarzosi, le scorie ed i rosticci degli alti forni, e maggiormente molti prodotti vulcanici, come le lave, i tufi, la pietra pomice, le ceneri vulcaniche, il carbone di legno sminuzzato e polverizzato, la torba, la cenere.

Il materiale eminentemente cattivo conduttore è l'aria stagnante, ed è per questo che d'inverno si mettono le doppie impannate alle finestre, poichè l'aria chiusa fra l'impannata esterna e quella interna impedisce al sommo grado che si faccia la trasmissione di calore dall'interno all'esterno.

Norme generali. — Un ottimo provvedimento è quindi quello di chiudere interamente le conserve del ghiaccio con una doppia parete di mattoni e con pavimento e coperchio pure raddoppiati in modo da costituire dei cuscini d'aria stagnante fra l'interno della conserva e l'esterno.

Le ghiacciaje debbono inoltre avere una copertura generale che serva a rigettar le acque all'infuori ed annullare l'azione dei raggi solari; ed alle ghiacciaje di grandi dimensioni è bene annettere una spaziosa rimessa per i carri di trasporto e per gli strumenti inerenti al servizio.

Per la conservazione del ghiaccio non basta che il ghiaccio sia riparato dal sole e che sia completamente

riparato dall'aria esterna, bisogna anche che le pareti, il fondo e l'aria della conserva si mantengano assolutamente asciutti. Qualunque piccolo grado di umidità è nocivo perchè favorisce la fusione del ghiaccio.

Questa condizione si ottiene sia colla scelta del sito, sia con una razionale ventilazione, come si vedrà quando descriveremo ghiacciaje speciali, sia con porre la massima attenzione e diligenza nella costruzione dei muri che la chiudono.

Per quanto ben costrutta sia una conserva, la fusione parziale del ghiaccio non la si potrà mai evitare e specialmente contro le pareti, le quali ricevono sempre dalla terra (per quelle scavate) una piccola quantità di calore. Alcuni vogliono quindi che la forma della ghiacciaja influisca sulla fusione, e dicono che la forma di un ovo, che si dà più spesso alla ghiacciaja, è viziosa, attesochè il ghiaccio, che si liquefà tanto più rapidamente in quanto che il suo volume è meno considerevole per rapporto alla superficie delle pareti, fonde allora più prestamente alla base che alla sommità. Le faccie esteriori del blocco si trovano così costantemente in contatto colla muratura invece di esserne isolate e danno luogo ad un consumo importante. Questa considerazione ha fatto adottare da alcuni ingegneri la forma parallelepipeda, come si vedrà in una delle ghiacciaje descritte più oltre. Il ghiaccio posto nella conserva agglomerandosi in una sola massa, poco tempo dopo il suo immagazzinaggio si distacca in causa della fusione dalle pareti laterali, quindi la fusione, molto rapida al principio, diviene in seguito molto lenta, poichè mentre prima era in contatto della muratura, ora non lo è più, ma bensì a contatto dell'aria imprigionata e non rinnovata e dà luogo ad un vuoto che non oltrepassa di molto lo spessore di 0.20. In questo stato la fusione si riduce quasi a quella che risulta dal contatto della base, e la si diminuisce al suo limite inferiore facendo posare ancora il ghiaccio non direttamente sul fondo della conserva, ma sopra un letto di trucioli di legno molto cattivi conduttori del calore in grazia dell'aria interposta.

Scelta del luogo. — Di ghiacciaje se ne costruiscono, come vedremo, di quelle sopraterra e di quelle sottoterra. Quelle sottoterra si costruiscono piuttosto profonde, come le cantine, affine di avere con una spesa modica una temperatura costante e bassa; ma in generale queste ghiacciaje non riescono buone, poichè mentre che d'estate la temperatura è discretamente bassa, nei mesi d'inverno è relativamente alta. Un certo risparmio si può realizzare, nelle ghiacciaje affondate nel terreno, nelle strutture d'isolamento in confronto di quelle costrutte fuori terra, specialmente nei paesi caldi e nei luoghi esposti ai raggi solari; ma si deve però notare che questo risparmio non riesce molto grande, perchè, ad ogni modo, la conserva del ghiaccio deve essere sempre isolata dal terreno. Se pei bisogni della distribuzione, per la ristrettezza dello spazio sul quale è piantato l'edifizio, al quale devesi annettere la ghiacciaja, bisogna costrurla sottoterra, devesi osservare però che le condizioni del terreno talvolta rendono affatto improvvida questa collocazione, perchè si corre rischio di ottenere una conserva difettosa, nella quale la conservazione del ghiaccio sia assai imperfetta.

Dentro un terreno basso, umido, attraversato da correnti d'acqua sotterranee, terminato alla superficie da una estesa pianura, non conviene mai di mettere una ghiacciaja, perchè la conserva è sempre umida, e quand'anche si facciano ingenti spese per impedire che vi trapeli l'umidità, riesce sempre difficile od assai costoso di allontanare dal fondo della conserva quell'acqua che sempre ci si raccoglie, per la fusione parziale del ghiaccio, e perchè finalmente, a malgrado dell'impiego di mezzi costosi di costruzione, il risultato è sempre estremamente dubbio. Inutile dire che non si dovrà mai costrurre ghiacciaje in terreni soggetti ad inondazioni; come pure non si dovrà mai costrurre una ghiacciaja troppo vicina alle cisterne, ai pozzi, ai guazzatoi, ai letamai, alle cloache. La distanza fra la ghiacciaja e queste parti dell'edifizio bisogna che non sia minore di m. 4.00.

Affine di mantenere asciutta e secca la conserva del ghiaccio, qualunque sia la disposizione della ghiacciaja, è indispensabile di provvedere ad un pronto deflusso dell'acqua di fusione. Il fondo della ghiacciaja deve essere munito di un pozzo smaltitojo nel quale non possa insinuarsi il ghiaccio, ma si raccolgano le acque di fusione. Se il terreno è di tale costituzione, che il fondo di questo pozzo sia sufficientemente permeabile, l'acqua si smaltisce da se stessa, disperdendosi; se il terreno è compatto, bisogna che l'acqua, raccolta nel pozzo, possa passare in un condotto smaltitore per via del quale si allontani speditamente dalla ghiacciaja. Nell'assetto del condotto smaltitore del pozzo, avvertasi di fare in maniera che per questo condotto non si offra adito all'aria esterna di penetrare nell'interno della conserva; trascurandosi questa avvertenza, il ghiaccio non potrebbe essere conservato lungamente. La bocca di deflusso di questo condotto si metta, per esempio, sul fondo di un canale in modo che riesca sempre completamente sommersa; però l'acqua in questo canale non dovrebbe elevarsi in maniera che quella del condotto sia tenuta in collo tanto da restare nell'interno della conserva.

L'ingresso della ghiacciaja deve essere unico, ed è indispensabile che sia posto sul lato verso mezzanotte. L'imposta deve essere grossa assai, fatta con tavole ben connesse di grande grossezza, raddoppiate sopra il telajo della medesima imposta, inchiodate dalle due parti opposte di questo telajo medesimo, e l'intervallo fra il doppio assito bisogna riempirlo di materiali cattivi conduttori del calore. Alla porta d'ingresso deve precedere un piccolo stanzino, od un ricetto, riparato da ogni influenza della temperatura esterna, al quale si acceda per un'altra porta egualmente costruita e disposta come la prima. La lunghezza del ricetto, o la distanza tra le due porte, sarà tale, che una persona possa comodamente rimanere tra le due porte, per cui questa, entrata nel ricetto, sia dall'esterno, sia dalla ghiacciaja, chiuda la porta per la quale è passata innanzi di aprire l'altra porta; questa distanza adunque non sarà mai minore di m. 1.00, e se nella ghiacciaja si debbono introdurre delle cose assai voluminose, è evidente che questa distanza dovrà essere tanto grande che nel ricetto, mentre sono chiuse entrambe le porte, vi possano stare queste cose molto voluminose, insieme colle persone e quei mezzi sussidiarii che devono essere impiegati pel loro trasporto.

Osservazioni per stabilire la capacità della conserva. — La quantità di ghiaccio per la quale si calcola la capacità della ghiacciaja dipende da quella che occorre di provvedere per tutto un anno, ed a questo proposito sono necessarie alcune osservazioni.

Bisogna tener conto del consumo dovuto alla fusione, il quale è più o meno grande a seconda della forma e costruzione della ghiacciaja.

Nelle più comuni, meno perfezionate e piuttosto piccole, in un anno si fonde una così grande quantità di ghiaccio, che di tutto quello che viene raccolto, nove decimi vanno perduti in acqua di fusione, per cui solamente un decimo del ghiaccio messo nella conserva può

venire utilizzato. Quanto più grande è la ghiacciaja, evidentemente tanto minore è in proporzione la quantità di ghiaccio che si può fondere, perchè questa fusione ha luogo principalmente alla superficie del cumulo di ghiaccio e contro le pareti, ed è proporzionale all'estensione di queste. Per le case rustiche nelle quali occorre una grande quantità di ghiaccio, ed in generale per qualunque edifizio pel quale si deva farne una grande provvista, possibilmente invece di costruire parecchie ghiacciaje, converrà sempre di adottarne solamente una di grandi dimensioni, perchè, senza ricorrere a costruzioni assai costose, il gran cumulo per se stesso assicurerà la lunga conservazione. Da alcuni si pretende che sia assolutamente riprovevole la costruzione di piccole ghiacciaje, e per questa ragione comunemente le ghiacciaje hanno tali dimensioni che la loro capacità, per la parte riservata al mucchio di ghiaccio, corrisponde ad un volume non minore di 40 mc. e sovente è anzi maggiore di 120 mc. Nondimeno una ghiacciaja ben costruita, bene riparata dalle influenze della temperatura esterna, ben disposta per guarentirla contro l'umidità, può servire ottimamente allo scopo anche quando le sue dimensioni non siano molto grandi, e si può riuscire a costruirne delle buone anche per la conservazione di soltanto 8 o 10 mc. di ghiaccio, con un consumo dalla metà ad un terzo del volume di ghiaccio depositatovi, quando cioè per la loro costruzione vengano soddisfatte completamente tutte le migliori condizioni. Nel caso che si dovesse valutare la capacità della ghiacciaja in relazione di un determinato peso di ghiaccio da conservarsi, può servire la norma che 500 chilog. di ghiaccio, ammucchiato fittamente, come appunto si mette nelle ghiacciaje, costituiscono il volume di un metro cubo.

Diversi tipi di ghiacciaje. — Per descrivere i diversi tipi di ghiacciaje, noi le distingueremo così: 1° buche pel ghiaccio semplici; 2° buche pel ghiaccio sottoposte ad una dispensa; 3° ghiacciaje sotterranee o messe nelle cantine; 4° le ghiacciaje sopraterra; 5° le ghiacciaje americane; 6° le ghiacciaje con cantine per la birra; 7° le ghiacciaje portatili.

Semplici buche. — La ghiacciaja rappresentata in pianta colla fig. 1549 ed in sezione colla fig. 1550 è delle più comuni, e viene così costrutta. Si scava una fossa avente la forma di un tronco di cono rovesciato come un imbuto; le più piccole di queste fosse hanno il diametro di tre metri alla sommità e di 1 al fondo, ed una profondità di m. 3; e le più grandi, che servono per le case rustiche, hanno generalmente il diametro di m. 6.50 alla sommità e di m. 2.50 al fondo, con una profondità di m. 6.

E utile, allo scopo di sostenere il terreno, di rivestire questa fossa dal basso all'alto con una muraglia di pietra o di mattoni dello spessore variabile dai 30 ai 40 centimetri per le più piccole e dai 45 ai 60 centimetri per le più grandi. Se il terreno ove è scavata la ghiacciaja è buono e ben fermo, si può omettere tanto il rivestimento di muratura, quanto quello di legname, e mettere il ghiaccio nella fossa senza timore, ma in ogni caso bisogna guernire il fondo ed i lati con della paglia affinchè il ghiaccio non sia a contatto immediato colla terra della fossa.

La forma adottata per queste ghiacciaje presenta il vantaggio che le muraglie di sostegno costruendosi con una serie di anelli di muratura sovrapposti, riescono più resistenti alla spinta del terreno e quindi più solide anche con piccole dimensioni.

Se il terreno, nel quale è scavata la fossa, non è molto secco, per cui sia da temersi che da questo possa penetrare dell'umidità nell'interno della fossa, l'insieme della costruttura non potrà essere così semplice per la parte corrispondente alla buca. In questo caso si possono adottare due provvedimenti diversi. Uno di questi consiste nel disporre lungo il contorno del graticcio messo sul fondo della buca un numero conveniente di travi ritte, calettate, colle loro estremità inferiori, sulle travi del graticcio, e disposte inclinate secondo la pendenza della faccia della muraglia che precinge la buca, ma distaccate da questa faccia di circa m. 0.25; questi ritti possono essere messi ad una distanza di circa m. 2 l'uno dall'altro sulla periferia all'orlo della buca, e devono

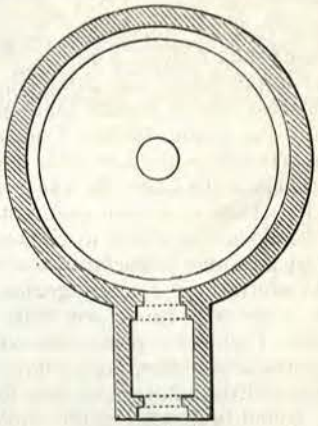


Fig. 1549.

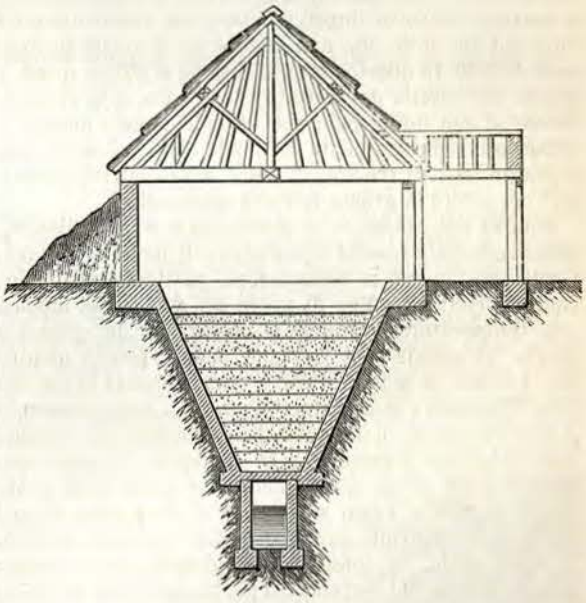


Fig. 1550.

essere rinforzati ed ai piedi ed a metà altezza ed al sommo col mezzo di sbadacchi introdotti nell'intervallo tra i ritti medesimi e la muraglia: alle faccie interne di questi ritti si inchiodano delle tavole in modo da costituire così una grande cassa, insinuata nell'interno della fossa, ma isolata dal muro di questa, ed in questa cassa si mette il ghiaccio.

L'altro provvedimento consiste invece di una doppia muraglia, in guisa che mediante l'interna si precinge la fossa, e coll'esterna si sostiene il terreno; l'intervallo tra queste due muraglie può essere di circa m. 0.30 e

la faccia del muro interno in corrispondenza di questo intervallo può essere intonacata con asfalto; sul fondo dell'intervallo, che serve ad isolare la fossa, si mette un condotto destinato a raccogliere l'acqua che può trapelare attraverso al muro esterno ed allontanarla prontamente dalla ghiacciaja.

Si ricopre la ghiacciaja con paglia attaccata ad una incavallatura in legno di forma conica per modo che i lembi di questa copertura vengano quasi sino a terra.

L'entrata della ghiacciaja, sempre esposta a Nord, è preceduta, come si vede nelle figure 1549 e 1550, da un vestibolo avente da m. 2 a 3 di lunghezza e 1.20 circa di larghezza. Questo vestibolo coperto parimente con paglia è chiuso con due porte, l'una esterna in legno di considerevole spessore ermeticamente chiusa, e l'altra interna pure di legno, ma guernita di paglia. In questo ripostiglio si conservano molto facilmente le vivande.

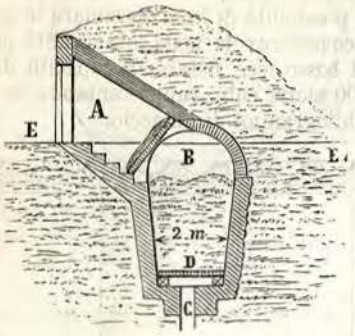


Fig. 1551.

La ghiacciaja ora descritta è di una estrema semplicità e molto in uso, ma per dare buoni risultati deve essere costrutta con grandi proporzioni. Per costrurne una più piccola si è obbligati di farvi qualche modificazione, cioè si deve fare la volta alla fossa della ghiacciaja come è indicato nella fig. 1551, nella quale EE è il livello del suolo esterno; A il vestibolo; B la ghiacciaja munita di volta; C il pozzo per lo scolo delle acque, e D un palco sul quale riposa il primo strato di ghiaccio, ed ha per iscopo di preservarlo dall'umidità.

Buche aventi su di esse una dispensa — Queste buche sono costruite in una maniera simile a quella dianzi descritta; sopra alla buca rimane in questo caso una stanza che serve per riporvi le cose al fresco in luogo dello stanzino d'ingresso della ghiacciaja. L'unica diversità consiste in ciò che all'orlo della buca è applicato un telajo di legname robusto, che porta un intavolato, il quale serve e come coperchio della fossa di conserva del ghiaccio e come pavimento della dispensa. In questo tavolato è praticata una grande botola, munita di *cateratta*, che si apre quando si mette o si toglie il ghiaccio dalla conserva. La stanza ad uso di dispensa può essere sotterranea anch'essa, o in parte sotterranea ed in parte sopra terra, secondo le circostanze locali. Questa stanza è coperta da un solajo raddoppiato imbottito di paglia, e di sopra è costruito l'ordinario tetto ricoperto di paglia.

Le figure 1552 e 1553 rappresentano in pianta e sezione verticale una di queste ghiacciaje, la quale può tornare assai conveniente specialmente dove si abbia della torba. Nella parte inferiore si trova la ghiacciaja ossia una buca cilindrica circondata da una grossa muraglia la quale, secondo le circostanze, può avere anche il muro doppio ed il pozzo di fognatura sul fondo. Nella parte superiore invece si trova la dispensa.

Sull'orlo della buca della ghiacciaja sono disposte parecchie spranghe di ferro grosse mm. 25 e distanti circa 4 centimetri l'una dall'altra; è appunto sopra queste spranghe di ferro che si mettono le carni e la selvaggina che devesi preservare dall'influenza della elevata temperatura. La stanza di dispensa consiste in una cassa di legname di pianta ottagona, costruita con parecchi ritti e con spranghe grosse 18 per 21 centimetri, sopra delle quali sono inchiodate delle tavole grosse 5 centimetri. Attorno a questa cassa sono accatastati in buon ordine dei pezzi di torba, coi quali si ricopre anche il coperchio della cassa per una grossezza di circa m. 1.50. Nelle figure 1552 e 1553 questa torba è rappresentata nella

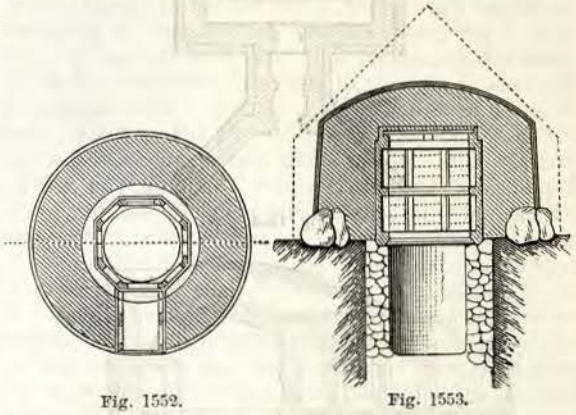


Fig. 1552. Fig. 1553.

porzione di figura tratteggiata. Le commessure fra i diversi pezzi di torba devono essere riempite con quello stesso fango che si ha dalle torbiere. Alla base ed alla periferia di questa catasta di torba si collocano dei grossi pezzi di pietra, facendosi una corona circolare di una specie di muro a secco allo scopo di proteggere l'involucro di torba dall'acqua piovana che scorre alla superficie del terreno. La linea piena della fig. 1553 rappresenta uno strato di malta composto di terra argillosa e paglia impastate insieme coll'acqua, dello spessore da 15 a 25 centimetri, col quale si ricopre la faccia esterna della torba attorrata per proteggerla dall'umidità. Lo stanzino d'ingresso alla conserva viene praticato nella grossezza dell'involucro di torba, disposizione che può convenire per le piccole conserve del ghiaccio. Il pozzo pel ghiaccio può avere il diametro interno di m. 1.80 ed un'altezza di m. 3, per cui la sua capacità interna risulta di m. c. 7.60.

Ghiacciaje sotterranee. — Un tipo di ghiacciaje sotterranee è quello rappresentato dalle fig. 1554, 1555, 1556, 1557, delle quali la fig. 1554 rappresenta la pianta: la fig. 1555 rappresenta una sezione verticale passante per l'asse maggiore della ghiacciaja; la fig. 1556 rappresenta una sezione verticale passante per l'asse minore della medesima, e la fig. 1557 rappresenta una sezione verticale passante fra i due muri posteriori della medesima.

Come si vede dalla fig. 1554, la conserva del ghiaccio consiste in una stanza di pianta quadrata la quale è circondata da ogni lato di un doppio muro i quali costituiscono un andito di passaggio della larghezza di m. 1.10 circa. Duplice è lo scopo di questo andito; chiudendo una discreta quantità di aria stagnante pochissimo conduttrice di calore, serve molto meglio per preservare il ghiaccio; ed avendo una discreta larghezza, serve anche come una piccola dispensa.

Anteriormente alla ghiacciaja sta l'ingresso munito di tre porte poste l'una dall'altra ad una distanza tale che si possa chiudere l'una prima di aprire

la successiva, le quali non mettono direttamente in comunicazione l'esterno colla porta della conserva, ma con l'andito. La porta della conserva è posta posteriormente e vi si va volgendo a sinistra nell'andito; ed il pavimento della conserva trovandosi alquanto al

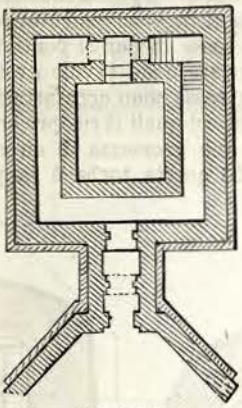


Fig. 1554.

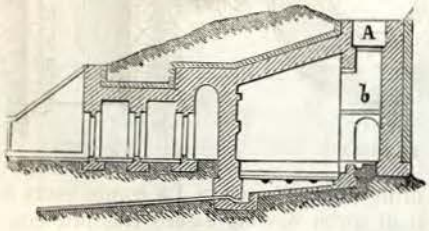


Fig. 1555.

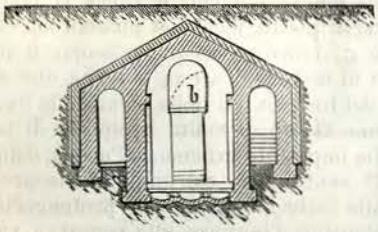


Fig. 1556.

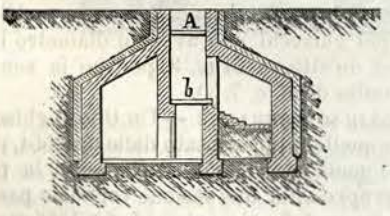


Fig. 1557.

disotto del pavimento dell'andito, sonvi alcuni scalini per discendere dalla soglia della porta. Chi entrato nell'andito volta a destra trova una piccola scala la quale conduce ad un pianerottolo *b* col quale si arriva alla conserva del ghiaccio ad una certa altezza al disopra del pavimento della medesima. Il ghiaccio pel riempimento della conserva viene introdotto per mezzo di un pozzo A fatto in corrispondenza del pianerottolo.

Il riempimento di questa ghiacciaja si fa molto comodamente: scaricato il ghiaccio sul terreno sovrastante alla ghiacciaja, un uomo lo spinge nel pozzo A ed un altro uomo posto sul pianerottolo *b* lo spinge nella ghiacciaja, dove altri uomini lo vanno convenientemente assestando.

Il ghiaccio non posa direttamente sul fondo della ghiacciaja, ma bensì sopra un tavolato a graticcio posto ad una certa distanza dal fondo. L'acqua di scolo cadendo sul fondo viene, in virtù della sua inclinazione, fatta condurre ad un condotto pel quale viene asportata.

A queste ghiacciaje convengono muraglie e volte di grande spessore sia perchè debbono resistere alla spinta della terra circostante, sia per poter impedire che l'umidità del terreno penetri attraverso alle medesime; anzi per questo scopo è bene rivestire tutta la struttura posta verso terra con uno strato d'argilla dello spessore di 25 centimetri o con altro materiale impermeabile, come si vede appunto indicato con piccolo tratteggio nelle figure succitate.

Le ghiacciaje del bois de Boulogne. — Nel 1857, quando la città di Parigi fece costrurre queste ghiacciaje, la consumazione annuale era di 6 milioni di chilogrammi, la superficie dei prati d'acqua situati nel bosco di Boulogne, 14 ettari, la possibilità di immagazzinare in pochi giorni un volume considerevole nelle sole località possibili nei dintorni del bosco fece fissare la capacità delle ghiacciaje a 16.000 metri cubi, rappresentando un peso di 10 milioni di chilogrammi di ghiaccio.

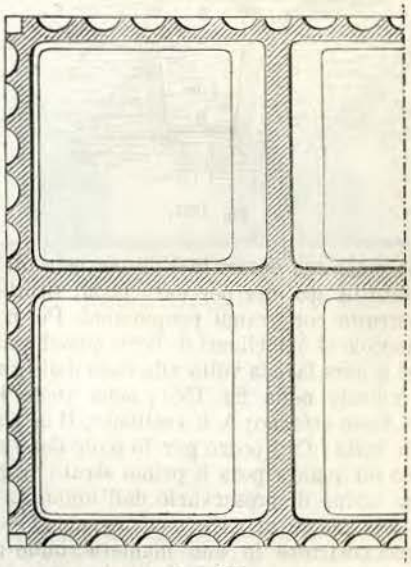


Fig. 1558.

Nell'esecuzione, la natura del terreno del luogo scelto per le ghiacciaje ha facilitato la realizzazione dei principii generali. Si sapeva, per l'apertura del pozzo artesiano di Passy, che immediatamente al disotto di un piccolo strato di terra vegetale si trova il calcare grossolano a 16.60 di profondità sopra uno strato di sabbia assorbente. Si potè così fare uno scavo con pareti verticali, e rivestirlo di un muro vuoto di cui lo spessore poteva essere ridotto a quello indispensabile per la sua stabilità senza occuparsi della spinta delle terre. Il sito necessario per immagazzinare 10 milioni di chilogrammi fu diviso in 10 compartimenti di un milione ciascuno, formante un cubo di 12 m. di lato allo scopo di facilitare la costruzione e di avere delle masse che quantunque considerevoli ed offrenti un piccolo rapporto tra la superficie delle pareti ed il volume del ghiaccio, fossero tuttavia assai divise per rendere l'estrazione facile e continua, ed evitare così di esporre all'aria inutilmente tutta la massa per l'estrazione di un volume giornaliero relativamente molto limitato. I dieci scompartimenti sono stati disposti in due ranghi paralleli, e nella fig. 1558, la quale rappresenta

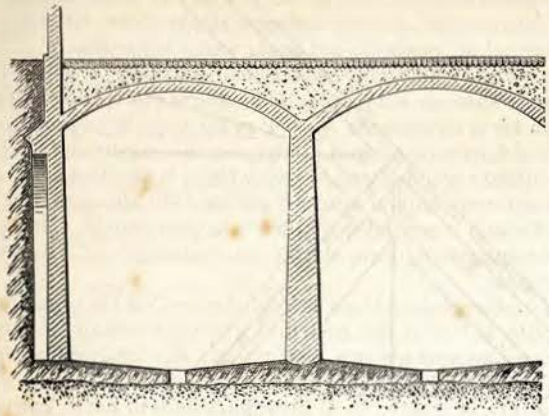


Fig. 1559.

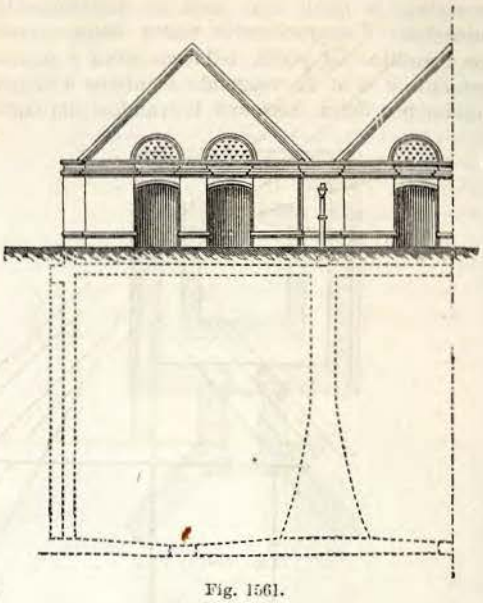


Fig. 1561.

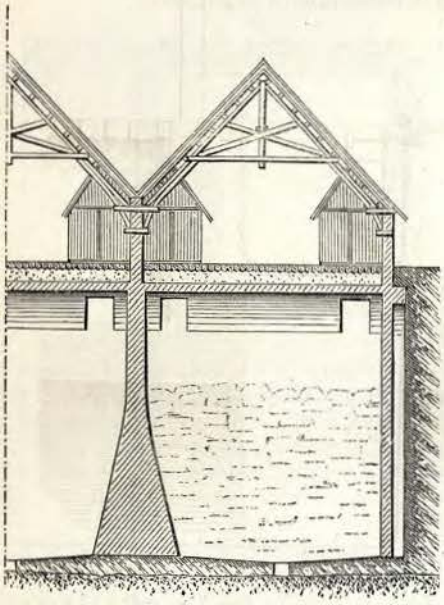


Fig. 1560.

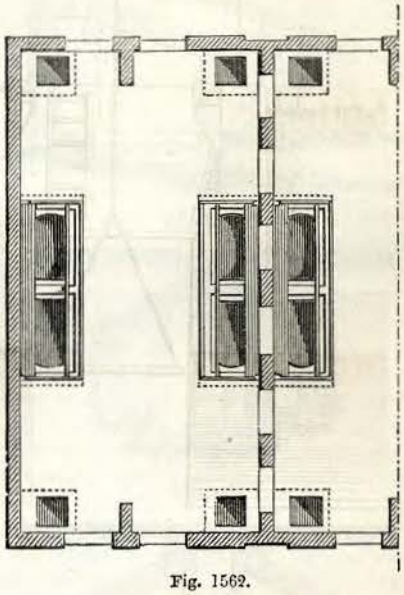


Fig. 1562.

una parte di sezione orizzontale fatta con un piano passante al disotto della linea d'imposta del vôlto, si vedono per intero i due primi scompartimenti dei due ranghi.

Dalla fig. 1559, la quale rappresenta una parte di sezione trasversale fatta con un piano verticale passante quasi a metà dei due primi scompartimenti, si vede come queste ghiacciaje sono ricoperte di volte fatte colle generatrici parallele alla lunghezza della ghiacciaja, affinchè, se qualche accidente si manifestasse, non si avrebbe che due volte compromesse contemporaneamente.

Il muro formante la pila di queste volte è stato tenuto molto sottile, supponendo che nell'operazione del riempimento si tenga il ghiaccio sensibilmente alla stessa altezza nei due scompartimenti gemelli per modo da evitare la spinta. Ma siccome non si poteva essere sicuri che i geli fossero, tutti gli anni, assai intensi ed assai lunghi per dare il tempo di riempire tutti gli scompartimenti, bisognò allontanarsi dalla forma rigorosamente parallelepipeda dando ai muri trasversali una sufficiente scarpa, come si vede nelle fig. 1560 e 1561, delle quali la 1560 rappresenta una porzione di sezione longitudinale, e la 1561 rappresenta una porzione della fronte esterna con i muri interni punteggiati, perchè permettessero di riempire senza pericolo di cedimenti due ghiacciaje gemelle lasciando vuote le due seguenti. Quantunque la densità del metro cubo di ghiaccio in pezzi sia assai piccola, da 600 a 650 chilogrammi, l'angolo di scorrimento essendo poco inclinato all'orizzonte, la spinta è ancora assai considerevole per motivare questa precauzione.

Riempimento delle ghiacciaje. — Come si può vedere dalla fig. 1562, la quale rappresenta la medesima porzione di ghiacciaja rappresentata colla fig. 1558, ma mediante una sezione orizzontale passante al disopra del suolo, ciascun compartimento presenta quattro aperture per il riempimento, il che permette a quaranta vetture di scaricarsi in una volta negli scompartimenti e di riempirli così con grande rapidità. L'esperienza ha provato che un buon servizio esige ottanta vetture che facciano per giorno ciascuna dieci viaggi di 1 metro cubo, il che

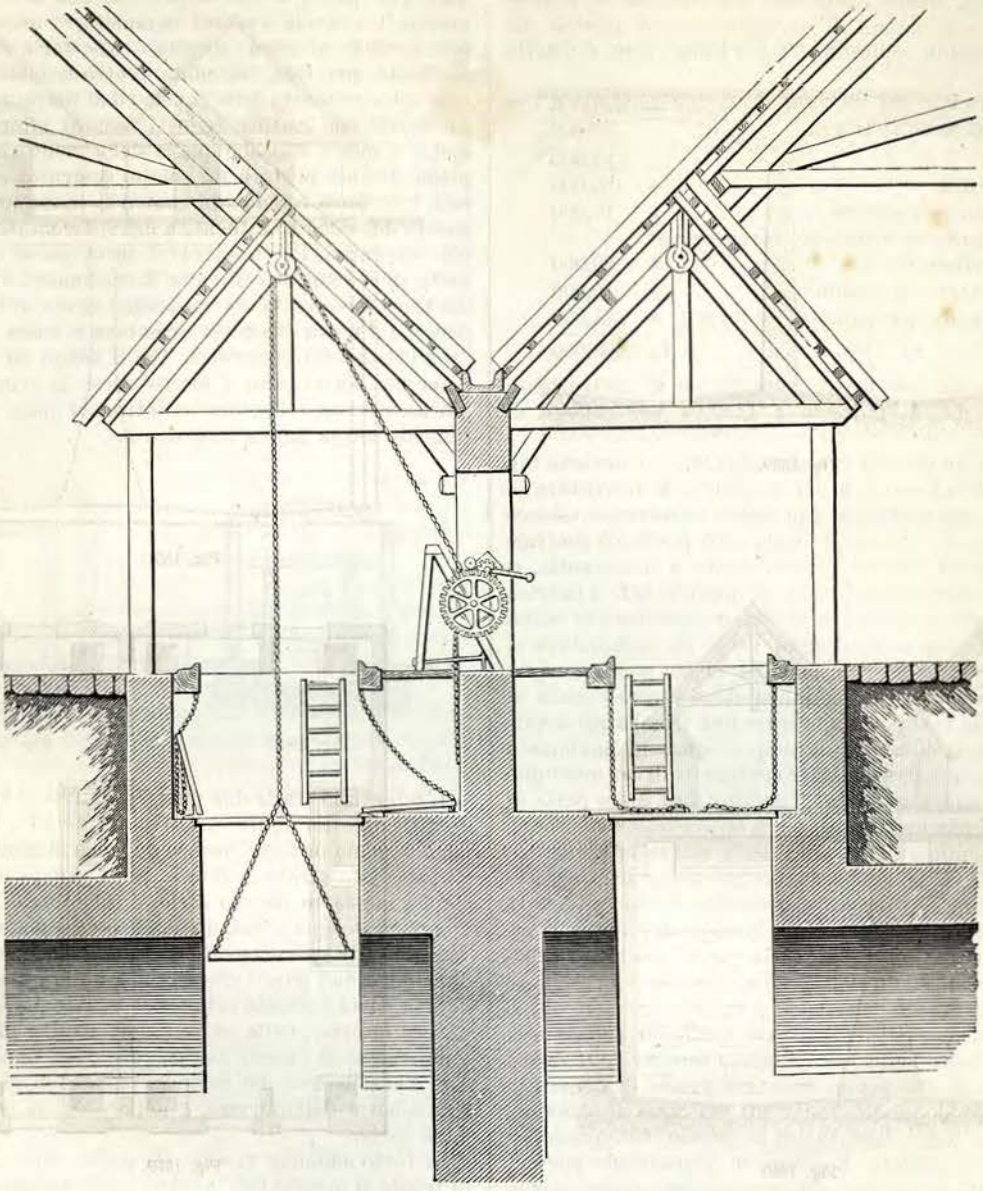


Fig. 1563.

esige venti giorni di gelo per riempire tutte le ghiacciaje. Terminato il riempimento, si mette, affine di evitare le correnti d'aria, della paglia al disopra delle botole in legno stabilite a ciascun'apertura sulla volta della ghiacciaja; l'apertura è chiusa alla sua parte superiore al livello del suolo generale della rimessa che ricopre le ghiacciaje, con una seconda botola per le due più piccole aperture che sono delle semplici tramoggie. Le due altre aperture sono molto più grandi e permettono, come si disse, anche l'estrazione del ghiaccio; esse hanno egualmente, come si vede nella fig. 1563, la quale rappresenta una porzione della figura 1560 in scala maggiore, una doppia chiusura composta di una botola orizzontale a due battenti posti al disopra della volta, ma quella superiore è rimpiazzata con una camera chiusa elevata al disopra delle quattro aperture appartenenti alle quattro ghiacciaje vicine. Una vettura, guidata da regoli, può entrare in questa specie di chiusura d'aria, la sua cassa essere tolta di sopra al suo treno, che si mette nella parte della camera posta al di sopra della ghiacciaja gemella. La cassa sospesa con quattro catene è calata nel fondo della ghiacciaja ove è riempita tenendo chiuse tutte le aperture ed evitando così l'introduzione dell'aria esterna. Gli affittajuoli delle ghiacciaje, che esitarono sino ad ora davanti all'impianto sia di una gru idraulica, sia di una macchina a gas, hanno trovato il peso da sollevare troppo grande per i verricelli e preferiscono di discendere un tavolato sospeso a catene, sul quale si carica il ghiaccio che si riversa nella vettura sotto la rimessa.

In queste condizioni il metro cubo di ghiaccio in magazzino costa L. 2; il consumo, alla fine di un anno, è di circa $^1/_{10}$, il che fa ammontare il prezzo a L. 2.20. La estrazione del ghiaccio ed il caricamento sul carro rappresentano L. 4.20; supponendo che la giornata del conduttore ed il nolo di un cavallo e di un carro sia di circa L. 10 per tre metri cubi, si ha per ciascun metro cubo di ghiaccio reso a domicilio una spesa di L. 10

senza comprendere l'interesse del capitale di costruzione, le spese casuali di sorveglianza e le perdite, ciò che rappresenta centesimi 1. 6 per kilog., cent. 6.6 dazio compreso.

Le ghiacciaje del bosco di Boulogne montano a lire 408,000 così scompartite:

Sterri	L.	151,000
Muratura	»	159,000
Armature in affitto	»	11,000
Charpente en élévation, serrurerie et menuiserie	»	56,000
Couverture en chaume	»	10,000
Pavimenti, sorveglianza ed incerti	»	21,000
	L.	408,000

Ossia L. 204 per metro superficiale di costruzione; L. 25 per mc. di ghiaccio e L. 0.04 per chilogr. di ghiaccio.

Cantine tramutate in ghiacciaje. — Conviene talvolta o per necessità o per comodità di tramutare in ghiacciaja una cantina od una stanza sotterranea, ed ecco come si procede. Scelto il locale nella parte più centrale dell'edificio ed esposto possibilmente a mezzanotte, si turano con opere murali tutte le finestre, indi si lastrica il pavimento, oppure si costruisce un lastricato di ottimi mattoni, disponendolo declive verso un pozzo, dove si raccolgono le acque di fusione. Se questo pozzo non può avere un condotto di fognatura, deve essere situato in maniera che vi si possa applicare una tromba per levargliene l'acqua di tempo in tempo. Sopra al pavimento si distende uno strato alto 2 centimetri di un miscuglio composto con una parte di asfalto fuso e tre parti di sabbia. Ad una distanza di circa 40 centimetri dai muri, dal pavimento e dalla volta della stanza si costruisce un'armatura o cassa di legname che si incatrama, ed in cui va messo il ghiaccio; l'intervallo fra la cassa e la faccia dei muri e della volta si riempie di materiali cattivi conduttori; invece si lascia vuoto quello tra il pavimento ed il fondo della cassa, il quale è foracchiato per lo smaltimento dell'acqua di fusione.

Si entra in questa ghiacciaja mediante una botola, aperta di sopra nella volta e nel coperchio della cassa, a cui si mette una porta, ossia una specie di coperchio a scatola, raddoppiato, simile ad una cassa di legname, riempita di segatura, o d'altro materiale cattivo conduttore e poco pesante. È ottima la disposizione per cui sopra queste ghiacciaje sotterranee sono messe quelle dispense, per le quali occorre una temperatura maggiormente fresca; allora, disopra alla stanza sotterranea per la conserva del ghiaccio, basta di costruire un doppio solajo, invece della volta, riempito internamente di cenere, in cui stia una botola, provvista di porta raddoppiata, per entrare con una scala a piuoli nella ghiacciaja.

Ghiacciaje soprateraa. — La fig. 1565 rappresenta la pianta, e la fig. 1564 rappresenta la sezione trasversale fatta parallelamente al lato minore di una ghiacciaja costrutta fuori terra e completamente di legname.

Due pareti di legname precingono la conserva del ghiaccio, e vengono costruite col disporre un telajo di travicelli grossi da 16 a 20 centimetri calettati insieme e fatto con ritti verticali e traverse orizzontali. A' piedi del telajo, contro ciascuna faccia, interna ed esterna, si inchioda una tavola nella direzione dei traversi, e la cavità che resta tra le due tavole si riempie con un materiale cattivo conduttore, mettendolo in opera a strati orizzontali poco alti e bene compressi. Di sopra si pongono egualmente due altre tavole, e si riempie l'intervallo tra queste, e così si procede fino al sommo della parete. Le tavole devonsi commettere accuratamente una accanto all'altra; meglio è calettarle nei margini mediante una riga, insinuata dentro scanalature praticate nella grossezza delle tavole ed ai margini medesimi. Le pareti che costituiscono il recinto interno sono di metri 1 meno alte che quelle del circuito esterno. Le prime devono portare un solajo, costruito come le pareti, il quale si estende fin contro la faccia interna della parete del circuito esterno, a cui si ferma mediante piccoli correntini. Per le tavole di tutte queste costrutture basta una grossezza di circa 3 centimetri. L'armatura del tetto è costruita nel medesimo modo di quella delle pareti e disopra di questa armatura a cassa sono messi i materiali della copertura. Tra il solajo ed il tetto rimane uno spazio alto 1 metro verso la gronda e maggiormente verso il colmo del tetto, nel quale si stiva fittamente molta paglia sminuzzata.

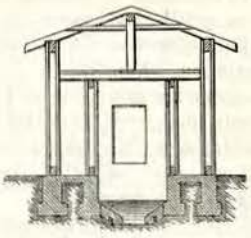


Fig. 1564.

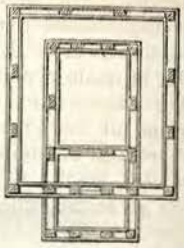


Fig. 1565.

L'intervallo fra le due pareti d'ambito si lascia vuoto e costituisce un andito largo da 0.80 ad 1 metro, nel quale rimane ordinariamente dell'aria stagnante che costituisce uno strato isolatore. Sulla fronte della ghiacciaja è messo un piccolo atrio, e sul mezzo della fronte di questo sta una porta, dirimpetto alla quale corrispondono due altre porte eguali, messe ciascheduna in ciascheduna delle due pareti che circondano la ghiacciaja; una quarta porta è situata nel mezzo del lato posteriore della parete interna; nella parte anteriore dell'andito si trovano, messe ai fianchi dell'ingresso, due pareti trasversali, che separano dal resto la parte dell'andito in corrispondenza dell'ingresso, e nelle quali si trovano due altre porte.

In tutto adunque vi sono sei porte, delle quali le tre di fronte si aprono nell'inverno soltanto quando si deve nettare la ghiacciaja ed introdurvi il ghiaccio; riempita la ghiacciaja, la terza di queste porte, quella nella stanza della conserva, viene bene chiusa per non aprirla fino all'anno venturo. Per entrare nella ghiacciaja durante l'anno si aprono, chiudendole subito, ordinatamente le seguenti porte: quella esterna dell'atrio, la seconda posteriore dell'atrio, una delle due porte laterali nell'andito, e si passa nella conserva per via della porta posteriore. In queste ghiacciaje, quando sieno ben costruite, bene riparate dai raggi del sole con alberi ed arbusti, se nell'entrare e nell'uscire si ha la precauzione di impedire che si introduca molta aria calda, il ghiaccio si conserva assai a lungo, anche quando la conserva è piccola. Si costruiscono delle ghiacciaje di questo genere capaci soltanto di circa 35 m. c. di ghiaccio.

Ghiacciaje americane. — Quantunque le ghiacciaje ordinarie state descritte sieno le più usate e riconosciute finora le migliori, tuttavia sarà bene dire qualche parola sulle ghiacciaje americane, le quali si costruiscono sopra principii affatto diversi da quelli che servono per la costruzione delle altre.

Il principio fondamentale per la costruzione di queste ghiacciaje consiste nell'allontanamento dell'umidità dall'interno della conserva per mezzo di una ventilazione energica, mentre che nella costruzione delle altre si procura che riescano ermeticamente chiuse.

Secondo il Sacchi queste ghiacciaje sarebbero state immaginate dal signor Hawkins nel 1827, e secondo il signor Bona, autore di un manuale di costruzioni rurali, esse sarebbero state inventate nel 1771 dal sig. Bardley, autore degli *Essays and notes on husbandry and rural affairs*. Il signor Bona dice nel libro citato che avendo Bardley costrutto nella penisola della Chesapeack agli Stati Uniti una ghiacciaja inservibile in causa della sua umidità, egli concepì l'idea di costruirne un'altra suscettibile di essere sbarazzata dall'aria umida colla ventilazione.

Si trovano difatti sovente grotte naturali freddissime precisamente nell'estate, quando la temperatura esterna è molto calda, appunto perchè in causa della differenza di temperatura che vi esiste fra l'esterno e l'interno, con una disposizione particolare di grotte naturali si stabilisce nell'interno di queste una corrente d'aria molto forte, la quale produce e mantiene il ghiaccio.

Tutti sanno come l'evaporazione sia una causa di produzione di freddo, e che quindi una corrente d'aria attraversando un ambiente piuttosto umido, asportando l'umidità, facilita di molto l'evaporazione, diventando in tal guisa una efficacissima causa refrigerante.

Per soddisfare adunque meglio al suo scopo, una ghiacciaja americana deve essere costrutta e disposta in guisa che in essa abbia luogo una ventilazione energica d'aria relativamente fresca che lambisca il ghiaccio e ne allontani immediatamente il vapore.

Le figure 1566, 1567, 1568 rappresentano in pianta, elevazione e sezione trasversale, una ghiacciaja americana costrutta secondo le norme del Bardley. La massa di ghiaccio è isolata dal terreno ed a questo scopo fu messa dentro ad una cassa di legno A, la quale è posta alla distanza di circa 10 centimetri dal fondo della ghiacciaja ed alla distanza di circa 20 o 30 centimetri dalle pareti laterali della medesima.

Per la costruzione di questa ghiacciaja fu praticata una fossa della profondità di circa 1 metro; dentro a questa fossa fu posta la cassa A, ed il vuoto *f* rimanente fra le pareti di questa fossa e quelle della cassa fu riempito con paglia ben secca e ben pigiata, essendo questa materia, come si disse, uno dei più cattivi conduttori del calore. Quando la cassa è piena di ghiaccio la si ricopre anch'essa di paglia.

Affine di ottenere la ventilazione necessaria queste ghiacciaje bisogna collocarle in un posto piuttosto elevato ed esposto ai raggi del sole, perchè si possa ottenere facilmente una differenza di temperatura grande fra l'aria esterna e l'interna, precisamente al contrario di quanto si fa per le ghiacciaje comuni.

La struttura di queste ghiacciaje deve però essere come quella comune, perchè sopratutto importa che sia fatta con materiali cattivi conduttori.

Bisogna però ricordare le seguenti particolarità. Il solajo o la volta bisogna che siano muniti di parecchie gole di camino come si vede nelle figure 1567, 1568, fatte di terra cotta o di legname o di metallo, colla bocca superiore riparata dalla pioggia, ma esposta ai raggi del sole, per cui possa essere scaldata assai.

Verso il pavimento s'hanno da collocare parecchie aperture per la introduzione dell'aria, e perchè questa sia relativamente fresca, non bisogna prenderla nelle vicinanze della ghiacciaja, ma da lungi, mediante condotti sotterranei tanto profondi e così disposti, che col percorrere questi condotti possa rinfrescarsi convenientemente.

Nella scelta della località per la costruzione di una di queste ghiacciaje è bene quindi badare a che si possa facilmente soddisfare a questa condizione colla minima spesa, approfittando dell'aria fresca data da grotte o da siti ombrosi.

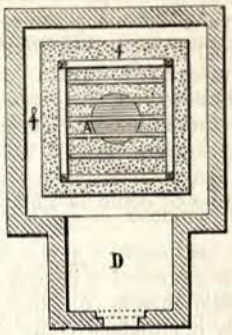


Fig. 1566.

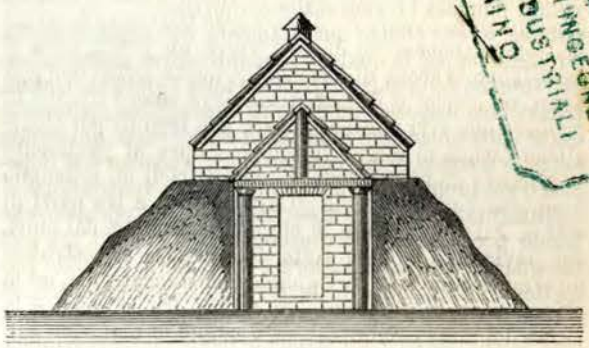


Fig. 1567.

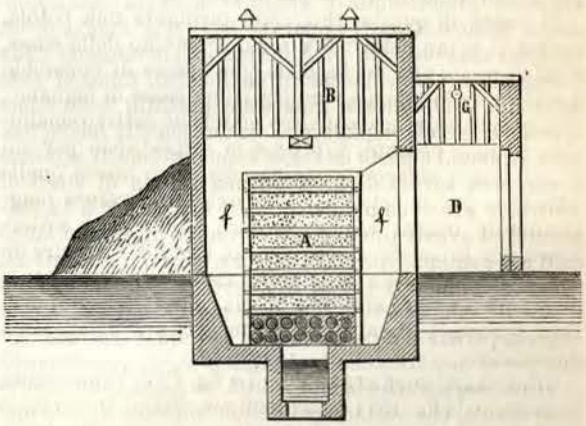


Fig. 1568.

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI INDUSTRIALI TORINO

Al sito destinato alla conservazione del ghiaccio si assegnano dimensioni relativamente grandi, affinchè lo spazio *f* compreso fra la cassa e le pareti della ghiacciaja possa contenere una grande massa d'aria.

La cassa di legno che contiene il ghiaccio ha le pareti traforate per il pronto scolo dell'acqua di fusione, la quale, come nelle altre ghiacciaje, si raccoglie nel pozzetto che vi si costruisce sotto.

Del resto per le ghiacciaje americane si debbono impiegare tutte le disposizioni indicate per le altre ghiacciaje, tanto per il pronto deflusso dell'acqua di fusione quanto per rendere minima la quantità d'aria calda che può penetrare nell'interno ogni qualvolta viene aperto l'ingresso della medesima.

A questo scopo, anche per questa ghiacciaja si costruiscono due porte separate da un vano, per modo da potersi impedire la comunicazione diretta fra la ghiacciaja e l'esterno, anche quando occorre di penetrarvi dentro. Anche questo vano deve essere munito di tubi di condotta per l'aria fresca e di camini di ventilazione G, come la ghiacciaja.

Un ottimo provvedimento è quello di mettere a tutte le canne ed ai condotti di ventilazione delle valvole con chiavi da poterle aprire e chiudere come si voglia secondochè, in relazione dello stato atmosferico, si credesse bisognevole o dannosa la ventilazione, oppure potesse avere effetto precisamente col seguire quella circolazione per la quale, senza introdurre molto calore nell'interno della ghiacciaja, fosse tolta l'umidità. Questa particolare disposizione è molto vantaggiosa, potendosi usare della ghiacciaja americana anche come ghiacciaja comune secondo le circostanze della stagione coll'impedire o col promuovere nel suo interno la ventilazione.

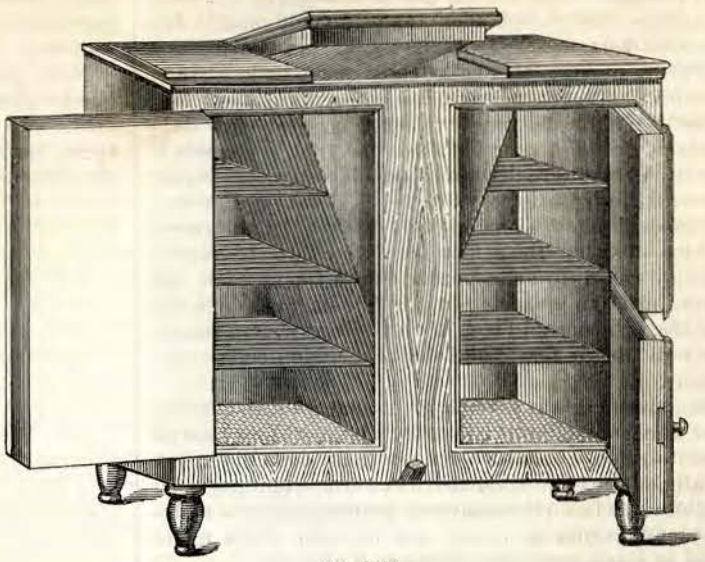


Fig. 1569.

Ghiacciaje portatili. — Le ghiacciaje portatili, che hanno poca capacità e contengono appena ciò che può bisognare per qualche giorno, sono molto comode per mettersi in cucina o nelle dispense. In commercio al giorno d'oggi se ne trovano di quelle che sono assai bene fabbricate ed indubbiamente molto migliori di quelle casse che si usavano per lo passato per tenervi un poco di ghiaccio per l'uso giornaliero, nelle quali si aveva un consumo grandissimo di ghiaccio in causa dell'abbondante fusione. Questi apparati, fatti alla foggia di un modello comunissimo in America, ci provengono dalla Germania e particolarmente da Berlino. Come si vede dalla fig. 1569, queste ghiacciaje portatili sono come scansie o piccoli scaffali che hanno pareti, fondo, tavole, coperchi e porte fatti con doppie tavole di legname o con una tavola di fuori ed una lamina di zinco di dentro, e grossi complessivamente da circa 8 a 12 centimetri ed aventi quindi nell'interno un intervallo largo da 6 a 7 centim. ripieno di materiali cattivi conduttori, come crini, lana o più di frequente feltro. Il legno migliore da adoperarsi è il larice, ma è buona anche la quercia perchè più facilmente si mantiene asciutta. Affine poi di impedire che tanto questi legni, quanto quelli di altre essenze assorbano umidità, si spalmano le faccie delle tavole, che restano chiuse nell'interno, di catrame o di pece, e quelle di fuori con colori ad olio, coprendo la dipintura con vernice.

In queste ghiacciaje portatili, come si vede nella fig. 1569, vi sono due scomparti diversi per mettervi fiaschi, bottiglie, un serbatojo d'acqua e le vivande, i quali si chiudono con porte laterali; avvi poi uno scomparto centrale destinato al ghiaccio che vi si introduce per mezzo di una porta che si apre nella tavola superiore e sul cui fondo avvi una specie di gratella di zinco, dalla quale sgocciola l'acqua di fusione che si raccoglie in un vaso posto sotto l'apparato.

Le divisioni interne si fanno con lastrine di zinco ondulate ed i fondi si fanno con lamiere di zinco foracchiate come gratelle.

Il vaso dove si raccoglie l'acqua di fusione deve sempre contenere una certa quantità d'acqua in maniera che il tubo pel quale questa sgocciola nel vaso stia sempre sommerso affinchè da questo non possa l'aria calda penetrare nello scomparto di ghiaccio.

Le ghiacciaje più piccole che si adoperano soltanto per tenere in fresco le bottiglie costano da L. 40 a 60; quelle più grandi per le vivande che hanno una base di m. 0.50 di larghezza, per m. 0.80 di lunghezza, costano da L. 100 a 140. Con apparati così fabbricati si può calcolare che il consumo di ghiaccio sia da 4 a 10 chilogr. al giorno, e quindi pochissimo.

Ghiacciaje con cantina per birra. — Queste ghiacciaje sono costruite od in legname e sopra terra, oppure se sono sotterranee possono essere disposte in una maniera simile a quella rappresentata nella fig. 1565. La differenza è soltanto che in luogo del corridojo di ambito avvi uno spazio più largo in cui si possono mettere i barili della birra in una o due schiere ed in ordine sovrapposte. In generale l'insieme della costruzione consiste di due parti, una centrale destinata alla conservazione del ghiaccio, l'altra che precinge la prima ed è l'effettiva cantina. Lo strato d'aria che si trova appunto nello spazio anulare della cantina, serve a proteggere il ghiaccio contro le influenze della temperatura esterna. Tra la ghiacciaja centrale e la cantina si stabiliscono dei condotti di comunicazione chiusi da porte in guisa che ad un bisogno si possa sempre rinfrescare l'aria della cantina. Allo scopo di ottenere migliori risultati bisogna fare in modo che nella cantina medesima non possa penetrare facilmente dell'aria calda; questa cantina adunque non deve avere finestre; i pochi usci necessarii ad introdurre ed estrarre le botti devono essere provvisti di due o di tre porte, con uno o due atrii di ingresso.

Bibliografia. — Archimede Sacchi, *Le Abitazioni.* — T. Bona, *Manuel des Constructions Rurales.* — Opperman, *Nouvelles Annales de la Construction.*

Ing. Pozzi Francesco.

GHISA RIFUSA O DI SECONDA FUSIONE. — Francese *Fonte de deuxième fusion*. Inglese *Cast iron*. Tedesco *Gusseisen*.

GENERALITÀ. — Le ghise provenienti dagli alti forni sono messe in commercio in pezzi irregolari o più comunemente sotto forma di barre o pani (*pig iron*, *Roheisen*, *fonte de 1re fusion*) e presentano grandi differenze di qualità a seconda della natura del minerale da cui provengono e di quella del combustibile che ha servito a fonderle, ed a seconda del modo con cui viene regolato l'andamento dell'alto forno. Le citate differenze riflettono il colore, la frattura, il grado di fusibilità, la durezza, tenacità e resistenza, epperò fanno sì che a determinate qualità di ghise greggie debbano corrispondere speciali applicazioni metallurgiche.

Per gli scopi della seconda fusione sono preferite le ghise che diventano molto fluide e quindi maggiormente atte ad occupare completamente la forma quando si fa la colata, quelle che si contraggono leggermente durante il raffreddamento, quelle che una volta solidificate permettono una facile lavorazione pur conservando la voluta resistenza e durezza.

Se la classazione della ghisa si limita al solo colore della frattura, può dirsi ch'esse si distinguono in bianche, grigie, moscate (*truitée*, *mottled*) e nere. Se però si vuol tenere conto della frattura e delle gradazioni di colore, la serie delle ghise date dall'alto forno diventa più numerosa. Gl'inglesi usano distinguere otto qualità di ghisa e precisamente dicono del num. 8 la più bianca, del num. 5 quella moscata, includendo nei numeri più bassi le qualità grigie fino a quella quasi nera, che non può dirsi un prodotto corrente ma piuttosto anormale dell'alto forno, e dovuto ad andamenti transitorii e speciali del medesimo.

Le varietà di ghisa grigia sono quelle maggiormente usate per gli scopi della fonderia di seconda fusione e solo per pezzi speciali si ricorre alle ghise bianche ed alle ghise nere. La ghisa grigia è tenace di fibra e dolce da lavorare alla lima e sulle macchine utensili; quella bianca è invece molto dura, penosissima da lavorare ed assai fragile. Nel mentre la prima diventa molto fluida quando è fusa, la seconda conserva un aspetto quasi pastoso e scorre male nelle forme. Quanto alle ghise nere cioè a quelle che contengono grafite in maggior proporzione, esse sono molto fusibili e possono dare getti accuratissimi e fini, e quindi possono essere adatte per pezzi ornamentali delicati o per pezzi a membrature complesse, restando affatto disadatte, per la loro deficienza di durezza e di resistenza, ai getti per le costruzioni e per le macchine (Vedi FERRIERA e MAGONA per quanto concerne le diverse qualità di ferro e di ghisa).

I rottami (*scrap*) o pezzi frantumati di ogni concepibile oggetto che possa essere fatto di ghisa sono differentissimi nella loro composizione, com'è facile immaginare. Possono esser fusi con minor combustibile attesochè non sono rivestiti della grossa scorza silicea che accompagna i pani di ghisa greggia. Il numero delle rifusioni ch'essi hanno subìto concorre a modificarne la natura, giacchè per ogni fusione e successivo raffreddamento le parti vicine alla superficie esterna diventano più dure e bianche ed il carbonio che contengono è nella sua maggior parte chimicamente combinato col ferro, mentre che nelle ghise grigie o nere esso carbonio si trova in gran parte meccanicamente diffuso nella massa.

Egli è per ciò che si usa di mescolare i rottami alla ghisa dolce onde fornirgli maggior durezza e maggiore costipamento di grana. A questo riguardo è però opportuno di notare come sia erronea l'idea invalsa in passato, che le ripetute fusioni migliorino la qualità della ghisa. Il Mallet, maestro nell'arte del fondere, osserva che ogni fusione ha per effetto di disseminare nella massa delle impurità più o meno finamente divise provenienti dal combustibile o dal materiale di rivestimento dei forni ed aventi per effetto di scemare la fluidità del metallo e la forza coesiva delle molecole di esso. Tali difetti, benchè occasionalmente mascherati dall'accrescimento di durezza, dalla maggior finezza e bianchezza del metallo, pure scemano la bontà di esso invece di accrescerla, come si è sempre erroneamente creduto.

Nelle fonderie in cui si gettano pezzi attivi di macchine o membrature per costruzioni è buona pratica di provare la resistenza elastica e quella di rottura alla flessione delle diverse miscele di ghisa, a mezzo di sbarre appositamente fuse, e ciò onde potere opportunamente correggere le miscele stesse e poter fare un preciso assegnamento sulla resistenza dei pezzi. Le stesse sbarre (*lingots*) fatte per simili prove danno anche il modo di esaminare la struttura del metallo e la maggiore o minore omogeneità delle proposte miscele.

In ogni caso è però da ritenersi che una miscela di diverse specie di ghisa è molto più resistente che non le singole specie prese separatamente e per ciò appunto è assai raro il caso che in una fonderia venga adoperata una sola qualità di ghisa, donde emerge uno dei principali vantaggi offerti dalla seconda fusione in confronto della fusione diretta dall'alto forno.

Le ghise anche dello stesso tipo cambiano da località a località, epperò riesce impossibile di accennare a criterii assoluti nella preparazione delle miscele. È tutta una questione di pura pratica e non può essere che il risultato di ripetute osservazioni e di consumata esperienza.

La natura della presente pubblicazione non può permettere un dettagliato esame delle diverse miscele di ghisa usate per gli svariatissimi scopi della meccanica, della costruzione e dell'ornamentazione ed il relativo lunghissimo elenco di esempi; d'altra parte delle idee generiche sull'argomento riuscirebbero troppo vaghe e sconnesse in confronto dell'importanza capitale della questione. Lo studioso potrà rivolgersi a qualcuno dei libri di cui diamo nota alla fine di questo articolo e con maggior vantaggio al Dürre ed al Guettier.

Meglio è piuttosto accennare alla necessità di curare il disegno dei pezzi che devono venir fusi, onde non vi sieno lasciate linee e contorni in opposizione colle leggi naturali di cristallizzazione cui obbediscono le molecole del metallo durante il raffreddamento.

I fonditori imparano a loro spese quali siano le forme da cui possono più probabilmente aspettarsi dei pezzi di scarto e più precisamente in quali punti esse forme siano difettose. Ed è da quest'insieme di risultati esperimentali che deve essere sorta la necessità di certe sagome e profili speciali per i getti di ghisa e tutto quel complesso di forme costituenti diremmo la speciale architettura delle macchine.

Vogliono essere difatti curve ampie, poco sentite, linee continue, sempre accordate fra loro e non mai frastagliate da bruschi risalti o rientranze; vogliono essere spessori variati solo con lenta gradazione e non mai parti esili interposte a parti solide e pesanti. Le costruzioni inglesi porgono il migliore esempio a questo riguardo e additano chiaramente quale sia il miglior modo di architettare le diverse membrature di una macchina o di qualsiasi complesso di parti metalliche, rispettando le leggi della cristallizzazione della ghisa senza ledere affatto quelle dell'estetica; nelle macchine soprattutto si

riscontra una vera e nuova architettura, libera affatto dai vincoli Vignoleschi in cui i costruttori francesi hanno preteso per molto tempo di voler rimanere, e pregievolissima anche dal punto di vista artistico e quel che più monta appropriata allo scopo e consona in tutto alle esigenze della fusione.

È noto che la ghisa versata entro le staffe si trasforma solidificandosi in una massa di cristalli più o meno irregolari. La forma cui tendono e che certamente assumerebbero se impurità o raffreddamento disuguali non lo impedissero, sarebbe quella di un ottaedro allungato e cioè formato da due piramidi a quattro faccie aventi le loro basi in contatto.

Gli assi dei cristalli si dispongono, durante la solidificazione della ghisa, perpendicolarmente alle superficie interne od esterne del getto, che sono in contatto della forma, ossia essi si dispongono lungo le direzioni per le quali avviene la trasmissione del calore dall'interno all'esterno della massa di ghisa, direzioni che sono quelle di minima pressione entro la massa stessa.

Un esempio solo può spiegare la cosa. Suppongasi di fondere un cilindro per torchio idraulico di cui la base sia designata come alla fig. 1570; certo avverrà che durante la solidificazione i cristalli si disporranno tutto lungo le generatrici del tronco di cono costituente il fondo, tanto sopra che sotto di esse, senza ordine alcuno, dando luogo ad un difetto di omogeneità e quindi ad una zona di debolezza nella quale le molecole presentano fra loro minor coesione che non altrove.

Di qui la probabilità maggiore di rottura nel fondo del pezzo che non in altri punti, anche prescindendo dalla minore resistenza dipendente dalla forma piana del medesimo in confronto di quella cilindrica del rimanente. La fig. 1571 rappresenta lo stesso pezzo più razionalmente disegnato e capace di resistere, a parità di pressione e di spessore, a quegli stessi sforzi che fossero stati capaci di determinare lo sfondamento del primo.

Si potrebbero moltiplicare gli esempi, epperò non ci sembra necessario inquantochè essi condurrebbero alla istessa conclusione, che cioè: ogni brusco cambiamento nella forma o profilo di un pezzo, ogni angolo rientrante non importa se piccolo, provoca un subitaneo cambiamento nella disposizione dei cristalli del metallo, capace di determinare una o più zone di debolezza nel getto e la conseguente diminuzione di resistenza nel pezzo, se non la immediata rottura di esso durante il raffreddamento, come pur troppo avviene sovente.

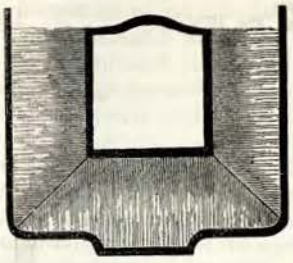


Fig. 1570.

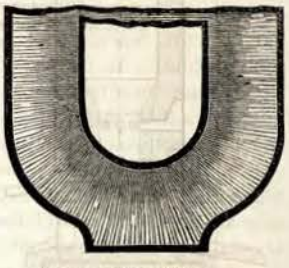


Fig. 1571.

La regolarità della cristallizzazione, la presenza di carbonio allo stato di semplice diffusione nella massa piuttosto che in quello di combinazione chimica col ferro, dipendono in gran parte dalla durata di tempo accordata al raffreddamento, e dalla uniformità con cui questo si verifica. Anche su questo rapporto che tocca esclusivamente la pratica, è difficile pronunciare criterii assoluti, inquantochè sia la maggiore o minore temperatura a cui devesi colare il metallo, sia la durata che devesi concedere al raffreddamento sono strettissimamente collegati alla maggiore o minore complicazione ed alle dimensioni della forma, alla necessità che il metallo entri sicuramente in tutte le parti di essa e alle qualità delle ghise che entrano a comporre la miscela adoperata.

Composizione di alcune ghise. — Circa alla composizione delle diverse qualità di ghisa diamo il seguente specchio:

Composizione di alcune qualità di ghisa.

	GHISA						
	Grigio cenere	Bianca comune	Moscata	Da fonderia	Grigia	Moscata	Bianca
Ferro	93.55	95.27	93.29	93.53	90.24	89.39	89.86
Carbonio combinato	2.80	2.42	2.78	—	1.82	1.79	2.46
Grafite			1.99	3.44	2.64	1.11	0.87
Silicio	1.85	0.36	0.71	1.13	3.06	2.17	1.12
Solfo	0.14	0.87	traccie	0.03	1.14	1.48	2.52
Fosforo	1.66	1.08	1.23	1.24	0.93	1.17	0.91
Manganese	—	—	—	0.43	0.83	0.60	2.72

Nelle ultime tre colonne è data la composizione generale media delle tre principali varietà di ghisa, mentre le cifre delle colonne precedenti si riferiscono a ghise speciali e cioè la prima e la seconda colonna a ghisa del Sud-Galles; la terza a della ghisa moscata ottenuta con carbone di legno ed aria fredda e la quarta a della ghisa n. 2 del Cleveland.

Densità e punto di fusione. — La densità delle diverse ghise, come è valutata in pratica, può ritenersi la seguente:

Ghisa nera a grossa grana 7000 chil. il m. cubo
Ghisa grigia a grana serrata 7200 »
Ghisa moscata (truitée) . . 7300 chil. il m. cubo
Ghisa bianca . . . . . 7500 »
Ghisa bianca prossima al ferro fucinato . . . . . 7800 »

La temperatura di fusione si valuta compresa fra i limiti seguenti:

Ghise bianche molto fusibili . . . . 1050°
Id. poco fusibili . . . . . 1100°
Ghisa grigia N. 3 . . . . . 1200°
Ghise manganesifere . . . . . 1250°

Mentre per gli acciai la temperatura di fusione oscilla fra 1300° e 1400°.

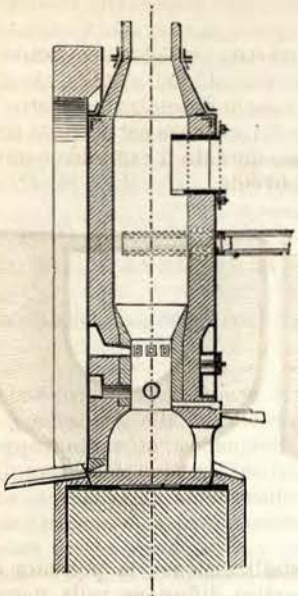


Fig. 1572.

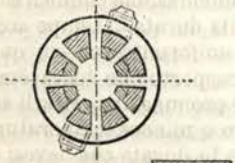


Fig. 1573.

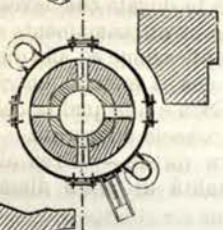


Fig. 1574.

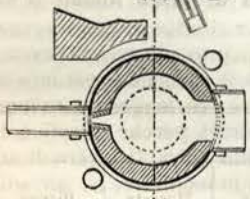


Fig. 1575.

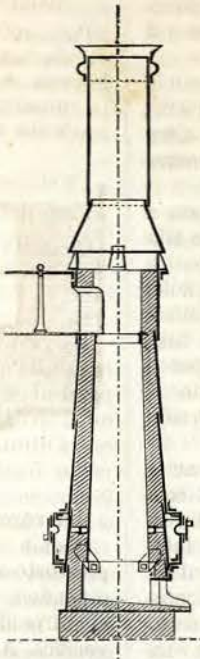


Fig. 1576.

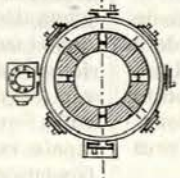


Fig. 1577.

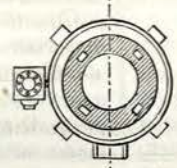


Fig. 1578.

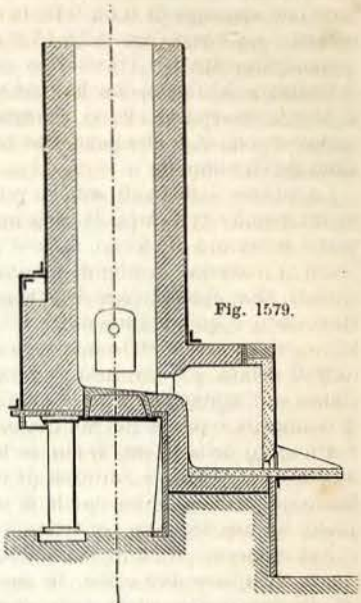


Fig. 1579.

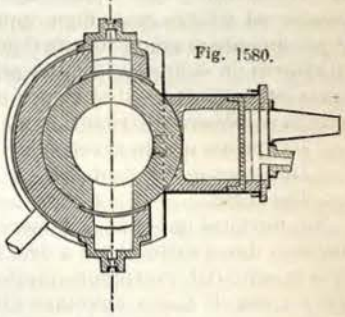


Fig. 1580.

Ogni chilogrammo di ghisa liquida uscente dal forno possiede 280° a 330° calorie; la prima cifra per la ghisa bianca e la seconda per la ghisa grigia.

Il calore specifico delle ghise oscilla intorno a 0,21 e 0,24.

FORNI. — I forni per la seconda fusione possono classificarsi in due distinte categorie.

1° Forni nei quali il metallo è in diretto contatto col combustibile (forni a cupola o cubilotti).

2° Forni nei quali il metallo è separato dal combustibile (forni a riverbero e forni a crogiuoli).

Forni a cupola (cubilot, Cupolofen, cupola). — Questi forni, detti anche a manica, consistono in un tino di muratura refrattaria, rivestito all'esterno con un inviluppo circolare di lamiera di ferro o poligonale con placche di ghisa; più comunemente tale inviluppo è circolare ed è fatto di lamiera. Le dimensioni del profilo verticale sono variabili a seconda della quantità di ghisa che si vuol fondere in un determinato tempo, del volume e della pressione dell'aria soffiata dal ventilatore, e finalmente a seconda della qualità del combustibile impiegato.

La superficie interna del forno può essere costituita o da un cilindro, o da un tronco di cono, o da un tronco di cono riunito ad un cilindro, o finalmente da due tronchi di cono accoppiati alle loro basi.

Le figure 1572 a 1580 rappresentano in sezione le forme più usate al giorno d'oggi per i forni a cupola.

L'altezza dei forni varia fra le dimensioni minima e massima di 2 a 6 metri, il diametro rispettivamente da 0.50 a 2.00 e la capacità da 600 a 12000 chilogrammi.

Un cubilotto, a qualsiasi sistema appartenga, consta di tre parti distinte: *la fondazione*, *il forno propriamente detto* e *il camino*.

La fondazione consiste in un dado di muratura basato su calcestruzzo, che elevasi da 0.4 a 0.8 sul suolo, ed è coperto da una piastra di ghisa generalmente in due pezzi per evitare le probabili rotture in causa delle dilatazioni e contrazioni del forno per il calore. Sulla piastra è appoggiata la base dell'inviluppo refrattario del forno. Parecchi fori sono praticati nella menzionata placca per lo smaltimento dei vapori sviluppati durante la fusione.

Il *forno* propriamente detto, costituito di materiali refrattarii cementati con pasta refrattaria, presenta tre parti distinte, cioè: la platea o fondo di sabbia refrattaria con spessore di 0.10, 0.12, la camera di fusione e il castello del forno (fig. 1572, 1576 e 1579).

Generalmente fra l'inviluppo metallico e la camicia refrattaria del forno, che ha uno spessore di 0.15 a 0.25, si lascia uno spazio che si riempie con scorie od altre materie isolanti, e che permette le dilatazioni e contrazioni dell'inviluppo.

La *platea* è fatta di sabbia refrattaria mescolata a pietra pomice triturata. Il caricamento si eseguisce alla parte superiore del forno, dove è praticata un'apposita bocca; i materiali, mediante montacarichi semplici, sono elevati alla piattaforma di servizio della bocca di caricamento e quindi introdotti nel forno. La ghisa fusa viene estratta alla parte inferiore del forno dal così detto foro di colata, che durante l'operazione della fusione è chiuso con tappo d'argilla; il foro di colata, di circa 0.06 di diametro, è praticato nel materiale refrattario di rivestimento della porta, di cui la larghezza è ordinariamente di 0.30-0.35 e l'altezza di 0.40-0.45. La platea o fondo del crogiuolo, nel quale si raccoglie il metallo liquido, ha una leggera pendenza verso il foro di colata.

Nei moderni impianti di cubilotti si è adottato il sistema di aprire due orifici in corrispondenza del crogiuolo; uno per la colata della ghisa, l'altro per lo scolo delle residue scorie; in questo caso la platea ha una doppia pendenza. Uno, due e più ranghi orizzontali di ugelli o bucolari immettono nel forno l'aria proveniente dal ventilatore, che d'ordinario è del tipo Schiele a palette ed a forza centrifuga oppure del sistema Root. Praticamente si ammette che il primo rango sia stabilito all'altezza da 0.30 a 0.40 dalla platea secondo l'importanza del cubilotto. Gli altri, per un forno di 3.30-3.50 di altezza sarebbero distribuiti come segue:

Dal primo ugello al secondo	0.32
Dal secondo » terzo	0.30
Dal terzo » quarto	0.28

Nei moderni impianti il numero dei ranghi d'ugelli si limita a due e tutto al più a tre. In questo caso il tubo proveniente dal ventilatore mette capo ad una camera, che a guisa di fascia circolare circonda il forno, come vedesi nelle fig. 1572, 1573, 1574, 1576, 1577 e 1578; da questa camera si dipartono i diversi ranghi di ugelli. La posizione di questi per rispetto alla platea deve essere stabilita ad un'altezza tale, che l'aria injettata possa nelle migliori condizioni possibili trasformare l'ossido di carbonio in acido carbonico: di più deve essere tale che la parte inferiore del forno (crogiuolo) possa contenere tutta quella carica fusa di cui si può aver bisogno in una sola volta. Quando la ghisa liquida arriva al primo rango orizzontale di ugelli, questi possono anche essere immediatamente chiusi con tappi refrattarii e si lascia libero l'accesso dell'aria mediante il successivo rango, e così di seguito.

Il volume d'aria injettato nel cubilotto è variabile secondo le dimensioni del forno e secondo la natura del combustibile. L'area complessiva degli ugelli è compresa fra i limiti 0.16-0.25 della sezione più stretta del forno.

Per un coke poroso e per un cubilotto di 2^m-$2^m.50$ di altezza e 0.60 di diametro occorrono da 9 a 10 m. c. di aria al 1'. Per un coke compatto e per lo stesso forno occorrono da 15-20 m. c. La pressione dell'aria injettata è ordinariamente di 20 a 35 centim. di colonna d'acqua.

In generale occorrono 80 a 100 m. c. d'aria per ogni 100 chilog. di ghisa da fondere. Il calo del metallo oscilla da 4 al 10 per cento.

Diam. del forno al piano degli ugelli .	0.5-0.6	0.75-1.25	1.5-2.0
Capacità del forno ossia massima quantità di ghisa fusa ottenibile in una volta	quintali 15-30	75-150	200-300
Produzione all'ora .	quintali 6-12	25-40	50-60
Peso delle cariche .	1-2	1.5-2.5	4-5
Quantità d'aria all'ora in mc. . . .	600-1200	2500-4000	5000-6000

La velocità dell'aria dovrà sempre essere proporzionata alla qualità del combustibile ed alla grossezza dei pezzi di ghisa che si tratta di liquefare: un vento troppo forte sposta il combustibile, il cui consumo si fa rilevante senza utilità e tende a produrre della ghisa bianca: un vento troppo debole, specialmente se le dimensioni del forno sono grandi, porta per inconveniente che la ghisa si liquefà difficilmente e quindi è anche difficile la colata.

Quando il cubilotto è nuovo è necessaria molta precauzione nell'asciugarlo: questa operazione deve essere eseguita a piccolo fuoco di legna per 10 o 15 giorni secondo le dimensioni del forno e lo spessore del rivestimento: quindi si riempie il forno di combustibile infocato avendo cura di lasciare entrare l'aria per la porta della colata, che si chiude provvisoriamente con griglia. Volendo mettere in attività il forno una volta asciugato, si riempie più o meno di coke, generalmente a circa 0.60-0.70 sopra il primo rango di ugelli, quindi si getta la prima carica: quando il fuoco è visibile agli ugelli si chiude l'apertura inferiore del forno, lasciando il così detto foro di colata di 0.06 di diametro, che si chiude appena si presentino le prime goccie di ghisa liquida. La carica dei materiali si fa a strati alternati e regolari di combustibile e di metallo; il coke conviene sia ridotto in pezzi uguali e di volume tanto più piccolo quanto più piccoli sono i pezzi di ghisa da rifondersi. Se il carbone è pesante si fanno cariche di piccolo spessore; se leggero conviene aumentare la grossezza degli strati, perchè questi non siano facilmente attraversati dalla ghisa. Il lavoro di un cubilotto è affidato ad un operajo fonditore, ad un ajutante e a due operai caricatori in alto. Per la distribuzione della ghisa il fonditore toglie il tappo refrattario, che chiude il foro di colata e lo rimette poi servendosi di un lungo manico di legno. La perdita di ghisa per la seconda fusione dipende da molti elementi, quali la natura del metallo e del combustibile, la velocità e direzione dell'aria injettata.

Per ghisa grigia, per un combustibile puro e per una velocità conveniente dell'aria il consumo si aggira intorno al 5 o 6 per cento. Con un esercizio cattivo la perdita può elevarsi a molto di più.

Il consumo di coke in una fonderia ben organizzata è di 9 a 15 chilogr. per ogni 100 chilogr. di ghisa fusa, mentre negli antichi forni era di 25 a 30 ed anche più.

La diminuzione nel consumo del combustibile coi sistemi moderni dipende essenzialmente dall'aver migliorata la combustione e ridotte le perdite di calore tanto riguardo ai gas che sfuggono dal camino, quanto alla scemata irradiazione attraverso le pareti e dall'essere infine la fusione mantenuta più viva.

L'alimentazione dei forni a cupola mediante aria calda non è stata fin qui trovata conveniente per rispetto alle meno buone qualità della ghisa che se ne ottengono.

Dopo quanto si è detto riescirà facile l'intelligenza dei tre tipi più in uso dei cubilotti (fig. 1576, 1577 e 1578).

La fig. 1576 presenta un forno a tronco di cono munito del distributore circolare di lamiera con due ranghi di ugelli; in uno sono orizzontali e nell'altro inclinati. Altro non è che il cubilotto Voisin, che a quanto dicesi presenta il vantaggio di non dar fiamme alla gola ossia alla bocca di caricamento del forno. Questo risultato si è ottenuto con una razionale distribuzione d'aria, fatta in vista di trasformare l'ossido di carbonio in acido carbonico prima che giunga alla gola del forno, dove si incendierebbe al contatto dell'aria con disturbo degli operai e scapito dell'economia. L'istessa cosa è perfettamente ottenibile però anche cogli altri tipi di forni. Su quattro peducci assicurati al forno si erge il camino di lamiera di ferro. Lo schizzo è nella scala di $^1/_{120}$.

Le fig. 1572, 1573, 1574 e 1575 rappresentano il *cubilotto irlandese* in cui vedesi al dissopra della camera di fusione un restringimento cilindrico, per effetto del quale il calore è molto concentrato in basso e quindi meglio favorita la rapida fusione e la produzione di ghisa molto calda; sonvi due ranghi orizzontali di ugelli, il superiore di 8 e l'inferiore di 4. — I due sistemi sono indipendenti l'uno dall'altro e possono essere messi in comunicazione mediante dei veri registri orizzontali. — Alla parte inferiore della sacca, dove si raccoglie la ghisa liquida, sono praticati i due fori per la colata e per lo scolo delle scorie. — È un tipo di forno molto usato. Concentra, com si è già detto, molto calore in basso dove trovasi la ghisa fusa e solo presenta l'inconveniente di produrre qualche volta degli arresti nel lavoro, in causa dei materiali ghisa e coke che impuntandosi fra loro formano una volta laddove comincia la sezione ristretta ed impediscono la discesa della sovrastante massa. Le figure sono in scala di 1 a 106 circa.

Le fig. 1579 e 1580 dànno la sezione in scala di $^1/_{64}$ di un cubilotto di forma speciale (tipo Krigar): il profilo è cilindrico; l'aria proveniente dal ventilatore entra in una canale semicircolare, dalla quale mediante due registri passa per due grandi aperture nella zona di fusione. Il bagno contenente la ghisa fusa è esposto a più facile raffreddamento in confronto dei due tipi precedenti. In compenso con tale forno è possibile scaricare a fusione finita il combustibile residuo per utilizzarlo poi; in tutto il suo complesso il forno Krigar è meglio accessibile per puliture e riparazioni. Basta aprire il fondo che è montato a cerniera e andar sotto il forno che, essendo portato da sostegni metallici è perfettamente libero alla sua parte inferiore.

Forni a riverbero. — Le fig. 1581 e 1582 danno le sezioni orizzontale e verticale di un forno a riverbero. — Questo genere di forni, a tirata naturale, presenta tre parti principali: il focolare colla sua griglia, la platea su cui ha luogo la fusione, ed il camino. Focolare e crogiuolo sono coperti da una volta che riverbera il calore sulla platea e che si estende fino al camino. Le fig. 1581 e 1582 in scala di $^1/_{100}$ danno le dimensioni per un forno della capacità di 50 quintali di ghisa.

Il ponte od altare è quel piccolo rialzo che separa la griglia dalla platea del forno, ed ha per iscopo di preservare il metallo fuso dal contatto del combustibile e dell'aria. Ordinariamente nei forni a riverbero sono praticate tre aperture: *la bocca di alimentazione* del combustibile immediatamente in fianco e al dissopra della griglia: *la bocca di caricamento* del metallo al di sopra della platea, e che si chiude con una porta rivestita all'interno di materiali refrattarii tenuti assieme da un telajo di ferro (in questa porta è praticato un foro pel quale al fonditore torna facile ispezionare l'andamento della fusione); e il *foro di colata* che durante la fusione è chiuso con un tappo d'argilla. Superiormente al foro di colata è praticata un'apertura quadrata che serve per introdurre l'utensile che schiuma il bagno metallico liquido. Per ultimo è facile anche di demolire i due tavolati di muratura che si vedono nel muro frontale, sopra la griglia, onde dar passo a quei pezzi di dimensioni eccezionalmente grosse e che non potrebbero caricarsi per la solita bocca. — Per la costruzione della volta, del ponte, della platea e del primo tratto del camino si impiegano materiali refrattarii di prima qualità.

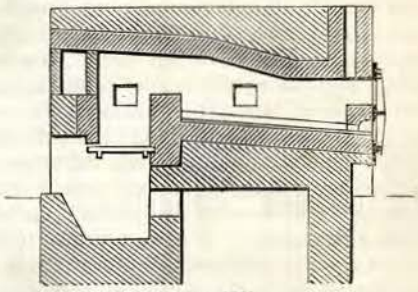


Fig. 1581.

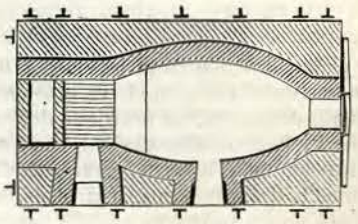


Fig. 1582.

La volta specialmente richiede un'esecuzione accurata e perfetta. Quando sia ben costruita può resistere a circa 80 fusioni, mentre nel caso contrario dopo una dozzina di fusioni diviene inservibile. — Per impedire i dispersimenti di calore fra la parete esterna del forno e la volta, si lascia un vano che si riempie di materiali poco conduttori del calore: la platea del forno è fatta di sabbia refrattaria ben battuta. Esternamente il forno è consolidato da montanti di ferro rilegati con tiranti orizzontali. Si ammette in pratica che l'area della platea debba essere circa tre volte quella totale della griglia per forni di piccole dimensioni e due volte per grandi. La griglia è quasi sempre quadrata. Per il buon andamento di questi forni la fiamma deve giungere uniformemente fino alla coda del forno e cioè alla bocca del camino. Quando i combustibili adoperati non sono a lunga fiamma si alza la griglia, la quale per fuoco di carbon fossile deve distare da m. 0.3 a 0.6 dallo spigolo dell'altare, e per fuoco di legna 0.6 fino ad 1 m.

La distanza delle sbarre della griglia varia dai 12 ai 20 millimetri. L'altezza del ponte sulla platea è compresa, secondo le dimensioni del forno, fra 0m.15 e 0m.30. Lo spessore della volta si ammette in generale da 0.135 a 0.165 presso il focolare, da 0.120-0.130 presso il camino. — Il contorno normale della platea è quello di un rettangolo, di un trapezio od anche ovale, e la lunghezza della platea deve essere, secondo i dati dell'esperienza, doppia della larghezza per combustibili a fiamma corta e tripla per quelli a lunga fiamma.

Alla platea si assegna una leggera pendenza, quella che basta per lo scolo del metallo fuso. L'altezza della

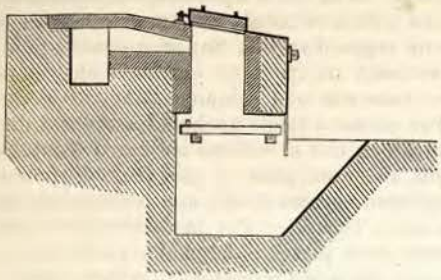


Fig. 1583. — Scala di 1 : 50.

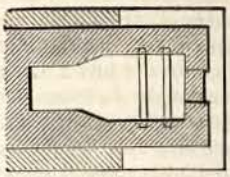


Fig. 1586.

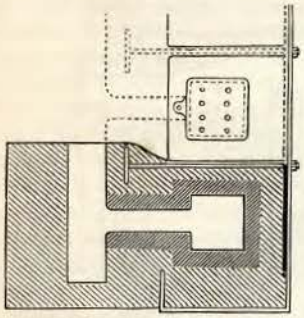


Fig. 1584.

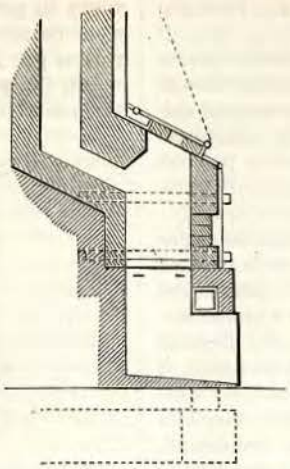


Fig. 1585. — Scala di 1 : 50.

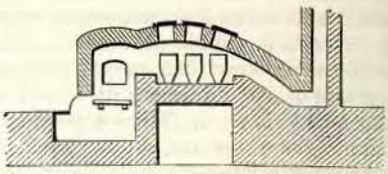


Fig. 1587.

volta sulla platea dipende dalla larghezza di quest'ultima: essa deve stabilirsi in modo da ottenere un buon concentramento del calore. La posizione del rampante e la sua larghezza hanno influenza sul buon andamento del forno; la sezione alla base del camino dev'essere più grande di quella del rampante. L'altezza del camino ordinariamente non è inferiore a 10-12 metri, sovente si eleva a 24-25. Essa deve essere almeno

$$H = 19 + \frac{25}{15d - 0.30}$$

in cui d è il lato. La sezione del camino non è mai inferiore ai 9-10 dec. quad. Per m. q. di platea si fondono da 600 ad 800 chilogr. di ghisa. Per la produzione di chil. 100 di ghisa all'ora occorre una superficie totale di griglia di 0.20; superficie libera 0.12; superficie coperta 0.08; sezione del forno sopra il ponte ossia passo per la fiamma compresa fra 0.4 e 0.5 dell'area libera della griglia; l'altare è lungo quanto la griglia; superficie della platea 0.8 ad 1 m. q. Consumo di carbon fossile per 100 chil. di ghisa, 40-50 chil.

L'asciugamento di un forno a riverbero nuovo si fa con un fuoco dolce, che si aumenta gradatamente. La condotta è facile; precauzione essenziale è quella di non lasciar penetrare nel forno l'aria esterna; il fonditore deve avere grande cura nella condotta del fuoco. Un'apertura praticata nella bocca di caricamento permette all'operajo l'ispezione della fusione ed anche le fiamme che sfuggono dal camino sanno dargli qualche indizio sull'andamento dell'operazione. La durata della fusione è variabile a seconda della qualità del combustibile e della ghisa. Si può ritenere come limite che in 2-5 ore si possano fondere da 700-3000 chil. di ghisa con un forno delle dimensioni ordinarie. Il calo del metallo è del 6-15 per cento, ed è dovuto all'aria che ossida la superficie del metallo liquefatto, e l'entità di esso dipende naturalmente dalla qualità delle ghise e dall'andamento del forno.

Forni a crogiuoli. — Le fig. 1583, 1584, 1585, 1586 e 1587 ne rappresentano diversi tipi: l'interno di questi forni è a superficie parallelepipeda oppure cilindrica. Il crogiuolo contenente la ghisa od il metallo qualunque da rifondere è posto sulla griglia del forno ed è circondato dal combustibile. L'altezza di questi forni (figure 1583 e 1585) varia da 0.60 a 0.70 (quando si abbrucia carbone di legna non deve essere inferiore a 0.70); il lato o il diametro dipendono dalle dimensioni dei crogiuoli. — La fig. 1587 rappresenta una specie di forno a riverbero sulla platea del quale sono disposti parecchi crogiuoli. — L'alimentazione dell'aria può essere fatta per tirata naturale attraverso la griglia, oppure mediante ugelli in comunicazione con un ventilatore quando si tratti di crogiuoli soffiati. Se si tratta di più forni a crogiuoli ed a tirata naturale un camino unico può servire per una batteria di forni. — Il materiale impiegato nella fabbricazione dei crogiuoli è la grafite o l'argilla refrattaria; in causa del costo elevato la prima non è molto usata. Le miscele adatte per crogiuoli devono mantenere un dato rapporto fra l'acido silicico e la base, in guisa che non si verifichi sotto l'azione del calore nessuna traccia di rammollimento.

I crogiuoli *assiani* servono di preferenza per la fusione dell'acciajo: quelli inglesi per la fusione della ghisa. La composizione è la seguente:

	Assiani	Inglesi
Acido silicico	71	74
Argilla	25	22
Ossido di ferro	4	2
Calce	—	0.6
Soda e potassa	—	1.06
Magnesia	—	0.17

La capacità dei crogiuoli varia da 25 a 75 chilogr. ed il combustibile più in uso per scaldarli è il coke, che dà calore intenso ed una combustione lenta e favorevole alla fusione.

Raramente si fonde la ghisa nei crogiuoli e lo si fa solo per getti minuti e richiedenti del metallo molto puro e molto caldo. Più spesso i crogiuoli servono per la fusione delle leghe di rame collo stagno e lo zinco.

Una volta messo in posto il crogiuolo, conviene, prima d'introdurre la ghisa, riscaldarlo alquanto, e ogniqualvolta devesi fare la carica del combustibile torna necessario levare il coperchio del forno. — Avvenuta la fusione, il fonditore ritira il crogiuolo e incomincia la colata. Il calo della ghisa è anche per questi forni variabile da un tipo all'altro. — Il consumo di combustibile è piuttosto elevato e può raggiungere perfino i 150 a 200 chil. per 100 chil. di ghisa.

Per fondere l'acciajo in forni singoli il consumo di combustibile per 100 di metallo può salire fino a 300 chilog. Coi forni a molti crogiuoli si realizza qualche economia potendosi adoperare combustibili meno cari del coke.

Rendimento dei forni di seconda fusione. — Il rendimento utile di questi apparecchi di fusione è stato valutato come segue:

Forni a crogiuoli singoli con fuoco di coke	0.035
Forni a riverbero ed a platea con più crogiuoli a fuoco diretto	0.040
Forni simili con rigeneratore del calore	0.052
Forni a riverbero con fuoco diretto	0.104
» » con rigeneratore di calore	0.170
Forni a cupola	0.294

Queste cifre, molto basse, possono controllarsi col semplice rapporto fra le calorie contenute nella ghisa liquida, tenuto conto della temperatura a cui si fonde e del relativo calore specifico, e quelle fornite dal combustibile che si è consumato.

Ad esempio, in un forno a crogiuolo si fondono 100 chilogrammi di ghisa spendendo 150 chilogr. di coke, e la ghisa si fonde a 1200° cui corrisponde un calore specifico 0.24. Si ha

$$\eta = \frac{29000}{1000000} = 0.029$$

ossia un rendimento di meno del 3 per cento.

Per un cubilot o forno a manica si hanno oggi risultati alquanto migliori. Ammettendo difatti che per ogni 100 chilogr. di ghisa si consumino 10 chilogr. di coke, si avrebbe

$$\eta = \frac{29000}{70000} = 0.41$$

ossia il 41 per cento di rendimento utile; coefficiente questo che difficilmente si potrà elevare.

Difatti è impossibile di poter convertire tutto il carbonio in acido carbonico per quanto l'aria introdotta sia bene commisurata. I gas poi non abbandonano mai freddi il camino del forno, anzi escono a temperatura assai elevata; poi non devesi dimenticare che nel combustibile è sempre contenuta dell'acqua, la quale consuma calore per vaporizzare.

E per ultimo si ha almeno un 10 per cento di cenere da dedurre e l'irradiazione, per quanto debole, di calore dalle pareti del forno.

Meritano a questo riguardo di essere riprodotti i risultati sperimentali ottenuti dall'ing. Deny su di un cubilotto condotto nelle migliori condizioni.

Il forno portava in media 10 cariche da 200 chilogr. di ghisa all'ora e consumava nell'egual tempo 14 chilogr. di coke per carica, ossia 7 chilogr. di coke per 100 chilogrammi di ghisa fusa.

Queste cifre furono rilevate dopo che il forno aveva già fusi 3000 chilogr. di ghisa ed in tal modo si consumò la citata quantità di combustibile, che è da considerarsi come un minimo difficile a raggiungersi ad andamento ordinario e non sorvegliato da esperimentatori. La pressione del vento era di 50 cent. di colonna d'acqua e la temperatura dei gas uscenti dalla bocca del forno fu constatata dietro ripetuti rilievi essere di 514 centigradi.

La natura di questi gas venne determinata con varie prese fatte in diversi punti della bocca con tubi di 10 millimetri di diametro che si immergevano fino a 0.50 sotto il piano di caricamento. Si trovò che la quantità di gas acido carbonico oscillava fra l'11.7 ed il 16.8 per cento, e l'ossido di carbonio oscillava fra 8.3 e 12.9 per cento. In media dunque:

Acido carbonico	14.25 %
Ossido di carbonio	10.60 %

Il coke impiegato aveva in media il 6.78 per cento di acqua e l'11.3 per cento di cenere. Il calo che subì la ghisa fu del 5.5 per cento presumibilmente composto del 4 per cento in ferro bruciato, 0.5 di silice contenuta nella scorza della ghisa greggia e l'uno per cento di altre impurità commiste sia alla ghisa greggia che ai rottami.

Per facilitare la fusione fu unito, come praticasi d'ordinario, un fondente calcare e cioè della castina in ragione di chilogr. 1.40 per cento di ghisa. Si determinarono le calorie contenute nella scoria liquida e nella ghisa liquida e si trovò che esse erano 280 per ogni chilogr. di ghisa grigia e 410 per ogni chilogr. di scoria.

In base a questi rilievi si istituì il calcolo per riconoscere il rendimento del forno. Togliendo il peso delle ceneri e dell'acqua il consumo di carbonio si ridusse da chilogr. 7 a 5.733 per ogni 100 chilogr. di ghisa.

Il carbonio che si svolse dalla castina che si decompone combinandosi alla silice diede luogo a 0.615 chilogr. di acido carbonico e questa decomposizione della castina esige, secondo Silbermann, 522.9 calorie.

La vaporizzazione dell'acqua contenuta nel coke assorbe pure $0.476 \times 606.5 = 288.70$ calorie.

Quanto alle calorie contenute nella ghisa fusa esse si riducono per effetto del calo a

chilogr. $94.5 \times 280 = 26460$.

Sommando si ha che le calorie strettamente necessarie per liquefare la ghisa, decomporre la castina, vaporizzare l'acqua ascendono a 27271.60.

Sonvi poi da mettere in conto le calorie esportate dai gas caldi uscenti dal camino e completamente perdute negli attuali forni a manica. S'è detto che la temperatura di essi era di 514° e tenuto conto della quantità di gas acido carbonico, ossido di carbonio, azoto, vapor acqueo e idrogeno, si valuta la quantità di calorie perdute a 8076.26 per ogni 100 chilogr. di ghisa, essendo il peso totale della massa gasosa che vi corrisponde di chilogr. 64.86.

Per ultimo devesi calcolare il calore esportato dalle scorie liquide effluenti dal forno e composte della calce della castina, del ferro abbruciato, della silice, delle ceneri di coke, ecc. In totale chilogr. 9.277 di scorie per 100 chilogr. di ghisa fusa e quindi

$9.277 \times 410 = 3800$ calorie.

Come perdite oggi inevitabili abbiamo dunque altre 11876.60 calorie.

Il potere calorifico del coke speciale adoperato nelle esperienze venne trovato in calorie 8080 per chil., onde in tutto $5.733 \times 8080 = 46322$ calorie

a cui bisogna aggiungere le calorie svolte dalla combustione degli altri elementi ossidati cioè il silicio trasformato in silice, il ferro che si trasforma in protossido, e cioè 9347 calorie. In totale le calorie disponibili sono 55669.

Un'ultima perdita ragguardevole è poi data anche dall'ossido di carbonio (chilogr. 5.82) che non solo sfugge dal camino alla temperatura di 514°, ma anche non dà

quello che avrebbe potuto dare quando lo si fosse trasformato in acido carbonico e cioè

$$5.82 \times 2403 = 13935 \text{ calorie.}$$

Riassumendo:

Calorie sviluppate nel forno	55669
Calorie per la fusione di 100 chilogrammi ghisa, vaporizzazione acqua e decomposizione della castina	27271.60
Calorie sfuggite coi gas dal camino	8076.00
» » per la fusione delle scorie	3800.00
» perdute per l'incompleta trasformazione dell'ossido di carbonio . . .	13985.00
	53132.60

Le differenze fra i due numeri e cioè le mancanti 2537 calorie rappresentano forse le perdite per irradiazione delle pareti. Il coefficiente di rendimento allora si dovrebbe stabilire col rapporto

$$\frac{26460}{55669} = 0.475$$

e questo, come dissimo, già rappresenta un rendimento molto elevato che in pratica, stando le cose come sono oggi, non si potrà che assai difficilmente raggiungere.

Costruzione dei modelli. — Per ottenere un oggetto di metallo fuso usasi nel caso più generale di stamparne entro della sabbia la impronta relativa e quindi versarvi il metallo liquido. Per ottenere tali impronte o *forme* servono i così detti modelli, che possono essere di legno o di metallo a seconda dei casi. Per fusioni di pezzi aventi forme circolari si risparmiano in buona parte i modelli provvedendo a sostituirli con sagome girevoli dette comunemente *sciaboloni* e di cui saranno dati in seguito alcuni esempi. Così pure talvolta colasi il metallo entro stampi o forme metalliche dette *conchiglie*, ed anche di questo modo speciale di fusione sarà detto più innanzi.

Una delle precipue cure di un modellista è la scelta del legno pei modelli, che deve essere secco, ben stagionato, di struttura regolare, sano e tale insomma che non si deformi sotto l'azione dell'umidità. — Certi legni resinosi hanno già in se stessi un preservativo contro l'umidità. La tabelletta presenta alcuni dati sui diversi legnami.

QUALITÀ DEL LEGNO	Peso specifico		Ritiro per cento		Aumento se imbevuto d'acqua	
	verde	secco all'aria	legno per lungo	legno per traverso	in volume per cento	in peso per cento
Pero	1.015	0.689	0.065-0.9	5.34	7.0-8.8	91 a 97
Faggio	0.986	0.721	0.20-0.34	6.00	9.5-11.8	63-99
Quercia.	1.075	0.780	0.028-0.435	5.40	5.5-7.9	60-91
Ontano	0.810	0.550	0.30-1.40	5.80	5.8-6.8	136-163
Frassino	0.920	0.740	0.19-0.80	5.70	7.5	70
Pino rosso	0.735	0.475	0.076	3.30	4.4-8.6	70-166
Noce.	0.915	0.730	0.228	8.00	—	—
Abete	1.000	0.558	0.08-0.12	4.70	3.6-7.2	83-123
Olmo	0.955	0.690	0.014-0.63	4.20	9.7	102

Nella fabbricazione dei modelli conviene evitare, per quanto è possibile, le commettiture dei legnami o per lo meno attenersi alle più semplici. I criterii principali del modellista devono essere i seguenti: realizzare la massima economia nella costruzione del modello; facilitare il più possibile la formatura e l'estrazione dei modelli dalla terra con pezzi mobili a sottosquadra od altro: riprodurre nei getti le precise dimensioni date dal disegno con una esatta valutazione del ritiro della ghisa. La proprietà della ghisa di assumere le impronte più delicate sembra dipendere da due cause diverse: 1° dall'aumento di volume che essa subisce nel passaggio dallo stato liquido al solido, conservando sempre un'alta temperatura; 2° dal limitato contrarsi del metallo già solidificato, dovuto al raffreddamento.

Per il fatto del contrarsi del metallo i modelli devono quindi avere dimensioni maggiori di quelle indicate nei disegni. Il ritiro della ghisa si computa di 9-10^{mm} per metro quando i getti sono di dimensioni e forme ordinarie, di 7-8 per grossi pezzi e di 11-12 per pezzi di grande superficie e di piccolo spessore. Del resto il ritiro del metallo ha una stretta dipendenza colla qualità della ghisa. La ghisa grigia è quella che meglio si presta pel getto; il ritiro è calcolato dai modellisti da $^1/_{98}$ a $^1/_{100}$, cioè l'aumento medio per metro lineare da darsi al modello è ritenuto da 9-10^{mm}.

Oltre il quantitativo del ritiro bisogna che il modellista abbia in considerazione anche la forma speciale degli oggetti, perchè possa premunirsi contro le rotture durante il raffreddamento, le diminuzioni di spessore e le deformazioni del pezzo.

Un mezzo anello per es., ritraendosi il metallo, aumenta la sua concavità, cosa che si può impedire con una nervatura esterna, giacchè le masse minori si raffreddano più presto delle maggiori. Il modello di un mezzo volante con razze deve misurare un angolo $> 180°$. Un anello cavo si restringe di più di uno massiccio di egual diametro e così via.

In generale sono da evitarsi i cambiamenti rapidi di sezione, come s'è già detto in principio di questo articolo.

Oltre al ritiro della ghisa il modellista deve tener conto anche della rastremazione da darsi al modello per favorirne l'estrazione dalla sabbia.

Conviene avvertire che nei modelli di piccole dimensioni gli aumenti lineari in causa del ritiro ponno essere diminuiti, perchè gli urti o piccole scosse che il fonditore è costretto di dare alle staffe, per staccare la sabbia dal modello ed estrarre quest'ultimo, ingrandiscono l'impronta in proporzioni più grandi che pei grossi getti. È anche necessario lasciare al getto uno spessore maggiore di quello portato dal disegno là dove il metallo deve essere lavorato o alla pialla, o al tornio, o alla lima.

Devonsi anche evitare gli spigoli, il che si ottiene raccordando i pezzi incontrantisi ad angolo con piccoli sgusci fissati con punte o collati.

Un abile modellista può prevedere con una certa approssimazione il peso del pezzo che si vuol fondere.

Quando il modello è pieno e l'oggetto deve riuscir cavo, allora bisogna calcolarne la cubatura: quando invece il modello è presso a poco uguale all'oggetto da fondersi allora ricorre a rapporti pratici fra il peso specifico del legno, di cui è fatto il modello, e quello del metallo. Così per es. per avere il peso del getto si moltiplica quello del modello per

13	quando il modello è fatto con legno di		pero
16	»	»	abete
13	»	»	tiglione
14	»	»	ontano ecc.

Se i modelli presentano risalti, che ne impediscono l'estrazione dalla sabbia, devono costruirsi di più parti staccate. D'ordinario si disegna l'insieme e i dettagli del modello su tavole, dove sono riprodotte le disposizioni particolari prese secondo i bisogni della fusione, cioè parti smontabili, portate, ecc. Per le misure si adopera il così detto metro a ritiro di rame o di ferro, le cui divisioni sono aumentate in proporzione di mm. 10-9ª per metro lineare.

Le parti staccate dei modelli sono mantenute aderenti con viti, punte, stecchette ecc., che si ponno staccare all'atto della formatura. *Le portate pei noccioli od anime* sono attaccate al modello ed hanno per scopo di lasciare nella sabbia di formatura delle impronte speciali che non dovranno essere occupate dal metallo, ma servire invece come appoggi per incastonarvi gli estremi od i sostegni dei così detti *noccioli*. Questi ultimi, che sono fatti con armature metalliche coperte di terra, vengono messi nella forma quando la si dispone definitivamente per la colata e sono destinati a salvaguardare quelle parti del getto che devono restare vuote o cave.

Eseguita la fusione, torna facile rompere ed estrarre la terra costituente i noccioli per sbarazzare e pulire il getto nelle parti cave.

Ad esempio nella figura 1588 vedesi il modello di un robinetto comune nel quale sono lasciate le quattro sporgenze cilindriche *a*, *a* che appunto diconsi *portate*, e lo scopo di esse è reso evidente nella sezione della forma (fig. 1589), dove la parte interna del robinetto ossia quella che deve rimanere cava è tutta occupata, durante la colata, dal nocciolo A che si appoggia alla parete della forma nelle incastonature *a' a' a'* lasciate nella sabbia dalle portate del modello.

I noccioli aventi la forma di solidi di rivoluzione si fanno facilmente coll'ajuto di semplici tornietti, impastando, e legando con paglia, della terra intorno ad una armatura metallica che funziona da asse del nocciolo. Quelli invece di forma irregolare si stampano o si pressano entro scatole apposite dette *casse d'anima*, disponendo all'interno della massa di terra, che deve costituire il nocciolo, delle armature appositamente fatte e costituenti come un rigido scheletro pel nocciolo stesso.

L'esempio di cui alle figure 1588 e 1589 richiederebbe appunto per la preparazione del nocciolo una speciale cassa d'anima ed un'apposita armatura.

La costruzione di queste scatole è affidata al modellista e richiede grande attenzione perchè il nocciolo possa uscire facilmente senza probabilità di guasti: molte volte anzi si è obbligati a costruirle in più parti staccabili.

I modelli finiti vengono verniciati, classati, e messi nel magazzino, dove devono essere tenuti col massimo ordine.

Spesso si usa di verniciare in rosso le parti del modello che corrispondono precisamente al getto ed in nero le portate onde facilitare agli operai formatori in terra l'intelligenza del pezzo. Per l'istessa ragione, se si tratta di pezzi a noccioli complicati, può essere utile di fare il modello in due o più parti e dipingere sulle faccie di contatto la forma del nocciolo tinteggiando in nero la parte che deve risultare cava nel getto.

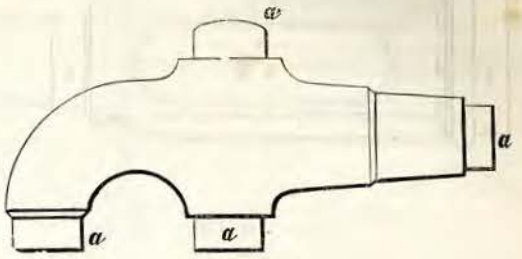


Fig. 1588.

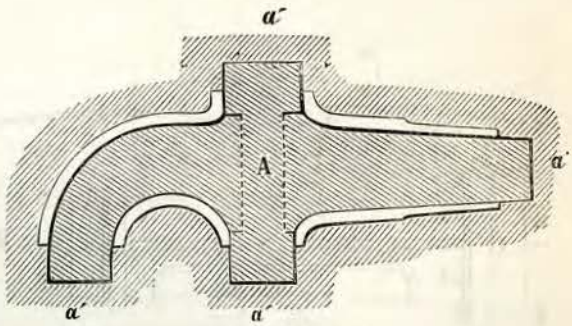


Fig. 1589.

L'ingente costo dei modelli ed il capitale che per essi si è costretti ad immobilizzare hanno fatto preferire in questi ultimi anni la formatura con sagome o coi così detti sciaboloni (*Schablonenformerei*), almeno, ben s'intende, in tutti i casi in cui le forme prevalenti dei pezzi sono cilindriche o coniche o più generalmente costituite da solidi di rotazione. Così si formano vasche circolari, volanti, puleggie, tubi, cilindri lisci e scanalati, e col sussidio di scatole d'anime speciali di cui sarà detto più innanzi, anche ruote dentate, cilindriche o coniche, cilindri di macchine a vapore e macchine soffianti e così via.

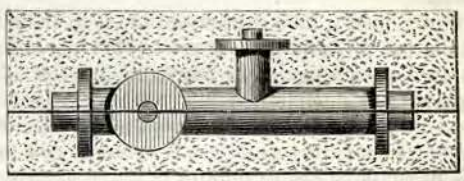


Fig. 1590.

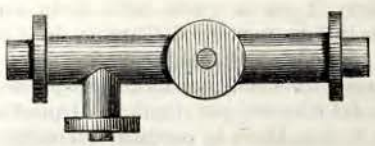


Fig. 1591.

Esempi di modelli. — A maggior schiarimento delle idee precedentemente esposte riguardo ai modelli non sarà inutile di descriverne qualcuno coll'ajuto di disegni. Le figure 1590 e 1591 rappresentano il modello di un tubo con quattro flangie predisposte per altrettanti attacchi. Una delle figure anzi mostra il modello già immerso nella terra e segna le linee di distacco fra le tre staffe che sono necessarie in questo caso.

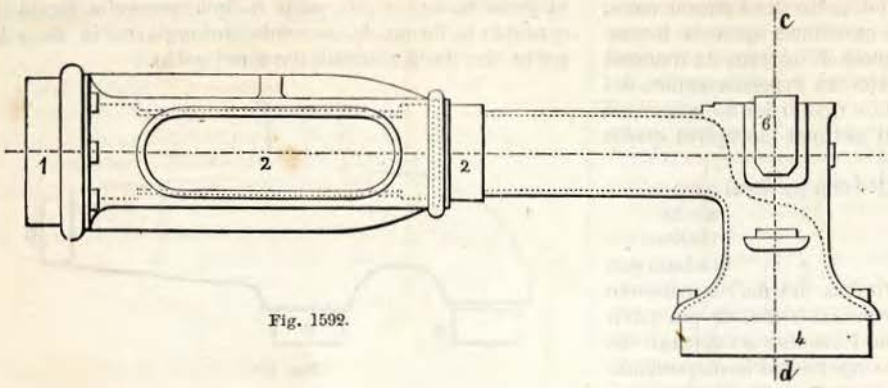


Fig. 1592.

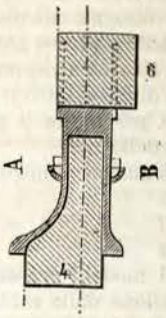


Fig. 1595.

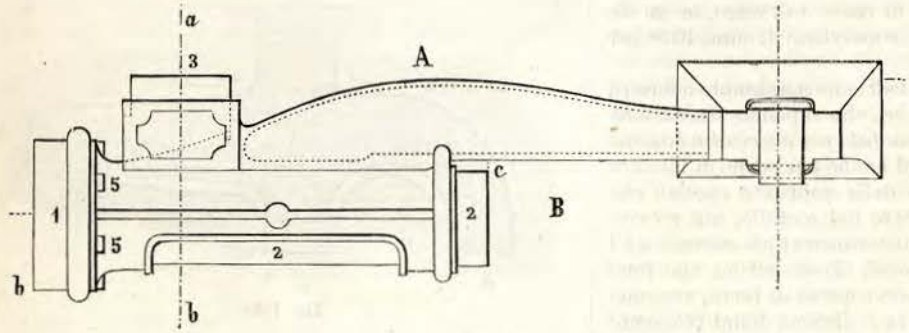


Fig. 1593.

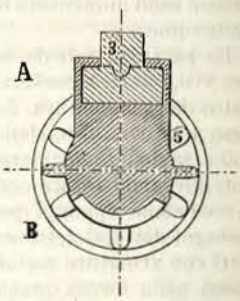


Fig. 1594.

Vi si riscontrano: le quattro portate, una per ciascuna flangia, destinate a sorreggere il nocciolo; l'impiego di tre staffe per facilitare l'estrazione del modello, la flangia della diramazione verticale staccabile che segue la staffa superiore quando la si solleva per cominciare la così detta smontatura della forma e che rende possibile poi il sollevamento della staffa intermedia e quindi il toglimento del modello rimasto dentro per metà, mentre la metà inferiore di esso non si sarà mossa dalla staffa di fondo.

Le figure 1592 a 1595 rappresentano il modello di una incastellatura a bajonetta o trave Corliss per macchina a vapore e precisamente le figure 1592 e 1593 l'alzato e la pianta del modello; la figura 1594 la sezione secondo *a b* e la figura 1595 la sezione secondo *c d* fatta sul sopporto dell'albero motore. È evidente che tutte le cavità, di cui deve essere munita la trave di ghisa, sono ottenute mediante apposite anime, che si riscontrano nei disegni del modello. Difatto in 1 abbiamo la portata del nocciolo 2 per la guida della testa a croce della macchina; in 3 la portata dell'anima della scatola che contiene gli ingranaggi del regolatore; in 5 (fig. 1593) le portate per i noccioli dei fori, corrispondenti a quelli del fondo del cilindro, per l'unione di quest'ultimo alla trave; in 6 (fig. 1592) la portata dell'anima pel cuscinetto del sopporto; e un po' sotto le portate per le vaschette dell'olio; in 4 la portata per la parte cava del pieduccio del sopporto.

Valgano i citati esempi a dare un'idea del modo con cui si costruiscono i modelli; più innanzi, citando i diversi modi di formatura e descrivendo altri esempi, avremo motivo di riparlarne.

Macchine ed apparecchi di una fonderia - *Gru - Camere di essicazione - Apparecchi per la preparazione delle sabbie.* — Oltre i forni di fusione e relativo ventilatore, Root od anche a palette, appartengono al così detto materiale da fonderia le gru pel trasporto delle staffe, dei pezzi fusi o delle grosse secchie di metallo liquido.

Si usano quelle a campo circolare e quelle a ponte con o senza trasmissione continua. Le prime ponno comunicare fra loro se la fonderia è tale da richiederne un certo numero, e le seconde ponno scorrere lungo tutto il locale mediante rotaje assicurate ad appositi pilastri aggettanti dai muri d'ambito.

Per l'asciugamento dei noccioli impastati con sabbia ed argilla, nonchè per l'essicazione delle forme è indispensabile una stufa: le figure 1596 e 1597 rappresentano due sezioni di uno di questi apparecchi.

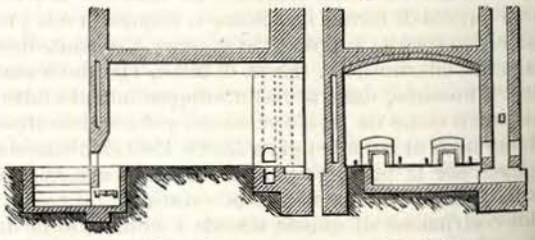


Fig. 1596. Fig. 1597.

La stufa è una camera di muratura, le cui pareti contengono delle camere d'aria stagnante per diminuire le dispersioni di calore. Con evidenza si rilevano i due focolari, che, con apposito condotto sotto il pavimento della camera, mettono al camino.

Nella figura 1597 si vede un doppio binario per facilitare l'entrata dei carri da fonderia (fig. 1598, 1599) nella stufa. La capacità di questi apparecchi deve in ogni caso proporzionarsi all'importanza della fonderia ed alle forma-

ture che vi si fanno. Ad esempio, in una fonderia speciale di tubi per acqua o gas, le stufe cambiano affatto di forma in rapporto coi modi di formatura e col tipo delle staffe adoperate. La temperatura interna varia da 60-80°.

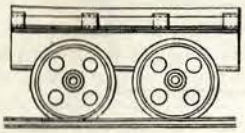


Fig. 1598.

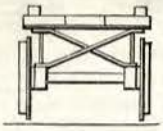


Fig. 1599.

La stufa è coperta da una vôlta contraffortata da chiavi e da tiranti e sul davanti, dove entrano i carri, è chiudibile con una porta di lamiera a saracinesca, debitamente contrappesata e di facile manovra nella chiusura ed apertura. Certe stufe non hanno la vôlta che le ricopre e sono invece chiuse da un soffitto metallico facilmente scoperchiabile in guisa che la gru a ponte possa depositarvi dall'alto tanto delle grosse staffe o forme quanto dei grossi noccioli da essiccare. Una stufa che misura in pianta 2.5 per 5 è di tipo medio; ve ne hanno di larghe 3 a 3.50 e lunghe 8 a 9 metri.

Gli apparecchi per preparare la sabbia e la terra sono di diversi tipi, cioè: disintegratori del tipo Carr per l'argilla e per il carbone di legna; frantumatori cilindrici o sferici a palle (tipo Sachsemberg di Rosslau); molazze ordinarie e molazze portanti un buratto conico intorno al loro asse verticale, contro cui vien gettata la materia da una noria od elevatore a tazze che oltre a girare assieme alle mole funziona anche come elevatore.

La terra o la polvere di carbone proveniente da uno di questi apparecchi viene anche burattata a parte in uno staccio cilindrico a rete metallica.

Il mescolatore serve a preparare la pasta di argilla nuova e di vecchi materiali refrattarii rimacinati, che di solito si fa nelle proporzioni di $^2/_3$ a $^1/_3$ con circa 15 a 20 per cento in peso di acqua. Altre macchine ed apparecchi accessorii di una fonderia sono: uno spaccaghisa, un tornio, un trapano trasportabile, una fucina, una mola per arrotare i ferri, nonchè tutte le macchine pel lavoro del legno necessarie pei modellisti come tornio, sega circolare, sega a nastro, trapano, ecc.

Utensili e strumenti. — I fonditori hanno aste o sbarre cilindriche di ferro per la condotta dei forni di fusione. Gli utensili dei formatori sono le piccole cazzuole (fig. 1600), gli uncini o rampini (fig. 1601), le spatole (fig. 1602), i lisciatori o pulitori, le piccole scope, le squadre, i soffietti, i martelli, i compassi, gli assi e le bandiere o calibri per la formatura con sagome, le tazze o secchie che servono per il trasporto del metallo fuso, ecc.

Di queste ultime il fonditore ne ha a sua disposizione parecchie di diverse capacità cioè di 50-75-100-150-200 chil. e persino di 1500 a 2000 chil. Queste tazze o secchie, di cui le figure 1603 e 1604 danno un esempio, sono in generale di lamiera di ferro rivestite internamente di pasta refrattaria. La tazza, rappresentata dalle figure 1605 e 1606, è munita di ingranaggio a vite perpetua per poter versare in modo uniforme il metallo fuso, una volta ancorata la secchia che, ben si intende, è sempre portata dalla catena della gru.

Nelle grandi secchie di colata il bagno di metallo fuso è coperto di scorie effluite dal forno assieme alla ghisa oppure formatesi per un prolungato contatto coll'aria. Per evitare di versare la scoria si munisce la secchia di una tramezza, contro alla parete, che fa canale aperto sul fondo. La ghisa del fondo, che è libera dalla scoria,

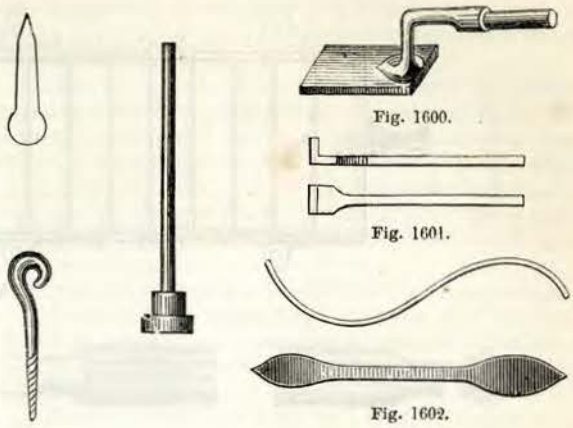


Fig. 1600.

Fig. 1601.

Fig. 1602.

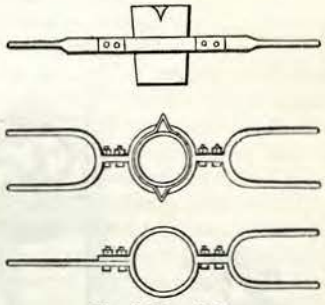


Fig. 1603 e 1604.

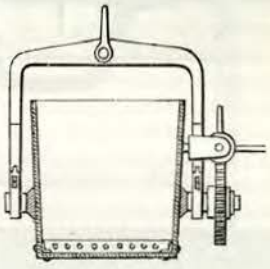


Fig. 1605.

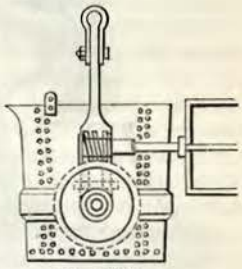


Fig. 1606.

sorge dal canale, come da un sifone, e vien versata mentre la scoria che galleggia rimane trattenuta dall'effluire contro all'orlo della tramezza.

Staffe, gabbie per noccioli, armature. — In generale le impronte del modello si fanno nella sabbia contenuta in appositi telaj o staffe di ghisa, di cui una fonderia deve avere un variato assortimento di grandezza ed anche di forma, cioè rettangolari, quadrate, ottagone a seconda degli oggetti da formare. Ordinariamente sono due (fig. 1607), una inferiore detta *staffa* ed una superiore detta *controstaffa*. Ponno essere tre, quattro od anche più a seconda della complicazione del modello e delle difficoltà che si possono incontrare per estrarlo dalla terra.

Le staffe ponno anche essere di legno o di ferro quando si tratti di oggetti di piccolo spessore, come è il caso delle fusioni al crogiuolo per oggetti minuti.

Le staffe sono munite di due o quattro impugnature per poterle sospendere alla gru e renderne facile il trasporto; dippiù sono provviste di orecchioni e chiavarde per poterle unire fra loro con esatta sovrapposizione quando si dispongono per ricevere il metallo. Quando le staffe sono appena un po' grandi è necessario armarne il

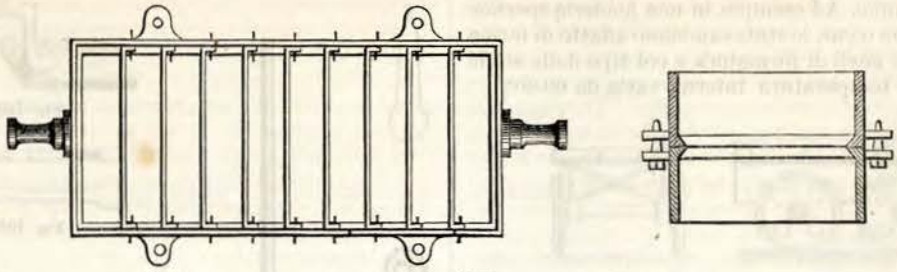


Fig. 1607.

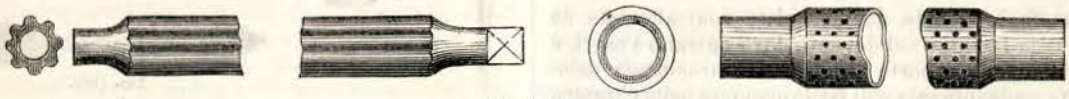


Fig 1608.

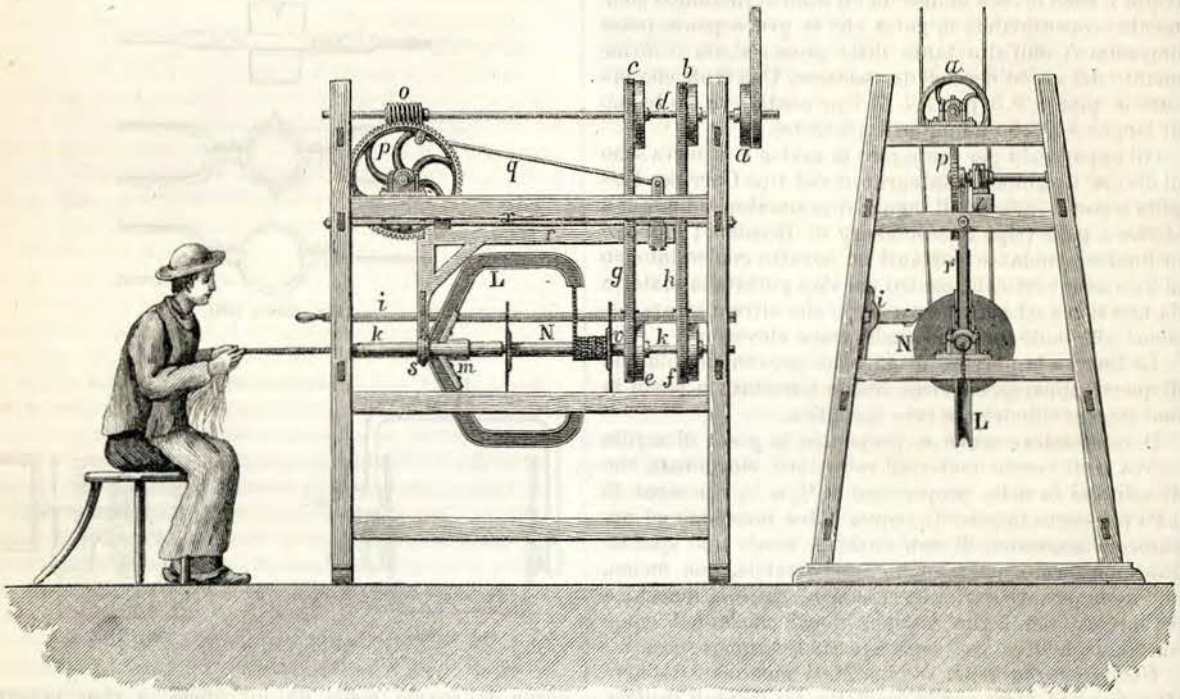


Fig. 1609

fondo con nervature trasversali e verticali che talora si combinano con altre longitudinali per costituire un vero graticcio; e per consolidare ancor più la terra si aggiungono, talvolta a cavalcioni delle nervature, dei ganci di ferro. Le staffe più piccole hanno uno spessore di 5 a 6 millim. e le più grandi di 18 a 20.

Le *armature* per noccioli, più comunemente usate, fanno parte anch'esse, come le staffe, del materiale d'una fonderia.

Ve ne sono di tutte le foggie, com'è agevole immaginare, e dalle più semplici, cioè dai tubi di ferro, di ghisa a profilo circolare o poligonale, si va fino a quelle più complicate e gettate appositamente a mezzo d'uno speciale modello, e destinate ai pezzi più svariati di cui il nocciolo deve riprodurre la forma.

Le così dette *lanterne* (fig. 1608) sono tubi di ghisa o di ferro che servono ad irrigidire i lunghi noccioli cilindrici o conici onde renderli indeformabili e resistenti al loro peso ed alla pressione che il metallo può eventualmente esercitare su di essi durante la colata. Spesso si sorreggono i noccioli lunghi con sopportini di ferro che rimangono poi impigliati nella ghisa del getto. È perciò necessario d'avvivarne bene le superficie onde la ghisa vi si saldi bene d'intorno.

Alle lanterne si dà un po' di conicità onde renderne facile l'estrazione dall'inviluppo di terra e paglia che li fascia e si provvedono di fori onde dar modo di sfuggire ai gas e vapori che si producono durante la colata.

Il primo rivestimento di cui si coprono le armature è fatto con una treccia di paglia su cui riesce poi agevole di appiccicare la sabbia argillosa (3 a 6 centim. di spessore), che deve completare la forma del nocciolo all'esterno e ricevere la necessaria formatura.

Nelle grosse fonderie si preparano meccanicamente le treccie di paglia, visto il perditempo che si avrebbe qualora si dovesse, come si usa nelle piccole fonderie, farle attorcigliare a mano dai ragazzetti ajutanti dei formatori.

L'apparecchio rappresentato alla fig. 1609 in scala di $^1/_{36}$ serve appunto a torcere la paglia. Il movimento

portato sull'albero *d* colla puleggia *a* trasmettesi con due puleggie *c*, *b* e due cigne *g*, *h* alle puleggie *e*, *f*, cui stanno di fianco due altre puleggie folli onde poter arrestare facilmente il movimento della macchina a mezzo dello spostacigne *i* messo sotto mano all'operajo. La puleggia *f* è fissata all'asse *k*, che porta le alette L di torcitura, e che è cavo all'estremità in cui sta l'operajo che fornisce la paglia alla macchina. La puleggia *e* è invece fissata sull'albero cavo o canna *v* che è montata folle sull'albero *k* e che porta la bobina N. Siccome le puleggie *e* ed *f* sono dell'istesso diametro, mentre *c* è alquanto più grande di *b*, ne viene che la bobina gira più celeremente che non l'aletta di torcitura, e che la quantità di paglia attorcigliata avvolgentesi sulla bobina corrisponde appunto alla citata differenza di velocità fra l'aletta e la bobina. Per far succedere l'avvolgimento a spire su tutta l'altezza della bobina N, trovasi sul prolungamento dell'albero *d* una vite perpetua *o* che fa girare lentamente una ruota elicoidale *p* e da questa staccasi una biella *q* che sposta tutto il regolo *r*, guidato entro *x*, e quindi anche l'aletta L pur permettendone la rotazione continua. Una macchina simile fa 130 giri sull'asse *d* e può fornire 9 a 10 metri di treccia di paglia del diametro di 15 millim. per minuto.

Sabbie e loro proprietà. — La qualità essenziale di un buon materiale di formatura è la plasticità. Le sabbie devono presentare un certo grado di coesione e di rigidezza per poter resistere alla pressione del metallo; di più devono essere porose per dar libero sfogo ai gas che si sviluppano durante la colata. È superfluo aggiungere che devono anche essere refrattarie, giacchè altrimenti le screpolature o sfiancature che si potessero produrre nella forma durante la colata rovinerebbero il getto. Per la formatura tornano opportune tutte quelle sabbie che contengono dell'argilla plastica.

In generale non si adoperano mai le sole sabbie nuove, ma si mescolano con sabbie vecchie, con polvere di carbone, con paglia triturata inzuppata di orina, onde accrescerne artificialmente la porosità.

Le proporzioni generalmente adottate per le miscele di sabbie nuove colle vecchie variano fra il 20 e 30 % di sabbia nuova su 80 e 70 % di vecchia quando si tratta di formature in sabbia verde o non asciugata e dal 30 al 40 % di sabbia nuova per formature destinate ad essere essiccate nella stufa. Del resto le proporzioni variano colle dimensioni e colla forma del pezzo da formare e col modo di formatura.

L'analisi di alcune sabbie quarzose commiste ad argilla ha dato i seguenti risultati:

Terra silicea	86	a	92	p. %
» argillosa	9	a	4	»
Ossido di ferro	4	a	3	»
Carbonato di calce	1			»

Sabbia da stufa.

Terra silicea	79	a	90	p. %
» argillosa	10.5	a	4.5	»
Ossido di ferro	10	a	2	»
Carbonato di calce	0.5	a	3.5	»

Le terre pei noccioli sono composte di vecchie sabbie alle quali si aggiungono in differenti proporzioni delle sabbie nuove grasse cioè argillose, dello sterco di cavallo od altre materie suscettibili di abbruciare ed aprire così sfogo ai gas col rendere più porosa la terra. La triturazione e stacciatura delle sabbie da noccioli ed in genere di quelle che devono costituire gli strati interni della forma, destinati a venir in contatto col metallo, devono essere molto accurate, giacchè la maggiore o minore finezza delle sabbie è un elemento importante per la buona riuscita dei getti.

Formatura. — La formatura non è che la riproduzione in incavo del getto che si vuol ottenere e si fa nel caso più generale in sabbia col mezzo di modelli o sagome. Si distinguono però diverse specie di formature a seconda del modo con cui si allestiscono le forme, se con modelli o con sagome, con sabbia più o meno argillosa o con forme metalliche, se infine coll'ajuto di macchine formatrici.

Si possono classificare quindi i varii modi come segue:

Formatura in sabbia verde o sabbia non essiccata (a forme scoperte sul suolo della fonderia od in staffe).

Formatura in sabbia essiccata, che sta fra quella verde e quella da stufa.

Formatura in sabbia da stufa (più argillosa).

Formatura con sagome e casse d'anima.

Formatura in fossa.

Formatura meccanica.

Formatura in conchiglia.

Formatura in sabbia verde. — È molto in uso il sistema di formatura in sabbia verde segnatamente per pezzi di macchine; le forme ricevono il metallo fuso appena ultimate senza che subiscano l'essiccamento ed in questo caso però la sabbia deve essere scelta.

La sabbia, che deve restare aderente al modello prima ed al getto dopo, consta di uno strato di uno o due centimetri e la si prepara a parte nelle proporzioni altrove accennate: si aggiunge sterco di cavallo e paglia triturata quando è poco argillosa, quindi si macina, si passa allo staccio e si inumidisce. L'aggiunta delle citate materie e della polvere di carbone di legna dà alla sabbia la porosità sufficiente per lasciar sfuggire l'aria e i vapori che si sviluppano durante la colata. Con sabbia verde si fonde *allo scoperto od in staffe.*

Allo scoperto quando la superficie superiore dell'oggetto non richiede grande levigatezza (sbarre da focolari, staffe per fonderia, pesi per stadere, incudini, ecc.).

Si pulisce il suolo della fonderia in modo da predisporre una superficie piana, poi la si ricopre di uno strato di tre o quattro centim. di sabbia fresca ben stacciata, si mette in posto il modello e ve lo si incastra alquanto cercando però che sia di livello. Si costipa all'intorno la sabbia fino all'orlo superiore e con un'asticciuola di ferro si praticano gli sfiatatoi inclinati, e dopo aver preparato il solco per la colata si leva il modello e si spolvera la forma con carbone passato allo staccio e la si liscia. Si sovrappone alla forma fatta sul suolo della fonderia una staffa di completamento che contiene il foro di colata e qualche sfiatatojo e che serve a rinserrare e chiudere il getto.

La formatura in sabbia verde si fa *entro staffe* quando l'oggetto da fondersi lo richiede. Si comincia a riempire la controstaffa con vecchia sabbia della fonderia: vi si immerge il modello lasciandone sporgente una metà giusta; quindi si dispone la staffa vuota al dissopra della controstaffa e se ne assicura la posizione colle viti di registro o le chiavarde degli orecchioni. Si copre il modello in vista entro la staffa con uno strato (2 o 3 centim. di spessore) di sabbia fresca e quindi si riempie la staffa con vecchia sabbia del suolo della fonderia, avendo cura di praticare numerose tirate d'aria con aghi di ferro.

Tali punzecchiature o *tirate d'aria* servono ad assicurare delle frequenti e facili uscite ai vapori ed all'aria, che altrimenti restando imprigionati nella forma impedirebbero al metallo di occuparla interamente e rovinerebbero con ciò il getto, facendolo riuscire incompleto

o quanto meno guasto per soffiature e bolle d'aria racchiuse nel metallo.

Ciò fatto, si capovolge tutto il sistema così che la controstaffa si trovi al disopra; si leva quest'ultima e se ne demolisce la sabbia. Con una piccola cazzuola si liscia accuratamente la superficie di divisione della sabbia, superficie che è determinata dal piano passante per la mezzaria del modello, e la si spolvera con sabbia cotta proveniente da noccioli già usati allo scopo d'impedire l'aderenza colla superficie della sabbia della controstaffa. Quest'ultima si ripone in posto vuota sulla staffa; si copre come prima il modello con uno strato di 2 o 3 centimetri di sabbia fresca, quindi si riempie la controstaffa di terra della fonderia ben bene pigiata, avendo l'avvertenza d'introdurre prima i piuoli di legno per i grossi sfiatatoj dell'aria, che si fanno partire sempre dai punti più alti della forma, e per i fori della colata, il cui numero varia colla lunghezza e la forma del pezzo da fondere. — Levata nuovamente con cura la controstaffa colla relativa sabbia, il fonditore bagna leggermente il contorno della forma e ritira il modello battendo alcuni colpi di martello sulla staffa per staccare la sabbia che è aderente al modello.

A questo punto della formatura l'operajo non ha che aggiustare le parti eventualmente rovinate, pulire e lisciare le due mezze forme, disporre i noccioli se la forma ne richiede e quindi rimettere in posto la controstaffa sulla staffa, registrare le chiavarde di riferimento, caricare di pesi le controstaffe e quindi dar la forma pronta per la colata.

Le figure 1590 e 1591 già descritte, parlando della costruzione dei modelli, valgono anche come esempio di formatura in sabbia verde.

Se ne potrebbero aggiungere moltissimi altri, ma non si avrebbe, quanto al processo di formatura, che da ripetere il già detto.

Nelle figure 1610 e 1611 è presentato un caso di formatura che necessita l'impiego dei così detti *tasselli* o pezzi riportati di forma.

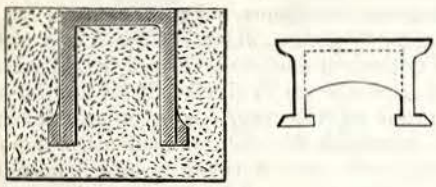


Fig. 1610.

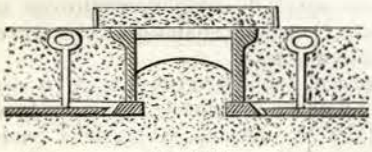


Fig. 1611.

Il modello di un banco per tornio ossia di una trave munita in basso di risalti come alla figura 1610 non sarebbe estraibile dalla terra se non a patto di far i risalti stessi staccabili dal resto del modello. Ma anche adottando questo espediente l'estrazione delle due liste di legno rimaste annegate nella terra sarebbe tutt'altro che facile e sicura. Usasi invece, come mostra la fig. 1611, di tagliare tutto lungo la forma due grossi blocchi di terra, di armarli convenientemente al di sotto, munirli di arpioni pel sollevamento, in guisa che si possano spostare senza che si demoliscano, onde liberare il modello ed effettuarne la estrazione. Lisciata e pulita la parte media della forma che non è stata mossa, levate le due liste sottosquadra, e lisciate e ripassate pure le due faccie dei tasselli mobili, si rimettono in posto con precisione, si coprono con una lunga staffa che porta gli sfiatatoi ed i fori per la colata. Beninteso che tutt'attorno ai tasselli si pigierà della terra qualunque onde assicurarne l'immobilità al momento in cui il metallo entra ed occupa la forma, e per l'istessa ragione si sarà caricata la staffa di chiusura superiore.

In sabbia verde si fondono anche le *ruote dentate* quando siano di piccole dimensioni e possa convenire di fare un modello invece di usare della formatura con sagome e casse speciali per i denti. Il formare in due staffe od in una sola una ruota dentata con denti di ghisa è assai facile inquantochè il modello è identico al getto che si vuol ottenere. La cosa muta alquanto se si tratta di una ruota che debba portare dei denti di legno. Il modello è allora provvisto di tante portate quanti sono i denti, e destinate a lasciare nella terra i solchi o le sedi di tutti i noccioli che, a forma montata, salvaguardano tutte le finestre che devono restare nella corona onde dar posto ai pieducci dei denti di legno. Si ha cura di praticare delle uscite pei gas sotto alle razze, intorno alla corona ed anche fra i denti se i vuoti lo permettono.

Allorchè il modello è estratto dalla forma e questa è lisciata e finita, si mettono in posto tutti i noccioli che sono stati stampati entro apposita scatola e quindi essiccati e si completa la montatura della forma.

Formatura in sabbia verde essiccata. — Allorchè si devono gettare pezzi di dimensioni tali da dover essere formati sul suolo della fonderia per mancanza di staffe e pur esigendosi che riescano a superficie unite e facili da lavorare, oppure perchè anche non si possono introdurre nella stufa, dato anche che si avessero staffe di sufficente grandezza, adottasi la formatura in sabbia essiccata, che in fondo non è che un metodo misto ossia intermedio fra la formatura in sabbia verde e quella in sabbia da stufa. Impiegasi ancora la sabbia verde, ma la si costipa meno e la si essicca superficialmente a mezzo di bracieri a coke, oppure con fiamma viva di trucioli.

La proporzione di sabbia nuova deve essere alquanto superiore che non per la formatura in sabbia verde semplice e bisogna aver cura di mettere molti aghi e con cura nelle pareti e negli spigoli della forma, onde la terra possa resistere bene al passaggio od alla caduta della ghisa. Si fondono in tal modo le piastre di fondazione, le grosse bielle ed i bilanceri, le travi a bajonetta o *bâtis* per macchine a vapore (ved. fig. 1592-1594). La forma è coperta da uno strato di nero liquido dato col pennello e composto di $^3/_4$ di polvere di carbone ed $^1/_4$ di terra argillosa, a cui si può aggiungere una piccola quantità d'amido cotto. Questi elementi sono diluiti con acqua o con orina e lasciati fermentare entro quest'ultima. Serve l'istessa tintura anche per la formatura in sabbia da stufa.

Per ultimo il formatore dà un po' di polvere di carbone col sacchetto e liscia diligentemente la forma per far scomparire le traccie lasciate dal pennello, e quindi ottenere un getto a superficie unita e liscia.

Formatura in sabbia da stufa. — Una delle precauzioni più importanti da prendere con questo modo di formatura è il buon costipamento e la solidità di tutte le parti della forma. Perciò si adoperano sabbie più ricche di argilla, o si usano tutti i mezzi di collegamento, come spilli, colla, armature, ancore, ganci. L'azione forte del calore nella stufa non deve produrre nè screpolature,

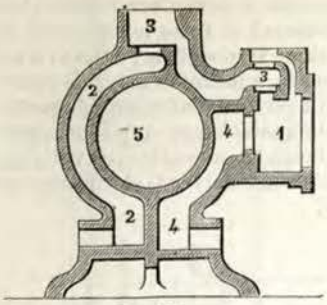


Fig. 1612.

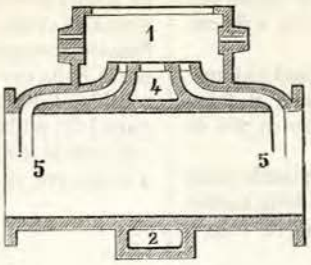
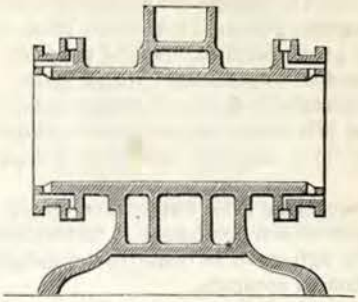


Fig. 1613.


Fig. 1614.

nè deformazioni di sorta, e così pure non si deve aver da temere che le forme si guastino in causa del maneggio che se ne deve fare per portarle e levarle dalla stufa.

Si formano preferibilmente con sabbia da stufa tutti i pezzi a noccioli complicati, come cilindri per macchine a vapore, condensatori, cassette di distribuzione, i pezzi che devono essere torniti, alesati e limati; i pezzi portanti grossi noccioli in terra che potrebbero prendere l'umido dopo l'essiccazione, stando in contatto delle forme umide, i pezzi che si devono colare con caduta del metallo e che richiedono forme resistenti; i pezzi a contorni rilevati, per i quali si opera la smontatura del modello scomponendolo in più parti, o per i quali occorrono tasselli o pezzi di riporto; per ultimo quei pezzi che devono riuscire molto lisci e netti con forme esili richiedenti l'impiego di ghise molto dolci.

Come esempio descriviamo il caso di un cilindro per macchina a vapore, qual è rappresentato dalle fig. 1612, 1613 e 1614.

Le prime tre figure danno una chiara idea delle forme definitive del pezzo fuso e la fig. 1615 mostra invece la sezione trasversale della forma montata e pronta per la colata.

Nell'esempio in questione occorrono diversi noccioli e cioè: il nocciolo 1 per la camera della cassetta di distribuzione; il nocciolo 2 pel condotto di ammissione del vapore che entra da una parte del pieduccio del cilindro e sale fino alla sede della valvola di presa; il nocciolo 3 pel condotto che dalla valvola di presa va ad un'altra valvola equilibrata a due sedi comandata dal regolatore, che governa l'entrata del vapore nella camera di distribuzione; il nocciolo 4 è quello pel condotto di scarico che proviene dalla cassetta e va a sboccare nel pieduccio del cilindro facendo esatto riscontro all'orificio da cui arriva il vapore; il nocciolo 5 è il più grosso e serve per l'interno del cilindro. Vi sono poi i due noccioli per i condotti di ammissione (fig. 1613) e per ultimo due altri piccoli noccioli per salvaguardare le cavità di alleggerimento lasciate nel pieduccio del cilindro lateralmente ai condotti di entrata e di uscita come appajono nella figura 1614.

È degno di nota il modo col quale è provvisto ad assicurare i diversi noccioli fra loro e cioè il pezzo 2 col 3, il pezzo 3 col pezzo 1 a mezzo di un'apposita spina *a* apparente sulla fig. 1615.

Il nocciolo dello scarico è assicurato da una parte nel pezzo 1 e dall'altra nella forma. I noccioli delle luci di ammissione si incastrano anch'essi ad una delle loro estremità sul pezzo 1 ed all'altra sul grosso nocciolo di mezzo 5. Il cilindro è fuso verticalmente ed è formato in tre staffe; una per il piede che ha il suo piano di separazione sull'asse dei tubi d'entrata ed uscita del vapore, e le altre due per il corpo del cilindro ed aventi il loro piano di separazione sull'asse del medesimo. È necessario di formare un pezzo riportato o tassello per effettuare la montatura del nocciolo 2, pel condotto d'entrata del vapore, che altrimenti non sarebbe possibile di collocare al posto.

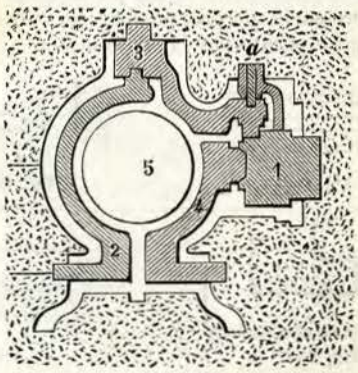


Fig. 1615.

Il modello è provvisto delle necessarie portate laddove i noccioli (fig. 1615) devono trovar modo di incastonarsi nella terra, ed in esso sono fatte delle parti mobili, ad esempio le portate dell'entrata e dello scarico del vapore, onde facilitare l'estrazione del modello, ed a questo stesso scopo deve essere anche il piede staccabile dal corpo del cilindro.

Le forme sono portate nella stufa e ben essiccate e lo stesso vien fatto anche per tutti i noccioli, lasciandoli dentro nelle rispettive casse d'anima, solo parzialmente aperte, onde non abbiano a deformarsi sotto l'azione del calore.

Ci sembra che questo esempio basti a dare un'idea del modo col quale bisogna collegare i diversi noccioli entranti a comporre una forma un po' complicata, onde impedire che si spostino quando si fa la colata del metallo. Del resto ciascun getto di questo genere può presentare difficoltà speciali, cui si fa fronte con opportuni espedienti ed il complesso di questi ultimi costituisce il corredo di cognizioni pratiche necessario per un buon modellista ed un buon formatore.

Formatura sul suolo con sagome e casse d'anima e formatura coll'impiego del falso pezzo sul suolo od in fossa. — Si impiegano per questi modi di formatura delle sabbie abbastanza grasse perchè possano legarsi bene senza però che contengano troppa argilla, nel qual caso andrebbero soggette a screpolarsi ed esigerebbero una essiccazione costosa, giacchè quest'ultima è in funzione diretta del tenore d'argilla della sabbia. Vi si aggiunge dello sterco di cavallo nella misura del 20 e 25 per cento allo scopo di rendere le terre più attaccaticcie e più porose e dar quindi facile uscita ai gas. Il metodo è applicato in tutte le fonderie per i pezzi circolari ese-

guibili senza il sussidio del modello e coll'impiego di apposite sagome girevoli (*schablone*, *trousse*) ed anche per formare grossi pezzi da fondersi una sola volta e di cui le dimensioni esigerebbero grandi staffe.

È necessario di dare una grande solidità tanto ai nocciuoli che alle cappe, segnatamente adoperando il falso pezzo, e ciò a mezzo di armature e legature di fili di ferro.

L'essiccazione delle forme deve essere graduale onde non produrre screpolature, e la triturazione delle sabbie destinate agli strati in contatto del metallo deve essere molto fina ed accurata.

Un esempio di formatura con sagome per ruote dentate a denti di ghisa è dato dalle figure 1616 a 1621. Il pezzo che si vuol ottenere è disegnato in sezione sulla figura 1616 e per esso occorre di preparare il modello del mozzo in due pezzi, un braccio o razza piatta e tante mezze nervature verticali da razza quante sono le razze della ruota. Le nervature simili per la forma di fondo non sono necessarie, perchè possono servire allo scopo quelle stesse adoperate per la controstaffa.

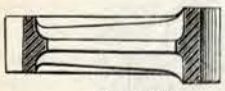


Fig 1616.

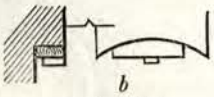


Fig. 1618.

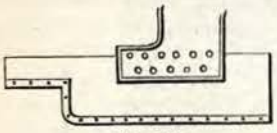


Fig. 1617.

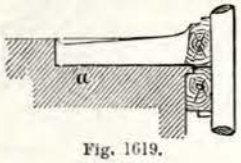


Fig. 1619.

Innanzi tutto colla sagoma (fig. 1617) si predispone un incavo circolare nella terra ed in esso si formano solo le nervature verticali superiori delle razze e metà del mozzo come è mostrato colla fig. 1619.

La forma così disposta presenta una superficie di giusto riferimento per le estremità delle razze. Entro di essa cioè si forma tutta la controstaffa la quale non contiene che le nervature verticali superiori delle razze ed il mezzo mozzo, oltre, beninteso, i fori di colata, gli sfiatatori e le tirate d'aria come al solito.

La forma provvisoria di terra ottenuta colla sagoma rappresentata sulla fig. 1617 deve essere ben liscia sulla sua superficie cilindrica, epperò si fa la sagoma più corta di qualche millimetro e questo si guadagna poi ripassando la forma con un pezzo *b* di legno lungo 300 mm. e rivestito di ferro (fig. 1618) onde lisciarla e ridurla al diametro preciso.

Quando s'è finita la impronta derivante dalla sagoma (fig. 1617) vi si interra esattamente metà del mozzo (fig. 1619), quindi si fa il giusto scomparto delle razze con o senza un apparecchio di divisione, in ogni caso montabile e girevole sull'asse rappresentato dalla figura, e si formano le nervature verticali delle razze, lasciando sotto a ciascuna una tavoletta *a* della larghezza della nervatura orizzontale delle razze stesse e per ultimo si forma il mezzo mozzo superiore. In tal modo si è finita la staffa superiore o controstaffa che levasi con riguardo e si ripassa e si liscia nelle parti eventualmente danneggiate.

Per formare la staffa o fondo serve la sagoma rappresentata sulla fig. 1620. Con essa si fa nella terra una cavità anulare destinata a ricevere le forme pei denti, nonchè si modella tutta la parte centrale di terra in rilievo che dal piano inferiore della forma si eleva fino ad annegare completamente le nervature verticali inferiori ed anche quelle orizzontali di tutte le razze che sono a forma di croce. Le razze si modellano, dopo averne fatto l'esatto scompartimento, a mezzo di una sola razza composta della nervatura verticale inferiore e di quella orizzontale. I denti si stampano entro apposite scatole (figure 1621 e 1622), a due, a tre, a quattro per volta secondo è divisibile il numero totale dei denti che devono entrare a comporre le ruote.

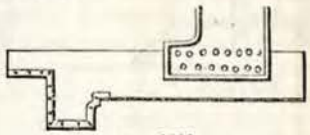


Fig. 1620.

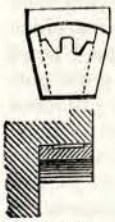


Fig. 1621.

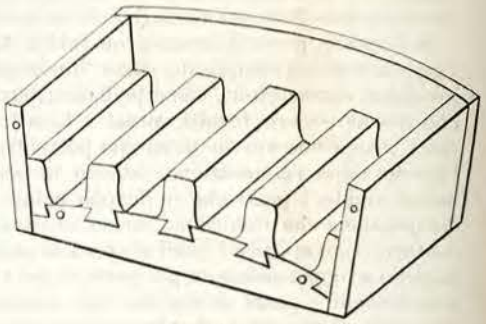


Fig. 1622.

Si mettono in posto tutti i pezzi di terra che contengono le forme dei denti, si pulisce la forma e la staffa può dirsi finita. Introducesi il nocciolo che corrisponde al foro del mozzo, si asciugano e si ripassano tanto la staffa che la controstaffa, dopo di che la forma è completata.

Invece di un modello completo di ruota dentata cilindrica sono bastate due sagome, il modello di una sola nervatura orizzontale e quello di una verticale per le razze, ed una piccola scatola per stampare denti. L'economia del processo di formatura con sagome ci pare così sufficientemente dimostrata.

Un altro schizzo di sagoma per un cilindro munito di flangie e di materozza (*masselotte*, *dead head*, *verlorner Kopf*) è rappresentato dalla figura 1622 **a**.

La materozza è un prolungamento della forma nella sua parte superiore, fatto allo scopo di raccogliervi le impurità sopranuotanti alla ghisa durante la colata ed anche perchè il peso del metallo così eccedente gravitando su quello sottostante concorra a costiparlo e farlo riuscire scevro da soffiature e sano in ogni sua parte. Un'altra sagoma opportunamente modificata serve a profilare il nocciolo del cilindro. Analogamente la figura 1622 **b** mostra una sagoma per il nocciolo (*noyau*, *Core*, *Kern*) d'una colonna, salvo foggiarne un'altra di opportuno profilo per l'esterno della medesima.

I sciaboloni sono fatti di legno ben stagionato, contornati di lamiera se sono di uso frequente ed anche talvolta interamente metallici. Il *sciabolone* è portato da due pezzi di ferro che diconsi *bandiere* e che si montano su apposito asse verticale od orizzontale a seconda dei casi.

La fig. 1622 **c** rappresenta (in scala minore) la forma per un cilindro di macchina soffiante ottenuta precisamente coll'impiego della sagoma schizzata alla fig. 1622 **a**.

Il grande nocciolo centrale è formato a parte con apposita sagoma, e l'interno della forma è fatto col profilo segnato a tratto fisso nella fig. 1622 **a**. Tanto il nocciolo quanto la parte esterna della forma poggiano

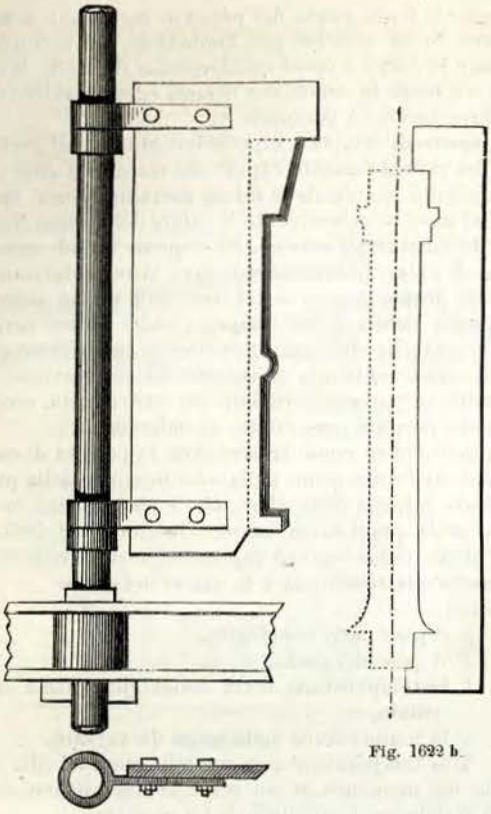


Fig. 1622 a.

Fig. 1622 b.

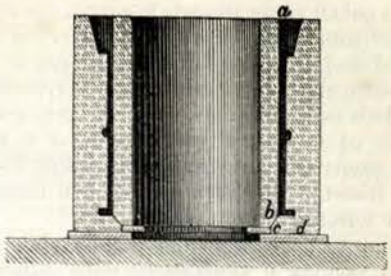


Fig. 1622 c.

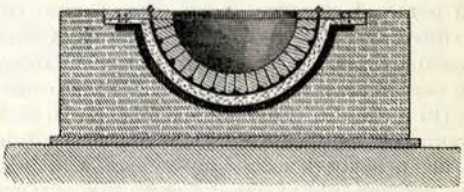
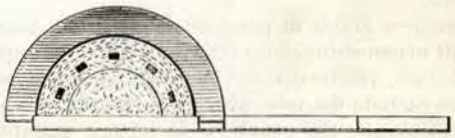


Fig. 1622 d



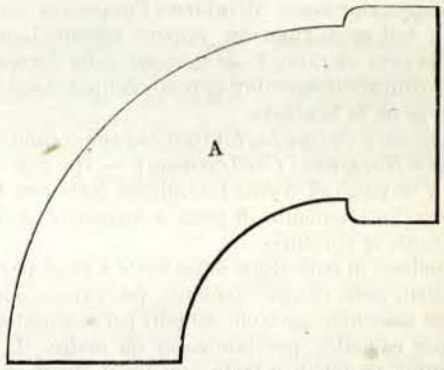


Fig. 1622 e.

su una speciale piastra di fondazione anulare fatta di ghisa e constano essenzialmente di muratura intonacata di argilla e sabbia da fonderia e modellata sugli ultimi strati a mezzo delle sagome. Il nocciolo è formato separatamente dalla parte esterna; le due forme lisciate ed essiccate son poi montate e cioè il nocciolo è infilato dentro la forma esterna ed è registrato a mezzo della parte conica *bc* praticata in basso della forma.

Queste forme in generale sono collocate entro fosse poste vicino ai forni, sia per facilitare il versamento della ghisa, sia perchè costipando della sabbia nell'intervallo compreso fra la parete interna della fossa e la esterna della forma, convenientemente fasciata da legature di ferro o contenuta entro staffe, riesce più facile di arrestare le eventuali fughe del metallo.

Un esempio di formatura con sagome è anche dato dalla figura 1622 d che rappresenta la sezione di una forma per una tinozza semisferica.

Il nocciolo è pendente e portato da un'armatura metallica che costituisce come una robusta gabbia su cui poggiano dei mattoni, all'esterno dei quali, verso la parte convessa, mettesi della sabbia fortemente argillosa che modellasi con apposita sagoma.

La controforma è contenuta pure entro una solida costruzione muraria, e formata pure con sagoma. Quando è finita e secca vi è portato il nocciolo, assicurato superiormente ad una grossa piastra anulare di ghisa che fa parte della sua armatura metallica, con che la forma è pronta per la colata.

Le sagome servono in molti altri casi. Per esempio debbasi preparare il nocciolo per un tubo a gomito con angolo retto o qualunque. Si prepara prima una tavola A che rappresenta la sezione orizzontale del gomito (figura 1622 e), poi si prepara una sagoma o calibro semicircolare il cui diametro sia quello della parte interna del tubo. Ciò fatto, disponsi sulla tavola A un'armatura speciale, ossia uno scheletro di nocciolo, gli si intreccia attorno un po' di paglia e quindi si intonaca di argilla e sabbia da fonderia e si profila la superficie esterna del mezzo nocciolo così fatto coll'ajuto del calibro guidato sulla tavola da due piccoli ribordi. Si capovolge la tavola A e si fa l'altro mezzo nocciolo.

La formatura col così detto *falso pezzo* non è altro che un' applicazione della formatura libera o con sagome di cui si è parlato fin qui. Si dispone dapprima il nocciolo, costruendolo, quando appena le sue dimensioni lo permettano, in muratura di mattoni e lasciandogli i necessarii orificii per l'uscita dei gas e del vapore. Sul nocciolo così preparato si mette, sempre colle sagome, uno spessore di terra tale da rappresentare lo spessore dell'oggetto che si vuol colare. Si ricopre poi questo spessore, cui si dà il nome di *falso pezzo*, con parecchi strati di terra ben legati fra di loro onde non si sfaldino o screpolino. Questi strati sovrapposti costituiscono la *cappa*, alla quale si dà un conveniente spessore a seconda delle dimensioni del pezzo da colare.

Si solleva quindi verticalmente la cappa, che deve essere ben consolidata o con fasciature di ferro o con staffe speciali ed uncini, a mezzo di una gru; poi si demolisce il falso pezzo che non ha più scopo, si rivestono le superficie della cappa e del nocciolo con terra fina, polvere di carbone ed amido e si essiccano e poi si rimette in posto la cappa con precisione, servendosi di un riferimento a incastro conico fra questa ed il nocciolo, dopo di che la forma è pronta.

Non sempre però la cappa è sollevabile in blocco. Talora la sagoma o generatrice della superficie è a forme rientranti curvilinee o rettilinee o miste ed allora bisogna tagliare orizzontalmente con un coltello la cappa in più pezzi ed estrarre questi come fossero cassette, salvo rimetterli esattamente a posto una volta demolito il falso pezzo e lisciata la superficie esterna del nocciolo. In questo caso le parti delle cappe funzionano come pezzi di riporto o tasselli. Il metodo del falso pezzo sarà adottato quando la montatura della forma non permette di preparare a parte il nocciolo e la forma che deve contenerlo, con apposite sagome; è certo vantaggioso il far a meno anche del falso pezzo se la forma è tale da permetterlo.

Allorchè si tratta di pezzi modellabili con sagome e portanti ornamentazioni o scritti, come ad esempio caloriferi, vasi, vasche per fontane, campane, ecc., si procede col metodo del falso pezzo e si riportano in rilievo su quest'ultimo gli ornati e le lettere stampate su lastrine di cera.

La cappa riproduce all'interno l'impronta corrispondente a tali pezzi riportati, epperò facendo liquefare o colare la cera durante l'essiccazione della forma resteranno le impronte sgombre epperò occupabili dal metallo quando se ne fa la colata.

Formatura in conchiglia (moulage en coquille; *Schalenguss - Hartguss; Chill-casting*). — Ha per caratteristica l'impiego di forme metalliche dette conchiglie e per scopo l'ottenimento di pezzi a superficie molto dure e resistenti al consumo.

Si fondono in conchiglia delle ruote a disco per veicoli ferroviarii, pezzi d'incrociamento per rotaje, pezzi speciali per macchine agricole, cilindri per laminatoi di metallo, per calandre, per laminatoi da molini da grano, le incudini, projettili e tutti quei pezzi che devono presentare una grande durezza alla superficie. Perchè il metallo possa occupare completamente la forma, limitasi la fusione in conchiglia ai pezzi di forme raccolte e semplici.

L'indurimento è dovuto presumibilmente al modo di comportarsi del carbonio contenuto nel metallo. Una ghisa grigia uniforme colata in conchiglia dà origine ad un pezzo, il quale alla superficie trovasi trasformato in ghisa bianca e quindi durissima e che all'interno presenta un nucleo centrale di ghisa grigia, scura e persino nera. Il carbonio si è combinato chimicamente col ferro alla superficie del pezzo e ne ha fatto una specie d'acciajo, mentre all'interno della massa appare ancora, e con effetto gradualmente crescente, la presenza del carbonio sciolto.

Vi sono delle ghise, o meglio delle miscele di ghise che meglio si prestano alla fabbricazione dei getti duri, ed è per ciò che la produzione della ghisa dura è mantenuta gelosamente come una specialità; non in tutte le fonderie si sanno fondere pezzi in conchiglia con buon risultato.

Talora ottiensi un indurimento che supera i 20 e 25 millim. in profondità, ed in casi eccezionali, con ghise di Norvegia si è ottenuto l'indurimento fino a 60 ed 80 millimetri.

Spesso si fonde parte del pezzo in conchiglia e parte in terra. In un cilindro per laminatoio, ad esempio, si formano in terra i perni onde restino di facile lavorazione e si fonde in conchiglia il puro cilindro sulla tratta che deve servire a laminare.

La specie di tempera superficiale subìta dai getti deriva dal raffreddamento rapido del metallo e cioè dalla conducibilità grande della forma metallica che si appropria ed assorbe celeremente il calore della ghisa liquida e lo trasmette all'esterno. Si capisce quindi come la massa di ghisa, impiegata nel fare la conchiglia, abbia ad esser proporzionata in tal modo alla massa del getto che questa debba poter sempre cedere calore verso lo esterno, giacchè altrimenti accadrebbe che la forte quantità di calore contenuta all'interno del getto avesse a far rinvenire la parte superficiale già raffreddata, con che andrebbe perduto ogni effetto di indurimento.

Ammettendosi come trascurabile la perdita di calore avuta dalla forma prima della solidificazione della prima superficie esterna della ghisa, che è piccolissima in confronto della quantità di calore contenuta nel getto, si può cercare come segue il rapporto che deve esistere fra la massa della conchiglia e la massa del getto.

Dicasi:

p il peso della conchiglia,
P il peso del getto,
t la temperatura della conchiglia prima della colata,
t_1 la temperatura della ghisa da versare,
T la temperatura comune alla ghisa ed alla conchiglia nel momento in cui cessa la trasmissione di calore e stabiliscesi l'equilibrio di temperatura,
C e C_1 rispettivamente i calori specifici della conchiglia e della ghisa liquida corrispondenti alle temperature t e t_1.

Si può scrivere che:

$$(pC + PC_1)T = pCt + PC_1t_1$$

e

$$T = \frac{pCt + PC_1t_1}{pC + PC_1}$$

Il calore specifico del ferro battuto, fra 0° e 100 gradi, è eguale a 0.1098, secondo i dati di Dulong e Petit, che si possono accogliere, in difetto d'altri, anche per la ghisa; quello però della ghisa fluente è, come abbiamo visto a pag. 1137, di 0.24 per 1200 gradi (esperienze Deny, recenti).

Inoltre, siccome lo scopo della conchiglia è quello di far rappigliare il primo strato di ghisa che la tocca, vale a dire portarlo a 520 o 540 gradi, ossia al calore rosso vivo, ed impedire che dopo il calore interno del getto valga a rifondere o rinvenire il primo strato raffreddato, si può ammettere che debba essere la temperatura finale comune, d'equilibrio fra getto e conchiglia, di 500°; per ultima facciasi $t = 30$, e $t_1 = 1200$ e sostituiscansi tutti i numeri precitati.

Si ottiene all'incirca $p = 3P$, cioè che il peso della conchiglia meglio adatto dovrebbe esser eguale a tre volte il peso del getto. In pratica si scende fino a due per ragioni d'economia.

Per dare alcuni esempi di questo modo speciale di formatura, citiamo alcuni dei casi più comuni.

La fig. 1622 f rappresenta la forma d'una ruota per veicoli ferroviarii, carri da trasporto o simili, per le quali si limita l'indurimento alla superficie esterna della corona, mentre per l'altra parte lasciasi alle ghise la sua ordinaria durezza e la conseguente facilità di effettuarne la lavorazione. La conchiglia è compresa fra due staffe, la superiore e l'inferiore, formate in terra, e contenenti

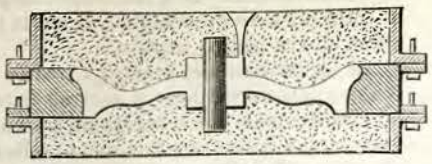


Fig. 1622 f.

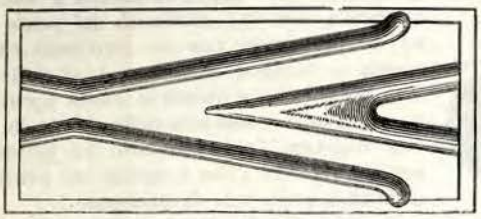


Fig. 1622 g.

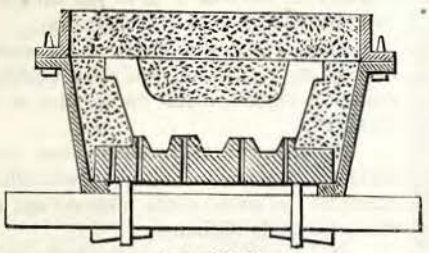


Fig. 1622 h.

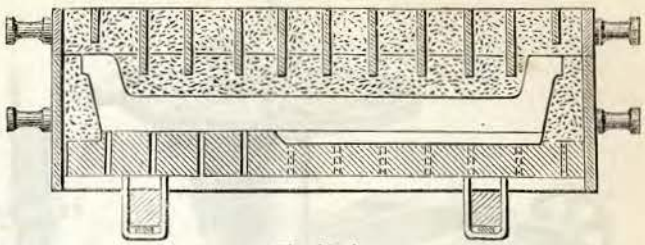


Fig. 1622 i.

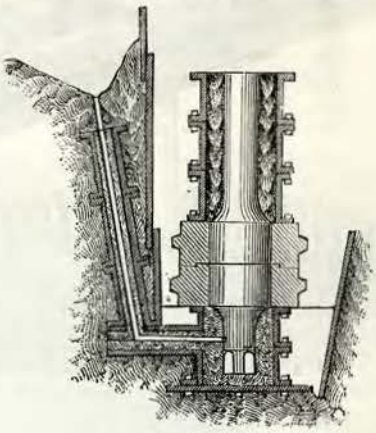


Fig. 1622 k.

le imposte pel nocciolo dell'asse, le tirate d'aria, gli sfiatatoi, il foro di colata *in caduta* dal mozzo.

La fig. 1622 g rappresenta un pezzo a cuore per incrociamento di binarii, e le figure 1622 h e 1622 i danno la sezione trasversale e quella longitudinale della forma pronta per la colata. L'indurimento della ghisa si effettua soltanto nella parte in cui il metallo viene in contatto delle conchiglie e cioè sulla faccia superiore del pezzo.

La conchiglia o parte metallica della forma è assicurata alla staffa principale nel modo schizzato sulle figure.

Per ultimo, accenniamo alla formatura di un cilindro ordinario massiccio quale è rappresentata in sezione dalla fig. 1622 k. Vi si vede una grossa conchiglia in due pezzi, collocata sopra a due piccole staffe, in cui è formato in terra il collo del cilindro, il pernio e l'allunga d'attacco inferiori. Al disopra, tre altre staffe in terra racchiudono l'altro pernio e la materozza. Il foro di colata è praticato entro piccole staffe apposite e messe per modo che il metallo entri dal basso nella forma, come si suol dire *a sifone*, e vi entri anche tangenzialmente.

Per impedire che la ghisa si attacchi alla conchiglia, questa dev'essere *intonacata* con uno strato di fina piombaggine. Si distende questa all'interno della conchiglia dopo averla ingrassata alquanto con un panno unto perchè la piombaggine possa ben aderire alla superficie metallica. Talune fonderie posseggono modi particolari di intonacare le conchiglie e vuolsi che da essi dipenda la buona riuscita di certe ghise dure; innanzi tutto però il successo è da attribuirsi allo studio di buone miscele delle diverse qualità di ghisa.

Le conchiglie o parti metalliche di una forma devono essere preparate molto accuratamente se non si vuole che screpolino o saltino sotto l'influenza dei rapidi assorbimenti di calore che sono destinate ad effettuare e dei successivi raffreddamenti.

Si fanno con ghise grigie, il più possibile omogenee e tenaci, e si fa il raffreddamento del getto molto lentamente, sono formate con sabbia molto argillosa ben essiccata, e si modellano, quando è possibile, con sagome girevoli. Si colano per disotto, aggiungendo alla forma una forte materozza per dare alla ghisa una maggiore densità, giacchè se la ghisa è molto tenace, l'aumento di densità viene a costituire una qualità molto utile per il metallo delle conchiglie.

La struttura del metallo dev'essere uniforme e senza difetti, epperò sarà utile di agitare la massa durante la colata onde facilitare l'uscita dei gas e vapori ed impedire la formazione di soffiature.

Formatura fatta col sussidio di mezzi meccanici. — Le macchine danno delle formature molto precise per il fatto che il modello è metallico ed estraibile senza spostamento alcuno; sono consigliabili allorquando si hanno da riprodurre costantemente ed in grande quantità gli stessi pezzi.

Ad esempio, si formano meccanicamente tutti i pezzi di macchine per la filatura e tessitura nelle officine inglesi specialiste per tali lavori; i pezzi per le macchine da cucire, ed anche cuscinetti comuni e da ferrovia, projettili; questi ultimi non tanto per la precisione quanto per la maggiore rapidità di lavoro e conseguente minore spesa di mano d'opera.

Si formano anche da qualche tempo le ruote dentate, senza modello, a mezzo della macchina Scott quale è rappresentata sulla fig. 1622 l.

Su di una piastra annegata nel suolo della fonderia è assicurato con viti il pieduccio *a*, destinato a portare un pernio figurato a linee punteggiate sul disegno. Un albero cavo *b* di ghisa è infilato sulla parte superiore del pernio e vi è tenuto solidale colle viti di pressione *c c*. La canna *b* è di diametro più piccolo all'estremità superiore (linee punteggiate), tornita e terminata con un anello *d* che serve a sollevare tutto il pezzo ed anche la macchina di formatura col sussidio di una gru.

Immediatamente sotto all'anello *d* è collocata una ruota elicoidale *e*, fissa sull'albero *b* e come questo non

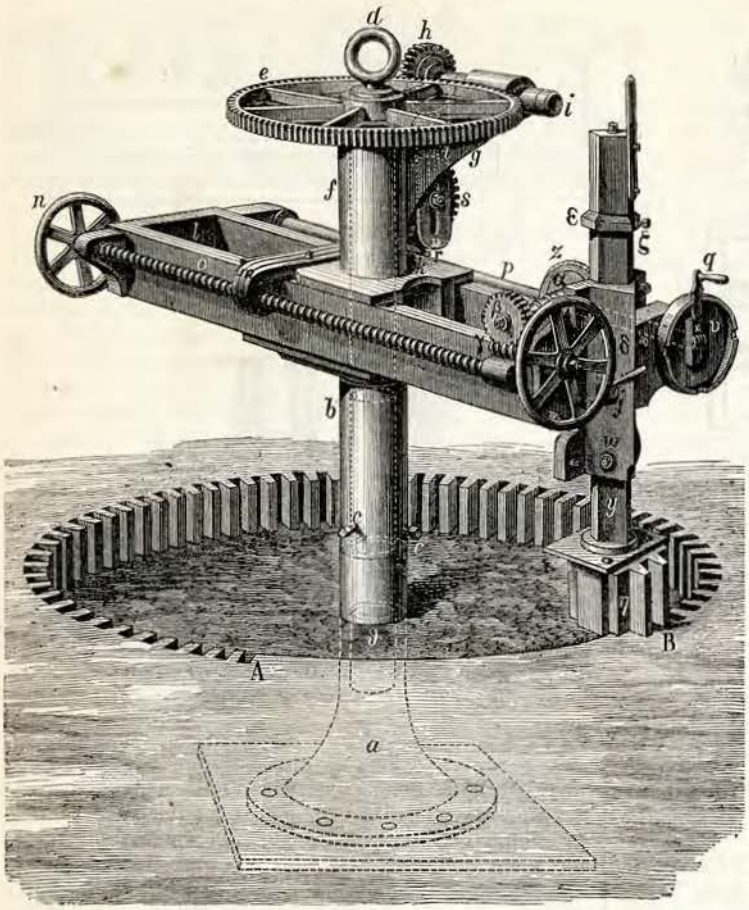


Fig. 1622 l.

girevole. Sulla parte tornita dell'albero *b* è infilato un collare *f*, tornito pure internamente e girevole su *b*, il quale porta due sopporti a mensola *g*, fra cui è contenuto l'asse della vite perpetua *i* che imbocca nei denti della citata ruota *e*. L'asse *i* riceve il movimento a mezzo della ruota dentata *h*, e quando questa gira, siccome la ruota *e* è fissa, deve girare la vite, i relativi sopporti ed il collare *f*. Però, con quest'ultimo è fusa la guida *k* del telajo orizzontale *l* per modo che questo, pur essendo liberamente traslatabile in senso orizzontale fra le sue guide, è obbligato a ruotare quando gira il collare *f* intorno a *b*. Per effettuare la traslazione orizzontale di detto telajo *l* serve il pezzo a madrevite *m* portato dalla guida *k*, giacchè in esso è contenuto un alberino filettato *o* girevole a mezzo del volantino *n*. Al lato opposto di *o* corre invece un alberino liscio *p* che ad un suo estremo è comandato dalla manovella *q* ed in un suo punto intermedio porta una ruota dentata *r* che a mezzo d'altre ruote *s* e *t* contenute in un sopporto spostabile (testa di cavallo) trasmette il movimento alla ruota *h* e quindi alla vite *i*. Ne deriva che girando *q*, si fa girare la vite e con questa tutto il collare *f* e quindi il telajo *l* della macchina di formatura.

È chiaro come sia possibile di ottenere rotazioni di ampiezza diversa del collare *f* e telajo *l* a seconda dei diametri e del passo delle ruote dentate interposte fra l'alberino *p* e l'albero della vite *i*, e questo proporzionalmente alla dimensione della ruota che si vuole formare, al passo dei denti, al numero dei denti costituenti il pezzo di modello adoperato.

Una tabella servirà a facilitare l'impiego di tutte le ruote di ricambio, di cui la macchina dovrà essere munita.

Ad un estremo del braccio *l* trovasi una lunga guida verticale *w* a sezione triangolare, nella quale può scorrere un pezzo prismatico *y* e così essere facilmente sollevato od abbassato. Per produrre tale movimento verticale serve la catena *z* che è attaccata alle due estremità del pezzo *y* ed avvolta anche con un giro sulla carrucola *α*. Girando il volano *δ*, si gira la vite perpetua *γ* e quindi la ruota *β* che è montata sullo stesso asse della carrucola *α*. Per regolare l'abbassamento del prisma, serve il colletto *ε* che è mobile sul prisma e fissabile colla vite di pressione *ζ*.

Il prisma porta alla sua parte inferiore il pezzo di modello *η* fatto per un dente e due intervalli; esso è suscettibile:

1) Di esser allontanato od avvicinato all'asse di rotazione dell'apparecchio secondo il raggio della ruota che si vuol formare;

2) Di muoversi secondo una circonferenza e secondo archi prestabiliti in funzione del passo e del numero dei denti della ruota da formare;

3) Di abbassarsi e sollevarsi verticalmente.

Il modo di formatura procede, una volta in posto l'albero *b*, come nella formatura con sagome, di cui si è parlato più addietro. Si spiana il suolo della fonderia e si forma la superficie di limite superiore della ruota come alla fig. 1617 sulla quale si fa la controstaffa comprese le nervature verticali superiori delle razze. Quindi si modellano i denti previa altra passata di apposita sagoma come alla fig. 1620. L'istessa macchina, quando si cangi il modello, può servire per ruote dentate coniche.

La macchina Scott può essere impiegata con vantaggio sia per la maggiore celerità del lavoro ch'essa può dare, quanto per la maggiore precisione della formatura, ben inteso però quando si debbano fabbricare ruote dentate su larga scala.

Un altro apparecchio, destinato alla formatura meccanica in genere, è quello proposto da Jobson (fig. 1622 m).

B B è la tavola di formatura consistente in una scatola rettangolare di ghisa aperta sul fondo ed in sommità e munita di due grossi pernii F F, aventi 0.15 di diametro e sostenuti entro due selle facenti parte della incastellatura della macchina. Gli stessi pernii sono prolungati in *h*, *h* ed ai loro estremi sono applicati due contrappesi *g*, *g* aggiustabili di posizione a seconda del bilanciamento che si vuol ottenere. La tavola B B può fare mezzo giro e ad arrestarla provvedono i due pezzi sporgenti *i*, *i* che vanno ad incastonarsi entro nicchie appositamente fatte nelle due spalle. La faccia piana della tavola B porta a mezzo di chiavarde ad orecchietta la staffa D, entro cui, nel caso della figura, modellasi la mezza forma di un projettile sferico.

S'intende che in lavoro la tavola F è girata di un mezzo giro e la staffa trovasi superiormente, perchè l'operajo possa pigiarvi la terra; fatta la formatura, tutto il sistema è girato coll'ajuto dei contrappesi *g*, *g*, quindi viene estratto dalla forma, col girare il volano *a* e rispettivo asse filettato, il mezzo modello sferico A,

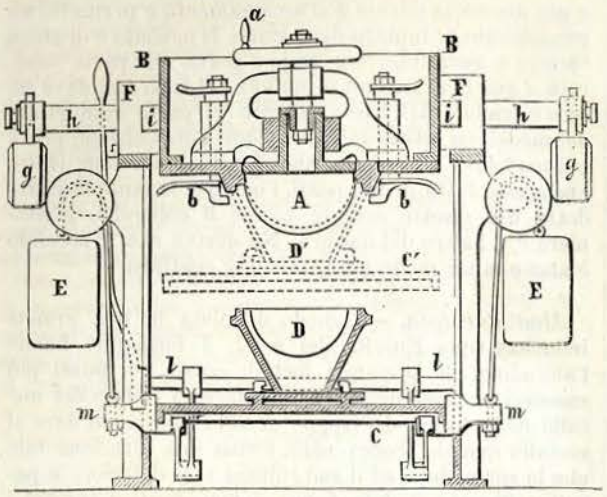
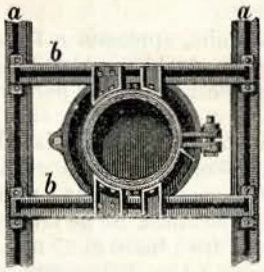


Fig. 1622 m.



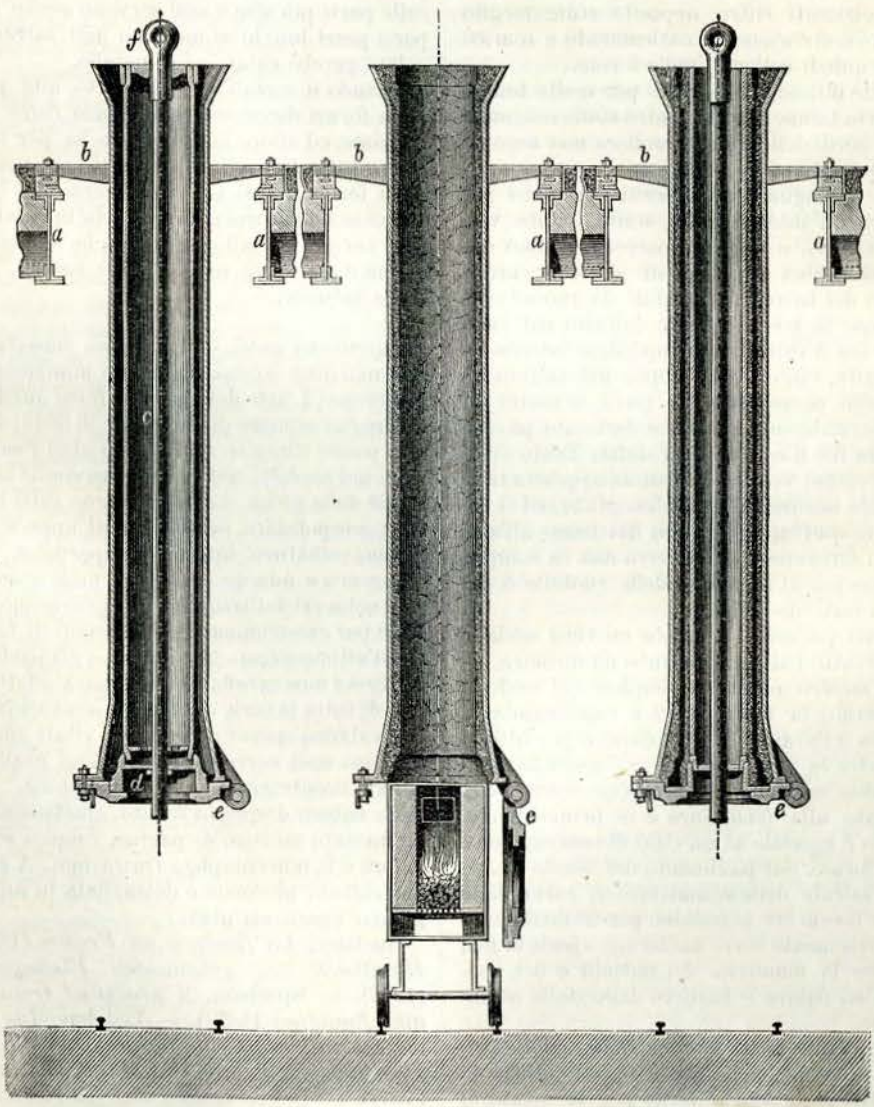


Fig. 1622 n. Fig. 1622 o. Fig. 1622 p.

quindi sganciate le viti *b*, *b*, sollevato prima il piatto di servizio *c* con una leva a mano agente sull'asse *l l* e col sussidio dei contrappesi E E, e portato sotto alla forma, indi abbassato di nuovo unitamente alla staffa compiuta. Si gira in senso contrario il piatto, vi si colloca una nuova staffa e si ripetono le operazioni già descritte.

Una macchina simile, applicata a formare cuscinetti per rotaje, può dare da 1000 a 1100 forme in 10 ore e cioè in ragione di quasi due forme per minuto.

Formatura per tubi di ghisa. — La fabbricazione dei tubi di ghisa ha assunto, in causa dell'aumentato impiego di essi per le condotte di gas e di acqua potabile, una eccezionale importanza. Se ne fanno di tutte le dimensioni comprese fra i limiti di 25 mm. di diametro e m. 1.50 di lunghezza e 1 m. di diametro con 4 m. di lunghezza. Impianti appositi sono sorti e processi speciali si sono immaginati per accelerare, migliorare e rendere più economica la loro fabbricazione. Si fanno due tipi di tubi di ghisa, cioè tubi a flangie e tubi a muffola o manicotto.

I noccioli sono sempre fatti con un'anima od armatura metallica fasciata con treccia di paglia e terra grassa, quindi essiccati entro apposite stufe meglio adatte, per la loro costruzione, al caricamento e scarico di essi noccioli e quindi collocati nelle forme.

Quanto a queste ultime si sono fatte per molto tempo e si fanno ancora in talune fonderie entro staffe esagonali in due pezzi, sui bordi delle quali si colloca una sagoma di guida per la formatura.

Si sono anche immaginati apparecchi meccanici per formare la terra all'interno delle staffe tenute verticali su appositi carri, e questi apparecchi o sono costituiti da grossi calibri cilindrici di ghisa aventi il diametro esterno del tubo e sormontati da ruotelle destinate a premere la terra cadente dall'alto nel vano anulare lasciato fra il calibro e la superficie interna cilindrica delle staffe, oppure al disopra del calibro invece delle ruotelle premenți sulla terra si mette un pezzo filettato parzialmente a elica e destinato pure a costipare la terra fra il calibro e la staffa. Tanto l'uno che l'altro apparecchio vengono mossi da apposita trasmissione verticale accorciabile ed allungabile, ed il calibro debitamente contrappesato sale dal basso all'alto della staffa per il fatto stesso della terra che va comprimendosi e formandosi al disotto o delle ruotelle o del maschio filettato testè descritto.

Oppure si adotta più semplicemente un vero modello metallico avente tutta l'altezza del tubo da formare.

La fig. 1622 n mostra una staffa completa col modello pendente all'interno; la figura 1622 o rappresenta la staffa già formata e durante l'essiccazione, e per ultimo la fig. 1622 p mostra la forma finita e col nocciolo montato. I disegni sono in scala di $^1/_{40}$. Devesi notare che il locale destinato alla formatura è in primo piano, mentre il terreno è speciale al servizio di essiccazione e trasporto delle forme. Sul pavimento del locale di formatura sono praticate delle scanalature di guida, dalle quali pendono le forme che si possono perciò facilmente traslatare; superiormente corre anche una specie di gru a trasmissione per la manovra dei modelli e dei noccioli che si devono calare e togliere dalle staffe od infilare nelle forme.

Le forme sono in due pezzi e cilindriche, ed il loro diametro è scelto per modo che fra la parete interna di esse ed il modello resti solo il posto per lo strato di sabbia, che per grossezze medie di tubi non supera i 25 millimetri, ciò che abbrevia il lavoro dei formatori e più ancora la durata dell'asciugamento e permette un più sollecito reimpiego delle staffe. Il modello è di ghisa tornito e perfettamente liscio e porta una parte separata *d* per la svasatura o muffola del tubo che deve essere estraibile dal basso, mentre la parte cilindrica *c* del modello si estrae dall'alto. Questa disposizione presa pel modello è riprodotta anche per il nocciolo, che è ancor esso fatto in due pezzi, l'uno per la muffola introdotto dal disotto sempre mercè il coperchio a cerniera *e*, e l'altro dal disopra. Ne deriva che il nocciolo è anche in tal modo perfettamente centrato.

Modi di colata. — Il modo di colata ha una grande influenza sulla riuscita dei getti. I formatori hanno l'abitudine: di lasciare i fori di colata nei punti più massicci e meno delicati; di evitare la caduta del metallo nella forma da troppo grande altezza; di dare al metallo quando sbocca nella forma una direzione tale che la sua caduta ed il suo efflusso non deteriori le pareti o gli spigoli della forma e non sposti o rovesci i noccioli; di proporzionare la dimensione dei fori di colata al volume dei getti. Gli *sfiatatoi* o condotti di fuga per gas, l'aria ed il vapore si collocano generalmente sulle parti più alte e così servono anche di materozze e per i pezzi lunghi si mettono agli estremi opposti alle colate perchè chiamino il metallo.

Quando il metallo è introdotto alla parte inferiore della forma dicesi essere la *colata fatta a sorgente od a sifone*, ed allora la materozza ha per iscopo di raccogliere tutte le parti surnuotanti, come scorie, impurità della forma e così via. Se si versa dal disopra e direttamente nella forma, dicesi fatta la *colata con caduta;* se si versa il metallo per modo che non entri subito nella forma dal disopra, ma entri sui fianchi, si ha la *colata detta laterale.*

Difetti dei getti. — La buona riuscita dei getti non può mai dirsi sicura. Vi hanno numerosissime cause di insuccesso. L'arte del fondere è forse quella che presenta il maggior numero di sorprese e di disinganni, ed a questi non ponno sfuggire anche i più abili fonditori. Imperfezioni nel modello, nella forma, anomalie nel modo di contrarsi della ghisa, da cui derivano getti incompleti, rotture, screpolature, contorcimenti, approfondamenti della forma, soffiature interne o superficiali, struttura non omogenea e minore resistenza nelle varie parti, squilibrii nella cristallizzazione che provocano rotture impreviste per cambiamenti anche piccoli di temperatura; su quest'ultimo argomento abbiamo già parlato in principio di questa monografia. Qui ci manca affatto lo spazio per dire di tutta la serie di cure, di precauzioni, di espedienti che valgono spesso ad evitare i citati guasti e che costituiscono quel corredo di cognizioni pratiche tanto difficili ad incontrare in un capo fonditore.

La natura di questo scritto, giustamente vincolato ad un limitato numero di pagine, valga a scusarne il poco valore e la non completa trattazione. A chi abbisogna di una coltura profonda e dettagliata in argomento consigliamo i seguenti libri:

Guettier, *La fonderie en France* (1882). — Dürre, *Handbuch des gesammten Eisengiessereibetriebes* (1875). — Spretson, *A practical treatise on casting and founding* (1878). — Ledebur, *Die Verarbeitung der metalle auf Mechanischem Wege.* — Stentz, *Uber die Anwendung von Maschinen in der Formerei* (1864). — Deny, *Études sur la fonderie, recherches experimentales* (1883).

C. Saldini.

GLICERINA. — Franc. *Glycerine.* Ingl. *Glycerine.* Ted. *Glycerin, Oelsuss.* Spagn. *Glicerina.*

Già nell'articolo Alcooli (vol. I, pag. 420) si è detto che la glicerina è un alcool e che i corpi grassi naturali non sono che veri eteri. Diffatti quando questi corpi grassi si assimilano gli elementi dell'acqua danno da una parte degli acidi grassi, dall'altra della glicerina.

La glicerina fu scoperta nel 1779 da Scheele, che l'ottenne trattando le materie grasse coll'ossido di piombo e le diede il nome di *principio dolce degli olii.* Chevreul mostrò più tardi (1823) che essa è il prodotto costante della saponificazione dei corpi grassi.

Pelouze e Redtembacher fecero delle ricerche estese ed importanti sulla glicerina; poi Berthelot giunse a realizzare la sintesi dei corpi grassi naturali facendo agire gli acidi sulla glicerina e stabilì che la glicerina è un alcoole trivalente. La sua formola sarebbe:

$$C^3H^8O^3 = C^3H^5\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$$

Tuttavia il primo etere artificiale è stato preparato da Pelouze e Gelis che ottennero la butirrina. La glicerina essendo un alcool trivalente forma tre serie di eteri, ai quali si dà il nome generico di gliceridi.

Si trova la glicerina allo stato libero in certi olii vegetali, come l'olio di palma, dal quale si può ricavare con un semplice trattamento all'acqua bollente (Pelouze e Boudet, Stenhouse). Si forma pure come prodotto costante della fermentazione alcoolica, ed esiste in piccola quantità nel vino; nella fermentazione dello zucchero di canna sotto l'influenza del lievito di birra, la proporzione della glicerina formata varia da 2.5 a 3.6 % del peso dello zucchero; nel vino si trova da gr. 4.34 a gr. 7.412 di glicerina per litro (Pasteur).

Preparazione e fabbricazione industriale della glicerina. — Tutte le operazioni nelle quali si saponificano i corpi grassi forniscono della glicerina come prodotto accessorio; tali sono la preparazione dell'empiastro semplice, la fabbricazione dei saponi e la industria delle candele steariche (vedi art. Candele, vol. II, p. 244). Diversi processi furono poi adoperati per purificare la glicerina ottenuta accessoriamente.

Nella preparazione dell'empiastro abbiamo un mezzo assai semplice per preparare la glicerina. Esso consiste nel riscaldare un grasso (specialmente gli olii) con ossido di piombo (litargirio) in presenza dell'acqua. Quando la saponificazione è terminata, si decanta la parte acquosa che sta sul sapone di piombo, se ne separa l'eccesso di piombo con una corrente di idrogeno solforato, si filtra e si evapora al bagno maria fino a consistenza sciropposa, e si compie l'evaporazione nel vuoto. La glicerina così ottenuta contiene soventi piccole quantità di piombo che la rendono impropria agli usi medici.

La preparazione industriale della glicerina è una operazione secondaria nella fabbricazione dei saponi e delle candele steariche. Mentre rimandiamo per questa fabbricazione agli articoli relativi, daremo qui alcune notizie speciali intorno al modo di ottenere la glicerina e di depurarla.

Dapprincipio tale prodotto accessorio ma abbondante della saponificazione dei grassi e specialmente della stearina era trascurato; ma ora è raccolto con cura, purificato e messo in commercio, tanto che si recò qualche utile modificazione nella preparazione degli acidi grassi, tale da permettere di raccoglierla in istato di conveniente purezza. Ed è di queste modificazioni che vogliamo qui specialmente parlare.

Nella fabbricazione dei saponi, quando il sapone è stato separato per aggiunta di sal marino, si hanno le acque madri alcaline che contengono tutta la glicerina dei corpi grassi impiegati. Si neutralizza coll'acido solforico, si toglie l'eccesso di questo col carbonato di bario, si filtra, si evapora e si fa digerire il prodotto sciropposo per alcuni giorni coll'alcool; il solfato di sodio si separa e cristallizza; allora si decolora con carbone animale, si evapora di nuovo a consistenza sciropposa e si riprende il residuo con alcool forte, si filtra e si evapora al bagno maria. Questo processo lungo e costoso non può essere adoperato su grande scala e non è industriale.

Nella saponificazione dei grassi colla calce per ottenere le candele steariche, si è pure adoperato per purificare la glicerina un processo che richiede l'uso dell'alcool e presenta i medesimi inconvenienti che il precedente. Per estrarre la glicerina dalle acque madri della saponificazione calcare dei grassi si ricorre al seguente metodo di Cap, adoperato su vasta scala.

Le acque madri della saponificazione calcare sono trattate coll'acido solforico per precipitare la calce e concentrate in vasi aperti fino a che abbiano una densità di 1.07 (10° Baumé); si aggiunge un po' di carbonato di calce per saturare l'acido solforico in eccesso, se è necessario, e si evaporano di nuovo fino a che il liquido abbia una densità di 1.87 (24° Baumé). Col raffreddamento, il solfato di calce si separa; si filtra, si concentra a 28° Baumé e si decolora col carbone animale.

Questo processo è vantaggioso; ma la glicerina ottenuta può contenere piccole quantità di calce. Esso fu in appresso alcunchè modificato. Si concentrano le acque madri, poscia si inacidiscono con acido solforico e si fanno bollire in recipiente chiuso, munito di agitatore, per espellere gli acidi volatili; si lasciano raffreddare dopo di aver raggiunta la densità di 10° Baumé e si neutralizzano col carbonato di calcio. Si continua quindi come sopra.

Da Campbell Morflit venne poi proposto il seguente metodo: si prendono 50 chil. di olio, di sugna o di altro grasso neutro, si versano entro un tino e vi si fa giungere una corrente di vapore d'acqua. Quando la materia è fusa, vi si stemprano chil. 2.5 di calce spenta e ridotta a latte di calce con chil. 11 e $^1/_4$ di acqua. Si copre il tino e si continua il riscaldamento mediante il vapore fino a che la saponificazione sia terminata. Si getta ogni cosa sopra una tela, si raccoglie l'acqua che passa, si scalda in bagno di vapore sottoponendola ad una corrente di anidride carbonica fino a che tutta la calce sia precipitata; e siccome può formarsi del bicarbonato, lo si fa deporre per mezzo della ebollizione. Si lascia quindi in riposo, si decanta e si evapora a conveniente consistenza. La glicerina così ottenuta ha reazione alcalina per un poco di calce libera che contiene; ma in molti casi è utile.

Qualunque sia la provenienza della glicerina, si possono poi adoperare due metodi per depurarla, a seconda che si vuole ottenere glicerina raffinata oppure glicerina distillata.

Nel primo caso si diluisce fino a 10° Baumé; se contiene acido libero, vi si aggiunge della calce per neutralizzarla, si decolora con carbone di ossa, che esporta pure una parte dei residui delle materie grasse e della calce. Quindi la si concentra nel vuoto; e se si è di nuovo colorata, la si tratta di nuovo con carbone animale e si filtra, servendosi delle stesse disposizioni che si usano nelle raffinerie di zucchero per filtrare i sciroppi.

Quando la glicerina deve servire per fabbriche di dinamite, allora è necessario che sia esente di cloro. Quindi nel raffinarla si precipita il cloro con nitrato d'argento,

poi l'argento in eccesso si precipita con idrogeno solforato. Questa glicerina però, raffinata per precipitazione, non potrebbe servire per la medicina.

Il solo mezzo di avere industrialmente una glicerina completamente esente di materie minerali consiste nel distillarla in una corrente di vapore acqueo soprascaldato. L'azione del vapor d'acqua soprascaldato permette non solo di purificare la glicerina proveniente dalla saponificazione piombica o calcare, ma ancora produce direttamente la saponificazione senza l'intermezzo degli alcali. Indicato fin dal 1825 da Chevreul e da Gay-Lussac, il vapor d'acqua fu adoperato per la preparazione degli àcidi grassi da molti industriali, ma essi non avevano per iscopo che la fabbricazione di questi acidi, e operarono ad una temperatura abbastenza alta per distruggere la glicerina, Furono F. Wilson e G. Payne che, nel 1854, impiegarono un processo, per mezzo del quale si ottengono nello stesso tempo la glicerina e gli acidi grassi destinati alla fabbricazione delle caudele steariche (vedi art. CANDELE).

Si usa a tale scopo un lambicco ordinario col suo refrigerante. Il fondo del lambicco si scalda a fuoco nudo, un registro posto nel camino permette di regolarne la temperatura. Per caricare l'apparecchio lo si scalda, vi si introducono i corpi grassi neutri o parzialmente neutri, poi si fa arrivare del vapore soprascaldato alla parte inferiore della massa di grasso o di olio, in modo che esso lo attraversi sotto forma di numerosi canaletti. Si ha cura di non raggiungere mai la temperatura alla quale la glicerina si decompone. Perciò un termometro è posto nel lambicco, e, sia che si agisca sui grassi o sugli olii, deve segnare fra 288° e 315° C.

La glicerina in queste condizioni non si decompone punto e si separa allo stato di purezza. Se poi le sostanze grasse non sono che parzialmente neutre, si può scaldare maggiormente e condurre rapidamente l'operazione finchè tutti gli acidi grassi siano distillati. Appena la loro distillazione è finita e ove la temperatura oltrepassasse i 315°, la glicerina potrebbe cominciare a decomporsi formando della acroleina, specialmente se la corrente di vapore non è abbastanza abbondante. Ciò viene avvertito da emanazioni acri che provocano la lacrimazione. Si è potuto tuttavia operare a temperatura più elevata senza decomporre la glicerina, adoperando una corrente di vapore abbastanza abbondante, ma non si ha alcun vantaggio.

Si può adoperare un condensatore a compartimenti, oppure raccogliere separatamente i prodotti condensati nelle parti del refrigerante più o meno lontane. Si ha allora che l'acqua e la glicerina si riuniscono negli ultimi compartimenti e non nei primi in cui la temperatura è più elevata e che separano specialmente gli acidi grassi. Del resto, col riposo e col raffreddamento i prodotti distillati si separano molto rapidamente in due strati, l'uno composto di acidi grassi, l'altro di una soluzione acquosa di glicerina che si può concentrare per evaporazione.

Questo apparecchio può servire per la rettificazione della glicerina ottenuta cogli altri processi.

La glicerina separata completamente od incompletamente dagli acidi grassi deve essere distillata da sola, fuori del contatto dell'aria col mezzo del vapore sovrascaldato, il quale esporta con sè le impurezze più volatili. Perciò si evapora la glicerina a temperatura la più bassa possibile finchè abbia la densità 1.15; quindi vi si introduce una corrente di vapore alla temperatura di 100° a 110°, continuando per più ore fino a che i prodotti che distillano non presentino più reazione acida. A questo punto si scalda la glicerina facendovi gorgogliare del vapore sovrascaldato alla temperatura di 170° a 180°.

Col vapore sovrascaldato si ottiene una proporzione di glicerina che rappresenta 6.5 ad 8 % del grasso da cui si ricava, supponendo che la glicerina sia a 30° B.; col processo dell'acido solforico non se ne ottiene che 4,5 a 5 %.

Un altro buon processo di purificazione proposto nel 1870 da Sarg di Vienna consiste nel farla cristallizzare. La glicerina non cristallizza se si raffredda rapidamente. Se invece la si mantiene per lungo tempo a 0° e sia abbastanza disidratata, allora cristallizza. Per accelerare la cristallizzazione, si aggiungono dei cristalli di glicerina già prima ottenuti. La massa solida che si ottiene è durissima e perciò per staccarla si adoperano recipienti di ferro dei quali si possono scaldare con cautela le pareti. Si rompe quindi la massa e si fanno sgocciolare i pezzi e poi si fondono di nuovo. Quando si opera su glicerina greggia, è necessaria una seconda distillazione. In tal modo si giunge a separare certi prodotti di un sapore acre.

Finalmente Rochleder ha constatato pure che si possono saponificare i grassi coll'acido cloridrico e mettere la glicerina in libertà. Si scioglie per esempio dell'olio di noce in alcool assoluto, si dirige sul liquido scaldato una corrente di gas cloridrico secco. Agitando quindi il liquido coll'acqua si hanno due strati; l'uno oleoso, l'altro acquoso e acido. Si decanta quest'ultimo, si evapora a bagno maria, e si riprende la massa sciropposa e giallastra coll'etere. Questo scioglie gli eteri degli acidi grassi dell'olio di noce e lascia la glicerina allo stato insolubile.

PROPRIETÀ. — La glicerina concentrata nel vuoto è un liquido appena sciropposo, di un sapore zuccherino, inodoro, incoloro o leggermente giallastro; esposto all'aria assorbe del vapore acqueo. La sua densità è 1.261 a 15° C. Quantunque con un freddo artificiale intenso essa non possa solidificare, tuttavia cristallizza in condizioni non ancora determinate. Sul principio del 1867, durante il freddo dell'inverno, delle botti riempite di glicerina furono importate dalla Germania in Inghilterra, e si constatò al loro arrivo che una gran parte della glicerina si era solidificata in piccoli aghi cristallini e bianchi. Questi aghi fondono a 7 o 8° (Crookes).

Sottoposta alla distillazione la glicerina pura passa in parte inalterata verso 275 a 280°; ma una grande porzione si decompone dando della acroleina, dell'acido acetico, dell'acido carbonico e dei gas combustibili, e nello stesso tempo si formano dei composti poliglicerici. Nel vuoto essa distilla senza alterazione. Bolle a 179°.5 alla pressione di 12 mm.; e a 210° sotto 50 mm; a 290°.4 alla pressione di 756 mm. A contatto dell'aria brucia con una fiamma splendente.

La glicerina si scioglie in tutte le proporzioni nell'acqua e nell'alcool; è insolubile nell'etere e nel cloroformio.

Quando una soluzione acquosa di glicerina è sottoposta all'azione del freddo, una porzione soltanto dell'acqua si solidifica, e la porzione rimasta liquida è una soluzione più concentrata di glicerina.

La glicerina scioglie un gran numero di corpi minerali e organici: jodo, bromo, potassa, sali deliquescenti; solfato di rame, di potassio, di sodio, ecc.; acidi vegetali, ecc. La glicerina stessa anidra scioglie pure l'ossido di piombo. Scioglie pure la gomma, gli zuccheri, i saponi, l'albumina e le materie coloranti.

Secondo Surun, la glicerina scioglie in tutte le proporzioni: bromo, cloruro di antimonio, cloruro ferrico, gli ipocloriti di sodio e di potassio; gli acidi solforico, nitrico,

cloridrico, fosforico, acetico, tartarico; l'ammoniaca, la potassa caustica, la soda caustica, il nitrato d'argento, il nitrato acido di mercurio:

100 grammi di glicerina sciolgono:

Carbonato di sodio	98
Borace	60
Tannino	50
Arseniato di potassio	50
» di sodio	50
Cloruro di zinco	50
Joduro potassico	40
Allume	40
Solfato di zinco	35
Cianuro potassico	32
Solfato di rame	30
Cianuro di mercurio	27
Solfato di ferro	25
Cloruro di ammonio	20
Cloruro sodico	20
Acido arsenioso	20
» arsenico	20
Carbonato ammonico	20
Acetato di piombo	20
Acido ossalico	15
Acido borico	10
Acetato neutro di rame	10
Bicarbonato sodico	8
Cloruro mercurico	7.50
Clorato potassico	3.50
Jodo	1.90
Joduro mercurico	0.29
Fosforo	0.20
Solfo	0.10

Secondo Vogel, una parte di zucchero richiede per sciogliersi 2.5 di glicerina, ed una parte di gomma ne richiede 3.5.

Secondo T. Farley, si richiede per sciogliere

1	parte di solfo	2000	p.	di glicerina
1	» jodio	100	»	»
1	» bijoduro di mercurio	340	»	»
1	» sublimato corrosivo	14	»	»
1	» solfato di chinina	48	»	»
1	» tannino	6	»	»
1	» veratrina	96	»	»
1	» atropina	50	»	»
1	» cloridrato di morfina	19	»	»
1	» tartaro emetico	50	»	»
1	» joduro di solfo	60	»	»
1	» joduro di potassio	3	»	»
1	» solfuro di potassio	10	»	»

La glicerina scioglie pure gli oleati metallici e il solfato di calcio: 100 p. di glicerina di densità 1.114 sciolgono p. 0.71 di oleato di ferro, 0.04 di oleato di magnesia, 1.18 di oleato calcico, e 0.957 di solfato calcico; la solubilità di quest'ultima sostanza cresce colla temperatura.

La glicerina si ossida producendo una sostanza bruna, quando si evapora la sua soluzione in contatto dell'aria.

Per l'azione degli acidi in generale si ottengono gli eteri, che, come già dicemmo, si chiamano *gliceridi*. Tra questi abbiamo i gliceridi naturali, detti grassi, formati generalmente dagli acidi grassi monovalenti, della serie dell'acido formico. I più comuni sono la palmitina, la stearina e la oleina. La margarina non sarebbe altro che un miscuglio di stearina e di palmitina (Heintz). (Vedi art. Grassi). Fra i derivati della glicerina parleremo qui in modo speciale della

Nitro-glicerina.

La glicerina per l'azione di un miscuglio di acido nitrico e solforico fornisce la nitro glicerina $= C^3H^5(ONO^2)^3$. Questa sostanza fu scoperta dal Sobrero nel 1850, il quale la ottenne nel seguente modo. Ad un miscuglio di due parti in volume di acido solforico a 66° B. e di una di acido nitrico a 50° B. si aggiunga $^1/_6$ in volume di glicerina, dopo raffreddamento del miscuglio dei due acidi. La glicerina si scioglie e dopo poco tempo si separano alla superficie del liquido delle goccie oleose giallastre. Si versa il tutto in 15 o 20 volumi di acqua, e la nitro-glicerina si separa al fondo del vaso. Decantata l'acqua, si lava il prodotto fino a che l'acqua di lavatura non sia più acida e si essica nel vuoto.

Secondo Railton, la nitro-glicerina si decomporrebbe in parte per evaporazione nel vuoto, anche alla temperatura ordinaria.

Secondo Champion, si prepara vantaggiosamente la nitro-glicerina versando 380 gr. di glicerina in un miscuglio di 1000 gr. di acido nitrico fumante e 2000 gr. di acido solforico, agitando per pochi istanti e versando il miscuglio in 15 a 20 volumi d'acqua. Si ottengono così 760 gr. di nitro-glicerina.

Nell'industria la si prepara col metodo di Kopp. Si mescola da una parte, in un recipiente di grès posto nell'acqua fredda, dell'acido nitrico fumante, col doppio del suo peso di acido solforico concentrato; dall'altra parte si evapora in una marmitta della glicerina del commercio, ben libera di calce e di piombo, fino a che essa segna 30 a 31° Baumé. Si versano in seguito 3300 gr. del miscuglio ben raffreddato o in un pallone di vetro oppure in una capsula di porcellana o di grès, e vi si fanno colare lentamente, agitando continuamente, 300 gr. di glicerina; il vaso deve essere continuamente circondato di acqua fredda. La nitro-glicerina si separa sotto forma d'un olio pesante, che si lava con un po' d'acqua, e si conserva in bottiglie; ma è allora acida ed acquosa e vuol essere adoperata poco tempo dopo la sua preparazione.

De Vry, per preparare la nitro-glicerina pura, prende 100 gr. di glicerina sciropposa di densità 1.262, e la aggiunge a poco a poco a 200 gr. di acido nitrico di densità 1.52, posta in un miscuglio frigorifico, agitando di continuo. A ciascuna aggiunta la temperatura del miscuglio deve essere di — 10°C'. e non mai raggiungere 0°. Quando si è ottenuto un miscuglio omogeneo, si aggiungono a poco a poco 200 gr. di acido solforico concentrato, mantenendo la temperatura al disotto di 0°. La nitro-glicerina galleggia come olio, e viene separata per mezzo d'un imbuto a robinetto, sciolta in poco etere; evaporato l'etere, la nitro-glicerina rimanente viene scaldata al bagno maria fino a che il suo peso sia costante. Si ottengono così 184 gr. di nitro-glicerina pura.

Secondo il processo di Mowbray si giunge a preparare fino a 150 litri di nitro-glicerina al giorno, ottenendo da 42 chil. di glicerina 94 chil. di nitro-glicerina pura, congelabile al disotto di 9° (*Dingler's polyt. Journ.* 113, 172).

La lavatura della nitro-glicerina con acqua presenta l'inconveniente che, quantunque si faccia a temperatura assai bassa, tuttavia non si può impedire che si sviluppi una certa quantità di calore dovuta alla idratazione degli acidi nitrico e solforico; in tal caso la nitro-glicerina si decompone parzialmente. Fillann per togliere tale inconveniente, e riavere anzi gli acidi eccedenti, propone di far cristallizzare la nitro-glicerina per raffreddamento e quindi separare gli acidi dai cristalli con un apparecchio a forza centrifuga. Si accelera la solidificazione aggiungendo una piccola quantità di nitro-glicerina cristallizzata già prima. Dopo aver preparato i cristalli, si portano nell'acqua fredda, in cui si liquefanno formando uno strato denso che cade al fondo; allora si fa uscire dal recipiente la nitro-glicerina, che è già pura.

La nitro-glicerina è un liquido incoloro o leggermente giallastro, inodoro, di un sapore dolciastro. La sua den-

sità è di 1.60 a 1.80. Insolubile nell'acqua, solubilissima nell'etere e nell'alcool. Viene precipitata dalla sua soluzione alcoolica per aggiunta di acqua. È poco volatile; a 160° dà dei vapori nitrosi e non detona che a 257°. Bolle a 185°. A — 15° diviene densa e a — 20° cristallizza.

La nitroglicerina è una sostanza venefica. È un composto assai pericoloso, poichè quantunque non detoni che ad alta temperatura, basta una leggera percussione per farla esplodere violentemente. Sopra questo argomento vedasi pure all'articolo sulle materie esplosive e sulla dinamite.

La nitro-glicerina si decompone poi anche spontaneamente con forte esplosione, e sembra più facilmente quando contiene ancora dei prodotti acidi.

Altre volte si decompone spontaneamente senza detonare.

Secondo Gladstone, il modo di prepararla porterebbe delle differenze nelle proprietà della nitro-glicerina. È quella che si prepara colla glicerina ordinaria idratata, che esplode per la percussione, mentre che quella ottenuta dalla glicerina anidra non è esplosiva e brucia senza pericolo. Le due qualità però si decompongono spontaneamente sviluppando dei vapori rossi.

La nitroglicerina viene adoperata come sostanza esplosiva. Viene pure adoperata in medicina per le paralisie, per le affezioni nevralgiche e spasmodiche.

Impurezze e falsificazioni della glicerina. — Saggi relativi. — L'applicazione della glicerina in medicina e ad altri scopi richiede che essa sia pura. Quella che si ottiene saponificando i grassi con ossido di piombo o con calce, può contenere l'uno o l'altro di questi corpi. Si riconosce il primo coll'acido solfidrico. Per riconoscere la calce si scioglie la glicerina nel suo peso di alcool contenente 1 % di acido solforico; nel caso che vi sia calce, il solfato di calcio formato precipita (Cap).

Sotto il nome di glicerina pura si trova soventi in commercio della glicerina purificata con processi chimici e che, applicata sulla pelle, produce irritazione invece di esercitare un'azione calmante. Sembra che questa glicerina, quantunque neutra, sia accompagnata da combinazioni contenenti acido formico e ossalico. 100 cm^3 di una tale glicerina danno coll'acido solforico 8 cm^3 di gas, formati da volumi uguali di acido carbonico e di ossido di carbonio. Ecco come si deve procedere al saggio. Si mescolano volumi uguali di acido solforico (densità 1.83) e di glicerina; il miscuglio si scalda e si colora leggermente in bruno; esso rimane limpido, senza sviluppare gas, se la glicerina è pura; la impura invece dà uno sviluppo di gas più o meno abbondante.

Oltre al contenere impurezze, la glicerina può essere anche falsificata. Può essere falsificata o per aggiunta d'acqua, che ne diminuisce il valore; o per quella di certe materie zuccherine, come sarebbero glucosi, miele, sciroppo di fecola e sciroppo di zucchero.

Si può fare un saggio generale, oppure dei saggi speciali per scoprire le diverse sostanze. Champion e Pellet propongono di fare il seguente saggio qualitativo della glicerina commerciale. Si tratta la glicerina, diluita col doppio peso d'acqua, con acetato di piombo. Se si forma un precipitato abbondante e che in breve deposita, allora la glicerina presenta tali impurezze da non poter servire per diversi scopi, per es., per la fabbricazione della nitroglicerina. Di tale qualità è per lo più la glicerina greggia, ottenuta per l'azione dell'acido solforico sui grassi. Le sue impurezze dipendono dall'azione ad alta temperatura (c. 100° C.) dell'acido solforico sui grassi o sopra alcune sostanze estranee.

La glicerina ottenuta nella saponificazione con calce può ancora contenere oleato di calce. In questo caso essa dà coll'ossalato di ammoniaca un intorbidamento.

La mancanza di colore non è per nulla un segno esclusivo della sua purezza.

La sua reazione colla laccamuffa e colla curcuma deve essere neutra.

Quando la glicerina ha la concentrazione conveniente deve avere la densità di 1.26 a 1.27 a 15°. Quando non contenga materie estranee, l'areometro può servire direttamente a riconoscere la quantità d'acqua che essa contiene in più.

Si può determinare il peso x di acqua contenuta in 100 p. di una glicerina o colla formola $x = \frac{100\,(p - 1.266)}{p\,(1 - 1.266)}$ in cui 1.266 è il peso specifico della glicerina anidra e p quello della glicerina da saggiarsi, oppure servendosi della tabella data da Champion e Pellet, nella quale accanto alla densità della glicerina è inscritta la quantità procentica di acqua in essa contenuta.

Peso di 1 lit. di glic.	Grado del Baumé	Acqua in 100 p.	Peso di 1 lit. di glic.	Grado del Baumé	Acqua in 100 p
1264.0	31.2	0.0	1235.0	28.6	11.0
1262.5	31.0	0.5	1233.5	28.4	11.5
1261.2	30.9	1.0	1232.2	28.8	12.0
1260.0	30.8	1.5	1230.7	28.2	12.5
1258.5	30.7	2.0	1229.5	28.0	13.0
1257.2	30.6	2.5	1228.0	27.8	13.5
1256.0	30.4	3.0	1227.0	27.7	14.0
1254.5	30.3	3.5	1225.5	27.6	14.5
1253.3	30.2	4.0	1224.2	27.4	15.0
1252.0	30.1	4.5	1223.0	27.3	15.5
1250.5	30.0	5.0	1221.7	27.2	16.0
1249.0	29.9	5.5	1220.2	27.0	16.5
1248.0	29.8	6.0	1219.0	26.9	17.0
1246.5	29.7	6.5	1217.7	26.8	17.5
1245.5	29.6	7.0	1216.5	26.7	18.0
1244.0	29.5	7.5	1215.0	26.5	18.5
1242.7	29.3	8.0	1213.7	26.4	19.0
1241.2	29.2	8.5	1212.5	26.3	19.5
1240.0	29.0	9.0	1211.2	26.2	20.0
1239.0	28.9	9.5	1210.0	26.0	20.5
1237.5	28.8	10.0	1208.5	25.9	21.9
1236.2	28.7	10.5	—	—	—

Abbiamo anche una tabella del Fuchs che serve per soluzioni anche più diluite di glicerina.

Peso specifico	Quantità centesim. di acqua	Peso specifico	Quantità centesim. di acqua	Peso specifico	Quantità centesim. di acqua
1.266	0	1.211	17	1.158	34
1.263	1	1.208	18	1.155	35
1.260	2	1.205	19	1.152	36
1.256	3	1.202	20	1.150	37
1.253	4	1.199	21	1.147	39 *
1.250	5	1.196	22	1.144	40
1.246	6	1.193	23	1.141	41
1.243	7	1.190	24	1.139	42
1.240	8	1.187	25	1.136	43
1.237	9	1.181	26	1.133	44
1.233	10	1.178	27	1.130	45
1.230	11	1.175	28	1.128	46
1.227	12	1.172	29	1.125	47
1.224	13	1.169	30	1.122	48
1.221	14	1.167	31	1.120	49
1.217	15	1.164	32	1.117	50
1.214	16	1.161	33	—	—

(*) Il numero 38 manca alla tavola di Fuchs.

Secondo Lentz si può determinare la ricchezza di una glicerina acquosa in glicerina pura partendo dalla densità e dall'indice di rifrazione della soluzione per mezzo della seguente tabella:

Glicerina %	Densità	Indice di rifrazione	Glicerina %	Densità	Indice di rifrazione
100	1.2691	1.4758	45	1.1183	1.3935
95	1.2557	1.4686	40	1.1045	1.3860
90	1.2425	1.4613	35	1.0907	1.3785
85	1.2292	1.4540	30	1.0771	1.3719
80	1.2159	1.4467	25	1.0635	1.3652
75	1.2016	1.4395	20	1.0498	1.3595
70	1.1889	1.4321	15	1.0374	1.3520
65	1.1733	1.4231	10	1.0245	1.3454
60	1.1582	1.4140	5	1.0123	1.3392
55	1.1455	1.4079	1	1.0025	1.3342
50	1.1320	1.4007			

Per lo zucchero e per la gomma differenti sono i processi di ricerca stati indicati; l'uno di essi è basato sul fatto che la glicerina pura diluita con acqua e trattata con alcune goccie di acido nitrico non cambia colore se la si scalda con molibdato ammonico, mentre che essa diventa azzurra se contiene zucchero o destrina. Si versano in una capsula 5 goccie di glicerina da saggiare, 100 a 200 goccie di acqua distillata, 3 a 4 cg. di molibdato ammonico ed una goccia di acido nitrico puro (25 %); si fa bollire. Questo processo fa conoscere la più piccola traccia di zucchero o di destrina.

Si riconosce ancora il glucosio facendo bollire il liquido con soda e potassa caustica; il glucosio produce una colorazione bruna, che non danno nè la glicerina pura, nè quella contenente zucchero di canna. Per riconoscere quest'ultimo si scalda il liquido al bagno maria con una o due goccie di acido solforico diluito, fino a che l'acqua sia evaporata; il liquido imbrunisce se contiene dello zucchero di canna (Palm).

Per scoprire il glucosio e lo zucchero di canna Bolley propose di mescolare ed agitare bene assieme volumi uguali di cloroformio e di glicerina e poi lasciarli in riposo. Si formano due strati: il superiore di glicerina idrata, l'inferiore di cloroformio; questo se si presenta omogeneo, non v'ha materia zuccherina; ve ne ha invece se depone un sedimento cristallino.

L'aggiunta di glucosio si può anche riconoscere riscaldando la glicerina con una soluzione di tartrato cupropotassico; in caso di falsificazione si ha la separazione di protossido di rame rosso.

Per scoprire le sostanze zuccherine si può anche usare il polarimetro, perchè la glicerina è inattiva sulla luce polarizzata. Basta a questo scopo un tubo della lunghezza di 200 mm. Si può anche riconoscere con questo metodo quale è lo zucchero adoperato per l'adulterazione, fondandosi sulle proprietà ottiche del glucosio e del saccarosio.

Per fare una determinazione complessiva delle sostanze organiche estranee si trattano 50 gr. di glicerina, diluita prima con acqua, con acetato di piombo in eccesso, si raccoglie il precipitato sopra un filtro pesato, si lava, si secca, si pesa, si calcina, si tratta il residuo con acido nitrico e si precipita la soluzione con acido solforico diluito. Dal peso di solfato di piombo ottenuto si calcola quello dell'ossido di piombo, e deducendo questo dal peso del precipitato di acetato di piombo, si deduce la quantità delle sostanze organiche estranee. Questa raggiunge di rado la proporzione di 1 a 1/2 %.

La calce viene determinata per mezzo dell'ossalato ammonico.

Ricerca della glicerina. — Quando si vuol riconoscere la presenza della glicerina in un liquido si aggiunge ad esso della soda fino a reazione alcalina, vi si immerge quindi una perla di borace, e dopo un contatto di alcuni istanti si scalda al cannello; si vedrà apparire una colorazione verde se il liquido contiene della glicerina. Questo processo permetterebbe di scoprire $^1/_{100}$ di glicerina nell'acqua, nella birra, nel vino, nel latte, ecc. (Semer e Law).

Applicazioni della glicerina. — Troppo lungo sarebbe il discorrere di tutte le applicazioni che la glicerina riceve nelle arti, nella industria e nella vita domestica. Ne enumereremo la maggior parte, e daremo qualche cenno più dettagliato sopra alcune principali.

La glicerina trova applicazione nella fabbricazione della nitroglicerina e dinamite, in medicina, nella fabbricazione dei colori di anilina, nella tintoria, nella stampa delle tele, delle stoffe, nei colori pei timbri, negli inchiostri da copia-lettere, nei rulli da stampa, nella fabbricazione della carta, delle tappezzerie, nella fotografia, nella filatura del colone, nelle bozzime per cotone e mussolina, nella tessitura, nella confezione dei panni, nella concia delle pelli, nella lavorazione del cuojo, nella fabbricazione della gelatina e della colla, della cera, dei saponi, nella confezione dei tabacchi, nella fabbricazione della birra, del cioccolato, nella conservazione degli alimenti (frutta, albumi d'uovo, tuorli d'uovo, ecc.), nella profumeria (cosmetici, coldcream, pomate), nella fabbricazione dei liquori, delle mostarde, nella confezione dei vini, come lubrificante nelle macchine, (pulitura delle armi da fuoco), infine come liquido per i contatori del gas.

Fabbricazione della nitroglicerina e dinamite. — Di questa abbiamo parlato sopra, e per maggiori ragguagli rimandiamo all'art. Materie esplosive.

Uso terapeutico. — Pura, od anche mescolata con principii medicamentosi, viene applicata in medicina in diversi modi e per diversi scopi.

La glicerina fu proposta in medicina per la prima volta nel 1846 da De la Rue a Londra, ove fu applicata dal chirurgo Startin, che ne riconobbe le proprietà antisettiche e l'utilità per certe malattie cutanee. In seguito dal 1850 al 1851 Cap dimostrò che essa è utile veicolo, col quale si potevano ottenere nuove preparazioni farmaceutiche. Andrews di Chicago propose di adoperare la glicerina per la conservazione del vaccino.

Per gli usi medici la glicerina più riputata è quella che esce dall'officina di Price e di Wilson, e che viene ottenuta col metodo del vapore sovrariscaldato.

Per il gran costo di tale glicerina si pensò a purificare quella proveniente dalla saponificazione dei grassi colla calce, e Cap propose a tale scopo il metodo vantaggioso esposto sopra.

La glicerina officinale deve avere i seguenti caratteri:

1° Essere incolora, inodora, anche quando la si confrichi colle dita.

2° Aver sapore zuccherino blando, senza acredine nè amarezza.

3° Non lasciare residuo fisso quando venga bruciata completamente in capsula di platino.

4° Avere la densità di 1.26 a 15°.

5° Non presentare reazione nè acida, nè alcalina.

6° Non dare nè precipitato, nè colorazione coi reattivi del piombo, della calce, del cloro e dell'acido solforico.

La glicerina fu trovata vantaggiosa specialmente per uso esterno come solvente, e si chiamano gliceroliti i medicamenti nei quali fa da eccipiente, e glicerati quelli

in cui la sostanza attiva è disciolta e stemperata in una specie di colla fatta con glicerina e amido.

Conservazione dei colori. — Pohl adopera la glicerina per impedire l'efflorescenza dei sali sul carmino di indaco disseccato. Egli aggiunge alla pasta di carmino, prima di disseccarla, 3 a 4 % di glicerina; questa aggiunta non esercita alcuna influenza nociva sulla bellezza e purezza del colore (1).

Si adopera in Inghilterra per la fabbricazione dei pani dei colori per l'acquerello (*moist colours*), che conservano la loro consistenza molle in tutti i climi.

Concia e confezione delle pelli, cuoi, vesciche, ecc. — Secondo Claus, si prendono le pelli non conciate, e dopo averle sborrate, lavate a grand'acqua, scarnificate e digrassate nel modo consueto, si tuffano in tinozza con glicerina, anche diluita, e si lasciano fino a che ne siano impregnate o sature. Estratte dal bagno, se ne toglie la glicerina aderente alla superficie e si stendono in luogo aerato perchè si asciughino. Si trattano nello stesso modo anche le pelli di mezza concia. Così preparate si possono usare come i cuoi cedevoli, la guttaperca ed altre materie simili per coreggie e cordami.

Inzuppando le pelli fresche di glicerina, esse si conservano senza indurire troppo.

Kletzinscky si servì della glicerina anche allo scopo di mantenere morbide le vesciche che si tengono nei laboratorii, rendendole per di più impermeabili ai gas.

Impermeabilità dei tessuti. — La glicerina viene anche adoperata per dare la impermeabilità alle stoffe, alle tele, alla carta. Secondo il consiglio di Wrigt, si possono rendere impermeabili le stoffe spalmandole di una mescolanza di trementina, olio di ricino, lacca in soluzione alcoolica e glicerina. Si usa pure immergere le tele e la carta nella glicerina della densità di 20 a 25° B., a cui si aggiunge carbonato potassico.

Fabbricazione della carta. — Il Brown trovò che la glicerina introdotta nella pasta della carta, la rende più liscia e morbida. Riguardo alla quantità da introdursi la si varia a seconda delle qualità che si vogliano dare alla carta. Bisogna anche distinguere se si vuole impiegare la carta secca o umida. Nel primo caso bisogna incollarla, perchè possa essicarsi convenientemente, se no la glicerina assorbendo dell'umidità manterrebbe la carta umidiccia. Nel secondo caso si può tralasciare la colla o metterne in assai piccola proporzione. Si può mescolare la glicerina alla pasta che serve a fabbricare la carta. Se la carta deve essere adoperata secca, bisogna aggiungere alla quantità di pasta necessaria per fabbricare 100 chilogrammi di carta, circa 5 chilogrammi di glicerina di densità 1.18 e fare la mescolanza con cura.

In altri casi si ha vantaggio a mescolare la glicerina insieme alla colla ed applicarla come al solito. In questo caso si mescola 1 p. in peso di glicerina con 7 p. di colla insoluzione.

Si può pure applicare la glicerina alla superficie della carta già condotta a termine. Bisogna a tale scopo sciogliere la glicerina nell'acqua nella proporzione di 1 p. in peso e di 7 p. d'acqua e immergere la carta in questa in soluzione.

Estrazione delle sostanze attive del luppolo. — Facendo digerire il luppolo colla glicerina, esso le cede la luppolina ed altri principii che danno il gusto amaro alla birra e contribuiscono a conservarla. Quindi è stato proposto di trattare le birre con soluzioni di luppolo nel detto solvente.

La glicerina si impadronisce della parte astringente, del principio amaro, della sostanza resinosa e della aromatica; aggiunta al mosto vi produce la precipitazione del glutine eccedente.

Conservazione e confezione dei vini e dei liquori. — Kletzinsky crede che aggiungendo nei vini la glicerina con un po' di acido succinico, debbano riuscire meno facili ad alterarsi. Così pure dice di aggiungerne una certa quantità dopo averla infusa colle gemme di betulla per trasfondere l'aroma particolare dei vini del Reno. Egli afferma che facendo fermentare del buon mosto dopo aggiunta di glicerina aromatizzata con un po' di acido succinico, il vino risultante possiede l'abboccato di quei vini.

Si usa anche per edulcorare i vini, le birre ed i liquori, poichè essendo omogenea, digeribile e di sapor grato, dà a queste bevande un sapore gradito al palato dei consumatori. Ad una parte di zuccaro si crede utile sostituire della glicerina pura, ma entro limiti alquanto ristretti; essa contribuirebbe alla loro conservazione. Anche i vini da imbottigliare e la birra ne ricevono gran giovamento.

È evidente che per questo scopo bisogna adoperare soltanto glicerina distillata, e esente affatto da acidi grassi.

Conservazione dei frutti, alimenti, ecc. — I frutti freschi e sani si possono mantenere un anno intero nella glicerina senza presentare altra alterazione che quella di essere increspati. Si propose da qualcuno la glicerina per la conservazione di tutte le sostanze alimentari; ma Kletzinscky crede che non servirebbe per le carni ed in generale per sostanze molto azotate. Fu anche proposto di sostituirla allo zuccaro di canna per la preparazione delle conserve di latte. Anche per i sciroppi di frutti di limone, di cedro, ecc. la glicerina può essere utile poichè ne impedisce lo ammuffimento, ed evita l'inconveniente del solidificarsi di certi sciroppi aciduli che talora si convertono in poltiglie per la trasformazione dello zucchero di canna in glucoso.

Conservazione degli animali. — La glicerina serve specialmente per la conservazione dei pesci, poichè per essa questi non perdono i loro vivaci ed eleganti colori come avviene cogli altri processi. Serve pure ad impedire la putrefazione dei preparati anatomici, adoperandola o sola, o mista con acido fenico.

Applicazioni nella tessitura. — Maudet ha adoperato per i fili una bozzima a base di glicerina detta anche *glicerocolla* che dispensa i tessitori dal lavorare nelle case umide. La si dà pure alla trama per conservarle una certa mollezza e per prevenire l'ammuffire ed il fermentare. A tale scopo si procede colla seguente ricetta:

Destrina gommosa	chilogr.	5
Glicerina a 28° Baumé	»	12
Solfato d'allumina	»	1
Acqua	»	30

150 grammi di questo liquido uniti con 250 grammi di gelatina sciolta prima in 3 litri d'acqua, costituiscono una soluzione normale di glicerocolla.

Applicazione alla tintoria. — Arnaudon fino dal 1858 l'ha adoperata per la estrazione dell'alizarina dalla robbia. L'alizarina e l'estratto alcoolico di robbia si sciolgono nella glicerina e tanto meglio quanto più si riscalda, cosicchè il liquido acquista un colore scarlatto cupo. Se allora si diluisce con acqua, l'alizarina precipita e può essere raccolta. Questi estratti di robbia danno colori più puri e più durevoli, come si potè sperimentare col rosso di Andrianopoli.

(1) Dynglers, *Politechn. Journ.*, clx, 392.

La glicerina scioglie anche il rosso di cocciniglia e le altre materie coloranti adoperate per i liquori.

Scioglie pure il solfato di indaco. Si fa digerire dell'indaco finissimo di Bengala in 130 a 150 gr. di acido solforico di Nordhausen poi si satura l'acido con carbonato di calcio e si dissecca perfettamente la poltiglia azzurra, la quale scaldata poi colla glicerina, cede a questa un bellissimo colore che può passare al verde aggiungendo tanto zafferano sopraffino, da renderne appena sensibile il sapore. Anche questi due colori si possono adoperare per i liquori.

Secondo Gros-Renaud, il violetto di anilina si scioglie assai bene nella glicerina di densità di 1.20 ed alla temperatura di 60 a 65°.

Springmühl (1872) partendo dal fatto che la glicerina scioglie più facilmente i colori di anilina che non l'alcool e l'acqua, ne tentò l'applicazione alla tintura, usando a tal uopo dei bagni che l'abbiano per veicolo; e ne ottenne dei buoni effetti sulla lana, seta e cotone relativamente a tutti i colori derivati dal catrame.

Herrbürger (1873) propose di sciogliere i colori di anilina facendoli bollire per due ore con 750 gr. di alcool a 38°, aggiungendovi 250 gr. di glicerina a 28° Baumé. La glicerina impedisce la precipitazione della materia colorante quando vi si incorpora qualche addensante, come albumina e simili.

La tintura coll'aiuto della glicerina produce un' ade renza della materia colorante sulla fibra, maggiore che non con altri mezzi; tuttavia se il prezzo della glicerina non diminuisce, forse non è conveniente per l'uso perchè se ne perde nella lavatura della stoffa, dopo aver dato il colore. Quella che rimane nel bagno, purchè non siasi usato qualche mordente, può sciogliere nuovi quantità di colore e servire altre volte.

Esperienze di confronto sopra lana e seta hanno dimostrato che le tinte colla glicerina hanno un tono più vivo e più lucido che non quelle coll'acqua. Se poi si scalda fin oltre 100°, la tinta apparisce anche più bella e più solida.

La tintura con glicerina presenta sempre vantaggi, sopra quella ad alcool; sia, perchè la glicerina innalza il punto di ebollizione dell'acqua e agevola l'aderenza sulla fibra, specialmente col cotone, sia perchè non presenta l'inconveniente delle soluzioni alcooliche nelle quali la evaporazione dell'alcool produce una parziale precipitazione della sostanza colorante.

Kletzinsky osservò che la glicerina può aiutare la tintura del cotone mercerizzato e la sua mordenzatura in una sola operazione, ottenendosi colori più saturi e più nutriti.

La glicerina è utilissima pei colori a stampa sulla lana, dacchè prima di dare il vapore li mantiene in istato di umidità costante.

Nei colori a stampa sul cotone accelera e favorisce la ossidazione dei mordenti avanti la tintura.

Gros-Renaud ha notato che l'albumina si scioglie benissimo ad una temperatura di 70° nella glicerina diluita del suo volume d'acqua, e che questa soluzione si conserva lungo tempo senza che l'albumina entri in putrefazione; la glicerina è pure un buon solvente della gomma. Quindi si suole anche incorporare in quelle composizioni di albumina, caseina e gomma che si adoprano per dare l'apparecchio alle tele, perchè le conserva morbide e ne impedisce la putrefazione.

Applicazione come lubrificante. — È un ottimo lubrificante per quelle parti degli organi delle macchine che rimangono esposte all'aria ed ai mutamenti alterni della temperatura esterna, dacchè non si addensa, non irrancidisce, non congela e forma difficilmente morchia. Talora la si mescola con metà il suo peso di olio di oliva.

La si adopera pure nei rotismi delicati, come quelli degli orologi. — Per le bussole galleggianti della marina serve meglio di tutti gli altri liquidi; la si adopera pure nei manometri per impedire che si insucidi la superficie del mercurio.

Applicazioni nella stampa a mano delle tele. — Addensata alquanto con amido, se è necessario, si adopera per formare quello strato mucilaginoso sul quale si tengono adagiati i telai, su cui si deve stendere il colore, per dar loro la mollezza e la resistenza necessaria. La glicerina offre il vantaggio di non fermentare, di non essiccarsi, di non mutar densità e di poter essere tolta facilmente dai telai con semplice lavacro d'acqua.

Rulli da stampa tipografica e fototipica. — Aggiungendo 1 parte di glicerina a 3 di colla si ottengono rulli da stampa che mantengono più morbidezza di quelli fatti con colla e melazza, adottati nelle macchine da stampa e nelle recenti applicazioni della fototipia litografica.

Carta e inchiostri da copialettere. — Vasseur e Houbrigaut ne hanno brevettato l'uso per la fabbricazione degli inchiostri e della carta da copiare. Quando si imbeve la carta per il copialettere con una soluzione acquosa di glicerina e 5 parti di acqua, si mantiene sufficientemente umida perchè non occorra bagnarla, quando la si sottopone allo strettojo con sotto la lettera scritta.

Si aggiunge la glicerina anche ai colori per timbri, ai lustri da scarpe.

Applicazione nella fotografia e alla zinco-incisione. — Venne proposta per i processi a collodion secco. Si sa che il joduro d'argento secco disseminato nelle fibre del cotone fulminante perde completamente o quasi la sua sensibilità alla luce; cosicchè per lungo tempo non si poterono adoperare delle lastre collodionate secche. In seguito si trovò che basta coprirle con un sale deliquescente, oppure d'un corpo grasso come la glicerina, o di un corpo colloide o resinoso ecc. perchè venga conservata per alcuni giorni la sensibilità. J. Spiller e Crookes hanno proposto la glicerina diluita con tre volte il suo volume d'acqua.

La glicerina entra anche nelle soluzioni che servono a staccare dal vetro lo strato di collodio o di bromogelatina quando si adoperano le negative pellicolari nella zinco-incisione. Varii sono i metodi adoperati per quello scopo. Si possono prendere i negativi recentemente fatti e non ancora inverniciati, disporli perfettamente orizzontali sulle viti calanti e versarvi sopra per uno spessore di 2 a 3 millimetri la seguente soluzione tiepida:

Gelatina ordinaria	gr. 25
Zucchero	» 6
Acqua	» 500
Glicerina	» 5
Alcool (per piccole porzioni)	» 100

Quando la soluzione si è rappresa si pone la lastra ad asciugare, e ad essicazione completa si solleva la pellicola.

Un altro metodo consiste nel porre la negativa a collodio per qualche minuto in una bacinella contenente acqua acidulata al 10 % con acido cloridrico, quindi lavarla accuratamente con acqua pura e essicarla completamente. Si pone quindi perfettamente a livello e vi si versa sopra la seguente soluzione:

Acqua	gr. 100
Gelatina	» 20
Glicerina	» 4

Quindi si compie l'operazione come sopra.

Estrazione dei principii aromatici. — Tichborne estrae gli aromi dei fiori per mezzo della glicerina. Quando questa è carica del principio odorante, la si sottomette alla distillazione oppure la si diluisce con acqua e si agita con cloroformio o con solfuro di carbonio; questo scioglie l'aroma e lo abbandona per evaporazione.

Si può anche operare in generale così. Si mettono fiori, foglie ed altre parti fragranti delle piante in una cassetta di latta e vi si versa sopra della glicerina a poco a poco, fino a scacciarne tutta l'acqua e a coprirli. Si chiude a saldatura il coperchio e si tiene la cassetta in cantina per un anno. Se allora si apre e si spreme il contenuto per estrarne la glicerina, si avrà un liquido odorosissimo, che consta di una soluzione dei principii aromatici e di qualche altro delle piante.

Conservazione del tabacco. — Se si mescola un po' di glicerina al tabacco, essa lo mantiene umido senza togliergli la qualità di continuare quella lenta fermentazione per cui acquista l'odore ricercato.

Profumeria. — La glicerina entra in molti preparati speciali della profumeria, come acque ed aceti odorosi, pomate, olii, ecc. La glicerina entra a costituire la così detta *crema di malva*, la brillantina, la lozione di glicerina, la lozione cantaridata inglese. Si adopera pure direttamente la glicerina profumata coll'essenza di fiori d'arancio. Mescolandola col sapone ordinario si ottiene un sapone assai morbido. Si adopera a tal uopo preferibilmente il sapone molle o a base di potassa. I saponi alla glicerina sono di un uso molto diffuso (vedi articolo Profumeria).

Contatori a gaz. — Siccome la glicerina rimane liquida a bassa temperatura, è stata proposta per sostituire l'acqua nei contatori a gas (Barreswill). Nei nostri paesi in cui non si ha a temere temperatura inferiore a —25°, serve bene una mescolanza di acqua e di glicerina del peso specifico tra 1.113 e 1.121, ossia tra 15 e 16° Baumé, contenente 45 % di glicerina anidra. Dopo un certo tempo però, la soluzione di glicerina è satura di ammoniaca, di materie bituminose, di acidi, di acqua, ecc. Allora corrode il metallo e si congela facilmente. Hasse trovò che bisogna cambiarla di anno in anno, quindi ricuperarla per mezzo della purificazione col seguente processo. Una piccola caldaia cilindrica contenente circa 3 quintali di glicerina, viene riempita per circa i $^5/_6$ di glicerina impura, quindi riscaldata lentamente e mantenuta per alcune ore a 50-60° C.; in seguito viene portata a 120-130° C. e tenutavi fino a che i vapori, che escono per un robinetto fissato sulla caldaia, non diano più reazione di ammoniaca o d'acidi alla carta di tornasole. Poscia si lascia raffreddare lentamente il liquido e lo si toglie dalla caldaia per mezzo di un tubo fissato nel fondo di essa. Per liberare poi la glicerina dalle sostanze grasse servono dei filtri cilindrici di lamine di zinco, riempiti con carbone animale semifino e inumidito. Sotto i filtri si trovano delle capsule di porcellana per raccogliere la glicerina. Il processo di questa filtrazione è così semplice che un operaio in due ore può purificare da 3 a 4 quintali di glicerina.

Conservazione delle argille plastiche, degli stampi di gesso, ecc. — La glicerina è adoperata pure per mantenere l'umidità di certi corpi, dell'argilla da modellare (Barreswill); gli scultori ne fanno un impasto coll'argilla per potere lavorare, correggere gli abozzi o modelli più facilmente, senza tema che la pasta si indurisca; ed inoltre la stessa pasta può ancora loro servire per altri modelli.

Serve pure per mantenere l'umidità del cuoio non tannato, sopra tutto per l'esportazione e per preservare questo da ogni alterazione, — delle colle, dei cementi, delle malte, dei mastici; di più questi ultimi possono essere preservati dall'azione del gelo.

Hoffmann propose la glicerina per gli stampi di gesso, per impedire l'aderenza dell'oggetto al modello, consigliando di dare dopo la spalmatura saponacea una seconda di glicerina col pennello.

Può anche servire per imbevere carbone ed ovatta da far maschere con cui si possa respirare per mezz'ora in mezzo al fumo.

Cemento con glicerina. — Si ottiene un buon cemento di grande resistenza, mescolando 50 gr. di litargirio con 5 cm³ di glicerina. Con maggior proporzione di glicerina, il cemento fa presa con maggior lentezza ed è meno solido. Aggiungendo un po' d'acqua alla mescolanza di glicerina e di litargirio la presa si fa più presto. A tale scopo si stemprano 5 vol. di glicerina in 2 volumi di acqua e si aggiungono 6 cm³ di questo liquido a 50 gr. di litargirio.

Fabbricazione industriale dell'acido e dell'etere formico. — Distillando l'acido ossalico in presenza della glicerina si ottiene dell'acido formico, ed oggi gran parte di questo acido si prepara con questo processo.

Industria della glicerina. — Quantunque la industria della glicerina conti pochi anni di vita tuttavia si può dire che ha già fatto dei rapidi progressi sia per riguardo alla fabbricazione, come per riguardo alle applicazioni. Quando nel 1851 Cap attirò l'attenzione sull'uso della glicerina in farmacia, essa era una sostanza appena conosciuta. Il processo di preparazione proposto da Cap, e sopra descritto, portò il prezzo della glicerina a 4 franchi il chilogramma. D'allora in poi l'uso di questa sostanza si diffuse sempre più. Verso la stessa epoca si metteva in pratica in Inghilterra il processo di preparazione degli acidi grassi per mezzo della distillazione dei grassi col vapore sopрariscaldato, che viene ancora oggigiorno applicato su vasta scala nella fabbrica Price.

Secondo una statistica del 1880, il valore della glicerina prodotta in Europa ammontava a circa 4,006,000 lire. La produzione era così ripartita fra le diverse nazioni:

Francia circa.	chilogr.	4,000,000
Germania ed Austria	»	1,500,000
Olanda	»	900,000
Russia	»	900,000
Belgio	»	800,000
Italia	»	400,000
Inghilterra	»	300,000
Spagna	»	199,969

Delle otto fabbriche di glicerina che esistevano in Europa tre appartenevano alla Francia (*Mon. Ind.*, vol 7°).

In Italia alcune fabbriche di candele steariche producono della glicerina liberata in gran parte dal solfato di calce e di magnesia proveniente dalla saponificazione calcare.

La sola ditta in Italia che attende alla rettificazione della glicerina, distillandola in una corrente di vapore sopra riscaldato, è la ditta Edmondo Brochon di Milano.

Essa fornisce della glicerina affatto neutra, libera di cloro e che presenta una purezza sufficiente per essere adoperata sia in medicina, che per la conservazione delle frutta e di alcune sostanze alimentari. La ditta Brochon non rettifica soltanto la glicerina greggia di quasi tutte le fabbriche di candele steariche d'Italia, ma ne importa ancora una grande quantità dall'estero, che rimanda rettificata in Francia e Germania.

Le molte applicazioni che, come abbiamo veduto, può ricevere la glicerina e specialmente il grande consumo che se ne fa nelle fabbriche di dinamite, fanno sì che il suo prezzo, assai basso alcuni anni fa, sia ora aumentato a più del triplo, e non accenni per ora ad alcun ribasso. Anzi, la concorrenza sempre maggiore fatta dal petrolio e dagli olii vegetali alle candele steariche, e l'uso degli olii scadenti nella preparazione di queste, con perdite di glicerina, tendono a diminuirne la produzione. Questo farà sì che si utilizzerà assai più d'ora in avanti la grande quantità di glicerina che si ottiene come prodotto secondario dalla fabbrica dei saponi. Questo viene già lodevolmente praticato dalla ditta Oneto di Genova.

S. Pagliani.

GLUCOSIO (Proprietà, Fabbricazione, Usi). — Francese *Sucre de raisin, Glucose.* Inglese *Glucose.* Ted. *Traubenzucker, Glycose.* Spagn. *Glycose.*

Composizione e stato naturale.

Nella polpa dell'uva matura, dei fichi, delle ciliegie e di molti altri frutti è contenuto uno zucchero, che dal primo e più importante frutto da cui si traeva, si disse *zucchero d'uva*, eppoi glucosio, differendo esso per la composizione chimica e per le proprietà dalle altre materie zuccherine. I chimici lo rappresentano colla formola $C^6H^{12}O^6$, che bene lo distingue dallo zucchero di canna $=(C^{12}H^{22}O^{11})$; avendo per altro riconosciuto che identica composizione posseggono altri zuccheri, in specie lo zucchero dei frutti acidi, detto levulosio, hanno dovuto riunire in un solo gruppo queste materie e designarle col nome generico di glucosii, non solo perchè rappresentate dalla formola stessa, ma anche perchè sono capaci di fermentare e di dare origine ad alcoole, anidride carbonica, acido succinico e glicerina, e di ridurre i sali di rame e di argento.

Dei diversi glucosii, noi abbiamo da occuparci unicamente di quello dell'uva, che esiste in un numero grandissimo di prodotti vegetabili, che normalmente si produce nell'organismo animale, e che con espedienti artificiali si ottiene dalla fecola, dalla cellulosa e da altri prodotti immediati delle piante, giacchè esso per i suoi usi e per le applicazioni sue ha un'importanza industriale che probabilmente nessun altro dei glucosii potrà mai acquistare.

Lo zucchero d'uva, detto anco destroglucosio, o semplicemente destrosio, è diffuso nelle piante, ove si trova unito quasi sempre ad altre materie zuccherine. Nei frutti acidi, come anche nel miele, è consociato col glucosio incristallizzabile, chiamato *levulosio;* quando i frutti seccano, il destrosio rifiorisce in piccoli cristalli bianchi che costituiscono la farina che ricuopre i fichi, le pere e l'uva secca. Anche il miele disteso sopra corpi porosi (mattoni nuovi) si converte in glucosio cristallizzato, giacchè la parte liquida che contiene il levulosio viene assorbita dal corpo poroso. Destrosio trovasi in piccola quantità nelle uova, nel sangue degli animali, nel succo intestinale in seguito all'uso di cibi feculenti; in grande quantità nelle orine dei diabetici, nelle quali dal 3 al 5 % sale sino a 10 e 13 %.

Il destrosio naturale principalmente si forma nell'organismo delle piante: nel succo dell'uva se ne trova da 10 a 30 %; nelle annate buone l'uva matura ne contiene almeno 20 %; nelle annate cattive circa 15 %: nelle prime gli acidi arrivano a 5 o 6 per mille, nelle seconde anche a 10 %. I fichi ne contengono 12 %, le ciliege da 9 a 10, le mele e le pere da 7 a 10, le albicocche e le susine da 2 a 5, le pesche circa 2 %. In questi frutti il destrosio è mescolato al levulosio in modo da costituire quello che i chimici sogliono chiamare *zucchero invertito;* mescolanza cioè dei due glucosii a parti uguali: talvolta invece del levulosio si contiene zucchero di canna, e ciò avviene principalmente nel succo del sorgo saccarato, nel quale il destrosio figura appena per un terzo nella somma delle materie zuccherine. Nei frutti dolci ed aciduli ad un tempo, il destrosio diminuisce a misura che si va verso il nord: è noto come la cultura della vite non si spinga oltre certi confini, e la susina claudia a modo di esempio, che nel mezzogiorno di Europa è frutto di sapore delicato, nel nord, in specie a Cristiania in Norvegia, vien ben colorata e molto odorosa, ma resta sempre acida e poco dolce, in modo da potersi pel sapore comparare alle nostre susine acerbe.

Glucosio si trova in grande quantità nella manna del Sinai, che geme dalla *Tamarix* mannifera in seguito alla puntura degli insetti; si trova nella così detta melata degli alberi, che è frequente in specie sul tiglio europeo: in questi prodotti è per altro mescolato con altri zuccheri (levulosio ed anche saccarosio) e con molta gomma. Rinviensi infine nelle farine, sebbene nei semi non macinati sia posto in dubbio che esista in quantità apprezzabile; di maniera che sembra che si produca per l'azione meccanica della macinazione, o per meglio dire per l'azione chimico-fisica del calore che si produce nella confricazione tra le macine ed i semi, e per l'azione dell'acqua, con cui si bagnano i grani.

La farina di grano ne contiene	. .	2.33 %
Crusca id.	» . .	4.30
Farina di segale	» . .	3.46
Crusca id.	» . .	1.86
Farina d'orzo	» . .	3.04
Crusca id.	» . .	1.86

Proprietà.

In commercio si trova oggi una grande quantità di glucosio artificialmente ottenuto, che si presenta come materia gialliccia, granulosa e qualche volta brunastra e molle come il miele: questo è glucosio non puro, e quindi ben diverso dal vero destrosio, del quale vogliamo qui delineare le proprietà principali. Col nome di glucosio puro ed anche coll'appellativo di purissimo le fabbriche di prodotti chimici vendono un prodotto bianco granuloso, che non è ancora affatto puro (al più contiene da 90 a 95 % di vero destrosio); e ciò perchè la preparazione di questa sostanza nell'assoluto stato di purezza è molto difficile, come in appresso vedremo.

Il destrosio puro è bianco, in piccole masse a struttura cristallina con forme un poco rotondeggianti all'esterno a somiglianza del così detto cavolofiore: si ottiene anche in cristalli isolati, lucenti, tabulari, specialmente dalla sua soluzione nell'alcoole metilico. Ha sapore meno dolce dello zucchero di canna, di guisa che per indolcire occorrerebbe impiegarne due volte e mezza di più. Nell'acqua fredda è anche meno solubile dello zucchero comune: 100 parti di acqua sciolgono a 15° 81.6 di glucosio anidro, ossia 97.8 di glucosio idrato cristallizzato. Il glucosio sciogliendosi nell'acqua aumenta, come è ben naturale, la densità del solvente e l'aumento sta in relazione della quantità della sostanza disciolta. F. Salomon (1881) ha determinato la quantità di glucosio sciolto in 100 c. c. di acqua a 17°. 5 C, ed il respettivo peso specifico della soluzione:

Glucosio disciolto in 100 c. c. di acqua	Peso specifico	Glucosio disciolto in 100 c. c. di acqua	Peso specifico	Glucosio disciolto in 100 c. c. di acqua	Peso specifico
1	1.00375	21	1.0800	41	1.1530
2	1.0075	22	1.0838	42	1.1568
3	1.0115	23	1.0876	43	1.1605
4	1.0153	24	1.0910	44	1.1643
5	1.0192	25	1.0946	45	1.1680
6	1.0230	26	1.0985	46	1.1716
7	1.0267	27	1.1020	47	1.1753
8	1.0305	28	1.1056	48	1.1790
9	1.0342	29	1.1095	49	1.1825
10	1.0381	30	1.1130	50	1.1860
11	1.0420	31	1.1170	51	1.1900
12	1.0457	32	1.1205	52	1.1935
13	1.0495	33	1.1240	53	1.1968
14	1.0533	34	1.1275	54	1.2005
15	1.0571	35	1.1310	55	1.2040
16	1.0610	36	1.1348	56	1.2075
17	1.0649	37	1.1383	57	1.2110
18	1.0687	38	1.1420	58	1.2148
19	1.0725	39	1.1456	59	1.2183
20	1.0762	40	1.1494	60	1.2218

Cosicchè, conoscendo il peso specifico di una determinata soluzione di glucosio, si può dedurre con molta approssimazione la quantità del glucosio disciolto. Non si può applicare questo semplice e comodo metodo che a soluzioni pure di glucosio, e per conseguenza i densimetri a ciò destinati, e che soglionsi chiamare *saccarometri*, debbono essere adoperati con una certa circospezione, anche perchè la temperatura influisce sulla densità delle soluzioni, e perchè ordinariamente sono costruiti per le soluzioni di zucchero di canna, che hanno densità sensibilmente diverse da quelle del glucosio (Vedasi il paragrafo *Saggio analitico del glucosio*).

La sua soluzione fa girare il piano della luce polarizzata a destra (di qui il nome di destrosio). Il potere rotatorio specifico è da alcuni ritenuto = ad + 56.°4 (Hoppe-Seyler), da altri = 52.87 (Tollens). — Il destrosio si scioglie anche nello spirito di vino ordinario, difficilmente, per altro, nell'alcoole assoluto e punto nell'etere. Il suo migliore solvente, dopo l'acqua, è l'alcoole metilico, o spirito di legno purificato, dal quale può aversi ben cristallizzato.

Il destrosio ha comune con le aldeidi (con le quali ha qualche altra relazione chimica) la proprietà di prendere ossigeno quando in presenza di alcali caustici viene fatto reagire con composti ossigenati: vale a dire, esso può ridurre molte sostanze, in specie gli ossidi ed i sali di rame, di mercurio, di argento, ed ossidando si trasforma in acidi (acido formico, acido ossalico, ecc.). Per questa proprietà riduttiva è facile riconoscere il destrosio: se si fa scaldare il liquido, nel quale è disciolto anche in piccola quantità, con una soluzione alcalina di joduro di mercurio, si depone mercurio metallico, se con una soluzione basica di nitrato di bismuto si separa bismuto, se con una soluzione alcalina di un sale rameico, si depone un precipitato giallo rossastro di ossidulo di rame, che può divenire rosso perdendo acqua. Della medesima proprietà riduttiva si trae partito come sarà detto a suo luogo per ricuoprire gli oggetti di uno strato di argento o di altro metallo prezioso, o per preparare i metalli rari allo stato di massima divisione e nello stesso tempo in alto grado di purezza.

Gli ossidanti energici, ed a quanto pare l'ozono (ossigeno allotropico) anche a freddo, convertono il destrosio in anidride carbonica ed acqua, ossidandolo completamente.

Il destrosio cristallizzato contiene un peso molecolare di acqua ($C^6H^{12}O^6 + H^2O$), che perde quando si scalda a 100°, divenendo anidro. Riscaldato al di sopra di 100° C. perde ancora di peso, si colorisce di bruno, svolgendo vapore acquoso, e cambiando sapore: a 200° C divien bruno, e si trasforma in caramele. Riscaldato al disopra di 250° C si svolgono varie sostanze vaporose (idrocarburi, acetone, aldeide, acido acetico) insieme con molti gas (anidride carbonica, ossido di carbonio) ed in fine resta carbone che brucia con difficoltà, leggiero e lucente.

Il destrosio si unisce con gli ossidi idrati, in particolare con la calce, con la barite, con l'ossido piombico, formando i *saccarati*, che sono solubili nell'acqua, insolubili nell'alcoole. Forma combinazioni cristallizzate con i cloruri alcalini; quella meglio definita si ottiene con sale da cucina e glucosio, ambedue puri, sciolti in pochissima acqua, ed è rappresentata dalla formola $= {}_2(C^6H^{12}O^6) + NaCl + H^2O$. Reagendo con gli acidi organici si unisce dando origine ad acqua ed a composti simili agli eteri; per questo motivo dai chimici si ritiene che i glucosii sieno da riguardarsi come alcooli di speciale costituzione, ed i loro eteri diconsi *glucosidi*, e sono simili ad altri eteri del glucosio che si trovano preformati nelle piante; quali sono, a modo di esempio, la salicina, la fillirina, l'amiddalina, ecc.

Gli acidi concentrati con l'ajuto del calore trasformano il glucosio in materie nere simili alle materie umiche della torba e del terreno (sacculmo).

Di grande importanza per le industrie e l'agricoltura è il modo col quale i glucosii in genere, e segnatamente il destrosio, si comportano a contatto dei fermenti, ed in specie col lievito di birra. Infatti, date le condizioni opportune ed altrove indicate (V. Alcoole, Fermentazione, vol. 2, pag. 422) il glucosio per l'azione dei fermenti si scinde in alcoole o spirito ed anidride carbonica per la massima parte (95 %) ed in piccola parte in acido succinico e glicerina. Su questa proprietà del glucosio è fondata la produzione delle bevande fermentate e l'estrazione degli spiriti. Da 100 chil. di destro-glucosio puro si ottengono 48 $^1/_2$ chil. di alcoole assoluto; non che quantità variabili, ma sempre ben piccole di altri prodotti (alcoole propilico, butilico, amilico, ecc.).

Preparazione del destrosio chimicamente puro.

Il destrosio puro si può ottenere dal miele, distendendolo sopra mattoni nuovi e tenendolo esposto all'aria per 20 giorni od un mese, acciocchè lo zucchero incristallizzabile (levulosio) venga assorbito dalla terra cotta; eppoi purificando con alcoole caldo la materia cristallizzata che resta sopra i mattoni. Oppure si tratta il miele granuloso (così detto cristallizzato) con alcoole freddo che scioglie il levulosio sciropposo, la materia indisciolta si comprime forte; ed infine si scioglie e si fa cristallizzare nell'alcoole bollente. In maggior quantità e con minore spesa si può ottenere purificando il destrosio del commercio con alcoole e carbone animale.

Puro si ottiene con facilità (metodo di Schwarz) trasformando con acido cloridrico lo zucchero di canna bianchissimo e cristallizzato in zucchero invertito, che è una mescolanza di destrosio e levulosio a parti uguali, e facendo cristallizzare il primo da una soluzione satura nell'alcoole. Le proporzioni più convenienti sono queste: a 500 centimetri cubi di alcoole a 80° G. L. mescolansi 30 a 40 centimetri cubi di acido cloridrico fumante, si aggiungono a poco alla volta 160 grammi di zucchero di canna polverizzato, o meglio se ne aggiunge fino a tanto

che se ne scioglie: si agita di frequente e dopo 10 o 15 giorni comincia a cristallizzare il destrosio.

Passato un poco di tempo, si raccolgono i cristalli sopra un filtro, si lavano con alcoole per spogliarli dell'acido cloridrico; indi si sciolgono in alcoole assoluto caldo, e si fanno cristallizzare. In questo modo si ottiene destrosio anidro. Per suggerimento di Soxhlet oggi si sostituisce all'alcoole etilico o di vino l'alcoole metilico puro, e si assicura che si ottiene destrosio puro in bei cristalli. A bagno maria si scalda a 45°. 6' e 50° C. una mescolanza di 12 litri di alcoole a 90° G. L. e 480 cent. cubi di acido cloridrico fumante; a piccole porzioni vi si aggiungono 4 chilogr. di zucchero di canna polverizzato, e si agita continuamente. Dopo 2 ore tutto lo zucchero è trasformato in glucosio (destrosio e levulosio): col raffreddamento e col riposo, e meglio ancora coll'aggiunta di piccole quantità di glucosio puro si determina la deposizione di $^{8}/_{10}$ circa del destrosio formatosi in piccoli cristallini bianchi, che si lavano con alcoole comune a 90° G. L. infino a che si ha traccia di acido cloridrico. Il destrosio, che allora apparisce come una materia bianca in polvere, si scioglie in alcoole metilico puro, della densità 0. 81 a 20° C., si fa bollire per pochi minuti, si filtra rapidamente; col raffreddamento si ottiene il destrosio anidro purissimo e cristallizzato in forma di tavole lucenti. Volendolo idrato, si scioglie a bagno maria in poca acqua calda (all'incirca 12 %), si fa cristallizzare sotto campana in vicinanza di un vaso contenente acido solforico concentrato.

Col glucosio purissimo così preparato si possono fare soluzioni titolate da servire di confronto nei saggi saccarimetrici.

Fabbricazione del glucosio.

Fintantochè si è preparato il glucosio per uso dei chimici o con scopo puramente scientifico, si è fatto ricorso all'uva ed al miele; ma dal momento in cui si cominciò ad applicarlo ad usi pratici, allora la sua preparazione divenne un'industria vera e propria, e come materia prima in luogo del miele e dell'uva si dovettero adoperare sostanze abbondanti e di poco prezzo, come le patate, il grano turco ed il riso: ed ora si tenta di far uso del legno, che costa meno di ogni altra sostanza saccarificabile.

L'amido, che sovrabbonda nei cereali poveri come materie alimentari (grano turco e riso), e la cellulosa che forma la parte principale dei legni, per l'azione degli acidi e del calore si trasformano in glucosio: sicchè la moderna fabbricazione non è una industria estrattiva come l'antica, che non faceva altro che separare il glucosio già formato; invece lo ottiene trasformando altri prodotti vegetabili (in modo speciale l'amido). Molte operazioni si richiedono, che tutte debbono essere scientificamente dirette, e per conseguire quell'economia nelle spese che è uno dei maggiori requisiti della grande industria, si è chiesto il concorso della meccanica; mercè della quale si risparmia tempo e denaro.

Estrazione del glucosio dall'uva. — Per estrarre il glucosio dall'uva, si prende il mosto di uve bianche o si spremono leggermente uve rosse appena colte, si inzolfa il mosto con acido solforoso, e si lascia in riposo; per decantazione si separa il liquido chiaro e si scalda, poi vi si aggiunge marmo in polvere per neutralizzare una parte dell'acidità: indi si fa bollire, e si lascia riposare almeno per un giorno. Al liquido separato dai sali di calce deposti e portati all'ebullizione si aggiunge 2 $^{1}/_{2}$ per 100 di sangue di bue fresco, si schiuma e si evapora fino a che non segna 24° B. Per qualche giorno si lascia a sè, poi si decanta e si evapora fino a 34° B. In tale stato il sciroppo può adoperarsi per tutti gli usi del glucosio: se si vuole cristallizzato si concentra ancora di più in vasi appositi; la massa cristallizzata si separa dallo sciroppo nello stesso modo che si pratica per lo zucchero di canna; e più agevolmente con macchine centrifughe. Da 1000 chilogr. di mosto si possono avere 200 chilogr. di sciroppo a 34° B. circa, e 140 chilogr. di glucosio alquanto impuro.

Saccarificazione della fecola. — Da varii anni quasi tutto il glucosio del commercio si ottiene dalla fecola; e per raggiungere questo intento lunga è la serie delle operazioni da farsi. Bisogna con acido debitamente diluito, assai sollecitamente convertire l'amido in glucosio; poi saturare l'acido, depurare la soluzione col riposo, col carbone e con filtri, infine concentrare e far cristallizzare il glucosio.

L'agente saccarificante è l'acido solforico, il quale a 100° C. trasforma l'amido prima in destrina, poi in glucosio (o meglio in zucchero invertito). I globuli della fecola si rigonfiano avanti con l'acqua bollente, oppur meglio col vapore; nel qual caso un getto di vapore acquoso si fa arrivare nel recipiente, nel quale ha luogo il trattamento della materia feculenta.

Nelle piccole fabbriche si usa una caldaja di piombo incassata alla parte inferiore entro un vaso grande di ghisa che si scalda con fuoco diretto e fa da bagno maria. Nella caldaja di piombo l'acqua acidulata dall'acido solforico si porta all'ebullizione o quasi, indi si aggiunge la fecola stemperata nell'acqua e si agita vivamente fino a che tutta la fecola sia trasformata in sostanza solubile. Siccome il prodotto intermedio tra l'amido ed il glucosio è la destrina, e questa è insolubile nell'alcoole, per riconoscere il punto della completa saccarificazione, nel liquido acido si uniscono 6 volumi di alcoole, e se in luogo d'un abbondante precipitato di destrina non si forma che leggero deposito, allora si può procedere alla neutralizzazione dell'acido. Le proporzioni dell'acido sono assai diverse secondo il prodotto che si vuole ottenere; per avere glucosio sciolto, ossia sciropposo, occorrono 2 parti di acido solforico a 60° B. per ogni 100 parti di amido stemperato in 350 parti circa di acqua; per ottenere il glucosio solido, occorre una dose doppia di acido.

Nelle grandi fabbriche il riscaldamento si opera col vapore acquoso entro grandi recipienti della capacità di 15 a 18 ettolitri (A' A' fig. 1623); in questi recipienti o tini si conduce il vapore per mezzo di serpentini *c d*, perforati, che comunicano con i generatori *i*, il vapore si fa uscire alla pressione di 5 atmosfere, poi si fa circolare per il serpentino chiuso EF, per riscaldare e concentrare la soluzione del glucosio, ottenuta in altra operazione, e nello stesso tempo per condensare una sostanza puzzolente che si forma e che spande cattivo odore nelle vicinanze della fabbrica. Tra i due tini A' A' si trova una vasca (*a*), per mezzo della quale la fecola sospesa nell'acqua si fa scendere nei tini. In ognuno dei quali si versano 5000 litri d'acqua mescolata bene con 42 chilogr. di acido solforico, la fecola stemperata nell'acqua calda s'introduce a 25 chilogr. alla volta di 3 in 3 minuti, fino a che siasi adoperato circa 2000 a 3000 chilogrammi di acqua: per il solito la completa saccarificazione avviene 3 quarti d'ora dopo l'ultima aggiunta della fecola.

L'aggiunta di piccola quantità di acido nitrico sollecita molto la saccarificazione della fecola (Krötke): per ogni 15 quintali di acido solforico occorrono 2 chilogr. di acido nitrico: nelle fabbriche ove si usa poco acido solforico, l'aggiunzione dell'acido nitrico può far risparmiare metà del tempo.

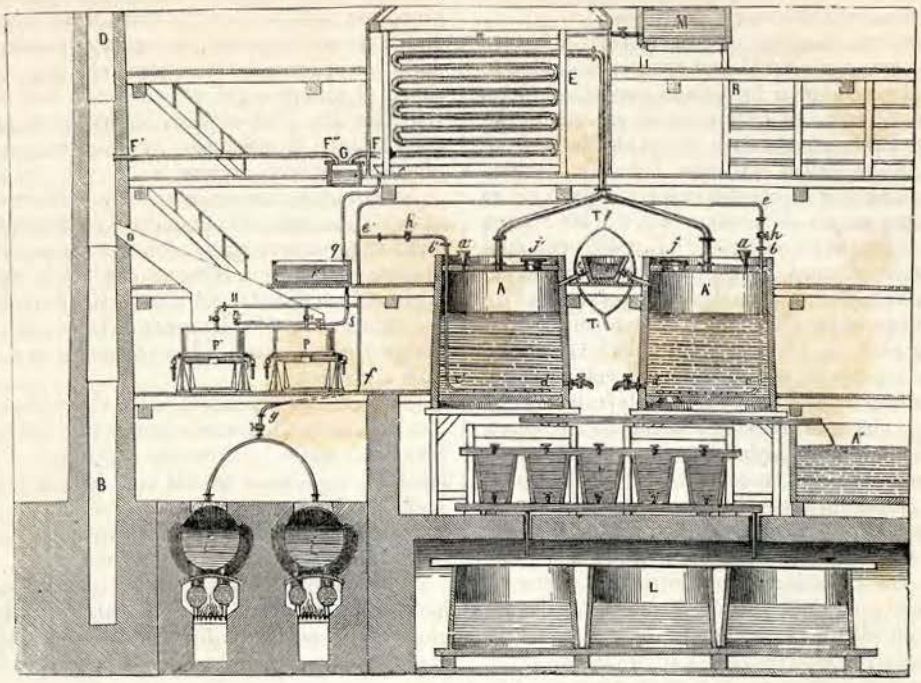


Fig. 1623.

Compiuta la saccarificazione della fecola, bisogna procedere a neutralizzare l'acido solforico ed eliminarlo per quanto è possibile dallo sciroppo.

Saturazione ed eliminazione dell'acido solforico. — Questa operazione si effettua sul liquido ancor caldo, introducendo per l'apertura circolare *j* carbonato di calce in polvere, oppure carbonato baritico naturale o artificiale. Ad ogni aggiunta di carbonato avviene viva effervescenza e successiva formazione di solfato terroso. Quando si può impiegare carbonato di barite, il solfato baritico essendo assolutamente insolubile, l'eliminazione dell'acido solforico avviene completamente ed il liquido schiarisce facilmente; nella maggior parte dei casi si usa carbonato di calce (polvere di marmo, o calcareo cretaceo), del quale occorre circa un peso eguale di quello dell'acido adoperato, ma il solfato di calce che si forma essendo un poco solubile nell'acqua, la eliminazione dell'acido solforico non avviene per intiero, e per la successiva deposizione del solfato (gesso), il sciroppo non si mantiene limpido. Non devesi adoperare un eccesso di carbonato terroso, nè lasciare acido libero: suol avvenire che il liquido che ad un dato momento non arrossisce più la carta di laccamuffa, più tardi torna ad essere ancora acido alla stessa carta: per evitare questo inconveniente, che potrebbe nuocere alla buona qualità del prodotto, conviene aggiungere per ogni chilogramma di acido solforico da saturarsi 30 o 40 gr. di carbonato di calce di più di quello che sarebbe strettamente necessario alla neutralizzazione dell'acido libero.

Dai tini il liquido saturato ed ancora torbido si fa discendere nella vasca A'', dove col riposo di diverse ore (15 al più) chiarisce; si fa passare allora per filtri contenenti carbone animale H H. Nella vasca A'' rimane una grande quantità di solfato di calce melmoso, che si pone a sgocciolare a parte sui filtri di tela, indi si lava. Il liquido che esce dai filtri, e che segna circa 15° B., si raccoglie in grandi vasche poste alla parte inferiore dell'opificio L L, nelle quali deponesi altro solfato di calce.

Concentrazione e depurazione del sciroppo. — Nelle piccole fabbriche quest'operazione si fa in larghe caldaje di rame scaldate moderatamente, oppure riscaldate col vapore; si schiuma il liquido, si separa il gesso, e quando è giunto alla concentrazione voluta, si filtra; ma nelle fabbriche grandi, delle quali la nostra figura rappresenta un modello, il liquido dalle vasche L L per mezzo di trombe aspiranti e prementi si fa montare nel recipiente M posto alla parte superiore della fabbrica, dal quale per mezzo del distributore *m* cade a goccie a goccie sopra il serpentino E F riscaldato dal vapore, che viene dai tini A', giunge alla parte inferiore concentrato, dal tubo *q* è guidato alla vasca *r*, e di qui per mezzo del tubo *s* nelle caldaje scaldate dal vapore, ove si evapora fino a che segni 27° B. ancora bollente, ossia 33° B. alla temperatura ordinaria.

Il liquido così concentrato, col riposo di pochi giorni si spoglia ancora di altro gesso, ed è messo in commercio col nome di *zucchero di fecola sciropposo* (da non confondersi col *sciroppo imponderabile*, di cui sarà detto più avanti) per uso delle fabbriche della birra, per i pasticcieri, confetturieri, liquoristi; per i quali ultimi, richiedendosi scolorito e limpido, occorre farlo filtrare freddo sul carbone animale contenuto nei ben noti filtri Dumont.

Per avere glucosio solido si concentra il liquido sciropposo fino a che non segni 40 o 41° B.; indi si passa in grandi cristallizzatoi, e per lo più, tosto che comincia a formarsi la materia cristallina, si colloca entro botti nelle quali si rapprende in massa più o meno granulosa. In questo stato essendo molto impuro non viene accettato dai fabbricanti di vino per correggere i mosti o fabbricare vini con le vinaccie, nè da chi suol adoperarlo come dolcificante, o per far liquori.

Di migliore aspetto e assai più puro si ottiene il glucosio solido, purificando lo sciroppo meglio che si può col carbone animale; i vasi nei quali si fa cristallizzare debbono essere freddi, e potendo si raffreddano con tubi di

piombo nei quali circola acqua ghiaccia: questi vasi sono recipienti di legno (fatti come piccoli tini o barili comuni) con fondo forellato. Dopo pochi giorni, aprendo i fori, scola il liquido incristallizzabile; la materia cristallizzata si libera dalla melma, stendendola sopra lastre di gesso e si essicca poi in stufe scaldate a 25°, nelle quali circola aria asciutta e scaldata a poco più di 20 C. Il prodotto, che è abbastanza bianco e assai igroscopico, si polverizza quando si toglie dalle stufe e si ripone in botti o casse di legno.

I fabbricanti francesi preparano glucosio vischioso, o come essi dicono *imponderabile*, perchè è talmente denso che non se ne può prendere la densità coll'areometro; è ricercato dai fabbricanti di confetti, conserve e liquori, perchè è quasi incoloro, ha sapore piacevole più delle altre qualità di glucosio, e non cristallizza. Si prepara adoperando meno acido solforico (soltanto 7 a 7 $^1/_2$ per 1000 p. di fecola), si filtra entro recipienti contenenti carbone animale scaldati dal vapore: la saccarificazione non riesce completa, ed una buona parte dell'amido si converte in destrina (circa la metà), che modifica il sapore della materia: cosicchè piuttosto che vero glucosio è un misto di zucchero intervertito e destrina. Per la fabbricazione dei vini questa qualità è assolutamente da bandirsi; meglio si presterebbe per la birra se il prezzo fosse più modico.

Saccarificazione della fecola sotto forte pressione. — La trasformazione della fecola avviene sollecitamente e completamente ad una temperatura compresa tra 140 e 160° C.; oltre di ciò, Mambré, a cui si deve questo procedimento, faceva notare che le materie estranee dotate di non buon odore si disperdono col vapore acquoso, e si ha un prodotto di miglior qualità e quasi privo di destrina. La fig. 1624 rappresenta la caldaja (A A) di lamiera di ferro capace di resistere a 6 atmosfere; è all'interno foderata di piombo per impedire la corrosione del ferro, rivestita all'esterno da una lamina BB a guisa di involucro che si riempie di sabbia e serve per impedire dispersione di calore. Il riscaldamento si effettua col vapore acquoso condotto dal tubo di piombo OO; la fecola si introduce da una delle aperture superiori: le altre servono per le valvole, per lo sfogo dei prodotti volatili, per il termometro e pel manometro, ecc. Introdotto l'acido solforico (5 p. 100 della fecola), si scalda l'acqua, si stempera la fecola e s'introduce anch'essa nella caldaja; si porta la temperatura verso 160° C., si tiene aperto il tubo di sfogo per dare uscita al vapore che trascina le materie volatili di non grato odore. In 2 o 4 ore l'operazione è compiuta; ci se ne assicura saggiando un poco di liquido tolto dalla caldaja: specialmente si saggia (quando è ben raffreddato) con jodio, che deve produrre colorazione gialliccia, mentre se tutta la destrina non è convertita in glucosio dà colorazione rosso-violacea.

Il liquido si neutralizza con carbonato di calce (7.5 chilogrammi di marmo in polvere per 5 chilogr. di acido solforico adoperato), si agita vivamente: compiuto lo svolgimento dell'anidride carbonica, si lascia in riposo per qualche ora, si decanta il liquido dal sedimento del solfato di calce formato. Sarebbe anche indicato di separare la calce che ancora rimane nel liquido con ossalato d'ammoniaca, ma si corre pericolo di introdurre nello sciroppo un poco di questo sale e quantità discreta di solfato ammoniaco, che non possono giovare alle buone qualità del sciroppo. Infine si consiglia di chiarificare lo stesso sciroppo con sangue di bue e carbone di legno; indi filtrare per carbone animale ed evaporare alla concentrazione voluta.

L'ordinario *sciroppo di fecola* è una massa densa granulosa, più o meno colorita di bruno, secondo che è più o meno bene depurato. Costa la metà meno dello zucchero di canna, ma contiene circa 18 % di acqua, 18 a 20 % di sostanze non fermentescibili, che deviano il piano della luce polarizzata a destra, 3 a 4 % di solfato di calce, ed al più 60 % di glucosio puro. Quindi sebbene costi tanto meno, a conti fatti per la fabbricazione dei vini convien meno dello zucchero ordinario; anche perchè quando si aggiunge al mosto sciroppo di fecola il vino si riconosce al polarimetro (vedi SACCARIMETRIA) perchè devia a destra di + 3° e talvolta + 5° il piano della luce polarizzata, mentre i vini naturali o deviano a sinistra e leggermente, o non lo deviano affatto. È di assoluta necessità procurare di ottenere glucosio puro, usando tutte le precauzioni e le cure raccomandate, per trovare da venderlo a prezzo conveniente, e soddisfare le giuste esigenze della richiesta sempre crescente.

Le impurità del glucosio del commercio dipendono dalla incompleta saccarificazione dell'amido. Secondo le recenti ed accurate esperienze del sig. Allilm, la quantità del glucosio puro che si produce si avvicina sempre più alla quantità teorica che è data dalla seguente equazione:

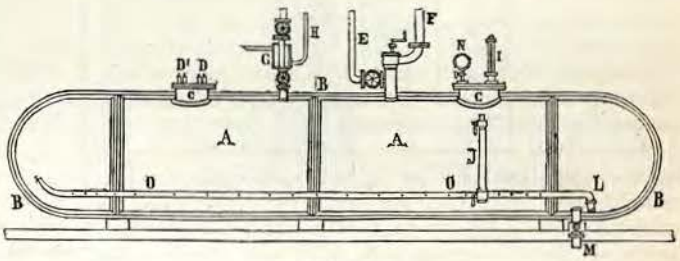


Fig. 1624.

$$\underbrace{C^{24}H^{40}O^{20}}_{\text{Amido } 648} + \underbrace{4H^2O}_{\text{Acqua } 72} = \underbrace{4(C^6H^{12}O^6)}_{\text{Glucosio } 720} \qquad (1)$$

Quando il liquido acido è concentrato, il tempo dell'azione prolungato e la temperatura elevata, la quantità del glucosio che si forma è proporzionale al tempo fino a che il prodotto ne contiene soltanto 50 %; al di sopra la saccarificazione si va rallentando e la trasformazione dell'amido non può essere completa che dopo molto tempo. Tuttavia si riesce a convertire 90 % della fecola in glucosio scaldandola in vaso chiuso con 1 % di acido solforico per 4 ore, e per 3 ore a 114° C.

Secondo le analisi di Strolmer e Klauss, tra il glucosio solido ed il glucosio sciropposo, o sciroppo di fecola, esiste una notevole differenza:

	Glucosio solido	Glucosio sciropposo
Acqua	12. 98	17. 16
Destroglucosio puro . . .	65. 22	36. 95
Prodotti intermedii (sostanze non zuccherine)	20. 89	45. 52
Ceneri	0. 91	0. 37
	100. 00	100. 00

(1) I fabbricanti sono soddisfatti quando con 100 parti di fecola, che costa L. 34 il quint., ottengono almeno 35 parti di glucosio greggio, che vendesi almeno L. 53.

Queste cifre sono la media di due differenti analisi, le quali sono state effettuate su prodotti di diversa provenienza: il glucosio solido veniva da una fabbrica austriaca, il sciropposo da una fabbrica francese.

Saccarificazione dei frutti e semi amidacei. — Piuttosto che estrarre la fecola e trasformarla con un secondo trattamento in glucosio, si è pensato da molto tempo di trattare direttamente i cereali ed i semi amidacei, e come agente della saccarificazione si è usato dapprima l'orzo germogliato, come nella fabbricazione della birra; ma in seguito si ebbe a riconoscere che era per ogni rispetto preferibile l'acido solforico.

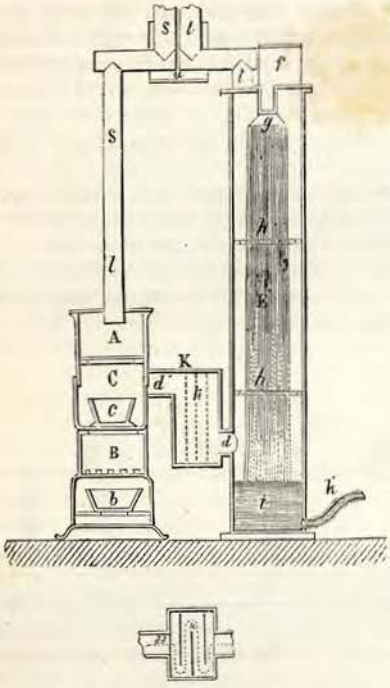


Fig. 1625.

Alla farina dei cereali stemperata in poco più del proprio peso di acqua si aggiunge, a ragione del 2 fino al 4 per 100, acido solforico: la poltiglia si scalda entro tino apposito con un getto di vapore, e si tiene in ebullizione insino a completa saccarificazione. In 18 o 20 ore si ottiene per tal modo un sciroppo che segna almeno 14° B. Con carbonato di calce si satura quanto più si può dell'acido solforico, ed avvenendo che rimanga ancora una discreta quantità di acido libero, si compie la neutralizzazione con latte di calce. Le materie che si prestano per tale operazione sono l'avena, la segala, l'orzo, il grano turco, il grano saraceno e le patate: l'uso a cui si destina il sciroppo è per farne alcoole, ed allora non occorre completare la saturazione dell'acido con latte di calce.

Meglio dell'acido solforico, stando alle indicazioni dei fratelli Heischmann di Moravia, corrisponde l'acido solforoso, il quale disgrega il tessuto dei semi e più facilmente opera la saccarificazione dell'amido, scompone le sostanze di cattivo odore che si producono, impedisce la formazione dell'acido acetico e dell'acido lattico nell'estate; cosicchè specialmente usando il sciroppo per farne alcoole si ha un prodotto maggiore.

L'apparecchio occorrente è quello che rappresenta la fig. 1625. Nel fornello A si fa bruciare lo zolfo, che è scaldato dal combustibile che brucia in B; l'acido solforoso dalla camera C passa della cassa K divisa in tre scompartimenti *k k*, indi nella colonna E, ove dall'innaffiatojo *g* cade una pioggia di acqua, opportunamente regolata, e quivi si forma la soluzione che scende in *i*. Con 75 od al più 120 gr. di zolfo si ottengono 110 litri di soluzione solforosa, con la quale si possono trattare 100 chilogr. di farina dei diversi cereali. Si opera per digestione di 8 o 12 ore in un tino chiuso a mite temperatura; per il grano turco occorre prima macerare la farina alla temperatura ordinaria per 24 ore, poi innalzare la temperatura fino a 80° C. per trasformarne tutto l'amido in glucosio.

La saturazione dello sciroppo si conduce nel solito modo, come in generale le altre operazioni successive. In genere, è utile, massime per il sciroppo ottenuto dal grano turco, aggiungere un poco di acqua solforosa al liquido che raffredda, acciocchè non prenda sapore acetoso.

Costo di fabbricazione e benefizi dell'industria. — Per produrre 1000 chilogr. di glucosio solido, equivalente a chilog. 1500 di glucosio sciropposo che segni 32° B., occorre la seguente spesa:

Per	1000	chilogr. di fecola.	L. 220
»	20	» acido solforico .	» 3
»	26	» calce carbonata .	» 1
»	100	» carbone animale granulato. . . .	» 10
»	12	» carbon fossile . .	» 13
»	3	lavoranti	» 7
»		spese generali (interessi, riparazioni, direzione, ecc.)	» 16
»		spese impreviste.	» 10
			L. 280

La rendita è diversa secondo che si prepara sciroppo o glucosio solido. 1500 chilogr. di sciroppo di fecola a 32° si vendono L. 330; sicchè il profitto sarebbe di L. 50. La vendita di 1000 chilogr. di glucosio solido darebbe L. 350, ma per condurre il glucosio a questo stato occorrerebbe ancora una certa spesa per combustibile, mano d'opera, ecc.; sicchè si avrebbe un guadagno di L. 60 circa.

Quanto più in grande si produce, tanto minori sono le spese generali, tanto maggiori i benefizi; per questa ragione le piccole fabbriche di glucosio, che lavorano con una caldaja o con pochi tini di saccarificazione, vanno dappertutto cedendo il posto alle grandi fabbriche delle quali abbiamo cercato di dare un modello nel disegno avanti riportato (vedi fig. 1623).

Le spese di fabbricazione diminuiscono rivivificando il carbone animale nell'officina stessa: a tal uopo serve benissimo il forno Blaise (vedasi ZUCCHERO [INDUSTRIA DELLO]) col quale si ritorna con poca spesa in tre giorni il carbone ravvivato nei filtri, consumando circa il 10 % del nero torrefatto. Ogni quintale di glucosio prodotto richiede l'uso di 50 chilogr. di buon carbone animale.

S. H. Johnson nel 1878 prese una patente (N. 1346 delle patenti concesse dall'Impero germanico) per ottenere glucosio dai cereali. I cereali si dispongono in strati, e tra questi strati si fa circolare vapore acquoso contenente 2 % di acido cloridrico (HCl): la soluzione acida si lascia scolare; indi il cereale è trattato con acqua fino a che viene liquido acido. Dopo si tratta ancora con acido cloridrico, e la massa si porta in recipiente metallico smaltato, di speciale conformazione, e quivi si sottopone all'azione del vapore fino a che non è tutta liquida. In appositi refrigeranti si fredda rapidamente, si satura con calcareo in polvere, e si evapora.

Fabbricazione del glucosio con legno e sostanze analoghe. — Fino dal 1809 Braconnot aveva ottenuto una sostanza zuccherina dagli stracci, ossia dalla fibra dei vegetabili; ma siccome il prodotto era scarso e costoso, non si potè fondare un processo industriale sopra questa reazione; — la quale fu meglio studiata più tardi da Pelouze, che ottenne glucosio dalla cellulosa delle piante con gli acidi solforico e cloridrico. — In seguito si cercò trarre profitto dalla saccarificazione delle materie legnose per avere prima liquidi zuccherini, eppoi alcoole; ma solamente da pochi anni (1867) e per opera di Bachet e Marchard si è trovato il modo di combinare la saccarificazione del legno per la fabbricazione dell'alcoole e per la preparazione della pasta da far carta. A tal uopo si fa agire l'acido cloridrico sul legno sminuzzato, la cellulosa si converte in parte in glucosio, e ciò che resta, che è cellulosa quasi pura, si adopera per far carta. Come ben s'intende, la fabbricazione del glucosio col legno ancora non può considerarsi come industria vera e propria; ma come operazione sussidiaria di altre industrie.

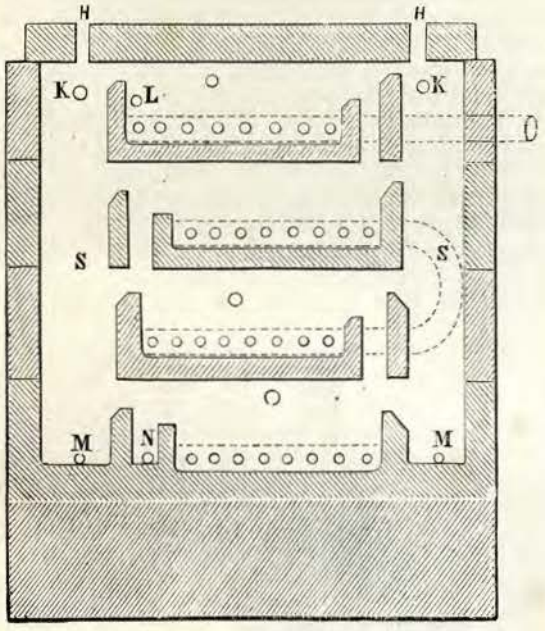


Fig. 1626.

Recentemente E. Stanislao Dauzi ville prese in Francia la patente per un apparato atto ad operare industrialmente la trasformazione del legno in glucosio ed in alcoole. Le indicazioni che vanno unite all'attestato di privativa, come non di rado suole avvenire, non sono nè molto chiare, nè molto larghe, ma possono bastare per dare una qualche idea del procedimento.

La materia legnosa imbevuta di acido cloridrico è sottoposta entro cilindri di terra ben resistenti all'azione del gas acido cloridrico, nei quali è rimossa da un agitatore; all'esterno i cilindri sono raffreddati da una corrente di acqua; da questi la massa è portata in serbatoi, per esservi trattata e metodicamente esaurita. I liquidi ottenuti sono evaporati in recipienti con aria rarefatta, costituiti da una serie di truogoli tutti di un sol pezzo: ogni truogolo è traversato da tubi che resistono all'azione degli acidi, entro i quali circola vapore od acqua calda. SS (fig. 1626) sono due spazii pieni di terra cotta in pezzi; sopra questi rottami cade una pioggia di acido cloridrico debole che per tubi forellati scende dalle aperture KK: per tal modo i vapori si condensano, ed il liquido intanto, a poco a poco, passa dal serbatojo superiore all'inferiore, e giunge in N ove si trova glucosio con piccola quantità di acido cloridrico. Il prodotto della condensazione e l'acido cloridrico sono estratti da M M mercè una pompa, e per mezzo di pompe comunicanti con le aperture H H si mantiene il vuoto, ossia la rarefazione dell'aria in tutto l'apparato.

L'acido cloridrico gassoso è sviluppato da un recipiente chiuso, nel quale trovasi acido solforico scaldato per mezzo del vapore acquoso che circola per tubi di piombo. Nell'acido solforico a sottil getto arriva l'acido cloridrico condensato, e il gas cloridrico che si svolge vien condotto nei cilindri sopra descritti. L'acido solforicò quando è diluito un po' troppo si concentra di nuovo col concorso del calore e di una corrente di aria in apparati chiusi, foderati di piombo.

Determinazione quantitativa del glucosio.

Varii metodi sono proposti per determinare la quantità del glucosio, per la maggior parte basati sopra l'azione riduttiva che esso e le sostanze zuccherine esercitano sopra gli ossidi metallici; ma di tutti il più sicuro è quello nel quale si adopera una soluzione cupro-potassica titolata, che suol chiamarsi *liquore di Barreswill* o *di Fehling* e che ora si prepara nel modo seguente: si sciolgono grammi 34.639 di solfato di rame puro e cristallizzato in 200 c. c. di acqua stillata: d'altra parte si sciolgono 173 grammi di tartarato sodico-potassico (chiamato anche sale di Seignette) in 480 c. c. di liscivia di soda caustica del peso specifico = 1.14.

Le due soluzioni si uniscono in un vaso tarato ad un litro, e lavando con poca acqua stillata i due recipienti, si allunga il liquido azzurro in modo da portarlo precisamente al volume di 1000 c. c.

La soluzione deve essere collocata in piccole bottiglie con tappo a smeriglio, che debbono tenersi in luogo oscuro e fresco, acciocchè il liquido non si alteri. Forse torna meglio tenere le due soluzioni separate portate a 500 c. c. ciascuna, e mescolarle al momento opportuno.

Questo metodo riposa sopra la ragione del glucosio (reazione di Frommherz) con i sali di rame: 5 pesi molecolari di solfato di rame cristallizzato $= CuSO^4 + 5H^2O$ sciolti in soluzione alcalina contenente acido tartarico sono ridotti allo stato di ossidulo o di ossido rameoso $= Cu^2O$ da un peso molecolare di glucosio $= C^6H^{12}O^6$: e le proporzioni sopra indicate sono calcolate in modo che 10 c. c. di liquido di Fehling sono ridotti completamente da gr. 0.05 di glucosio anidro; ossia ogni c. c. di liquido di Fehling è scolorato da gr. 0.005 di glucosio.

Non si deve fare uso del liquore di Fehling se prima non si è sicuri che è ben preparato; e per assicurarsi di questo si deve avanti scaldarne una piccola quantità e farlo bollire per 5 minuti dopo avere aggiunto dell'acqua ed una piccola quantità di potassa caustica; se si precipita un poco di ossidulo rosso di rame, non è adatto per la titolazione. Indi si deve assicurarsi che sia ben titolato. A tal uopo si prepara con ogni possibile accuratezza una soluzione di 1 gr. di glucosio puro seccato a 100° C. in 100 c. c. di acqua stillata: si prendono 10 c. c. di soluzione cupro-potassica o liquore di Fehling, si diluiscono con 4 volte il proprio volume di acqua, vi si unisce un poco di soda caustica, si scalda il liquido e quando è presso a bollire vi si versa con un provino volumetrico, o *burette* che si voglia dire, la soluzione titolata di glucosio a poco a poco ed in modo che il liquido non si raffreddi molto. La lenta affusione di poche goccie di soluzione

glucosica e successiva agitazione deve continuare in sino a che il liquido azzurro non è intieramente scolorato, ed in sino a che, adunque, si precipita ossidulo rosso di rame. Con la pratica si riesce a colpire il preciso termine della reazione, giacchè la differenza del colore si scorge benissimo, e si riesce anche ad evitare di aggiungere la più piccola quantità di glucosio in eccesso.

Ma non volendosi fidare della propria pratica, per mezzo di una soluzione di ferrocianuro di potassio acidulato con acido cloridrico si può riconoscere prontamente e sicuramente quando la precipitazione del rame è terminata. Si tengono in prossimità del matraccio, nel quale si fa il saggio, alcuni vetrini da orologio, in uno dei quali di tanto in tanto si pongono poche goccie del liquido che pare scolorato; se veramente non contiene più rame, esso non precipita col ferrocianuro di potassio che si aggiunge; se invece contiene ancora rame, si forma un precipitato rosso marrone. Adoperando un poco troppo di soluzione glucosica, il liquido diviene giallastro, e bisogna immancabilmente ripetere il saggio, pel quale con 10 c. c. di liquido di Fehling debbono occorrere 50 c. c. della suddetta soluzione titolata di glucosio: ma se anche ne occorressero o poco più o poco meno, ciò non disturba gran fatto, poichè in tal caso si potrà correggere il liquido; oppure a 10 c. c. di liquido che si vuol titolare invece di gr. 0.050 di glucosio corrisponderà una quantità maggiore o minore, sempre determinata dal volume della soluzione glucosica occorsa di più o di meno. Se per es. saranno occorsi 52 c. c. di soluzione titolata di glucosio, ad ogni c. c. di liquido di Fehling corrisponderà gr. 0.0052 di glucosio; se ne saranno occorsi 49 c. c., corrisponderà gr. 0.0049.

Titolato in tal modo il liquido di Fehling, si può procedere al saggio del glucosio o del sciroppo, quando si sia sicuri che non contenga altra sostanza capace di ridurre i sali rameici in ossido rameoso. La soluzione del glucosio da saggiarsi deve essere allungata con acqua stillata in modo che non contenga più di 5 per mille di materia zuccherina.

Supponiamo di dovere determinare la quantità di glucosio contenuto in uno sciroppo, ossia in un campione di glucosio sciropposo: sarà cosa molto conveniente determinare la densità con l'areometro e dalle indicazioni dell'areometro desumerne l'approssimativa quantità di glucosio mercè la tavola di Salomon (vedi sopra, p. 1162, col. 1ª). Poniamo che si trovi che il sciroppo abbia la densità di gr. 1.225 e che contenga approssimativamente 60 per 100 di glucosio; se ne prendono 20 c. c. e si allunga con acqua fino ad avere 1000 c. c. Si pongono 10 c. c. di liquido cupro-potassico in un matraccetto, vi si uniscono 10 c. c. di acqua stillata ed un pezzetto di soda caustica; si scalda e quando il liquido è vicino a bollire con un provino volumetrico vi si affonde la soluzione del sciroppo allungato a goccia a goccia: il liquido cambia tosto di colore e quando si vede che ha quasi del tutto perduto il colore azzurro, si ritrae un poco dal fuoco, si lascia deporre l'ossidulo di rame ed allora si può vedere bene il colore del liquido, al quale, se è ancora leggermente azzurrognolo, si aggiunge qualche altra goccia di soluzione glucosica fino a che non siasi ottenuto il perfetto scoloramento. Si ripete il saggio una seconda, e non avendo cifre concordanti si ripete una terza volta. Supponiamo che sieno stati adoperati

nel 1° saggio	. . . . .	c. c. 4.1
» 2° »	. . . . .	» 4.3
» 3° »	. . . . .	» 4.2

di soluzione glucosica per scolorare o ridurre i 10 c. c. di liquido cupro-potassico, si accetterà la media c. c. 4.2: e siccome per scolorare 10 c. c. di liquore di Fehling occorrono gr. 0.050 di glucosio, questa stessa quantità di glucosio deve essere contenuta nei c. c. 4.2 di soluzione zuccherina occorsa nel saggio ora descritto. Indi con la seguente proporzione

4.2 : gr. 0.050 : : 1000 : x = gr. 11.905

si trova che la soluzione glucosica contiene gr. 11.905 di glucosio in 1000 c. c.: inoltre la soluzione glucosica essendo stata preparata sciogliendo 20 gr. di sciroppo o di glucosio sciropposo in un litro d'acqua bisognerà moltiplicare per 50 la quantità del glucosio trovato: 11.905 × 50 = gr. 595.25. Per conseguenza il sciroppo esaminato non contiene che 59.525 % di glucosio anidro = $C^6H^{12}O^6$. Se si volesse trovare la quantità del glucosio cristallizzato si ottiene calcolando che ogni 180 parti di glucosio anidro corrispondono a 198 di glucosio cristallizzato = $C^6H^{12}O^6 + H^2O$.

Si avverta bene che questo saggio non è praticabile altro che quando si hanno sciroppi scolorati o glucosio granuloso quasi puro; ed anche in questi casi non sasebbe rigorosamente applicabile; poichè nel glucosio artificialmente ottenuto, per quanto si dica puro dai fabbricanti, si contengono sostanze intermedie tra la destrina ed il glucosio, che riducono i sali metallici, ma non sono capaci di fermentare. Per la qual cosa il più delle volte conviene determinare il glucosio per mezzo della fermentazione. È noto che 100 gr. di glucosio dovrebbero dare, secondo l'equazione teorica

$$C^6H^{12}O^6 = 2CO^2 + 2C^2H^6O,$$

48.89 parti di anidride carbonica; ma effettivamente, a motivo dei prodotti secondarii, non se ne ottiene che il 47 %. Occorre l'apparecchio rappresentato dalla fig. 1627

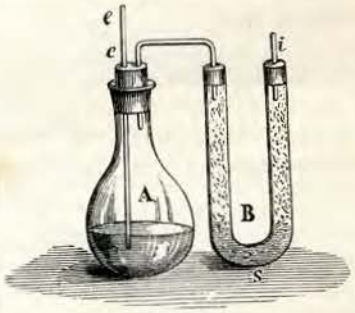


Fig. 1627.

e consiste di un matraccio A, in cui si introducono 3 gr. di glucosio granuloso, o 5 o 6 gr. di sciroppo, insieme con 12 gr. di acqua e 20 gr. di lievito di birra fresco: si dispone l'apparecchio in un luogo moderatamente caldo dopo averlo pesato con una bilancia che senta almeno 2 milligrammi e dopo di avere chiuso bene il matraccio ed immerso il tubo *c* nel liquido. La fermentazione presto si stabilisce, l'anidride carbonica si svolge, passa per il tubo B piegato ad U, che deve essere riempito di pomice imbevuta di acido solforico concentrato. Cessato dopo diversi giorni lo svolgimento dell'anidride carbonica, l'apparecchio non perde più di peso, si aspira per l'estremità *i* l'aria per l'apparecchio, dopo avere scaldato il liquido, acciocchè si svolga tutto il gaz: si lascia raffreddare e si pesa. La perdita di peso che risulterà moltiplicata per $^{100}/_{47}$ rappresenterà il glucosio puro contenuto nei 3 gr. del prodotto granuloso esaminato, o nei 5 o 6 gr. del sciroppo sottoposto al saggio.

Noi riteniamo che per i fabbricanti di vini, di alcoole, di birra sia da preferirsi la prova per fermentazione

quando non occorra avere i dati con una certa sollecitudine e con molta esattezza: ma in generale raccomandiamo il seguente metodo di Naubauer, che è un perfezionamento della prova stessa.

Saggio analitico del glucosio del commercio.

Il metodo di Fehling o di Barreswill fondato sulla riduzione di un liquido contenente ossido rameico e alcali caustico non si può applicare, sebbene dia ottimi risultati con le soluzioni di glucosio puro ed anche col mosto delle uve, non può applicarsi, dicevamo, al saggio analitico del glucosio commerciale, perchè contiene sostanze riduttrici, che non sono glucosio e non possono fermentare. — Neppure la saccarimetria ottica in questo caso soccorre, perchè quelle sostanze non glucosiche hanno speciale potere rotatorio per lo più maggiore di quello degli zuccheri. — C. Neubauer, che ha istituite molte ricerche sul modo di eseguire l'analisi del glucosio che circola in commercio, insegnava a procedere nel modo seguente: 100 grammi di glucosio greggio si sciolgono in un litro d'acqua, si determina la densità coll'areometro di Balling e da questa si desume il peso della sostanza secca. A 500 c. c. della soluzione glucosica si aggiunge poco lievito di birra, si fa fermentare, e quando tutto il glucosio è trasformato in alcoole (ciò che si desume dalla densità del liquido che ha cessato di diminuire), coll'areometro di Balling (1) e la tavola che vi è unita, si calcola la quantità di sostanze non fermentescibili che sono rimaste nel liquido alcoolico. I risultati estremi ottenuti saggiando 13 campioni di glucosio con questo metodo furono:

Acqua	24.42	12.75
Sostanza secca	75.58	87.25

E nella sostanza secca:

Glucosio	57.64 %
Sostanze non fermentescibili	13.23 %

Applicazioni del glucosio.

Si usa in luogo dello zucchero di canna, per quanto di gran lunga inferiore per il potere dolcificante e per la delicatezza del sapore; costa meno perchè ancora non è gravato dalle enormi tasse che il fisco ha posto sullo zucchero di canna; ma se, come pare, si tasserà in proporzione di questo, sparirà ogni convenienza economica del suo uso.

Del glucosio si trae profitto per arricchire i mosti, e quindi per la fabbricazione del vino, e soprattutto per fare i secondi vini col metodo del sig. Petiot, più o meno modificato. Si avverta che il glucosio del commercio contiene dal 20 al 30 e più per cento di sostanze non fermentescibili che restano nel vino, e che lo dispongono ad alterarsi in modo da renderlo imbevibile: per conseguenza gli economisti dapprima, i legislatori svizzeri e germanici poi, hanno condannato l'applicazione del glucosio ordinario alla fabbricazione delle bevande fermentate. Queste disposizioni ristrettive spingeranno i fabbricanti a conseguire una maggior purezza del glucosio; e quando ciò sia conseguito, allora nessuno potrà opporre ostacolo alla più estesa applicazione di una sostanza tanto utile.

Attualmente il principale suo uso è quello di dolcificante per i confetturieri ed i liquoristi, e di materia fermentescibile per la produzione dell'alcoole.

L'industria della fabbricazione del glucosio è sviluppatissima in Germania, ove nell'anno 1880 in 37 fabbriche si trattarono 46 milioni di chilogrammi di fecola umida, e 1,877,400 chilogrammi di fecola secca, e si produssero 11,870,400 chil. di glucosio solido, 13,509,900 chil. di glucosio sciropposo, e 826,600 del così detto *Zuckercouleur*, ossia zucchero colorato o caramelizzato.

Le statistiche provano che la produzione va sempre crescendo.

Produzione dello zucchero di fecola in Germania nell'anno 1881-82.

	Numero delle fabbriche	Zucchero di fecola ottenuto			Prezzo al quintale (*)		
		Solido	Sciropposo	Colorato	Zucchero solido	Zucchero sciropposo	Zucchero colorato
		Quintali	Quintali	Quintali	Marchi	Marchi	Marchi
Prussia	30	159,668	156,483	15,400	27.5	28.2	35.5
Baviera	1	350	—	—	30.0	—	—
Baden	1	—	—	—	—	—	—
Hessen	3	4,150	—	—	29.0	—	—
Mecklenburg	1	—	4,800	—	—	24.0	—
Braunschweig	1	—	3,000	—	—	21.0	—
Alsazia-Lorena	2	3,082	4,752	—	30.0	36.0	—
Esercizio doganale del 1881-82	39	167.250	169,035	15,400	27.6	28.1	35.5
Esercizio del 1880-81	45	105,916	161,720	7,693	33.0	32.0	36.6

(*) I prezzi sono in marchi di L. 1 25 ciascheduno

Anche in Francia la fabbricazione del glucosio ha negli ultimi tempi molto progredito: tuttavia non vi si contano che 12 grandi fabbriche che ne producono da 60 a 70,000 quintali.

La produzione industriale avrebbe preso in Europa maggiore incremento se alcuni governi non avessero proibito l'aggiunta di questi zuccheri artificiali al mosto per far birra. Negli Stati Uniti d'America, invece, ove la produzione dei cereali va crescendo smisuratamente tutti gli anni, anche la fabbricazione del glucosio cresce,

(1) Vedasi *Assaggio delle birre* in questa Enciclopedia, vol. I, pag. 1017.

e minaccia di fare concorrenza al commercio del vecchio mondo anche con questa produzione industriale.

Negli Stati Uniti d'America esistevano, per quanto se ne sa, fino a tutto l'anno 1881 almeno 10 fabbriche, nelle quali la segale serviva come materia prima. Di questo cereale consumavano 7500 ettolitri al giorno, ricavando 36 chil. circa di glucosio per ogni ettolitro di segale. Grandi quantità dello *zucchero di segale* dell'America viene spedito in Europa a prezzo più modico del glucosio germanico.

Da poco tempo in qua in America il glucosio si fabbrica in grande quantità adoperando il grano turco. Il sciroppo ha bel colore, alto titolo zuccherino e si presta bene per essere trasformato in altri sciroppi. Anche il prezzo è molto discreto, ed è perciò venduto colà ai fabbricanti di sciroppo, alle raffinerie di zucchero, alle fabbriche di confetture e canditi. Inoltre si mescola a peso eguale col miele di California, e si spedisce il mescuglio, che ha tutte le apparenze del buon miele, anche in Europa, dove pel prezzo basso trova ora favore. — Questo glucosio fatto col grano turco è applicato con più vantaggio di quello di fecola alla fabbricazione dei vini dolci e dei liquidi spiritosi. Si dà per verosimile che le fabbriche americane abbiano consumato nel 1881 circa 10 mila ettolitri di grano turco al giorno e che nel 1882 questo consumo siasi raddoppiato.

Pochi anni or sono questa industria in Italia non era conosciuta che di nome; nel 1881 con molto piacere si è veduto all'Esposizione Nazionale di Milano che in questa città esistevano tre fabbriche capaci di dare prodotti in tutto e per tutto comparabili a quelli delle fabbriche straniere. Di fatti, sebbene tutte e tre le fabbriche prediligano la fabbricazione del glucosio sciropposo per mezzo della fecola di patate, due (quella del Visconti e l'altra del Monnier) esposero glucosio in pani bellissimo. Queste fabbriche hanno trovato tosto da smerciare grandi quantità dei loro prodotti agli enotecnici, ai confetturieri, e perfino ai tintori, che se ne servono per aumentare il peso dei filati tinti di molto prezzo, in specie di quelli tinti col rosso turco.

La fondazione delle fabbriche di zucchero di fecola in Milano ci ha sollevato dall'importazione di questo utilissimo prodotto industriale, che noi acquistavamo dalla Germania. La statistica del commercio speciale delle nostre dogane porta le seguenti cifre:

	Importazione		Esportazione	
	1877	1878	1877	1878
Sciroppo di fecola quintali	7199	7057	10	126

Invece per il biennio ultimo si hanno i seguenti dati:

	Importazione		Esportazione	
	1881	1882	1881	1882
Sciroppo di fecola quintali	650	1850	0	0

Adunque la importazione è ridotta a piccola cosa, ed è sperabile che si possa arrivare anche ad esportarne.

La produzione delle nostre 3 fabbriche arriva a 30 mila quintali all'anno; ma sembra che esse acquistino dall'estero la fecola da trasformare. — In fatti a misura che è diminuita l'importazione dall'estero del glucosio, è molto aumentata quella della fecola.

Per altro non è da credere che queste cifre officiali comprendano tutto il glucosio ora ed allora importato in Italia: difatti nella statistica doganale si parla di *sciroppo di fecola* e logicamente sotto questa *voce* la dogana dovrebbe registrare il glucosio sciropposo, ma non quello solido, e non sembra ammissibile che se da noi s'importa il primo, non si faccia uso affatto del secondo.

Essendo, adunque, dopo che la nuova industria è sorta in Italia, diminuita l'importanza dello zucchero di fecola, il fisco, come è ben naturale, vuole stabilire una tassa di fabbricazione sul glucosio, come apparisce da una proposta inclusa nella revisione delle tariffe doganali, presentata al Parlamento italiano il 25 novembre 1882: proposta che probabilmente quando si stamperà questo articolo sarà sanzionata da tutti i grandi poteri dello Stato.

La tassa di fabbricazione che si propone è di L. 15 sul glucosio solido e L. 10 al quintale sul glucosio liquido: tassa che non pare punto bene proporzionata, giacchè il glucosio solido potrebbe sopportare tassa maggiore anzichè minore di quello liquido.

Il glucosio liquido serve per preparare il cuojo e le pelli, che rende più pieghevoli e delicate al tatto, aumentandone il peso e diminuendone per conseguenza il prezzo rispetto ai prodotti consimili non trattati col sciroppo. Il glucosio serve per far sciroppi, conserve, pastiglie meno dolci, e perciò più gradevoli al palato di quelle fatte con zucchero di canna. Le conserve fatte con questa materia mantengono il sapore e l'aroma delle frutte dalle quali derivano, che rimangono coperti dal sapore dolce smaccante proprio dello zucchero ordinario. Non torneremo sulla importante applicazione del glucosio alla correzione dei mosti, giacchè è ormai a tutti noto che con l'aggiunta di glucosio di ottima qualità si può anche nelle peggiori annate ottenere vino sempre della stessa potenza alcoolica. Lo stesso dicasi della birra; cosicchè parrebbe sommamente utile che si incoraggiassero gli studi e le ricerche intese a perfezionare la purificazione del glucosio artificiale, oppure ad eliminare le cause che concorrono alla trasformazione dell'amido in materie diverse dal glucosio.

Il glucosio unito agli alcali è, come sopra abbiamo veduto, uno dei più energici corpi riduttori che si conoscano: esso riduce i metalli dai sali solubili, come dagli insolubili, massime se precipitati in particelle molto divise. Toccammo di questa importante proprietà nel discorrere del modo col quale il glucosio si comporta con i sali metallici: qui conviene indicare il profitto che può trarsene applicandolo praticamente.

Se si stratifica nell'interno di un recipiente di porcellana una mescolanza di cloruro d'argento, precipitato di recente, ben lavato e di soda caustica sciolta in poca acqua, eppoi si versa sopra un peso presso a poco eguale di zucchero di fecola, e si scalda, quando il liquido comincia a bollire si vede prodursi un'abbondante riduzione d'argento metallico, che si separa in minute particelle grigie. Se si lava, si asciuga e si infuoca questa polvere metallica entro crogiuolo di porcellana, alla fiamma a gaz alimentata da una soffieria, si ottiene il metallo puro, in massa relativamente leggiera perchè porosa, di colore bianco-opaco. Questo processo si può applicare anche alla preparazione di non piccole quantità di argento, ed è da preferirsi a tutti gli altri già noti per la semplicità, eleganza e purezza del metallo che si ottiene. Nello stesso modo si può preparare il nero di platino: basta, infatti, aggiungere ad una soluzione di cloruro platinico un certo eccesso di soda caustica, e piccola quantità di glucosio, scaldare tutto, e per 7 o 8 minuti (10 al più) tenere in ebullizione. Tutto il platino si depone (mentre svolgesi gaz anidride carbonica) in polvere tenue, che poi si raccoglie in massa porosa. In egual modo si può dai sali ramici ottenere ossido rameoso di bel colore rosso cinabro.

Col nome di *Zuckercouleur* si usa in Germania e si esporta una notevole quantità di sciroppo di fecola, in

cui trovasi glucosio in maggior o minor dose convertito in caramele, e per conseguenza più o meno colorato di giallo o di bruno: questo *glucosio colorito* si adopera per fare vini ed aceti artificiali, per ottenere birra ed anche rhum artificiale.

In America col glucosio artificiale si nutrono le api, che lo mangiano assai volentieri: si fabbricano persino delle arnie artificiali con scheletro artefatto formato di paraffina e si riempiono poi di glucosio con speciali congegni.

Infine noteremo che, stante la differenza di prezzo e di dazi, il glucosio solido è oggi impiegato per adulterare lo zucchero di canna non raffinato.

Industrie che hanno per base la saccarificazione dell'amido.

Avendo considerato fin qui la fabbricazione del glucosio come industria indipendente, conviene aggiungere come la saccarificazione dell'amido serva di base fondamentale ad alcune industrie importantissime, quali sono tutte quelle che derivano dalla fermentazione.

L'alcoole, che per molti secoli si è ricavato soltanto dal vino e dai liquidi fermentati, ora si ottiene trasformando l'amido dei cereali e la fecola delle patate in glucosio, e preparando un liquido comparabile al mosto, che fatto fermentare e poi distillato dà alcoole. — Per fabbricare l'alcoole, adunque, si conseguirà questa trasformazione in due modi; cogli acidi o con la diastasi. Dell'uno e dell'altro di questi due metodi è stato convenientemente discorso negli articoli precedenti (Alcool, Birra, Distillazione) e volendo trattare qui l'argomento bisognerebbe ripetere ciò che è stato altrove detto. Per conseguenza basterà avvertire che nelle industrie relative alle fermentazioni si procede alla saccarificazione nei modi sopra descritti; ma è strettamente necessario arrestarsi alla preparazione di una soluzione di glucosio; e siccome la soluzione glucosica uscendo dalle caldaje deve essere portata alla temperatura più favorevole per la fermentazione, si raffredda sollecitamente facendo passare in truogoli scoperti ed agitandola con palette unite ad un asse girante, per aumentare l'evaporazione, che sottrae calore, oppure facendola scorrere entro tubi di piombo raffreddati all'esterno da acqua fredda corrente. Nelle fabbriche di alcoole è seguìto promiscuamente il metodo con gli acidi ed il metodo con la diastasi; si preferisce per altro quest'ultimo, ove si può vendere piuttosto bene il residuo, che è eccellente per l'alimentazione del bestiame e che si valuta a L. 10 il quintale. — Nelle fabbriche della birra si segue unicamente il metodo della diastasi (vedasi Birre). Nelle fabbriche di glucosio solido e del sciroppo di fecola la saccarificazione delle materie idrocarbonate si effettua mercè gli acidi più o meno allungati, come sopra dicemmo. Con la diastasi in poche fabbriche si preparano sciroppi di fecola colorata; quelli appunto che dai Tedeschi si chiamano *Zuckercouleur*.

F. Sestini.

GOMMA ELASTICA E GUTTAPERCA. — Francese *Caoutchouc*. Ingl. *India rubber*. Ted. *Kautschuk*. Spagn. *Goma elastica*.

I. — Gomma elastica.

Origine del cautciù. — La gomma elastica o il cautciù è un prodotto dell'organismo vegetale; trovasi, secondo Schleiden, nel sugo lattiginoso di tutte le piante; sono però poco numerose quelle che ne contengono in quantità sufficiente per l'estrazione. La *Siphonia elastica* e la *S. Brasiliensis* della famiglia delle euforbiacee sono le piante più ricche di cautciù, ma anche il *Ficus elastica*, il *F. indica* (Java, Assam, Singapora e N. Australia) della famiglia delle artocarpee, l'*Urceola elastica* (Arcipel. Indiano), la *Vahea gummifera* (Madagascar), la *Hancornia speciosa* (Brasile merid.) della famiglia delle apocinee, ed altre piante possono fornire cautciù.

Storia scientifica e tecnica del cautciù. — Il cautciù non è disciolto nel sugo lattiginoso delle piante citate, ma vi si trova piuttosto in uno stato somigliante a quello in cui il burro esiste nel latte, cioè allo stato di sospensione e sotto forma di piccoli globuli che col riposo si portano alla superficie formando uno strato denso come la crema. Il sugo recente delle piante da gomma si presenta come un liquido torbido lattescente del p. sp. 1.012 che si acidifica prontamente all'aria e al pari del latte subisce la coagulazione; l'alcool e il riscaldamento sono del pari capaci di produrre la coagulazione. Ma il sugo in discorso non è però solo una emulsione della gomma nell'acqua; esso contiene anche altre sostanze. Il Faraday analizzò un sugo di piante da gomma elastica proveniente dall'America Meridionale (e già in parte decomposto) e vi trovò cautciù (31.7 %); un principio amaro (7.1 %); albumina (1.9 %); acqua, acido acetico, sali (60 %).

L'Adriani trovò che il sugo del *Ficus elastica* era tanto più acquoso quanto più alto era il punto della pianta da cui il sugo veniva estratto.

Il cautciù fu importato per la prima volta in Europa sul principio del secolo scorso, ma erano allora ignote ancora la natura e l'origine di quel singolare prodotto. Il La Condamine, di cui tutti conoscono i lunghi viaggi per l'America Meridionale, fu il primo che descrisse il cautciù; nella memoria da lui presentata nel 1736 all'Accademia delle scienze di Parigi sono esposte le proprietà del cautciù americano, l'origine del medesimo, e vi è anche detto che gli abitanti di Cayenne e del Brasile se ne servivano allora per diversi usi, per esempio per scarpe, per rendere impenetrabili i tessuti e per illuminazione (come fiaccole).

L'Accademia francese ricevette poi ulteriori notizie sul cautciù dal Fresneau nel 1751 e dal Macquer nel 1768. Fino al principio del nostro secolo il cautciù non servì che al modesto uso di cancellare i tratti delle matite sulla carta, e da questa applicazione venne il nome che tuttodì porta in Inghilterra di *India rubber*. Dovettero passare non pochi anni prima che le sue altre più importanti proprietà venissero conosciute ed apprezzate, e ancora più lungo tempo trascorse prima che si scoprisse che il cautciù, mediante l'aggiunta di altre sostanze, acquista nuove e molto pregiate qualità che lo fanno uno dei più preziosi e dei più utili prodotti del regno vegetale. Il consumo oggidì straordinariamente cresciuto di cautciù diede la spinta in molti paesi tropicali ad accrescerne la produzione; questo scopo si è cercato di raggiungere in due diversi modi, cioè sia cercando nuovi alberi da gomma elastica, sia procurando di acclimare in altri paesi le piante gommifere già conosciute. Un tempo la patria del cautciù era esclusivamente l'America Meridionale; adesso sono stimati anche i cautciù provenienti dalle Indie Orientali, dove gli indigeni lo conoscevano, a quanto pare, da lungo tempo, e se ne servivano per diversi usi. Al Roxburgh (*Flora Indica*, 3), il sagace illustratore della flora indiana, devesi il merito di avere attirata l'attenzione sul *Ficus elastica*, pianta di cautciù che cresce nell'India. Anche l'introduzione degli alberi gommiferi in paesi dove essi non erano indigeni, ha fatto molti progressi;

il *Ficus elastica* è oggidì estesamente coltivato nell'Arcipelago indiano e in Nubia; la *Vahea gummifera* indigena del Madagascar è ora coltivata a Java; oggi si produce cautciù anche nell'Africa Centrale; ma la maggior quantità ci viene ora da Java e dal Brasile; da Cartagena (N. Granata), dal Messico, da Buenos Ayres, dal Chilì, da Guatimala, da Venezuela, da Assam (Asia) e da Gaban (Africa).

Estrazione del cautciù. — Molto diversi, ma tutti imperfettissimi sono i modi di estrazione del cautciù; essi coincidono solo in ciò che sul tronco degli alberi da gomma si praticano incisioni da cui sgocciola il sugo gommifero che viene poi in modo diverso raccolto e lavorato dagli indigeni sul luogo di produzione.

In Brasile e nell'America Centrale, per esempio, si procede in questo modo: si levano le pietre e la terra sciolta intorno al piede dell'albero e vi si distendono larghe foglie destinate a ricevere il sugo della pianta; poi si distacca la corteccia dell'albero fino all'altezza di m. 1.20 a 1.50; il sugo trasuda allora e scorrendo lungo il tronco cade sulle foglie, ma in gran parte anche in terra; dopo molti giorni il sugo è diventato secco e solido, e viene allora levato e imballato pel trasporto. L'incisione fatta all'albero dovrebbe essere profonda solo quanto basta per raggiungere i canali lattiferi che si trovano nello strato mediano della corteccia, ma gli indigeni non badano a questa circostanza e molti alberi vengono così prematuramente distrutti per la irrazionale maniera usata nell'inciderli. Questa operazione viene d'ordinario eseguita durante la stagione secca.

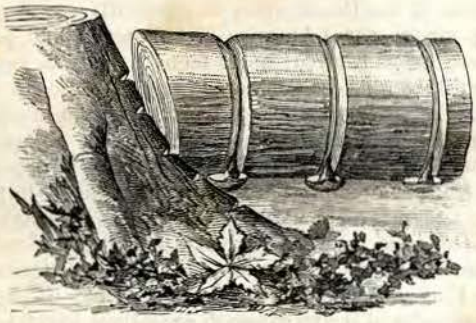


Fig. 1628.

A Panama il metodo ordinario di raccogliere il sugo gommifero consiste prima di tutto nell'abbattere l'albero, e nell'incidere poi solchi profondi intorno al tronco, come è rappresentato dalla fig. 1628. Larghe foglie disposte sotto all'albero ricevono il sugo, che è poi raccolto in una cavità del terreno, dove si coagula nello spazio di due settimane. In Nicaragua si è trovato che, benchè l'albero dia sugo ad ogni stagione, la migliore epoca dell'anno per l'estrazione è l'aprile, quando le vecchie foglie cominciano a cadere e spuntano le nuove. Durante la stagione piovosa da maggio a settembre la ricchezza del sugo è molto minore, dal settembre al gennajo la pioggia diminuisce, il sugo diventa più denso, l'albero s'avvia verso la fioritura, il frutto appare in marzo; in questo mese e nel successivo il sugo contiene la più grande proporzione di gomma; secondo le prove fatte, la quantità di sugo in aprile è del 60 % maggiore di quella esistente nell'ottobre. Un albero di circa 50 centimetri di diametro (probabilmente dell'età di sei anni) può dare, se convenientemente inciso, circa 90 litri di sugo contenente circa 25 chilogr. di gomma elastica. Questi dati sono peraltro da ritenersi molto elevati e la media pare molto inferiore. Col sistema in uso a Panama di distruggere l'albero, il ricavo in gomma è qualche volta di 30 chilogr. di gomma ogni pianta.

A Nicaragua invece si procede in un modo meno irrazionale. Un operajo arrampica sull'albero portandosi più alto che può e comincia qui a fare incisioni con un'accia molto tagliente; queste incisioni sono o verticali con piccole deviazioni trasversali, oppure si dirigono in forma di spira. Al piede dell'albero si mette un recipiente di ferro in cui si raccoglie il sugo che trasuda dalle fatte incisioni; la sera il sugo viene stacciato onde separare le materie eterogenee, e lo si raccoglie poi in botti dove è abbandonato alla coagulazione; questa coagulazione è facilitata coll'aggiunta del sugo di certe piante e specialmente di quella dell'*Ipomœa bona nox*, usata a questo intento anche a Panama. Effettuata la coagulazione, cioè la separazione del cautciù, questo ha l'aspetto di una massa molle, galleggiante in un liquido bruno e dell'odore del formaggio recente; questa massa viene separata dal liquido e ridotta mediante la compressione in una *tortilla* o stiacciata del peso di circa 1 chilogr., quando è secca.

In Nicaragua si usa anche versare il sugo della pianta gommifera sopra un pezzo di terreno appositamente preparato ed abbandonarlo quivi all'evaporazione spontanea; quando la gomma è apparentemente secca, la si comprime per scacciarne le ultime tracce di liquido acquoso.

L'albero che fornisce il cautciù a Panama, Nicaragua, Guatimala, Cartagena, Guajaquil, Honduras, Costarica, ecc., è la *Castilloa elastica*, dagli indigeni chiamata *ulé*. Il cautciù che deriva da questa pianta prende però diversi nomi in commercio a seconda della forma e dell'aspetto che possiede.

Un altro modo di estrazione del sugo delle piante gommifere è il seguente, che si usa in alcune parti del Brasile dove si trovano grandi boschi di *Siphonia elastica;* a circa un metro sopra il terreno si fa nel tronco dell'albero una incisione orizzontale da cui partono nella direzione del terreno altri tagli obliqui; il sugo lattiginoso che scola da queste ferite dell'albero è raccolto in vasi di terra od in vasi di legno rivestiti di terra, poi lo si toglie da questi recipienti e lo si distende sopra forme di terra (talvolta sferiche, talvolta d'altra forma) (1), oppure sopra forma di legno, e si asciuga sopra un fuoco a fiamma fuligginosa; quando lo strato di liquido disteso su queste forme si è solidificato, vi si versa sopra una dose nuova del sugo, si essicca di nuovo e si ripete questa operazione finchè siasi ottenuto uno strato secco del voluto spessore. La fig. 1629 rappresenta questa operazione: *c* è una pala di legno in forma di remo su cui l'operajo versa il sugo gommifero contenuto in *b*, *a* è una specie di anfora di terra senza fondo e poggiata su pietre che la rialzano da terra

(1) Si usa anche fare così: nel sugo gommifero che trasuda dalle incisioni delle piante e si raccoglie in vasi posti al piede di queste, si immergono pezzi d'argilla periformi essiccati al sole; si estraggono subito dopo e si espongono ad un leggero calore; la gomma elastica si coagula immediatamente; si ripete l'immersione e si asciuga di nuovo e così via finchè lo strato di gomma elastica formatosi ha acquistato lo spessore voluto; allora i pezzi d'argilla rivestiti di gomma sono immersi nell'acqua, che rammollisce e stempera l'argilla, che poi si scaccia mediante la pressione colle mani Si hanno così i fiaschetti di gomma di prima qualità come sono rappresentati dalla fig. 1535; quelli di seconda qualità, detti *teste di moro* (moro-head), si preparano come i precedenti, ma quando lo strato di gomma ha raggiunto 3 a 5 millimetri si leva l'argilla e si riempiono di sugo in parte già coagulato al sole od al fuoco e che contiene più o meno impurità e frammenti di ogni specie, per cui questa seconda qualità è assai meno pregiata.

alcuni centimetri; questo spazio libero è destinato a favorire la corrente d'aria destinata ad alimentare la combustione delle materie vegetali (frutti di palme) che sono collocate nell'anfora, la quale fa dunque l ufficio di un fornello, dalla cui bocca esce il fumo che col suo calore è destinato ad essiccare il sugo.

Frequentemente si usa versare il sugo sopra lastre grosse di terra porosa la quale ne assorbe la parte acquosa e si ottengono così foglie più o meno grosse e più o meno regolari di cautciù.

A San Salvador il sugo che geme dalle piante previamente incise nel punto opportuno, è raccolto in vasi di legno dove si versa poi una quantità doppia d'acqua; il liquido è quindi fatto passare per uno staccio, e dopo questa operazione è di nuovo mescolato con acqua in guisa che il rapporto fra questa ed il sugo sia di 4 : 1 ; la miscela



Fig. 1629.

acquosa è poi abbandonata a sè per 24 ore; durante questo tempo il cautciù si raccoglie alla superficie come la panna si separa col riposo dal latte. Si cambia poi l'acqua e si abbandona di nuovo il liquido al riposo finchè l'acqua sottostante allo strato di cautciù separatosi è diventata limpida. Il cautciù è poi agitato con una piccola quantità di una soluzione d'allume che ne facilita l'indurimento; si procede infine alla compressione ed all'essiccamento all'ombra. Il cautciù proveniente da Cartagena in pezzi perfino del peso di 50 chilogr. viene ottenuto nel modo testè descritto.

Nell'India si usa fare agli alberi gommiferi incisioni circolari distanti 25 centim. una dall'altra, partendo dal piede dell'albero fino alla sua estremità. Durante la stagione fredda il sugo cola più abbondante che nella calda, cioè da marzo ad ottobre, ma in questi mesi però il sugo è più ricco di cautciù.

Abbandonato all'aria il sugo si coagula e si divide in due parti, una solida ed elastica, l'altra liquida e dell'aspetto del siero. Il sugo del *Ficus elastica* produce circa il 30 % in peso di cautciù: il cautciù indiano lo si abbandona all'asciugamento spontaneo in recipienti più larghi che alti e non viene scaldato e durante l'asciugamento si evita l'azione diretta dei raggi solari, che lo



Fig. 1630.



Fig. 1631.



Fig. 1632.

altererebbero rendendolo nero e vischioso: il cautciù africano di Gaban mostra spesso le traccie di questo deterioramento.

Le figure 1630, 1631, 1632, possono meglio d'una descrizione spiegare il modo di estrazione del cautciù

dagli alberi gommiferi; la fig. 1633 rappresenta l'albero esausto in uno stato di decadenza. Anthoine suggerì nel 1855 di separare il cautciù dal sugo delle piante gommifere trattando il medesimo con 2 a 3 % di alcoole: in tal modo la massa gommosa si raccoglie in uno strato che galleggia sulla parte acquosa del sugo; questo strato è poi versato sopra una tela distesa sulla sabbia che ne attira l'acqua; quando ha acquistato una certa consistenza lo si distacca dalla tela e lo si fa asciugare all'aria. Questo modo di estrazione è rapido e non presenta il pericolo che il prodotto si alteri; il citato Anthoine espose a Parigi nel 1855 cautciù preparato col suo processo da noi testè descritto.

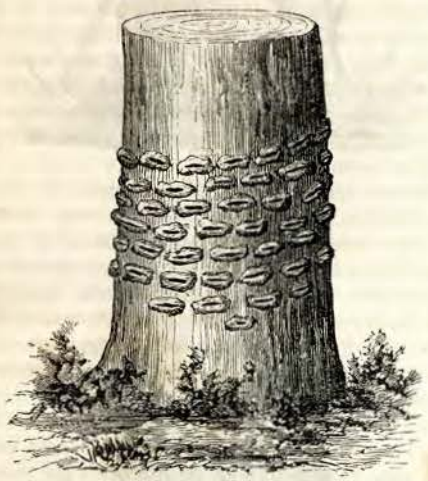


Fig. 1633.

Varietà del cautciù commerciale. — In commercio si trovano diverse varietà di cautciù che hanno diverso pregio e sono distinte generalmente col nome della loro provenienza.

Paracautciù o *cautciù Para* è il cautciù brasiliano, il migliore e il più caro di tutti; esso proviene da Para città del Brasile e si presenta sotto diverse forme:



Fig. 1634.



Fig. 1635.

a) in forma di bottiglie a pera od a sfera di circa 12 cent. di diametro e dello spessore di circa 5 cent.; la fig. 1634 rappresenta una di questa specie di cautciù che si ottiene nel modo poc'anzi descritto. Nei fiaschetti di gomma non invecchiati, tagliandoli longitudinalmente, si possono facilmente discernere (fig. 1635) i diversi strati sovrapposti, ed anzi operando con abilità si possono staccare ad uno ad uno ed averne altrettanti fogli sottilissimi di grande purezza;

b) in dischi dello spessore di 5 cent. e del diametro di 20;

c) in foglie di circa 60 cm. q. e dello spessore di 5 a 8 centim.

La buona qualità del *cautciù Para* ha attirato l'attenzione degli agricoltori indiani sulla pianta che lo fornisce. Gli esperimenti fatti sembrano favorevoli alla introduzione della coltivazione del medesimo a Ceylan, Malabar, Zanzibar, Giamaica.

Il cautciù di Cartagena viene dalla Nuova Granata, si presenta in blocchi del peso fino oltre 50 chil., che si ottengono colla compressione di lastre sottili ed ha color nero nelle sezioni: di eguale qualità è il cautciù di San Salvador.

Sotto il nome di cautciù delle Indie Occidentali viene in commercio la miglior specie di cautciù dell'America Centrale in forma di blocchi ottenuti essi pure colla compressione di lamine; quello di Guatimala è la meno pregiata varietà di Sud America; quello di Guayaquil è di color chiaro nelle migliori varietà, ma nelle inferiori è di color oscuro e spugnoso. Il cautciù delle Indie Orientali (Assam, ecc.) viene in commercio in pezzi irregolari misti di pezzi chiari e oscuri e contenenti sostanze eterogenee; è meno stimato del para; quello del Madagascar è buonissimo e tiene subito dietro al para. L'Africa Equatoriale (Gabon, Congo, Angola, Benguela, ecc.) manda un cautciù che è poco stimato per la difettosa sua preparazione. Nell'intento di sottrarre l'operazione della preparazione del cautciù sul luogo di produzione alle conseguenze della negligenza e dell'ignoranza degli indigeni, si è tentato di mettere in commercio il sugo lattiginoso delle piante di cautciù quale queste lo forniscono e di farlo poi lavorare in Europa, ma i tentativi fatti non diedero buoni risultati sia nel riguardo dell'economia che in quello della qualità dell'articolo.

Dati statistici intorno al cautciù. — Il commercio del cautciù, che può ritenersi datare solo da circa 40 anni, ha ora raggiunto una grande importanza. L'Inghilterra ne importò nel 1876 79,346 quintali del valore di 38 milioni di franchi; nel 1880 l'importazione fu di 84,793 quintali del valore di circa 50 milioni di fr. (1). L'Inghilterra è il centro più importante del commercio del cautciù e fornisce poi questo articolo a molte fabbriche nell'Europa (2); nel 1880 furono esportati dall'Inghilterra negli Stati Uniti 10,970 quintali, nella Germania 9460 quintali, nella Russia 8095 quintali, nella Francia 4960 quintali, nell'Olanda 3591 quintali, in altri paesi 1789 quintali: in totale circa 38,366 quintali; parrebbe quindi che l'Inghilterra, che ha importato nel 1880 circa 85 mila quintali di cautchuc e ne ha esportato circa 39 mila quintali, ha trattenuto in paese per la lavorazione circa 46 m. quintali. In Italia attualmente l'importazione del cautciù greggio si fa da una sola fabbrica (Pirelli, Casassa e C. di Milano), che ne lavora annualmente chil. 80,000. I prezzi attuali del cautciù (da tre anni in qua) sono:

Per il Para . .	L.	11	»	a	13.50	il chil.
» Ingrohead	»	9	»	a	11	» »
» Madagascar	»	7	»	a	9	» »
» Mozambico	»	6.50	a		7.50	»
» Assam . .	»	6	»	a	7	» »
» Cent. Am. .	»	9	»	a	10	» »

Proprietà fisiche e chimiche del cautciù. — Il cautciù del commercio non è mai puro: se esso è ottenuto direttamente coll'essiccamento del sugo, contiene necessariamente tutti i componenti di quest'ultimo, come albumina, corpi resinosi, sali, ecc.; meno impuro si ottiene dopo una lavatura con acqua del cautciù separatosi dal sugo. Varii processi furono suggeriti allo scopo di ottenere cautciù puro: secondo Faraday, si allunga il sugo

(1) Nel 1869 si calcolava che la quantità di gomma greggia lavorata era di 40 mila quintali, dei quali dicesi che la sola Inghilterra lavorasse circa la quarta parte e l'America poco più che altrettanto. L'Inghilterra dal 1869 al 1880 ha quasi quadruplicato la sua lavorazione.

(2) Arriva cautciù anche sui mercati di Amsterdam ed Amburgo.

con un volume d'acqua quattro volte maggiore e si lascia che il cautciù venga a raccogliersi come fa la panna alla superficie del latte; poi lo si estrae, lo si agita di nuovo con acqua addizionata di sal comune o di acido cloridrico fino ad esaurimento completo; infine si distende lo strato di cautciù separatosi sopra una sostanza porosa che ne assorbe l'umidità; si ottiene così il cautciù allo stato di pellicola bianca ed opaca che diventa trasparente ed incolora con un completo essiccamento e presenta allora tutti i caratteri del prodotto commerciale. Il Payen propose di depurare il cautciù greggio e previamente ben essiccato con cinque o sei volte il suo peso di solfuro di carbonio anidro; la soluzione diventa più limpida o fluida quando venga addizionata (nel momento in cui la massa è opalescente e gelatinosa) col 6 % di alcoole assoluto; la soluzione limpida così ottenuta è poi mescolata con un volume doppio di alcoole che precipita il cautciù; ripetendo queste operazioni parecchie volte si ottiene il cautciù puro.

Il cautciù depurato è una combinazione di carbonio e di idrogeno: la sua composizione empirica corrisponderebbe, secondo Faraday e Payen, alla formola C_4H_7, secondo Soubeiran, alla formola C_6H_{10}, secondo Williams, alla formola C_5H_8.

Il cautciù del commercio è più o meno colorato a seconda del modo di estrazione; ora è giallognolo, ora bruno e perfino nero; quello di Sud America che fu essiccato per affumicazione presenta appunto una colorazione bruno-carica quasi nera, dipendente da una mescolanza di fuliggine: infatti trattando con etere il cautciù di quella provenienza si osserva la separazione di una piccola quantità di una polvere carbonosa; anche la colorazione bruna dipende da sostanze eterogenee, perchè il cautciù puro è incoloro; una colorazione bruno-chiara e l'opacità è dovuta alla presenza d'acqua: quando è in pezzi grossi il cautciù è opaco ma agli spigoli, e se è ridotto in foglie sottili è diafano: caratteristico è il suo odore; il suo peso specifico è 0.92, 0.94 e 0.96 a seconda delle sue varietà. Alla temperatura ordinaria il cautciù è molle ed elastico; le superficie fresche di taglio aderiscono facilmente quando si comprimano; ma se è raffreddato sotto 0° il cautciù diventa duro, meno pieghevole; il raffreddamento lo contrae fortemente; ma se lo si raffredda mentre è stirato esso conserva le sue dimensioni, anche dopo di essere stato portato alla temperatura di 20°; se poi lo si scalda fino a 35-40° ritorna molle e riacquista completamente la sua elasticità. Il Faraday ha scoperto per il primo che il cautciù non è conduttore dell'elettricità e diventa elettrico collo strofinamento. Il cautciù non possiede punto struttura organica. Secondo Payen, esso presenta sotto il microscopio numerosi pori sparsi irregolarmente nella massa, nei quali pori possono penetrare liquidi. Anche il Wiesner ha esaminato sotto il microscopio diverse sorta di cautciù, in cui dice di aver riconosciuto un'irregolare struttura reticolare, ma egli ha anche osservato campioni che sotto l'ingrandimento di 1 : 1000 non presentavano pori ma sembravano composti di grandi foglie a cellule irregolarmente arrotondate. In causa dei suoi pori il cautciù è attraversato da gas e da liquidi. Peyron osservò che l'aria, l'idrogeno, l'ossidulo d'azoto e l'acido carbonico si diffondono con una certa facilità nel cautciù: la stessa osservazione fu fatta da Aronstein e Sirks per i primi due gas; ma una digestione di due ore nell'olio di lino caldo o la spalmatura con asfalto disciolto nel catrame lo rendono affatto impenetrabile. Il Graham ha scoperto inoltre che i diversi gas non passano con eguale celerità attraverso ai pori di una lamina molto sottile di cautciù, vale a dire che in tempi eguali non si diffondono volumi eguali: posto = 1 il volume di gas che passa nell'unità di tempo, il volume dell'ossido di carbonio sarà = 1.11, quello dell'aria = 1.149, quello dell'etileno = 2.148; quello dell'ossigeno = 2.556; quello dell'idrogeno = 5.500; quello dell'acido carb. =.13.585.

Il cautciù del commercio contiene anche quantità variabili di alcune delle sostanze presenti nel sugo che serve alla sua preparazione. Secondo le indagini del Payen, il cautciù consta principalmente di due corpi, di cui uno è facilmente solubile nei solventi delle resine, l'altro vi è invece poco o punto solubile; inoltre esso contiene anche piccole quantità di albuminoidi, di grasso, di olio etereo, di materia colorante e di acqua: quest'ultimo raggiunge talvolta in certi campioni il 18-26 %. Secondo Cloez e Girard, sono presenti nel cautciù anche corpi solforati e clorurati che si eliminano colla distillazione. Adriani trovò nel cautciù greggio e nel cautciù depurato col cloroformio rispettivamente 0.487 e 0.333 % di cenere contenente acido carbonico, calce, ferro, tracce di potassa, magnesia ed acido silicico.

A. Girard trovò in alcuni campioni di cautciù di Gabon, Borneo, Madagascar diversi corpi interessanti per la loro composizione e per i prodotti a cui danno origine; trattando il cautciù Gabon con alcoole ottenne la *dambonite*, corpo somigliante alla mannite: dal cautciù di Borneo ottenne un prodotto somigliante, la *bornesite*, e infine dal cautciù del Madagascar, che gli indigeni chiamano *Mateza poritina*, estrasse una sostanza cristallina, la *matezite*.

L'acqua non discioglie il cautciù nè a caldo nè a freddo: l'acqua bollente estrae però da certe varietà di cautciù una piccola quantità di un corpo resinoso. Il Payen trovò che se si abbandona nell'acqua per un mese il cautciù ridotto in foglie sottili, i suoi pori si riempiono d'acqua ed il suo colore si fa più chiaro; esso presenta allora un aumento di peso di circa 18.7 a 26.4 % ed un aumento di volume corrispondente a 15-16 %; in pari tempo si osserva una diminuzione di tenacità ed adesività. Certi cautciù devono il loro colore chiaro alla presenza di acqua, infatti quando sono essiccati prendono colore carico. L'acqua assorbita dal cautciù viene eliminata con molta lentezza, perchè durante l'essiccamento l'evaporazione ha luogo prima di tutto dai pori superficiali, i quali poi si contraggono e si chiudono ed impediscono quindi l'evaporazione dell'acqua dai pori interni. Perciò i cautciù di color chiaro e ricchi d'acqua hanno minor valore non solo perchè contengono acqua, ma anche perchè, onde essiccarli, bisogna tagliarli in pezzi molto sottili, altrimenti sarebbe impossibile l'ottenere un essiccamento completo.

L'alcoole assoluto penetra nel cautciù ancora più rapidamente dell'acqua, specialmente se si opera a caldo; anche l'alcoole rende più chiaro il colore, del cautciù, che aumenta di peso per circa 18.6 % e di volume per circa 9.4 %: l'alcoole poi discioglie alla sua volta circa 2 % di una materia grassa di color giallo. Eliminando col riscaldamento l'alcoole che ha imbevuto il cautciù questo diventa più trasparente ed attaccaticcio di prima ma non riprende la primitiva tenacità.

L'etere, la benzina, il solfuro di carbonio, la terebentina, ecc., e le miscela di questi liquidi, penetrano facilmente nel cautciù, lo gonfiano e sembra anche che lo disciolgano: ma la soluzione non è però che parziale, la massa pastosa ottenuta è solo una miscela della soluzione di una parte del cautciù col resto del cautciù che si è fortemente gonfiato; rinnovando il liquido ripetutamente senza agitarlo, si può riuscire a separare la parte vera-

mente disciolta da quella che si è gonfiata. La quantità disciolta oscilla fra il 30 e il 70 % a seconda della natura del solvente e della varietà di cautciù su cui si esperimenta: l'etere anidro, per es., tolse ad un cautciù circa il 66 % e l'essenza di terebentina solo il 49 %. La parte indisciolta è tenace, poco adesiva, più molle e più elastica e trattiene la materia colorante: essa presenta sotto il microscopio uaa struttura reticolare i cui filamenti si dilatano coll'assorbimento di liquidi e si contraggono quando questi vengono eliminati: la parte disciolta liberata dal solvente mediante l'evaporazione si presenta come una massa poco colorata, molle e poco elastica. Parrebbe dunque che il cautciù consta di due sostanze isomere. La soluzione eterea del cautciù è precipitata dall'alcoole che dà origine alla formazione di un'emulsione lattiginosa somigliante al succo delle piante da cautciù.

Secondo Payen, il miglior solvente del cautciù è una miscela di 6·8 p. di alcoole assoluto su 100 p. di solfuro di carbonio. Secondo Kletzinscky, il cautciù si gonfia e si discioglie con grande facilità nella naftalina fusa. Gli olii leggeri di catrame disciolgono circa il 5 % del loro peso di cautciù e gli olii pesanti circa il 30 %. Gli olii grassi e gli olii volatili gonfiano e disciolgono il cautciù: tra gli altri può ricordarsi l'olio di lavanda ed anche il così detto *olio di cautciù*, che si ottiene colla distillazione secca del cautciù, lo disciolgono. Perchè la soluzione abbia ad effettuarsi è però in ogni caso da aver cura che il cautciù sia perfettamente secco.

Gli acidi allungati e le soluzioni concentrate degli alcali caustici intaccano solo debolmente il cautciù; l'acido cloridrico concentrato ed il gas cloridrico lo alterano solo dopo lungo tempo: il cloro gli toglie la sua elasticità e lo rende duro e fragile: Hurtzig utilizzò questo fatto per ottenere cautciù duro. L'acido solforico e nitrico concentrati intaccano energicamente il cautciù, specialmente se sono impiegati insieme: l'acido solforico dà luogo a svolgimento di anidride solforosa e separa una massa nera carbonosa: l'acido nitrico colora il cautciù in giallo e poi lo decompone formando azoto, anidride carbonica, acido cianidrico, acido ossalico ed un corpo che sembra grasso; continuando l'ebollizione il cautciù si discioglie formandosi acido camfresinico: l'acido nitroso lo distrugge rapidamente. Abbandonato per lungo tempo in contatto dell'ammoniaca acquosa il cautciù ritorna allo stato di emulsione e produce un liquido il quale abbandona coll'evaporazione il cautciù puro.

Esposto per lungo tempo all'aria il cautciù subisce un'alterazione sensibile: il suo strato superiore perde l'elasticità e diventa fragile. Secondo Spiller, il cautciù assorbe l'ossigeno atmosferico quando si espone all'aria un tessuto spalmato di una soluzione del medesimo nella nafta; in questa ossidazione esso si converte in un corpo resinoso solubile nella benzina e contenente 64 % di carbonio, 8.46 % di idrogeno e 27.54 % di ossigeno. Swan trovò che il cautciù è alterato dalla luce e che le parti esposte alla luce e portate su una pietra litografica impartiscono a questa la proprietà di assorbire nei punti corrispondenti alle medesime un inchiostro nero grasso, mentre cio non si osserva nel cautciù non modificato dalla luce. Si può fare l'esperienza nel modo seguente: si ricopre un foglio di carta di una soluzione di cautciù nella benzina: quando la carta è secca la si espone alla luce sotto un negativo e la si porta poi sopra una pietra. Il cautciù modificato dalla luce è fragile, solubile nell'alcoole, ma insolubile nella benzina e nell'essenza di terebentina.

Singolare è il modo di comportarsi del cautciù a contatto del solfo: fondendo insieme queste due sostanze, il cautciù assorbe qualsivoglia quantità di solfo acquistando in pari tempo altre proprietà: i risultati variano a seconda della quantità di solfo assorbito e della durata del riscaldamento, come vedremo più tardi a proposito della vulcanizzazione del cautciù.

Scaldato a 120° il cautciù fonde e prende la consistenza del catrame: cessato il riscaldamento esso si mantiene molle e viscoso e non si essicca (anche in piccolo strato) che dopo lungo tempo: sembra che il calore lo converta in una modificazione isomera, poichè in fatto la sua composizione si mantiene inalterata; ma se si porta la temperatura oltre 200° il cautciù comincia coll'emanare vapori e si trasforma in una massa attaccaticcia che non è più capace di essiccare: i vapori che esso svolge hanno un forte, caratteristico odore e bruciano con fiamma brillante molto fuligginosa.

Sottoposto alla distillazione secca il cautciù svolge dapprima una piccola quantità di idrogeno solforato, acido cloridrico (Cloez e Girard), anidride carbonica, ossido di carbonio, ammoniaca ed acqua: a maggiore temperatura si ottiene una considerevole quantità di prodotti condensabili, mentre rimane un piccolo residuo di carbone il quale produce coll'incinerazione poca quantità di cenere. Dal prodotto liquido della distillazione, che è il così detto *olio di cautciù* o *cautciucina* si possono poi separare colla distillazione idrocarburi che appartengono probabilmente alla serie del gas oleofacente ed hanno punti di ebollizione molto diversi: alcuni, per es., bollono già a 14°, altri a 33°, 171°, 215°, ecc.

Gli idrocarburi ottenuti dalla distillazione secca del cautciù furono studiati da diversi chimici (Gregory, Dalton, Himly, Bouchardat, Williams) ma con risultati poco concordanti.

Secondo Bouchardat, la parte più volatile dei prodotti della distillazione secca del cautciù contiene *Butileno* (C_4H_8), *cautcieno* ed *eupione:* il cautcieno è isomero del butileno: bolle a 14°, si solidifica a 10° in aghi sottili ed ha il p. sp. 0.65. Secondo Himly, il prodotto più volatile della distillazione del cautciù ha un punto di ebollizione compreso fra 33° e 44° ed il peso specifico 0.654; egli lo chiamò *Faradaina*. Secondo Gregory, che trattò con acido solforico concentrato gli olii leggeri della distillazione del cautciù, essi consterebbero di isomeri con punti di ebollizione variabili. Williams mostrò che dopo molte rettificazioni dei medesimi olii si può ottenere un corpo l'*isopreno* C_5H_8 che ha il p. sp. 0.622 e bolle a 37°. Questo corpo è identico coll'olio che si ottiene colla distillazione secca della guttaperca.

Gli olii meno volatili contengono, secondo Himly, un idrocarburo della formola $C_{16}H_{16}$ che fonde a 171° e che egli chiamò *cautcina*.

Infine dagli olii più pesanti provenienti dalla distillazione secca del cautciù si può separare un idrocarburo di color giallo che bolle a 315° e fu detto dal Bouchardat *Eveeno*. Questo chimico, appoggiandosi ai risultati degli studii sui prodotti della distillazione secca del cautciù espresse l'opinione che tutti questi prodotti e lo stesso cautciù siano polimeri dell'*isopreno* $C_{10}H_8$. Egli trovò che scaldando (a 280-290°) per 10 ore l'isopreno entro tubi riempiti di anidride carbonica avviene una polimerizzazione in seguito alla quale l'isopreno si converte in parte in un idrocarburo della formola $C_{10}H_{16}$ e in parte si cambia in sostanze che bollono a temperatura più elevata. Questo idrocarburo bolle a 176-181°, ha il peso specifico 0.886 a 0° e 0.854 a 21°, assorbe facilmente l'ossigeno atmosferico e quando la sua soluzione eterea

venga trattata con acido cloridrico produce due cloridrati, uno dei quali ha la formola $C_{10}H_{16}HCl$, è liquido, bolle a 145° (sotto la pressione di 100 mm.), mentre l'altro, che ha la composizione $C_{10}H_{16}(HCl)_2$, cristallizza, fonde a 45°,5 e bolle a 175-180°. Facendo reagire l'acido cloridrico acquoso sull'isopreno il Bouchardat ottenne recentemente un cautciù artificiale, egli operò nel modo seguente: 1 p. di isopreno e 12 a 15 p. di una soluzione acquosa di acido cloridrico satura a 0° sono introdotti in un tubo di vetro che poi viene chiuso e collocato in una miscela frigorifera: colla semplice agitazione del tubo si produce una viva reazione accompagnata da svolgimento di calore; quando la reazione principale è cessata si abbandona il tubo a sè per 2 a 3 settimane e si ha solo cura di agitarlo di quando in quando. Alla fine si apre il tubo, se ne versa fuori il contenuto che si allunga con acqua e si sottopone alla distillazione finchè passano ancora gocce oleose: l'ultimo distillato contiene il mono e il bicloridrato d'isopreno. Il residuo solido rimasto nel recipiente distillatorio, fatto bollire con acqua onde separarne i prodotti clorati, è una sostanza che consta di 87.1 % di carbonio, 11.7 % di idrogeno e 1.7 % di cloro che non fu possibile di eliminare. Il nuovo corpo possiede l'elasticità e le altre proprietà del cautciù: è insolubile nell'acqua, si gonfia nell'etere e nel solfuro di carbonio, nel quale si discioglie nella stessa maniera del cautciù naturale; sottoposto alla distillazione secca produce i medesimi idrocarburi volatili prodotti da quest'ultimo. Il Bouchardat conclude dunque che il nuovo corpo, che è un polimero dell'isopreno, è identico al cautciù.

L'industria del cautciù. — L'industria del cautciù data circa dalla metà del secolo nostro e andò quasi contemporaneamente sviluppandosi in Inghilterra, Francia, Stati Uniti d'America dopo la scoperta della vulcanizzazione e restò in quei paesi come confinata e protetta dalla gelosia di pochi. Solo in questi ultimi anni si stabilirono fabbriche di cautciù in Germania, Austria, Olanda e Belgio e ultimamente in Russia. Anche in Italia sorse nel 1874 una fabbrica di cautciù che dura tuttora ed è circondata da molto credito.

È naturale il domandarsi perchè in Italia, malgrado il rapido svolgersi della sua attività industriale dal 1860 in poi, non siasi mai fatto un tentativo per acclimare la nuova industria della gomma elastica. Poche parole possono bastare a rispondere a questa domanda. In primo luogo, per quanto si riferisce alla materia prima, la gomma elastica, diremo che il nostro commercio marittimo non ha sufficienti rapporti coi centri di produzione; il fabbricante italiano non può quindi gareggiare con quelli inglesi, olandesi, tedeschi, i quali trovano costantemente sui proprii mercati cautciù greggi di importazione diretta e negli assortimenti più opportuni per la fabbricazione. Aggiungiamo che tutti i materali accessorii per la medesima o non si producono in Italia o lo sono solo in modo non soddisfacente, che è quasi quanto il non esserlo. Infine può avere influito a ritardare l'introduzione dell'industria del cautciù in Italia, e contribuirà forse a impedirne lo sviluppo, il regime doganale ma più di tutto la difficoltà grandissima di potere procurarsi un abile personale tecnico direttivo ed una buona mano d'opera. La fabbrica di Milano potrebbe a questo riguardo dare ammaestramenti preziosi. L'industria del cautciù è senza dubbio fra le più complesse e ad un tempo fra le meno studiate: in certi punti è ancora molto oscura, e presenta ostacoli, nel superare i quali non si ha per ora altra guida dell'esperienza empirica e degli spedienti che i pochi tecnici che di essa si occupano, vanno mano mano inventando. Perciò riesce scabrosa e fu anche detto, ed a ragione, pericolosa la scelta di un direttore tecnico a cui la fabbrica deve essere affidata e da cui dipende il successo o la rovina dell'intrapresa. Ed è poi tutt'altro che facile il trovarne, per la semplice ragione che il numero delle fabbriche è ancora molto limitato, che esse custodiscono gelosamente i loro processi e che coloro che li dirigono o sono comproprietarii o sono vincolati al proprietario da patti lusinghieri.

Tutto questo può bastare per mostrare quanta sia la difficoltà che hanno dovuto vincere gli iniziatori della prima fabbrica italiana di gomma elastica, e quanto bene meritato sia il plauso con cui ogni Italiano ha salutato il felice successo della loro intrapresa.

Comprendendo insieme le minori e le maggiori, il numero delle fabbriche di cautciù in Europa ammonta oggi a circa 50: le principali hanno sede in Londra, Glasgow, Manchester, Birmingham, Parigi, Brusselles, Amburgo, Berlino, Lipsia, Manheim, Vienna, Pietroburgo, Milano (1).

Lavorazione del cautciù. — Il cautciù nel suo stato naturale, ma più ancora allo stato vulcanizzato ed indurito, riceve molte applicazioni e perciò viene lavorato in molti modi diversi a seconda degli oggetti che si vogliono ottenere, non potendosi impiegare quale si trova in commercio per la diversa sua purezza.

La lavorazione del cautciù sarebbe un'industria molto più semplice e più facile di quello che attualmente è, se questo articolo venisse tutto in commercio in quello stato di purezza che è caratteristico del cautciù *Para;* invece la maggior parte del cautciù è impuro e la prima operazione con cui si inizia la lavorazione è in tal caso la depurazione. Questa depurazione consiste in primo luogo in un rammollimento nell'acqua tiepida con cui si lascia in contatto il cautciù per la durata di 12 a 24 ore. Un lavaggio accurato può portare i cautciù inferiori (S. americano, Borneo, ecc.) ad un grado di purezza eguale a quello del Para. Dopo averlo rammollito nell'acqua si fa passare il cautciù tra due cilindri di ferro di ineguale diametro e lo si lamina ripetutamente, avendo cura di tenere la massa continuamente umettata da acqua calda che vi si fa cadere sopra in filo sottile: questo inumidimento serve a rendere più facile il lavoro, mentre in pari tempo tutte le sostanze eterogenee sono trascinate via dall'acqua (2): all'uscire dai cilindri il cautciù presenta la forma di foglie sottili, attraversate da una infinità di forellini (in questo stato il cautciù si presta benissimo per farne soluzioni).

Queste foglie di cautciù sono essiccate in una stufa a 30-40°, e durante un tempo che varia tra i 10 e i 30 giorni. È importantissimo questo essiccamento e lo si deve ritenere la base di una buona lavorazione: lo spingere troppo l'essiccamento può avere inconvenienti, ed è del pari da evitarsi un essiccamento incompleto come sfavorevole alla conservazione del cautciù ed alla sua ulteriore lavorazione.

Le foglie di cautciù essiccate colle cautele ora indicate vengono poi convertite in una massa omogenea: questo lavoro, detto *di masticazione*, si compie con una macchina detta *lupo* o *diavolo:* è questo un tamburo

(1) La fabbrica di gomma elastica (Pirelli, Casassa e C.) di Milano conta ora, dopo gli ampliamenti ultimi, circa 250 operai: ha una forza motrice di 150 cavalli, 12 apparati di vulcanizzazione: il valore in macchine, attrezzi, ecc. è di circa un milione di lire e la produzione annua è di circa un milione di lire.

(2) Talvolta invece dell'acqua semplice s'impiega per il lavaggio e la depurazione del cautciù una soluzione allungata di soda.

di ghisa in cui si muove un cilindro munito di denti. Questo cilindro ha un diametro che è circa $^1/_3$ di quello del tamburo, la cui superficie interna è munita di sporgenze in forma di punta di diamante. Le foglie di cautciù della operazione precedente, insieme ai ritagli ordinarii della fabbricazione, sono introdotti nello spazio compreso fra il cilindro e il tamburo: poi si mette in movimento il cilindro, ciò che richiede una rilevante forza (non meno di 5 cavalli vapore per un lupo coll'ordinaria carica di 15-29 chilogr. di cautciù), e per facilitare il lavoro e perchè cioè il cautciù presenti minore resistenza si mantiene caldo l'apparecchio mediante un serpentino a vapore. Il cilindro gira colla velocità di 60 a 100 giri al minuto e trascina seco il cautciù, ma questo, trattenuto in parte dalle sporgenze interne del tamburo, è obbligato a fare una evoluzione sopra se stesso e così si raggiunge lo scopo del comprimerlo e rimescolarlo intimamente: d'altra parte il leggero calore a cui si opera determina la fusione e la saldatura cioè l'impastarsi dei diversi pezzi di cautciù fra loro e il formarsi di un solo blocco omogeneo. A questo punto si leva il cautciù dal diavolo e lo si fa passare per il laminatojo: è questo un sistema di due cilindri di ghisa posti uno sopra l'altro (o uno di fianco all'altro), girevoli sul proprio asse, riscaldabili a vapore, e suscettibili di essere avvicinati od allontanati; d'ordinario si tengono ad una distanza di 30-40 millimetri uno dall'altro: passando in mezzo a questi cilindri il cautciù si impasta sempre meglio e diventa perfettamente omogeneo: mentre è ancor caldo lo si porta sotto un torchio idraulico e lo si comprime fortemente per convertirlo in blocchi di dimensioni arbitrarie. Questi blocchi levati dal torchio vengono abbandonati in un luogo fresco per qualche mese. Non si esige di meno perchè il cautciù acquisti la compattezza che lo rende suscettibile di subire le operazioni successive destinate a convertire i blocchi di cautciù in foglie, fili, dischi, tubi, ecc.

Per ottenere la foglia di cautciù, detta anche *foglia segata* o *foglia inglese*, si procede nel modo seguente: il cautciù (Para depurato) ridotto in blocco omogeneo e indurito col freddo per 15 a 20 e più giorni si taglia con una sega a lama diritta. Su di un asse parallelo alla lama, che è orizzontale, si fissa il blocco da tagliare: l'asse ha due movimenti simultanei, cioè uno circolare col quale presenta successivamente il blocco alla lama, e l'altro di traslazione che serve ad avvicinare il blocco alla lama stessa mano mano che questa lo taglia. La lama si muove rapidamente con movimento rettilineo alternativo, e sul punto di contatto fra il filo tagliente e il cautciù si fa cadere un leggero spruzzo d'acqua che impedisce il riscaldamento della lama; se la lama si riscaldasse il cautciù si rammollirebbe e non sarebbe più possibile tagliarlo. Coll'apparato descritto si ottengono foglie di uno spessore che può variare dai 5-6 millimetri sino al $^1/_2$ millimetro ed anche meno, e queste servono poi alla confezione di tubi, di oggetti delicati per chirurgia e per la fasciatura dei fili conduttori dell'elettricità.

Un apparato consimile al precedente è rappresentato dalla figura 1636: quivi il coltello è circolare: questo coltello (L nella figura) è animato da una forte velocità (1500-2000 giri al minuto). Si assicura il cautciù previamente ridotto in forma di disco o di rotella (D) sull'albero verticale *a a*. Questo albero può essere messo in rotazione e con lui gira necessariamente il disco di gomma, il quale presenta quindi la sua circonferenza al tagliente del coltello, ed uno speciale meccanismo che fa avanzare continuamente verso di lui l'albero a cui è assicurata la gomma permette di ottenere un nastro continuo e di uniforme spessore in tutta la sua lunghezza. D'altra parte è provveduto perchè la velocità di rotazione dell'albero vada crescendo successivamente, affinchè malgrado l'impiccolimento del disco questo si trovi sempre in contatto del coltello colla medesima velocità: infatti se in principio la circonferenza del disco è per es. = 50, e se in seguito al taglio subìto si è ridotta = 20, converrà che il movimento dell'albero sia accelerato due volte e mezza perchè il lavoro si mantenga eguale.

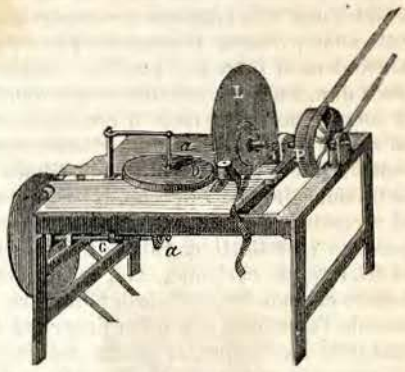


Fig. 1636.

Foglie di cautciù si possono ottenere anche facendo passare il cautciù fra due cilindri caldi; il cautciù depurato è dapprima tagliato in pezzi, poi è scaldato a 40-50° ed è infine fatto passare ripetutamente attraverso a cilindri che si scaldano mediante vapore a 80-90° e si avvicinano ad ogni volta uno all'altro fino a raggiungere lo spessore che si vuol dare alla lastra. Queste lastre all'uscire dal laminatojo sono molli ed attaccaticcie, ed onde impedire che abbiano ad impastarsi o si fanno passare attraverso acqua fredda o si cospargono di polvere di talco prima di arrotolarle sul tamburo. Foglie molto sottili di cautciù si possono infine preparare anche coll'evaporazione di una soluzione di cautciù nel modo seguente: si spalma sopra una tela uno strato di colla e sopra questa uno strato di una miscela a parti eguali di melassa e gelatina: questo secondo strato è abbastanza secco perchè il cautciù non vi possa aderire e d'altra parte esso non irrigidisce il tessuto, che si mantiene morbido e pieghevole. Sul tessuto così preparato si distende in strato sottile ed omogeneo il cautciù molle: quando questo è secco si eseguisce una seconda spalmatura e così via finchè lo strato di cautciù abbia raggiunto il voluto spessore: allora lo si distacca dal tessuto, ciò che è cosa molto facile, lo si cosparge di polvere di talco e lo si arrotola.

Per ottenere i *fili di cautciù* si può impiegare sia il cautciù rigenerato, sia quello *Para* greggio. In questo ultimo caso si riducono i fiaschetti o le pere di gomma in foglie, tagliandole in due e sottoponendole poi ad una forte pressione a caldo e lasciandole raffreddare mentre sono ancora sotto il torchio: si ottengono così lamine o foglie che sono lavorate come le foglie del cautciù rigenerato. Si tagliano in nastri col coltello meccanico già sopra descritto e questi nastri sono essi stessi divisi in 6-8 o più nastrini mediante un sistema di lamine taglienti disposte a guisa di forbici. Quest'operazione è facilitata da un filo sottile di acqua.

Per ottenere fili col cautciù depurato si procede nello stesso modo indicato per il cautciù *Para* greggio: si preparano fili di grande lunghezza anche mediante tubi

di cautciù: si riveste un bastone cilindrico di metallo di un tubo di cautciù; il cilindro può rotare sul proprio asse, e con un congegno a vite facile ad imamginarsi, esso mano mano che gira si avanza di un passo della vite e questo regola la grossezza del filo; mentre il cilindro gira si avvicina un coltello assicurato ad un sostegno fisso; questo coltello taglia dunque il tubo secondo una spirale in un filo il cui diametro è, come diceva, regolato dalla larghezza del passo della vite. I fili ottenuti tagliando il cautciù nei modi ora descritti non sono però cilindrici ma prismatici: onde ottenere fili cilindrici Aubert e Gérard proposero il seguente processo: si comincia col rendere plastico il cautciù mediante la macerazione in una miscela di solfuro di carbonio e di alcool: la massa pastosa così ottenuta si comprime attraverso fori circolari del fondo del recipiente in cui essa si trova contenuta: i fili così ottenuti vengono poi asciugati con cura. Per eseguire quest'operazione serve l'apparato rappresentato dalla figura 1637. La pasta di

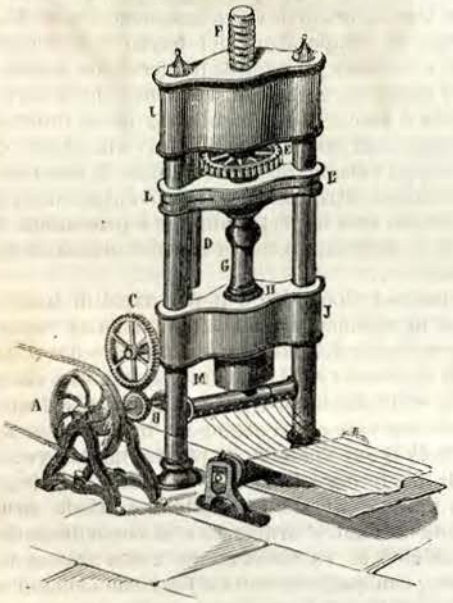


Fig. 1637.

cautciù preparata con solfuro di carbonio e 6-8 % di alcool assoluto è introdotta nel cilindro H, entro il quale si fa discendere uno stantuffo G che fa pressione sulla pasta. Il cilindro H M comunica con un altro cilindro orizzontale portante molti fori, attraverso ai quali la gomma elastica compressa passa in forma di fili cilindrici: le ruote A B C sono destinate a far muovere il cilindro scanalato D, il quale ingranandosi colla ruota dentata E la fa girare e determina così la discesa della vite F e quindi l'abbassarsi dello stantuffo G. I fili di gomma che schizzano fuori del cilindro forato si raccolgono su una tela senza fine, la quale muovendosi li trascina con sè e li mantiene isolati finchè abbiano perduto la loro pastosità.

Per ottenere fili molto sottili Gérard indicò il mezzo seguente: il cautciù scaldato a 110-120° conserva dopo il suo raffreddamento la forma che aveva mentre era caldo; or dunque se si scalda un filo teso fino a fargli acquistare una lunghezza quintupla o sestupla di quella che esso presentava prima dello stiramento, e se poi lo si fa raffreddare tenendolo sempre teso, conserverà anche dopo il raffreddamento quella lunghezza; ripetendo sul filo allungato e scaldato l'operazione dell'allungamento e riscaldamento si potrà portare ad un grado di maggiore sottigliezza.

La vendita dei fili di cautciù si fa a numeri come pei filamenti tessili d'altra natura: il numero 1 corrisponde a 100 metri ogni 500 grammi, il numero 35, che è il più usato, corrisponde a 3500 metri per lo stesso peso di 500 grammi.

Tessuti impenetrabili. — I tessuti impenetrabili possono essere di diverse specie: il tessuto (lana, cotone, ecc.) talvolta è ricoperto di gomma da una sola parte, tal altra invece è ingommato da ambe le parti in modo che non resta visibile e costituisce, per così dire, l'anima; ora in fine si ingomma il tessuto da un verso e sulla parte gommata si distende un altro tessuto: lo strato di gomma non resta quindi visibile perchè trovasi racchiuso fra i due tessuti che fortemente gli aderiscono. La preparazione dei tessuti impenetrabili si eseguisce generalmente coi seguenti processi: si adagiano sottili foglie di cautciù fra due stoffe e poi si fa ripetutamente passare questo triplice strato in mezzo a cilindri caldi; la pressione e il calore fanno aderire ed incorporare intimamente il cautciù col tessuto; tessuti impenetrabili più leggeri si preparano facendo passare fra due cilindri il tessuto sopra il quale fu distesa una foglia di cautciù; il tessuto presenta quindi una faccia gommata e l'altra no. Il sistema oggi più generalmente impiegato per la fabbricazione dei tessuti impenetrabili è quello basato sull'impiego della così detta soluzione di cautciù nella benzina. Il cautciù misto ad ossido di zinco e solfo e ad altri ingredienti colorati (neri, per es., per i tessuti neri) viene rammollito a freddo con benzina e terebentina fino a formare come una vernice ben omogenea e semiliquida. Questa vernice viene spalmata sulla superficie della stoffa mediante un apparecchio che ha molta somiglianza con quello con cui i farmacisti distendono le paste dei cerotti sulla tela; la quantità di cautciù che si deve spalmare sulla stoffa è naturalmente regolata a seconda dei casi dallo spessore che si vuol ottenere. Terminata la spalmatura del cautciù, si cosparge il tessuto di polvere di talco per impedire l'adesione e dopo ciò lo si avvolge sopra un tamburo di lamiera e lo si introduce in apposite caldaje a vapore per sottoporlo alla vulcanizzazione, per lo scopo che indicheremo tra breve a proposito di questa operazione. I tessuti così preparati servono a svariatissimi usi, abiti, soprabiti, coperte da carro, lenzuola per bambini e per malati, ecc.: essi sono dunque ingommati da una parte: volendo ottenere tessuti impenetrabili in cui la gomma non sia visibile, si sovrappone alla faccia ingommata del tessuto, preparato nel modo descritto, un altro (o l'eguale) tessuto spalmato con una soluzione di gomma molto meno densa di quella adoperata prima: le due faccie gommate dei due tessuti si fanno aderire fortemente una all'altra, mediante il passaggio attraverso a due cilindri: infine si eseguisce l'essiccamento della stoffa.

Tessuti elastici. — Per fabbricare questi tessuti servono i fili di cautciù preparati nel modo da noi testè descritto. Questi fili vengono avvolti sopra una specie di arcolajo solidamente costruito e animato da un rapido movimento di rotazione; l'operajo comincia col fissare l'estremità del filo (previamente immerso nell'acqua leggermente alcalina, onde evitare l'adesione) sull'arcolajo, poi fa girare l'arcolajo stesso e stira il filo di cautciù in modo che questo acquisti una lunghezza circa sei volte maggiore. Quando tutto il filo è avvolto sull'arcolajo, lo si abbandona in questo stato per alcuni giorni; esso perde allora la sua elasticità e conserva la

lunghezza che ha acquistato durante lo stiramento. In questo stato viene consegnato al tessitore, il quale lo tesse come qualunque altra fibra; una volta ottenuto il tessuto, lo si sottopone ad un riscaldamento di 60-70°; questo riscaldamento ha per iscopo di ridonare la elasticità al filo di cautciù, che riacquista in tal modo la sua lunghezza primitiva.

Tubi di cautciù. — I tubi di cautciù, il cui impiego è indispensabile nei laboratorii chimici, nelle industrie, nelle arti e nell'uso domestico, si preparano per mezzo di foglie di cautciù che si tagliano nettamente in forma di nastri, aventi una larghezza corrispondente al diametro del tubo che si vuol ottenere: si comprimono poi fortemente le due labbra del nastro e questa compressione basta perchè esse si saldino l'una all'altra: qualche volta la saldatura è facilitata spalmando un po' di soluzione di cautciù sulle superficie che devono aderire e comprimendole poi fortemente.

Cautciù vulcanizzato. — Si è dato questo nome al prodotto che si ottiene sottoponendo il cautciù all'azione del solfo. Il cautciù depurato possiede proprietà che ne limitano le applicazioni; esso, come è noto, diventa molle a 30-50° ed è durissimo sotto 0°; sarebbe dunque impossibile il servirsene nei paesi molto caldi e nei paesi molto freddi; inoltre esso presenta una resistenza relativamente piccola a certi agenti chimici e perciò il suo impiego nei laboratorii e nelle fabbriche è limitato. Ma se si unisce il cautciù al solfo esso perde questi inconvenienti, si mantiene elastico da 20° a + 180° e resiste all'azione dei solventi e degli agenti chimici meglio del cautciù puro: a seconda poi del modo nel quale si eseguisce l'unione del cautciù al solfo, si possono impartirgli diverse altre pregevoli proprietà che allargano moltissimo il campo delle sue applicazioni. La priorità della scoperta del cautciù vulcanizzato è ancora molto discussa. Secondo alcuni, il primo inventore della vulcanizzazione è il Goodyear, che, a quanto si dice, fabbricava in America fino dal 1839 diversi articoli di cautciù vulcanizzato. I Tedeschi asseriscono che il Lüdersdorff di Berlino fu il primo nel 1832 a mescolare il cautciù col solfo e ad osservare che con questo trattamento il cautciù perde la viscosità che gli è particolare. Ciò che è certo è che il giorno 24 febbrajo del 1839 il Goodyear ottenne una patente per un processo di solforazione del cautciù, ma egli non fece però conoscere nè la quantità del solfo da impiegarsi, nè la temperatura a cui doveva eseguirsi il processo. Fino dal 1839 il Goodyear mise in commercio scarpe di gomma che conservavano la loro elasticità anche nei tempi freddi ed erano quindi di cautciù vulcanizzato Nel 1844 Hancock scoprì la vulcanizzazione del cautciù in un bagno di solfo fuso, e nel 1846 il Parkes propose un processo di vulcanizzazione con una miscela di solfuro di carbonio e di cloruro di solfo.

Secondo gli esperimenti di Payen, una lamina di cautciù dello spessore di 2-4 mm., immersa per 2-3 ore nel solfo fuso a 115-120° assorbe 10 a 15 % del suo peso di solfo, conservando in pari tempo le proprietà del cautciù ordinario; è ancora elastica come prima e si può ancora unire benissimo ad altro cautciù. Parimenti non si constata alcuna alterazione se il solfo invece di essere puro trovasi disciolto nel solfuro di carbonio e se una tale soluzione viene impastata col cautciù a 35-40°; in questo caso si osserva solo una diminuzione di porosità, perchè i suoi pori sono riempiti di solfo; ma se si scalda a 132-140° un tale cautciù mescolato meccanicamente a solfo, esso subisce in pochi minuti una completa metamorfosi; diventa molle ed elastico; ma se si continua il riscaldamento per maggior tempo esso diventa invece duro e fragile. Al principiare dell'azione del solfo sul cautciù e per tutta la durata della medesima si osserva lo svolgimento di idrogeno solforato.

Diversi processi di vulcanizzazione. — La vulcanizzazione del cautciù si eseguisce ora con tre metodi diversi: il metodo Hancock, il metodo Goodyear e il metodo Parkes. Secondo il metodo Hancock si procede nel modo seguente. Gli oggetti lavorati in cautciù normale sono posti in una stufa per privarli d'ogni traccia di umidità; poi si immergono in un bagno di solfo a 130°-135° e vi si mantengono per 2 a 3 ore. L'assorbimento del solfo avviene prontamente; il cautciù prende un colore aranciato, si nota uno svolgimento di idrogeno solforato che cagiona spesso dei rigonfiamenti negli oggetti da vulcanizzare. Allorquando i pezzi di prova, a cui è sempre conveniente ricorrere, indicano che la vulcanizzazione è sufficientemente avanzata, si ritirano gli oggetti dal bagno di solfo e si immergono nell'acqua fredda; l'eccesso di solfo che li ricopre si può allora togliere facilmente. Questo modo di vulcanizzazione è però di difficile governo; la temperatura del bagno è raramente uniforme, e siccome gli oggetti immersi non hanno il medesimo spessore, accade di frequente che la loro faccia esteriore è vulcanizzata mentre la parte interna è ancora lungi dall'esserlo; quindi talvolta alcuni oggetti sono troppo vulcanizzati, cioè il limite di una buona vulcanizzazione è oltrepassato e così diventano duri, mentre altri lo sono solo imperfettamente e presentano ancora una certa mollezza, come il cautciù ordinario non vulcanizzato.

Il processo Goodyear è il più usato di tutti e comprende le seguenti operazioni: al cautciù secco e masticato nei modi già descritti si mescola solfo in polvere (7 a 10 %): onde rendere più intima la miscela la si fa passare ripetutamente fra due cilindri riscaldati internamente con vapore; si ottengono in questo modo foglie di cautciù il cui spessore si più facilmente regolare a seconda degli oggetti che si vogliono fabbricare. Ma questa miscela di solfo e cautciù possiede ancora la proprietà del cautciù ordinario e lo scopo finale del trattamento cioè la vulcanizzazione resta ancora da raggiungere; con quella miscela si foggiano i singoli oggetti che si vogliono ottenere in cautciù vulcanizzato: e gli oggetti vengono poi sottoposti alla vulcanizzazione propriamente detta, che consiste o nello scaldarli in un bagno d'aria entro camere in muratura il cui pavimento è di lamiera di ferro e può essere scaldato per disotto, o nel chiuderli entro caldaje di ferro dove sono sottoposti all'azione del vapore d'acqua la cui tensione si fa crescere gradatamente da due a cinque atmosfere, che corrisponde quindi alla temperatura di 120 a 150° C.

La durata del riscaldamento dipende dalle dimensioni degli oggetti che si vogliono vulcanizzare, dalla intimità della miscela di solfo e cautciù ed infine dalla qualità di quest'ultimo: il cautciù americano si vulcanizza più lentamente di quello delle Indie Orientali. Gli oggetti che si devono sottoporre alla cottura per lo scopo di vulcanizzarli si dispongono quali sono nelle camere o nelle caldaje, ma se si vuole impedire che si deformino bisogna collocarli o sopra od entro le loro forme, perchè la massa durante la cottura si rammollisce in guisa da dar origine a piegamenti. Sia la forma che l'oggetto che vi si deve adattare si cospargono di polvere di talco onde impedire che abbiano da aderire.

Per la buona riuscita del processo di vulcanizzazione è della più grande importanza il regolare la temperatura e la durata della cottura; se si scarseggia in ambedue,

gli oggetti presentano ancora più o meno la proprietà del cautciù greggio, se invece si eccede essi perdono l'elasticità e diventano duri e fragili; nel primo caso si può rimediare al difetto di cottura con una seconda cottura, ma l'esito è però incerto; nel secondo caso non v'è rimedio; il cautciù troppo cotto non ha più alcun valore.

Un metodo del tutto diverso dei due precedenti è quello del Parkes di Birmingham. Il *metodo Parkes* offre il vantaggio di non richiedere alcun apparato e di potersi attuare anche alla temperatura ordinaria. Secondo il processo Parkes, il cautciù depurato o gli oggetti confezionati con questo vengono immersi per brevissimo tempo (1 a 2 minuti) in una miscela fredda di 100 parti di solfuro di carbonio e di 2.5 p. di cloruro di solfo; questo liquido penetra immediatamente nel cautciù, il quale in pari tempo si gonfia; all'uscire da questo bagno il cautciù o gli oggetti rispettivi vengono asciugati rapidamente mediante una forte corrente d'aria. Se i pezzi da vulcanizzare sono molto grossi si deve ripetere parecchie volte l'immersione affinchè il liquido solforato li penetri bene. Per impedire poi che durante l'essiccamento il cloruro di solfo rimanga a lungo in contatto della superficie del cautciù, fu suggerita dal Gérard una immersione nell'acqua tiepida (che decompone il cloruro di solfo e ne impedisce così l'azione) subito dopo l'estrazione del cautciù dal bagno solforato.

In questo modo si può ovviare facilmente che avvenga un troppo grande assorbimento di solfo alla superficie, e si impedisce che essa diventi fragile. Invece del solfuro di carbonio come solvente del cloruro di solfo l'Humphrey ha suggerito il petrolio depurato.

Il Parkes ha anche suggerito d'impastare in una macchina speciale il cautciù con 10 a 13 % di una miscela ancora solida di solfo e di cloruro di solfo e di continuare l'impastamento finchè è avvenuta la completa combinazione del solfo col cautciù.

Un'altra modificazione del processo Parkes sarebbe quella in cui s'impiega bromuro di solfo invece di cloruro di solfo, oppure quella proposta dal Gaultier de Claubry e che consiste nell'impiegare una miscela di solfo e di ipoclorito di calcio (che darebbe origine ancora alla formazione di cloruro di solfo).

La vulcanizzazione col processo Parkes presenta, come dicevamo testè, grandissimi vantaggi: è abbastanza regolare, è prontissima; ma essa non è scevra di inconvenienti e di non lievi; dopo un certo tempo il cautciù preparato col sistema Parkes manifesta una reazione acida che lo rende duro e friabile: per neutralizzare questa acidità si è proposto di mescolare al cautciù diversi ossidi metallici e segnatamente il litargirio (ossido di piombo).

Oltre i metodi di vulcanizzazione del cautciù da noi descritti (Hancock, Goodyear, Parkes), ve ne hanno altri intorno ai quali dobbiamo pure dare qualche informazione. Uno di essi è il metodo Gérard, in cui la vulcanizzazione invece di farsi con solfo libero si fa con una sostanza solforata che si prepara al momento del trattamento del cautciù. Il cautciù preparato dal Gérard fu da lui detto *cautciù alcalino* od *alcalinizzato*. Questo prodotto si ottiene cospargendo il cautciù tagliato in liste con una miscela di 6 parti di solfo in polvere e 6 a 10 p. di calce spenta e polverizzata (ogni 100 parti di cautciù); il cautciù in tal modo preparato viene fatto passare fra due cilindri cavi entro i quali si può far arrivare vapore tanto da portare la temperatura a 40-50°: quando il solfo e la calce si sono intimamente mescolati al cautciù, questo è introdotto in vasi ermeticamente chiusi insieme ad acqua od a vapore e scaldato per un'ora e mezza o tre ore a seconda del caso: avviene allora la vulcanizzazione, mentre una parte del solfo e della calce (e rispettivamente del solfuro di calcio e dell'iposolfito di calcio formatisi), rimane in soluzione nell'acqua primitiva o in quella proveniente dalla condensazione del vapore; con questo metodo si ottiene un cautciù che è più ricco di solfo nell'interno che nell'esterno (1).

Burke suggerì invece del solfo l'aggiunta di 5 a 15 % di chermes minerale (solfuro di antimonio); Moulton suggerì l'iposolfito di piombo o il solfuro di piombo artificiale sia separatamente sia in miscela; Turner una miscela di solfuro di piombo e solfuro di bismuto; Johnson il bianco di zinco e il solfo; Day l'argilla da pipe e il solfo, ecc. — Tutte queste sostanze rimangono solo meccanicamente mescolate al cautciù e non si può dire gli giovino; l'inferiorità di alcuni articoli di cautciù che trovansi in commercio devesi in parte attribuire ai suddetti ingredienti, alcuni dei quali hanno inoltre l'inconveniente di produrre dannosi effetti se si trovano presenti in oggetti di cautciù che possano venire nel loro impiego in contatto coll'organismo.

Un altro metodo di vulcanizzazione fu suggerito dal Gérard: gli oggetti da vulcanizzare sono immersi per 3 a 4 ore in una soluzione calda (a 140° C.) di pentasolfuro potassico o *fegato di solfo* (della densità di 25-30° Baumé): questa soluzione penetra completamente il cautciù (se i pezzi non sono troppo grossi) e gli cede la necessaria quantità di solfo, poi si levano gli oggetti dal bagno, si lavano con acqua e si pongono ad asciugare.

Secondo Seely, la vulcanizzazione avviene mediante la luce come mediante il calore; mescolando intimamente il cautciù con solfo ed esponendo poi la miscela alla luce, i due corpi si combinano, ciò che invece non avviene nell'oscurità: è quest'azione della luce che spiega perchè per conservare gli oggetti confezionati in cautciù vulcanizzato si raccomanda di tenerli in luoghi freschi ed oscuri (2).

Al cautciù vulcanizzato si aggiungono frequentemente sostanze diverse che hanno lo scopo di aumentare la sua resistenza alla compressione e di favorire la ripartizione del calore e contribuiscono in pari tempo ad aumentare considerevolmente il peso del cautciù, ciò che è evidentemente un grande vantaggio per il fabbricante per gli articoli venduti a peso (tubi, tappi, lastre, ecc.). Le sostanze aggiunte al cautciù sono solfato di barite (spato pesante), solfato di calcio (gesso) carbonato di piombo (biacca), ossido di zinco, ecc. — Esse, come dicevamo testè, aumentano notevolmente la densità del cautciù; non è raro trovarne che possieda la densità di 1.6 a 1.7. Così modificato il cautciù è adoperato con vantaggio per la fabbricazione dei tamponi e dei blocchi per servire di cuscinetto entro le pareti delle navi blindate.

Qualche volta però, invece di cercare di aumentare la densità del cautciù, si tiene a diminuirla: sotto il nome *Kamptulicon* si sono fabbricati tappeti leggeris-

(1) Nel Dizionario del Wurtz all'articolo *Cautchuc*, il processo Gerard per la fabbricazione del cautchuc alcalino è descritto un po' diversamente da quanto noi dicemmo. Si mescolerebbe al cautchuc 3-10 % di calce spenta, poi si vulcanizzerebbe col processo Goodyear: il cautchuc alcalino dicesi che presenti una resistenza molto più grande dei cautchuc vulcanizzati altrimenti.

(2) Sull'azione della luce sul cautchuc si basa il processo di fotografia che l'inventore Seely chiamò coll'eteroclito nome di *cautchucotipia*.

simi ed elastici: la pasta si prepara con un miscuglio di cautciù, fiocchi di cotone e ritagli di sughero. — Di sovente si mescolano al cautciù polveri colorate destinate a produrre effetti più o meno artistici: la tintura propriamente detta del cautciù non è ancora stata ottenuta che per pochi colori (dal catrame o così detti d'anilina) i quali sono solubili negli stessi solventi del cautciù, questa è la condizione *sine qua non* per raggiungere lo scopo di tingere il cautciù. Fu suggerito dal Lightfoot di tingere il cautciù ricoprendolo dapprima di uno strato di gelatina la quale funzionerebbe come da mordente.

Proprietà del cautciù vulcanizzato. — Il cautciù vulcanizzato ha un color grigio, non diventa vischioso col calore e non si indurisce col freddo: è molto elastico e molto pieghevole e la sua elasticità non si altera sotto un prolungato raffreddamento; le superficie fresche di taglio del cautciù vulcanizzato non sono molli ed attaccaticcie e quindi non possono aderire come si osserva per il cautciù naturale; questo veramente e un inconveniente, perchè le parti di un oggetto in cautciù vulcanizzato non si possono attaccare insieme per semplice adesione e quando esso presenta una rottura non è facile il porvi riparo.

Il cautciù vulcanizzato possiede un particolare non grato odore che, secondo Bourne, può essere tolto ricoprendo gli oggetti di cautciù vulcanizzato con uno strato di carbone animale e scaldandoli per 3 a 6 ore a 50°-80°.

Il cautciù sufficientemente vulcanizzato non contiene, secondo alcuni, oltre 1 a 2 % di solfo, secondo altri, non meno di 5 % di solfo chimicamente combinato, il restante solfo (5 a 15 %) gli è solo mescolato meccanicamente e si distacca pel dilatarsi e restringersi dei pori, il che non può a meno di accadere coll'uso continuato di un oggetto di cautciù; la potassa e la soda caustica disciolgono facilmente il solfo meccanicamente mescolato e non intaccano quello combinato: il solfo meccanicamente mescolato, quando non venga eliminato cogli alcali, esce col tempo dai pori del cautchuc sotto forma di polvere fina, come di una efflorescenza, ed è causa, se la sua quantità è considerevole, che il cautciù vulcanizzato diventi a poco a poco col lungo riposo duro e fragile.

Il solfuro di carbonio, la terebentina, la benzina gonfiano il cautciù vulcanizzato (fino a 7 od 8 volte il suo volume primitivo) e disciolgono il solfo eccedente che esso contiene; se si impiega etere anidro, questo discioglie meno facilmente il solfo libero ma solo lo sposta e lo porta alla superficie, dove si depone con aspetto cristallino. Il cautciù vulcanizzato non è solubile come il cautciù puro; trattandolo con etere o solfuro di carbonio si discioglie solo nella ragione di 4 a 5 %: abbandonandolo per due mesi in contatto di una miscela di 10 parti di solfuro di carbonio e 4 parti di alcoole assoluto si disciolgono 25 % di cautciù, 10 % di solfo e il resto cioè il 65 % rimane indisciolto.

Il cautciù vulcanizzato è molto meno penetrabile dai liquidi del cautciù puro. Il Payen ha istituito a questo proposito esperimenti comparativi: 1) con cautciù fresco non vulcanizzato, 2) con cautciù vulcanizzato, 3) con cautciù disolforato; egli ha trovato che il primo assorbe 20 a 26 % di acqua, il secondo 4.2 % e il terzo 6.4 %. Un pallone dello spessore di 2 millimetri che fu riempito d'acqua sotto una pressione tale da raddoppiarne il diametro, perdette in 24 ore a + 16° c. 25 gr. di acqua per metro quadrato di superficie, se era di cautciù puro, mentre un pallone di cautciù vulcanizzato perdette solo 4 gr. d'acqua per metro quadrato.

Il cautciù vulcanizzato sopporta una pressione relativamente elevata. Dietzel e Boileau trovarono che il cautciù vulcanizzato ben preparato può sostenere la pressione di 14 chilogrammi per centimetro quadrato, senza subire alterazione, ma portando la pressione a 18 chilogr. avveniva una deformazione permanente.

Zulkowscki ha osservato che il cautciù vulcanizzato toglie al gas illuminante i suoi componenti luminosi perchè assorbe gli idrocarburi pesanti a cui è appunto dovuto il potere illuminante del gas; un tubo di cautciù lungo m. 4.26 ridusse il potere illuminante del gas che era 11 a 13 candele ad essere solo di 7.5 a 10.7 candele; il medesimo chimico constatò inoltre che il cautciù vulcanizzato rimasto per 51 ore in contatto col gas assorbiva 8.64 % del suo peso di idrocarburi, i quali venivano poi messi in libertà facilmente nel vuoto e lentamente in seno all'atmosfera ordinaria. Il cautciù vulcanizzato assorbe prontamente l'etileno puro e il vapore della benzina pura; l'impiego di tubi di gomma cagiona quindi sempre una diminuzione leggera del potere illuminante del gas e questa circostanza è da considerarsi nelle determinazioni fotometriche. Il Knapp ha pure constatato che gli anelli di cautciù impiegati per rendere più ermetiche le giunture dei tubi di condotta del gas aumentano considerevolmente di peso.

Quando il cautciù vulcanizzato viene conservato per lungo tempo ad una certa temperatura diventa fragile e se è rimasto in contatto di oggetti metallici (rame, piombo, ecc.) si annerisce in conseguenza della formazione di un solfuro metallico: questi inconvenienti si possono togliere se lo si *dissolfora* mediante un'ebollizione con potassa o soda che disciolgono il solfo non combinato. Questo processo si impiega specialmente pei tubi chiamati allora in commercio tubi di gomma privilegiati (*Patent-Gummi Röhren*): questi tubi assomigliano al cautciù puro e hanno tutti i vantaggi del cautciù vulcanizzato senza gli inconvenienti del medesimo; il solo inconveniente che presentano è di aderire fortemente agli oggetti a contatto dei quali sono rimasti a lungo e di diventare rigidi col tempo senza però diventar fragili; ma stirandoli ripetutamente nel senso della lunghezza riprendono la loro elasticità e mollezza.

Cautciù indurito, ebanite, ecc. — Abbiamo già detto che il cautciù vulcanizzato se contiene troppo solfo e se fu sottoposto ad una temperatura troppo elevata diventa duro e fragile: questi fatti furono già constatati da Hancok. Ma fu solo nel 1853 che il Goodyear fondò sopra questa particolarità un nuovo ramo d'industria, la fabbricazione del *cautciù indurito*, o della *gomma dura* od *ebanite* con cui si preparano oggetti pei quali si ricorreva prima solo al corno, al legno o al metallo. Il processo consiste nel mescolare il cautciù nella macchina da impastare o in una macchina a cilindri con metà del suo peso di solfo, nel ridurre la miscela in foglie facendola passare per un laminatojo ed esporla al vapore racchiusa in apposite caldaje di ferro per lo spazio di 6 a 10 ore e (a seconda della dimensione degli oggetti confezionati) ed alla pressione graduata da una a quattro atmosfere. Si ottiene così la trasformazione in ebanite, che è una massa compatta, dura, nera come l'ebano e che si può piallare e polire come l'avorio, il corno, ecc.: il colore della massa, come dissi, è nero, ma se vi si incorporano materie coloranti può presentare diverse colorazioni.

Per scopi speciali si usa aggiungere talvolta al cautciù diverse sostanze, p. es., bianco di zinco, biacca, creta, solfato di bario, ecc.; una miscela di 200 a 500 gr. di gomma lacca e 500 gr. di cautciù costituisce un buonis-

simo materiale per fusi e attrezzi da telaj, ecc.; coll'aggiunta di 75 % di grafite si ottiene un materiale adatto per cuscinetti. Il cautciù vulcanizzato mescolato con sabbia, quarzo, pietra focaja, smeriglio, ecc., serve da anni per la fabbricazione delle coti e delle pietre da arrotare artificiali. Uno smalto lucente, per superficie metallica, a diversi colori e capace di pulitura si ottiene, secondo Lake, disciogliendo il cautciù, aggiungendo alla soluzione solfo, felspato in polvere (o gesso o sabbia fina) e una materia colorante minerale: la pasta così ottenuta viene spalmata sul metallo e questo è poi scaldato per qualche tempo a 120-160°. Dalle fabbriche di gomma di Hamburg e Vienna (Vereinigte Gummi Waaren Fabrik-Hamburg) si mettono in commercio delle lavagne artificiali preparate mescolando 10 p. di cautciù, 16 p. di pietra pomice in polvere, 21 p. di carbone d'ossa e 5 p. di solfo; la miscela è ridotta mediante un laminatojo in lamine sottili che si scaldano poi a 130-140° ed infine si sottopongono alla molatura. Queste lamine sono per alcuni dei loro usi distese sopra una stoffa.

Il cautciù indurito si dilata fortemente sotto l'azione del calore. Kohlrausch trovò che il suo coefficiente di dilatazione tra 16°.7 e 25°.3 è = 0.0000770: tra 25°.3 e 35.4 è = 0.0000842; cresce quindi notevolmente colla temperatura; la dilatazione lineare è poi tanto grande che, p. es., una lista di gomma indurita della lunghezza di 20 centimetri incollata ad una estremità con una lista di avorio di eguale lunghezza costituisce un termometro sensibile perchè la lista di gomma si allunga di parecchi millimetri alla sua estremità libera per effetto di 1° C. Una particolare proprietà della gomma indurita è quella di diventare elettrica collo strofinamento e di costituire uno dei più efficaci isolatori.

A. W. Wright osservò che la gomma indurita viene talmente alterata dall'ozono che la sua superficie si ricopre di idrato solforico. Il solfo del cautciù viene dapprima per opera dell'ozono convertito in anidride solforosa, e questa sotto l'influenza dell'ossigeno e dell'umidità atmosferica si converte in idrato solforico. Questa alterazione si manifesta specialmente sulle colonne di ebanite che servono da isolatori nella macchina elettrica di Holz; e la loro superficie per la ragione che abbiamo esposto diventa quindi conduttrice. Il Wright dice che il miglior rimedio a questo inconveniente è lo sfregare le medesime con magnesia calcinata o carbonata.

Assai diverso nella preparazione ma molto somigliante al cautciù indurito per la sua proprietà è l'*avorio artificiale*, un prodotto di cautciù, di color bianchissimo, che si può lavorare al tornio, segare, tagliare e levigare e serve ora per palle da bigliardo, bottoni, tasti di pianoforte, ecc. Il cautciù (ed anche la guttaperca) viene tagliato in piccoli pezzi, depurato e poi disciolto nel cloroformio in un vaso ermeticamente chiuso e munito di agitatore; nella soluzione si fa poi gorgogliare il gas cloro fino a che la massa si è uniformemente colorata in giallo; allora la si tratta con alcoole (sempre agitandola); il cautciù alterato dal cloro si separa così allo stato solido e di un color bianco; lo si mescola quindi con poco cloroformio e a seconda che si vogliono ottenere oggetti più o meno pesanti e di un bianco più o meno perfetto vi si aggiungono più o meno grandi quantità di calce, gusci d'ostrica in polvere, marmo, ossidi metallici, spato pesante, argilla o solfato di piombo. La miscela è impastata convenientemente e quindi viene compressa e ridotta in blocchi o foglie o nella stessa forma dell'oggetto che si vuol fabbricare.

Marquard prepara una massa bianca di cautciù, che egli chiama del pari avorio artificiale, imbianchendo la soluzione di cautciù nel cloroformio (1 p. di cautciù, 4 p. di cloroformio) non già mediante il cloro ma mediante il gas ammoniaca; quando la soluzione è imbiancata la si introduce in una caldaja fornita di agitatore e la si lava con acqua calda finchè sia stata completamente eliminata l'ammoniaca. Durante il lavaggio la temperatura è portata fino a 85° onde volatilizzare il cloroformio, che può essere raccolto mediante un refrigerante. La massa spumosa risultante dal lavaggio è poi compressa, asciugata e quindi rammollita di nuovo con un po' di cloroformio; alla pasta così ottenuta si incorpora poi intimamente carbonato di zinco o fosfato calcico in polvere finissima e si comprime poi la miscela entro forme calde. Si possono ottenere anche masse colorate per imitazioni di corallo, di smalto, ecc., aggiungendo colori in polvere fina e secca.

Utilizzazione dei ritagli di cautciù vulcanizzato e di ebanite. — Siccome i pezzi di cautciù vulcanizzato non aderiscono l'uno all'altro per le superficie recenti di taglio e quindi non si possono riunire insieme mediante l'impastamento, si sono suggeriti diversi ripieghi allo scopo di utilizzare gli avanzi di cautciù vulcanizzato. Goodyear, per esempio, mescola questi avanzi con cautciù fresco e con solfo, ed ottiene così una massa plastica che col calore s'indurisce di nuovo. Bacon fa digerire per alcune ore entro vasi chiusi gli avanzi di cautciù insieme a 10 % di solfuro di carbonio e a 25 % di alcool puro; in questo modo essi si rammolliscono tanto che basti per poterli cilindrare di nuovo. Dodge riscalda gli avanzi in questione per 48 ore nel vapore ad alta pressione, ed ottiene così una massa plastica. Gli avanzi di ebanite non servono a nulla, e l'unico partito che si può trarne è quello di impiegarli per farne una vernice; a questo intento i suddetti avanzi, previamente ridotti in piccoli pezzi, vengono fusi in una pentola di ferro coperta, collocata sopra un fornello a carbone; quando la massa è uniformemente fusa la si cola sopra una lastra metallica spalmata di grasso; dopo che è diventata fredda la si polverizza e la si introduce in una boccia contenente benzina od olio di terebentina, che la disciolgono interamente, eccetto le sostanze minerali che non mancano mai nella gomma indurita; infine si decanta la soluzione che serve ora come vernice per metalli.

Applicazioni del cautciù. — La tenacità e l'elasticità del cautciù congiunte alla sua completa omogeneità, alla sua impermeabilità all'acqua, alla sua inalterabilità a contatto degli agenti chimici, e alla facilità con cui prende qualsivoglia forma, tutte queste proprietà spiegano le innumerevoli applicazioni del cautciù, nelle quali non ha pel momento rivali di sorta. Le arti della pace e della guerra non possono oggidì far senza del cautciù; esso è diventato una materia di prima necessità; nella casa, nel gabinetto dello scienziato, nella officina, negli ospedali, in terra ed in mare, ogni industria ed ogni arte paga il suo tributo al cautciù; ognuno, pensando agli svariati servigi del cautciù, si domanda come si abbia potuto vivere tanto tempo senza di lui, e come si potrebbe far di meno di questo elemento della nostra civiltà, ora che siamo tanto famigliarizzati con lui.

Gli articoli di cautciù possono essere divisi in due grandi categorie, quella degli *articoli tecnici* e quella degli articoli per usi meno generali ed estesi.

Gli articoli così detti tecnici sono i più importanti, perchè sono i più ricercati, essendo diventati un sussidio indispensabile nei procedimenti delle industrie e delle arti, nel materiale scientifico e da guerra.

Col cautciù si fanno *valvole* per pompe, *guarnizioni* degli stantuffi e delle scatole a stoppa, degli autoclavi e tuberie; *propulsori* o *paracolpi* (tampons) per ferrovie; *supporti* e *cuscinetti* di sospensione; *cinghie* per la trasmissione di movimenti; *cerchi* per ruote e puleggie; *giunti* per condotte d'acqua e di gas; *cilindri* per stampatori, ecc.; *rulli* di laminaggio per filature di cotone, lino e canape; diaframmi e guarniture per macchine delle fabbriche di cappelli; *serbatoi* e *sacchi* per raccogliere gas; *coperte* impermeabili; *tubi* per condotte di gas e liquidi, tubi di raccordo fra il tender e la locomotiva, *corde* di guarnitura e di calafataggio; vestiti impenetrabili per operai; *involucri* per mine subacquee; *pile* e *filo isolato* per segnali elettrici, per telegrafia volante da campo e per il servizio delle torpedini. — Basti questo cenno a far capire la straordinaria importanza del cautciù per le industrie e per le arti.

Dopo la serie degli articoli tecnici viene quella forse ancor più numerosa (benchè quantitativamente meno importante) degli articoli per l'uso chirurgico, di quelli per gli apparecchi di salvataggio e per gli usi domestici. Se ne fanno in primo luogo oggetti in cui si richiede elasticità, come cordoni, nastri, tessuti, strumenti chirurgici, utensili da viaggio, soppedanei, spugne per bagno, palle e balocchi. In altri articoli più che la elasticità si domanda l'impermeabilità all'acqua ed all'aria, come le stoffe per abiti e soprabiti, scarpe, cappelli, coperte, ecc. Infine la sua resistenza all'azione dei gas e liquidi acidi ed alcalini lo rendono adatto a molti scopi chimici, e infatti si fanno col cautciù tubi, tappi, vasi, robinetti, ecc.

Il cautciù indurito trova impiego specialmente come surrogato dell'avorio, del corno, del legno e serve quindi per pettini, portapenne, impugnature di coltelli, istrumenti chirurgici; per le sue proprietà acustiche il cautchuc indurito serve per tubi acustici, flauti ed istrumenti da fiato; per la sua resistenza agli agenti chimici si impiega per farne vaschette da fotografo, per truogoli da galvanoplastica; infine serve come surrogato dei dischi di vetro nelle macchine elettriche e recentemente fu adoperato per il getto di oggetti artistici, medaglie, ecc.

Bibliografia del cautciù.

a) **Libri**: Adriani, *Verhandlung over Guttaperca und cautschuc*, Utrecht 1850. — Johnson, *Pract. mechan.*, 1853, pag. 161. — Schmidt, *Cautschuc und Guttaperca*, Weimar 1856. — Hancock, *India rubber Manufacture*, London 1857. — Adriani, *Kautschuc und Guttaperca*, Leipzig 1864. — Harzer, *Kautschuc und Guttaperca*, Weimar 1864. — Wiesmer, *Die Rohstoffe des Pflanzenreiches*, Wien 1873. — Deninger, *Leder und Kautschucindustrie*, Braunschweig 1874. — Clouth, *Gummi und Guttaperca*, Weimar 1879. — Meighne, *Cautschuc*, Paris 1879. — Hoffer, *Kautschuc und Guttaperca*, Wien e Leipzig 1880. — Bolas, *Manufacture of India Rubber*, London 1880. — Watt's, *Dictionary of Chemistry*, London. — Wurtz, *Dictionnaire de Chemie*, Paris. — Fehling's *Handwörterbuch der Chemie*, Braunschweig, vol. III, 947. — Spons's *Enciclopedia of the ind.*, pag. 1142, London 1881. — Prechtel's *Encyclop. Suppl. Band.* — D.r Christian Heinzerling, *Fabrikation der Kautschuck und guttaperca waaren*, Braunschweig 1883 (Bolley Tecn. Band VI).

b) **Giornali**: Faraday, *Bull. Soc. Encour.*, 1826, p. 12. — *Polytechn. Journal von Dingler*, V, 121, 139 ecc.

II. — Guttaperca.

Origine della guttaperca. — La guttaperca è una sostanza sotto molti riguardi somigliante al cautciù e deriva dal sugo lattiginoso di una pianta della famiglia delle *sapotacee* detta *Isonandra Gutta*. Questa pianta, indigena delle isole dell'Arcipelago orientale, raggiunge quivi l'altezza di 20 metri, ed ha un tronco del diametro di 1 a 2 metri. Il succo lattiginoso circola entro vasi longitudinali disposti fra la corteccia e la parte legnosa del tronco e contiene la guttaperca non già disciolta ma sospesa nell'acqua in forma di piccoli globuli i quali hanno una grande tendenza a raccogliersi e radunarsi in una massa coerente.

Onde estrarre il succo lattiginoso si usava un tempo praticare diverse incisioni al piede della pianta di cui si aveva denudata la radice: da queste ferite sgocciolava il sugo, che veniva poi raccolto in fosse o truogoli convenientemente disposti all'uopo.

Ma dopochè una forte Compagnia inglese ha preso in sue mani questa industria, l'antico processo venne abbandonato e sostituito da un altro meno irrazionale che non condanna alla morte l'albero da cui si era una sola volta estratto il sugo gommifero. Attualmente si fanno incisioni nel tronco e il succo che ne esce viene raccolto senza che ne sia pregiudicata la conservazione dell'albero per una nuova operazione.

Il sugo poco dopo uscito dalla pianta si coagula quand'anche lo si conservi in bottiglie ben chiuse, e prima che si indurisca si impasta colle mani la guttaperca separatasi e se ne fanno blocchi di diverse forme.

Gli indigeni conoscono ed utilizzano la guttaperca già da lungo tempo. Montgomerie presentò sino dal 1842 alla Compagnia delle Indie campioni di guttaperca e ne segnalò le pregevoli proprietà; nel 1843 sir J. d'Almeida portò in Inghilterra campioni di guttaperca e li donò alla Società Asiatica. Poco dopo, essendosi generalmente riconosciute le pregevoli proprietà di questa nuova sostanza, se ne fece grande ricerca, cosicchè nel 1844 ne furono importati 200,000 chig. in Inghilterra, ed oggi l'importazione supera 5000 quintali. La guttaperca è ora lavorata in Italia dalla sola ditta Pirelli e C. di Milano, che ne consuma circa 100 quintali annui.

Forme della guttaperca del commercio. — La guttaperca greggia si presenta in commercio sotto forme e dimensioni svariatissime. Quella di qualità più pregiata è di color bianco latteo e contiene una piccolissima quantità di impurità. Vi sono altre qualità bianche contenenti frammenti di legno, terra, sabbia e materie coloranti, e infine vi sono anche qualità rossiccie e brune: le impurità della guttaperca greggia possono variare dal 15 al 60 %.

Allo stato greggio la guttaperca si presenta ora in forma di blocchi irregolari, ora in forma di ampolle o bottiglie come il cautciù puro, ora infine in forma di lastre di diverse dimensioni. Tutto questo spiega perchè anche la guttaperca depurata presenti colori diversi dal bruno chiaro al marrone oscuro; e in tutte le qualità della guttaperca depurata si osserva il fatto che la colorazione va sempre più incupendosi col tempo, in modo che dal colore si può avere un indizio dell'epoca da cui data la sua depurazione.

In pezzi grossi la guttaperca è affatto opaca, ma ridotta in foglie sottili è trasparente, grassa al tatto, ed ha un odore che ricorda il cautciù. Il peso specifico della guttaperca greggia fu trovato da Adriani = 0.999, da Soubeiran = 0.979. Payen dimostrò pel primo che la guttaperca possiede, a seconda del trattamento, un diverso

peso specifico dovuto ad una particolare porosità di struttura.

Proprietà fisiche e chimiche della guttaperca. – La guttaperca è un cattivo conduttore del calore e dell'elettricità, strofinata si elettrizza negativamente ed allo stato secco è un isolatore efficace al pari della cera lacca.

Sopra queste proprietà si basa una delle più importanti applicazioni della guttaperca, quella cioè del rivestimento dei fili telegrafici, additata, a quanto si dice, prima dal Siemens ed attuata poi con successo nel collocamento del telegrafo sottomarino fra l'Europa e l'America (1).

Secondo Page, la guttaperca ridotta in lamine sottili od in fili si comporta come un corpo fibroso, il che non si osserva nel cautciù. Una lista di guttaperca si può stirare considerevolmente nella direzione delle fibre ma si lacera quando si esercita lo stiramento in direzione trasversale: invece una lista di cautciù si può stirare indifferentemente in ogni direzione. Osservando il cautciù e la guttaperca in foglie sottili in un apparato di polarizzazione si constata subito una notevole differenza di struttura: il cautciù non mostra punto o solo poco cambiamento di colore, mentre la guttaperca presenta bei fenomeni di colorazione; essa sembra composta di prismi dei più svariati colori intrecciantisi l'un l'altro.

Alla temperatura ordinaria la guttaperca è tenace e poco elastica: a 25° diventa pieghevole, a 48° comincia a rammollirsi e si può impastare se si opera sotto forte pressione, tra 55° e 60° è così plastica che si può stirare e foggiare ad arbitrio in tubi, fili, nastri, ecc., a circa 100° diventa viscosa: gli oggetti di guttaperca immersi nell'acqua bollente perdono la loro forma, si gonfiano, diventano glutinosi e filanti: avviene allora un assorbimento d'acqua in ragione di 5 a 6 %: quest'acqua non viene eliminata che verso 150°.

La guttaperca resiste all'azione della maggior parte dei solventi: è insolubile nell'acqua ad ogni temperatura: l'alcoole assoluto non la discioglie che in parte anche all'ebollizione (15-20 %); l'olio d'oliva non ne scioglie anche a caldo che piccole quantità, le quali poi tornano a separarsi a freddo. L'etere, secondo il Payen, non discioglie che una parte della guttaperca: secondo Arppe invece l'etere la discioglie completamente se è esente d'alcoole; ma la guttaperca previamente trattata coll'alcoole perde la proprietà di disciogliersi nell'etere. Le soluzioni concentrate di alcali, le soluzioni saline, l'acqua carica di acido carbonico, gli acidi allungati, e perfino l'acido fluoridrico non esercitano alcuna azione su di essa.

Gli acidi nitrico e solforico concentrati la intaccano.

Il cloroformio e il solfuro di carbonio la disciolgono facilmente: la benzina discioglie la guttaperca depurata anche a freddo, meglio però e più rapidamente a caldo: così pure disciolgono la guttaperca gli olii volatili di catrame, l'olio di terebentina, il petrolio e l'olio proveniente dalla distillazione secca del cautciù e della guttaperca (2). Mescolando la soluzione cloroformica con 3 parti di etere e scaldando poi la miscela sotto 150° la guttaperca precipita allo stato di polvere bianca, la quale dopo lavata ed essiccata si presenta come una massa molle, bianca, simile a midollo.

La guttaperca è al pari del cautciù un idrocarburo e molto probabilmente un isomero del medesimo. Soubeiran le attribuisce la formola C_6H_{10} corrispondente alla seguente composizione centesimale:

Carbonio	87.8
Idrogeno	12.2
	100.0

Inoltre egli trovò nella guttaperca greggia un acido vegetale, sostanze estrattive, caseina e due resine (una solubile nell'etere, l'altra solubile nell'alcoole).

Arppe ottenne dalla guttaperca sei resine diverse che si distinguono una dall'altra per la loro diversa solubilità nell'etere e nell'alcoole a seconda della concentrazione e della temperatura. Il Payen avrebbe nelle sue indagini provato che la guttaperca consta essenzialmente di tre sostanze, che egli chiamò: *gutta, alban* e *fluavil:* in media esse si trovano nel seguente rapporto: gutta 78 a 82 %; alban 16 a 14 %; fluavil 6 a 4 %.

La separazione di queste tre sostanze si eseguisce, secondo Payen, nel modo seguente: si tratta dapprima la guttaperca depurata con alcoole freddo che discioglie il fluavilo, poi con alcoole bollente che discioglie l'albano; la guttaperca forma il residuo insolubile.

Il fluavilo è una resina trasparente di colore giallognolo, un po' più pesante dell'acqua: a 0° è solida e fragile: scaldata a 50° si rammollisce, a 60° diventa pastosa, a 100-110° fonde; scaldata oltre questo limite bolle svolgendo vapori acidi ed idrocarburi; esso trattiene ostinatamente l'alcoole in cui fu disciolto e non può esserne liberato che con un riscaldamento a 100° nel vuoto.

Si discioglie a freddo nell'alcoole, nell'etere, nella benzina, nell'olio di terebentina, nel solfuro di carbonio e nel cloroformio; evaporando le sue soluzioni il fluavilo si separa sempre allo stato amorfo. Gli acidi e gli alcali allungati non lo intaccano: invece è intaccato energicamente dall'acido solforico e nitrico concentrati. La sua composizione è, secondo Oudemans, 83.4 % di carbonio, 11.3 % di idrogeno secondo la formola $C_{20}H_{32}O$. Oudemans ritiene che il fluavilo è un prodotto di ossidazione della gutta.

L'albano si presenta sotto forma di polvere cristallina bianca e di piccoli bitorzoli; sotto quest'ultima forma si ottiene quando se ne abbandona all'aria la sua soluzione nell'alcoole assoluto. Veduto sotto il microscopio appare composto di fogliette trasparenti, raggiate; scaldato a 100° non subisce alterazione; a 160° comincia a fondersi ed a 175-180° è affatto liquido e trasparente. Raffreddandosi si raccoglie in una massa trasparente e si contrae fortemente, ma non perde la sua trasparenza. L'acido cloridrico, gli acidi allungati, ed anche gli alcali a caldo non lo alterano; l'acido solforico e nitrico concentrati lo intaccano energicamente. La benzina, l'olio di terebentina, il solfuro di carbonio, l'etere, il cloroformio e l'alcoole assoluto lo disciolgono facilmente: l'alcoole ordinario non lo discioglie che alla temperatura dell'ebollizione. Oudemans trovò nell'albano 78.9 % di carbonio e 10.4 % di idrogeno secondo la formola $C_{20}H_{30}O$; egli ritiene che anche questo corpo sia un prodotto di ossidazione della guttaperca.

La gutta, il principale componente della guttaperca, è insolubile nell'alcoole e nell'etere; in quest'ultimo liquido essa però diventerebbe solubile mediante un trattamento coll'alcoole: la gutta è bianca, comincia a fondere a 100°; in strato sottile è trasparente; alla temperatura

(1) I primi studi ed esperimenti per l'applicazione della guttaperca al rivestimento dei fili telegrafici vennero fatti nel 1848 dalla Guttapercha Company di Londra (ora Telegraph Construction Company): solo nel 1852 questa ditta pose il primo cordone sottomarino che congiunse Douvres e Calais. Nel 1858 si fecero gli esperimenti per il collocamento del cordone transatlantico, ma non furono fortunati e solo nel 1866 potè dirsi che l'Europa era congiunta all'America mediante il cordone Terranova (America) e Valencia (Irlanda).

(2) I solventi più comuni usati nell'industria sono il solfuro di carbonio e la benzina.

ordinaria è o diafana od opaca: a 10 fino a 30° è tenace, pieghevole ma non molto elastica; a 45° diventa molle, prende colore più carico; crescendo la temperatura va facendosi più glutinosa e diafana e subisce una specie di fusione pastosa che è molto più marcata fra 100-110°; a 130° fonde, poi bolle e fornisce un olio combustibile ed idrocarburi gasosi.

A contatto degli acidi, degli olii, degli alcali caustici, del cloroformio e del solfuro di carbonio, la gutta si comporta nel medesimo modo della guttaperca: scaldata con acido nitrico svolge, secondo Oudemans, acido formico e molto acido prussico; il gas acido cloridrico la intacca fortemente colorandola in bruno nero; ridotta in polvere assorbe l'ossigeno, l'ossigeno ozonizzato la intacca energicamente; è difficile conservarla a lungo inalterata. Oudemans trovò in media nella gutta 88.0 % di carbonio, e 11.8 % di idrogeno secondo la formola C_5H_8 e molto più probabilmente $C_{20}H_{32}$.

Anche il Baumhauer ha trovato che la guttaperca è un idrocarburo ($C_{20}H_{32}$) e che contiene molti prodotti di ossidazione del medesimo, fra i quali dice accertata la presenza dei due seguenti $C_{20}H_{32}O$ e $C_{20}H_{34}O_2$.

Una singolare proprietà della guttaperca, e che ne limita molto l'impiego, è quella di alterarsi (1) sotto l'azione dell'aria e della luce emanando in pari tempo un odore particolare: questo si osserva specialmente se la temperatura supera 20 a 25° e se la guttaperca è in forma di foglie sottili o di nastri o di fili oppure se essa fu alternativamente bagnata ed asciugata al sole: essa diventa allora fragile, resinosa, facile a polverizzarsi; in pari tempo aumenta di peso, diventa più solubile nell'alcoole e nelle soluzioni alcaline allungate, e acquista maggiore conduttività per l'elettricità. A. W. Hofmann trovò che una guttaperca che aveva servito nell' India per i fili telegrafici ed era diventata fragile, cedeva all'alcoole freddo una sostanza polverulenta che conteneva 62.8 % di carbonio e 9.3 % di idrogeno; Hofmann ritiene che l'alterazione subìta dalla guttaperca sia una ossidazione; quest'opinione è sostenuta anche dal Müller, il quale trovò che la guttaperca assorbe a poco a poco ossigeno: la parte ossidata è insolubile nella benzina, fonde a 100° ed esiste nella guttaperca commerciale perfino nella proporzione del 15 %; a seconda della qualità della guttaperca e del modo in cui fu conservata; la guttaperca ossidata ha, secondo Müller, la seguente composizione:

Carbonio . . .	76. 15
Idrogeno . . .	11. 16
Ossigeno . . .	12. 69
	100. 00

La guttaperca non si ossida se è immersa nell'acqua, specialmente di mare, o se è preservata dalla luce.

Quella diventata fragile per l'azione or ora descritta dell'aria e della luce può essere ancora impiegata a molti usi dopo di averla rammollita con acqua calda, ed impastata di nuovo: essa però va soggetta a fendersi.

L'acido solforico concentrato posto a contatto a freddo colla guttaperca si colora a poco a poco in bruno; questa alla sua volta si gonfia e si converte in una massa mucilaginosa: riscaldando la miscela l'acido si annerisce con separazione di carbone e svolgimento di anidride solforosa. L'acido nitrico concentrato distrugge già a freddo la guttaperca, svolgendo vapori nitrosi rossi mentre la massa si colora in bruno rosso e diventa prima pastosa poi dura e fragile; bollita col medesimo acido la guttaperca produce acido camfresinico. Scaldando a 280° la guttaperca pura (1 p.) coll'acido jodidrico (80 p.) essa si converte in idrocarburi saturi che bollono solo al di sopra di 300° e sono quasi solidi. L'acido cloridrico concentrato non la intacca che lentamente e colla prolungata azione di questo acido diventa dura e fragile; questa alterazione si osserva nei tubi che servono da sifoni nelle fabbriche di acido cloridrico.

La guttaperca fonde a 130°: a più elevata temperatura bolle e svolge vapori che si condensano col raffreddamento in un liquido colorato in giallo che è un solvente eccellente della guttaperca. Williams trovò nei prodotti della distillazione insieme ad acqua acida l'*isopreno* e la *cautcina*, vale a dire i medesimi corpi contenuti nell'olio di cautciù.

Depurazione della guttaperca per scopi speciali. — La guttaperca del commercio, come già avvertimmo, contiene molte sostanze eterogenee, corteccie, foglie, pietre, ecc.: per ottenerla pura la si tratta col cloroformio o col solfuro di carbonio: si filtra la soluzione torbida e bruna e si abbandona poi il filtrato all'evaporazione spontanea: rimane come residuo una pellicola sottile che si può facilmente distaccare dalle pareti del vaso se si immerge quest'ultimo per qualche momento nell'acqua fredda. Kopp ottiene guttaperca pura sciogliendo il prodotto greggio in 20 volte il suo peso di benzina bollente e aggiungendo alla soluzione gesso cotto: dopo un riposo di due giorni si decanta il liquido e lo si mescola col volume doppio di alcoole a 90° Tr.; in questa maniera la guttaperca precipita sotto forma di una massa pastosa (2).

Si prepara una guttaperca bianca per l'uso dei dentisti nel modo seguente: si abbandona per tre giorni mezzo chilogramma di guttaperca tagliata in pezzi in contatto di 10 chilogrammi di cloroformio entro un vaso chiuso: poi si aggiungono 200 gr. di acqua, si agita vivamente la miscela e la si abbandona quindi a sè: nello spazio di due settimane il liquido si chiarifica ed alla sua superficie galleggiano tutte le impurità della guttaperca formando uno strato mucilaginoso. Si estrae il liquido limpido con un sifone, lo si filtra, e lo si introduce in un vaso di terra che poi si colloca nella caldaja di un alambicco di rame in cui si trova acqua: si adatta poi all'alambicco il suo cappello e lo si congiunge col refrigerante: infine si applica il fuoco sotto all'alambicco: il cloroformio in tal modo distilla e quando la distillazione è finita rimane sul fondo del vaso di terra la guttaperca sotto forma di una massa bollosa e quasi bianca che si lavora entro una macchina speciale per convertirla in cilindretti da cui poi il dentista taglia i pezzetti di cui ha bisogno nelle sue operazioni.

Si può ottenere col processo descritto una guttaperca perfettamente bianca se si ha cura di filtrare su carbone animale la soluzione cloroformica. In ogni caso però è della massima importanza eliminare dalla guttaperca tutto il cloroformio, ed è a sapersi che essa lo trattiene ostinatamente e che la presenza di piccole quantità del medesimo nella guttaperca la rende fragile.

Onde impartire alla guttaperca una colorazione rosa pallida, s'impasta un po' di carminio con acqua di gomma

(1) L'alterazione che subisce la guttaperca esposta all'aria ed alla luce è più o meno lenta a seconda del caso. Le foglie sottili di guttaperca presentando una grande superficie all'aria ed alla luce, si alterano più prontamente delle foglie grosse: l'alterabilità è variabile inoltre a seconda delle qualità della guttaperca.

(2) Questi processi per ottenere guttaperca pura servono nei laboratorii quando si operi su piccole quantità e si voglia ottenere un prodotto quasi chimicamente puro, ciò che non si esige nella lavorazione in grande.

e si aggiunge questa miscela alla soluzione cloroformica della guttaperca avendo cura di agitare fortemente il tutto e di procedere subito alla distillazione affinchè il carminio non abbia tempo di deporsi.

La guttaperca in bastoni deve essere sempre conservata sott'acqua affinchè non si alteri (1).

Un altro processo per fabbricare la guttaperca pei dentisti sotto forma di tavolette è il seguente: si scioglie prima di tutto una guttaperca bianca ben depurata col metodo industriale, la si impasta fra due cilindri paralleli mescolandovi quantità più o meno forti di ossido di zinco: si ottiene così una miscela che si rammollisce col calore della bocca e in questo stato è introdotta e compressa nella cavità del dente che si vuole otturare. Noi non possiamo però raccomandare questa guttaperca all'ossido di zinco per gli scopi dentistici, perchè nulla ci impedisce di credere che alla lunga l'ossido di zinco venga disciolto dalla saliva e dai liquidi o sostanze che noi ingeriamo, e venga in tal maniera portato nell'organismo: è poi noto che i composti di zinco sono velenosi.

Lavorazione industriale della guttaperca. — Nelle fabbriche la guttaperca greggia è prima di tutto sottoposta ad una depurazione che si compie nel modo seguente: i pezzi di guttaperca greggia si riducono in ritagli come quelli del legno piallato: questi ritagli sono poi introdotti in caldaje contenenti acqua e si porta questa all'ebollizione che si mantiene per circa un'ora. La massa deposita le impurità più grosse; poi si leva dalla caldaja e la si fa passare mentre è ancora umida per un apparato destinato a sfibrare la guttaperca ed a farne uscire le impurità che vi fossero ancora aderenti. La bollitura e la lacerazione sono ripetute due o tre volte a seconda del grado di purezza che si desidera e della qualità di materia prima che si lavora. Ma malgrado questo trattamento la guttaperca trattiene ancora alcune impurità che non possono essere eliminate che rammollendo la guttaperca (già lavata e sfibrata) nell'acqua bollente, e sottoponendola poi alla forte pressione di un torchio che la costringe a passare attraverso ad uno staccio di rete metallica che trattiene tutte le sostanze eterogenee. La guttaperca sottoposta a questa specie di filtrazione può ritenersi industrialmente pura e si presenta allora come una massa omogenea di colore variabile a seconda della qualità della guttaperca greggia messa in lavorazione.

La guttaperca depurata nel modo che abbiamo descritto si sottopone poi a diversi trattamenti a norma degli oggetti che si vogliono preparare. Il modo più generalmente usato consiste nello scaldare e rammollire ancora la massa e nel sottoporla alla così detta *masticazione*, operazione identica a quella d'egual nome eseguita sul cautciù: il suo nome stesso indica del resto quale ne sia lo scopo e quali i mezzi opportuni per raggiungerlo. Un cilindro con spirali in rilievo gira sul proprio asse entro un tamburo le cui pareti interne non sono liscie ma presentano asperità: introducendo la guttaperca pastosa nello spazio compreso fra il tamburo e il cilindro, essa viene ad un tempo schiacciata e rimescolata fortemente e resa omogenea.

Con questa guttaperca così detta *masticata* si confezionano quasi tutti gli oggetti di guttaperca che trovansi in commercio, come tubi, corde, foglie, placche, e si rivestono i fili telegrafici con macchine e sistemi svariatissimi. Vi sono però alcuni casi in cui la guttaperca quale si ottiene colla depurazione e colla masticazione non può essere usata, perchè gli oggetti con essa fabbricati non avrebbero i requisiti richiesti dalle circostanze in cui essi durante il loro uso si possono eventualmente trovare. In tali casi, che del resto non sono frequenti, torna opportuno di sottoporre la guttaperca alla vulcanizzazione. Questa operazione, a noi già ben nota dopo quanto abbiamo detto a proposito del cautciù, si eseguisce in modo somigliante a quella corrispondente pel cautciù, con questa sola differenza che la guttaperca esige meno solfo e che l'operazione si deve compiere colla massima cautela onde evitare il pericolo di ottenere una massa tutta a bolle in causa dello svolgimento di acido solforoso. Hancock (1846) impiegò dapprima solfuri metallici, come solfuro di antimonio o solfuro di potassio, per la vulcanizzazione della guttaperca; più tardi (1847) si persuase che si ottengono migliori risultati aggiungendo ai solfuri metallici una piccola dose di solfo.

Rider trovò vantaggioso aggiungere alla guttaperca (66 p.) solfo (1 p.) e ossido di piombo (1 p.). Day suggerì (1858) di mescolare al solfo un peso eguale di terra da pipe. Eh. Goodyear impiega una miscela di solfo e di magnesia calcinata o di iposolfito di piombo o di zinco. Tutte queste sostanze vengono dapprima mescolate intimamente colla guttaperca rammollita dal calore: la miscela è poi scaldata per tre ore a 112-120° in una caldaja chiusa: gli oggetti preparati con questa massa sono poi sottoposti ad una temperatura di 125-140° che completa la vulcanizzazione.

Il metodo di Parker consiste nell'impiego di cloruro di solfo misto a solfuro di carbonio; in questo modo la vulcanizzazione avviene anche a freddo: lo stesso processo è adottato da Duvivier e Chaudet.

Guttaperca indurita. — Aggiungendo alla guttaperca una quantità di solfo maggiore di quella necessaria per vulcanizzarla, e facendo durare più a lungo il riscaldamento si ottiene la *guttaperca indurita:* in questo stato essa è nera, molto dura, capace di pulitura, e si può lavorare come il corno, l'avorio, ecc. e si presta quindi per diversi usi (pettini, balena artificiale, ecc.). Secondo Hurtzig, si può anche ottenere la guttaperca indurita se in una soluzione di guttaperca nel cloroformio, solfuro di carbonio o benzina si fa gorgogliare cloro gasoso, e se si lava con alcoole la pasta giallognola così ottenuta; mescolando poi quest'ultima con polveri bianche o colorate si possono ottenere a piacimento sostanze che possono servire come surrogati del corno, dell'avorio, dell'ebano, ecc. (2).

Frank Marquard ottiene una massa bianca di guttaperca che si può comprimere entro forme, disciogliendo la guttaperca nel cloroformio (2 p.), imbiancando la soluzione con gas ammoniaca, separando poi il cloroformio mediante l'acqua, e impastando la guttaperca così sbiancata con ossido di zinco o con fosfato di calcio dopo di averla nuovamente rammollita con cloroformio.

Per impartire alla guttaperca maggiore elasticità e pieghevolezza la si mescola in diverse proporzioni col cautciù: coll'aggiunta di 10 a 30 % di gomma lacca diventa dura e più fusibile. Per renderla più resistente la si mescola con grasso o paraffina, oppure la si tratta a caldo, secondo Hall, con una soluzione che contiene per litro gr. 350 di soda caustica.

Se si sottopone la guttaperca naturale o vulcanizzata all'azione dei vapori nitrosi per alcuni minuti, o se la si tiene immersa per 5 minuti in una soluzione concentrata e bollente di cloruro di zinco e poi la si lava con acqua

(1) In generale gli articoli di guttaperca in bastoni, tubi, corde, ecc. devono essere conservati in luoghi oscuri e devono essere mantenuti immersi nell'acqua.

(2) Questo processo era in uso un tempo, ma ora è, a quanto ci si dice, affatto abbandonato, perchè troppo costoso e di difficile esecuzione.

o con un liquido leggermente alcalino, essa prende quasi una lucentezza metallica e diventa morbida al tatto.

Applicazioni tecniche della guttaperca. — Le applicazioni della guttaperca sono svariatissime e si basano sulle seguenti proprietà:

1ª la sua attitudine a ricevere qualunque forma a caldo e sotto pressione e a conservare questa forma, cessata la compressione ma mantenuta alla temperatura ordinaria;

2ª la sua pieghevolezza alla temperatura ordinaria;

3ª la sua impermeabilità all'acqua e ad altri liquidi;

4ª la sua resistenza all'azione della maggior parte dei solventi, degli acidi e degli alcali;

5ª il suo potere isolante dovuto al non essere conduttrice dell'elettricità; sotto questo riguardo la guttaperca non ha rivali, meno il cautciù;

6ª le sue particolari proprietà acustiche come mezzo di trasmissione del suono;

7ª la sua attitudine a combinarsi col solfo e coi composti del medesimo e a lasciarsi vulcanizzare come il cautciù in guisa da poter resistere a notevoli sbalzi di temperatura;

8ª la sua proprietà di incorporarsi ad altre sostanze formando misture dotate di molta durezza e di una certa pieghevolezza;

9ª la sua straordinaria plasticità, che la rende capace di ricevere le impronte più delicate di uno stampo o di una forma;

10ª la sua durevolezza e la sua inalterabilità alla temperatura ordinaria.

Questa enumerazione può bastare per farsi un'idea delle numerose applicazioni della guttaperca e degli svariati oggetti che con questa sostanza si possono fabbricare. L. GABBA.

GOMME E RESINE. — Francese *Gomme*, *Résine*. Inglese *Gum*, *Resin*. Tedesco *Gummi*, *Harz*. Spagnuolo *Goma*, *Resina*.

Col rispettivo nome di *gomme* e *resine* si denotano genericamente due grandi classi di materie organiche immediate, le quali, disseminate in quasi tutti gli organi dei vegetali, quali normali loro componenti, si presentano in molti casi sotto l'aspetto di voluminose secrezioni corticali del tronco e dei rami. E la loro produzione viene poi ad acquistare il carattere industriale, quando si sappiano rendere artificialmente più abbondanti quelle secrezioni stesse per mezzo di opportune e sistematiche incisioni sulla corteccia.

Che le gomme debbansi ritenere quali normali componenti dell'organismo vegetale, lo prova il fatto per cui trattando con acqua bollente, ad esempio, la radice di altea o il fusto della canapa, o il seme di questa e del lino, si ottiene un liquido il quale per evaporazione lascia uno strato di materia trasparente, inodora, insipida, viscosa.

Questa soluzione, che in tal caso dicesi una *emulsione*, racchiude una materia speciale di natura mucilagginosa, cioè viscosa e liquida a un tempo, e un'altra che è la gomma propriamente detta. — Separata per soluzione dagli organi vegetali nel modo ora accennato, la gomma è sempre accompagnata da mucilaggine; ma allorquando la si consideri quale secrezione corticale, sia fisiologica (spontanea), sia patologica (per incisione), in allora essa costituisce una *specie chimica* allo stato libero.

E come per la gomma, anche per le *resine*, è facile il dimostrare che esse trovansi quale normale componente degli organi vegetali. Prendasi, ad esempio, il seme del mais, lo si macini, se ne faccia una decozione nell'alcoole, si filtri, si distilli l'alcoole, e se ne evapori a secchezza il residuo, e si avrà una mescolanza costituita di olii diversi; e questi associati ad una materia colorante rossiccia, la quale possiede tutti i caratteri principali delle resine propriamente dette, e quali verremo più oltre apprendendo. Un esempio invece di resina allo stato libero, lo abbiamo nel trasudamento della corteccia dei pini e di tante altre piante, le quali per ciò appunto ricevono l'epiteto di *resinose*.

Se non che, giova notare un fatto, e cioè che, mentre da una serie di piante ritraggonsi le gomme allo stato libero, e da altre le resine, quelle e queste dotate di peculiari caratteri, altre piante secernono sia in normali condizioni fisiologiche che patologiche, una particolare materia, la quale, mentre possiede i caratteri dell'una e dell'altra, ne possiede di così speciali, da doverla ritenere una secrezione *sui generis*. Tale secrezione è quella che costituisce le *gommo-resine;* e desse in certo qual modo rappresentano l'anello di congiunzione, il passaggio di costituzione dalle gomme alle resine.

In questo articolo pertanto diremo separatamente dei caratteri delle gomme e delle resine propriamente dette, e poscia ci occuperemo delle *gommo-resine;* cosicchè resterà meglio giustificato il titolo misto che ad esse viene attribuito.

I. — Gomme.

Considerate allo stato libero, cioè di normali secrezioni dalle piante, le gomme si presentano coi loro caratteri quali materie inodore, incolore (se pure), insipide, inalterabili all'aria atmosferica, aventi un peso specifico composto fra 1.36 e 1.48; solubilissime nell'acqua (tolte poche eccezioni) ed insolubili nell'alcoole. La loro soluzione acquosa è densa ed appiccaticcia, e si essica, se stesa sottilmente, in uno strato lucente, sebbene rimanga sensibilmente igroscopico. Sono desse solubili, senza scomposizione, negli acidi vegetali; e dagli acidi concentrati vengono facilmente alterate. Gli acidi solforico e cloridrico (specialmente a caldo) le trasformano in acqua, carbone e acido acetico: l'acido nitrico le trasforma in acido ossalico e succinico. — Sotto l'azione progressiva del calore si fanno molli, gonfiano ma non fondono; sviluppano delle bolle gasose, anneriscono, e bruciano infine con fiamma azzurrognola, lasciando un carbone il quale, dopo completa ossidazione, abbandona in copia, relativamente grande, un residuo di carbonato calcico e potassico.

Tali sono i caratteri principali delle gomme propriamente dette; ed ora verremo studiandone le singole e più importanti specie dalle quali traggono profitto le arti e le industrie. Esse sono:

1) la gomma arabica e del Senegal;
2) la gomma di Bassora;
3) la gomma adragante;
4) la gomma Botany Bay;
5) la gomma Kuteera;
6) la gomma indigena o dei frutti.

1) *Gomma arabica* e *gomma del Senegal.* — Si denotano con questo nome quelle gomme che trasudano da varie piante della famiglia delle *acacie*, quali l'*acacia vera*, l'*acacia arabica*, ed altre, che crescono nell'Arabia, nell'Egitto, e in vicinanza del fiume Senegal. In commercio si vende sotto il nome di *arabica* una gomma in pezzi di varie grossezze, trasparenti, quasi incolori e debolmente giallicci; e sotto il nome di *gomma del Sengal* o *Senegal*, una gomma in forma di lagrime secche, dure, rotonde od ovali, colla superficie esteriore tutta increspata. L'una e l'altra di queste gomme hanno comune la provenienza, il territorio del *Sengal*, dove

i viaggiatori hanno rinvenuto persino 40 specie d'acacie gommifere.

I Mori ed i Negri che abitano nei pressi del fiume *Sengal* hanno in pregio particolarmente due specie di alberi gommiferi; l'uno che offre la gomma bianca, l'altro la gomma rossa. Il primo prende il nome di *Uereck*, il secondo quello di *Rebueb*, e di essi si hanno interi boschi. — Codeste piante sono alte dai 5 ai 6 metri, hanno le foglie disposte alternamente, sono piccole, di color verdegiallo; hanno fiori brevi e di color bianco, e il loro legno è denso, duro, colla corteccia levigata e di color bigio.

Il trasudamento della gomma da siffatti alberi avviene verso la metà di novembre: in principio si presenta coll'aspetto di un liquido scorrevole, ma dopo 15 o 20 giorni va facendosi così densa da arrestarsi poco oltre le fenditure dalle quali trasuda. Di qui pertanto il moltiforme aspetto di queste gomme, che ora si presentano attortigliate, ora in goccie rotonde, ora ovoidali, ecc. A misura poi che la stagione si avanza verso il comparire dei venti di nord-est, il che avviene successivamente all'epoca delle pioggie, la corteccia rimane così secca che ne scoppia in molti punti, e tosto comincia uno scolo facile e abbondante, senza che vi sia d'uopo praticare alcuna artificiale ferita. — Il dicembre è il mese più opportuno per la raccolta: e in tal epoca i Mori, riuniti in carovane, abbandonando le loro dimore del deserto, si recano ai boschi gommiferi, dove stabiliscono il loro campo; quivi stanziano fino a raccolta completa, che dura 6 settimane, e caricano il prodotto entro sacchi di cuojo che gettano sul dorso di cammelli.

Fra le varie gomme di codesta provenienza trovasi una la quale porta il nome speciale di *gomma del Sengal* da quello dell'albero detto appunto *albero della gomma del Sengal*, e che dai Mori è pregiata al segno che essi ne traggono alimento durante le lunghe traversate del Sahara. I Mori ne distinguono poi due qualità, l'una del fiume superiore, o di *Galaam*, l'altra del fiume inferiore.

Molte applicazioni offrono codeste gomme in grazia dei loro caratteri, oltre a quella locale dell'alimentazione dei Mori. Esse formano la base di molti medicamenti, di emulsioni, ecc., entrano nella fabbricazione dell'apparecchio (*apprêt*) per le stoffe, onde impartirvi consistenza e lucidezza. Entrano in mescolanza colle materie tintoriali, alle quali impartiscono la voluta densità: formano parte degli inchiostri, delle vernici colorate o nere per le pelli conciate, e infine offrono una lunga serie di piccole ma utilissime applicazioni domestiche. Il loro prezzo in commercio varia da L. 1,20 fino a L. 3,60 il chilogr., a seconda dello stato di purezza in cui trovasi.

2) *Gomma Bassora.* — Questa gomma non è ben nota nei riguardi delle piante dalle quali si estrae; soltanto la si ritiene proveniente da una pianta grassa del genere *cactus*. Il nome di *Bassora* vuolsi attribuito al fatto per cui la si ha in Europa pel commercio di Bassora. Essa presentasi comunemente bianca o giallastra, di aspetto argentino e farinoso analoga al talco, e in frantumi alquanto appiattiti. È fragile al dente, gonfia molto, soggiornando nell'acqua, formandone una specie di gelatina poco aderente. È poco solubile nell'acqua, e la parte disciolta è una materia di natura acida (*arabina*, o acido gommico), mentre la parte che rimane insolubile è la *bassorina*, la quale dà appunto il carattere dell'insolubilità alla *gomma Bassora*.

3) *Gomma adragante.* — Questa gomma sembra derivare dalle piante del genere *astragalus tragacantha*, propria dell'Armenia e della Persia: e trasuda del pari dell'*astragalus creticus*, dall'*astragalus verus* e *astragalus gummifer*. È nel mese di giugno, e precisamente verso la fine, che il sugo nutritivo della pianta rigonfia i vasi entro i quali corre, e ivi indurisce nel cuore dei fusti e dei rami. Indurendosi, il sugo si rappiglia in forma di sottili fibre le quali vengono poi espulse traverso la corteccia; e in contatto dell'aria si va meglio solidificando e prendendo la forma di grani, di fettuccie, di fibre ammassate, ecc. Riguardo al deflusso del sugo, si è notato essere più abbondante nelle ore notturne che non durante la luce; e se ne giustifica il fatto ritenendo che le nubi o una forte rugiada siano assolutamente necessarie a quel fenomeno. Ed è per ciò che i pastori del Libano, ai quali è affidata la raccolta, si pongono in viaggio per tale scopo soltanto dopo che abbiano visto per alcuni giorni le montagne coperte di nubi.

Codesta gomma è meno trasparente che non l'*arabica* e si discioglie difficilmente nell'acqua fredda: tuttavia gonfia sensibilmente e diventa viscosa. Si scioglie quasi completamente nell'acqua calda, e con questa forma un liquido assai viscido e grasso: ciòè che rimane indisciolto e costituito di una mescolanza di amido e di materia legnosa.

Le applicazioni della gomma adragante si riducono in special modo alla lavorazione di oggetti d'ornamento muliebre, in grazia della facilità colla quale una dissoluzione di essa va indurendo, quando sia penetrata nei tessuti che ne furono intrisi. La si adopera pertanto nel dar consistenza al così detto *tulle*, ai veli, alle garze, e in generale a quei tessuti radi, i quali debbono pure offrire una certa consistenza nel loro uso. Il suo prezzo peraltro è molto superiore a quello della gomma arabica (e precisamente la si paga da L. 4.60 fino a L. 8.15 il chilogr.), onde la si sostituisce in molti casi con questa stessa. — Trova altresì applicazione quella gomma per indurire cartonaggi di lusso, le telerie, ed entra perfino nell'industria degli orafi, i quali traggono profitto della proprietà ch'essa possiede di gonfiare per immersione nell'acqua fredda e indurire fortemente per essiccazione; ed essi infatti, volendo applicare un ornamento superficiale sopra un oggetto, diffondono su questo alquanto adragante già rigonfiato preventivamente con acqua, e successivamente adagiatovi l'ornamento metallico ed abbandonatolo all'essiccazione, vi ricoprono le connessure mediante saldatura polverulenta.

4) *Gomma Botany Bay.* — Si denota con questo nome una *gomma fluida*, cioè sciropposa, la cui origine è ignota agli Europei. Essa presentasi di colore rosso cremisi, opaca, di sapore astringente come il tannino, di consistenza analoga a quella della trementina greggia, ma più tenace, al segno di poter essere stirata in fili. Indurisce per raffreddamento e si scheggia, ma ritorna molle per aumento di temperatura. — Allo stato secco è liscia, e somiglia nella frattura alla gomma lacca. È parzialmente solubile nell'acqua, e solubile nell'alcoole (a differenza delle gomme comuni): ma ciò che la caratterizza in confronto alle altre gomme, si è il fatto per cui la sua soluzione è precipitata dalla soluzione di gelatina animale, ed è atta ad impartire alla pelle animale i caratteri del cuojo. Ond'è che, pur possedendo alcuni dei caratteri della gomma, ne ha di così speciali da non potersi ascrivere meglio che alle materie tanniche.

5) *Gomma Kuteera.* — È una gomma che somiglia per molti riguardi alla gomma adragante, sia nei caratteri esteriori che in quelli d'ordine più intimo. — La si ricava come secrezione da un albero che cresce nell'Indostan, ed il commercio la vende in goccie solide ed anche in scheggie di vario spessore, inodore, insipide, ma quasi sempre trasparenti. — È insolubile nell'acqua,

ma vi gonfia sensibilmente, trasformandosi in una poltiglia analoga a quella che si ottiene trattando in egual modo la gomma adragante. — Per le sue caratteristiche proprietà di gonfiare e successivamente indurire s'adopera specialmente, nelle Indie, per stampare il così detto *calicò*, ed anche per la confezione di particolari vernici.

6) *Gomma indigena.* — Si chiama con tal nome la gomma che trasuda dagli alberi dei frutti proprii del nostro clima, e che dicesi perciò anche *gomma d'albero.* Tale adunque è la gomma che cola allo stato naturale o dalle ferite che ad arte vi si praticano sulla corteccia del tronco e dei rami, dal ciliegio, dall'albicocco, dal pruno, dal visciolo. Essa presentasi di color bruno rossiccio, e alquanto molle al tatto; nelle altre proprietà, vale a dire nel suo comportamento verso gli acidi e le basi, rassomiglia molto alla gomma arabica, sebbene si presenti assai meno di questa solubile nell'acqua.

Nelle gomme indigene si comprendono anche quelle che si estraggono dai licheni o muschi che crescono sulle scorze degli alberi da frutti. La gomma di codesti licheni non è da paragonarsi tuttavia nelle proprietà applicative a quella degli alberi stessi, ma nelle arti può rimpiazzarle così utilmente, che merita certamente di tenerne parola.

I licheni che crescono sugli alberi nostri più comuni sono in parte costituiti di materia gommosa, in parte di materia verde resinosa, in parte di altre materie di natura fibrosa. Per estrarne la gomma si comincia dal farne un' infusione in acqua bollente, o meglio, come suol dirsi, una scottatura; e con ciò si ottiene la separazione della parte fibrosa e resinosa. Prolungando poi l'ebollizione per molto tempo e coll'aggiunta anche di ammoniaca o soda caustica, si riesce a sciogliere molta parte gommosa; onde si filtra e si evapora sino alla voluta consistenza. Ripetendo parecchie volte il trattamento prolungato con acqua bollente resa alcalina, si ottiene completamente liberato il lichene dalla materia gommosa.

Siffatta gomma, il cui prezzo è molto inferiore a quello della gomma arabica, trova le sue applicazioni nella fabbricazione degli inchiostri, in quella della colla per carta lucida, per l'indurimento dei veli, dei krepp, delle stoffe di seta e così via.

Oltrechè nei licheni trovansi materie gommose in tutti i succhi dei vegetali; così ad es. l'estratto delle scorze tanniche ne è siffattamente ricco, che l'estrazione del tannino riesce difficoltato dalla presenza di esse: la scorza dell'albero della china ne contiene del pari, e lo sanno i fabbricanti di chinina. I liquidi zuccherini in genere, il mosto dell'uva, il succo della bietola, dei sorghi zuccherini ne contengono copiose quantità; e a tali gomme appunto vanno attribuite le difficoltà di estrazione dello zucchero allo stato libero. E così dicasi delle gomme di molte altre piante più comuni; ma su di esse non crediamo opportuno il soffermarci, essendo nostro compito il considerare le materie gommose come prodotto industriale, ed avendo, del resto, avvertito, ancora nelle prime pagine di questo scritto, che le gomme costituiscono un normale componente dei vegetali.

II. – Resine.

Si comprende nel nome generico di *resine* una numerosa famiglia di sostanze naturali, appartenenti al regno vegetale, tutte godenti di assai complessa struttura chimica ed aventi per caratteristica la insolubilità nell'acqua e una certa solubilità nell'alcoole; e ciò quindi contrariamente a quanto verificasi per le gomme propriamente dette.

Molte proprietà ancora sono comuni a tutte le resine. Esse defluiscono dai tronchi e dai rami di varie piante sotto forma di sughi densi e viscosi, atti a indurirsi pel contatto dell'aria. In generale sono gialliccie, fragili, ora inodore e insipide, ora odorose, aromatiche, e di sapore acre, e sono tutte coibenti rispetto alla elettricità. Fondono a temperatura poco elevata, ed abbruciano con fiamma gialla e fuligginosa.

Sono solubili nell'alcoole e rimangono inalterate nei loro caratteri quando se ne distilli il solvente: la soluzione alcoolica si intorbida fortemente per l'aggiunta di acqua, trasformandosi in una emulsione lattiginosa. Sono solubili altresì negli olii grassi e specialmente in quelli detti essiccativi, quali ad es. quello di lino, di canape, di noce. Sono solubili del pari nella potassa e soda, coi quali ossidi sembra formino dei composti ben definiti, detti *resinati alcalini.*

L'origine delle resine parrebbe doversi ricercare in una speciale metamorfosi degli olii essenziali od aromatici che riscontransi in varii organi delle piante. In appoggio di codesta idea si ha il fatto per cui, lasciando esposto per vario tempo all'aria secca alcuni di codesti olii odorosi, quali ad es. quello di lavanda, di cedro, di neroli, ecc., essi acquistano una certa consistenza, e si trasformano in una materia avente un odore costante, che richiama quello della trementina. Sembra quindi conseguente il suppore che gli olii odorosi i quali circolano lungo i canali e le fibre vascolari di quei dati organi vegetali, vadano inspessendosi in grazia della respirazione fogliacea, non dissimilmente da quanto opera l'aria secca, e sotto forma di sughi viscosi si addensino alla corteccia. Quivi, o per l'aumento di volume che acquistano spaccando la corteccia, o trovando aperta qualche artificiale ferita, spillano fuori, e arrivando al contatto dell'aria acquistano sempre maggiore consistenza, offrendo i caratteri di ciò che si dice una *resina.* Cosicchè, infine, colla parola *resinificazione* si intenderebbe l'ossidazione dei succhi odorosi speciali di alcune piante, e le *resine* sarebbero il prodotto della loro ossidazione.

Se non che, pur accettando l'avviso che le resine rappresentino l'effetto delle ossidazioni degli olii essenziali circolanti negli organi vegetali, è d'uopo notare ch'esse contengono altresì una materia solida, di natura variabile da resina a resina: attalchè anzi, in base al rapporto che si verifica fra la materia solida e l'olio essenziale componente la resina, si è stabilita una classificazione di *resine dure* e *resine molli*, e coi seguenti caratteri:

Resine dure: facili a polverizzarsi, fragilissime; — colore generalmente bruno; — facilmente solubili nell'alcoole, anche acquoso; — insolubili nell'etere e negli olii grassi.

Resine molli: dotate di consistenza analoga a quella dell'unguento; — colore variabile dal bianco-sporco al bruno-chiaro; — variabilmente solubili nell'alcoole; — solubili nell'etere e negli olii grassi.

In questa classificazione, ch'è per vero assai grossolana, sono comprese anche quelle resine le quali non si riscontrano comunemente nei vegetali viventi, ma riscontransi nel seno di roccie particolari; tali sarebbero il *succino* o *ambra gialla*, la *mellite*, ecc. Ond'è che a meglio chiarire e l'origine, e l'estrazione, e le proprietà degli speciali individui costituenti la numerosa famiglia delle resine, ne faremo la sistematica divisione in resine vegetali e resine minerali o fossili, e su ciascuno di questi gruppi ci soffermeremo col necessario dettaglio.

1) Resine vegetali.

Le resine vegetali si presentano in copia estremamente grande in confronto a quelle del regno minerale, o fossili; ed esse vengono classificate a loro volta in relazione al vario rapporto nel quale contengono l'olio essenziale e la materia solida, che ne sono i principali costituenti. Esse si classificano pertanto in *resine liquide*, *resine semi-liquide* o *balsami*, e *resine secche;* ed a ciascuna di queste classi appartengono molti individui interessantissimi, e la cui industriale applicabilità li rende altrettanti ricercati articoli commerciali.

a) *Resine liquide.*

Di queste si conoscono specialmente: la *trementina*, la *resina copahu* o *copaive*, e la *resina della Mecca:* ma la trementina sovrattutto ci interessa, sia in grazia delle abbondanti produzioni offerteci dal regno vegetale, sia in grazia delle innumerevoli applicazioni alle quali si presta.

Tra le piante che ce la forniscono in copia rilevante si hanno specialmente i pini: il *pinus maritima* che ci dà la trementina di Bordeaux, tanto rinomata, il *larix europea* che ci dà la trementina di Venezia, il *pinus picea* e l'*abies pectinata* che ci danno la trementina di Alsazia, il *pinus strobus* che ci dà la trementina di Boston, e il *pistacia terebinthus*, dal quale si ricava il prodotto noto in commercio col nome di *trementina di Cipro.*

Di tutte codeste piante, appartenenti alla famiglia delle *conifere*, la più importante nei riguardi della tecnologia è il *pinus maritima* che da solo forma intere foreste. Onde ce ne occuperemo in peculiar modo; e del resto tutto ciò che diremo del processo di utilizzazione della sua resina, varrà anche per le altre conifere testè nominate.

È il *pinus maritima* un albero sempre verde, gigantesco di forme, con rami regolarmente disposti attorno al tronco, colle foglie aciculate e riunite in mazzi disposti a spirale attorno al ramo; ed ha il frutto, detto *pomo di pino*, formato di tante scaglie rappresentanti l'indurimento dei sepali del fiore.

La materia resinosa circola nei vasi, detti appunto *resiniferi*, e che sono periferici; onde con una semplice superficiale incisione essa ne trasuda abbondante. L'industria di quella materia suggerisce pertanto oggidì di scegliere l'autunno e la primavera per praticare sul tronco le incisioni: e queste si fanno a liste verticali, larghe 12 cent. circa, a partire dal piede e procedendo verso l'alto d'anno in anno fino a 4 metri dal suolo. La incisione forma una piaga dalla quale appunto scaturisce la materia viscosa che dicesi *gemma:* questa poi, nell'estate, in grazia della temperatura elevata e della ossidazione, si va concretando, e rimane attaccata alle incisioni dando luogo a quei pezzi informi che noi diciamo *barra*, e che i Francesi definiscono col termine di *galipot.*

La gemma, cioè la materia resinosa recente, ha una densità analoga a quella del miele, ha odore acre e piccante, e sapore amaro. È viscosa al tatto, di facile essiccazione e indurimento all'aria, è insolubile nell'acqua e molto solubile nell'alcoole: ed ha la proprietà di scindersi in due parti ben distinte, l'una liquida e volatile all'ordinaria temperatura, detta *olio essenziale di trementina*, l'altra solida, detta *colofonia.*

Per raccogliere la *gemma*, cioè il prodotto resinoso derivante dalle incisioni, usavasi anticamente di scavare nella stessa radice del pino tanti piccoli serbatoi destinati a raccogliere le materie grondanti dalle ferite: oggidì, invece, si preferisce di attaccare all'albero stesso, poco sotto ai punti dello scolo, alcuni vasi di terra cotta internamente verniciati. Questo metodo è molto razionale in confronto all'altro, giacchè essendo assai breve la distanza che deve percorrere, il succo resinoso per esser raccolto subisce una breve azione ossidante dall'aria: e di più, la parte liquida non va dispersa nè insudiciata; come avverrebbe raccogliendolo a terra negli incavi praticati sulla radice. Una volta raccolta la resina, è d'uopo sollecitamente lavorarla, anzichè immagazzinarla come da taluni si suggerisce: chè per l'azione dell'aria si perderà in liquido od olio *essenziale*, tutta trasformandosi nella parte solida o colofonia. Ad ogni modo, dovendo pure per un certo tempo venir conservata, la si ripone in appositi serbatoi di muratura, impermeabili, completamente chiusi, e muniti di doppie porte di ferro all'ingresso, e ciò onde premunirsi contro gli incendj.

La lavorazione industriale della gemma ha per iscopo la separazione della parte volatile dalla fissa; quindi la si distilla, ottenendosi da una parte l'*essenza di trementina*, e rimanendo nella caldaja la *colofonia*, la quale però a sua volta dev'essere soggettata a ulteriori lavorazioni.

Si estrae pertanto la gemma dai serbatoi retro citati mediante speciali utensili previamente riscaldati, e ciò allo scopo di renderne più facile l'esportazione, e la si getta nelle così dette *caldaje preparatorie*, nelle quali appunto deve subire speciali depurazioni onde esser atta alla distillazione. Tali depurazioni constano di tre operazioni, le quali sono: la *fusione*, la *chiarificazione*, la *decantazione.* La prima ha per iscopo di rendere completamente liquida e quindi omogenea la massa in tutte le sue parti; la seconda operazione si pratica per far deporre in ordine di densità le materie estranee; la terza è la separazione meccanica di queste materie.

La forma delle caldaje quali si adoperavano in passato è quella segnata nella fig. 1638 e 1639, dove si rileva il fondo concavo di essa, e il tirante pei prodotti della combustione durante il riscaldamento. Con tal sistema andavano perduti molti dei prodotti volatili della trementina, onde si sostituì in progresso di tempo la caldaja della forma segnata nelle fig. 1640 e 1641, la quale consta di quattro parti principali, che sono:

1) la caldaja propriamente detta;
2) l'agitatore;
3) la copertura refrigerante;
4) la cassa mobile.

La caldaja è ancora di forma concava, ed è in rame: l'agitatore F è rappresentato da un albero verticale girevole intorno a una cavità A; e traversando la caldaja si innesta in una leva orizzontale T dalla quale riceve il movimento: nel tratto corrispondente all'interno della caldaja, esso è munito di palette che servono appunto all'agitazione della massa che va fondendo.

La copertura della caldaja è di rame anch'essa, ed è terminata alla periferia da un canaletto entro al quale si dispone acqua onde la chiusura del recipiente riesca perfetta. Essa è poi divisa in due semicerchi H J, dei quali H è mobile, onde permettere la pulitura della caldaja. La cassa mobile B rappresenta il serbatojo della materia che deve mano mano riversarsi nella caldaja. È di legno, ricoperta di rame, chiusa al di sopra e fornita inferiormente di due valvole di ferro, sboccanti sul coperchio stesso; le quali, a mezzo di una leva O D, possono essere aperte o chiuse secondo il bisogno.

La funzione dell'apparecchio riesce quindi la seguente: dalla cassa B discende la materia nella caldaja che viene

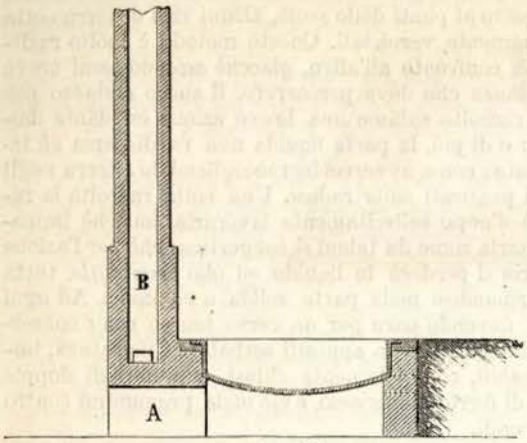


Fig. 1638.

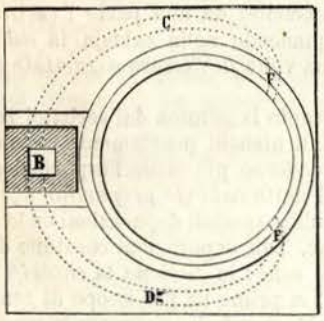


Fig. 1639.

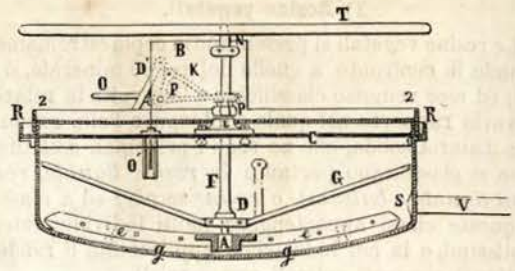


Fig. 1640

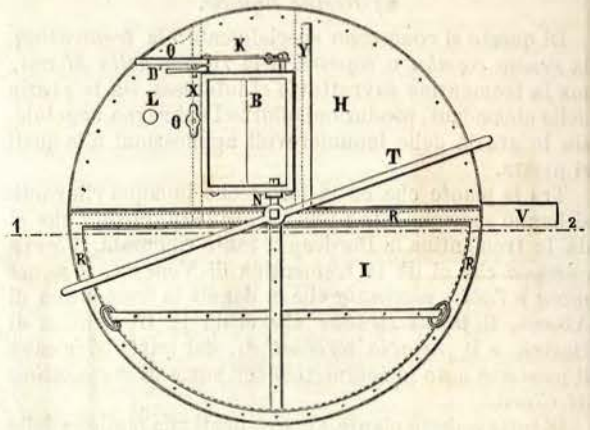


Fig. 1641.

riscaldata a temperatura compresa fra 85-90° C.; temperatura di completa fusione. Si arresta il fuoco e si procura il raffreddamento della massa mediante la caduta di nuova gemma dalla cassa B, e si lascia il tutto a riposo, ottenendosi così la chiarificazione, cioè la separazione delle paglie, fuscelli ecc., che rimangono galleggianti, dalla feccia (materia terrosa) che si raduna sul fondo, e dalla parte media che è liquida e che si fa colare per un tubo V entro un vaso di rame.

Quest' ultima dicesi la *trementina greggia.*

La trementina greggia così ottenuta e che consta appunto, come si disse, di *olio essenziale di trementina* e di *colofonia*, viene soggettata alla distillazione. L'apparecchio destinato a tal uopo è segnato nelle figure 1642 e 1643 e consta delle seguenti parti:

A) caricatore, cioè recipiente che racchiude la materia da distillarsi;

B) caldaja di distillazione, munita del coperchio o storta C;

H) vasca di rame contenente acqua che si lascia cadere sulla caldaja in caso di soverchio riscaldamento;

E) refrigerante a serpentino.

La distillazione avviene ad una temperatura compresa fra i 150 e i 160°, e

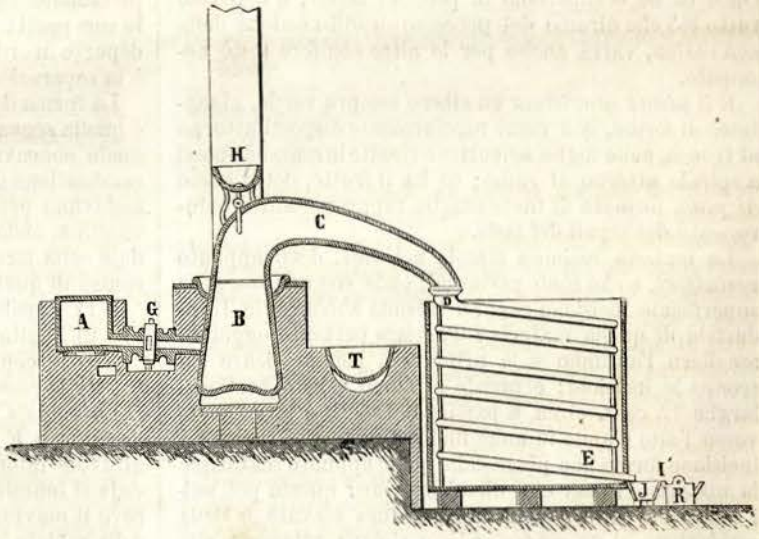


Fig. 1642

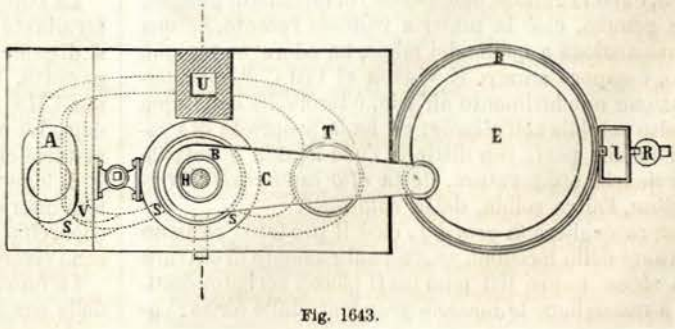


Fig. 1643.

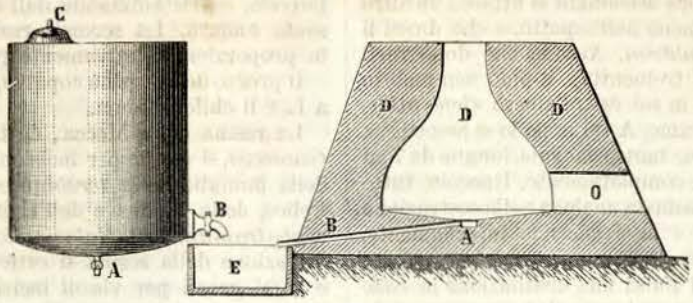


Fig. 1644.

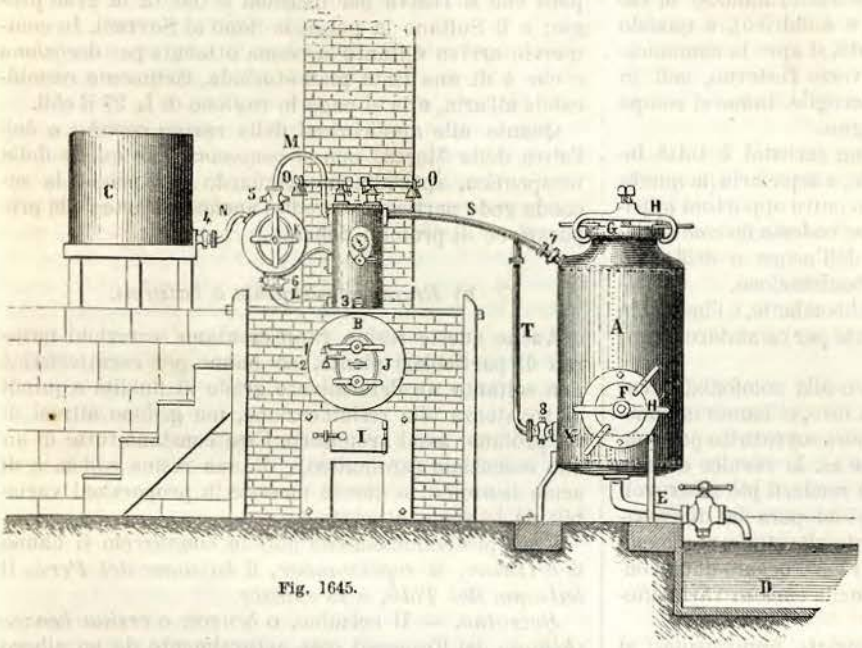


Fig. 1645.

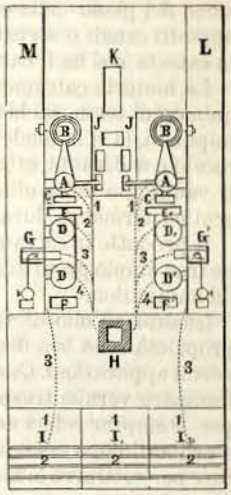


Fig. 1646.

compiuta ch'essa sia, trovasi sul fondo della caldaja la *colofonia*.

Questa fonde a 135°, onde è facile riversarla allo stato liquido entro un vaso; e quivi poi, abbandonata al raffreddamento, si rapprende in masse amorfe, od anche regolari, secondo la si raccolga.

Oltre all'essenza di trementina e alla colofonia ritraesi dalla gemma un terzo prodotto, però di poco valore, e che è la *pece*. Questa materia deriva dalla lavorazione dei residui abbandonati nelle caldaje preparatorie durante la fusione. Per averla allo stato libero, si usa riscaldare quei residui entro un forno D in muratura (figura 1644) sagomato a tronco di cono, dal quale per mezzo di un canaletto B si raccoglie la pece nera resasi liquida; ovvero, e con maggior vantaggio, si lavorano quei residui entro caldaje autoclavi, a forte pressione di vapore.

Un modello di queste caldaje è segnato nella fig. 1645; dove si ha

in C un recipiente contenente acqua fredda;

K un tubo che porta acqua ad un generatore di vapore;

B è il generatore di vapore, riscaldato da un fornello I;

S e T sono due tubi di condotta del vapore;

A è un cilindro di rame a pareti robustissime, avente due aperture opposte G, F, l'una di carico della materia da lavorare, l'altra di scarico delle materie residue terrose. La *pece liquida* esce al disotto di F mediante una griglia e cola nel serbatojo D.

Giunta la massa in D, si separa da sè in due strati, l'uno quasi solido, detto pece *grassa*, l'altro più leggiero, detto *olio di pece*. La pece grassa, a sua volta, viene ridistillata in apposite caldaje, e abbandona col raffreddamento una massa voluminosa di materia nera che dicesi la *pece nera*.

Tali sono le fasi di lavorazione per le quali si compie industrialmente l'estrazione della trementina, della colofonia e della pece dal sugo resinoso naturale dei pini. E nella figura 1646 offriamo la pianta di un'usina di lavorazione; quivi troviamo:

a) tre serbatoi I I I, per la conservazione della gemma;

b) quattro caldaje preparatorie D D D D;

c) due vasche E E, per raccogliere la trementina greggia;

d) due vasche F F, per raccogliere la trementina di seconda qualità;

e) due apparecchi a vapore G G, pel riscaldamento delle caldaje preparatorie;

f) il tirante H, per lo smaltimento dei prodotti dei focolari;

g) due alambicchi A A, per la distillazione della trementina greggia;

h) due refrigeranti B B;

i) due filtri J J, per filtrare la colofonia fusa;

j) un locale K destinato al modellamento della colofonia;

k) due magazzini L, M, annessi al laboratorio.

Alla materia peciosa ora accennata si attacca un altro prodotto assai affine, almeno nell'aspetto, e che dicesi il *catrame* di *pino*, o *goudron*. Accade che dopo varii anni di estrazione della trementina, il pino non emette più alcuna secrezione, e in tal caso l'albero viene atterrato e se ne cava il catrame. A tal uopo lo si assottiglia più che si può, tagliandone tante scheggie, lunghe da 7 ad 8 cent., e poi lo si abbatte completamente. Raccolte tutte le scheggie, se ne fa una catasta analoga nella costruzione alle comuni carbonaje, e la si accende internamente, avendo cura però di chiudere poscia qualsiasi accesso all'aria. Si ottiene in tal guisa una distillazione in *vaso chiuso:* e infatti da tutti quei legni cola la trementina, la quale va imbrattandosi di nero e trasformandosi in catrame (misto ad acido acetico e solfidrico), e quando codesta distillazione sia ben avviata, si apre la comunicazione del piano della carbonaja verso l'esterno, indi in appositi canali o serbatoi lo si raccoglie. Infine si rompe la catasta e si ha il carbone di legno.

La materia catramosa colata nei serbatoi è tutta inquinata di terra, sabbia ecc.: onde, a separarla da queste impurità, la si fa fondere di nuovo entro opportuni apparecchi e si decanta, ottenendosi per codesta fusione anche il vantaggio della eliminazione dell'acqua e dell'acido acetico formatosi durante la carbonizzazione.

Il prodotto in catrame è assai abbondante, e l'industria ne trae ampio profitto, specialmente per calafatare i legni da navigazione.

Quanto all'olio di trementina e alla colofonia, le cui proprietà sono ben disparate fra loro, si hanno innumerevoli applicazioni. Quella si adopera sovratutto per confezionare vernici trasparenti, per es. la vernice copale, per stemprar colori ad olio onde renderli più scorrevoli e brillanti dopo essiccazione; la si adopera dal digrassatore per sottrarre le macchie d'unto alle stoffe, non meno che dal meccanico per digrassare i varii organi di un congegno; l'arte medica l'impiega nella cura di varie affezioni, e così via.

La colofonia ha anch'essa svariate applicazioni: si presta alle confezioni di speciali saponi che si destinano di preferenza nella fabbricazione di certe carte, onde renderle impermeabili; è impiegata nella fabbricazione della ceralacca, mescolandola a varii colori, non meno che nell'arte del vetrajo e ramajo per le saldature di stagno a stagno, piombo a piombo, ecc., nelle preparazioni del nero fumo e in altre industrie di minor conto.

Tra le resine liquide è la trementina la più importante in ordine all'abbondanza colla quale si presenta in natura, non meno che in riguardo alle applicazioni alle quali si presta. E ciò che abbiamo detto riguardo alla trementina del *pinus maritima* vale, naturalmente, anche riguardo a quella di tutti gli altri pini che abbiamo nominato. Il suo prezzo, considerandola allo stato naturale, varia da L. 0.70 a L. 1.75 il chilogramma.

Diremo ora brevemente anche delle altre due resine liquide conosciute in commercio col nome rispettivo di *resina copahu* e resina della *Mecca*.

La resina *copahu*, nota comunemente col nome di *balsamo copaive*, si ottiene alla guisa stessa della trementina per mezzo di superficiali incisioni sulla pianta che la secerne, e che appartiene alla famiglia delle leguminose. Questa porta il nome di *copaifera officinalis*, e cresce specialmente nel Brasile e nelle Indie occidentali.

Dal lato della sua composizione si diversifica dalla trementina in ciò che, mentre questa contiene un olio essenziale e una resina solida (colofonia), quella contiene bensì un olio essenziale e la resina solida; ma tale resina è costituita di due resine, delle quali l'una, detta acido *copaivico*, è cristallizzabile dall'alcoole, e l'altra si presenta amorfa. La seconda resina tuttavia vi si trova in proporzioni relativamente piccole.

Il prezzo della resina copaive, o balsamo, varia da L. 5 a L. 8 il chilogramma.

La resina della Mecca, detta anche *balsamo della Giudecca*, si estrae per incisioni da alcuni piccoli alberi della famiglia delle *terebintacee*, proprie dell'Arabia Felice, della Giudea e dell'Egitto, quali sono l'*Amyris opobalsamum* e il *Balsamodendrum gileadense*. La estrazione della resina si ottiene non solo dai tronchi e rami grossi per via di incisioni, ma benanco per via di decozione dei ramoscelli e delle foglie stesse. Quella però che si ricava per incisioni è tenuta in gran pregio; e il Sultano la porge in dono ai Sovrani. In commercio arriva soltanto la resina ottenuta per decozione e che è di una tinta giallo-torbida, facilmente resinificabile all'aria, e la si paga in ragione di L. 27 il chil.

Quanto alle applicazioni della *resina copahu* e dell'altra della Mecca, non si conoscono che quelle della terapeutica, specialmente riguardo alla prima; la seconda gode particolare credito anche nell'arte della preparazione di profumi delicati.

b) *Resine semiliquide o balsami.*

Anche queste resine rappresentano secrezioni naturali di particolari piante, ed hanno per caratteristica non soltanto un determinato grado di fluidità e quindi di resistenza alla resinificazione, ma godono altresì di un profumo assai aromatico. Esse constano tutte di un olio essenziale (aromatico), di una resina solida, e di acido benzoico: e queste materie in proporzioni variabili da balsamo a balsamo.

Fra i più comunemente noti in commercio si hanno il *belzuino*, il *liquidambar*, il *balsamo del Perù*, il *balsamo del Tolù*, e *lo storace*.

Belzuino. — Il belzuino, o *benzoe*, o *resina benzoe* (*benjoin* dei Francesi) cola naturalmente da un albero detto *Styrax benzoin* che trovasi specialmente nelle isole di Malacca, e lo si ottiene più abbondante per mezzo di incisioni praticate sull'albero stesso. All'uscire dalle ferite si presenta come un liquido bianco-cereo, ma a misura subisce l'influenza dell'aria, si va solidificando, e rapprendendosi ora sotto forma di lagrime bianche, ora in masse, e infine diventa friabile e di color bruno. Dalla forma che assume nel concretarsi prende quindi il nome di *amigdaloide* (per indicare che è disseminato di goccie a forma di mandorle), e il nome di *belzoino in massa* si dà ad essa quando sia priva di quelle goccie.

Il belzoino contiene dal 9 % fino al 18 % circa del suo peso in *acido benzoico* cristallizzato; materia questa che dà alle masse di belzoino quell'aspetto lucente o scintillante caratteristico: contiene altresì poco alcoole fenilico, poco *acido cinnamico*, e tre resine di composizione affatto differente fra loro.

La sua principale applicazione è quella della estrazione dell'acido benzoico, il cui valore commerciale è relativamente alto, grazie all'uso che se ne fa e in terapeutica, e in tintoria, o meglio nella fabbricazione di speciali colori delicati. L'estrazione dell'acido benzoico dal belzuino si pratica polverizzando questo finamente, poi mescolandolo a sabbia grossa, ed esponendo la mescolanza entro un recipiente riscaldato a moderato calore, e sormontato da un cono di carta. Quell'acido volatilizza dal recipiente, e va a condensarsi nelle pareti del cono di carta, dove si depone in magnifici cristalli aciculari od anche a scagliette. Così ottenuto, l'acido

benzoico trattiene buona parte dell'olio aromatico che l'accompagna nella resina naturale; onde volendo averlo allo stato di chimica purezza, quale si richiede per speciali usi, fa d'uopo ridisciogliere i cristalli nell'acqua bollente, saturarli con carbonato sodico onde si formi benzoato sodico solubile. Si tratta questo coll'aggiunta di acido cloridrico e si ottiene per doppia scomposizione *cloruro di sodio* solubile, *acido carbonico* (volatile) e *acido benzoico* insolubile e pronto a cristallizzare.

Considerato come prodotto naturale, il belzoino trova applicazione nella preparazione di carte aromatizzate *igieniche* (aventi odore di vaniglia) ed anche in quella di particolari vernici di lusso. Il suo prezzo varia da L. 3 a L. 5.50 il chilogramma.

Liquidambar. — È una resina che si presenta sotto due diversi aspetti, quello cioè di liquido oleoso, e quello di materia viscosa come la trementina greggia. Nel primo stato trovasi in commercio col nome di *olio di Liquidambar*, dal nome *Liquidambar Styracifera* dell'albero che la secerne, e che cresce nel Messico e nella Virginia: codesto olio è trasparente, di un colore ambrato, di odore soave ed aromatico. Nello stato viscoso invece è opaco, di color giallastro come il miele, ed è molto più aromatico dell'altro. Col tempo, o meglio colla prolungata azione dell'aria, si fa solido e trasparente. È desso pure assai ricco di acido benzoico tutto sparso sotto forma di minutissimi cristalli salnitrosi, e deve il suo gradevole odore anche a qualche traccia di acido cinnamico.

Quanto alle sue applicazioni non avremmo che ripetere ciò che si disse pel benzoe. Il prezzo tuttavia ne è alquanto diverso, costando al chilogramma L. 3.

Balsamo del Perù. — Questo balsamo si ottiene e per incisioni sulla corteccia dell'albero *Myroxylon peruiferum*, ed anco per decozione delle foglie e dei ramoscelli più sottili. Nel primo caso prende anche il nome di *balsamo di cocco*, perchè in commercio lo si trova chiuso entro l'involucro osseo del cocco. È di colore bruno, di consistenza analoga a quella della trementina greggia, ha odore aromatico, sapore amaro, e contiene il 12 % circa di acido benzoico, oltre a poche traccie di olio aromatico, e la massima parte è resina solida. Il pregio del balsamo peruviano ottenuto per incisioni e la rarità di tal sistema di estrazione fa sì che il commercio lo venda a caro prezzo. Il balsamo per decozione, detto anco *balsamo nero*, si presenta invece di consistenza sciropposa ordinaria, ha colore rosso bruno, sapore piuttosto astringente ed è sensibilmente aromatico. Le sue applicazioni si riferiscono più specialmente alla terapeutica, ed entra altresì nella confezione di svariati materiali che si richiedono aromatizzati.

Balsamo del Tolù. — È il prodotto dell'incisione del tronco di una leguminosa, il *Myroxilon toluiferum* o *Myrospermum toluiferum*, propria dell'America meridionale. Appena raccolto dalle incisioni è decisamente liquido, ma si fa vieppiù denso al contatto dell'aria, assumendo perfino una sensibile fragilità. È un prodotto di color rosso-gialliccio e di aspetto granuloso cristallino, e arriva in Europa rinchiuso entro piccole zucche. Ha una composizione assai complessa, nella quale però spiccano in special modo l'acido benzoico, la resina solida, un olio volatile e alquanto acido cinnamico. È solubile nell'alcoole e nell'etere, che ne tramandano poi un gratissimo profumo, ed è del pari solubile nell'idrato potassico, sotto la cui influenza però perde l'odore caratteristico (di cannella) ed acquista invece stabilmente quello del garofano. Un carattere poi pregevole di questo balsamo, e di quello del Perù, si è che trattati con acido nitrico acquistano il profumo delle mandorle amare, e trattati con acido solforico si trasformano in una materia avente le proprietà del tannino. E tale prodotto assunse appunto anche il nome di tannino artificiale.

Il prezzo dell'un balsamo e dell'altro è compreso in generale fra L. 8 e 9 il chilogramma.

Storace. — Questo balsamo, che è il più prezioso fra tutti, in grazia della ricchezza del suo profumo, e quindi per la ricchezza in olio volatile, si estrae, pure per incisioni, dall'albero che porta il nome di *Styrax officinalis*. Tale albero è originario del Levante, e viene chiamato anche *Styrax calamite*, perchè i Greci trasportavano dalla Siria questo balsamo conservandolo entro canne o fusti vuoti (*calamites* dei Latini).

In commercio lo si trova con vario aspetto: ora in lagrime rosse, dotate di gratissimo e delicato profumo, ora in masse amorfe variamente colorate e di varia consistenza. Il primo, che è di maggior prezzo e assai raro, lo si ricava per incisioni; l'altro, più comune, si ottiene per decozione delle foglie e dei rami dell'albero suindicato.

Le sue applicazioni sono identiche a quelle degli altri due balsami ora accennati; ed il suo prezzo varia da L. 9 a L. 12 il chilogramma.

c) *Resine solide, o secche.*

Le differenze che corrono fra le resine liquide, i balsami e le resine secche si riassumono in un diverso rapporto fra i componenti immediati, più che nella diversa natura chimica dei componenti stessi. L'olio essenziale, che nella trementina vedemmo così abbondante da potersene istituire una industriale estrazione, va diminuendo nei balsami, per poi quasi totalmente sparire nelle resine secche; e viceversa vediamo aumentarne la parte solida.

Molte resine secche ci offre natura: ma le principali e più note nelle arti e nelle industrie sono: il *copale*, la *lacca*, il *mastice*, il *dammar*, la *sandracca*, il *sangue di drago*, l'*elemi*, il *guajaco* e la *gialappa:* e di queste ci occuperemo partitamente.

Copale. — Le piante che la secernono sia allo stato naturale che dalle incisioni artificialmente praticate, sono il *Rhus copalinum* e l'*Eleocarpus copaliferus:* entrambe del genere *Hymenœa* e proprie dell'America settentrionale, della Cina, e delle isole Antille. È una resina solida, trasparente, fragile, di colore opalino di varia intensità, inodora, insipida; si accende facilmente e brucia con fiamma assai luminosa, spandendo però abbondantissimo fumo, ed abbandonando un residuo carbonoso di difficile ossidazione. Quando la si stropiccia lungamente, emana un lieve e gradito profumo (il che rammenta esistere in essa ancora qualche traccia di olio volatile) e si carica di elettricità negativa.

È poco solubile nella essenza di trementina e in ciò si diversifica dalle generalità delle resine, le quali vi si disciolgono prontamente. Si riesce tuttavia a scioglierla rinchiudendo il copale in un sacchettino di tela, e sospendendo questo nel recipiente entro al quale trovisi l'essenza di trementina riscaldata a bagnomaria. In tal guisa operando accade che la parte solubile del copale viene attaccata dai vapori della trementina, e questi a loro volta ricondensandosi carichi di copale, ricadono nel vaso per poi risollevarsi e ricadere, e così via.

La soluzione di copale, eseguita nel modo ora accennato, costituisce una vernice di molto pregio; chè essa è incolora, e lascia, per essiccazione, un aspetto assai

lucente agli oggetti che ne vengono ricoperti; e di più, resiste molto a lungo alle azioni atmosferiche.

Le applicazioni di codesta resina sono molto estese nell'arte del decoratore, del verniciatore, del pittore, ecc., potendosi appunto riescire a ricoprire come di un vetro una superficie che voglia conservarsi: e al tempo stesso trova applicazione anche nella comune verniciatura ad olio di lino, col quale appunto lo si mescola in variabili proporzioni. In grazia poi della sua solubilità nell'alcoole metilico, ed etilico, si presta alla confezione anche di vernici delicate, che prendono il nome generico di *vernici copale a spirito*. Il suo prezzo in commercio varia da L. 5 a 7 il chilogramma per le qualità superiori.

Lacca. Molte sono le piante che offrono questa resina, e tutte la emettono coll'aspetto di latte, cioè liquida e bianca: le principali sono il *ficus indica*, il *ficus religiosa*, il *rhamnus jujuba*, il *croton lacciferum*, sulle quali un emittero, detto appunto *coccus laccæ*, vi pratica una ferita più o meno profonda che ne provoca l'emissione. Dopo poco tempo da questa, la materia si solidifica, ed allora si recidono i rami della pianta per toglierne meccanicamente il deposito resinoso che li riveste. E a seconda del punto dal quale la si stacca, si ha un aspetto diverso nella lacca: si ha la lacca in *bastoni*, che trovasi aderente all'estremità del ramo; la lacca in *grani*, ch'è la parte che trovasi opposta a quella in bastoni, e rappresenterebbe in certo qual modo la parte del ramo che era volto verso il suolo. Si ha poi la lacca in *scaglie*, e questa è molto abbondante in commercio in grazia della facilità colla quale la si ottiene. La si prepara, infatti, fondendo la *lacca in grani* e riversandola poi su delle lastre, onde si stenda sottile, e poscia lasciandola raffreddare e riducendola in pezzi. E poichè, a seconda della temperatura adottata nella fusione, la lacca prende varie tinte dopo il raffreddamento, così si hanno, per la lacca in scaglie, la *lacca bionda*, la *rossa*, la *bruna*, tutte però solubili facilmente nell'alcoole.

In commercio si incontrano delle lacche artificiali, e che portano il nome di *lacca-lacca*, e *lacca a tingere*, ma la preparazione non è molto nota, e finora proviene esclusivamente dall'India: tutto fa credere però che quelle lacche risultino da varie proporzioni di allume potassico e di lacca naturale, previamente disciolta nella potassa caustica.

Le applicazioni della resina lacca sono molto estese: se ne fa grandissimo consumo nella fabbricazione della così detta *ceralacca* da sigillo, alla quale, durante la fusione, si aggiunge la varia materia colorante, e alquanto balsamo del Perù onde impartirvi il grato odore. Entra come componente di un gran numero di vernici, di mastici da saldar porcellane, vetrerie, ecc. ecc.

Il suo prezzo varia coll'aspetto, cioè se in bastoni, se in grani, se in iscaglie, ed è compreso fra i limiti di L. 1.50 e 4.50 il chilogramma.

Dammar. — Col nome di *dammar* o di *damarra* si denotano genericamente varie resine, le quali non si distinguono fra loro che pel luogo d'origine, tutte godendo analoghi caratteri. Molte sono adunque le resine *dammar*, ma le principali sono note col nome di *dammar d'Australia*, di *dammar delle Indie*.

Quella d'Australia si ricava da una pianta che cresce nella Nuova Zelanda e che dicesi *dammar australis* (*Kouri* degli indigeni). Essa si presenta in masse di vario volume, ora bianche, ora colorate in giallo, coperte esternamente di una crosta opaca e bianco-grigia, mentre nell'interno è di un bianco latte. È dura e al tempo stesso tenace; è inodora allo stato ordinario, ma polverizzata che sia, svolge forte odore di trementina. Gonfia nell'alcoole, e si fa elastica, sciogliendovisi però per un 60 % circa del suo peso; è solubile in gran parte nell'etere e pochissimo nella trementina.

La *dammar delle Indie* è quella che più comunemente incontrasi nel nostro commercio. Ci viene da Singapore, e si ritiene provenga per trasudamento dal *pinus dammara* (*dammara alba*), o dalle conifere *agathis loranthifolia*, propria delle Indie orientali; mentre il nome di *dammar*, nome malese, indica genericamente *resina che scoli e sia combustibile*. Codesta resina presso gli indigeni vien detta *dammara puti* (resina bianca) perchè nel primo tempo del suo indurirsi è bianca, e dicesi successivamente *dammara batù* (pietra) quando acquista la sua ordinaria consistenza, che veramente è analoga a quella di una pietra.

Oltre alle due principali dammare, se ne hanno parecchie altre che ci limiteremo però soltanto ad accennare: sendo del resto i loro caratteri in tutto analoghi a quelli delle dammare ora indicate. Esse sono la *dammara aromatica*, la *dammara Saul*, la *dammara nera*, la *dammara daging o rosea*, e di tutte queste la più usata nelle vernici è l'*aromatica*, grazie alla sua completa solubilità nell'alcoole. Del resto, qualsiasi dammara si adopera assai utilmente nella fabbricazione di vernici, impartendo essa un assai pregiato grado di lucidezza agli oggetti che ne vengono ricoperti. E si fanno codeste vernici, oltrechè coll'alcoole, più comunemente con benzina, essenza di trementina, ed anche la si stempera con olio di lino.

Quanto al suo valore commerciale, se ne hanno da L. 2 a L. 3 il chilogramma, a seconda della qualità.

Mastice. — Questa resina trasuda dall'albero *Pistacia lentiscus*, proprio delle Isole dell'Arcipelago, e proprio anche della Spagna. Nell'agosto e settembre si praticano incisioni sul tronco e sui rami, e ne esce abbondante un succo lattiginoso il quale si rapprende istantaneamente in una massa granulosa fragile e di color giallo più o meno pallido. Ha odore aromatico, sapore pure gustoso, è facilmente fusibile e combustibile con sviluppo di odore che richiama quello dell'incenso.

Il nome di *mastice* sembra dovuto al fatto per cui in Oriente, dove appunto cresce l'albero che dà quella resina, usano gli indigeni di *masticarla*, nell'opinione di rinforzar le gengive dei denti, nonchè di profumar l'alito. Secondo altri, il nome di mastice sarebbe dovuto all'applicazione che si fa assai proficua di codesta resina nella preparazione di speciali composti detti *mastici*, i quali, applicati in forma di densa poltiglia incolora sulle superficie di rottura di oggetti di porcellana, induriscono assai fortemente. (Si può anche adoperare la resina naturale previamente polverizzata, stenderla su una faccia di rottura, riscaldarla dolcemente fino a fusione, indi sovrapporvi l'altra, comprimendola poi e lasciando raffreddare). Nel suo nome stesso troviamo adunque la espressione delle applicazioni.

Il suo prezzo commerciale varia da L. 10 a 11 il chilogramma.

Sandracca. — La sandracca è una resina che cola dalle artificiali incisioni praticate su alcune piante della famiglia delle conifere, e specialmente dalla *Thuya articulata*, propria della Barbaria. Essa presentasi sui mercati europei sotto forma di lagrime allungate biancogialliccie, insipide e inodore, nonchè, più comunemente, presentasi ricoperta di un pulviscolo bianchiccio.

È una resina solubile nell'alcoole e nell'essenza di trementina, fonde facilmente, e indurisce di nuovo anche per poco abbassamento di temperatura; è solubile nell'acido nitrico e più ancora negli alcali, coi quali forma

delle combinazioni ben definite, che si dicono *resinati-alcalini.*

Le sue applicazioni si riferiscono, come per le altre resine menzionate, alla terapeutica e alla preparazione di molte e pregiate vernici. Fra queste primeggiano le vernici da carta, onde renderla impermeabile, e quella per dare il brillante ai metalli. Una, ad esempio, usata molto per la verniciatura del ferro, è costituita di:

Colofonia	p. 120
Sandracca	» 180
Gomma lacca	» 60
Essenza di trementina	» 120
Alcoole	» 180

e altre si fanno, pure accreditate, per coprire con tinta di verde-rame altri metalli; e in tal caso devesi sciogliere la sandracca nella potassa, indi diluire con acqua e precipitare la soluzione con acetato di rame. Il deposito verde che si forma, e che è un *resinato di rame,* viene essiccato, indi sciolto nell'essenza di trementina: onde riesce di facile spalmatura sui metalli, e di facile essiccazione.

Il suo prezzo commerciale è di L. 3.75 il chilogr.

Sangue di drago. — È una resina il cui modo di estrazione diversifica colla pianta che la secerne. La si trova nel frutto di un piccolo albero indiano, detto *Calamus rotang*, e in tal caso si fa la decozione del frutto con acqua bollente. La si trova del pari nella *Dracœna draco,* albero gigante delle Canarie, nonchè nel *Pterocarpus santalinus*, nel *Pterocarpus draco*, alberi entrambi dell'America Meridionale: e da questi si ottiene la resina coll'ordinario sistema delle incisioni.

Il nome di *sangue di drago* è quello di *sanguis draconis* dato a codesta resina sino dalla più remota antichità, in grazia del suo colore rosso di sangue. E in commercio essa presentasi ora colla forma di grosse ulive accartocciate in foglie e legate fra loro a collana, ora colla forma di cilindri sottili, compressi e racchiusi in foglie di palma, o in piccoli giunchi (e ciò è più comune in commercio); ora, infine, sotto l'aspetto di *masse* di vario volume sagomate anche a focaccie o lastre.

Il suo colore esteriore, quando la si osservi allo stato commerciale, è piuttosto bianco-rugginoso, ma è di un bel rosso-sangue appena sia polverizzata; è opaca, inodora, insipida, a frattura lucente, ed impartisce uno splendido color rosso anche ai solventi eterei ed alcoolici.

Le sue applicazioni riguardano ancora la terapeutica e l'arte del verniciatore: in medicina, o meglio in chirurgia si adopera talora come astringente nelle deboli emorragie, ed anche trova applicazione come dentifricio: ma il suo impiego più diffuso si ha nelle confezioni di vernici, le quali sono assai ricercate perchè godenti di riflessi cangianti (vernici d'oro). Essa però va mescolata a varie altre resine, oltrechè all'essenza di trementina, che funziona da solvente per tutte le resine che vi si impiegano.

Il pregio che si accorda alle vernici nelle quali entra il sangue di drago, fa si ch'esso gode un valore commerciale molto elevato, e diffatti la si paga, se in masse L. 4 il chilogr., e se in cannule L. 8.50.

Elemi. — Il nome di *Elemi* è il nome generico che si dà a due resine di diversa provenienza. L'una si ricava da un arboscello proprio dell' India e dell'Etiopia, l'*Amyris zeilandica*, e dicesi *Elemi orientale;* l'altra si ricava invece dall'*Amyris elemifera*, piccolo albero del Brasile. La prima gode di un valore commerciale superiore a quello dell'altra: essa presentasi in masse del peso di 2 a 4 libbre, ravvolte entro foglie di palma; la seconda invece ci viene dall'America e rinchiusa entro casse. Il colore della *Elemi orientale* è tra il giallo ed il verde, è dura all'esterno e molle all'interno, ha odore aromatico che rammenta quello del finocchio; il colore dell'altra volge al giallo pallido, ha un sapore amaro, e un odore che rammenta quello dell'anice.

In grazia del suo odore, che è dovuto naturalmente a una discreta quantità di olio volatile che racchiude, essa trova applicazioni in medicina quale antisettico; e come resina è utilizzata nella confezione di vernici per copertura di metalli. In tal caso però va mescolata ad altre resine e specialmente alla resina lacca e alla sandracca, preventivamente sciolte nell'alcool.

Il prezzo è abbastanza elevato, e in commercio la si trova fra i limiti di L. 3 e 3.50 il chilogr.

Guajaco. — Il guajaco è la resina del *Guayacum officinalis*, proprio dell'America Meridionale. La si ricava allo stato impuro per mezzo di incisioni più o meno profonde praticate nella corteccia di quella pianta: ma la si conosce anche in istato di purezza preparata nel modo seguente. Si fa riscaldare a bagno-maria la segatura o la polvere della corteccia del *Guayacum*, entro un vaso contenente dell'alcool, indi si filtra la soluzione alcoolica, la si diluisce con acqua, e si distilla l'alcool La resina rimanendo insolubile nell'acqua, si depone allo stato di precipitato, e questo, dopo essiccazione, costituisce la resina guajaco allo stato puro.

Il suo aspetto ordinario, quello cioè ch'è proprio al prodotto commerciale, è di masse bruno-verdi, fragili, aventi odore analogo a quello della resina benzoe. Abbrucia con esalazioni di vapori aromatici e si fa di color verde per lunga esposizione all'aria, ed anche per esposizione ai raggi violetti dello spettro. E ciò si prova direttamente facendo la soluzione alcoolica della resina, bagnando nella soluzione un pezzo di carta ed esponendolo sulla parte violetta dello spettro solare: la sua tinta gialla volge bentosto al verde, ma si ripristina facilmente, sia per semplice riscaldamento, sia passando la carta dalla fascia violetta alla fascia rossa dello spettro stesso.

Oltre l'alcoole, anche l'etere scioglie completamente la resina guajaco, e la soluzione acquista una tinta azzurra quando venga aggiunta di poco acido nitroso o di biossido d'azoto. Riguardo però alla essenza di trementina, si comporta diversamente dalla maggior parte delle resine, cioè vi si scioglie in piccolissima quantità; e di qui un mezzo per scoprire un guajaco mescolato ad altra resina.

Le applicazioni del guajaco si riferiscono più specialmente alla terapeutica, e la si usa anche nei laboratorii di chimica come soluzione alcoolica, nella quale poi si immergono dei pezzi di carta e che servono appunto a scovrire la presenza di varii corpi in grazia degli scoloramenti che soffre reagendo con questi.

Il suo prezzo commerciale è di L. 3.50 circa il chilogr.

Gialappa (*Resina*). — Questa materia resinosa si differenzia essenzialmente da tutte le altre fin qui studiate, non già nei riguardi delle proprietà intrinseche, ma pel fatto che a vece di trasudare o defluire per incisioni della corteccia, forma parte essenziale della radice della pianta. Il nome di gialappa sembra dovuto a quello di *Xalappa*, provincia della Nuova-Spagna, dove cresce il *Convolvulus jalappa.*

A stretto rigore parrebbe di non doversi far cenno di questa resina, giacchè essa è quasi un componente secondario della radice, la quale è quasi tutta costituita di materia gommosa e legnosa.

Tuttavia trovandosi in commercio anche codesta resina allo stato libero, così lo studio di essa può trovar posto in questo capitolo.

Il modo di estrazione è il seguente: si taglia in fran-

tumi la radice di gialappa, la si polverizza, indi la si pone a digerire con 3 volte il suo peso di alcoole, mantenuto caldo per 24 ore. Si decanta il liquido e si spreme il residuo che di nuovo si soggetta all'azione dell'alcoole. Si filtra, si tratta con acqua la soluzione alcoolica, si distilla l'alcoole, e si ottiene in tal guisa una materia la quale, raccolta su filtri e lavata ripetutamente, si rimette nella caldaja onde a debole temperatura acquisti un certo grado di pastosità; e allora si estrae e si rotola a bastoni. Questi rappresentano la *resina-gialappa* del commercio, mentre colla voce *gialappa* si denota la radice in pezzi o polverizzata.

Quanto alle applicazioni, è noto comunemente il suo impiego in medicina quale drastico e purgativo: soltantochè non la si somministra allo stato di resina pura, bensì allo stato di decozione fatta colla radice.

Cautciù e guttaperca.

Con quanto abbiam detto sin qui, potrebbesi chiudere la rassegna delle più importanti resine *vegetali* propriamente dette, quali si utilizzano nelle arti e nelle industrie; ma prima di intrattenerci delle resine minerali, parmi necessario l'esporre almeno alcuni cenni risguardanti due particolari sostanze le quali, senza potersi dire *resine vegetali* nel vero senso della parola, godono di proprietà apparenti tali da permetterne lo studio in un articolo in cui trattisi delle resine. Intendo alludere al *cautciù* e alla *guttaperca*.

Cautciù. — Con questo nome e coi sinonimi di *gomma elastica* e di *resina elastica*, si conosce in commercio una materia solida la quale rappresenta un liquido defluito da speciali piante, e concretatosi sotto l'influenza dell'aria. Il cautciù fu portato in Europa dall'America al principio del XVIII secolo, sotto forma di piccoli fiaschi e utensili diversi d'ordine ornamentale; ma dopo la spedizione scientifica ch'ebbe luogo nel 1735 in America per parte di una Commissione francese colà inviata a misurare un grado del meridiano, quella materia divenne oggetto di studio e di applicazioni utilissime anche fra noi. Gli alberi che la secernono, in seguito a incisioni più o meno profonde, sono l'*Hœvea caoutchouc* e la *Jatropha elastica* proprii dell'America, e in seguito la si trovò anche in alcune piante delle Indie occidentali, e precisamente nel *Ficus indica*, nell'*Artocarpus integrifolia*, nel *Comiphora madagascarensis*, e nell'*Urceola elastica*.

Dalle corteccie incise di codesti alberi defluisce un succo bianco, dall'aspetto del latte, e pronto a solidificarsi per esposizione all'aria, la quale lo rende poco a poco anche di color bruno. Il nome poi di *resina elastica* le è dovuto appunto per la proprietà che possiede di poter essere stirata senza frangersi. Considerata allo stato solido, essa è insolubile nell'acqua e nell'alcoole, gonfia nell'acqua bollente, e si rende così pastosa, specialmente nelle parti periferiche, da poter essere saldata pezzo con pezzo. Col raffreddamento indurisce, ma ridiventa pastosa riscaldandola: è combustibile come una resina, emettendo odore di resina, e spandendo luce intensa con produzione di molta fuliggine; e tanta è la luce che viene dalla sua fiamma, che gl'indigeni l'usano per la illuminazione. È caratteristica per codeste sostanze una certa resistenza agli agenti chimici più potenti, quali il cloro, il bromo, il jodio, agli acidi minerali diluiti e concentrati. I suoi solventi principali sono l'etere solforico e il solfuro di carbonio; in secondo luogo si notano l'essenza di trementina, e gli olii empireumatici.

Se, considerata come materia resinosa, non trova il cautciù le ordinarie applicazioni delle resine, ne trova invece d'importantissime come materia *sui generis;* applicazioni le quali hanno oramai reso tale sostanza un articolo di estesissimo commercio. L'applicazione principale di essa riposa sulla proprietà che ha di cementarsi solidamente col solfo in fusione, dando luogo ad un nuovo corpo, che dicesi cautciù *vulcanizzato*, il quale, mentre possiede ancora le proprietà utili del cautciù, cioè l'elasticità, acquista l'altra di mantenersi elastico anche a bassa temperatura, anzichè indurirsi; però perde quella di saldarsi per rammollimento. Oltrechè lo zolfo, anche varii composti di zolfo impartiscono al cautciù quei caratteri; ed anzi oggidì l'industria della vulcanizzazione si attiene quasi esclusivamente al metodo seguente, che porta il nome di *Parkes*, suo autore. S'impasta cioè il cautciù con un miscuglio di 40 grammi di solfuro di carbonio, ed una parte di cloruro di zolfo, ed abbandonando il tutto a temperatura di 21° onde il solvente vaporizzi completamente. Se non che, abbiamo detto che dopo la vulcanizzazione non può più saldarsi pezzo con pezzo quando lo si riscaldi; ma a ciò si ovvia procurando di sagomare dapprima tutti i pezzi che devono vulcanizzarsi, ed immergere gli oggetti nel bagno vulcanizzatore, a caldo; e allora la cementazione avviene egualmente.

Un'altra applicazione vien fatta del cautciù, ed è quella della confezione della *gomma indurita*. Chiamasi con tal nome il *cautciù* il quale venga vulcanizzato con una quantità più elevata di liquido solforato o di solfo stesso. Il composto che ne risulta, anzichè essere di color chiaro o grigio chiaro, riesce perfettamente nero, e dotato di una durezza e di uno splendore superficiale veramente caratteristico e che lo ravvicina nell'aspetto all'osso di balena. Esso può essere pulito coll'acqua calda senza che si sformi, è elastico e duro al tempo stesso, è morbido al tatto, ed inattaccabile dagli agenti chimici: onde si fabbricano con tal materia non soltanto oggetti di ornamento, ma benanco oggetti di uso giornaliero nelle professioni, come arnesi di chirurgia, da disegnatore, impugnature di coltelli, pettini da telajo, nonchè strumenti musicali.

Non è quindi a meravigliarsi se l'importazione del cautciù allo stato naturale sia un articolo di molta importazione nell'Europa; e le cifre che qui riportiamo in proposito attestano quanto consumo se ne faccia annualmente nei varii Stati:

America meridionale . . .	chilogr.	1,750,000
Inghilterra	»	1,250,000
Francia	»	1,750,000
Germania	»	1,250,000

e l'Italia comincia anch'essa a farne rilevante importazione, dacchè si è pensato a istituire laboratorii di fabbricazione di oggetti in gomma elastica. Milano ne diede per prima un splendido esempio, ed è da augurarsi che tutte le più industriose città italiane ne seguano e moltiplichino l'esempio.

Guttaperca. — Simile al cautciù si conosce un'altra materia lattiginosa, la quale defluisce da un albero speciale dello stretto di Malacca, di Singapore, di Borneo, e che dicesi *Isonandra gutta*. Per ottenerla si praticano delle incisioni sulla corteccia della pianta, e il succo che ne defluisce si raccoglie entro casse o semplicemente su foglie di banano, dove si abbandona a spontanea coagulazione, pel che essa si raggruma in piccole masse, le quali poi si saldano facilmente fra loro per poco riscaldamento che vi si applichi.

In commercio la guttaperca si trova sotto l'aspetto di una massa cornea, di colore rossastro e interrotta da

impurità, quali sabbia, tritumi di foglie, ecc., mentre, se pura, ha una tinta bianco-gialliccia. In tale stato, e all'ordinaria temperatura, è tenace, ruvida e poco elastica, ma lavorata che sia a caldo, può essere modellata a piacimento, stirata in fili sottili, in lamine, ecc., ed anche impastata col cautciù. È solubile, al par di questo, nell'olio di trementina e nel solfuro di carbonio; e gode della proprietà di potersi saldare per poco riscaldamento, e d'indurire nel raffreddarsi, pur mantenendo un certo grado di elesticità e una caratteristica resistenza agli acidi, agli alcali ed all'alcoole. Onde infinite riescono le sue applicazioni: se ne fanno pompe per acqua, tubi, oggetti d'ornamento, apparecchi chirurgici, ecc. Il prezzo commerciale di questi due materiali è compreso fra le L. 16 e L. 20 il chilogr. a seconda del grado di purezza.

I caratteri pertanto che il cautciù e la guttaperca presentano allo studioso, quali specialmente il modo di defluire dalle incisioni e il successivo indurirsi all'aria, non meno che la solubilità nei liquidi preaccennati, ravvicinano siffattamente quei due corpi alle resine, da doversi accordare a buon diritto un posto in appendice ad uno studio delle resine propriamente dette.

Del cautciù e della guttaperca si è trattato estesamente nell'articolo precedente.

Ed ora, avendo poste in rassegna le principali resine vegetali, ci rivolgeremo a trattare delle resine minerali.

Resine minerali.

Col nome di resine minerali s'intendono tutte quelle materie aventi i caratteri già noti delle resine, e che s'incontrano in determinati minerali rocciosi: onde fa d'uopo invadere nello studio di queste anche il campo della geologia. Noi però c'intratterremo soltanto delle resine principali, le quali si distinguono coi nomi di *asfalto*, di *succino* o *karabè*, e di *mellite:* e sul primo in special modo ci soffermeremo, come quello che oggidì gode un numero straordinario di applicazioni.

Asfalto. — È il nome che si dà genericamente a qualunque minerale contenente materie bituminose. Esso pertanto forma un tema di studii mineralogici, e sotto questo punto di vista si rassomiglia, ed ai suoi esteriori caratteri, al carbone fossile: il suo colore è sempre nero e rammenta nello splendore quello della *pece*, onde anzi gli si dà il nome di *pece minerale*. È combustibile, sviluppa colla distillazione secca un olio empireumatico speciale, lasciando un residuo carbonoso.

Come minerale è assai sparso in natura, raramente è allo stato puro, più di frequente invece è unito ai calcari e alle arenarie. Il nome di *bitume di Giudea* che gli si conserva ancora oggi, rammenta il primo giacimento scoperto sulle rive del Mar Morto o Lago asfaltico (Giudea). Attualmente si riconosce come il più importante giacimento del bacino delle isole Antille, detto *Lago di pece*, e che si estende per una periferia di 5 chilometri; ma se ne trovano rilevanti giacimenti anche in Europa. Principali fra tutti però sono quelli della Francia, e precisamente quello di *Seyssel*, di *Val de Travers*, di *Lobsann*, di *Pont du Château*. In Italia si conoscono di pregievoli le cave di *Manopello* in *Val di Pescara* e quella del *Colle di San Magno* in *Terra di Lavoro;* attalchè non è molto la Compagnia degli asfalti di Parigi ebbe ad acquistare in Sicilia quelle cave, e a Napoli già ebbe ad istituirsi lo stabilimento di lavorazione dei prodotti dell'asfalto, dei quali qui appresso terremo parola.

Codesto minerale, allo stato il più impuro, viene impiegato quale combustibile là dove abbonda non solo, ma sia di facile estrazione. Ciò si verifica appunto nella Persia, nella Cina; quello più puro del *mar Morto* si adopera per la confezione di vernici; tale ad es. è quella che vediamo così elegantemente spalmata sulle scatole da *thè*, e su tanti altri oggetti di fantasia provenienti dalla Cina. Nè devesi tacere l'opinione di taluni, secondo i quali fosse stato impiegato l'asfalto alla costruzione della nuova Babilonia, nelle imbalsamazioni dei cadaveri presso gli Egizi, ecc. E dobbiamo altresì notare che il bitume fu il primo materiale al quale è dovuta la scoperta della fotografia, grazie al fatto osservato dal Niepce, per cui l'asfalto, o meglio il bitume, mentre si scioglie ordinariamente nell'essenza di trementina, non vi si discioglie più quando abbia risentita la diretta e prolungata azione della luce.

Ma se tutte queste applicazioni sono indubbiamente di certo rilievo, nna ve n'ha che ormai rende l'asfalto un articolo industriale di prima importanza: ed è quello della fabbricazione dei mastici da pavimento.

Cotale fabbricazione si ottiene per mezzo di varie operazioni. Estratto dalla roccia il minerale asfaltico, e ciò col mezzo ordinario delle mine a polvere, lo si sottopone al frangimento e alla successiva polverizzazione. Il frangimento si opera facilmente coll'ajuto di martelli a mano, od anche con laminatoi di ghisa a denti acciajati; e la polverizzazione invece richiede speciali cure. Essa si pratica a caldo ed anche a freddo: nel primo caso per mezzo di riscaldamento entro una stufa, o sotto corrente di vapore entro vasi chiusi; operando a freddo si fa uso del laminatojo o della macina. E ottenuta la materia allo stato polveroso, sia in un modo, sia nell'altro, la si versa entro caldaje nelle quali viene impastata mediante determinata proporzione di bitume, operandone la cottura. Soltantochè fa d'uopo curar molto la scelta del bitume, e precisamente usar quello il quale abbia una certa analogia di struttura coll'asfalto che si lavora. Si estraggono bitumi dalle arenarie bituminose, dai laghi essiccati (della Trinità, di Cuba, ecc.). Se ne hanno altresì nel catrame della distillazione dello schisto bituminoso, e nel catrame del gas. Il loro prezzo è molto limitato; e quello più puro, del Lago di Giudea, si paga cent. 89 il chilogramma.

Ed ora dovrebbesi parlare del modo di estrarre i varii bitumi e di renderli liberi, delle proporzioni e del modo coi quali debbono essere impastati colle singole qualità di asfalto, ecc. ecc.; ma l'intrattenersi di ciò porterebbe fuori del nostro còmpito, onde rimandiamo il lettore ai trattati di industrie, e a quelli delle costruzioni. Diremo invece che i mastici asfaltici, quali si preparano colla mescolanza di asfalti e bitumi, si adoperano su larga scala nelle costruzioni marine, negli edifizi militari destinati a magazzino di polveri piriche, per intonacare serbatoi da acqua, e in generale si adoperano come *idrofughi*.

Succino. — Col nome di *succino* e coi sinonimi di ambra gialla, *carabè*, *elettro*, si conosce una sostanza solida, dura, di color variabile dal cedrino al giallo, al rosso e anche al bruno, senza sapore, senza odore; ora trasparente, ora semi-trasparente, ora opaca, lucida, fragile e facile a raschiarsi, offrendo in tal caso una polvere bianco-gialliccia.

Trovasi essa il più frequentemente negli strati di lignite, nel carbon fossile schistoso, negli strati di schisto argilloso e nelle arenarie che accompagnano siffatte formazioni. Si presenta talora anche nei terreni di alluvione, nella pietra calcare bituminosa, ed anche negli strati di sabbia sulle coste del mare, come sulle coste del mar Baltico, il quale da solo ne offre dai 2 ai 3 mila chilog. all'anno.

La raccolta e la lavorazione di siffatta materia costituisce un importante ramo di industria a Dantzig ed a Memel, dove appunto la si riscontra in masse relativamente rilevanti. La si raccoglie del pari in Italia con profitto sulle coste del Mediterraneo e dell'Adriatico, specialmente a Genova, in Sicilia, in Ancona.

Abbenchè siasi molto discusso e si discuta tuttodì circa la più probabile origine dell'ambra o succino, sembra tuttavia debbasi ammettere la sua origine *vegetale*, pel fatto ch'essa porta le traccie dei rami e della corteccia sulla quale deve aver defluito, come le resine dalle piante viventi; e in qualche raccolta scientifica si possiedono pezzi d'ambra racchiudenti persino qualche organo fiorale della pianta; organo il quale, naturalmente, caduto sulla resina defluente, vi deve esser rimasto imprigionato. Così pure incontransi nell'ambra dei nostri paesi varie specie d'insetti (ditteri, imenotteri, coleotteri, ecc.) rimasti essi pure travolti nel succo lattiginoso che ebbe poi a concretarsi.

Sono proprii dell'ambra o succino alcuni caratteri che devono essere ricordati. E cioè che, allorquando la si soffrega con un pezzo di panno o di tela, essa si riscalda, olezza un leggero odore, e attira i corpi leggeri, cioè si *elettrizza:* parola questa derivata dal nome *electron* che i Greci davano a questa sostanza, e che i Latini poi chiamarono *succinum*, che vuol dire *succo resinoso.* — Dessa è combustibile, tinge in giallo verde la fiamma, e spande un grato odor di resina; è insolubile nell'acqua, pochissimo solubile nell'alcoole, solubile negli alcali, e insolubile negli acidi e negli olii grassi. Se la si soggetta a distillazione secca in vasi chiusi, si rammollisce dapprima, fonde, gonfia molto, sprigiona vapor d'acqua, acido succinico, olii volatili e odorosi, e una serie di gas che abbruciano: distillando a forte calore, si separa un olio assai denso e di color bruno, finchè si vede sublimare nella storta una materia gialla avente la consistenza della cera.

L'ambra o succino si adopera quasi esclusivamente alla confezione di oggetti di ornamento: e l'Oriente ne consuma in rilevanti quantità, ritraendola quasi tutta dalla Pomerania, per un valore annuo di 80-90 mila lire. Per lavorarla la si pone al tornio contro una lastra di piombo, riducendola alle forme volute per mezzo di una pietra da arrotino: ci si dà poi una prima pulitura arrotandola con creta in polvere sottile, acqua, ed un olio vegetale, e infine la si strofina con una flanella. In grazia poi del suo facile rammollimento, si possono saldare varii pezzi fra loro, avendo cura di spalmare dapprima i loro estremi con uno strato di olio di lino.

Fra le varie applicazioni del succino, si ha anche la fabbricazione di una vernice molto durevole, che si ottiene stemprando il succino nell'olio di lino essiccativo, scaldato dapprima, onde quello si renda semi-liquido, e in seguito aggiungendo essenza di trementina. Si adopera altresì nella confezione della vernice nera da carrozze, aggiungendo alla mescolanza succitata un po' di asfalto. Così pure si utilizza il succino nella confezione del così detto *muschio artificiale*, che ebbe a godere rinomanza contro certe malattie. E lo si prepara facendo riscaldare il succino con acido nitrico, fino a renderlo viscoso come pece, indi sciogliendo il tutto in alcoole.

I varii usi ai quali si destina il succino suggerirono all'arte un modo di contraffarlo. E in invero molta parte degli oggetti di lusso che si ritengono fatti di succino non sono tali. Se ne ottiene un prodotto somigliante, mescolando *olio di pece* con essenza di trementina e facendo bollire, indi abbandonando il miscuglio: si ottiene una poltiglia di varia densità, che può esser sagomata a piacimento, e che è atta poi ad indurirsi perfettamente. Analogo risultato si ottiene facendo bollire lungamente dei residui di succino con olio di semi di rapa, lasciando raffreddare parzialmente, indi impastando, sagomando e lasciando indurire.

Oltre all'ambra gialla, si conoscono anche un'*ambra bianca* e un'*ambra grigia:* la prima però è il termine generico di parecchie varietà di una resina detta *animé*, e che deriva da un albero proprio dell'America settentrionale, che dicesi *hymenœa courbaril.* Questa materia resinosa somiglia molto al copale e non ne differisce che per la sua facile solubilità nell'alcoole, contrariamente a quanto si verifica pel copale. L'ambra bianca adunque non sarebbe che una resina vegetale. L'*ambra grigia*, all'incontro, parrebbe una resina d'origine animale e precisamente verrebbe a rappresentare gli escrementi di cetacei marini ravvolti in una massa cerosa. Essa rinviensi galleggiante sul mare, vicino al Giappone, nelle Indie, nel Madagascar, nel Brasile, ecc., sotto forma variabile, ora di granelli, ora di masse giallognole e grigie, e perfino di color quasi nero.

È più leggiera dell'ambra comune, si rammollisce a caldo, come la cera, è spesso ricoperta da una efflorescenza superficiale di color bianco, ed esala un gradevolissimo profumo. Perciò la si impiega nell'arte del profumiere, del liquorista, e talvolta anche in medicina allo stato di soluzione alcoolica.

In commercio se ne trova di falsificata, e in tal caso la massa risulta costituita di cera, belzoino, miele, e parecchie resine di poco valore, il tutto aromatizzato con un po' di muschio: ma è facile scoprire la frode esaminando il punto di fusione di essa, il colore, e più che tutto la solubilità nell'alcoole; avvertendo che l'ambra grigia naturale vi è poco solubile.

Mellite. — Con questo nome e con quello di *pietra di miele* si denota un prodotto naturale, il quale incontrasi abbastanza diffuso, benchè sempre in esigue quantità in certe cave di lignite della Turingia, nonchè in altre della Boemia, della Moravia. — Essa presentasi generalmente cristallizzata in ottaedri a base quadrata, ma talvolta si presenta granulosa. Ha un color giallo-miele (onde il nome che possiede), talora rossiccio, con splendore misto vetroso e resinoso; è trasparente, fragile e sensibilmente dura. Riscaldata, emette dei vapori acquosi, è incombustibile, solubile nell'acido nitrico, è decomponibile dall'acqua quando ve la si faccia lungamente bollire. Chimicamente parlando, essa risulta essenzialmente dalla combinazione di un acido, detto acido *mellico* o *mellitico*, con l'*ossido di alluminio*, e mescolata a una certa quantità di materia resinosa, alla quale appunto è dovuto l'odore che emana, specialmente a caldo. Ed è anzi alla presenza di questa parte resinosa che la *mellite* venne classificata nelle resine, però in quelle minerali, grazie alla giacitura mineralogica che la distingue.

Quanto alle applicazioni, essa non ne presenta alcuna, ma la si studia quale materia scientifica, e solo allo scopo di estrarne l'acido mellico o mellitico.

III. — Gommo-resine.

Termineremo lo studio delle materie gommose e resinose esponendo i caratteri generali di una serie di composti, i quali godendo contemporaneamente dei caratteri delle gomme e di quelli delle resine, non possono essere ascritti all'una piuttostochè all'altra di quelle materie, e perciò se ne forma una classe a parte, detta appunto delle *gommo-resine.*

Codeste materie trasudano anch'esse dalla corteccia, dai tronchi e dalle radici di certe piante sulle quali si praticano artificiali incisioni; piante le quali generalmente appartengono alla famiglia delle ombrellifere, delle leguminose e delle terebintacee. Allorquando defluiscono dalle incisioni si presentano assai liquide, e ciò pel fatto caratteristico di essere molto ricche di acqua, a differenza delle gomme e delle resine propriamente dette; sono di aspetto lattiginoso, e quasi rassomigliano ad una emulsione acquosa di olii volatili e di materie resinose mescolate ad altre di varia natura, quali gommose, grasse, amidacee, ed anco minerali.

È loro caratteristica altresì una certa prevalenza in materie resinose, attalchè appunto, per lunga esposizione all'aria, induriscono, si fanno opache, fragili, ed acquistano sapore acre ed odore piccante. Sono poco solubili nell'acqua, e parecchie di esse sono molto solubili nell'alcoole, dal quale poi vengono facilmente precipitate dall'acqua: si sciolgono negli alcali caustici e nell'acido solforico, pel quale si trasformano in una particolare sostanza avente molta analogia col tannino, e che perciò ricevette il nome di *tannino artificiale*.

Molte sono le materie resinose le quali si ascrivono ordinariamente a questa classe di prodotti naturali: ma noi studieremo di preferenza quelle le quali hanno una ben conosciuta applicazione, sia nell'industria propriamente detta, sia nella terapeutica. Esse sono: il *galbano*, l'*incenso*, la *mirra*, la *gomma-ammoniaca*, il *sagapene*, l'*opoponaco*, il *bdelio*, l'*euforbio*, la *gomma gotta*, l'*assafetida* e la *scammonea;* e tutte vedremo rassomigliarsi fra loro, sia pel modo col quale si presentano in natura, sia per le metamorfosi alle quali possono essere assoggettate, sia infine per la loro utilizzazione.

Galbano. – Il galbano proviene dalla pianta detta *Bubon galbanum*, delle ombrellifere, e ci viene dall'Africa specialmente, grazie al commercio del Levante. All'uscire dall'incisione delle corteccie, praticata al colletto della radice, esso presentasi come un succo biancogiallo, il quale poco per volta indurisce trasformandosi in una massa costituita come di nocciuole, mandorle, lagrime di varii colori, le une addossate alle altre coll'aspetto di una *puddinga*. Talora presentasi in un ammasso di granuli giallognoli, molli al tatto, a frattura gialla, e dotati di odore aromatico, misto ad un altro più forte. Esso è poco solubile nell'acqua e nell'acido acetico, ed è pure poco solubile nell'alcoole. Distillato in vaso chiuso col vapor d'acqua offre un olio volatile di color verde, il quale lascia deporre col riposo una sostanza cristallina, detta *ombrelliforone:* ed ha altresì la proprietà di fornire un altro magnifico prodotto cristallino, la *resorcina*, quando venga opportunamente trattato con potassa caustica.

Le sue applicazioni interessano specialmente la medi cina, come rimedio antispasmodico, oltrechè interessano la scienza pura.

Il suo prezzo in commercio è compreso fra L. 1.80 e L. 2.50 il chilogramma.

Incenso. — Questa gommo-resina, tanto nota per le sue applicazioni nelle sacre ufficiature, porta altresì il nome di *olibano*. Esso era assai in uso anche presso i Greci ed i Romani, benchè questi ne ignorassero la provenienza botanica.

Se ne hanno due specie: l'una, proveniente dalle Indie, molto stimata in commercio, arriva da Calcutta entro casse contenenti 45 chilog. di materia, e la si deriva sotto forma di liquido resinificabile dalla pianta *Boswellia serrata*, conosciuta dagli indigeni col termine di *soukiou*. L'altra specie di incenso parrebbe derivare dalla *Juniperus lycia et thurifera*, che cresce nell'Africa, e arriva in Europa per la via di Marsiglia.

L'una e l'altra si presentano sotto forma di noccioli e di lagrime arrotondate, di color rosso-giallo, fragili, farinose alla superficie e di odore aromatico; e tal odore si estrinseca poi maggiormente quando si getti l'incenso su carboni accesi, come appunto si pratica nei turiboli delle chiese. Spappolato fra le dita si rammollisce, e si avvertono allora i ritagli di scorza, le materie minerali-specialmente calcari, che in generale lo inquinano.

Riguardo alla composizione chimica, un buon incenso deve contenere l'8 per 100 circa di olio volatile, il 56 per 100 di materie resinose, e il 30 per 100 di materie gommose: deve poi fondere facilmente, ed essere poco solubile nell'acqua e nell'alcoole.

Le sue applicazioni si riferiscono, oltrechè alle sacre ufficiature delle chiese, anche all'arte del profumiere e alla preparazione di speciali empiastri terapeutici.

Il suo prezzo commerciale varia da L. 0.80 a L. 1.55 il chilog., ma lo si incontra spesso adulterato coll'aggiunta di cristalli di materia calcare. La frode però viene facilmente scoperta mediante la combustione, giacchè in tal caso si ha un forte residuo di materia minerale.

Mirra. — Si conosce sotto questo nome una massa costituita di grani irregolari e di nocciuole deformi, aventi color rosso cupo, semitrasparenti, fragili, grassi al tatto, di odore fortemente aromatico e di sapore amaro astringente. Tale è la *mirra*, ma è ignota, o meglio è incerta la provenienza di questo prodotto; alcuni opinando ch'essa coli dall'*amyris kataf Forshohlii* che cresce nell'Arabia Felice e nell'Abissinia: altri opinando che provenga dal *Balsamodendrum Myrrha*, della famiglia delle burseracee. Il prodotto genuino ha un colore rosso cupo, ma se ne incontra di adulterata, avente color giallo-aranciato.

Le sue applicazioni si riducono esclusivamente, ed anche in piccola scala, a quelle della farmacia, e il suo prezzo commerciale varia da L. 2.90 a L. 5.50 il chilog.

Gomma-ammoniaca. — È un prodotto che dobbiamo al commercio colla Turchia, che lo ritrae dall'Africa e precisamente dal regno di Barca. Si crede generalmente ch'essa defluisca dalla pianta del genere *Heracleum*, denominata *Heracleum gummiferum*, onde anzi il suo nome; ma opinasi da taluni che provenga da piante del genere *ferula*.

Essa si presenta in granuli gialli esternamente, e più chiari all'interno, e richiama ai caratteri generali il *galbano*. Non è però fusibile, si emulsiona nell'acqua deponendo una resina bianca sul fondo dei recipienti, ed è solubile negli alcali, e poco nell'alcoole. Contiene in media il 70 % di materia resinosa, e il 18 % di materie gommose, aventi caratteri analoghi a quelli delle più comuni gomme.

Le sue applicazioni si riferiscono specialmente alla farmaceutica e in parte anche alla profumeria. Il suo prezzo è di L. 1.75 al chilogr.

Sagapeno. — È una materia amara con richiamo al profumo dell'aglio, fusibile facilmente, poco solubile nell'acqua, ma molto solubile nell'alcoole. Ci viene in commercio direttamente dall'Egitto sotto forma di piccoli pezzi agglutinati, aventi color giallo-verde, e interrotti da numerosi granuli bianchi.

La sua provenienza botanica vuolsi riferita a piante del genere *ferula*, e secondo taluni, proprio alla *ferula persica:* le sue applicazioni sono rare, e tutt'al più interessano la scienza.

Opoponaco. — È materia molto nota nell'arte del profumiere, in grazia del delicato odore che possiede. Col

nome di *opoponax* ci viene dall'Oriente, dove lo si raccoglie per incisioni dall'albero detto *Pastinaca opoponax* od anche *opoponax chironium*. Come la maggior parte delle gommo-resine, si presenta in masse formate da goccie o lagrime addossate, rosse all'esterno e gialliccie all'interno. Ha sapore amaro ed acre: il suo odore è sgradevole, ma quando lo si mescola con speciali sostanze, si modifica siffattamente da offrire, per converso, un delicato profumo. Esso contiene il 42 % circa di materia resinosa, e il 33 % di materia gommosa, oltre alquanto acido malico e traccie sensibili di cautciù.

Circa le sue applicazioni, devesi quasi esclusivamente notare quella relativa alla profumeria.

Bdellio. — È una gommo-resina di provenienza botanica poco nota. Essa ci arriva generalmente dalle Indie orientali e dal Levante, e se ne hanno parecchie varietà; una delle quali, secondo taluni, si ricaverebbe dalla *Hendelotia africana* o dal *Balsamodendrum africanum*, appartenenti alla famiglia delle *Burseracee*.

L'aspetto del *bdellio* commerciale è quello di pezzi di vario volume, arrotondati, e assai tenaci. Sono questi piuttosto trasparenti, di color variabile dal grigio al verde, al rosso, di odore debolmente aromatico, di sapore amaro, e di facile rammollimento anche fra le dita; solubili nell'acqua in gran parte, e poco solubili nell'alcoole: ciò sendo del resto giustificato dalla gran quantità di materia gommosa che contengono e che arriva perfino al 40 % del peso della massa. Tale gommo-resina non ha applicazioni dirette, anzi talvolta costituisce un elemento negativo di applicazioni, e precisamente quando accompagna, come accade, la gomma arabica e quella del Senegal.

Euforbio. — È una materia che cola per incisione praticata su varie specie di piante che portano il nome di *Euphorbia officinalis*, *Euphorbia antiquorum*, *Euphorbia canariensis*, le quali crescono rispettivamente presso i deserti dell'Africa, nel Malabar e nelle isole Canarie. Esso presentasi in commercio coll'aspetto di goccie irregolari, di color giallo sporco e fragili al tatto. Quando venga masticato non ha alcun sapore in principio, ma poscia produce al palato un vivo bruciore; oltrecchè è così irritante pel suo odore da provocare violento sternuto.

È una delle gommo-resine meno ricche di gomma, contenendone appena dal 2 al 3 %, e si scosta dalla generalità per la sua speciale composizione chimica. È quasi insolubile negli alcali, e solubile invece negli acidi solforico e nitrico. Talvolta la si incontra mescolata a molta materia terrosa, e specialmente a carbonato, solfato ed anche a fosfato di calce.

Le sue applicazioni si riferiscono specialmente alla farmaceutica, in grazia delle sue proprietà esplicitamente caustiche; onde se ne fa uso nella preparazione di vescicanti, i quali riescono attivi quanto, o poco meno, quelli della polvere di cantaride, e lo si paga cent. 80 il chilogr.

Gomma-gotta. — È fra le gommo-resine una delle meglio studiate, e delle più importanti: e si ottiene dalla *Stalagmites cambogiodes* e dalla *Cambogia gutta*, detta anche *Garcinia cambogia*; pianta originaria delle Indie orientali e dell'isola di Ceylan. Il nome di gomma-gotta le si dà pel fatto ch'essa cola a mo' di goccia dalle foglie e dai rami più sottili, anzichè per via delle ordinarie incisioni sulla corteccia. Gli abitatori del Siam usano di lacerare le foglie, tagliuzzare i più giovani rami, e farne cadere il succo lattiginoso entro gusci di cocco che espongono al sole onde si concreti, e poscia ne ravvolgono la massa secca entro foglie larghe.

Oltrechè per questa via, si ottiene la gomma-gotta anche per incisione sulla corteccia (e si pratica specialmente nell'isole di Ceylan), abbenchè il prodotto che se ne ottiene goda un credito molto minore.

In commercio si trova codesta gommo-resina sotto forma di focaccie, inodore, insipide, opache, di color giallo scuro se in pezzi, e di un bel giallo-cromo se in polvere fina. È alquanto solubile nell'alcoole e poco solubile nell'acqua: in questa però si stempera così bene da potersene fare una splendida tinta gialla per uso della pittura. È poi caratteristico per essa il cambiamento di colore dal giallo al rosso-sangue, quando venga trattata o cogli acidi diluiti o con gli alcali, nei quali corpi tutta si scioglie pure con color sanguigno. Essa contiene l'80 per cento circa di resina propriamente detta e 18.5 per cento di gomma solubile nell'acqua ed avente i caratteri della gomma d'albero.

La sua splendida tinta gialla la rese di pregievole applicazione anche presso i popoli antichi: ed oggidì è usata di preferenza sotto forma di piastre gialle per la pittura ad acquarello, e la si adopera pure in farmacia, benchè non di frequente, come rimedio purgativo. Il suo prezzo è abbastanza elevato, variando da L. 10 a 11 al chilogr., e ciò è causa di parecchie sofisticazioni che si fanno o con aggiunta di gomma-gotta di scadente qualità, o con fecula di patate e cromato di piombo.

Assafetida. — La raccolta di questa gommo-resina si effettua in modo affatto diverso da quella delle altre fin qui studiate. Essa si deriva dalle radici di una pianta detta *Ferula assafœtida* che cresce nella Persia, e la si raccoglie nel seguente modo. Giunta la primavera, si levano dalla pianta le foglie più basse e si pongono a nudo le parti più elevate della radice: dopo ciò si sospende il lavoro per circa 40 giorni, e in seguito ritornando alle radici vi si praticano molti tagli orizzontali, pel che ne sgorga un succo lattiginoso, il quale viene raccolto in appositi recipienti ed esposto ad asciugare al sole. Terminato lo scolo dalle ferite aperte, si praticano nuove incisioni e così via, fintantochè tutta la radice siasi esausta. Il prodotto essiccato al sole e induritosi costituisce l'assafetida del commercio. È questa molto ricca di materia gommosa, contenendone fino il 30 %, e di materia resinosa contiene il 65 % circa: racchiude poi una certa quantità di un olio volatile il quale, già sensibile pell'odore della massa tutta, si rende assai più forte e disgustoso quando venga distillato col favore del vapore d'acqua. Questo olio, che parrebbe un *etere solforato*, ha un odore così ributtante da aver meritato il qualificativo di *fetida* alla gommo-resina, e quello altresì di *sterco del diavolo*, in opposizione tuttavia al titolo di *vivanda degli Dei*, quale le è attribuito dagli Asiatici. E ciò che colpisce l'immaginazione si è che mentre i viaggiatori europei attestano che nelle plaghe dove cresce la *ferula assafœtida* l'aria è per molte miglia tutta insopportabilmente appestata, gli indigeni trovano quel prodotto così gustoso al palato da adoperarlo perfino qual mezzo di profumare l'alito e di rafforzar l'appetito.

Comunque sia, gli è certo che codesta gommo-resina gode di proprietà terapeutiche assai accreditate, e la si adopera sia nella cura di malattie gravi, come nel tifo, sia nella medicina veterinaria.

Il suo prezzo commerciale poi varia da L. 1.25 a L. 2 il chilogr.

Scammonea. — È una gommo-resina che si vende in commercio ad un prezzo assai elevato, e tale da aver indotto i sofisticatori ad imitarla più di quanto siasi fatto per alcun'altra materia resinosa. Essa viene pagata da L. 50 a L. 110 il chilogramma, a seconda della sua provenienza, del suo stato di divisione, cioè se in polvere o in pezzi.

Essa ci arriva dalla Siria, e si presenta di due qualità le quali in commercio diconsi, l'una di *Aleppo*, e l'altra di *Smirne*. La prima si ricava per incisioni dalla pianta detta *Convolvulus scammonia*, l'altra, pure per incisioni, da varie piante della famiglia delle *apocinee*. Quella d'Aleppo, che è la più accreditata, è di aspetto poroso, grigio-rossastra, leggiera, di odor forte e disgustoso, e atta ad emulsionarsi con acqua, offrendo allora una tinta verde-sporco. Quella di Smirne ha colore bruno-cupo, è compatta, tenace, pesante, di frattura terrosa e quasi punto odorosa; e la sua ordinaria tenacità è attribuita alla mescolanza che di essa si pratica con sughi di piante diverse.

La scammonea di Aleppo contiene il 60 % di materia resinosa, e quella di Smirne appena il 29 %; mentre in questa abbondano i residui di vegetali diversi, e le materie minerali. E poichè in grazia della sua speciale attività drastica è molto accreditata e quindi di alto valore, così se ne fanno oggidì le più svariate imitazioni, sia impastando scammonea di qualità infima con ceneri, terra, cera, fecola di patate e resine diverse (quali quelle di gialappa, di guajaco, ecc. ecc.), colofonia, gomma adragante e bassorina. Infine si incontra anche della scammonea impastata con variabili quantità di materia marnosa, la quale pel suo color grigio ravvicina vieppiù nell'aspetto la mescolanza alla vera scammonea di Aleppo.

Tali sono le gommo-resine più importanti e più comunemente note nel commercio e quindi nelle arti e nelle industrie; nè crediamo opportuno intrattenerci più lungamente sui loro caratteri e sulla loro composizione chimica; mentre sarà facile allo studioso il rintracciare i singoli dettagli o nelle *Enciclopedie di chimica*, o nei trattati speciali.

Bibliografia. — *Enciclopedia di chimica*, di Francesco Selmi. — Pozzi, *Dizionario di fisica e chimica*. — Dromart, *Traité des matières résineuses*. — Roret, *Manuel du vernisseur*.

Giulio Monselise.

GRASSI E LUBRIFICAZIONE. — Franc. *Corps gras et graissage*. Tedesco *Fette und Schmierung*. Ingl. *Fats and Lubrification*. Spagn. *Oleosynas, metzanhes*.

Nel linguaggio scientifico si comprende sotto la specifica di *corpi grassi*, od anche semplicemente di *grassi*, una serie abbastanza estesa di sostanze, di provenienza molto varia, ma sempre di origine organica, vegetale od animale, tutte dotate di caratteri affini, la loro costituzione essendo poco variabile, e formata si può dire sopra un tipo comune.

I corpi grassi costituiscono difatti una famiglia ben definita e caratterizzata.

È però uso comune di estendere alquanto questa denominazione, comprendendovi anche altre sostanze che coi veri corpi grassi non hanno comuni od affini che alcuni caratteri esterni.

Stando adunque nei stretti termini, si debbono intendere per sostanze grasse quei corpi liquidi o solidi alla temperatura ordinaria, ed in questo caso facilmente fusibili, a reazione neutra, ontuosi al tatto, che sono specificamente più leggieri dell'acqua, che macchiano la carta, che ad una temperatura elevata si possono infiammare, ma sovrattutto capaci di essere *saponificati*, ossia decomposti per l'azione degli alcali, o di ossidi metallici, in un acido che si unisce all'alcali od all'ossido, formando un *sapone*, ed in un corpo neutro, liquido, solubile nell'acqua e che è la *glicerina*.

Questi corpi sono inoltre insolubili o quasi nell'acqua, un po' più solubili nell'alcoole, e molto poi nell'etere, solfuro di carbonio, benzina, essenza di trementina, petrolio, cloroformio, ecc.

Di tutte le proprietà accennate, la più importante e caratteristica è quella della saponificazione, quale venne ora descritta, perchè serve a distinguere i veri corpi grassi da altre sostanze affini, che vi si accostano per alcuni caratteri esteriori, come già si disse, quali sono le cere, la paraffina, gli olii di resina, gli olii pesanti di petrolio, ecc.

Su questa importantisssima proprietà è inoltre basato lo studio della loro costituzione chimica.

Già fino dall'anno 1792 Scheele aveva scoperto la glicerina ricavandola dagli olii, ed a causa del suo sapore dolciastro, le aveva dato il nome di *principio dolce degli olii*.

Spetta però a Chevreul il merito principale di aver saputo scoprire la funzione della glicerina nei corpi grassi; coi suoi classici lavori su questi corpi, eseguiti circa il 1833, egli dimostrò come essi siano costituiti dall'unione di acidi, detti poi acidi grassi, colla glicerina (ossido di glicerilo), e che nella saponificazione, mercè l'azione di un alcali o di un ossido metallico, il composto glicerico vien decomposto, la glicerina è messa in libertà, mentre l'acido si combina cogli alcali, o coll'ossido metallico, formando un sapone.

Più tardi (1854) Berthelot coronò il lavoro analitico di Scheele e Chevreul, mediante quello sintetico; egli riuscì a saldare nuovamente la glicerina agli acidi grassi, e così ottenne artificialmente dei corpi grassi simili al tutto ai naturali.

Inoltre, avendo egli, con questi ed altri lavori, determinata meglio la natura della glicerina, avendo cioè dimostrato che essa non è altro che un alcoole (alcoole triatomico, mentre quello del vino è monoatomico), ebbe mezzo di far rientrare i corpi grassi in una serie molto più ampia di corpi e cioè in quella degli eteri composti.

I corpi grassi naturali stanno alla glicerina come gli eteri composti (etere acetico, butirrico, valerico, ecc.) stanno all'alcoole del vino; sono eteri composti dell'alcoole triatomico glicerina, e si possono tutti riunire sotto il nome collettivo di *gliceridi*.

I gliceridi adunque, ossia le specie chimiche, che costituiscono le sostanze grasse naturali, non sono, per così dire, che sali di glicerina, sali formati dalla sua unione cogli acidi grassi, e queste combinazioni, stando alla nomenclatura adottata nella chimica organica, si dicono eteri composti. Diffatti si chiamano eteri composti quelli derivati da un alcoole unito ad un acido ossigenato.

Nel caso della glicerina, trattandosi di un alcoole triatomico, ossia capace di saturare tre molecole di un acido monobasico, i suoi eteri composti per essere saturi saranno formati da una molecola di questo alcoole (o per meglio dire del suo *residuo* o, come anche dicesi, *radicale*) unito a tre molecole di un acido quando questo sia monobasico; e questo è appunto il caso degli acidi dei corpi grassi naturali.

Gli acidi che più comunemente si incontrano quali principali costituenti delle sostanze grasse animali e vegetali sono: l'oleico, lo stearico ed il palmitico, ai quali tengono dietro, ma in minori proporzioni, gli acidi butirrico, valerico, caprico, caproico, ecc.

Tutti questi acidi hanno una sola affinità disponibile e saturabile dai metalli o radicali alcoolici, ossia, per esprimerci secondo le teorie chimiche moderne, hanno

un solo atomo di idrogeno sostituibile, o, come anche dicesi, *metallico*.

A saturare adunque completamente le tre affinità disponibili che restano nella glicerina (alcoole triatomico) quando se ne eliminino i suoi tre ossidrili (o residui d'acqua OH) occorrono tre residui dei predetti acidi grassi, ed allora noi abbiamo gli eteri composti, veri costituenti dei corpi grassi, ai quali scientificamente vanno dati i nomi di *trioleina*, *tristearina*, e *tripalmitina*, ecc. a seconda che l'alcoole unito alla glicerina è l'oleico, lo stearico, il palmitico, ecc.

Siccome poi nei grassi naturali si trovano soltanto questi eteri saturi, si dà anche loro semplicemente il nome di *oleina*, *stearina*, *palmitina* ecc.

È opportuno di notare qui un errore che si fa comunemente parlando delle candele steariche, quello cioè di dirle anche *candele di stearina:* tanto varrebbe chiamarle candele di sego; per contro esse sono realmente costituite da acido stearico, mescolato talora al palmitico, che con processi speciali si sono estratti dai gliceridi corrispondenti separandoli dalla glicerina.

Mentre nei grassi naturali noi abbiamo soltanto gli eteri saturi risultanti da tre residui d'acido, artificialmente si possono anche formare gli eteri *mono* e *bi-acidi*. Il Berthelot ottenne nei suoi lavori sintetici di cui abbiamo fatto cenno anche questi eteri non saturi.

Artificialmente si possono anche unire alla glicerina degli altri acidi non organici, e difatti si ottengono delle cloridrine, nitrine, jodidrine, fosfatine, ecc. Uno di questi composti costituisce appunto la nitroglicerina, sostanza ora così importante per le sue applicazioni nell'arte della guerra e della ingegneria.

La nitroglicerina è anch'essa un gliceride, è un etere composto; essa è null'altro che la tristearina del grasso di bue, o la trioleina dell'olio d'olivo, nelle quali al posto degli acidi stearico ed oleico si sono sostituiti tre residui di acido nitrico. La nitroglicerina va adunque considerata come una *trinitrina*, e non come un composto di sostituzione nitrica, come da alcuni si è detto erroneamente.

Abbiamo già detto che in natura si trovano delle altre sostanze aventi delle analogie con i corpi grassi saponificabili, coi veri gliceridi. Alcune di queste sostanze si avvicinano ai grassi non solo per i caratteri esterni, ma anche per una certa analogia nell'intima costituzione.

Vogliamo alludere allo *spermaceti* o *bianco di balena*, ed alle *cere*.

Lo spermaceti che si estrae dal lardo o grasso di balena ed altri cetacei è anch'esso saponificabile per l'azione degli alcali; però la sostanza neutra che ne risulta non è più della glicerina, ma un alcoole monoatomico, detto alcoole cetilico, che vi si trova combinato con degli acidi grassi, tra i quali predomina il palmitico (detto primitivamente etalico); l'etere così formato, e che costituisce lo spermaceti, è detto *etale* o *cetina*.

Le cere provengono per la massima parte direttamente dal regno vegetale; alcune poche soltanto, come quelle delle api, sono il prodotto di secrezione di alcuni insetti; esse hanno una composizione più complessa, che però si collega ancora a quella delle sostanze grasse.

La cera delle api, ad esempio, si può scindere in varie sostanze. La *miricina*, che è la predominante, è saponificabile e consta di acido palmitico e di un alcoole detto alcoole *miricico;* vengono in seguito un acido detto acido *ceratico*, ed un'altra materia pure acida detta *ciroleina*.

La cera della Cina, anch'essa prodotta da una specie particolare di imenotteri, consta essa pure in massima parte di una sostanza saponificabile, e cioè scomponibile in un acido, acido *cerotico*, ed in un alcoole, alcoole *cerilico*.

Dobbiamo finalmente ricordare alcune sostanze che si avvicinano ai corpi grassi per una certa somiglianza in alcuni caratteri esteriori, ma che ne sono affatto differenti quanto alla loro costituzione chimica.

Tali sono gli olii di resina, le porzioni meno volatili degli olii minerali, dei prodotti di distillazione del catrame di carbon fossile, e degli schisti bituminosi, e la paraffina. Tutte queste sostanze sono quasi esclusivamente costituite da idrocarburi, ossia composti binarii di idrogeno e carbonio, ma a molecole molto condensate e complesse o, come dicesi anche, elevate: esse sono in gran parte liquide, ma anche talune solide alla temperatura ordinaria, hanno punti elevati di ebollizione, e possono anche decomporsi per l'azione del calore.

La loro analogia coi corpi grassi si riduce al loro aspetto grasso ed untuoso, ad una particolare viscosità o mediocre fluidità che dir si voglia, e per queste proprietà riescono capaci di esser sostituite ai corpi grassi in qualcuna delle loro applicazioni.

I corpi grassi propriamente detti non si trovano che nel regno organico, lo abbiamo già notato, ed esistono e se ne possono trarre tanto dai vegetali quanto dagli animali.

Tempo addietro si credeva che la loro origine o formazione mediante altri principii immediati spettasse esclusivamente al regno vegetale. Le ricerche più recenti di chimica biologica hanno provato che le sostanze grasse possono anche formarsi nell'organismo animale; sono specialmente gli idrati di carbonio che subiscono questa trasformazione. Nelle piante, dopo di essersi formati, si condensano, specialmente in alcune parti: sovrattutto abbondano nei semi, i quali in maggiore o minor proporzione ne contengono sempre, talora in quantità rilevante, come nei semi oleosi di colza, sesamo, arachide, papavero, cotone, lino, ecc.; si trovano molto più raramente nel pericarpo o parte esterna o carnosa dei frutti, ce ne danno però esempio le drupe dell'olivo, le bacche del lauro, i frutti del palmizio, ed alcuni altri; quasi eccezionalmente si riscontrano sostanze grasse in altri organi delle piante: la radice del giunco commestibile ne contiene però una quantità notevole, circa il 28 per 100.

Nel regno animale le sostanze grasse sono prese in gran parte già formate negli alimenti, altre porzioni però vi prendono pure origine: esse sono assorbite con gran facilità dal canale digerente, si addensano e si distribuiscono per l'organismo, subendovi però nuove elaborazioni, probabilmente trasformazioni delle une nelle altre.

Noi troviamo le sostanze grasse negli animali in due stati, o raccolte in cellule particolari, ovali o poliedriche del tessuto adiposo, o sospese sotto forma di goccioletto nei varii liquidi dell'economia, specialmente nel latte dei mammiferi, nel sangue, nella linfa.

Allo stato di tessuto adiposo le troviamo in varie parti del corpo, sotto il tessuto cutaneo, attorno ai muscoli, tra le ossa e nel loro midollo, nelle cavità delle articolazioni, nella cavità orbitale, attorno ai muscoli del cuore, attorno ai reni. Le porzioni cutanee difendono le parti interne dagli urti, e grazie alla loro coibenza dalle variazioni esterne di calore, il tessuto adiposo inoltre serve come deposito di materiale nutritivo, che si consuma specialmente durante le diete ed il lavoro.

L'industria e l'economia domestica traggono utile profitto delle sostanze grasse sì di origine vegetale che

di origine animale. Si ricavano le prime dai semi e da alcuni frutti, le seconde specialmente dai depositi cutanei e muscolari di parecchi animali, che più che altri ne abbondano: pecore, bovini, suini, cetacei, pesci, ed anche dai liquidi di secrezione, come il burro che si estrae dal latte.

Basandosi sul loro stato fisico, si dividono comunemente i corpi grassi in quattro categorie, a seconda della loro maggiore o minore solidità o fluidezza alla temperatura ordinaria.

Diconsi *sevi* i grassi solidi d'origine animale, che non fondono che al disopra di 38° C., tali sono i sevi di montone e di bue.

Grascie e *midolli*, quelli provenienti pure da varie parti di animali, ed i secondi specialmente dalle ossa degli arti dei quadrupedi; sono però più molli dei seghi e fondono a temperature più basse di 15°: tali sono la sugna o grasso di majale, il grasso d'oca, il midollo d'osso di bue, ecc.

I *burri* sono essi pure molli ed oleaginosi; il loro punto di fusione è vario tra 20° e 36°, provengono o dal latte dei mammiferi come il burro comune, o da vegetali come l'olio di palma, il burro di cocco, il burro di cacao.

Finalmente si dicono *olii* quei corpi grassi che sono liquidi alla temperatura ordinaria, e provengono o dai vegetali, come quelli di olivo, sesamo, colza, lino, ecc., od anche da varii animali, quali l'olio di piede di bue, l'olio di balena, di foca, di fegato di merluzzo.

Tutti questi corpi grassi sono costituiti quasi esclusivamente od almeno in gran parte da un piccolo numero di gliceridi, ed i predominanti sono appunto la stearina, la palmitina e l'oleina; variano soltanto i rapporti secondo i quali sono tra loro mescolati. Di questi tre gliceridi i due primi sono solidi ed il terzo è liquido alla temperatura ordinaria; allorquando la stearina e la palmitina hanno il sopravvento sulla oleina si hanno i grassi solidi e duri quali sono i seghi: quando invece predomina l'oleina si hanno i grassi molli, i burri, e gli olii.

A questi tre gliceridi ne vanno però sempre mescolati degli altri, soltanto in minor proporzione. Così in parecchi dei grassi animali si trovano i gliceridi degli acidi butirrico, caprico, caproico, caprilico, come ad esempio nel burro comune.

Negli olii vegetali si trovano misti all'oleina, e talora sostituiti in parte a questa altri gliceridi, così quello dell'acido arachico nell'olio d'arachide, quelli degli acidi linoleico e ricinoleico, rispettivamente negli olii di lino e di ricino.

Conviene ancora di ricordare che i corpi grassi, appunto perchè sono miscele, non hanno mai una costituzione perfettamente costante, neanche per quelli di una medesima denominazione e provenienza.

Così pei grassi animali, l'età, il sesso, l'alimentazione, il clima possono produrre delle variazioni nella composizione; variazioni che si producono pei grassi vegetali a cagione del diverso grado di maturazione, del modo di coltura, dell'esposizione, ecc.

La seguente tabella contiene per alcune specie principali di grassi animali e vegetali il rapporto medio della oleina e della stearina e palmitina, naturalmente eliminate le sostanze azotate che si trovano in tutti i grassi, e così pure i gliceridi degli acidi volatili.

Questa tabella contiene anche i loro punti medii di fusione, e da questo confronto si vedrà come appunto generalmente la predominanza dell'oleina abbassi il punto di fusione, che si eleva col crescere della stearina e palmitina.

SOSTANZA	Composizione		Punto di fusione o di solidificazione
	Stearina e Palmitina	Oleina	
Sego di montone . . .	80	20	+46° C.
Sego di bue	70	30	+38°
Grasso di porco	38	62	+26° a 31°
Burro di vacca	65	35	+36°
Olio di colza	46	54	da +7° a —3°
Olio d'olivo	28	72	+6° a +2°
Olio di mandorle dolci	24	76	—

Malgrado la diversità notevole nella composizione immediata, la composizione elementare dei corpi grassi varia assai poco, come si può rilevare dalle seguenti cifre.

Sostanza	Carbonio	Idrogeno	Ossigeno
Sego di montone	76.61	12.03	11.36
» di bue	76.50	11.90	11.59
Sugna di majale	76.54	11.94	11.52
Olio di fegato di merluzzo	78.11	11.61	10.28
Olio di olivo	76.67	11.95	11.38
» di sesamo bianco. .	77.38	11.59	11.03
» di lino	77.80	11.20	11.80
» di papaveri	76.50	11.20	12.30
» di semi di cotone .	76.50	11.33	12.17
» di palma.	74.99	11.73	13.28

Nei corpi grassi (gliceridi) come pure negli acidi grassi che se ne possono ricavare, si manifesta notevolmente il fatto che il punto di solidificazione non coincide con quello di fusione, esso è sempre più basso di alcuni gradi; durante la solidificazione però la massa si scalda e la sua temperatura si eleva di alcuni gradi senza però raggiungere il punto di fusione.

Così ad esempio il sego di montone fresco fonde a 47°, si solidifica a 36°, e durante la solidificazione la sua temperatura si eleva a 40-41° C. Per altri grassi, ad esempio il burro, queste differenze sono minori.

Generalmente la temperatura di fusione dei corpi grassi si eleva alquanto col loro invecchiare: questo fatto dipende essenzialmente dalla decomposizione parziale di dette sostanze, pel qual fatto parte degli acidi grassi vengono messi in libertà, e questi hanno un punto di fusione più elevato dei gliceridi cui danno origine. Questo fatto si manifesta molto evidentemente nell'olio di palma.

I corpi grassi non sono suscettibili di essere distillati senza decomposizione, ma per l'azione del calore subiscono un'alterazione assai profonda.

Per l'azione del calore si ha la scissione della glicerina dagli acidi grassi, ma entrambi poi danno origine ai loro prodotti di decomposizione. Nel distillato noi troviamo difatti parte degli acidi inalterati, ed alcuni altri che ne derivano, come l'acido sebacico, che proviene dalla decomposizione dell'acido oleico.

Questo prodotto è specialmente caratteristico: è facilmente separabile dalla massa del distillato per la sua solubilità nell'acqua calda, e riconoscibile alle sue reazioni speciali; la sua presenza denota che nel grasso si trovava dell'acido oleico od un oleato.

L'acroleina che caratterizza col suo odore penetrante ed irritante la decomposizione pirogenica delle sostanze grasse deriva essenzialmente dalla scomposizione della glicerina.

Oltre alle sostanze notate, si sviluppano poi degli idrocarburi, dell'acido carbonico, dell'acqua che denotano un grado più avanzato di scomposizione.

La natura o per meglio dire le proporzioni relative dei prodotti della decomposizione per l'azione del calore possono però variare secondo che l'operazione è condotta più o meno lentamente; quando si modera l'azione del calore il distillato contiene più abbondantemente le parti solide cioè gli acidi grassi stearico e palmitico. Questo effetto si può poi sovrattutto raggiungere facendo la distillazione col vapor d'acqua sopra riscaldato che gorgoglia dentro la massa; questa proprietà è oggigiorno industrialmente applicata per ottenere gli acidi grassi solidi destinati alla fabbricazione delle candele steariche.

Oltre ai prodotti che passano, rimane poi sempre nei recipienti distillatorii un residuo scuro, liquido o solido più o meno carbonioso che non possiede più la costituzione nè dei corpi grassi nè dei prodotti di distillazione.

Quando i corpi grassi si scaldano invece rapidamente ad un'alta temperatura, la loro decomposizione è molto più profonda e non se ne ottengono che idrocarburi, acqua, ossido di carbonio ed anidride carbonica, ed un residuo carbonioso. Ciò succede, ad esempio, facendoli passare attraverso ad un tubo incandescente, ed è su questa proprietà che è fondata la loro applicazione all'illuminazione, e ciò si dice tanto per l'olio delle lampade, come per gli acidi grassi concreti delle candele steariche, dove la fiamma è sempre formata dai gas combustibili (idrocarburi) che si sviluppano dalla decomposizione di quelle sostanze per l'azione del calore.

Dai corpi grassi naturali (miscela di parecchi gliceridi) si possono generalmente separare queste varie specie chimiche le une dalle altre, fondandosi sulle loro diverse fusibilità, e specialmente sulle diverse solubilità nell'acoole o nell'etere a freddo od a caldo.

Così dal sego di montone si ricava abbastanza facilmente della stearina purissima con replicate soluzioni nell'etere bollente e successive cristallizzazioni per raffreddamento. L'etere porta via la palmitina e l'oleina, e dopo parecchie operazioni si ottiene della stearina perfettamente pura sotto forma di lamelle bianche, perlacee, senza odore nè sapore, dolci al tatto. Quando è ben purificata il suo punto di fusione diviene costante ed è eguale a 62°.5 C.

Similmente si può ricavare della palmitina dall'olio di palma, e dell'oleina dall'olio di olivo o di mandorle dolci.

A questo scopo si approfitta essenzialmente della diversa temperatura di solidificazione; col raffreddamento si precipita essenzialmente la stearina, dalla quale si separa l'oleina liquida colla pressione. Ripetuti trattamenti di questo genere danno una oleina quasi pura. Si ottiene però un prodotto più puro, operando la separazione mediante saponificazioni frazionate; la stearina e la palmitina si saponificano prima dell'oleina.

Abbiamo già notato che gli acidi grassi hanno un punto di fusione più elevato che i gliceridi loro corrispondenti.

Difatti prendendo ad esame l'acido stearico e palmitico troviamo:

Gliceride	Punto di fusione
Stearina	62°. 5 C.
Palmitina	48° »
Acido grasso	**Punto di fusione**
Acido stearico	70° C.
Acido palmitico	62° »

Anticamente si riteneva che nei corpi grassi esistesse, oltre alla stearina ed all'oleina, un terzo gliceride, cui Chevreul diede il nome di *margarina*. Sembra però oramai positivamente dimostrato che la margarina non esiste nei grassi naturali, e che il corpo al quale si diede questo nome non sia che una miscela di stearina e di palmitina.

Il fatto che maggiormente ci conforta a questa conclusione è che il punto di fusione del così detto acido *margarico* che si può ricavare da questa margarina, è più basso che quello dell'acido palmitico; mentre, avendo esso una molecola più complessa (cioè con più atomi di carbonio) stando alle leggi dei punti di fusione delle sostanze omologhe, e che si verifica per gli altri termini della serie di questi acidi grassi, dovrebbe essere più elevato.

Per contro noi sappiamo che nelle miscele, e questo fatto si verifica anche per altri corpi, come pei metalli delle leghe, il punto di fusione si può abbassare al disotto di quello dei due corpi mescolati che fonde a più bassa temperatura (lega di Arcet, lega di Wood, lega di potassio e sodio), e questo ne sarebbe appunto un caso.

Inoltre mediante il metodo delle precipitazioni frazionate coi sali di piombo e di magnesia si riuscì ad estrarre dal supposto acido margarico gli acidi stearico e palmitico; cosa che non si sarebbe potuta ottenere qualora si avesse avuto a fare con una sola specie chimica e non con una miscela.

Si è però potuto ottenere artificialmente un vero acido margarico pel quale il punto di fusione rientra normalmente nella legge citata: ma per noi l'importante è di ritenere che esso non si trova quale componente dei grassi naturali.

Degli acidi grassi alcuni sono fissi, altri volatili. I primi sono quasi tutti solidi alla temperatura ordinaria, tranne l'oleico; quelli volatili sono invece tutti liquidi.

Gli acidi grassi solidi sono suscettibili di cristallizzazione, generalmente però la loro cristallizzazione è confusa, allo stato di minute pagliette intricantisi tra loro, da cui proviene il loro splendore perlaceo.

Gli acidi grassi fissi quando sono ben purificati sono quasi inodori, mentre invece hanno odore più o meno acuto quelli volatili, e sono essi che messi in libertà danno odore alle sostanze grasse, quando irrancidiscono.

I primi sono quasi tutti completamente insolubili nell'acqua, dove si sciolgono abbastanza facilmente i secondi.

Gli acidi volatili, come l'indica la loro denominazione, sono suscettibili di venir distillati anche sotto la pressione ordinaria, mentre per distillare quelli fissi bisogna operare nel vuoto o entro a corrente di vapor d'acqua, ed ancora si ha sempre una porzione decomposta, come già si è notato.

Agli acidi fissi vanno ascritti gli acidi stearico, palmitico ed oleico già nominati, ai volatili invece il butirrico, valerico, caprico, caproico, ecc.

Questi acidi volatili sono caratteristici per il profumo dei loro eteri (combinazioni cogli alcooli) ed alcuni di questi (etere butirrico, od essenza di ananasso) sono preparati artificialmente per l'uso della confettureria.

Le sostanze grasse hanno non solo una grande importanza fisiologica tanto negli organismi vegetali, quanto in quelli animali, ma prestano all'uomo utilissimi servigi per le molteplici applicazioni di cui sono capaci.

Moltissime sostanze grasse vengono consumate quali sostanze alimentari, o direttamente o quale condimento, come i grassi di bue e di montone, la sugna; il burro estratto dal latte di vacca; gli olii vegetali: specialmente quelli d'olivo, di sesamo, di arachide.

Quantità ingenti di sostanze grasse sono poi consumate nella illuminazione, o direttamente quali gli olii vegetali, tra i quali oltre i predetti si possono ricordare quelli di noce, di canapa, di colza, ed i grassi concreti nelle candele di sevo, ovvero indirettamente servendo all'estrazione degli acidi grassi per la fabbricazione delle candele steariche.

A questo scopo servono specialmente i sevi di montone e di bue, ricchissimi in stearina, e l'olio di palma; però, grazie alla conversione possibile dell'oleina in elaidina (leggi palmitina), mediante il biossido di nitrogeno e l'acido nitroso, potranno forse concorrere a questa industria i grassi liquidi, e già su questi si sono fatte prove nel campo della pratica industriale.

Dobbiamo anzi aggiungere che in oggi si eseguisce industrialmente la conversione dell'acido oleico in palmitico, mediante l'azione della potassa ed anche della soda sotto pressione ad alta temperatura.

Ricordiamo che l'industria delle candele steariche dà poi sussidiariamente origine a due altre, quella della glicerina e quella dei saponi. Questa però, grazie alla sua importanza, vive anche da sè indipendentemente dall'altra.

La glicerina che si estrae dai corpi grassi, altre volte di ben poche applicazioni, viene ora accuratamente raccolta per destinarla specialmente alla fabbricazione del suo derivato la nitroglicerina, e quindi della dinamite ed altri prodotti congeneri.

L'oleina che rimane quale altro residuo dalla decomposizione dei grassi concreti nelle fabbriche di candele steariche viene adoperata nella confezione dei saponi: a quest'uso però, come abbiamo notato, si destinano pure quantità ingenti di olii, quali quelli di olivo, sesamo, arachide e colza.

Gli olii seccativi, quali quelli di lino, di noce, ed i loro surrogati: olii di canapa, di papavero, ecc., sono adoperati ad impastare colori per la pittura, od a fare vernici.

Le sostanze grasse trovano pure importante applicazione nella lavorazione delle pelli a fine di renderle più soffici, plastiche, impermeabili all'umidità. A questo scopo possono servire talora i grassi solidi, quali il sevo, specialmente per le concie bianche od *in alluda*, mentre per le pelli lavorate con altri metodi si adoperano più specialmente i grassi liquidi, e vi si destinano di preferenza gli olii di pesce.

Vengono pure consumate quantità considerevoli di sostanze grasse per l'uso della lubrificazione o ingrassamento delle macchine e loro parti.

Finalmente alcune sostanze grasse hanno applicazioni terapeutiche, quali l'olio di ricino, e quello di fegato di merluzzo.

Di tutte queste applicazioni, di cui sarebbe impossibile tenere qui parola, all'infuori della breve sommaria rivista fattane, si è dato e si darà ampio svolgimento in appositi capitoli della presente *Enciclopedia*, qui pertanto ci riserviamo di trattare soltanto di una di esse, quella cioè della lubrificazione.

Dal fin qui detto si può pertanto arguire della grandissima importanza delle sostanze grasse. La loro produzione occupa svariatissime classi di persone, l'agricoltore, lo zootecnico, il pescatore; i loro prodotti poi ci servono in svariatissimi modi, come alimento, come sorgente di luce, all'igiene, al libero movimento delle ruote dei carri e delle vetture delle vie ferrate, ecc.

Ricordiamo ancora che le sostanze grasse nel loro duplice ufficio della preparazione delle candele steariche e dei saponi si connettono direttamente con i due massimi prodotti della grande industria chimica: l'acido solforico e la soda, la cui produzione si volle, e forse a ragione, considerare quale misura della civiltà odierna di un popolo.

Tra le molte applicazioni adunque, cui possono servire le sostanze grasse, una assai importante e che ne consuma delle quantità ingenti è quella della lubrificazione.

Il lubrificare, o, come dicesi comunemente, l'ingrassare le parti delle macchine che soffrono attriti, gli assi ed i cuscinetti dei veicoli è un argomento importantissimo nella pratica. Mentre coll'uso di lubrificanti si diminuiscono gli attriti e quindi si possono ottenere dei preziosi risparmi di forza, si ottiene anche un secondo scopo, cioè il ritardo nel deterioramento degli ordigni, ossia una maggiore conservazione di essi. Evidentemente al giorno d'oggi che le industrie hanno preso un immenso e multiforme sviluppo, che la terra è in ogni parte tracciata da linee ferroviarie, dove scorrono continuamente un numero grandissimo di locomotive e di vetture, ed i mari sono solcati da piroscafi dalle macchine potenti, la quistione dell'ingrassamento delle svariate parti di tanti meccanismi si va facendo sempre più grave, ed è fatta perciò continuamente oggetto di nuovi studii e ricerche onde perfezionarlo e renderlo più proficuo.

Difatti, aumentando il bisogno di questa applicazione, crebbe anzitutto la ricerca delle sostanze che potevano servire a questo scopo: si rintracciarono pertanto altri materiali capaci di sostituire e succedere agli olii ed ai grassi solidi vegetali ed animali, che da tempo remoto erano stati adoperati per questo ufficio; in secondo luogo poi, si dovette pensare al modo di trarne il maggior profitto, non solo consumandone il minimo possibile, ma di più e sovrattutto col scegliere opportunamente i lubrificanti più adatti ai varii casi, e col variare il modo di metterli in opera, si ebbe cura di ottenere i due effetti sopramentovati, cioè la massima diminuzione di attrito, unita al minimo consumo degli ordigni.

Se consideriamo il fenomeno che succede quando si interpone tra due superficie, che a cagione del loro reciproco movimento debbono confricarsi una contro l'altra, una sostanza lubrificante, noi vediamo che il suo primo effetto è quello di impedire la perfetta adesione di queste superficie e perciò di menomare la resistenza che le loro asperità col reciproco impigliarsi potrebbero opporre al movimento. Tuttavia questo solo fatto non sarebbe sufficiente a spiegare il suo benefico effetto, qualora si supponesse che la sostanza interposta tra le due superficie rimanesse immobile e non prendesse parte al movimento, ovvero ne avesse un altro diverso o contrario.

È quindi probabilmente più conforme al vero il supporre che le particelle interposte ricevano dalle due superficie sfregantisi una comunicazione di moto, la quale essendo di senso diverso ai punti di contatto colle due superficie, le obbligherà a rotare tra queste superficie stesse, funzionando così come una serie di minutissimi rulli occupanti lo spazio interposto tra di esse.

È da questa conversione, così operata, dell'attrito di sfregamento in attrito di rotazione, che secondo E. Gérardin si produce la diminuzione dell'attrito. Ad ottenere questo effetto è anzitutto necessario che le sostanze adoperate a lubrificare abbiano unita ad una certa fluidità eziandio una certa consistenza. Se la prima di queste due qualità mancasse od avesse un grado troppo basso, è evidente che la comunicazione di moto ora accennata sarebbe troppo difficile e quindi piccolo il benefizio che se ne otterrebbe; se poi il liquido interposto fosse troppo fluido e mancasse di consistenza, ne avverrebbe anzitutto che in massima parte sarebbe scacciato fuori,

e le due superficie tornerebbero ad aderire tra di loro, oltrechè lo spessore delle particelle interposte sarebbe troppo piccolo per potere utilmente servire col loro moto rotatorio a diminuire sensibilmente l'attrito di sfregamento. È per questo fatto che l'acqua di per sè sola, oltre ad altre circostanze che apprezzeremo meglio in seguito, è un cattivo lubrificante, ed in ogni caso serve molto meno bene e meno generalmente degli olii e sostanze simili.

Pertanto i due caratteri della fluidità e della consistenza andranno tenuti in gran conto nell'esame delle sostanze lubrificative.

Ma oltre al fenomeno meccanico ora accennato, la presenza di un lubrificante ne produce un altro che diremo fisico-chimico, ed è quello di rendere perfettamente terse le superficie, facendo sparire le loro asperità, e sovrattutto l'ossidazione di dette parti. Ma perchè questo fenomeno produca tutto il suo effetto senza riuscire d'altra parte nocivo, bisogna che il lubrificante possegga i seguenti altri caratteri.

Anzitutto che sia capace di sciogliere le particelle asportate dalle superficie di sfregamento, per modo da non produrre deposito solido che alla fine verrebbe ad opporsi al libero scorrimento; in secondo luogo non deve esercitare per se stesso un'azione corrosiva sulle parti colle quali è a contatto, perchè questo produrrebbe il loro pronto deterioramento e consumo.

Finalmente, là dove specialmente vi sono movimenti molto rapidi, scopo della lubrificazione è anche quello di impedire il troppo forte riscaldamento delle superficie a contatto in causa dell'attrito, e questo si otterrà dando al lubrificante condizioni tali da dover sottrarre del calore alle superficie stesse.

Dei due fenomeni accennati, quello meccanico è quello che più costantemente interviene, specialmente nell'attrito di strisciamento, è però certo che essi vanno quasi sempre congiunti in vario rapporto, ed entra pure sovente in gioco la necessità del raffreddamento delle superficie, ora accennato; è quindi della massima importanza studiarne la loro azione nei varii casi per vedere quali siano i mezzi più opportuni per la lubrificazione, determinando d'altra parte quali sostanze siano più acconce ed in quali condizioni, per le diverse applicazioni.

A questo proposito la pratica ha dimostrato, come del resto era abbastanza facile prevedere, che là dove entra soltanto in gioco l'attrito di strisciamento, come ad esempio nei cilindri della macchina a vapore ed in molte altre parti di macchine, nella filatura ed altri casi, i lubrificanti più adatti sono i liquidi; là dove invece si hanno movimenti di rotazione rapidissimi che potrebbero dar luogo ad un grande svolgimento di calore si addicono più particolarmente e quasi esclusivamente quelli solidi, perchè questi nel fondere possono assorbire notevole quantità di calore e così impedire l'eccessivo riscaldamento, che porterebbe seco il rapido deterioramento delle parti riscaldate ed anche pericoli più gravi, come incendii, ecc., e di questo caso ne abbiamo la principale applicazione negli assi delle vetture ferroviarie.

Le sostanze che possono servire, e vennero difatto nella pratica sperimentate ed adoperate come lubrificanti sono moltissime e di natura ben diversa; quelle usate da maggior tempo sono senza dubbio le sostanze grasse propriamente dette. Però la loro ricerca sempre crescente ed anche altre speciali circostanze di maggiore opportunità e convenienza, hanno indotto i meccanici e gli industriali a ricorrere ad altre materie, e pertanto noi abbiamo dei lubrificanti provenienti dai tre regni della natura.

Per le ragioni esposte poco sopra abbiamo anzitutto due grandi classi di lubrificanti: i liquidi ed i solidi. Si possono ascrivere alla prima categoria: l'acqua, gli olii vegetali, come quelli d'olivo, e di colza; quelli animali, come gli olii di piede di bue, di pesce, di balena; quelli minerali che si ritraggono dalla distillazione del catrame, del petrolio, ecc. Alla seconda categoria appartengono invece le varie qualità di sevo, la sugna, lo spermaceti, l'olio di palma, il sapone, cui vanno aggiunte le polveri di grafite, e di talco, e finalmente molte miscele più o meno complesse, formate di grassi, acqua, resine, soda, minio, cerussa, ecc. ecc., come meglio vedremo in seguito.

Tutti i materiali ora accennati vennero provati o puri, ovvero tra loro in varia guisa mescolati; alcuni di essi si dovettero assolutamente rigettare; altri, accolti in principio con entusiasmo, caddero presto in disuso, forse perchè male apprezzati probabilmente in seguito al modo poco acconcio di metterli in opera, o meglio di prepararli; ora poi sono caldamente propugnati da alcuni, e combattuti ancora da altri, e tali sono i prodotti di distillazione del catrame e gli olii pesanti di petrolio.

I coefficienti che debbono guidare alla scelta di un lubrificante, oltre al prezzo, sono: 1° il loro coefficiente di sfregamento, cui corrisponde il potere ingrassante e quindi la diminuzione di attrito; 2° la loro facoltà refrigerante, ossia il grado diverso con cui si oppongono al riscaldamento degli ordigni in azione; 3° la durata per la quale sono capaci di conservarsi atti a servire, ed inoltre il modo più o meno regolare col quale conservano queste proprietà durante questo tempo; 4° l'importanza dei depositi solidi o morchie che sono capaci di dare; 5° finalmente il vario modo ed intensità della azione mordente sopra gli ordigni coi quali sono a contatto, specialmente sulle parti metalliche, a cagione della loro acidità od anche della loro tendenza ad acidificarsi o per l'azione dell'ossigeno dell'aria o di altri agenti.

Allo studio di questi coefficienti serve anzitutto la chimica con un attento esame delle proprietà dei varii lubrificanti; ad essa si aggiunge poi l'esperimento comparativo fatto con appositi meccanismi, i quali possono darci sperimentalmente alcuni dei coefficienti notati o per meglio dire i rapporti tra quelli di varie sostanze poste a raffronto.

Conviene però confessare che anche qui, come in molte altre cose, il migliore criterio ci viene pur sempre dalla pratica; molte sostanze che dai loro caratteri o dai risultati di esperienze in piccolo sembravano molto appropriati a questo scopo vennero poi in pratica dimostrate poco utili, e successe anche il contrario.

Tuttavia i saggi sperimentali tanto per via chimica, quanto coi congegni di cui terremo in seguito parola, non andranno mai trascurati; è certo che, mentre essi ci daranno il mezzo di verificare se un dato lubrificante, somministrato dietro a speciale contratto, si mantiene sempre della stessa qualità, ci potranno anche porgere criteri utilissimi per una prima scelta tra varie sostanze di questa natura, e per coordinare e dirigere le prove pratiche che si vorranno fare in seguito.

Olii grassi vegetali ed animali. — Mentre ci riserviamo di parlare più diffusamente di queste sostanze, della loro produzione e di altre molteplici loro applicazioni all'articolo Olii di questa *Enciclopedia*, diremo qui brevemente ciò che maggiormente interessa per questa speciale destinazione.

Degli olii grassi di origine vegetale ed animale malgrado se ne conoscano di moltissime qualità e provenienze, sono pochi quelli che possono utilmente venir destinati alla lubrificazione. La principale divisione che

ne vien fatta dai tecnici è quella di olii *seccativi* e *non seccativi*. Appartengono alla prima categoria quelli che hanno una speciale disposizione ad inspessirsi e finalmente a disseccarsi più o meno rapidamente a contatto dell'aria, e ciò in forza di un rapido assorbimento di ossigeno, che vien dimostrato da un aumento di peso. Si possono annoverare tra questi gli olii di lino, papavero, canapa, noce, ecc. Per contro gli olii di olivo, colza, piede di bue, di sesamo, cotone, ecc., che sono detti non seccativi, non posseggono, od almeno in grado minimo, questa proprietà, e perciò conservano per un tempo molto più lungo la loro fluidità anche quando vengono a contatto dell'aria.

Va però notato che una divisione assoluta non si può fare, ma che le due qualità vanno man mano variando per la lunga serie degli olii, e per rapporto a questo fatto si potrebbero ordinare in modo da avere da una parte l'olio d'olivo che è quello realmente meno seccativo, e dall'altra l'olio di lino che è quello che gode questa proprietà in più alto grado.

È evidente che tutti gli olii seccativi non possono venire adoperati nella lubrificazione; coll'ispessirsi non solo diventano meno fluidi e perciò cresce il loro coefficiente di sfregamento, ma arriva anche un punto in cui la loro viscosità si fa tale da riescire d'inciampo anzichè di giovamento al movimento degli ordigni.

Anche tra quelli non seccativi si dovranno naturalmente prescegliere quelli soltanto che si possono realmente dir tali, e che cioè conservano la loro fluidità per un tempo più lungo.

Ne segue che di tutti gli olii grassi, quelli che possono venir adoperati con vantaggio come lubrificanti, si riducono agli olii di olivo, di colza, di piede di bue, di balena, di pesce, di sesamo, arachide, cotone, ecc.

L'olio d'olivo proviene dalle drupe dell'*olea europæa* (gelsominea J.), coltivata su larga scala specialmente in tutta l'Europa meridionale, Asia Minore, e le coste mediterranee dell'Africa. Dalla operazione di estrazione dell'olio si ottengono prodotti assai diversi dipendenti da varie cause: la maturità e la bontà dei frutti, l'epoca del raccolto, il modo di estrazione, se con semplice pressione, oppure con aggiunta di acqua fredda o calda, di acidi, o se mediante i solventi dei grassi, quale il solfuro di carbonio.

Abbiamo così: 1° l'*olio sopraffino* detto anche *vergine*, ottenuto dalla sola pressione della polpa senza schiacciare i noccioli; questa qualità più pregiata è adoperata soltanto nell'alimentazione ed un po' nella orologieria. 2° L'*olio ordinario* che deriva dallo schiacciamento e compressione delle olive tali quali o mescolate dopo un primo schiacciamento a dell'acqua calda; vi si aggiunge anche il prodotto di una seconda pressione fatta sui pannelli mediante aggiunta d'acqua bollente quando la prima pressione si è fatta sulle olive sole; queste qualità anch'esse più o meno stimate sono consumate nell'economia domestica. 3° L'*olio da bruciare o lampante*, che consiste essenzialmente in olii ordinarii fatti con olive di qualità scadente, più torbidi, e che perciò richiedono di essere lasciati chiarificare mediante un più o meno lungo riposo. Questa qualità, oltre che all'illuminazione, viene adoperata nelle fabbriche di saponi fini, ed è quella specialmente adoperata come lubrificante. Vengono ancora in seguito: 4° *Olio di sansa*, prodotto da una ripresa e terza pressione dei residui della fabbricazione dell'olio ordinario, e adoperato alla fabbricazione dei saponi duri. 5° *Olio di inferno*, ottenuto dalle acque di fabbricazione delle qualità ordinarie lasciate a riposo lungo tempo in profonde e grandi cisterne detti inferni, dove l'olio viene a galleggiare. A queste qualità e denominazioni principali se ne aggiungono alcune altre nella pratica, ma qui non è il caso di occuparcene.

Alle varie qualità corrispondono caratteri diversi. Mentre gli olii fini ed ordinarii sono giallognoli o giallocarichi od appena leggermente verdognoli, quelli di sansa, di inferno ed anche i lampanti sono più carichi di colore e tendenti al verde fino al verde carico. La densità varia tra 0.9145 e 0.9180 circa a + 15° C., in generale le qualità più fine sono quelle anche che hanno una minor densità. Il punto di congelazione varia tra + 2° e + 4°: ma già a temperatura di qualche grado più elevata incomincia a deporsi della stearina.

Nella lubrificazione viene anche adoperato l'olio di colza estratto dai minuti semi della (*brassica campestris*) o *B. præcox* (Crucifere). L'olio di colza è colorato intensamente in giallo, è assai vischioso e dotato di un odore marcato alquanto acre e caratteristico. La sua densità varia tra 0.9130 e 0.9150 a + 15° C.; non si solidifica prima di — 5° a — 6° C. Esso viene adoperato nell'illuminazione, nella fabbricazione dei saponi e come lubrificante.

L'olio di sesamo viene estratto dai semi del *Sesamum orientale* (Bignoniacee) proveniente dalle Indie, da Smirne, dall'Egitto. Questa qualità si prepara oggidì su vasta scala, e se ne fanno varie pressioni: da due a tre. Le prime qualità sono in gran parte consumate nell'alimentazione, mescolandole all'olio d'olivo; le qualità scadenti vengono adoperate nell'illuminazione, fabbriche di saponi e come lubrificanti.

L'olio di sesamo è di color giallo chiaro, senza odore, di sapore dolciastro. La sua densità a 15° C. è di circa 0.9200 a 0.9220; non si solidifica completamente che a — 5°, ma anche parecchi gradi sopra zero incomincia ad intorbidarsi e a dare un abbondante deposito di stearina.

Il frutto dell'*arachis hypogœa* ci somministra l'olio di arachide, e ci proviene dall'India, dall'Africa, dalla Spagna ed altre regioni dove produce benissimo. Anche in Italia vi è coltivata con profitto in varie località. Quest'olio trova anch'esso applicazioni simili al precedente, le qualità più fine venendo consumate nell'alimentazione, nella profumeria ed in prodotti farmaceutici, le più ordinarie nella saponeria, e lubrificazione. Esso è pochissimo colorato, ha un odore leggermente terreo, sapore che si accosta a quello delle leguminose; la sua densità di circa 0.9160 a + 15° è prossima a quella dell'olio d'olivo, a — 3° è perfettamente solidificato ed anche al di sopra di zero forma deposito e talvolta si solidifica completamente.

Ricorderemo ancora tra gli olii vegetali quello di semi di cotone, *gossypium usitatissimum*. Questa qualità viene presentemente mescolata assai soventi alle altre qualità sopra mentovate, a cagione del suo bassissimo prezzo, derivando esso dall'utilizzazione di un residuo di una importantissima ed estesissima industria.

L'olio di cotone appena estratto è rosso-bruno e di densità eguale a circa 0.9300. Mediante la raffinazione si riduce ad avere un colore giallognolo simile a quello d'olivo. Così raffinato è quasi senza odore e di sapore simile a quello d'olivo, e viene perciò mescolato anche a quella qualità destinata ad uso alimentare. La sua densità si riduce a 0.9230—0.9240 a + 15°, e si solidifica verso 0°, abbandonando però anch'esso dei cristalli di stearina ad una temperatura alquanto superiore.

Oltre che all'alimentazione si destina esso pure alla illuminazione, fabbricazione di saponi, lubrificazione, ecc., mescolato, soventi fraudolentemente, agli altri olii.

Ricorderemo tra gli olii animali i seguenti:

L'*olio di piede di bue* ed anche quello di *piede di mon-*

tone si estraggono dai piedi di questi animali facendoli bollire con acqua dopo di averli spogliati della carne, dei tendini e dei nervi: il grasso messo in libertà viene a galleggiare e si raccoglie. Ben purificati sono giallognoli, se no, colorati più o meno intensamente; hanno poco odore tendente a quello del sego. La loro densità varia tra 0.916 a 0.918 a + 15°, non si solidificano che a parecchi gradi sotto zero, ed irrancidiscono difficilmente. Sono generalmente assai stimati come lubrificanti.

A questi è analogo l'*olio di piede di cavallo*, ottenuto nello stesso modo dai piedi di questo animale. È alquanto più scuro di tinta e meno stimato dei precedenti.

L'*olio di balena* si ottiene fondendo il lardo che avvolge le membrane del cervello della balena e di altri cetacei, e che si trova pure in quasi tutte le altre regioni del loro corpo tra la carne e la pelle. Dopo filtrazione è trasparente, di colore giallo a giallo-rossastro, di odore forte e sgradevole.

Quello di balena ordinario ha la densità di circa 0.923 a + 15° C., quello di delfino circa 0.920, di foca 0.924 di cascialotto 0.884. Tutti questi olii non si solidificano prima di 0°, ma a qualche grado sopra zero depongono già una materia bianca cristallina che è della cetina, o sostanze analoghe a questa: focenina, ecc.

Questi olii, oltre che all'estrazione dello spermaceti, di cui si fa uso nella fabbricazione delle candele e nella lubrificazione, sono adoperati ad ingrassare le pelli e come lubrificanti.

Dal fegato ed anche da altre parti di alcuni pesci, come il *merluzzo* e la *razza*, si estraggono mediante la macerazione e la successiva pressione delle quantità importanti di sostanza oleosa detta comunemente *olio di fegato di merluzzo o di razza*. Se ne conoscono di varie qualità che hanno colore variabile tra il giallo ed il bruno-scuro quasi nero, e le densità comprese tra 0.923 a 0.930 a + 15° C. Trovano la loro applicazione in medicina, nella concia delle pelli e come lubrificanti.

Sotto il nome generico di *olio di pesce* si trovano in commercio altre qualità d'olio ricavate da pesci minuti ed abbondantissimi, quali *acciughe* e *sardine*, che si fanno bollire con acqua finchè vadano in poltiglia ed il grasso venga a galla per esser raccolto. Pei suoi caratteri si avvicina ai precedenti e come essi serve nella scamosciatura delle pelli, nella carrozzeria, ecc.

GRASSI SOLIDI VEGETALI ED ANIMALI. — Oltre agli olii grassi, la lubrificazione trae anche partito dei grassi solidi: questi hanno anzi applicazioni speciali. Passeremo pertanto qui in rivista i principali di essi, ed i più adoperati a questo scopo, rimandando però il lettore all'articolo SEVO per maggiori dettagli sulla loro produzione ed altre loro applicazioni.

Occupano il primo posto le varie qualità di *sego*, comprendendo sotto questo nome i grassi estratti dal corpo dei ruminanti dopo di averli macellati. La natura degli animali dai quali si estrae il sego ha una grande influenza sulla sua composizione e sulle sue proprietà, e possono ancora produrre notevoli differenze l'età, il sesso, l'alimentazione, il clima.

Delle due principali qualità è più pregiato quello di *montone* che quello di *bue*, distinguendo in modo generico col primo nome quello proveniente da animali a lana, e col secondo quello degli animali a corna. Questa divisione è soprattutto importante nella fabbricazione di candele, massime le steariche, perchè la prima qualità dà un maggior rendimento di acidi grassi solidi. In commercio si trovano però soventi le due qualità mescolate fondendole assieme.

Entrambe le qualità sono bianche o leggermente giallognole; quello di montone è però di un bianco più puro. Quando sono freschi sono quasi inodori, e di sapore dolce, ontuoso; all'aria però acquistano prontamente un leggiero odore e quindi irrancidiscono. Il sevo di montone contiene su cento parti circa 80 di stearina e 20 di oleina, quello di bue circa i tre quarti di stearina ed un quarto di oleina.

Quando vengono fusi e quindi lasciati raffreddare si consolidano: quello di montone a circa 40° salendo poi la temperatura a circa 41°, quello di bue si solidifica a 37° e la temperatura sale a 38°.

Il grasso degli animali suini prende il nome di *sugna* e si estrae specialmente dal tessuto adiposo che ne avvolge gli intestini. Questo grasso è molto più ricco in oleina, di cui contiene circa il 62 per cento, e soltanto 38 di stearina. Il suo punto di fusione è più basso di quello del sego, e varia, secondo le qualità, tra 26° e 31° C.: anche qui la temperatura cresce un poco al momento della completa solidificazione. La densità è di circa 0.938 a + 15°.

La sugna è bianca e lievemente giallognola quando è fresca, è molle alla temperatura ordinaria; ed ha odore non sgradevole. Lasciata per lungo tempo all'aria diventa gialla e rancida, acquista un odore forte e reazione acida.

Aggiungiamo a queste specie principali il *grasso di ossa* ed il *grasso di midollo di bue*, e finalmente il *grasso verde* che si ottiene specialmente nei grandi stabilimenti pubblici quale residuo, ed è costituito da una miscela di varii grassi.

Il *bianco di balena* o *spermaceti* si estrae dagli olii di balena, di cascialotto, di dugongo, dai quali si depone pel raffreddamento sotto forma di materia bianca, traslucida, dolce ed untuosa al tatto, insipida ed inodora.

Lo spermaceti è fusibile a circa 45° C. e la sua densità a 15° è di 0.943; è solubilissimo nell'etere e nell'alcoole bollenti, dai quali si depone in gran parte col raffreddamento. Esposto all'aria ingiallisce e prende odore di rancido. Abbiamo già notato il suo modo particolare di saponificarsi.

Tra i grassi vegetali concreti ve ne sono parecchi assai importanti, e derivano dai frutti, bacche, drupe o mandorle di alberi od arbusti dei paesi caldi, specialmente della zona torrida, o di quelle temperate che vi si accostano. Abbiamo già ricordato che tra i prodotti di questa natura vi sono molte qualità di cera, ma vi sono pure parecchi veri gliceridi, detti burri od olii.

Il più importante per la sua produzione e per le applicazioni di cui è capace è l'*olio di palma* che viene estratto dai frutti di una palma comunissima alla Guinea ed al Senegal, detta *elais guineensis*.

Questo grasso ha la consistenza del burro alla temperatura ordinaria, è di colore giallo aranciato, ha un odore grato che si accosta al profumo delle viole, ed il sapore prima dolce poi piccante. All'aria l'olio di palma irrancidisce facilmente, e durante l'irrancidimento si scolorisce. Quando è fresco il suo punto di fusione è a circa 27°—29° C. Col tempo però il punto di fusione cresce in seguito all'irrancidimento che mette degli acidi in libertà; allora può elevarsi anche a 36° o 37° C.

L'olio di palma oltre alla palmitina contiene anche dell'oleina e un'abbastanza notevole quantità di sostanze straniere specialmente albuminoidi, le quali agendo come fermento sono la causa del pronto irrancidimento, in causa del quale nell'olio di palma, quale giunge tra noi, si trovano sempre degli acidi grassi liberi e della glicerina libera.

Possiamo ancora ricordare il *burro di cocco*, estratto dalle mandorle del *coccus nucifera*, che proviene spe-

cialmente dal Brasile; la sua importanza è però minore di quella dell'olio di palma.

Olii di resina. — Dalla distillazione secca delle resine tra gli altri prodotti si ottengono anche porzioni assai rilevanti di sostanze che hanno consistenza oleosa e che possono perciò venir adoperate nella lubrificazione, e ad altri usi.

Gli olii di resina ci provengono specialmente dall'America. La resina adoperata nella preparazione di questi olii è quella che si trova in commercio sotto il nome di *colofonia*, e che è il residuo di una parziale e primitiva distillazione delle resine naturali derivate dalle principali specie di *terebintacee*, distillazione che si fa per ottenerne l'essenza od olio di terebentina.

A fine di avere la colofonia si interrompe adunque questa primitiva distillazione delle resine dopochè se ne è estratto una certa porzione di essenza, porzione che per ogni qualità è determinata dalla pratica. Allora si si apre un apposito rubinetto che sta in basso della caldaja, se ne fa scolare la massa, che lasciata raffreddare costituisce la colofonia brutta. Per purificarla generalmente si fa fondere ancora una volta alla più bassa temperatura possibile, e la massa fusa si filtra attraverso un setaccio fino. La massa ancora fusa si versa direttamente nei recipienti di legno nei quali viene spedita via, così dopo la solidificazione si ha la colofonia del commercio. Essa costituisce una massa trasparente, di splendore vitreo, a rottura concoide, di color variante dal giallo al bruno: a freddo è abbastanza dura e friabile, ma col riscaldamento si fa molle e viscosa, e finalmente a temperatura di circa 130° C. si fonde in un liquido giallognolo.

In commercio se ne distinguono specialmente due qualità, l'americana e la francese. Quest'ultima è caratterizzata dal suo colore giallo chiaro e dalla sua purezza; le americane sono per contro quasi sempre di colore bruno scuro. Ma per molti usi, e specialmente per estrarne l'olio di resina le qualità francesi non hanno importanza. Il mercato europeo della colofonia si fa specialmente a Londra ed Amburgo. Il suo prezzo è soggetto a notevoli oscillazioni, e si sollevò di molto all'epoca ed in seguito della guerra d'America, come pure quello degli olii che ne derivano. Ora però sono nuovamente scemati, ed il quintale vale ad Amburgo da 9 a 10 marchi.

Molte sono le applicazioni della colofonia, ricorderemo soltanto che si adopera nella fabbricazione di molte specie di lacche, ed entra di fatto come uno degli ingredienti della ceralacca da sigillare; si adopera pure e specialmente nella confezione delle peci e particolarmente di quella colla quale si intonacano i vasi per la conservazione della birra per premunirla dall'azione delle muffe, dei funghi della fermentazione, che potrebbero guastarla. Tutti ricordano poi che la colofonia è adoperata dai violinisti per strofinare l'archetto.

La principale applicazione, e quella che per ora maggiormente ci interessa, è quella della preparazione degli olii di resina, che servono come lubrificanti ed anche come surrogati dell'olio di lino.

Abbiamo già detto che l'olio di resina si ottiene dalla distillazione secca della colofonia. Questa distillazione si compie entro caldaja di ferro, che porta un capitello di rame, ed è unito ad un serpentino similmente di rame. La caldaja si riempie con resine americane delle qualità più scadenti, ma soltanto fino ai $^3/_4$ per evitare il riversamento della massa. Chiuso l'apparecchio, si comincia a riscaldare lentamente. Dopo poco tempo incomincia a distillare un liquido giallo, di odore penetrante, mescolato con acqua; nello stesso tempo si svolge una notevole quantità di gas infiammabile, il quale o si lascia sperdere nell'aria mediante apposita apertura praticata nella cupola della caldaja, ovvero, meglio ancora, si raccoglie in apposito gasometro, e viene in seguito adoperato all'illuminazione interna della fabbrica.

Il liquido che si estrae durante questo periodo riesce sufficientemente purificato, allorquando è separato dall'acqua, esso costituisce un'essenza e porta il nome di *pinolina* e serve quale materiale per l'illuminazione, o come surrogato dell'essenza di terebentina. Dopo alcune ore la distillazione dell'essenza ha termine, ed allora incomincia a passare un olio spesso, biancastro, fluorescente, che costituisce l'olio di resina propriamente detto, che si raccoglie in appositi vasi. Da 100 parti di colofonia si ottengono circa 5 parti di pinolina, 70 di olio di resina, 10 di residuo e 15 tra gas ed acqua.

L'olio di resina così ottenuto contiene però ancora delle notevoli quantità di colofonia che non si è decomposta, ha un odore poco gradito simile a quello del catrame del legno, ed inoltre è in alto grado fluorescente in tinta bluastra. Esso viene però generalmente adoperato tale quale sia nella lubrificazione, sia negli altri diversi usi cui è destinato.

In alcune fabbriche si purificano per rettificazione. L'operazione, che si compie in apparecchi identici ai primi, va condotta molto lentamente. Si ha però una perdita del 6 all'8 per cento.

Accenneremo ancora qui al seguente metodo proposto da W. Kelbe di Karlsruhe, non è molto tempo, allo scopo di purificare questi olii, specialmente dalla resina che ancora contengono, ed anche per eliminare gli altri inconvenienti sopra mentovati. Il metodo è basato sul principio che la soda caustica è capace di saponificare la colofonia, ed in tal modo convertirla in un prodotto solubile nell'acqua, e che quindi si può esportare mediante lavature. Un leggiero eccesso di soda serve a saturare il fenolo che si è prodotto nella distillazione secca.

Gli altri componenti facilmente volatili che unitamente al fenolo danno all'olio grezzo il suo cattivo odore, vengono eliminati per evaporazione, mediante un prolungato e moderato riscaldamento dell'olio lavato, e finalmente per l'azione ossidante dell'aria viene distrutta la materia che produce la fluorescenza.

L'olio grezzo da purificare vien versato in una caldaja di ferro munita di un apparecchio per rimestare la massa; la caldaja va riempita soltanto fino a due quinti e scaldata a 120° C. In seguito si aggiungono, continuando a rimestare, per ogni 100 chilog. di olio, 16 litri di liscivia di soda di densità 1. 215 (26° Baumé). Si forma così in principio un intorbidamento che poi si ridiscioglie nell'eccesso di soda. La quantità di soda occorrente può però variare a seconda della natura dell'olio; in generale se ne deve aggiungere tanta fino ad avere una miscela perfettamente chiara.

Il sapone di resina così formato si scioglie, grazie all'acqua della lisciva di soda, nell'olio caldo.

Il contenuto della caldaja viene in seguito scaldato per mezz'ora mantenendolo a moderata ebollizione; si deve però aggiungere di tratto in tratto un po' d'acqua per compensare quella che si elimina per evaporazione, in tal modo il contenuto della caldaja costituisce sempre un liquido limpido di color bruno.

Se si aggiunge troppa acqua, la liscivia si separa dall'olio, se l'acqua per contro è troppo scarsa si formano dei grumi di sapone, che poi si sciolgono difficilmente e possono quindi pregiudicare l'operazione; Un riscaldamento abbastanza prolungato rende sicuri che tutta

la resina si è saponificata. Dopo questa ebollizione di poco più di mezz'ora si aggiungono 100 litri d'acqua per ogni 100 chilog. di olio agitando vivamente, e si porta il liquido ad una temperatura da 50-60°; si rimescola ancora per un poco di tempo e quindi si lascia il tutto a riposo.

Bisogna però aver cura che il liquido si mantenga all'accennata temperatura. Se si scalda la liscivia ad una temperatura superiore a 65° se ne separano delle materie coloranti che vengono assorbite dall'olio; se per contro si lascia scendere sotto ai 50°, l'olio non rimane abbastanza fluido per potersi separare dall'acqua. Un troppo grande eccesso di soda agisce come un eccesso di temperatura.

Quando l'olio e la liscivia si sono sufficientemente separati, si elimina questa mediante apposito rubinetto che sta sul fondo della caldaja; e l'olio viene ancora lavato un pajo di volte aggiungendovi ogni volta circa 50 litri d'acqua calda.

L'olio a questo punto è torbido per acqua sospesa, ed inoltre ha ancora in gran parte l'odore e la fluorescenza di quello grezzo. Si versa allora in una larga e bassa caldaja di ferro e si scalda per un giorno a 60-80° C. all'azione dell'aria. In tal modo l'acqua e gli olii volatili si eliminano per evaporazione, e la sostanza che dà la fluorescenza scompare, molto probabilmente a cagione dell'azione ossidante dell'aria.

Non si deve però scaldare a temperatura più alta, nè lasciare troppo tempo a contatto dell'aria, perchè in entrambi i casi, in seguito ad una troppo spinta ossidazione, l'olio si tingerebbe in rosso.

L'olio così purificato è più o meno limpido, di colore giallo, quasi senza odore, senza fluorescenza, e soprattutto non si resinifica più.

Aggiungeremo che la liscivia e le acque di lavatura si raccolgono in un serbatojo, ed ivi si saturano con acido carbonico.

La resina allora si separa nuovamente in grumi che si raccolgono sul fondo, e possono venir destinati nuovamente alla distillazione per preparare nuovo olio grezzo. L'acqua evaporata lascierà del carbonato di soda.

Questo processo ha però bisogno di essere ancora confermato mediante una larga e prolungata applicazione, a fine specialmente di poterlo studiare dal lato della convenienza economica; è certo però che specialmente per l'olio destinato alla lubrificazione potrebbe dare utili servigi, perchè con esso si ottiene l'eliminazione della resina, che costituisce uno dei principali inconvenienti di queste sostanze.

Gli olii di resina non vengono adoperati da soli nella lubrificazione, ma quasi sempre mescolati con olii grassi (colza) o con olii minerali.

Essi trovano inoltre altre applicazioni nella preparazione delle resine, nella fabbricazione dell'inchiostro da stampa, ed ultimamente si tentò anche di adoperarli nella confezione delle vernici.

Ricorderemo come l'industria della preparazione si è anche introdotta tra noi. All'Esposizione nazionale di Milano del 1881 si notavano i prodotti della fabbrica di E. Forster di Meina, specialmente destinata alla loro purificazione.

Olii minerali. — Già da molto tempo vennero proposte come lubrificanti le parti più pesanti, meno volatili e più dense degli olii minerali. Queste sostanze furono e sono tuttavia a questo riguardo soggetto di vive discussioni. Accolte in principio con un certo favore, vennero presto abbandonate a cagione dei cattivi risultati ottenuti: sembra però che questi tristi effetti dipendessero più che altro dall'imperfetto modo di prepararli, dalla cattiva scelta dei materiali che vi si aggiungevano, ed anche dal modo di metterli in opera. È certo però che malgrado le forti opposizioni, i lubrificanti minerali continuarono a prestare la loro opera, e che ora, grazie al loro buon prezzo, alla loro abbondanza, ed a molte loro ottime qualità si vanno sempre più diffondendo, ed è ormai assicurato il loro avvenire per questa applicazione.

I lubrificanti minerali trassero in principio la loro origine quasi esclusivamente dai petrolii americani, ora poi se ne ricavano quantità grandissime dai petrolii del Caucaso, per conseguenza la Russia è quella che ne fornisce in gran copia al mercato europeo.

Tutte le sostanze che si possono comprendere sotto questa generica denominazione di olii minerali, consistono in miscele di idrocarburi, a molecole complesse ed a punti di ebollizione elevati.

Possono però avere differenti origini.

Si dicono olii di paraffina quelli che si ricavano dalla distillazione secca del catrame, del bitume, degli schisti bituminosi, della torba, ed anche dalle porzioni meno pure delle cere fossili (ozockerite) che non possono avere altre applicazioni. In generale però questi prodotti sono per se stessi ancora troppo fluidi, e come tali poco atti alla lubrificazione; vengono pertanto comunemente mescolati ad altre sostanze allo scopo di inspessirli; è appunto la poco opportuna scelta di queste che li rese talora, non che poco utili, assolutamente dannosi. Così il prodotto che è in commercio in Germania col nome di olio vulcanizzato (Vulkanöl) contiene una grande proporzione di olio di resina non raffinato, e così si ha un prodotto assolutamente cattivo a cagione dei principii acidi contenuti in detto olio.

Lo stesso dicasi dell'aggiunta di resina americana fatta a questi olii di paraffina.

Vengono dall'America sotto il nome generico di olii lubrificativi (*lubricating-oil*) delle sostanze consimili che si ricavano dai petrolii. Essi sono o il prodotto della distillazione ad alta temperatura dei petrolii della Virginia, oppure nient'altro che un petrolio naturale impuro, di quelli a maggior peso specifico, che venne spogliato delle parti più volatili mediante esposizione all'aria per uno o due anni.

Essi portano poi dei nomi speciali a seconda delle provenienze, dell'aspetto, della densità, del colore, e diconsi cioè *globöl*, *vulcanöl*, *topazöl*, ecc., ed anche *valvoline* e *vaseline*.

Similmente, come già si disse, si estraggono oggigiorno dei lubrificanti minerali dai petrolii del Caucaso. Le fabbriche russe di Petroffsky preparano le *Caucasine*, e quelle di Ragosine e Comp. a Balakna nel distretto di Nyni-Nowgorod estraggono dai petrolii del Caucaso varie qualità di *oleonafta*.

Questa doppia e grande sorgente di lubrificanti dai petrolii americani e russi prova già la loro importanza e fan fede per la sicurezza del loro avvenire. È evidente che in principio questa applicazione era cercata soltanto come uno sfogo per i residui della distillazione dei petrolii che non potevano venire adoperati nella illuminazione, dando loro certi caratteri mancanti con miscele poco opportune. Ammaestrati però dagli inconvenienti che ne derivarono, e d'altra parte crescendone il bisogno, si trovò opportuno d'impiantare un'industria speciale per la preparazione di questi lubrificanti minerali, ed è quello che si fece negli Stati Uniti di America, ad esempio presso Pittsburg e Cleveland, ed in seguito in Russia. È certo che con una conveniente purificazione si possono ridurre a prestare utilissimi servigi, avendo

per alcuni caratteri parecchi vantaggi sui grassi vegetali ed animali.

ALTRE SOSTANZE ADOPERATE NELLA LUBRIFICAZIONE. — Le sostanze enumerate e sommariamente descritte fin qui sono quelle che costituiscono la base dei lubrificanti comunemente adoperati: tuttavia in molti casi vengono mescolati in varia proporzione degli altri materiali, e vanno menzionati tra questi l'acqua, le polveri di grafite e di talco, la calce, il minio, la creta, il solfato di bario, ecc. Alcune di queste sostanze non si capisce in realtà come possano servire a questo scopo, e sono adoperate più propriamente per dar corpo ed anche maggior peso agli altri elementi.

SCELTA ED ESAME DEI LUBRIFICANTI. — Abbiamo già brevemente ricordati i principali caratteri ai quali si deve badare nella scelta di un lubrificante, ed abbiamo eziandio fatto notare che il criterio che deriva dalla pratica essendo poi sempre il migliore, è certo che quando una data sostanza od una particolare miscela abbia dato dei buoni risultati per una data applicazione, la si potrà senz'altro applicare in casi consimili. Tuttavia crescendo parallelamente alla ricerca di questi materiali anche l'offerta di sostanze poco adoperate, e potendo talora il semplice confronto dei prezzi far propendere per una piuttosto che per altra sostanza, è possibile che gli industriali di vario genere, che le amministrazioni, specialmente quelle ferroviarie, si trovino obbligate a procedere ad una tale scelta, e non essendo sempre possibile di far delle esperienze pratiche su una scala alquanto vasta, è certamente opportuno conoscere quei criterii e quei modi di esperimento più semplici che diano modo di fare almeno una prima scelta.

A questo principalissimo argomento della scelta che va posto in prima linea, si coordina e nella pratica quotidiana riesce soventi anche più imperioso un secondo, cioè di verificare se i materiali somministrati corrispondano costantemente ad un tipo prescelto e che può essere anche stato preso come base di uno speciale contratto.

Ci pare a questo proposito utilissima la seguente osservazione.

In moltissimi casi, e staremo per dire, quasi sempre, si stabilisce in un contratto il nome del lubrificante, cioè la sua specie, e così si dirà, ad esempio, olio d'olivo, olio di colza, sego di bue, oleonafta di tale o tal altro numero.

Messa questa base e null'altro, ricevuta la merce od i campioni, si procede a verificare, per quanto è possibile, se essa è pura, e se corrisponde cioè alla specie prescelta: pertanto basandosi su caratteri chimici e fisici, su alcune reazioni, si fa questo esame, ed allora se si trova che la merce corrisponde alla specie desiderata si accetta, altrimenti anche su un semplice dubbio di miscela si rifiuta.

Ma in tutto questo esame, diciamo questo essenzialmente riferendoci a quanto succede tra noi, non si tiene calcolo nessuno nè dei coefficienti meccanici che invece dovrebbero avere il massimo peso, nè di alcuni chimici e fisici, come l'acidità e la fluidità, che sono di grande importanza. Ne segue che talora pel semplice dubbio di non completa purezza si rifiuta una merce che avrebbe potuto dare dei buoni servigi, e che forse sarebbe anche stata più conveniente pel prezzo, e per contro si accetteranno dei materiali solo perchè sembrarono appartenere alla specie voluta, ma che poi possono avere dei caratteri tali da costituire un vero difetto.

È in fatti naturale che, ad esempio, un olio di colza o di sesamo ben purificato e puro potrà rendere ben più utili servigi che un olio di olivo il quale tenda ad irrancidire, o che per una incompleta purificazione contenga dei principii acidi, i quali porteranno la loro azione corrosiva sulle parti metalliche colle quali verranno in contatto.

Riteniamo pertanto che il saggio dei lubrificanti per essere conscienzioso e proficuo non dovrebbe mai essere fatto sopra una sola base, quale è quella della constatazione della specie, bensì di tutti quelli che verremo accennando. Crediamo anzi che qualora questo esame più complesso ed accurato venisse preso per base, ne risulterebbe un doppio vantaggio, e cioè per l'acquisitore di non accettare che quella merce di cui potrà aver acquistata la certezza che gli sarà utile nella sua applicazione, e d'altra parte al venditore, il quale avrà modo, senza recar danno a chi compra e senza venir meno ai termini del contratto, di fornire con opportune miscele un lubrificante egualmente buono quando per la scarsità di una data specie, per particolari condizioni del mercato non gli fosse possibile, od almeno senza suo danno, somministrare la specie assolutamente voluta.

Ecco adunque quali, secondo noi, dovrebbero essere i saggi da far subire ad un lubrificante tanto per stabilire il tipo da scegliere, quanto per accertarsi se il materiale somministrato corrisponde alle condizioni volute.

1° *Determinazione della specie e della sua purezza.* — Intendiamo con ciò il complesso di quelle reazioni chimiche ed altre esperienze atte a identificare una data specie di grasso o di altra sostanza, ed anche fino ad un certo punto a dimostrare se è pura, oppure mescolata con altre.

2° *Determinazione dell'acidità.* — Consisterà nel riconoscere se la sostanza in esame contiene degli acidi minerali od organici liberi, ed al caso valutarne la proporzione.

3° *Determinazione del coefficiente di fluidità.*

4° *Determinazione del coefficiente di sfregamento.* — Questo esame, che è della massima importanza, si farà con appositi apparecchi, e servirà non solo a far conoscere questo coefficiente, ma la durata probabile di detta sostanza, il che si riconosce dal variare di questo coefficiente durante l'esperienza, ed inoltre a determinare il grado di riscaldamento che si produrrà per l'attrito.

Qualora il materiale in esame sia un olio di resina od un olio minerale, si dovrà ancora sottomettere, oltre ai precedenti, anche a questi altri saggi.

a) *Riconoscere se contiene della resina.*

b) *Determinare se oltre agli acidi liberi contiene del creosoto.*

c) *Determinare la temperatura alla quale incomincia a svolgere dei prodotti volatili, e quella iniziale di ignizione.* Questa non dovrà mai essere inferiore a 150° C.

d) *Riconoscere se, per un abbassamento di temperatura, lascia deporre dei cristalli di paraffina.*

e) *Esaminare l'odore, anche a temperatura alquanto elevata.* Questo evidentemente non dovrà essere nè troppo acre, nè ributtante, specialmente per le sostanze impiegate negli opifizii ed in genere nei luoghi chiusi.

DETERMINAZIONE DELLA SPECIE O NATURA DEL LUBRIFICANTE. — Questo problema di grande importanza è tutt'altro che semplice e facile da risolversi. Quando specialmente si debbono esaminare degli olii grassi, e se ne deve stabilire la natura, e soprattutto riconoscere se si ha da fare con delle miscele, malgrado che da molto tempo scienziati ed industriali si siano preoccupati dell'argomento, malgrado si siano proposti un'infinità di metodi, tuttavia, se si vuol confessare la verità, è pur forza convenire che un metodo sicuro, e nello stesso tempo anche semplice, per risolvere con piena sicurezza

questa quistione, è allo stato attuale delle nostre cognizioni ancora un semplice *desideratum*.

Si sperimentarono molte reazioni chimiche, si propose l'esame di parecchi caratteri fisici, quali la densità, la conduttività elettrica, il punto di congelamento, l'assorbimento di certi raggi dello spettro ecc., ma nessuno corrispose pienamente all'aspettazione. Essendo questo un argomento che merita un'ampia trattazione rimandiamo pel suo svolgimento all'articolo Olii; ricorderemo qui soltanto che il giudizio meno erroneo si potrà dare quando si proceda non con un solo metodo, ma quando si riuniscano i risultati ottenuti con parecchi di essi, scelti tra i migliori, ed eseguiti da persona pratica di questo genere di esame.

E per contro meno difficile determinare se ad un vero corpo grasso è stato mescolato dell'olio di resina od un olio minerale e viceversa; e questa minore difficoltà proviene evidentemente da che, mentre cogli olii grassi si ha sempre da fare con corpi possedenti una composizione simile e quindi con caratteri poco differenti, quelle altre sostanze affatto diverse posseggono alcune proprietà che le potranno fare abbastanza facilmente distinguere, ed anche fino ad un certo punto ne rendono possibile la separazione.

Volendo riconoscere se in un grasso vi sono degli idrocarburi, si può procedere nel seguente modo. Si saponificano 5 gr. della sostanza con potassa alcoolica, si elimina l'alcoole per evaporazione, si riprende e si scioglie il residuo in circa 90 cm. c. d'acqua, quindi vi si aggiunge dell'etere e si agita; separati i due strati, si raccoglie l'etere, si evapora e si pesa il residuo che sarà costituito per massima parte dall'olio minerale. Tuttavia si deve notare che quasi tutti gli olii grassi anche puri dopo la saponificazione lasciano circa 1 % all'etere, e quindi il residuo non sarà mai olio minerale puro. Inoltre l'olio di balena e lo spermaceti non possono venire esaminati in questo modo, perchè mediante la saponificazione se ne separa dell'alcoole cetilico che è solubile nell'etere.

Reciprocamente volendo riconoscere se in un olio minerale fu aggiunto del grasso, si scalderà una certa quantità della sostanza con della soda sciolta nell'alcoole fino a saponificazione, si evapora l'alcoole, si riprende con acqua e si filtra, quindi si acidifica debolmente con acido cloridrico. Gli acidi grassi si separano e vengono a galleggiare, nel liquido sottostante evaporato rimarrà della glicerina, riconoscibile alle sue reazioni. Qualora si supponga che nella massa si trovi anche della resina, si prendono gli acidi separati e si riscaldano a 50° - 60° C. con acqua e bicarbonato di soda. I soli acidi grassi si sciolgono, mentre quelli della resina rimangono indisciolti. I corpi grassi mescolati con idrocarburi si possono anche riconoscere dall'odore di *acroleina* che si svolge quando si riscalda la massa al contatto dell'aria.

Un'osservazione che per la sua importanza merita di essere fatta sugli olii lubrificativi è quella di determinare se essi hanno proprietà siccative.

Un mezzo assai semplice per questa ricerca è quello proposto da Naschmith. Egli adopera una lastra di ferro lunga m. 1.80, larga 10 cm. e spessa 25 mm. In tutta la sua lunghezza vi sono scavati sei piccoli canaletti semicircolari profondi 3 mm. ben tersi, ed una delle estremità della lastra si può sollevare di 12 a 15 mm. mediante delle viti. A questa estremità si collocano in corrispondenza delle scanalature sei tubetti chiusi con chiavette od altro modo, i quali contengono gli olii da esaminare. Ad un dato punto si aprono i tubi e si lasciano colare nei canaletti quantità eguali dei varii olii e quindi si osserva il tempo da essi impiegato a percorrere la lastra, e se durante questo percorso si essiccano più o meno completamente. Nel centro della lastra nel senso della sua lunghezza è segnata una scala in centimetri e millimetri. L'operazione dura parecchi giorni. Un'esperienza di confronto fatta dall'autore colle seguenti sostanze: olio di lino, olio di colza raffinato, olio d'olivo, un olio minerale molto fluido, e due più densi, diede i seguenti risultati, L'olio di lino era già fermo e solidificato al quarto giorno; quello di colza al sesto; l'olio di olivo all'ottavo giorno era caduto dalla lastra senza solidificarsi; quello minerale fluido era però scolato al terzo giorno. Dei due olii minerali densi uno scolò in 14 giorni, l'altro al 16mo si solidificò mentre aveva percorso soltanto m. 1.5.

A proposito della *seccatività* degli olii lubrificantivi diamo anche un cenno del seguente metodo proposto da E. Gérardin, il quale fa a questo riguardo le seguenti osservazioni:

1° I metodi fin qui proposti pel saggio degli olii sono insufficienti. 2° Il carattere che più preme di riconoscere negli olii lubrificativi è la loro tendenza ad essiccarsi ed irrancidire. 3° Queste proprietà sono in rapporto diretto colla loro capacità di assorbire ossigeno, ossia colla loro ossidabilità.

Egli ottiene l'ossidazione degli olii mediante l'ossigeno sciolto nell'acqua comune. Spalma una piccola lastrina di vetro con una quantità pesata dell'olio in esame e l'immerge in un vaso di volume conosciuto pieno d'acqua e chiuso a smeriglio. Dopo alcune ore determina nell'acqua l'ossigeno che ancora vi è sciolto, ed una eguale determinazione di confronto fa su una stessa quantità della medesima acqua posta nelle medesime condizioni, ma senza olio; la differenza rappresenterà l'ossigeno assorbito. L'ossigeno sciolto vien dosato mediante un soluzione titolata di *acido idrosolforoso* (metodo di Schutzemberger e Gérardin) il quale gode della proprietà di assorbire tutto questo ossigeno prima di passare a decolorare una materia colorante (endaco), colla quale si tinge l'acqua. Naturalmente per saggi di confronto si dovrà far reagire l'acqua sull'olio sempre per un medesimo tempo.

L'autore di questo metodo asserisce che l'ossidabilità o quantità d'ossigeno assorbito è inversamente proporzionale al valore commerciale degli olii.

Siccome nella miscela ogni sostanza conserverà il suo coefficiente di ossidabilità, evidentemente, data una miscela di due olii di natura conosciuta, se ne potrà riconoscere fino ad un certo punto il rapporto. In ogni modo questo metodo potrà servire a far scoprire se un dato olio sia perfettamente puro, ogni specie avendo un coefficiente variabile appena entro ristretti limiti. Inoltre, dato che si debba provvedere, come talora succede, una miscela (ad esempio di un olio grasso e di olio di resina od oleonafta), si potrà anche avere un certo criterio per stabilire se la loro proporzione è sempre nel rapporto fissato nel contratto.

Ecco ad esempio alcune delle cifre determinate dal Gérardin:

Sostanza esaminata	Ossidabilità per 100
Oleonafta num. V	1.78
» » I	2.30
» » VII	2.85
Olio d'olivo	4.40
» di colza	6.80

Determinazione degli acidi liberi. — L'acidità di una sostanza grassa può provenire o da acidi minerali, specialmente il solforico, adoperati alla loro purifica

zione, e ciò quando non siano poi stati eliminati con sufficiente cura, ovvero da acidi organici, acidi grassi o resinosi, dei quali i primi diventano liberi per lo sdoppiamento naturale dei gliceridi, fenomeno che chiamiamo irrancidimento.

Gli acidi minerali si riconosceranno agitando la sostanza con dell'acqua, che nel caso positivo acquisterà proprietà acide (arrossamento della carta azzurra di tornasole, ecc.) ed inoltre potrà servire a far conoscere la natura degli acidi mediante le opportune e speciali reazioni di essi.

Quanto agli acidi organici derivanti dagli stessi materiali lubrificativi, si può procedere in molti modi.

Da alcuni si adopera un'apposita piastra di ottone, sulla quale sono incavate delle piccole scodelline di 8 a 10 mm. di diametro; vi si versano poche goccie dell'olio od altra sostanza in esame, e si osserva poi se si forma sui bordi più o meno prontamente una colorazione verdastra, derivante dalla combinazione del rame della piastra cogli acidi grassi liberi.

La stessa colorazione verde si produce agitando la sostanza in esame con dell'ossidulo di rame.

Se si versa in un olio una soluzione alcoolica di rosanilina e si agita la miscela, questa rimarrà incolora se non vi sono acidi liberi, e per contro si colorerà in roseo più o meno carico se essi esistono nella massa.

In molti casi occorre non solo riconoscere se esistano degli acidi liberi, ma anche determinar la loro proporzione.

Per raggiungere questo intento Burstyn opera nel seguente modo. Agita in una buretta a piede e chiusa da tappo smerigliato volumi eguali di olio e di alcoole da gradi 88 a 90°. Dopo alcune ore di riposo l'alcoole è completamente separato dall'olio e viene a galleggiare; se ne prelevano 25 c. c., vi si aggiunge un po' di soluzione alcoolica di curcuma, e quindi si determina l'acidità mediante una soluzione di soda normale. Gli acidi sciolti potendo essere di varia natura, non si potrà convertire la lettura volumetrica in peso. Perciò si moltiplica soltanto per 4 il numero di c. c. adoperati e si avrà allora la quantità di soda normale capace di saturare l'acidità di 100 c. c. di olio; ogni 1 c. c. di soda rappresenta allora un grado acidimetrico, ed evidentemente si potrà col calcolo trasformare in un peso di qualsiasi acido quantità tra loro equivalenti, e per conseguenza si potrà avere un esatto confronto tra varie sostanze lubrificanti prese in esame.

Per facilitare questa determinazione Burstyn ha ancora fatta la seguente modificazione al suo metodo. Egli ha notato che la densità dell'alcoole adoperato cresce colla quantità degli acidi sciolti. Se quindi si opera con un alcoole di densità conosciuta (0.8300) si può con un delicatissimo areometro appositamente costrutto leggere direttamente l'acidità espressa anch'essa in gradi acidimetrici.

Sembra però che questo metodo non sia completamente esatto ed inoltre occorrono speciali correzioni, per le quali si costrusse una apposita tavola che si vende assieme allo strumento.

Si può anche ottenere una determinazione quantitativa dell'acidità col seguente metodo proposto da E. Geissler. Egli scioglie l'olio od il grasso in due o tre volumi di etere, si aggiunge alcune goccie di soluzione alcoolica di acido rosolico, e si titola con una soluzione alcoolica di potassa. Un piccolo eccesso di questa colora il liquido in rosso.

La soluzione di potassa può essere normale, e quindi fare la lettura in gradi acidimetrici eguali ai precedenti.

Determinazione del coefficiente di fluidità. — Questo carattere è di notevole importanza nella lubrificazione. Stando a quanto dice l'Hirn, si può ritenere che, di due olii, è più buono il più fluido, e più cattivo quello che lo sarà meno; tuttavia non si deve ritenere questo criterio come assoluto, specialmente asserire che un olio sarà migliore di un altro soltanto perchè è più fluido. Questo carattere si potrà prendere per base di un giudizio quando si confrontino due olii della stessa specie, come due olii di olivo, due oleonafte, ecc. Allora il più fluido dei due olii sarà da preferirsi, perchè questo carattere apparterrà anche al più puro, al meno acido, ecc.

Le esperienze di confronto vanno però fatte in condizioni perfettamente identiche, massime di temperatura, altrimenti non avrebbero più valore.

La fluidità si determina mediante la misura del tempo occorrente all'efflusso di volumi eguali di olii da un piccolo foro.

A questo scopo si adoperano dei piccoli istrumenti detti *elajopacometri*, come quello di Schübler ed Ure o quello di Vogel; questi però hanno lo svantaggio che si opera alla temperatura dell'ambiente e quindi soggetta a variare. F. Fischer ha proposto il seguente piccolo congegno, col quale si può operare a temperatura costante. Esso è rappresentato schematicamente dalla fig. 1647, supposto però eliminati i piedi che lo sostengono.

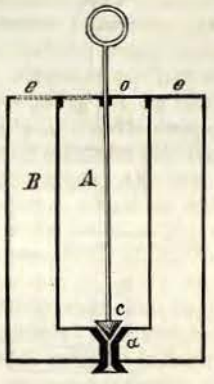


Fig. 1647.

L'olio da esaminare si introduce nel cilindro di rame A, e ne può scolare da un tubetto di platino lungo 5 mm. e di mm. 1.2 di diametro, il quale è incastrato in un tubo più spesso di rame *a;* esso ha in alto la forma di un imbuto, che si chiude mediante il tappo *c*, che si può sollevare od abbassare mediante apposito braccio che scorre in un anello sostenuto da tre lastrine *o*. Attorno al cilindro A ne sta un altro più grande B, unito al primo in alto mediante le tre lastrine *e*. Questo cilindro è sostenuto da tre piedi alti 11 cm. Volendo fare l'esperienza si introducono nel cilindro A 65 c. c. dell'olio, fino ad un apposito segno, e nel cilindro B si versa dell'acqua fredda o calda secondo si vuole. Si rimescola l'olio con un termometro finchè esso e l'acqua esterna abbiano raggiunta la temperatura per la quale si vuole esperimentare. Si pone allora un palloncino di 50 cm. a lungo collo sotto il tubetto di efflusso, si solleva il tappo e si lascia effluire misurando il tempo occorrente a riempire il palloncino di 50 c. c.

La seguente tabella dà i risultati di alcune esperienze di confronto fatte con questo apparecchio.

	SOSTANZA	DURATA DELL'EFFLUSSO a 10° C.	DURATA DELL'EFFLUSSO a 40° C.
	Acqua	38 secondi	25 secondi
	Olio minerale di Steinwörde	non determinati	1465
	» » di Wietze	11450	1175
	» » di Hölle presso Heide	4380	596
	» » di Oedese	1335	202
	» » di Schende	79	43
Valvoline	Olio per fusi (Spindelöl) finissimo	465	118
Valvoline	» color d'ambra	472	120
Valvoline	Olio per macchine finissimo	2695	368
Valvoline	» pei cilindri	12060	1090
	» di catrame di litantrace	71	42
	» di colza	615	191
	» d'olivo	605	168

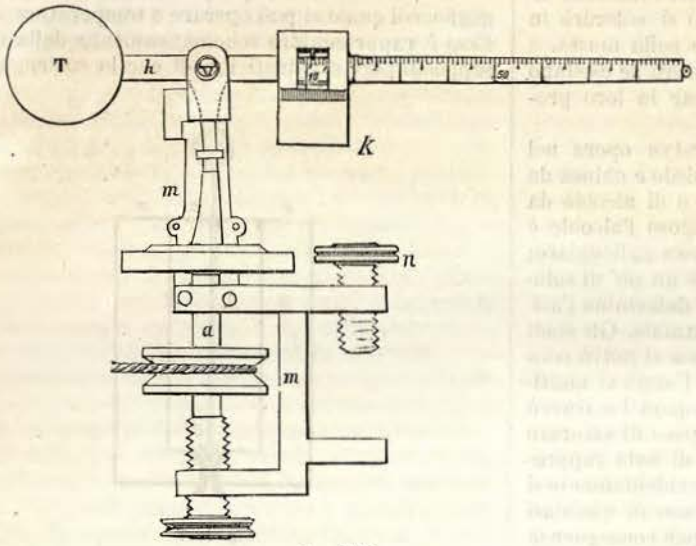


Fig. 1648.

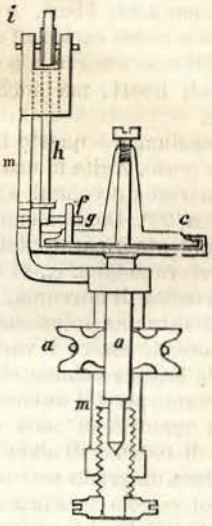


Fig. 1649.

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI SFREGAMENTO. — Daremo qui un breve cenno di alcuni congegni più adoperati.

Provetta di Mac-Naught. — Questo apparecchio è assai usato in Inghilterra e venne adoperato da G. Dolfuss nei suoi studii di confronto delle sostanze lubrificanti.

Consiste essenzialmente (fig. 1648 e 1649) di un asse *a* sostenuto da un colletto e da una ralla, esso porta in *b* un piatto di rame che gira con esso. Questo piatto ha i bordi rilevati e forma così una capacità che si riempie coll'olio da provare. Sopra questo piatto o disco se ne applica un secondo *c* perfettamente arruotato sul primo; sul suo centro porta una canna *d*, alla cui estremità sta una vite *e* che viene a riposare sull'estremità dell'asse, e serve di pernio al disco. Questa vite serve inoltre a regolare il distacco dei due piatti, distacco che deve essere il minimo possibile senza però che si tocchino. Si hanno così due superficie perfettamente ingrassate che si trovano a contatto.

Il disco *c* porta una copiglia *f* posta eccentricamente, la quale viene ad urtare contro un'altra copiglia *g* fissata ad uno dei bracci della leva a gomito *h*; questa leva può oscillare attorno all'asse *i*, e porta in *k* un peso mobile lungo un'asta graduata. Un secondo peso T fisso equilibra il sistema di leve quando il peso *k* è sulla divisione zero. Il sopporto *mm* serve a fissare l'apparecchio su una tavola od altro sostegno mediante la vite *n*; la vite inferiore serve di ralla all'albero *a*.

L'apparecchio è costrutto in modo che la leva appoggiando sopra la copiglia in virtù del peso *k*, forma una resistenza applicata in un punto tale che il suo momento eguaglia quello dello sfregamento che si produce tra i due dischi, e perciò la copiglia, punto di applicazione della resistenza, sta ai $^2/_3$ del raggio del disco.

Dette pertanto *a* e *b* le due lunghezze dei bracci della leva a gomito (*a* quello variabile), P il peso mobile, *n* il numero dei giri, l'attrito T*f* sarà espresso da:

$$T f = P \frac{a}{b} \frac{4}{3} \pi n,$$

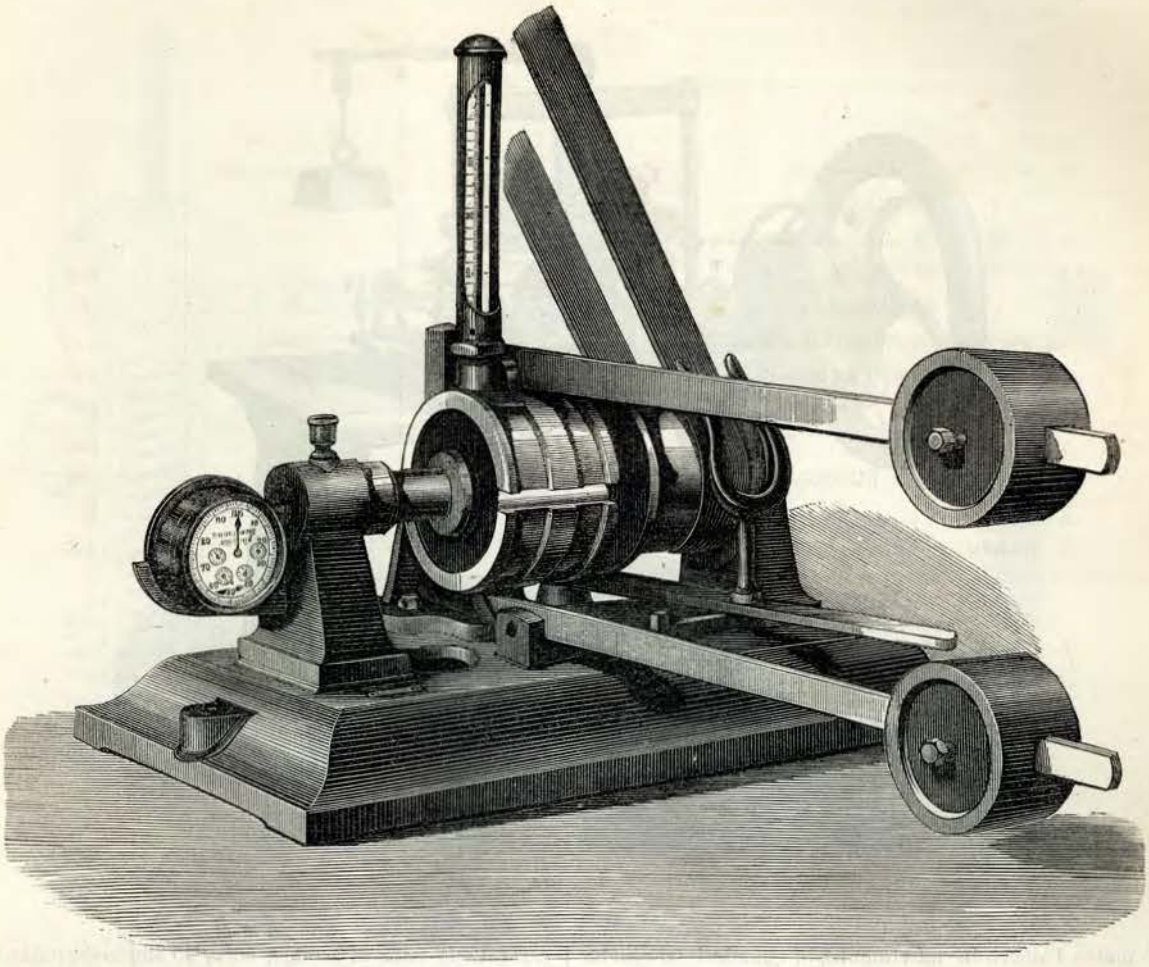


Fig. 1650.

ma supposto il numero dei giri costante, e così pure tutte le altre quantità, all'infuori di a, avremo per due esperienze successive:

$$\frac{Tf}{Tf'} = \frac{a}{a'}$$

ossia che il lavoro di sfregamento pei varii olii è proporzionale alla lunghezza del braccio graduato, ossia al numero di divisioni indicate dal cursore.

Ecco alcuni dei risultati ottenuti da Dolfuss con questo apparecchio:

Qualità dell'olio	Numero proporzionale allo sfregamento	Valore comparativo dello sfregamento
Spermaceti (1ª qualità) . . .	18-19	1.00
» (impuro)	30	1.66
Olio di piede di bue	34	1.89
» di papaveri	34	1.89
» di oliva composto	38	2.11
» di colza pelata di Strasburgo	39-40	2.22
» di lentisca	42	2.34
» di grasso (*lard oil*) . . .	45	2.50
» di cocco	46-47	2.61
» di colza purificato . . .	55	3.05

Dalle sue esperienze Dolfuss trovò ancora che prolungando la durata delle esperienze, i coefficienti di sfregamento cambiano aumentando e trovò le seguenti variazioni:

In 8 giorni	spermaceti	29	p.	100
» 5 »	olio di olivo lampante	22.5	»	
» 4 »	» lentisca . . .	38	»	
» 3 »	» grasso . . .	23	»	
» 7 »	» cocco . . .	40.07	»	
» 4 »	» colza purificato	25.5	»	

Trovò inoltre che il rapporto tra le densità dei lubrificanti ed il loro coefficiente di sfregamento non è costante e per conseguenza l'areometro non può essere adoperato per determinare il potere lubrificante.

Aggiungiamo che le esperienze per essere confrontabili vanno eseguite alla stessa temperatura e possibilmente a quella a cui le sostanze esaminate debbono poi essere adoperate praticamente.

Macchina di Ingram e Stappfer. — Questa macchina (fig. 1650) è molto semplice. Essa consiste in un albero che gira fra due cuscinetti di bronzo. Due leve munite di contrappeso permettono di far variare a volontà la pressione dei cuscinetti. Un termometro segna la temperatura dei cuscinetti ed un contatore fissato all'estremità dell'albero totalizza il numero dei giri che esso fa.

Per provare un olio, se ne versa una quantità determinata e fissa per tutte le esperienze tra i cuscinetti,

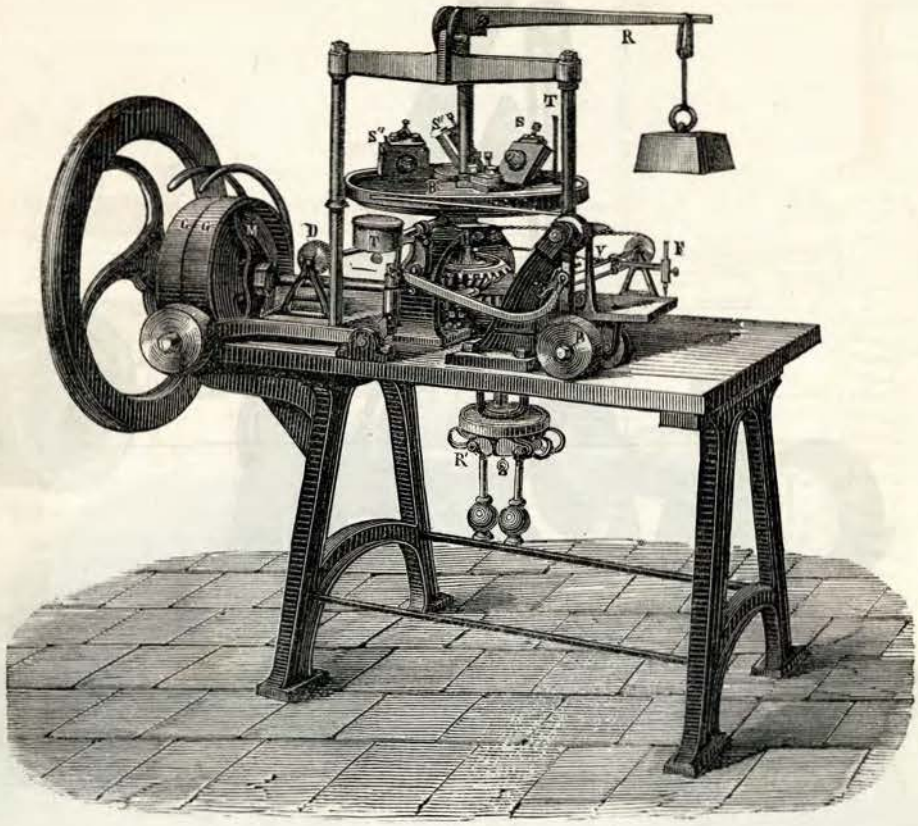


Fig. 1651.

si mette l'albero in movimento, e quando i cuscinetti hanno raggiunto un certo grado di temperatura fissato prima, e che deve essere eguale per tutti gli olii che si vogliono paragonare, si osserva il numero delle rotazioni fatte.

Evidentemente sarà migliore quell'olio che per raggiungere uno stesso grado di temperatura avrà richiesto un maggior numero di giri.

Macchina di Desprez e Napoli. — Essa si compone di un piatto A (fig. 1651) perfettamente levigato e pulito, messo in movimento da una trasmissione che agisce sulla puleggia G. Questo piatto ne porta un secondo B coll'intermezzo di tre coltelli di bronzo S, S', S'' che fanno colla verticale un angolo di 30° e la cui superficie di contatto col piatto A è rigorosamente determinata ed eguale per ogni lama a 10 c. q. La pressione esercitata sul piatto B dalla romana R è egualmente ripartita sulle tre lame.

Per misurare il coefficiente di sfregamento di un olio, si versa in una certa quantità tra i due piatti. Lo sfregamento sviluppato dal loro movimento relativo tende a trascinare il piatto B e tanto più quanto minore sarà il potere lubrificante dell'olio. Per misurare lo strascinamento, al piatto B è unita una lama sottile in acciajo, legata coll'altra sua estremità ad una puleggia molto mobile montata sopra punte ed il cui asse è solidale al pendolo P.

Se si chiama con L la distanza dal centro di gravità di questo pendolo all'asse di sospensione, con t l'angolo che fa colla verticale la retta che unisce questi due punti, con R il raggio della puleggia sulla quale è incastrata la lama di acciajo, con f lo sforzo esercitato su questa lama e con P il peso del pendolo, si avrà:

$$fR = PL \sin t$$

ossia

$$f = \frac{PL \sin t}{R}.$$

L'asta del pendolo porta in un punto della sua lunghezza un'asticciuola che penetra nella fessura verticale V, solidale di un piccolo carretto C, montato su delle punte che scorrono su delle rotaje.

Detto y lo spostamento del carretto corrispondente alla deviazione t, ed l la distanza dell'asticciuola fissata sul pendolo dal punto di sospensione di questo, si ha:

$$y = l \sin t$$

e quindi:

$$y = \frac{f l R}{PL}$$

ossia: *lo spostamento del carretto è proporzionale ad f*, ossia *alla forza di sfregamento.*

Il carretto porta un foglio di carta sul quale si appoggia a volontà una matita F, munita di un moto di traslazione molto lento, proporzionale al numero dei giri del piatto A, e la cui direzione è perpendicolare al movimento del carretto. La curva che viene tracciata sulla carta dalla composizione di questi due movimenti rappresenta il valore di sfregamento in funzione del numero dei giri effettuati dal piatto A. Essa ci permetterà non solo di conoscere l'intensità dello sfregamento ad ogni istante, ma la sua quadratura ci dà anche il lavoro totale assorbito.

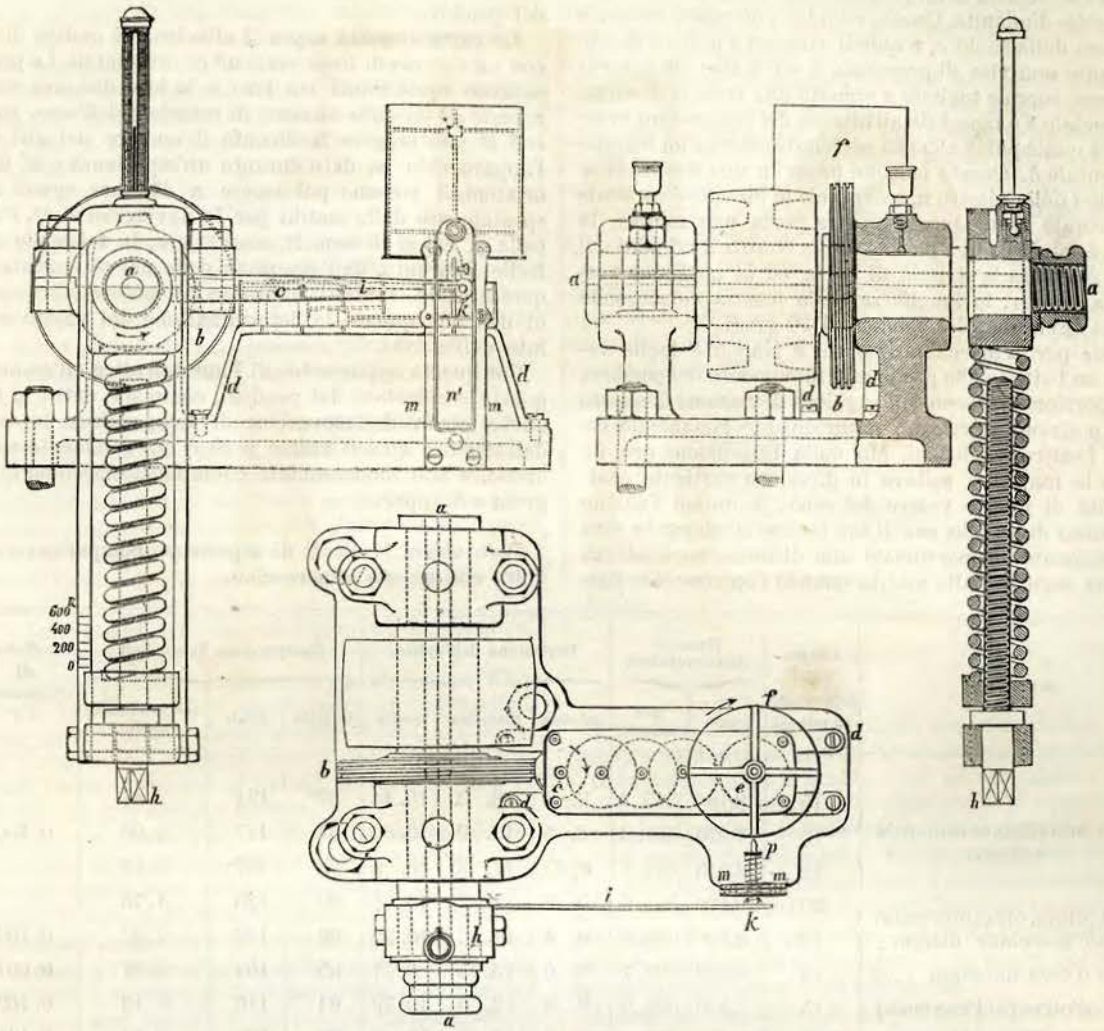


Fig. 1652.

Perchè le esperienze siano comparabili bisogna che la macchina cammini sempre colla stessa velocità, ed a ciò è destinato un apposito regolatore.

L'esame delle curve ottenute con varii olii non solo ci dimostrerà quale sia il loro coefficiente di sfregamento ed il loro rapporto, ma anche se questi coefficienti variano col tempo e come, fatto della massima importanza.

Per facilitare il paragone dei diagrammi ottenuti, Desprez e Napoli hanno anche adattato alla loro macchina un totalizzatore che dà con una semplice lettura il lavoro totale assorbito durante la prova di un olio. Non ci possiamo però estendere a descriverlo. Noteremo soltanto che il prezzo di queste macchine varia fra 2500 e 1800 franchi, secondo che esse sono munite o non di regolatore e di totalizzatore.

Dalle esperienze eseguite con queste macchine gli olii lubrificativi possono essere classificati per bontà nel seguente modo:

1° Olio minerale (per telai e filature)
2° » d'olivo purificato
3° » d'olivo del commercio
4° » di piede di bue
5° » minerale del commercio
6° Olio d'arachide di fabbrica
7° » di sesamo e di colza purificati
8° » di colza grezzo
9° } Grassi saponificati per strade ferrate.
10° }

Però le esperienze di Napoli e Guérin dimostrano che si debbono mettere le oleonafte in prima linea.

Macchina di Thurston. — Le figure qui unite non rappresentano la macchina di Thurston nella sua primitiva costruzione, bensì quella alquanto modificata da F. Lux di Ludwigshafen per modo da rendere automatica la registrazione delle osservazioni. Il principio però non ne è assolutamente modificato, e la determinazione del potere lubrificante di un grasso è fondata sulla doppia osservazione: 1° della rapidità di riscaldamento dei sopporti di un pendolo liberamente sospeso sopra di un asse ruotante; 2° dello spostamento dalla posizione d'appiombo che l'attrito produce sul pendolo.

Sopra l'asse *a* dell'apparecchio a pendolo (fig. 1652) è impiantata una chiocciola *b*, la quale ingrana sulla prima ruota dentata *c* di una serie di ruote dentate disposte sul ponte *d*. Questa serie di ruote è così disposta che il cilindro cavo *f*, posto sopra l'asse dell'ultima ruota dentata *e*, si muove sul suo asse a destra od a

sinistra a seconda della rotazione dell'asse, ma con velocità molto diminuita. Questo cilindro può essere staccato dall'asse della ruota *e*, e quindi rimesso a posto e fissato mediante una vite di pressione, e ciò a fine di potervi collocare sopra e togliere a volontà una striscia di carta. Al pendolo *h* è innestato all'altezza del suo asse un braccio *i*, il quale porta alla sua estremità esterna un bolzone orizzontale *k*. Questo bolzone passa in una fessura orizzontale *l* della piastra *n*, scorrevole in direzione verticale sulle rotaje *mm*. Questa piastra porta una matita, la quale è spinta da una piccola molla contro il cilindro sul quale è distesa la striscia di carta ed in posizione normale a questo; la lunghezza della fessura corrisponde ad una deviazione del pendolo di 20 gradi.

Come per la macchina Desprez e Napoli è facile vedere che l'attrito che produce il movimento del pendolo, è proporzionale al seno dell'angolo di deviazione di questo dalla posizione verticale, naturalmente rimanendo costanti le altre condizioni. Ma dalla disposizione ora indicata la matita si solleva in direzione verticale esattamente di questo valore del seno, e quindi l'azione meccanica di un olio, cioè il suo potere lubrificante sarà inversamente proporzionale alle distanze verticali tra la linea segnata dalla matita quando l'apparecchio funziona, e quella segnata durante la posizione di riposo del pendolo.

La carta disposta sopra il cilindro *f* è inoltre divisa con un sistema di linee verticali ed orizzontali. Le prime saranno equidistanti tra loro e la loro distanza corrisponde ad un dato numero di rotazioni dell'asse, cosicchè si può leggere facilmente il numero dei giri che l'apparecchio ha dato durante un'esperienza; le linee orizzontali possono poi essere a distanze eguali allo spostamento della matita per le deviazioni di 1°, 2°, 3°, ossia ai valori di seno 1°, seno 2°, ecc. In tal modo sarà facile e pronto, dall'ispezione delle curve segnate su questa carta, tanto il confronto del potere lubrificante di due olii, quanto la determinazione del valore assoluto dell'attrito.

Con questo apparecchio di Thurston oltre all'esame di queste oscillazioni del pendolo, come si è detto, si tien anche conto dell'elevazione di temperatura in causa dell'attrito; questo esame però è qui solamente sussidiario, e non fondamentale come nella macchina di Ingram e Stapper.

Ecco alcuni risultati di esperienze comparative eseguite con questo apparecchio:

SOSTANZE	Durata delle esperienze in minuti	Numero delle rotazioni		Deviazione dell'indice			Temperatura Fahrenheit			Coefficienti di sfregamento (1)
		totale	per minuto	minima	massima	media	iniziale	finale	accrescimento medio	
Olio lubrificante minerale tedesco	15	8,180	545. 3	9. 3	13. 2	10. 44	87°	124°	2. 47	
	15	7,970	531. 3	8. 5	13. 0	10. 86	87	117	2. 00	0. 100
	12	8,010	667. 5	9. 67	11. 3	10. 2	93	127	2. 83	
Valvolina, olio americano per macchine, ottimo	20	10,180	509. 0	10. 0	12. 7	10. 76	90	125	1. 75	
	13	8,150	626. 9	9. 4	14. 8	10. 92	90	128	2. 92	0. 103
Olio d'ossa finissimo . . .	15	8,890	592. 7	8. 0	13. 75	9. 57	55	104	3. 27	0. 091
» d'olivo (di Provenza)	15	7,530	502. 0	9. 5	13. 0	10. 79	84	116	2. 13	0. 103
» di colza	17	9,000	529. 4	10. 0	17. 5	15. 3	87	135	2. 82	0. 146

(1) Il coefficiente di sfregamento è eguale al quoziente dello spostamento medio dell'indice per la pressione totale sopportata dall'asse.

Nelle esperienze raccolte nella precedente tabella, si portava ogni volta circa 0. 18 c. c. dell'olio sopra l'asse, la sua pressione era di chilogr. 3. 375 per 1 c. q. (48 libbre inglesi per pollice quadrato), l'insieme della pressione di 105 libbre inglesi, la temperatura iniziale dell'asse da 12°.8 a 33°.9 C. Per 1800 a 2100 giri l'olio che si mostrò più atto alla lubrificazione è quello minerale (olio minerale tedesco di Oedese), in seguito quello fino da oriolajo. In ogni modo queste esperienze confermano eziandio quelle di G. Dolfuss, cioè l'olio minerale buono tiene più fresco l'asse e diminuisce meglio e senza interruzione l'attrito che quelli di olivo e di colza.

Ripetiamo ancora che, perchè le determinazioni eseguite con una delle macchine descritte siano comparabili, bisogna che si facciano sempre in condizioni identiche di pressione, temperatura e velocità; quanto alla temperatura converrà che essa sia quella nei cui limiti presso a poco l'olio deve funzionare nella pratica, perchè va ricordato che colla temperatura varia la fluidità degli olii, e con questa anche il loro coefficiente di sfregamento e la loro proprietà di diminuire l'attrito.

La scelta di un lubrificante non va soltanto sottoposta ai criterii finora indicati, ma uno essenzialissimo è anche quello della macchina, alla quale è destinato. È evidente che con macchine pesanti molto, e per grandi velocità, un olio molto fluido viene schiacciato e projettato fuori, e finisce per non servire; oltre a ciò se i pezzi sono soggetti a scaldarsi assai, un olio semifluido diverrà fluidissimo e si troverà nelle condizioni ora accennate, in questo caso si devono prescegliere i grassi solidi. Simile influenza avrà pure il variare delle stagioni dall'estate all'inverno. In una parola: *per un determinato scopo si deve scegliere uno speciale e determinato lubrificante.* Per forti pressioni vanno assolutamente rifiutati gli olii molto fluidi, i quali invece potranno servire per pressioni e velocità medie. Un sistema ottimo pei cuscinetti di forti trasmissioni, è quello di mettere nelle scattole un pezzo di sego e poi di alimentare con olio, o ad intermittenze od in modo continuo.

Gli apparecchi ora descritti possono servire non solo a determinare i coefficienti di sfregamento dei varii lubrificanti, ma anche le leggi pratiche dell'attrito.

Hirn (operando colla *bilancia di sfregamento*, analoga alla provetta di Mac-Naught), ottenne i seguenti risultati, per le grandi velocità e superficie abbondantemente ingrassate:

1° Quanto alla temperatura per tutti gli olii, se A è il peso che fa equilibrio allo sfregamento a zero, si avrà il peso p, che farà equilibrio alla temperatura t, espresso da:

$$p = \frac{A}{1.0492\ t}$$

2° Rispetto alla velocità, lo sfregamento è proporzionale alle velocità quando le superficie sono abbondantemente ingrassate ; quando ciò non è, le cariche facienti equilibrio allo sfregamento sono proporzionali alle velocità elevate ad una potenza minore dell'unità, che si avvicina tanto più ad $^1/_2$ quanto più la carica d'olio è minima.

3° Quanto alle superficie e pressioni si può ritenere con esattezza sufficiente per la pratica che il valore dello sfregamento mediato (cioè colla interposizione di sostanze lubrificanti tra le superficie a contatto), è sensibilmente proporzionale alla radice quadrata della superficie ed a quella delle pressioni, secondo che si fa variare o l'uno o l'altro dei due elementi, o tutti e due assieme.

Si è detto che gli olii minerali vanno sottoposti, oltre che alle ricerche finora descritte, ad alcune altre.

Riconoscere se contengono delle resine. — Può servire a questo scopo la stessa lastra di Naschmith; si lascia perciò cadere alcune goccie di olio, che coleranno lentamente; la resina resta a poco a poco come deposito lungo le pareti del canale, mentre un olio di buona qualità non lascierà residuo.

Ricerca del creosoto. — Si può operare nel seguente modo. Si versano in un cilindro graduato e chiuso con tappo smerigliato 100 c. c. dell'olio e 100 c. c. di soluzione di soda a 36-38° B e si agita. Se vi è creosoto, dopo il riposo al punto di divisione dei due strati si formerà uno strato nero prodotto dalla reazione della soda sul creosoto. Il volume dell'olio sarà nello stesso tempo diminuito, e sarà minore di 100 c. c.; la diminuzione di volume darà approssimativamente la proporzione di creosoto.

Determinazione del punto iniziale di volatilizzazione e di ignizione. — Si scalda l'olio entro un piccolo bicchiere mediante un bagno di paraffina, e si va elevando gradatamente la temperatura, si legge poi mediante apposito termometro, il cui bulbo pesca nell'olio, il grado di temperatura alla quale si sviluppano dei vapori infiammabili.

Per tale operazione possono servire gli apparecchi speciali destinati a determinare il punto di accensione dei petrolii.

Riconoscere se si forma deposito di cristalli per un abbassamento di temperatura. — Si versa un po' d'olio in un bicchiere e si mette tra ghiaccio, al quale occorrendo si aggiunge del sale; si osserva se si forma un deposito ed a quale temperatura. Sarà da preferirsi quell'olio minerale che depone della paraffina a temperatura più bassa ed in minor quantità.

Oltre a questo, abbiamo notato che gli olii lubrificanti, e specialmente i minerali, non devono svolgere odori acri e nauseabondi, specialmente se debbono servire in opifizii o locali chiusi.

Terminata così la rivista delle sostanze lubrificanti, e dei modi atti a determinare il modo di agire e della loro opportunità nei varii casi, terremo breve parola di alcune delle loro principali applicazioni.

Lubrificanti per ferrovie. — Le materie lubrificanti adoperate nelle ferrovie sono di due qualità e cioè quelle per le locomotive e quelle pei vagoni che son dette di *antifrizione*.

L'*unto per le locomotive* è a base di sego od olio di palma od altri olii fissi od anche misti tra loro e stemperati in liscivia debole di soda. Le condizioni necessarie perchè renda buoni servigii sono le seguenti: 1° di avere una certa consistenza; 2° di durare a lungo e scaldarsi poco nei viaggi a grande velocità; 3° di lasciare sulle sale la quantità minore possibile di residuo.

Una delle circostanze principali cui si deve badare nel preparare queste miscele è la temperatura esterna, e pertanto nelle ferrovie si preparano generalmente due qualità di lubrificanti, una per l'inverno, l'altra per l'estate. Le ricette più seguite sono:

SOSTANZA	Inverno	Estate
Sego . . . . . chilogr.	187.50	225
Olio di palma . . . . . »	125	125
Olio di spermaceti . . . . . »	15.50	12
Carbonato di soda in cristalli . . »	56	54
Acqua . . . . . »	643	610
Chilogrammi	1037.00	1026

Si fondono le sostanze grasse in apposita caldaja e si scaldano ad 85-88°, d'altra parte si scioglie il carbonato di soda nell'acqua e si scalda a 90°. Si mescolano i due liquidi e si agita fino a raffreddamento. È opportuno che questo succeda lentamente e perciò conviene farlo in vasi grandi. Si farà soprattutto attenzione che non vi cada sabbia od altre polveri dure. Le miscele accennate danno circa 1000 chil. di materia lubrificante con una perdita di 2 a 2 $^1/_2$ per cento. La pratica dimostrò la bontà di questi grassi e l'unto per l'inverno ora descritto può durare per circa 2000 chilometri.

L'*unto pei vagoni* o *di antifrizione* si compone generalmente con olio di resina e calce caustica, cui si aggiunge o non dell'acqua.

Per fare la miscela si spegne la calce con acqua e si converte in latte che si fa passare per varie tinozze a trabocco, finchè si raccoglie nell'ultima la parte più fina che si lascia deporre, e quindi si fa sgocciolare su setaccio. Si mescola quindi la calce all'olio operando a freddo. Le loro proporzioni sono variabili a seconda delle qualità che si vogliono ottenere.

Nelle qualità inferiori ad un latte fluidissimo di calce non si aggiunge che un quarto di volume d'olio. Per le qualità superiori si adopera la calce alla consistenza di crema ed olio fino ad avere la consistenza voluta. La pratica ed alcune esperienze preliminari servono in ogni caso a determinare le più opportune proporzioni. La miscela deve essere molto intima, e si ottiene agitando la massa in barili dove vi è un acconcio agitatore, si cola quindi in botti prima che prenda la forma concreta.

Il caro prezzo degli olii di resina indusse a sostituirvi altre sostanze: residui di paraffina mescolati col catrame di litantrace, residui della fabbricazione delle candele, dell'olio di cotone ed altri olii inferiori; tuttavia i prodotti che se ne ottengono sono molto scadenti e di potere lubrificante molto basso.

Al giorno d'oggi colla introduzione degli olii minerali nella lubrificazione, essi vennero anche applicati ad in-

grassare i veicoli ferroviarii. Così su varie linee ferroviarie russe si adoperano parecchie qualità di oleonafte di densità elevate, specialmente per ingrassare gli assi dei vagoni. Naturalmente questa sostituzione delle oleonafte ai grassi concreti ha dovuto indurre una modificazione delle scatole ed altri annessi che servono a contenere il lubrificante; non ci è però possibile di estenderci nella descrizione di questi congegni.

Malgrado che questi olii minerali abbiano dei forti oppositori, tuttavia oggigiorno si adoperano anche ad ingrassare i cilindri delle macchine a vapore (*cilinder oil*) invece dell'olio d'olivo.

Le qualità più fluide e meglio purificate possono anche essere adoperate in usi più delicati, come per le macchine a filare. Oltre al prezzo molto minore, offrono anche il vantaggio di un grande potere lubrificante, e quello di non lasciare residuo, ed anzi possono sciogliere le morchie lasciate da altre miscele, per modo che le superficie a contatto restano sempre pulite.

Notiamo ancora alcune miscele adoperate frequentemente in America ed in Inghilterra per usi varii:

Grafite, olio, caoutchouc,
Asbesto e grasso,
Olio di balena e guajaco,
Olio di balena e polvere d'avorio,
Petrolio e stagno,
Caoutchouc e zinco,
Residui di petrolio e farina,
Residui di petrolio, oleina, solfo e talco,
Glicerina, grafite, asbesto, caolino, manganese,
Solfuro di piombo, carbonato di piombo, sughero,
Antracite e sego,
Sego, petrolio, soda e peli,
Mercurio, bismuto ed antimonio, ecc.

Ricorderemo ancora che stando a quanto dice De Mollins per ingrassare i cuscinetti degli assi di trasmissione la miscela che fece miglior prova è quella di 75 p. di olio di resina e 25 p. di olio di colza o d'arachide.

Olio lubrificante degli orologiai. — Gli orologi essendo di tutti i meccanismi i più delicati, esigono anche un lubrificante di una purezza e di una qualità tutta speciale. Per servire a questo scopo la materia grassa deve essere ben fluida, mantenersi tale anche a bassa temperatura, e non irrancidire che con estrema lentezza.

Si dà la preferenza all'olio d'olivo che è quello che si irrancidisce più lentamente, ed inoltre si purifica ancora. A tal uopo si versa in una bottiglia contenente una lamina di piombo, si chiude e si espone ai raggi solari. Si forma così una materia caseiforme che si depone: quando ha cessato di formarsi si decanta l'olio ben limpido ed incoloro, che può esser messo in opera.

La purificazione è dovuta all'ossidazione del piombo che si combina con un po' degli acidi grassi formando un sapone insolubile: questo precipitando trascina le materie coloranti ed albuminoidi, le quali agendo come fermenti rispetto all'olio ne provocano l'irrancidimento.

In Isvizzera si preparano per gli orologiai delle oleine sottoponendo l'olio d'olivo all'azione del freddo, e quindi spremendo la parte che rimane liquida. Con parecchie operazioni successive si riesce ad ottenere dell'oleina perfettamente neutra, che non si solidifica nè si intorbida anche sottoposta a grandi freddi.

Dei sistemi di ingrassamento. — Gli apparecchi che servono per contenere e somministrare i lubrificanti agli ordigni delle macchine sono soggetti naturalmente ad essere modificati e disposti in modi molto varii, a seconda della natura del lubrificante adoperato e dei meccanismi cui sono annessi.

In generale però si possono dividere in due grandi categorie.

Il primo sistema comprende i sifoni ed i rubinetti che ingrassano continuamente tanto nel riposo quanto allorchè la macchina è in moto. Evidentemente l'ingrassamento che si fa durante il riposo è in pura perdita.

Naturalmente i sistemi a rubinetto consentono di essere chiusi durante il riposo, ma là dove se ne avessero a sorvegliare in grande quantità, occorrerebbe troppo tempo per chiuderli e riaprirli ad ogni volta che si arresta o si dà il movimento.

Il secondo sistema comprende quei congegni che ingrassano in dipendenza del movimento dell'albero. Si possono ascrivere a questa categoria i rubinetti a capacità variabile, ed a pendenza variabile, e gli ingrassatori a noria (*chapelet*).

I rubinetti a capacità variabile prendono l'olio in ragione del vuoto che si fa variare generalmente mediante una vite; essendo mossi dagli alberi di trasmissione, cessano di agire nelle ore di riposo. Sono piuttosto complicati, ma agiscono bene.

I sistemi a noria invece sono quasi completamente abbandonati a cagione della difficile sorveglianza.

Bibliografia. — Per i corpi grassi vedi le opere citate all'articolo Candele.

Per gli olii di resina, gli olii minerali pesanti e la lubrificazione si possono consultare: *Moniteur scientifique*, 1883, p. 948. — Wagner's *Jahresberichte*, anni 1876-1882, — Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures*. — *Dingler's Journal*, anni 1873 e 1875. — *Engineering*, anno 1877, p. 28. — *Revue industrielle*, 1880, p. 269. — Ed. Donath, *Die Prüfung der Schmiermaterialien*. — M. Albrecht, *Die Prüfung der Schmieröle*. — *Friction and Lubrification*. — *Determination of the Laws and Coefficients of Friction by new methods and with new apparatus*, by R. H. Thurston.

Ing. Mario Zecchini.

GRU. — Francese *Grue*. Ingl. *Crane*. Ted. *Krahne*. Spagn. *Grua*.

Diconsi gru certe macchine destinate al sollevamento dei pesi ed al loro trasloco a brevi distanze. Esse sono particolarmente adoperate nei porti, nelle stazioni ferroviarie ed officine, nei magazzini, nelle manifatture, a bordo ai bastimenti, nei cantieri di costruzione, ecc. ecc.

Quantunque le loro forme variino considerevolmente, e svariatissime sieno le disposizioni delle loro parti, pure il principio sul quale si fondano, la loro costruzione ed uso, è costante. — Le forze motrici applicate a queste macchine sono: quella dell'uomo per il sollevamento di piccoli pesi a brevi altezze e quando non occorra grande speditezza nel lavoro; la forza elastica del vapore, o quella dell'acqua compressa in tutti gli altri casi.

Per procedere metodicamente in questo breve studio sulle gru, noi le classeremo anzitutto in due categorie principali, e cioè in gru *fisse*, e *trasportabili*, suddividendole poi in gru a braccia, a vapore, idrauliche.

I. Gru fisse. — Nella fig. 1653 è rappresentato il tipo più semplice delle gru adoperate sulle calate dei porti, e nelle stazioni ferroviarie. Essa appartiene alla categoria delle gru *fisse a braccia* dette *a perno fisso* perchè il perno x che ne forma la base è invariabilmente fissato nella muratura della banchina. — Anzitutto, in questa, come in qualunque siasi altra gru, si distinguono gli elementi generali di cui segue la enumerazione:

A) La *portata* della gru, ossia la distanza che passa dall'asse del perno x all'asse della catena tesa vertical-

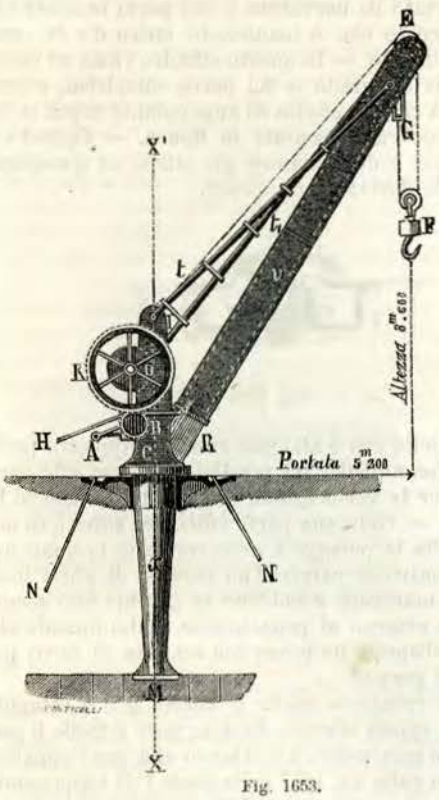


Fig. 1653.

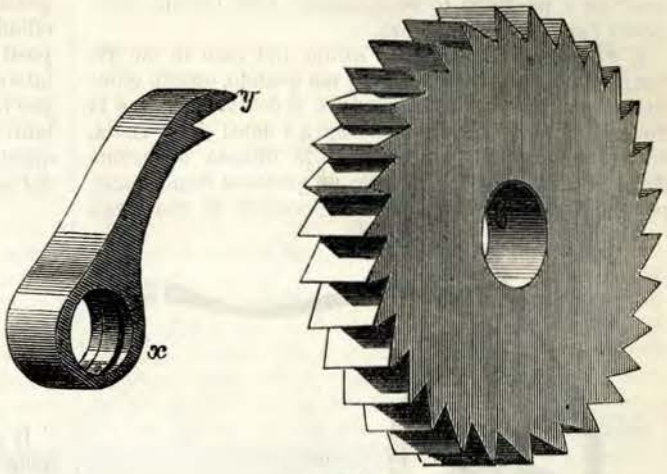


Fig. 1654.

mente; e questo è un elemento importante della macchina, poichè da esso dipende la grandezza del trasloco orizzontale del peso;

B) L'*altezza* della gru, cioè la quantità di cui il peso può essere sollevato al disopra del piano della banchina; anche questo è elemento importantissimo, poichè essendo molto variabile il volume dei corpi che dalla macchina debbono venire sollevati, necessariamente l'*altezza* deve essere tale da ammettere sufficiente sollevamento (altezza di un vagone ordinario, p. e.) anche dei corpi molto voluminosi in confronto del proprio peso;

C) La *forza* della gru, che è rappresentata dalla entità del peso che si può sollevare colla medesima senza pericolo di comprometterne la stabilità. — Quindi la forza di una gru deve stabilirsi *a priori*, allorquando si conoscano i bisogni cui deve soddisfare, e tale macchina non deve mai essere soggetta a cariche maggiori di quella prestabilita, quantunque le cariche di prova la superino di gran lunga.

Ciò posto, la gru in figura consta di un perno di ghisa cavo x, internamente munito di nervature di rinforzo, e che nella sua parte inferiore M porta una lastra piana venuta di getto con esso e colle nervature esterne che si scorgono dalla figura stessa. Questo perno è destinato ad essere murato nella banchina; la lastra M appoggia esattamente sopra un corso di conci abbastanza grossi perchè ne possano sorreggere il peso, colla rimanente parte della gru, e la componente verticale del carico, senza che il perno stesso abbia ad affondare nella banchina.

La parte superiore del perno emerge dal piano della banchina e su di essa viene a basarsi la intera gru. Per viemmeglio assicurare la posizione del perno, e particolarmente a fine di impedire che esso si sposti in senso orizzontale per effetto della componente orizzontale del peso, nella grossezza della banchina è incastrata una forte piastra di ghisa munita di robuste nervature ed invariabilmente fissata alla muratura con sei od otto lunghe chiavarde che alla estremità inferiore sono impiombate in altrettanti grossi conci incastrati nella muratura stessa.

Sulla testa del perno, emergente dal piano della banchina, viene ad incappellarsi il piede C della robusta *colonna* di ghisa della gru, colonna che sostiene le ruote dentate e il tamburo della gru, e dalla quale partono la *volata* v e i *tiranti* t e t_1.

In questo tipo di gru abbastanza potente perchè venne destinata al sollevamento di cariche di 3,5 tonnellate, la volata è costituita da un tubo in lamiera di ferro; tubo avente sezione quadrata e rinforzato internamente da lamiere disposte in piani verticali e unite a quelle esterne coll'intermediario di angolarini in modo da formare un sistema rigido al massimo grado. Questo tubo si connette alla colonna ricevendo nel proprio interno, e per una certa lunghezza, un maschio pieno posto sul prolungamento di R.

Si hanno inoltre 2 tiranti t posti lateralmente alla volata ed alla colonna, collegati fra loro e con un terzo tirante centrale t_1, mediante cerchiature di ferro piatto.

L'angolo che forma la volata coll'orizzontale è in questa gru di circa 60°, con pregiudizio della sua portata, ma reso così grande per assicurare una maggior forza e resistenza della macchina, a parità di altre condizioni.

Il sollevamento dei pesi è fatto mediante una puleggia a uncino pendente F, e la catena G F E I, avente un capo G fisso ad un anello della volata, e l'altro che si avvolge sul tamburo D. — La potenza rappresentata da 6 od 8 uomini si applica alle manovelle A che comandano i rocchetti B e trascinano seco due ruote dentate K poste sopra lo stesso asse col tamburo di avvolgimento D.

È manifesto però che con questo sistema, e peggio quando il rotismo è più complesso, si perde in tempo quanto si guadagna in forza nel sollevamento dei pesi.

Per prevenire qualunque accidente che potesse ripetersi dal fatto che il carico avesse ad un istante qualunque da vincere la potenza, sopra lo stesso albero dei rocchetti sono inchiavettate una ovvero due ruote dentate quali quella della fig. 1654, mentre a un perno della colonna va unita la *castagna*, o *scontro*, o *arresto* xg, che ne permette la rotazione in un senso, quello dell'avvolgimento della catena col tamburo, mentre ne impedisce il moto nell'altro, e cioè nel caso in cui la carica

tendesse a produrre lo svolgimento della catena, malgrado l'azione della potenza.

L'*arresto* si mantiene in azione nel caso in cui avvenga il sollevamento dei pesi, ma quando, questo effettuato, per una qualsiasi ragione si debba operarne la discesa, si toglie l'arresto di sopra i denti della ruota, adoperando quindi per regolare la discesa o l'azione della potenza stessa, o meglio un qualsiasi freno, quale, per es., è quello della fig. 1655 che consiste in una larga

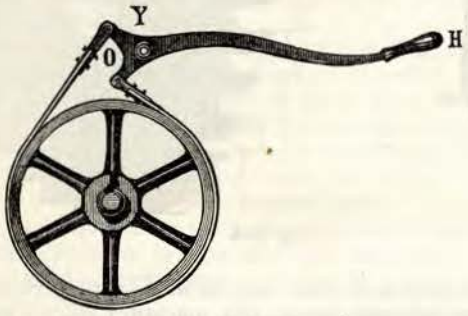


Fig. 1655

molla di acciaio avvolgentesi sopra di apposita puleggia montata sull'asse del tamburo. Questa molla ha i suoi due capi raccomandati ad una estremità forcuta della leva O H che ha il proprio perno di rotazione sulla colonna della gru; evidentemente, abbassando l'impugnatura H della leva, la molla aderisce alla puleggia e mercè dell'attrito che si sviluppa fra le due, può regolare lo svolgimento della catena, cioè la discesa della carica.

Di questi freni a molla se ne hanno frequentissimi esempi, spesso sono manovrabili col piede, altravolta a mano.

Tutta la parte superiore della gru è capace di ruotare attorno all'asse X X', fig. 1653, del proprio perno compiendo generalmente una rivoluzione completa, e ciò affinchè sia possibile il trasloco dei pesi in senso orizzontale, per effettuare successivamente lo scarico dalla nave ed il carico dei vagoni o viceversa, od altra analoga operazione.

Riesce facile lo intendere in qual modo si sia reso possibile e agevole un tale movimento. — Una parte del perno emerge dal piano della banchina, e su essa si incappella il piede della colonna. Due anelli paralleli di ferro, annessi al perno, portano delle pulegge verticali contro cui appoggia la colonna, e delle pulegge orizzontali sulle quali il peso della gru stessa viene a gravitare; fra l'estremità superiore del perno e la corrispondente cavità della colonna si ha un piccolo intervallo a fine di evitare il contatto ed i soverchi attriti che ne deriverebbero. In tal guisa mentre le pulegge orizzontali sorreggono il peso, quelle verticali guidano nella rotazione la colonna opponendosi alla componente orizzontale della carica e facilitando la rotazione della macchina, che si ottiene spingendo lateralmente sopra la volata.

Gru fissa a perno girevole. — Si hanno pure delle gru fisse come la precedente, ma nelle quali il perno invece di essere murato nella banchina, può ruotare attorno al proprio asse insieme alla parte superiore della gru che forma un unico tutto con esso. — Questo tipo di gru è detto *fisso a perno girevole.*

Il loro perno è di ghisa, tronco conico e cavo; appoggia colla propria estremità inferiore K in un ditale rappresentato nella fig. 1656, in cui *c b* è un cilindro di ghisa rinforzato da nervature e che porta in centro un cilindro staccato che è mantenuto entro *d c* da cunei posti lateralmente. — In questo cilindro viene ad essere introdotta la estremità *a* del perno cilindrico, avente per base una calotta sferica ed appoggiante sopra le due lenti d'acciajo rappresentate in figura. — Oggetto di queste lenti si è di diminuire gli attriti ed il consumo del materiale derivante da questi.



Fig. 1656.

Il perno della gru è allogato entro un apposito pozzo nella banchina affinchè sia possibile l'accesso alle varie sue parti per le verificazioni, la manutenzione e la lubrificazione. — Nella sua parte cilindrica superiore non porta più che le pulegge a asse verticale le quali appoggiano contro le pareti d'un cerchio di ghisa incastrato nella muratura e guidano la gru nel movimento di rotazione attorno al proprio asse. Lateralmente alla macchina è disposto un pozzo con scaletta di ferro per la visita del perno.

Il moto di rotazione anche in questa gru è ottenuto mercè della spinta laterale diretta; però è facile il produrre questo movimento annettendo alla gru l'apparecchio indicato nella fig. 1657 nella quale P Q rappresenta la parte superiore del perno, R S una puleggia a scanalatura di catena; S R T la catena che avvolta sulla puleggia R S viene ad avvolgersi in T sopra altra puleggia messa in moto dalla ruota dentata T e dal rocchetto Z che a sua volta si fa ruotare mediante i bracci di leva N M ed N O armati sulla colonna x emergente dalla banchina.

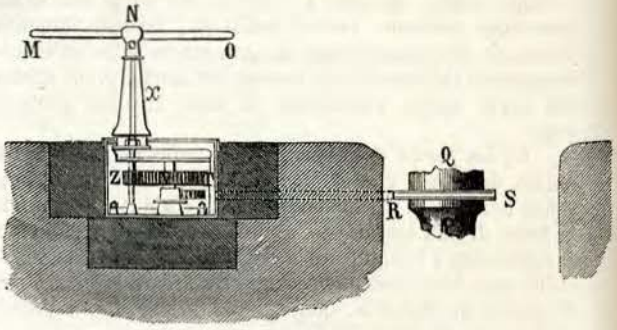


Fig. 1657.

Quest'ultimo apparecchio dovrebbe essere annesso a tutte le gru a braccia perchè ne facilita di molto la manovra. Gli si rimprovera di richiedere un uomo di più di quello che non è necessario nelle gru ordinarie, ma la economia di tempo che realizza è di molto superiore alla spesa che necessita, dato e non concesso che l'aumento di un manovale sia indispensabile per questa manovra.

Di questi tipi di gru, tanto a perno fisso quanto girevole, se ne hanno anche in legno, fig. 1658. Però tali gru possono ritenersi appena adottabili là dove il prezzo mitissimo del legno, la piccolezza dei carichi da sollevare, e la facilità di riparazione e ricostruzione ne possono grandemente facilitare l'impiego. Così se ne trovano in qualche grande fattoria, in qualche piccola officina, ecc.

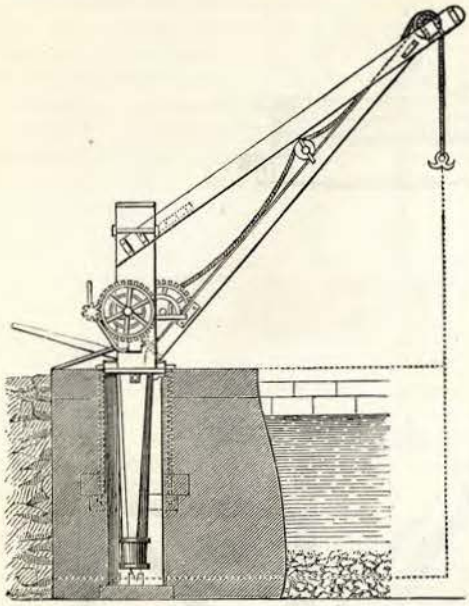


Fig. 1658.

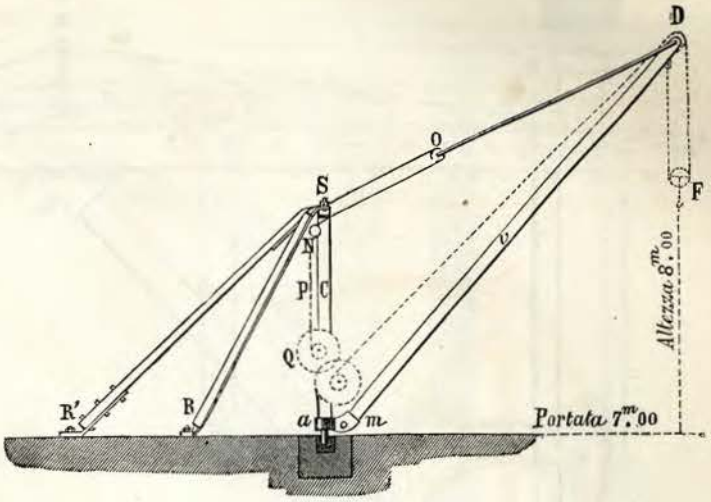


Fig. 1659.

Generalmente però le gru in legno ancora adoperate, invece di avere la forma data dalla fig. 1658, si costruiscono quali quella rappresentata nella fig. 1659, in cui si ha in *a* un anello di ferro posto alla estremità del prisma di legno *a*S; munito di un perno cilindrico appoggia sulle lenti di un ditale e può ruotare insieme ad *a*S che è mantenuto verticale dai due bracci RS ed SR' fissi al suolo in R ed R' mediante boloni, ed in S munito di una lamiera forata entro cui il perno S può ruotare. — Naturalmente in questo tipo di gru la volata non può compiere una rotazione completa, il suo movimento in senso orizzontale suol essere limitato a 270° circa.

La volata *v* è pure di legno, va unita a snodo all'anello *a* del piede di S*a* così da poter ruotare con questa attorno all'asse verticale oppure attorno al perno *m* in modo da poter variare a piacere l'angolo che fa coll'orizzontale, onde avere la portata necessaria a ciaschedun caso speciale. La variabilità della volata è ottenuta sostituendo agli ordinarii tiranti che legano la volata alla colonna, la verga rigida OD (oppure una semplice catena) munita d'una puleggia O su cui si avvolge una catena che ha un capo fisso in S e l'altro che passa sopra altra puleggia di rinvio e si avvolge sul tamburo Q, cosicchè è possibile il far variare la distanza OS e quindi l'angolo di *m*D coll'orizzontale.

Queste gru però sono ben raramente usate oggigiorno, si incontrano ancora su quei lavori nei quali occorre spostare di tratto in tratto la gru, essendo però insieme necessario che soggiornino nello stesso posto per un tempo sufficientemente lungo. — L'unico loro vantaggio è di essere semplicissime, di facile montatura e riparazione, poco costose.

Il legno nelle gru ordinarie suole ancora adoperarsi frequentemente per la costruzione della sola volata come è indicato nella fig. 1660, che rappresenta una di queste piccole macchine per banchina di ferrovia, ed è a perno fisso. In essa tutti i rotismi B, B' e D, la colonna C, il tirante *t* sono in ghisa e in ferro rispettivamente. La sola volata V è costituita da un grosso fuso di legno cerchiato in varii punti e armato di ferro tanto alla parte inferiore in cui è connesso alla colonna quanto alla superiore che porta la puleggia per la catena.

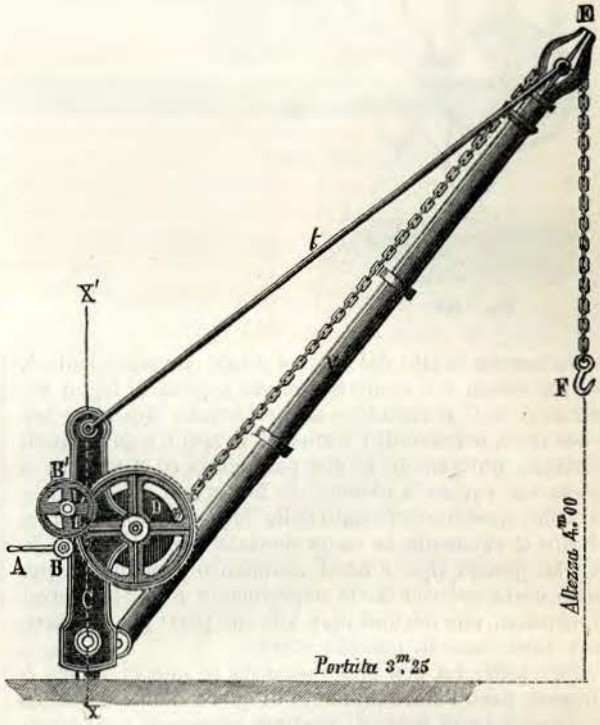


Fig. 1660.

Gru da stabilimenti o magazzini a braccia. — Il passare in rassegna tutti i tipi principali di gru a braccia costrutti per uso speciale di stabilimenti o di magazzini, quindi necessariamente diverse da quelle precedentemente esaminate, e più particolarmente destinate a calate dei porti o banchine delle stazioni ferroviarie, sarebbe còmpito oltrepassante i limiti del presente articolo, onde ci conviene descrivere solo qualche tipo, dal quale tutti gli altri più adatti ad ogni singolo caso speciale possono essere facilmente dedotti.

Fig. 1661. Gru a braccia tutta in legno posante sul suolo o pavimento di un magazzino, o presso una qualche macchina cui deve servire. — Consta della colonna verticale C appoggiata mercè di perno in ferro sul ditale *a*,

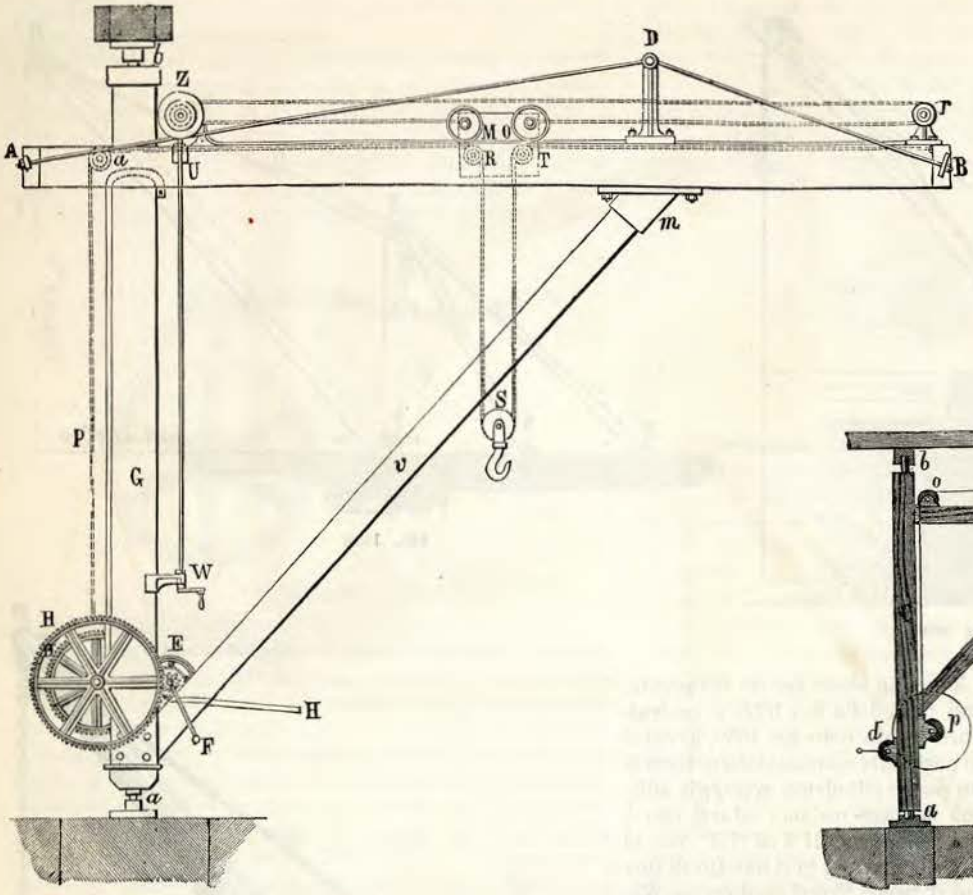


Fig. 1662.

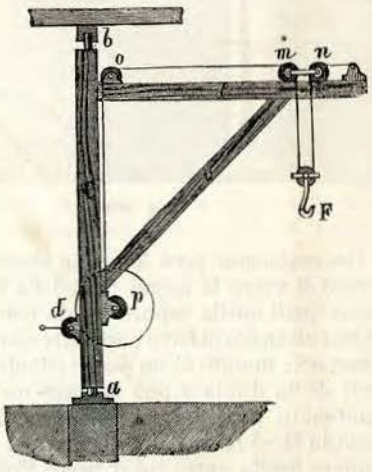


Fig. 1661.

e trattenuta in alto dal perno e ditale corrispondente *b*. — La voluta *v* è composta di un prisma di legno incastrato in C e rinchiuso alla estremità superiore tra i due travi orizzontali *t* formanti tiranti e sopra i quali scorrono unitamente le due pulegge *m* ed *n* così che si possa far variare a piacimento la portata della gru. — Il sollevamento è ottenuto colla fune F *m o p* ed il rocchetto *d* azionante la ruota dentata porta tamburo *p*. Anche questo tipo è assai economico e semplice, ma poco usato pel suo facile deperimento e per le enormi dimensioni che devonsi dare alle sue parti per ottenere una robustezza di qualche rilievo.

Fig. 1662. La gru rappresentata in questa figura è presso a poco l'ingrandimento di quella dianzi descritta coll'aggiunta di pezzi di rinforzo necessarii per assicurare una forza maggiore. — Era, ed è ancora in qualche caso, adoperata di preferenza nelle fonderie. — La colonna C è mantenuta verticale dai due perni *a* e *b* esattamente come nella precedente fig. 1661, solo che le due teste di essa sono robustamente cerchiate, ed i perni fanno corpo direttamente con queste cerchiature, la inferiore delle quali sale per un certo tratto lungo *c* a fine di ricevere la volata *v* e fissarla in maniera abbastanza resistente alla C stessa. — Alla estremità superiore la volata penetra in un'armatura di ghisa *m*, che serve a connettere al braccio o tirante orizzontale A B di legno, rinforzato mediante il cavalletto di ghisa D, su cui preme il tirante composto A D B impernato alle estremità di A B. — Su quest'ultimo è disposto un carretto che può scorrervi sopra mediante le rotelle M ed O scivolanti su due piccoli angolarini o rotaje; gli assi di tali rotelle sono fissati a due piastre di ghisa laterali, nelle quali ruotano gli assi delle due pulegge R e T, così che la fune di sollevamento fissa in B passa sulla puleggia T situata sul carretto, si ripiega in TS ed abbracciando la puleggia S scorrendo su R, e sopra *a* viene ad avvolgersi sul tamburo.

La variazione della portata è ottenuta con semplicità dalla manovra di W. — Infatti la catena mercè cui questa variazione è ottenuta, ha un corpo fisso in *o* al carretto; correndo parallelamente ad A B si avvolge sopra la puleggia *r* posta in B, ritorna su se stessa fino all'altra puleggia in cui ingrana sopra denti o scanalature, e viene finalmente a fissarsi in Z al carretto coll'altro capo. — La puleggia Z ha l'asse comune con una ruota conica che ingrana con un rocchetto pure conico posto all'estremità superiore dell'asta N U, cosicchè mercè della rotazione di quest'asse può ottenersi l'avvicinamento o l'allontanamento della puleggia S dalla colonna, cioè la variazione nella portata della gru.

In F ed in H si hanno rispettivamente la manovella motrice e la leva del freno a molla della gru.

Fig. 1663. Questa gru, essenzialmente di legno come le due precedenti, è destinata ai magazzini nei quali le merci introdotte o da asportarsi debbono venir pesate per riscontri o per altre ragioni qualsiansi. Essa porta per conseguenza una stadera destinata a tal effetto.

La macchina consta essenzialmente di una colonna di legno a sezione esagona C, mantenuta verticale come le due precedenti. Al piede di questa colonna è robustamente fissata da perni e incastri la traversa A B che è rinforzata dal tirante di ferro D.

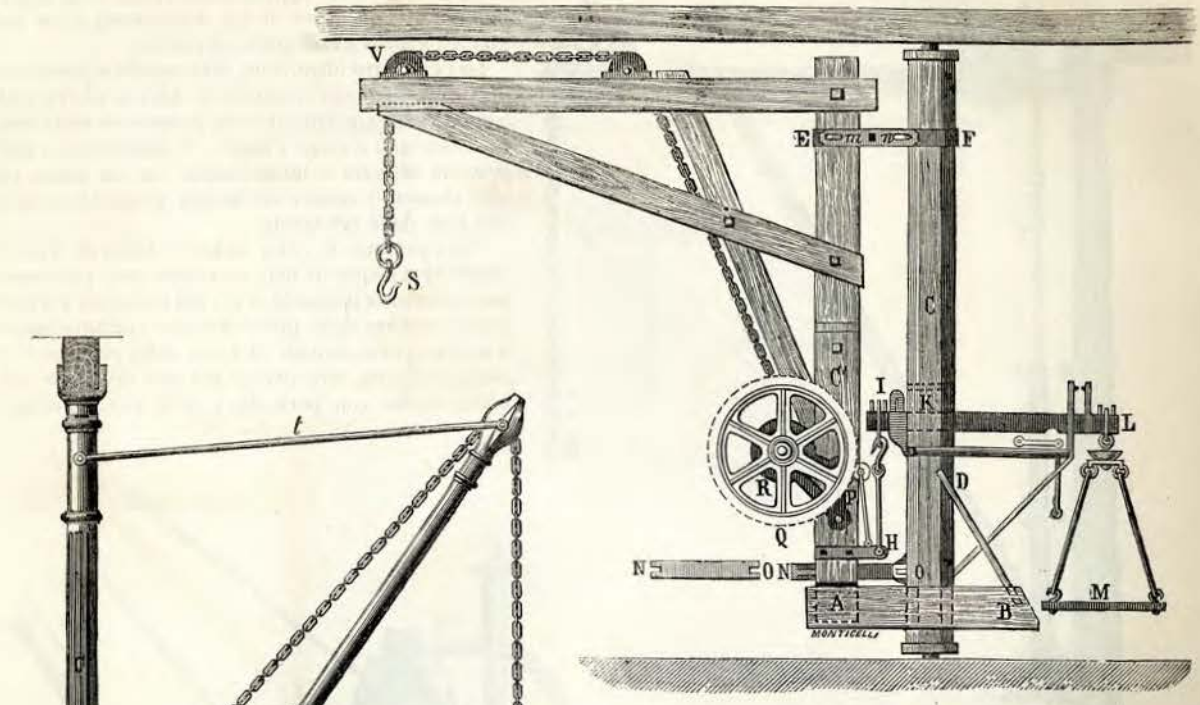


Fig. 1663.

Fig. 1664.

In apposita cavità praticata all'estremità A di questa traversa, può oscillare la seconda colonna C' che nella parte superiore è guidata dal cerchio di ferro EF munito di due scontri, che possono scorrere negli occhielli *m* ed *n* in modo che C' possa inclinarsi di piccole quantità verso C, quando ad S siano sospesi i corpi da sollevare, e tale che per effetto del peso della bilancia attaccata in H e mercè degli elementi HI ed IK, si mantenga parallela a C stessa quando nessun peso è attaccato ad S.

Il movimento di sollevamento è ottenuto mercè del rocchetto P, della ruota dentata G e del tamburo R. — Speciali disposizioni sono state adottate per tener conto dell'influenza del peso della catena a misura che questa viene svolta o avvolta di più o di meno.

Fig. 1664. Alle gru precedentemente descritte essendo applicabili le obbiezioni già fatte ed altre ancora, quale sarebbe lo spazio occupato, stante le grandi dimensioni che si debbono dare ai pezzi, si sostituiscono altre simili ma in ferro sia battuto, sia fuso. Tale è quella della fig. 1664, nella quale la colonna C è di ghisa e cava; la sola volata *v* è in legno, armato di ghisa alle estremità inferiore e superiore per l'attacco al piede ed al tirante *f* di ferro, che può essere tanto di lunghezza fissa come nella fig. 1665 stessa, oppure variabile come nella fig. 1659.

Il sollevamento in questo tipo di gru è ottenuto a braccia, mediante appositi rotismi come bei modelli fin qui studiati.

La fig. 1665 rappresenta un altro tipo di queste gru a braccia e da officina in cui l'uso del legno è assolutamente bandito. La colonna C soltanto è in ferro fuso, e costituita da un'asse centrale cilindrico, munito di 4 nervature ad angolo retto a mo' di croce, di altezza crescente dalle estremità verso il mezzo e costituente gli appoggi del rotismo.

La volata *v* è costituita da due sbarre di ferro a sezione rettangolare, fisse alla colonna ed al tirante o traversa doppia *t* sulla quale son fisse la puleggia L e la M, su cui avvolgesi la catena di sollevamento N M L K. — Il sollevamento dei pesi è qui ottenuto in maniera tutta speciale e tale che non permette grandi sforzi. — Mediante la manovella A B e le due rote dentate coniche E F ed F G, si produce la rotazione della vite G H attorno ai cuscinetti fissi G ed H, di guisa che, a seconda del senso di tale rotazione il corsojo I, da cui partono due sbarre di ferro I K formanti forchetta, si alza o si abbassa lungo la vite, procurando l'abbassamento od il sollevamento del peso attaccato all'uncino N.

Gru fisse a vapore. — Le gru da noi sin qui esaminate, tanto a perno fisso quanto girevole, erano tutte manovrate a braccia, cioè la potenza applicatavi per azionarle è la forza dell'uomo. — Siccome però quanto più i pesi da sollevarsi aumentano, e di altrettanto debbono essere accresciuti i rotismi annessi alla gru per ottenere il sollevamento; siccome questo è tanto più lento quanto maggiore è il peso da sollevarsi, si pensò di sostituire alla forza dell'uomo quella d'uno degli agenti da lui già utilizzati felicemente in tutte le industrie, e si cominciò dall'adattare alle gru un motore a vapore.

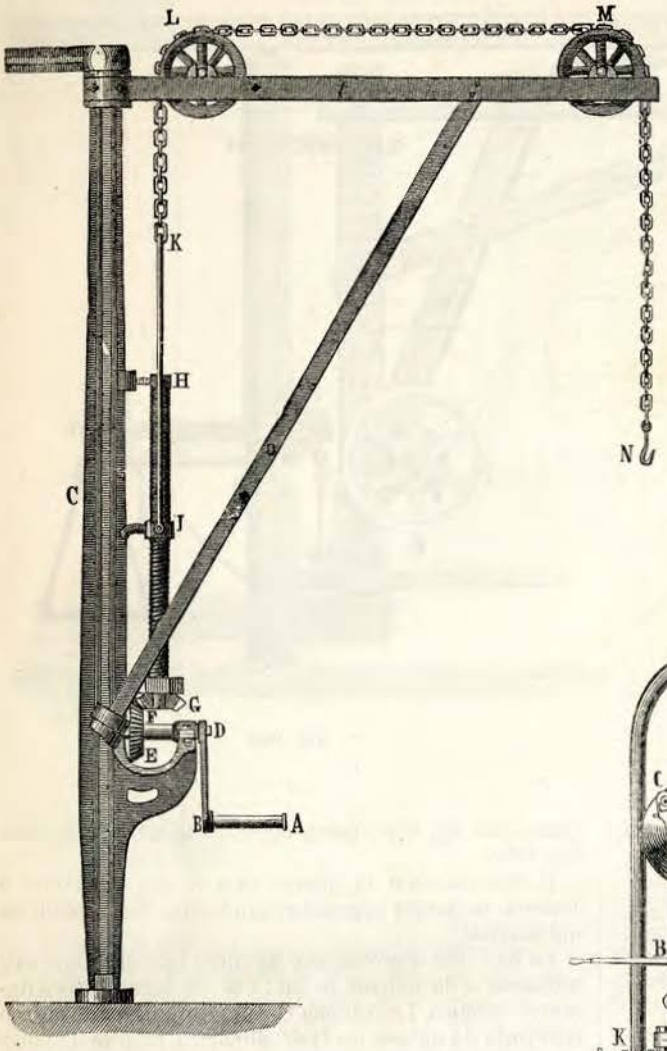


Fig. 1665.

La loro pratica applicazione venne resa possibile dal giorno in cui il sig. Armstrong ebbe inventati gli *accumulatori idraulici*.

Le prime gru idrauliche, dette anche a pressione idraulica, vennero costrutte là dove si aveva una condotta d'acqua chiusa e che possedesse una certa pressione più o meno grande. Si annettevano alla gru dei cilindri a lunga corsa, in cui scorreva uno stantuffo mosso dall'acqua premente sopra una sola delle sue faccie.

Però siccome è nella natura stessa di queste condotte d'acqua di non possedere una pressione assolutamente costante, e ciò pel continuo variare nella apertura delle prese d'acqua stabilite lungo il suo percorso, quindi la forza della gru variava continuamente con danno nel suo lavoro e talvolta anche con pericolo, e si fu per rimediare

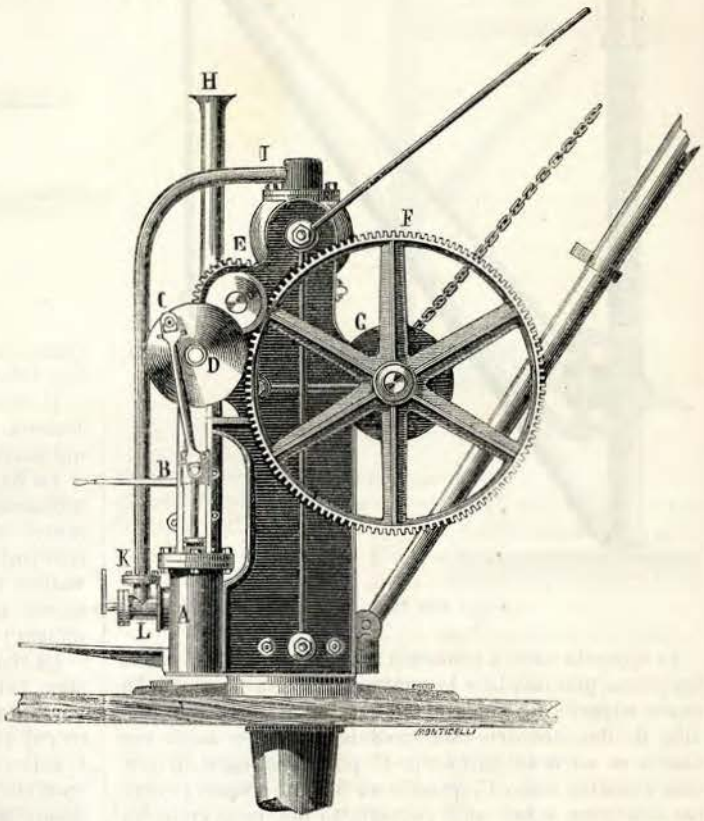


Fig. 1666.

Nella fig. 1666 è rappresentata una di queste gru a vapore, quali si vedono sulle calate dei porti e nelle officine. Alla colonna della gru vanno uniti due cilindri a vapore A la cui biella BC è articolata al bottone di manovella a disco CD. Sull'asse di quest'ultimo si hanno due rocchetti che ingranano colla dentata E, e questa mediante certi rocchetti calettati sul suo asse promuove la rotazione di F e del tamburo G di avvolgimento della catena. — In KI abbiamo la condotta del vapore ai cilindri della gru, in H il tubo di scarico del vapore dai cilindri, in B la leva del freno.

La caldaja può essere annessa alla gru; però quando si hanno parecchie di queste che funzionano a poca distanza l'una dall'altra, si preferisce avere una sola caldaja che le alimenta indistintamente. Tutte le gru fisse a vapore, del resto, somigliano a questo tipo, solo possono variare per la disposizione dei cilindri che talvolta sono inclinati oppure orizzontali anche.

Gru idrauliche fisse. — In questi ultimi anni alle gru a vapore se ne sostituiscono delle azionate dall'acqua compresa e che vennero dette gru idrauliche.

a questo inconveniente che il signor Armstrong ideò gli accumulatori.

Fig. 1667. Essi consistono in uno stantuffo rifluitore S scorrevole in un cilindro C a pareti robuste, e di un diametro che varia dai 45 ai 60 centim. per una corsa ordinariamente compresa fra 6 ed 11 metri. Una cassa cilindrica a sezione annulare circonda il cilindro C e lo stantuffo S, alla cui estremità superiore trovasi sospesa di modo che essa può alzarsi ed abbassarsi collo stantuffo medesimo, essendo guidata dalle guide *g*. — Questa cassa viene colmata di salmoni di ghisa od altre sostanze pesanti proporzionate a seconda della pressione da esercitarsi sull'acqua che una pompa introduce nel cilindro C sotto allo stantuffo.

Fig. 1ª

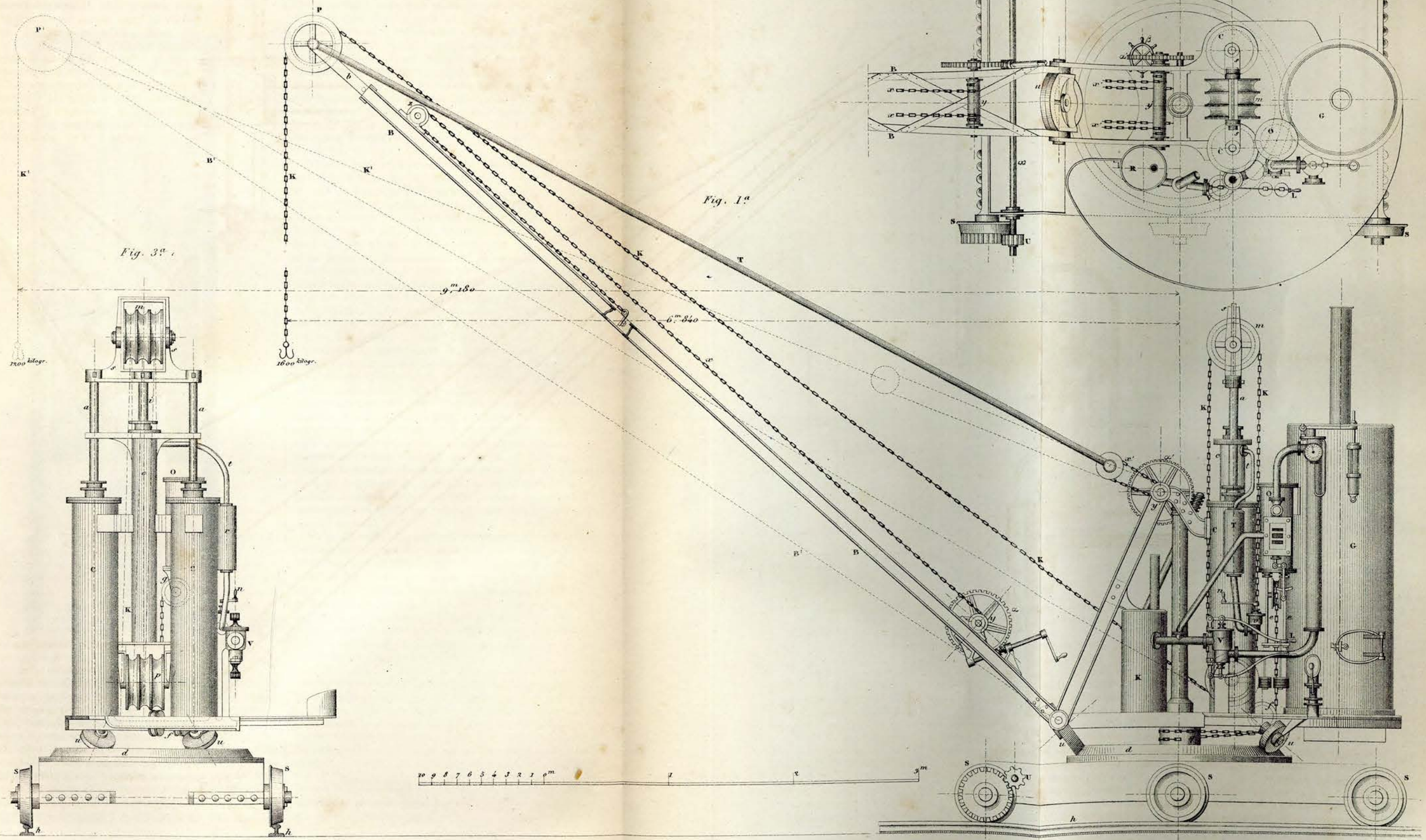


Fig. 2ª

Fig. 3ª

NIZZA, 1870.

In una sola parola l'accumulatore è un vero serbatojo di forza, nel quale la pressione è mantenuta non più dalla colonna d'acqua, come dicevamo dianzi, ma dal peso delle sostanze rinchiuse nella cassa annessa allo stantuffo, e che talvolta è spinta a ben 60 atmosfere, vale a dire rappresenta una colonna d'acqua di circa 600 metri d'altezza.

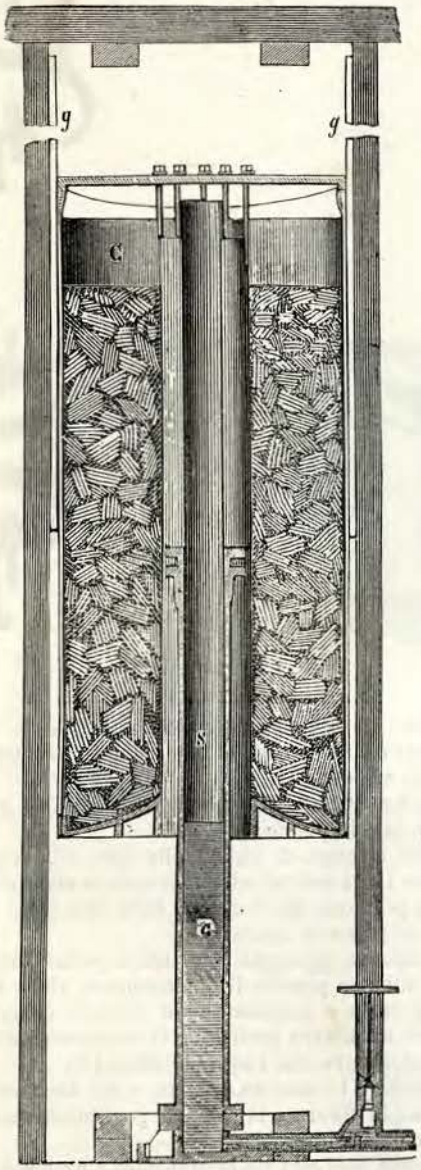


Fig. 1667.

L'acqua dell'accumulatore è spinta dentro un tubo distributore, che la conduce alle diverse gru, dalle quali è ricondotta alla pompa nei casi in cui l'acqua è scarsa; si scarica invece in mare negli altri casi.

Per evitare i colpi d'ariete, che per l'incompressibilità dell'acqua si produrrebbero, con grave danno delle pompe ed altri organi in attività, ogniqualvolta venisse arrestato bruscamente il moto dell'acqua chiudendone l'accesso a qualche gru in lavoro, presso l'accumulatore sono poste certe valvole di comunicazione tra la condotta d'acqua compressa e quella di scarico, le quali valvole si aprono per effetto di una pressione alquanto superiore a quella dell'acqua sotto lo stantuffo dell'accumulatore.

Nei grandi stabilimenti in cui le gru sono numerose, lungo le calate dei porti, ecc., è utile l'uso di parecchi accumulatori. Due di questi sogliono trovarsi all'estremità della condotta principale dell'acqua compressa e si caricano al pari di tutti gli altri, per es. a 42 chilog. per cm. q. Uno solo è caricato a 3 o 4 chilog. di più di tutti gli altri, ed è collocato in prossimità delle pompe destinate all'alimentazione di tutti gli apparecchi. Allorquando gli accumulatori caricati a 42 chilog. sono giunti al punto più alto della loro corsa, sono arrestati in questa posizione da forti traverse, allora l'accumulatore centrale comincia a salire, e quando sarà giunto all'estremità superiore della corsa fa da regolatore della macchina a vapore e delle pompe che danno vita a tutto il sistema.

Diffatti l'accumulatore centrale giunto in alto spinge una piccola leva, che mediante catena di rimando chiude la valvola di ammissione del vapore ai cilindri e la macchina motrice si ferma. Però, non appena un po' d'acqua viene consumata dalla gru, lo stantuffo dell'accumulatore-regolatore ridiscende liberando l'estremo di detta leva che per effetto di un contrappeso ripiglia la pristina posizione, riammettendo il vapore nel cilindro, e cioè facendo sì che la macchina funzionando, le pompe comprimono nuova acqua, ecc. Nella fig. 1668 è rappresentato uno fra i buoni tipi di gru idrauliche. Esso consiste in un cilindro inclinato C che è destinato al sollevamento dei pesi per mezzo della catena M, mentre due cilindri orizzontali D fiancheggianti il primo sono destinati ad imprimere un movimento di rotazione alle gru per mezzo della catena *n* avvolta sulla ruota a gola *r*. — Lo stantuffo del cilindro elevatore ha 146 mm. di diametro ed una corsa di m. 1. 422, ma affinchè al movimento relativamente piccolo dello stantuffo corrisponda un sollevamento più rapido del peso, la catena *m*, che per una estremità è attaccata al carico da sollevarsi, dopo avere verticalmente attraversata la colonna A della gru, è fatta passare su diverse pulegge, fisse le une al fondo del cilindro e le altre alla testa dello stantuffo, le quali pulegge vengono a formare un paranco. — Nelle gru di cui è parola, la corsa dello stantuffo trovasi per tal modo quadruplicata e l'altezza totale di sollevamento dei pesi è circa m. 5. 50.

Nella fig. 1669 è rappresentato il meccanismo di distribuzione dell'acqua nelle gru idrauliche di più recente costruzione. In I abbiamo il tipo di distribuzione semplice. in cui A è il canale che conduce l'acqua compressa alle gru e B l'orifizio del tubo che la conduce sotto allo stantuffo elevatore quando il cassetto mosso dall'asta ha la posizione rappresentata nella attuale posizione di figura. Allorquando il sollevamento deve cessare, e la gru calare il proprio carico, il cassetto scorre in basso e mediante la conchiglia E pone in comunicazione il tubo di scarico C con B, mentre la camera D della valvola di distribuzione viene ad essere chiusa dall'appoggiare dei piedini della valvola sopra lo specchio di essa. — Questa valvola è adattata al cilindro elevatore mentre quella rappresentata in II regola l'introduzione dell'acqua compressa nei due cilindri che danno il movimento di direzione alla gru. — Essa funziona come gli ordinarii cassetti di distribuzione del vapore nelle macchine a vapore e cioè gli orifizii B e B' di ammissione dell'acqua compressa sopra gli stantuffi di detti cilindri possono essere alternatamente in comunicazione coll'acqua compressa e col tubo di scarico.

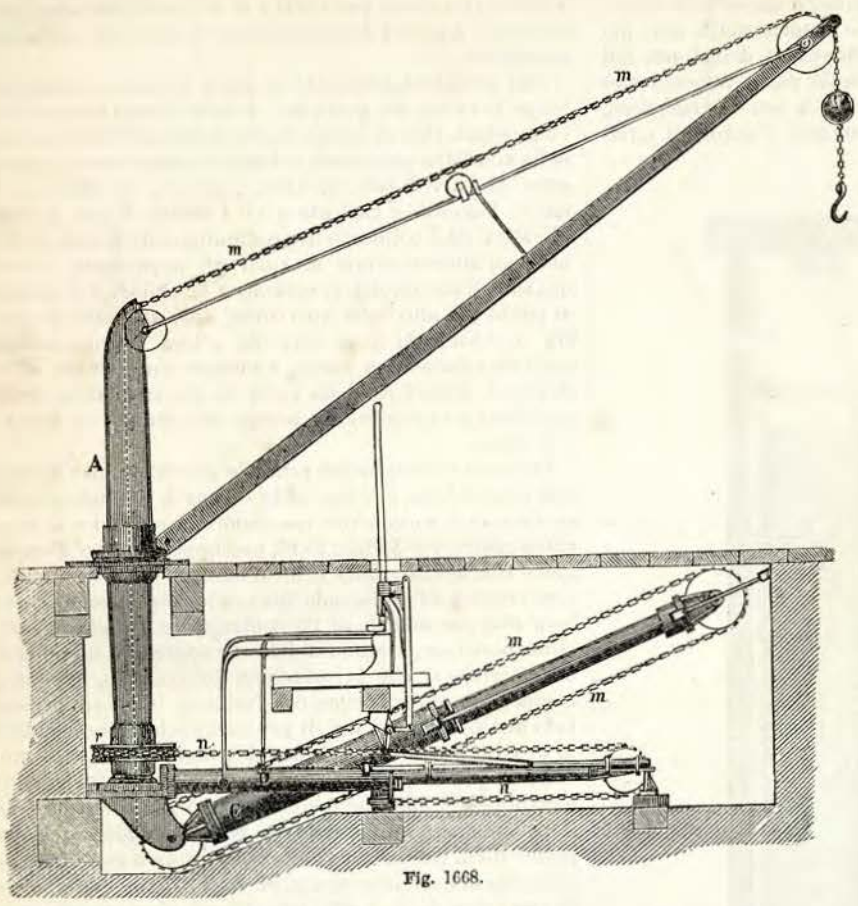


Fig. 1668.



Fig. 1669.

Nella fig. 1670 sono rappresentate le tubazioni, casse delle valvole e manovelle di manovra, necessarie pel funzionamento conveniente di una delle predette gru idrauliche.

D, valvola di distribuzione dell'acqua al cilindro elevatore, in comunicazione con questo, mediante il tubo R, mentre S è quello di scarico. L'acqua compressa entra nella cassa D della valvola (che è identica alla I della fig. 1669) per la comunicazione stabilita fra T e D stessa. — Mediante la manovella B con asse a passo di vite molto lungo si alza o si abbassa la valvola di distribuzione a seconda degli effetti che si vogliono ottenere, ed un disco graduato B' indica immediatamente le posizioni della valvola rispetto agli orifizii.

In D' abbiamo la cassa di una valvola identica a quella II della fig. 1669. Ad essa l'acqua accede per il prolungamento di T, e mediante M ed N va ai due stantuffi direttori rispettivamente, mentre lo scarico dell'acqua che cessò di agire avviene per O e quindi S. — La valvola è azionata da A.

In P e Q si hanno due valvole di sicurezza contro i colpi d'ariete. Cariche a atmosf. 1.75 circa più degli accumulatori, si aprono, comunicano con V che scarica l'acqua improvvisamente in O.

Siccome le gru idrauliche sono destinate a sostituirsi a tutti gli altri tipi di queste macchine, crediamo far cosa gradita al lettore dandogli qui appresso in maniera succinta i dati principali per un impianto completo di 10 gru idrauliche, 8 delle quali della forza di 2 tonnellate ciascuna e 2 della forza di 4 tonnellate.

Questo impianto venne da noi studiato di concerto coi signori Emerson, Walker e C. di Londra, abilissimi costruttori di questo genere di macchine, e in vista della pratica attuazione di esso, non ancora però deliberata in via definitiva.

Nella fig. 1671 è rappresentato il tipo di gru prescelto in tale impianto.

ABC colonna di ghisa della gru, cilindrica nella sua parte BC e nel cui interno scorre lo stantuffo rifluitore. La porzione BC è aperta dalle due facce perpendicolari al piano di figura.

Tale colonna appoggia mediante il perno E sul ditale D della robusta piastra di fondazione in ghisa FG murata nel suolo e mantenuta da robuste chiavarde. Il cavalletto a quattro piedi FIHG mantiene verticale la colonna della gru che ruota nel disco IH.

La volata è in lamiera armata, e coi due tiranti rappresentati in figura e la colonna costituisce un sistema indeformabile molto robusto.

Alla testa dell'asta dello stantuffo v'ha montata una doppia puleggia, di modo che la catena fissa in P per un capo, s'avvolge prima su K, poi su O, indi sulla seconda puleggia K, sopra N ed M e pende finalmente in ML pel sollevamento dei pesi, che riesce per tal modo 4 volte circa maggiore della corsa dello stantuffo raggiungendo m. 9.15. In R ed S si hanno finalmente i due cilindri direttori disposti orizzontalmente, e la catena dei quali s'avvolge sulla puleggia a doppia gola C al piede della colonna.

Le gru di due tonnellate di forza sono di tipo identico a questo ora descritto, salvo che le loro dimensioni sono alquanto minori.

Dette 10 gru, disposte lungo 6 tubi di un rettangolo di 100 per 200 metri, debbono poter lavorare contem-

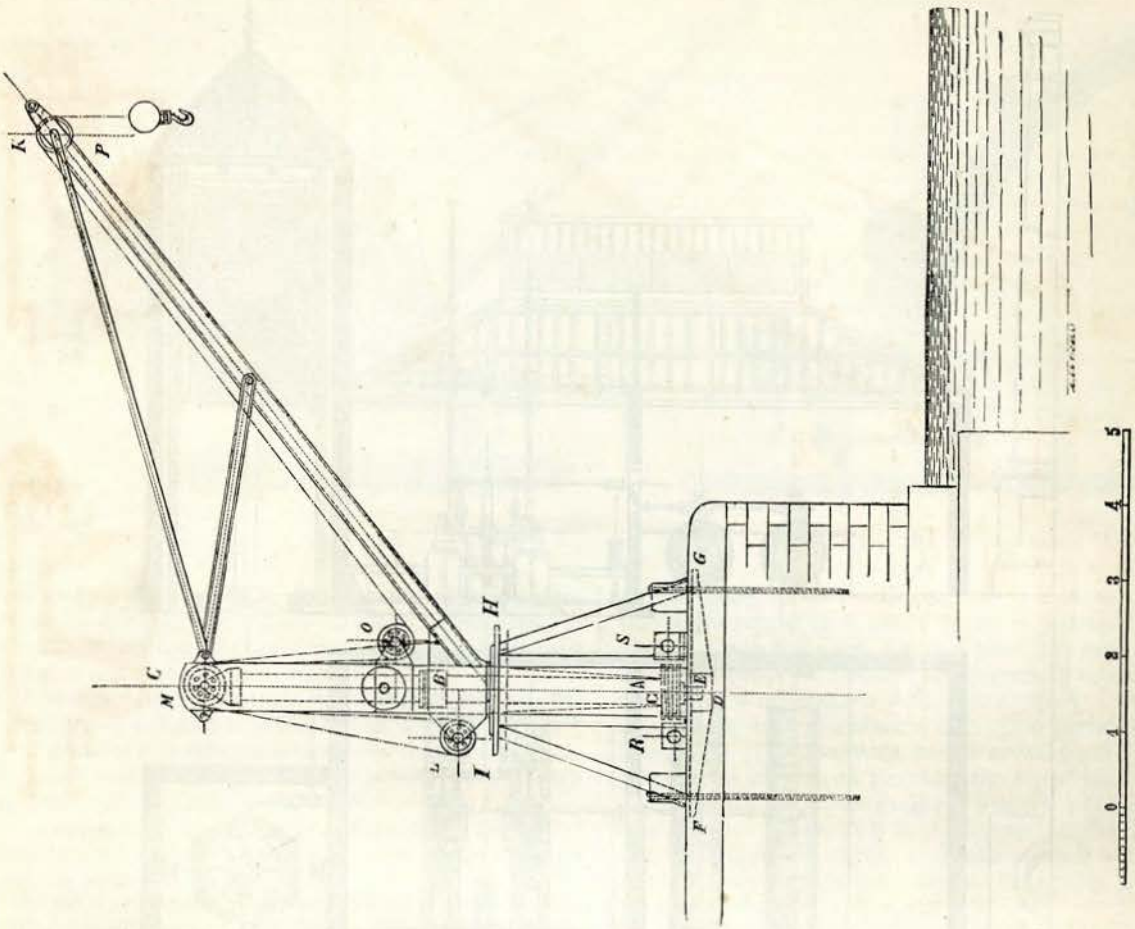


Fig. 1671.

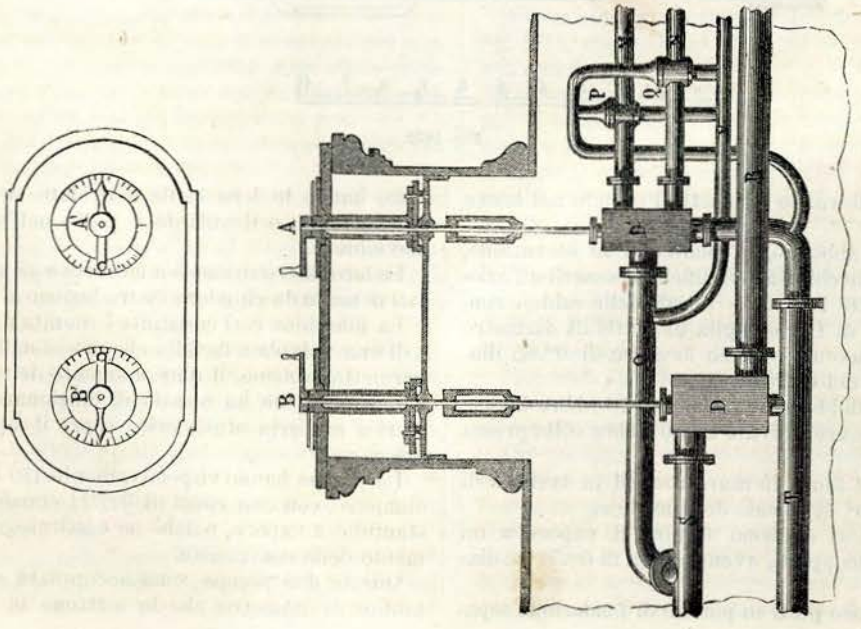


Fig. 1670.

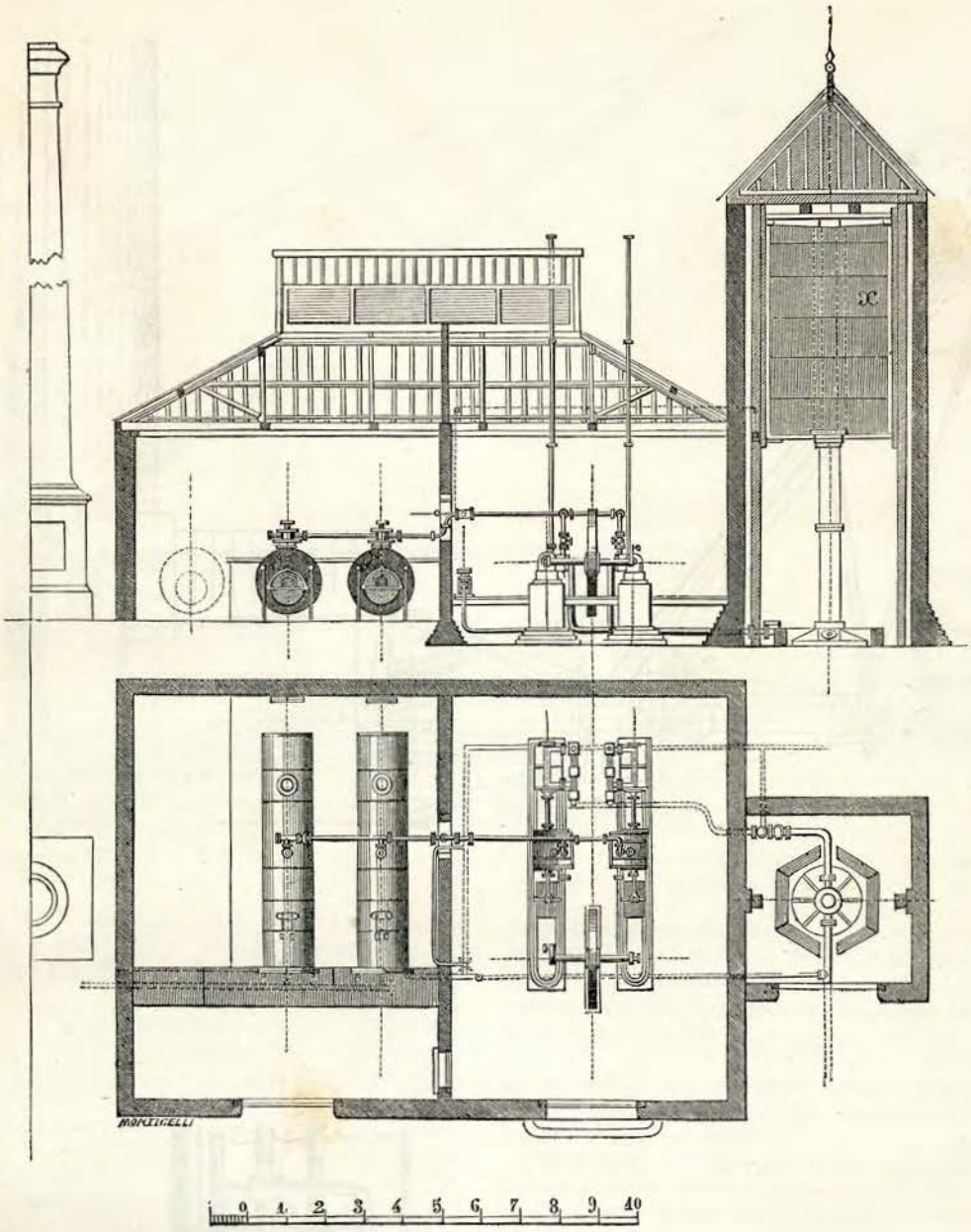


Fig. 1672.

poraneamente sollevando i rispettivi carichi nel breve tempo di 80″.

Nella fig. 1672 abbiamo, in pianta ed in elevazione, rappresentati i macchinismi e edificii necessarii all'azionamento delle dette 10 gru. — Locale delle caldaje contenente 2 caldaje di Cornovaglia di 1m.68 di diametro e 6m.10 lunghe; aventi un solo focolare di 0m.85 diametro con 5 tubi del Galloway.

Queste caldaje debbono funzionare a 70 libbre inglesi di pressione ed essere provate a 150 libbre colla pressa idraulica.

La condotta del fumo, in muratura od in lamiera di ferro, trovasi fuori del locale delle caldaje.

Questi generatori debbono fornire il vapore a un pajo di cilindri accoppiati, aventi corsa di 0m.711 e diametro 0m.381.

Detti cilindri sono posti su piastre di fondazione separate, hanno le loro bielle articolate su manovelle ad angolo retto, e il volante è posto nell'intervallo fra i due cilindri.

La loro distribuzione è a cassetto e gli eccentrici calettati in modo da chiudere l'introduzione ai $^2/_3$ della corsa.

La macchina così costituita è munita di un regolatore e di una valvola a farfalla che mossa dall'accumulatore, permette, o meno, il funzionamento della macchina.

Il vapore che ha cessato di funzionare nei cilindri si scarica nell'aria atmosferica sopra il tetto dei locali di macchina.

Le pompe hanno rispettivamente 120 e 92 millim. di diametro, con una corsa di 0m.711 eguale a quella dello stantuffo a vapore, poichè ne costituiscono il prolungamento della contro-asta.

Queste due pompe sono accoppiate con tubi di 100 millim. di diametro che le mettono in comunicazione

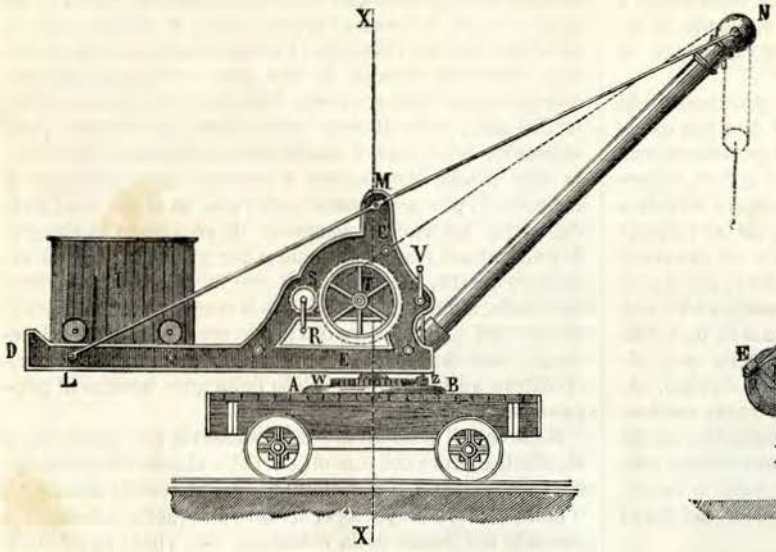


Fig. 1673.

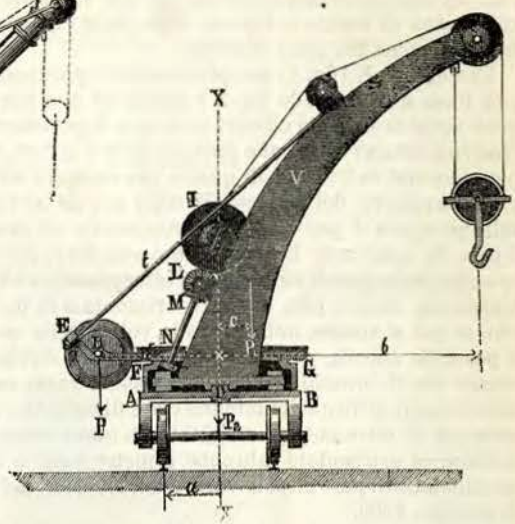


Fig. 1674.

coll'accumulatore posto a destra del locale delle macchine. Sono altresì accoppiate col tubo di alimentazione avente 125 millim. di diametro. — Le loro valvole sono del tipo a compensazione ordinario.

L'accumulatore principale ha uno stantuffo pieno del diametro di 410 millim. e corsa di m. 4.90.

Il cilindro è in due pezzi uniti con flangie e bolloni; è fissato inoltre al suo piede sopra una robusta piastra di fondazione in ghisa.

La cassa di carica in lamiera di ferro di 5 millimetri pendente da una testa a croce in ghisa fissata all'estremità superiore dello stantuffo.

L'accumulatore secondario, posto alla estremità opposta a quella ov'è il principale, nel rettangolo di cui sopra, è identico a questo. La sola carica di questo accumulatore secondario è inferiore a quella del principale che è di 700 libbre inglesi per pollice quadrato di superficie.

La condotta idraulica corre sui quattro lati del rettangolo e ha un diametro interno di 102 millim. Nella sua lunghezza ha 5 valvole di sicurezza contro i colpi di ariete, ed ogni gru ha due valvole di chiusura proprie, dimodochè le più ampie precauzioni sono state prese onde assicurare l'impianto tutto contro qualsiasi pericolo derivante da improvvisi arresti delle gru.

Questo impianto completo, tutto compreso, importa una spesa di lire italiane 275,000.

II. Gru mobili. — Nelle stazioni ferroviarie e sulle calate dei porti le gru fisse, sia a perno girevole sia a perno mobile, vanno sempre più in disuso e si sostituiscono a esse altri tipi di gru poste su carretti scorrevoli sopra rotaje, onde la gru possa venire trasportata là dove ne è necessario l'impiego.

Queste gru sono più necessarie che altrove nelle calate dei porti onde poterle disporre di fronte ai varii boccaporti delle navi e operarne lo scarico con maggiore rapidità. Siccome le distanze fra boccaporto e boccaporto variano coi bastimenti, così si resero necessarie le gru mobili.

Anche queste, come le fisse, possono essere a braccia, a vapore, o idrauliche.

Fig. 1673. In questa figura è rappresentata una delle gru mobili più comunemente adoperate nelle stazioni ferroviarie.

Essa consta di un robusto carrello a 4 ruote scorrevole sopra rotaje; su di esso è fissata la piastra AB che porta il perno della gru. Su essa piastra è pure fissata la ruota dentata WZ colla quale ingrana il rocchetto Z che riceve il movimento dalla manovella V e produce la rotazione della gru attorno al proprio perno. La colonna della gru è costituita da due armature CELD di ghisa, unite fra loro da tiranti, e che sopportano la volata della gru a cui sono fissate al piede, e all'estremità superiore col tirante NML. La colonna stessa ha cuscinetti di sostegno per gli assi della ruota T e del rocchetto S inservienti al sollevamento dei pesi, la potenza essendo applicata alla manovella R.

L'equilibrio durante il sollevamento è ottenuto col cassone I di ferro nel quale son posti convenienti pesi e che può scorrere lungo ED a seconda dei bisogni.

Ordinariamente il tirante può essere attaccato in N, e articolato in M. Allora nel trasporto della gru a distanza, la volata si abbatte orizzontalmente al pari del tirante MN.

Spesso sono preferite alla ora descritta le gru della fig. 1674, costrutte in ferro ed occupanti meno posto con eguale potenza.

La volata V è in ghisa, al piede munita di un disco, può ruotare attorno al perno fissato sul carrello, e ciò mentre il disco striscia fra rulli inclinati destinati a diminuire le resistenze dell'attrito. Un contrappeso H mantiene l'equilibrio del sistema durante il sollevamento, che è fatto anche qui a braccia da uomini posti sul carrello della gru.

In questo come nel precedente tipo è da avvertirsi che, onde il carrello non s'abbatta colla gru, il momento di P ad XX' deve eguagliare quello del carico rispetto allo stesso asse.

Fig. 1675 (Tavola separata). In questa figura è rappresentato uno fra i tipi di gru mobili a vapore di più recente costruzione, e destinato agli usi dei porti.

Un paranco a sei puleggie compone il meccanismo di sollevamento; tre di queste p (fig. 3 della Tavola) sono fisse e disposte inferiormente fra i due cilindri motori verticali C; esse vedonsi anche di fianco e punteggiate nella fig. 1. L'asse mobile delle tre puleggie superiori m è, mediante apposito sostegno a cavalletto s (fig. 1, 2 e 3), direttamente posato sulle due aste a degli stantuffi mo-

tori dei cilindri C, e su di una terza asta intermedia *i* (fig. 3), raccomandata anch'essa ad uno stantuffo di un cilindretto di mezzo *c* ripieno d'acqua e che serve da freno, siccome fra poco vedremo.

Una catena K (fig. 1) semplicemente rappresentata da una linea a tratti nella fig. 1 è fissata ad una sua estremità verso la base dei cilindri motori, e dopo essersi successivamente avvolta sulle puleggie mobili e fisse, finisce per staccarsi dall'ultima di queste per arrivare all'estremità superiore del braccio B della gru ed avvolgersi sulla puleggia P per discendere finalmente ad afferrare il peso da sollevarsi. E questo peso non deve, per il caso speciale della gru di cui si parla, oltrepassare i 1600 chilogrammi, sospesi alla distanza orizzontale di m. 6.840. Che se poi si volesse aumentare la volata della gru, ciò è possibile ancora, potendosi, nel modo che diremo, ottenere che il braccio B della gru prenda varie inclinazioni comprese fra quella minima che è disegnata e quella massima B' solamente punteggiata. In quest'ultimo caso la distanza orizzontale salirebbe a metri 9.180 e conseguentemente il peso da sollevarsi vuole ritenersi nei limiti di chilogr. 1200.

Il peso sale quando salgono i tre stantuffi dei due cilindri a vapore C, e del cilindro ad acqua *c*. L'acqua che si trova nella camera superiore di quest'ultimo è ricacciata per mezzo di un piccolo tubo *t* (fig. 1 e 3) nel serbatojo *r*, mentre nuova acqua entra nella camera inferiore, spintavi dalla pressione atmosferica. Se non che l'acqua non può rientrare dal serbatojo *r* nella camera inferiore del cilindro senza prima sollevare una valvola *v* (fig. 1), la quale si chiude appena un po' di pressione si esercita sull'acqua in senso opposto, ossia appena la pressione del vapore sotto gli stantuffi dei due cilindri motori diventando insufficiente ad equilibrare il peso sollevato, lo stantuffo del cilindro d'acqua esercita pressione sull'acqua della camera inferiore. L'incompressibilità di quest'acqua ottiene la sospensione a qualsiasi altezza del peso da sollevarsi, ancorchè venga a diminuire la pressione del vapore nei cilindri motori. Coll'ajuto della valvola *v* e per mezzo del manubrio *n* il macchinista può ancora regolare a piacimento la velocità di discesa del peso sollevato, potendo lasciare all'acqua, che dalla camera inferiore del cilindro è sospinta dal discendere dello stantuffo ad entrare nel serbatojo *r*, un'apertura più o meno grande. Prima di lasciar uscire quest'acqua dalla camera inferiore del cilindro, i due cilindri motori devono essere già liberi dal vapore, cioè deve essere prima aperta la luce di scarica. Diremo in ultimo essere misura di precauzione il dare al tubo *t* un piccolo diametro, affinchè, rompendosi per causa imprevista la catena di sospensione, o cessando per qualsivoglia altra causa l'equilibrio del peso da sollevarsi, la velocità dei due cilindri motori non possa oltrepassare un certo limite, e gli stantuffi incontrino, nel salire, l'ostacolo della compressione dell'acqua nella camera superiore del cilindro *c*. Relativamente a questo sistema di freno, non sarà forse inutile l'aggiungere ancora che, prima di ricorrere ad un solo cilindro ad acqua, erasi pensato di servirsi di due egualmente disposti fra i due cilindri a vapore, ma si dovette limitarsi ad uno, perchè una differenza tra loro nel livello dell'acqua era inevitabile sempre per la diversa ermeticità dei giunti ed altri simili motivi, e questa differenza, benchè minima, bastava ad impedire che l'apparecchio funzionasse regolarmente, poichè le aste degli stantuffi finivano per incurvarsi, e rompevasi sempre un qualche pezzo di quel complicato meccanismo.

Quanto al modo di orientare la gru, già si disse che l'impiego del paranco più non permette di servirsi dei cilindri motori destinati al sollevamento dei pesi per far girare la gru intorno al proprio asse. A questo scopo in un altro cilindro verticale O affatto indipendente scorre uno stantuffo munito di due aste *e* rilegate all'altra estremità per una traversa. Una puleggia *g* trovasi tra le due aste, e su di essa avvolgonsi due catene, l'una estremità delle quali è fissata alla suaccennata traversa; le due catene discendono e passano sulla puleggia di rimando *f*, per avvolgersi poi, l'una in senso contrario dell'altra, intorno al perno *q* di rotazione della gru. L'una catena serve adunque a far girare la gru da sinistra a destra, mentre l'altra può farla girare pel verso contrario, rimanendo inteso che lo stantuffo del cilindro O se sale nel primo caso, dovrà invece discendere nel secondo, essendo la sua corsa regolata per modo da corrispondere ad un giro completo della gru intorno al proprio asse verticale.

Sollevato il peso all'altezza necessaria per mezzo degli stantuffi motori dei due cilindri C, e chiusa l'ammissione del vapore in essi, il macchinista dà il vapore al cilindro O, o nella camera superiore, ovvero in quella inferiore, a seconda del senso della rotazione che vuole imprimere alla gru. Non sì tosto questa è giunta col suo braccio nella direzione voluta, si arresta il movimento di rotazione dando il controvapore al cilindro O, vale a dire, ponendo anche l'altra camera del cilindro in comunicazione colla caldaja; lo stantuffo rimane così equilibrato ed ogni movimento è arrestato. Allora il macchinista impugnando la leva L apre la valvola V, per la quale il vapore che trovavasi rinchiuso nei due cilindri C va a condensarsi nel serbatojo R, ivi riscaldando l'acqua di alimentazione della caldaja, e poi muovendo il manubrio N permetterà all'acqua della camera inferiore del cilindro *c* di ritornare nel serbatojo *r*, ed il peso andrà poco alla volta discendendo nel sito preciso in cui dovevasi trasportare. Il movimento di rotazione trovasi poi guidato da tre ruote coniche *u* che si sviluppano per contatto intorno alla superficie conica *d* fissa al carretto che porta tutta la gru.

Un altro movimento deve ancora essere possibile in una gru locomobile, e consiste nel poterla fare avanzare e retrocedere con facilità. Perciò tutto il meccanismo è sorretto da sei ruote S con cerchione conico che si appoggia su guide di ferro *h*. Le due ruote anteriori sono inoltre esteriormente munite di ruota dentata condotta da un rocchetto U. I due rocchetti sono inalberati su di uno stesso asse ω, ed è col mezzo di una leva con nottolino d'arresto imperniata all'estremità di quest'asse che gli operai possono produrre il movimento di traslazione della gru. Più sovente però gli operai ricorrono alla forza del vapore anche per questo movimento, servendosi della catena di sollevamento, la cui estremità è fissata ad un palo o ad altro punto fisso verso cui devesi produrre il movimento.

Merita infine di essere notato il modo con cui è resa possibile in questa gru la variazione della volata, potendosi il punto d'appoggio portarsi alla distanza di m. 6.840 a quella di m. 9.180, conservandolo sempre alla medesima altezza. Richiedevasi perciò di potere contemporaneamente inclinare ed allungare sia il puntone B che i due tiranti laterali T. Il braccio B della gru è foggiato in modo affatto speciale, come vedesi meglio ancora dalla projezione orizzontale (fig. 2); due ferri a doppio T solidamente rilegati tra loro di croci di sant'Andrea vanno successivamente avvicinandosi l'uno all'altro a misura che si inalzano, finchè verso i due terzi circa di sua lunghezza il braccio riceve la forma prismatica cava, entro la quale scorre l'asta *b* che sostiene su-

periormente la puleggia. L'allungamento del braccio si ottiene per mezzo di due catene x avvolte intorno ad un piccolo tamburo y, che dopo d'essere passate sulla puleggia z vanno a fissarsi all'estremità inferiore dell'asta b. Una ruota dentata α, fatta girare da una vite perpetua, mossa per mezzo di manovella da un operajo, è destinata a fare avvolgere e svolgere le due catene sul tamburo y. E siccome l'allungamento del braccio della gru deve essere accompagnato da quello dei due tiranti T, così, mentre la estremità superiore di questi è fissata a snodo all'asse della puleggia P, quella inferiore invece è solamente trattenuta da due catene x', le quali si avvolgono intorno ad un tamburo y' fatto girare da una ruota α' per mezzo di vite perpetua e d'una ruota manubrio β; e così i due tiranti T possono essere allungati od accorciati in modo analogo a quello del braccio B.

Un generatore di vapore o caldaja G serve eziandio da contrappeso, ed assicura la stabilità della gru, la quale d'altronde poggia su ampia base. La caldaja è tubulare, a tubi orizzontali e sovrapposti; essa è munita di tutti gli apparecchi accessorii occorrenti, vale a dire, di valvole di sicurezza, di manometro, di tubo d'ammissione del vapore, ecc. L'alimentazione della caldaja ha luogo a mano per mezzo di una tromba mossa da una leva. La pressione media del vapore può ritenersi da 5 atmosfere e mezza a 6 atmosfere. Il diametro interno dei due cilindri motori è di m. 0.406, e la corsa totale dei relativi stantuffi di m. 1.825; e l'altezza massima di sollevamento del peso essendo sestupla per la combinazione del paranco, dovrà perciò ritenersi di m. 10.925. Il sollevamento di un peso all'altezza di metri 7.50 ha luogo in dieci secondi; cinque secondi occorrono per dare mezzo giro alla gru, ed altri cinque secondi bastano per lasciar ridiscendere il peso e togliere gli uncini. Devesi insomma ritenere, come risultò da apposite esperienze, che in un minuto primo si può sempre caricare e scaricare una merce qualsiasi. E dieci ore di continuo lavoro bastano con essa a caricare o scaricare una nave anche tra le più grandi.

La fig. 1675 dà perfetta idea delle moderne gru idrauliche, poichè ammettendo che nei due cilindri A e nei due P si introduca acqua compressa invece di vapore, la gru continuerà a funzionare. — Allora si ha un tubo di presa dell'acqua compressa lungo tutto il percorso della gru, colla quale vien messo in comunicazione mediante tubi snodati e prese d'acqua convenientemente disposte lungo tutto il percorso. — Affine di assicurare che la gru non si rovesci durante il sollevamento dei pesi, al carretto vengono attaccate quattro tanaglie, rappresentate in fig. 1676, che abbracciano due a due ogni rotaja e permettono di lavorare con maggiore sicurezza.

III. Gru diverse. — Nella fig. 1677 abbiamo rappresentata una gru da magazzino, di quelle che si appendono fuori delle pareti dello stesso, ai piani superiori, per sollevare i pesi di non grande entità e introdurli per apposita porta-finestra.

In detta gru il sollevamento è ottenuto mediante la manovella M che produce la rotazione dell'albero CB, la catena si avvolge sul tamburo B. Il tutto mediante ruote d'angolo. — Il volante V dà la direzione permettendo che il piano della gru sia normale a quello del muro, o parallelo a questo quando la macchina non lavora.

Nella fig. 1678 è rappresentata la gru dei mugnai, colla quale questi sollevano le mole per collocarle in centro e sul loro perno.

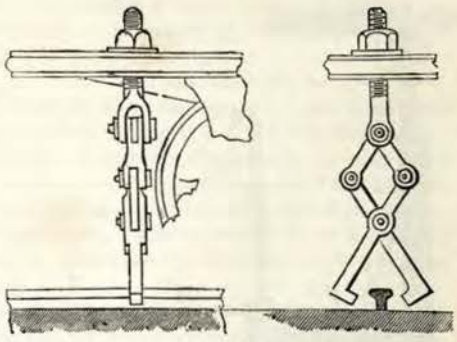


Fig. 1676.

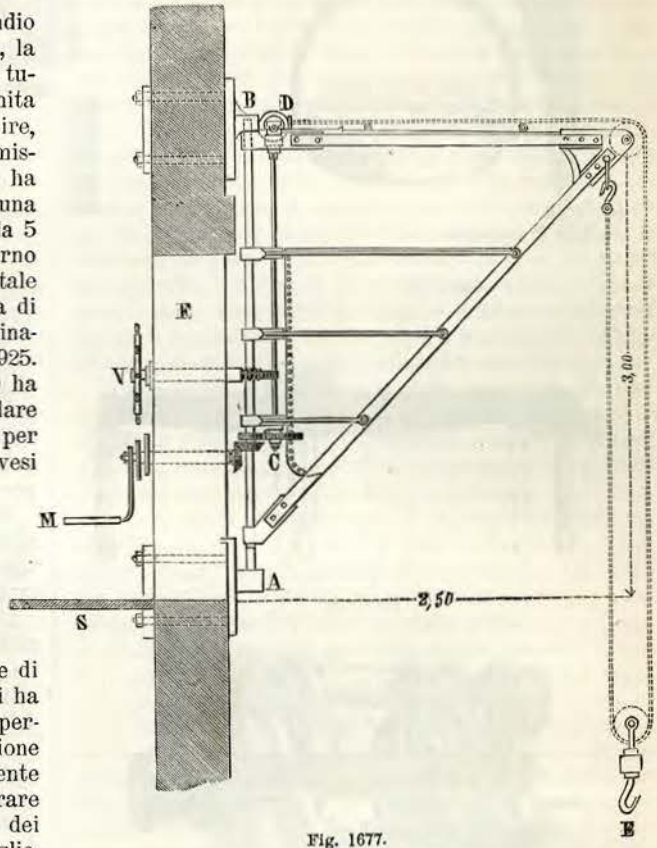


Fig. 1677.

La colonna, posta in modo stabile di fianco al palmento, è usualmente di legno al pari della volata V e della volpe M. La mola è sospesa mediante il semicerchio A B D di ferro che si alza o si abbassa convenientemente facendo ruotare la madrevite FH. — Talvolta tutta la gru è di ferro invece che di legno.

Fig. 1679. Questa figura rappresenta una gru da officina. È destinata specialmente al sollevamento, al trasporto e alla manovra dei grossi pezzi metallici per portarli alle varie macchine lavoratrici, come torni, pialle trapani, ecc. ecc.

Queste gru sono costituite da due travi armate di ferro o legno che mediante ruote appoggiano su rotaje disposte sulla sommità dei muri dell'officina, lungo i quali possono scorrere da un capo all'altro della stessa. — I due travi che formano la gru permettono ad un carretto

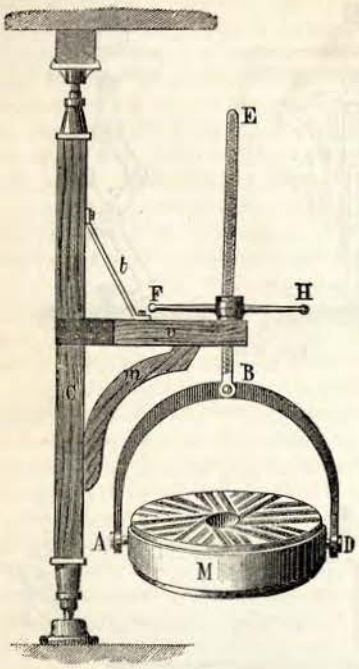


Fig. 1678.

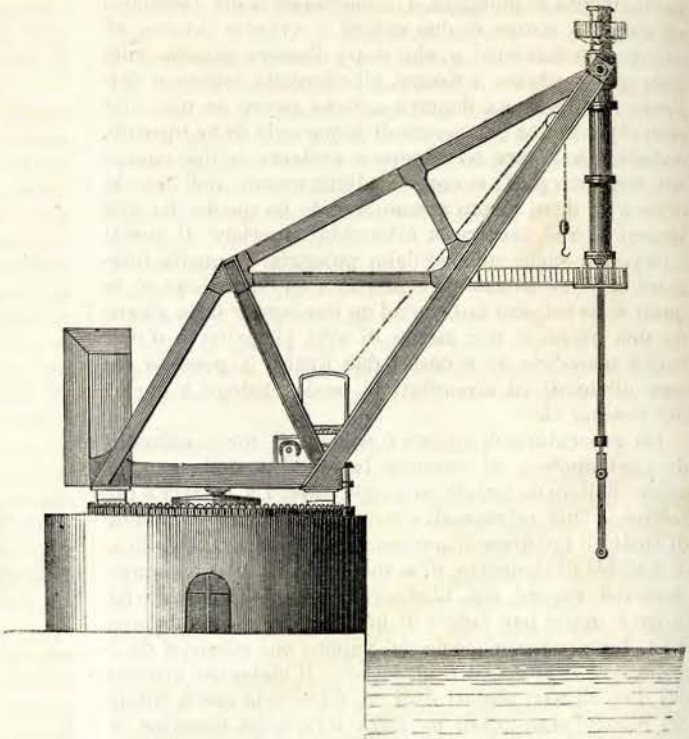


Fig. 1682.

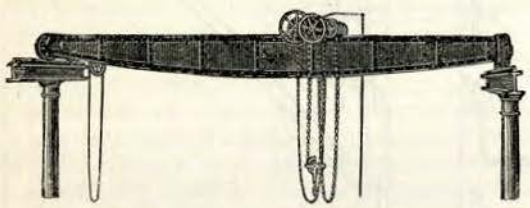


Fig. 1679.

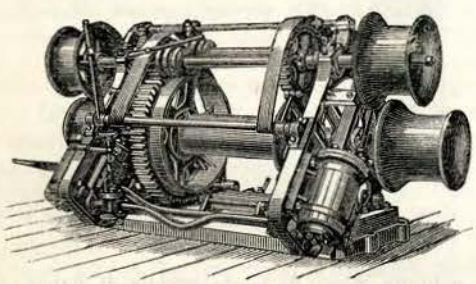


Fig. 1680.

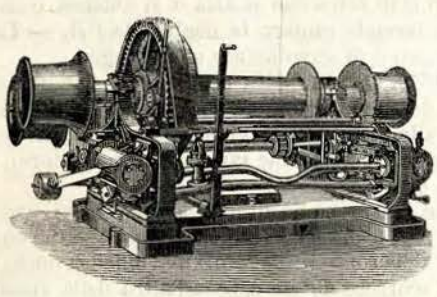


Fig. 1681.

di scorrere lungo di essi, così che dai movimenti del carretto e dei travi combinato, le funi di sollevamento della gru posta sul carretto stesso, e costituita da un verricello simile a quelli delle figure 1680 e 1681, può percorrere tutta la superficie dell'officina.

Il verricello può essere a braccia, oppure a vapore, e allora riceve questo da un tubo che scorre lungo le rotaje del carretto e che ha diverse prese, colle quali si mette in comunicazione mercè tubi snodati.

Fig. 1682. Diamo qui come ultimo modello di gru quella costrutta per l'arsenale della Spezia e capace di sollevare un peso di oltre a 150 tonnellate. Ne togliamo la descrizione sommaria dal fascicolo di maggio e giugno 1876 della *Rivista Marittima:*

« *La grua di 160 tonnellate* di cui diamo il disegno è stata ideata dal signor Giorgio Rendel, ingegnere della casa Armstrong, e già noto ai lettori della *Rivista Marittima* per le applicazioni che egli seppe fare dell'idraulica al maneggio dei grossi cannoni e delle torri corazzate.

« Essa è munita d'un cilindro idraulico entro cui scorre un *pistone a biella pendente* che mettesi in diretta comunicazione coi corpi da alzarsi. A carico completo il pistone esegue in 20 minuti la sua corsa di m. 12. 20.

« L'altezza totale della gru è, sopra il livello del mare, di 34 metri circa, e la sporgenza in fuori della calata di metri 12. 20.

Dalla parte posteriore della gru si trova un grande recipiente di ferro capace di contenere una quantità di zavorra in sabbia bastevole a controbilanciare il peso della gru, del pistone e del carico, anche se questo fosse di 240 tonnellate.

« Si può far girare l'apparecchio attorno al perno centrale mettendo in azione una macchina idraulica rotatoria, al quale scopo basta l'apertura d'una valvola. La grua gira su appositi rulli.

« Per far funzionare il pistone a biella pendente si apre un'altra valvola che trovasi vicina alla prima entro

il piccolo casotto destinato a ricevere l'uomo incaricato di dirigere la manovra della gru.

« Un piedestallo circolare, che serve di fondamento alla gru, contiene la caldaja e le pompe a vapore necessarie a provvedere d'acqua l'intero apparecchio.

« Il *pistone a biella pendente* è sospeso cardanicamente e può quindi oscillare in ogni senso. Si comprendono agevolmente i vantaggi che presenta questo sistema di gru, il quale non rende necessario l'uso di catene.

« Il maneggio dei forti pesi si effettua senza scosse, inevitabili allorchè si adoperano delle catene che possono sempre nascondere tra le numerose loro maglie qualche difetto.

« Di fianco al cilindro idraulico pende nondimeno una catena che può essere utilizzata con vantaggio per i carichi minori di 7 tonnellate ».

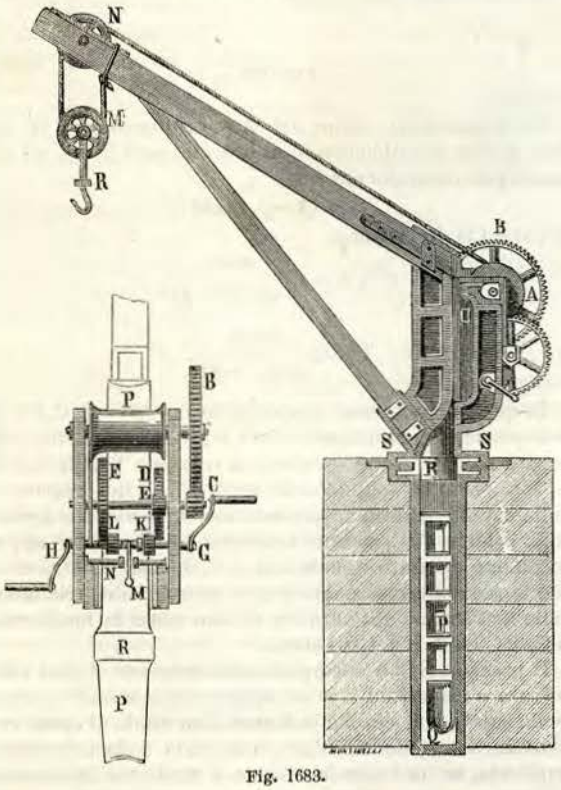


Fig. 1683.

Stabilità delle gru. — Per stabilire le condizioni di stabilità di una grua girevole, bisognerà studiarla nei varii organi che la compongono, dei quali ognuno, stabilito il carico da sollevare, deve presentare una resistenza nella funzione dello stesso.

Comincieremo dal trovare la potenza capace d'equilibrare un carico Q, la quale sarà sempre una frazione di detto carico a seconda del sistema di roteggi impiegati.

Nel caso della fig. 1683, rappresentante una gru ordinaria e di quelle impiegate nei porti, il roteggio è il seguente.

L'albero G H, che porta due manovelle da muoversi a mano, è scorrevole nel senso della sua lunghezza, ed ha due rocchetti K ed L, i quali si ponno spostare lateralmente insieme all'asse mediante l'impiego del manubrio M, che altro non è se non una leva girevole intorno alla traversa N. Superiormente e più indietro all'asse G H, ve n'ha un secondo portante le due rote dentate uguali fra loro D ed F.

Potendosi, come s'è detto, spostare l'asse G H, può a piacimento farsi condurre la ruota D dal rocchetto K, o quella F dall'altro L.

Alla medesima altezza dell'asse di queste due ruote, ma sul davanti dello stesso, ve n'è un terzo e parallelo portante i due rocchetti E e C; il primo guidato dalla ruota D ed il secondo conducente la gran ruota laterale B, che fa corpo coll'asse dell'albero A, sul quale s'avvolge la fune o catena, che solleva il carico.

Si è detto che i due rocchetti K ed L possono a volontà farsi ingranare con le ruote D od F e ciò nel modo seguente.

Verso il centro dell'asse G H vi sono delle prominenze anulari, che formano tre scanalature nelle quali si può fare entrare il manubrio M, tenendovelo in posto mediante un contrappeso.

Come mostra la fig. 1683, nessuno dei rocchetti s'impiglia nelle due ruote dette; ma, facendo passare il manubrio nella scanalatura a sinistra, il rocchetto K si troverebbe sotto la ruota D e il moto rotatorio dell'asse G H si trasmetterebbe alla ruota D, e mediante il rocchetto E e quello C, alla ruota B e perciò all'albero A. In questo caso anche il rocchetto L e la ruota F girano, senz'influire però sull'andamento della macchina.

Portando invece il rocchetto L sotto la ruota F, spingendo il manubrio M nella scanalatura a dritta, il moto rotatorio dell'asse G H si trasmette da L ad F, da questa al rocchetto E e da qui, come innanzi, all'albero A. In quest'ultimo caso la trasmissione è triplice, mentre nel primo è semplicemente doppia e s'impiegherà l'una o l'altra a seconda dell'entità del carico da sollevare.

Non parleremo del freno avvolto sopra di un tamburo a sinistra della ruota F, nè del nottolino o rotella d'arresto onde fermare la macchina quand'è in azione. Ci occuperemo invece a stabilire l'equazione d'equilibrio tanto nel caso del roteggio triplo che doppio.

Indichiamo a tale scopo con R' la lunghezza della manovella, con R'', R''' ed R'''' i raggi delle rote F, D e R, con r', r'', r''' ed r'''' i raggi di rocchetti L = K, E e C e dell'albero A, trascurando le resistenze passive, dovremo avere per l'equilibrio nei due casi:

$$P.R'.R''.R'''.R'''' = Q.r'.r''.r'''.r''''$$

$$P.R'.R'''.R'''' = Q.r'.r''.r''''$$

nelle quali P è la potenza necessaria ad equilibrare il carico Q, che sarà l'intiero o la metà, a seconda che s'impiega una carrucola fissa o mobile, come nella pluralità dei casi.

Il lavoro assorbito dall'attrito negl'ingranaggi non è così tenue da potersi trascurare. L'attrito, che si sviluppa fra i denti dipende esssenzialmente dalla curva adottata pel profilo del dente e, in generale, varia col variare la posizione della linea di scorrimento fra i denti che si conducono. Indicando con α questa quantità, con N ed N_1 i numeri dei denti della ruota e del rocchetto, con f il cofficiente d'attrito e con Lr il lavoro di questo attrito, esso sarà espresso dalle formole seguenti:

$$Lr = \pi f \left(\frac{1}{N} \pm \frac{1}{N_1}\right) \frac{\alpha}{2},$$

per denti a profilo cicloidale;

$$Lr = \pi f \left(\frac{1}{N} \pm \frac{1}{N_1}\right) \alpha,$$

per denti a fianchi retti;

$$Lr = \pi f \left(\frac{1}{N} \pm \frac{1}{N_1}\right) \frac{3\alpha}{4},$$

per denti a sviluppante di cerchio.

Il coefficiente di α, che è quello il quale fa differenziare le formole precedenti, varia, come si è detto, con la posizione dell'arco di scorrimento: è $^1/_2$ quando detto arco è diviso in parti uguali dalla congiungente i centri dei cerchi primitivi — come ordinariamente avviene pei denti a profilo cicloidale; — è uguale ad 1 quando l'arco di scorrimento si trova tutto situato dalla medesima parte della congiungente i due centri predetti — qual è il caso dei denti a fianchi rettilinei; — diverrà finalmente $^3/_4$ quando quest'arco è diviso in parti disuguali dalla congiungente predetta, come nel caso in cui i denti hanno il profilo d'una sviluppante di cerchio.

Il coefficiente f ha sempre un valore molto forte, in grazia della forte pressione che si esercita per unità di superficie e quantunque le ruote siano ben lubrificate. Si può adottare per f il valore 0.15; ma per ruote nuove o mal lubrificate, esso può assumere il valore di 0.20 e fino a 0.25.

In quanto finalmente al doppio segno delle formole precedenti, esso serve a distinguere gl'ingranaggi esterni da quelli interni.

Stabilito per tal modo il carico Q da sollevarsi e la forza P necessaria, restano da trovarsi le dimensioni del braccio, della saetta e della colonna della gru, onde sia capace di resistere.

Non tenendo per ora conto del peso proprio dell'apparecchio, se ABC (fig. 1684) rappresenta il triangolo formato dagli assi di dette parti e con α, β e β_1 indichiamo gli angoli, che formano coll'orizzonte la saetta AC, il braccio BC e la catena C_1K a cui è sospeso il carico: se inoltre con T indichiamo la forza che comprime la saetta e con Z quella che stira il braccio, scomponendo tutte queste forze secondo la verticale del loro punto d'applicazione C ed una normale alla stessa, per l'equilibrio dovremo avere:

$$T \operatorname{sen} \alpha = Q + P \operatorname{sen} \beta_1 + Z \cos \beta \quad \ldots\ldots (1)$$

$$T \cos \alpha = P \cos \beta_1 + Z \cos \beta, \quad \ldots\ldots (2)$$

nella seconda equazione non entravi Q, perchè la sua projezione sull'asse si riduce ad un punto. In quest'equazione la P rappresenta lo sforzo della catena, che, trascurando la resistenza passiva, sarà uguale a Q, o ad $^1/_2$ Q, secondo che il carico è sospeso direttamente alla catena o ad una carrucola mobile come nella pluralità dei casi si usa.

Dalle (1) e (2) ricaveremo i valori di T e Z, nel modo seguente. Potremo scriverle:

$$T \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha = Q \cos \alpha + P \operatorname{sen} \beta_1 \cos \alpha + Z \operatorname{sen} \beta \cos \alpha$$

$$T \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha = P \operatorname{sen} \alpha \cos \beta_1 + Z \operatorname{sen} \alpha \cos \beta$$

e sottraendo membro a membro, verrà:

$$0 = Q \cos \alpha - P \operatorname{sen} (\alpha - \beta_1) - Z \operatorname{sen} (\alpha - \beta),$$

da cui

$$Z = \frac{Q \cos \alpha - P \operatorname{sen} (\alpha - \beta_1)}{\operatorname{sen} (\alpha - \beta)} \quad \ldots\ldots (3)$$

E similmente eliminando la Z, avremo:

$$T \operatorname{sen} \alpha \cos \beta = Q \cos \beta + P \operatorname{sen} \beta_1 \cos \beta + Z \operatorname{sen} \beta \cos \beta$$

$$T \operatorname{sen} \beta \cos \alpha = P \operatorname{sen} \beta \cos \beta_1 + Z \operatorname{sen} \beta \cos \beta$$

e sottraendo:

$$T \operatorname{sen} (\alpha - \beta) = Q \cos \beta - P \operatorname{sen} (\beta - \beta_1)$$

da cui

$$T = \frac{Q \cos \beta - P \operatorname{sen} (\beta - \beta_1)}{\operatorname{sen} (\alpha - \beta)} \quad \ldots\ldots (4).$$

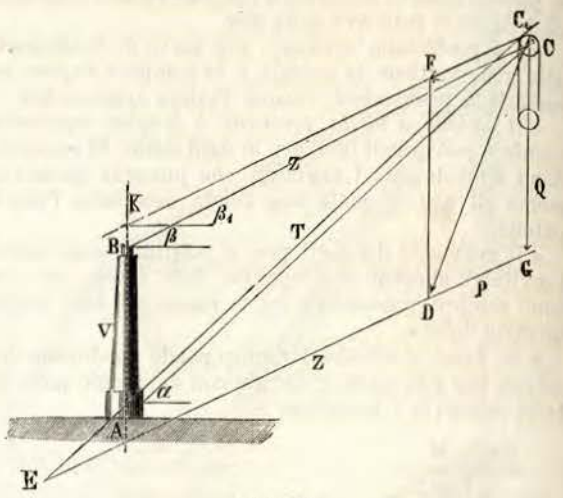


Fig. 1684.

Se supponiamo, come nel caso ordinario, che la catena agisca parallelamente al braccio, sarà $\beta = \beta_1$ ed essendo per conseguenza

$$\operatorname{Sen} (\beta - \beta_1) = 0$$

le (3) e (4) diverranno:

$$P + Z = Q \frac{\cos \alpha}{\operatorname{sen} (\alpha - \beta)},$$

$$T = Q \frac{\cos \beta}{\operatorname{sen} (\alpha - \beta)}.$$

In quest'ultimo caso, supponendo sia $C_1G = Q$, $C_1F = P$ e disponendo la risultante loro C_1D secondo la saetta CE, questa appunto rappresenterà la reazione T della saetta ed EG sarà la somma delle forze P + Z del braccio e della catena; e siccome la pressione verticale, che agisce sulla colonna AB, sempre trascurando il peso dell'apparecchio, è appunto uguale a $Q = C_1G$, così si potrà dire che le reazioni svolte dai singoli membri del triangolo della gru stanno appunto fra di loro come le lunghezze AC, BC ed AB dei lati stessi.

Il braccio BC è sottoposto alla trazione Z fino alla rottura e rispetto a Z se ne proporziona la sezione sua. Della saetta poi, che ha la forma d'un solido di egual resistenza a sezione circolare, a seconda della meccanica applicata, se ne trova la sezione F mediante la formula

$$T = F \frac{K}{\frac{l^2}{n^2 u v} + 1},$$

nella quale l rappresenta la lunghezza in mm., K il modulo di elasticità ed $u = \frac{J}{F} = \frac{\text{mom. d'inerzia}}{\text{sez. trasversale}}$.

Se vogliamo ora tener conto del peso proprio dell'apparecchio e dell'azione che i pesi del braccio e della saetta hanno sulla loro flessione, sarà utile impiegare il seguente procedimento grafico; chè le formole analitiche, per la loro complicazione, riescono più che no incomode ad applicarsi.

La colonna AB (fig. 1685) viene compressa dalla risultante del carico Q e del peso proprio G dell'apparecchio, ed inflessa poi dalla somma dei momenti di queste forze.

Supponiamo che il peso G agisca ad una distanza e dall'asse della colonna e che la risultante di esso e del carico sia $M = Q + G$ e agisca nella direzione FJ. La

saetta inoltre si appoggia sul piede A della colonna e sia A D la direzione della reazione svolgentesi normale al piano di appoggio, reazione, la quale rappresenteremo con R.

Finalmente il braccio B C fa testa al bolone B, che, alla sua volta, svilupperà una reazione, la quale indicheremo con S.

Ora, perchè avvenga l'equilibrio, occorre che quelle due reazioni R ed S si contrappongano al carico G + Q = M; quindi le direzioni delle tre forze M, R ed S dovranno incontrarsi in uno stesso punto, che supporremo sia D. Se poi con J D rappresentiamo la M, la figura mostra che D L = R sarà la pressione esercitata dalla saetta sul piede della colonna in A, ed N D = S la trazione che si esercita sul bolone in B.

Risolviamo ciascuna delle forze R ed R in due componenti, una orizzontale e l'altra verticale. Quelli di R siano O L ed L K e quelli di S, D K ed N K. Le due orizzontali sono uguali fra di loro ed agiscono in senso contrario, applicate ai punti A e B; quindi costituiscono la coppia di rottura della colonna B B, coppia il cui momento sarà H h, indicando con H l'intensità della forza O L = D K, e con h il braccio, ossia l'altezza della colonna. Se inoltre i bracci delle forze G, M e Q indichiamo con e, b ed l, il momento di rottura l'avremo dall'equazione:

$$H.h = M.b = Q.l + G.e.$$

Mettendo poi N K = V_1 eguale alla pressione esercitata sul bulone B, ed L K = V_2 quella sul collare conico in A, la pressione verticale V sulla colonna A B l'avremo dall'equazione

$$V = V_1 + V_2 = Q + G.$$

Se il collare fosse cilindrico, la reazione R = A D sarebbe orizzontale e l'intiera pressione V = Q + G agirebbe sul bolone B; mentre questo, ed anzi meglio l'intiera colonna, non sopporterebbe compressione, qualora il punto d'intersezione D della risultante M con la reazione del collare conico fosse allo stesso livello di B. E finalmente, se D fosse più alto di B, il detto bulone tenderebbe ad essere strappato.

Volendosi ancora la forza di trazione W, che sollecita il telajo girevole fra A e B, si disporrà la reazione R = L D nella direzione della saetta A C ed in U D si otterrà detta forza W; mentre la L U rappresenterà la forza T, che sollecita la saetta.

Scomponendo ancora la forza Q secondo C A e la direzione C B, avremo in Z Q = Z lo sforzo sopportato dal braccio e dalla catena.

Finalmente per completare lo studio di questa macchina, bisognerà por mente onde essa, sotto l'azione del carico Q e del proprio peso non si rovesci.

A tale uopo osservando che il braccio di leva di Q + G = M è b, ed essendo f la larghezza o diametro della piattaforma A B_1, la resistenza X della stessa dovremo averla dall'equazione:

$$X.f = (Q + G)\,b.$$

In base al valore risultante di X, si disporrà d'ogni lato la muratura abbracciante la piattaforma, onde impedire alla grua di capovolgersi in qualunque senso.

Conclusione. — Nella descrizione dei moltissimi tipi di gru adoperati in pratica ci siamo limitati a quelli più comuni e dai quali ripetono la loro origine tutti gli altri, e ciò per non dilungarci oltre i limiti d'un articolo d'*Enciclopedia*. Preghiamo il lettore a consultare per maggiori ragguagli le opere seguenti:

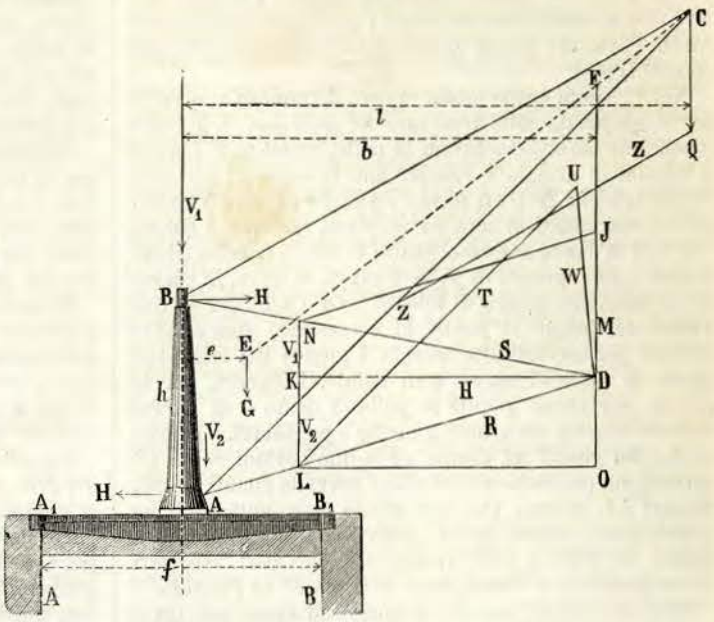


Fig. 1685.

Bibliografia. — *Die Mechanik der Zwischen- und Arbeitsmachinen. Dritter Theil* von Dr. Julius Weisbach's, Braunschweig. — Spon's *Dictionary of Engineering*, Londra 1874, E. and R. Spon, 48 Charing Cross; New-York, 446 Broome Street. — *The Artizan: A Monthly Record of the progress of civil and mechanical engineering*, London, 19 Salisbury Street, Strand W. C. — *The Engineer*, London, 163 Strand W. C. — *Scientific American*, New-York. — *Le Constructeur*, par F. Reuleaux, édition refondue et augmentée par A. Debize, Paris, librairie F. Savy, 77 Boulevard St-Germain. — *Nouvelles Annales de la construction*, C. A. Opperman, directeur; chez Dunod, éditeur, 49 quai des Augustins, Paris. — *Rivista Marittima*, tipografia Barbera, Roma. — *Revue Maritime*, Paris. — *Nuova Enciclopedia Ital.*, G. Boccardo, Unione Tipografico-Editrice, Torino.

Ing. E. C. Boccardo.

GUANTI. — Franc. *Gants.* Ingl. *Gloves.* Ted. *Handschuhe.* Spagn. *Guante.*

Pare più di tutte da accettarsi la derivazione della parola *guanto* dal *wantus* della bassa latinità o dal motto antico scandinavo *vottr*, d'onde lo svedese *wante*, che attualmente ha lo stesso significato in fiammingo. Il *guante* spagnuolo ha l'etimologia dai Visigoti.

È certo che il guanto è di data antichissima. Ed infatti nell'Antico Testamento troviamo che gli Israeliti per asseverare il vero con giuramento si levavano un *guanto*, costume questo ancora in uso al giorno d'oggi in Oriente nella vendita di merci e negli scambi di terre: Omero ci rappresenta Laerte coi *guanti da giardino* per proteggere le mani dalle punture delle spine; Senofonte derideva gli effeminati Persiani che portavano i guanti per ripararsi le mani dal freddo; Musonio, al principio dell'era cristiana, inveiva contro quelli che rivestivano le mani con sostanze morbide e pelose. In vecchissime iscrizioni greche troviamo soventi il vocabolo *kherides* da *kheir* mano. Il Concilio di Aquisgrana prescrisse di

portar guanti di pelle di capra ai monaci, pel solo motivo che al medio evo ne erano i più importanti fabbricanti. Tutto ciò prova la esistenza del guanto dai più remoti tempi.

Nel VI secolo erano molto in uso; divennero in seguito parte essenziale delle armature dei guerrieri e presero il nome di *manopole*. Erano in pelle, rivestita di scaglie o lamelle di acciaio e ricoprivano la mano e parte dell'avambraccio. Nel XII secolo ed anche prima i Vescovi portavano guanti in seta od in pizzo, ricamati a colori. Nel XIII le donne avevano guanti in seta a maglia, ed entrambi i sessi guanti di pelle di capra, di lepre, di cervo. Se ne facevano ancora di tela, di lana e nel 1352 ne troviamo dei lunghi al punto da necessitare quarantotto bottoni per serrarli alle braccia. I guanti dei falconieri erano in pelle di cervo o di bufalo. I signori, per le caccie, portavano guanti di pelle di daino o di cervo, foderati in seta con grandi guardie o paramani. Vi erano anche dei guanti ad uncino od a due bottoni come gli attuali, ma per andare a cavallo si usavano guanti lunghi, finienti ad imbuto. Dal XIV secolo in avanti abbiamo guanti corti, guanti spessi, guanti con guardie solide e guanti in pelle o seta ricamati. Venivano fabbricati principalmente in Italia, nella Spagna ed in Francia.

Ai nostri tempi l'uso dei guanti è adottato per tutto il mondo civile, motivo per cui il consumo di essi è immenso.

Fabbricazione dei guanti.

Parecchie circostanze dovettero concorrere nell'invenzione dei guanti e prima di tutte la necessità di riparare le mani dalle intemperie, e non ultima quella in cui si trovarono sempre i contadini, cioè di dover maneggiare piante spinose. I primi guanti però erano ben diversi dai moderni. Venivano fabbricati con rozze pelli o duri tessuti ed avevano la forma di una borsa in cui si riponeva la mano. Alla borsa, col tempo si fece un foro ed a quel foro si unì un'altra piccola borsa in cui si introduceva il pollice della mano; in tal modo, quantunque le altre quattro dita fossero raccolte insieme, pure l'esercizio delle mani non era impedito; prova ne sia che presentemente i carrettieri, gli spaccalegna, i contadini, gli spazzaturai adoperano guanti grossolani in lana, pelle, stoffa, foggiati a borsa col dito pollice. Coll'andar del tempo, perfezionandosi il gusto e propagandosi il lusso nei singoli oggetti di abbigliamento, anche al guanto si apportarono quelle modificazioni che poco alla volta concorsero a formare di esso un oggetto utile, comodo ed elegante nello stesso tempo.

Si fabbricarono guanti con ogni sorta di materiali; con pelli preziose e con quelle di pecora, di agnello, di capretto, di vitello, di camoscio, di daino, di alce, di cervo, e persino di topo; con cotone, filo, velluto, raso, taffetà e seta.

Noi lascieremo a parte i mezzi che erano in uso per fabbricare i guanti, mezzi certo poco complicati, giacchè si usavano cesoje per tagliarli, ed aghi con filo più o meno grosso per cucirli, e descriveremo invece come si fabbrichino attualmente.

Guanti in pelle.

Incomincieremo dal fabbricare i guanti in pelle, per parlare in seguito di quelli a maglia e di stoffa. Faremo poi un capitolo speciale circa i processi meccanici di cucitura dei medesimi.

I nostri guantai colle sole pelli di capra, di agnello e di montone fanno i diversi generi di guanti conosciuti in commercio coi nomi di *guanti glacés, guanti di castoro, guanti di Svezia, guanti di camoscio, guanti di daino* e *guanti di pelle di cane*. Ottengono tale risultato secondo il modo di conciare le pelli di detti animali. Però il guantajo non prepara le pelli che adopera, ma deve soltanto saperne fare buona scelta.

Gli Spagnuoli in altri tempi avevano meritata fama per la concia delle pelli da guanti, che riuscivano morbide ed elastiche. Si sa che nella concia impiegavano latte, fior di farina, sale e tuorli d'uova. Oggigiorno l'arte del conciatore si è estesa a tutte le nazioni civili, ma per certe pelli di guanto il primato è della Francia.

In questa stessa *Enciclopedia*, all'articolo *Concieria* il lettore troverà chiaramente descritti i processi usati per conciare le pelli per guanti *glacés* e per guanti comuni, come pure il modo di colorare le pelli medesime, sicchè a noi resta proprio solo a dire le singole operazioni del guantajo.

Le pelli si lavorano o dal lato della *carne* o dal lato del *pelo*, e secondo questo modo di lavoratura i guanti si chiamano *guanti sopra carne* o *trasparenti* se la parte della carne è al di fuori; *guanti sul pelo* o *sul fiore* se al di fuori c'è la parte del pelo. Le pelli pei guanti *glacés* devono il loro aspetto caratteristico alla loro concia di olio, giallo d'uovo, alcoole ed acqua, fatta sopra carne; le pelli *di castoro*, o *camosciate* subirono l'operazione detta propriamente *camosciatura;* quelle pei *guanti* conosciuti di *Svezia* che si fabbricano ora dappertutto sono *sopra carne*, ossia hanno al di fuori la faccia interna della pelle lisciata col mezzo della pomiciatura.

Pochi attrezzi occorrono al guantajo: delle *forbici*, di differente grandezza; un *forbicione;* un *bilanciere con placca o modello* a lati taglientissimi, come diremo; un *coltello;* una lama larga con manico nel mezzo, detta *raschiatojo*, alcune *tavolette* di legno e *lastre* di marmo per raschiarvi sopra e per stirare la pelle, un *allargatojo*, alcune *forme*, un *palettone* ed infine *macchine per cucire* ed un *compressore*. Lasciamo da parte la gomma, le spazzette, l'acqua, ecc. ecc.

Tutti sanno che cosa sono le *forbici*, il *forbicione*, il *raschiatojo* e le *tavolette*.

Il *palettone* è un arnese per stirare le pelli. È formato da una base grossa e solida di legno su cui si innalza verticalmente una tavola unita alla base con calettatura e rinforzata con due puntelli. In capo alla tavola che è incavata sulla sua larghezza, è fissato un segmento di circolo d'acciajo i cui orli sono ritondati e puliti. Le pelli vengono stirate sopra questo segmento. Il palettone poco per volta va in disuso.

Il *compressore* non è altro che una specie di torchio comune, il quale serve a comprimere i guanti dopo che sono uniti ed appajati.

Vedremo in un capitolo a parte le macchine per cucire i guanti.

L'*allargatojo* ha la forma di un fuso spaccato, unito a molla nel mezzo. È uno strumento da tutti conosciuto. La *forma* è un utensile di legno tornito che sembra un cono e serve per allargare il grosso del guanto.

Dopo che il guantajo ha ricevute le pelli dal conciatore, sceglie e classifica quelle che deve lavorare assieme; le divide cioè secondo la loro morbidezza, il loro spessore, la loro finezza, il loro colore.

Poscia procede alla lavoratura, che si divide nelle seguenti operazioni: *Umettazione delle pelli; snervatura* delle medesime; *divisione* delle stesse; *modellamento o taglio dei guanti; cucitura* dei medesimi; loro *stiratura*.

Umettazione delle pelli. — L'umettazione delle pelli ha per iscopo di renderle malleabili, perchè possano sopportare le successive operazioni. Ecco come si eseguisce: Si stendono sopra una tavola, una presso l'altra, le pelli da adoperare; indi si umettano passandovi sopra leggermente una spazzola a peli lunghi e morbidi, bagnata in acqua purissima. Quando se ne umettò una dozzina si ravvolgono assieme una sull'altra e si lasciano in riposo a fine che l'umettazione riesca uniforme.

Si suole anche, a vece della spazzola, umettare una tovaglia detta dal guantajo *nappa* ed inviluppar vi dentro due pelli, le quali si lasciano così per mezz'ora.

Le pelli bianche restano morbide presto in causa del sale marino dato loro dalla concia; non così le pelli colorate, causa le sostanze astringenti adoperate nella tintura.

Snervatura e raschiatura delle pelli. — Dopo aver lasciato qualche tempo le pelli ad umettarsi, si spiegano, ed una per volta, si fa loro subire l'operazione della snervatura. Prima però conviene che l'operajo osservi ed esamini se nelle pelli vi sono difetti di concia o fori, per sapere quali e quanti guanti può dare ogni pelle; poi si stendono bene agli orli aprendo le piegature, se per caso ve ne sono, col mezzo di una lama smussa. Ciò eseguito, si procede alla snervatura.

Snervare una pelle vuol dire renderla il più possibile uguale in spessore, morbida e fine. A tal uopo si usa uno strumento detto raschiatojo o meglio snervatojo, che è una lama piatta della forma di un trapezio ad angoli arrotondati o smussi, lunga circa 20 cent. e larga 15, col tagliente tutto all'ingiro, che taglia solo pel disopra. La lama è munita di un manico in legno. Si stende la pelle sur una lastra di marmo che è di forma rettangolare, larga poco più di 50 e lunga 60 centimetri, avente un orlo sporgente ad un lato, il quale combacia coll'orlo di un tavolo su cui viene collocata, e serve a ritenere come una morsa la pelle che si introduce per un lato fra essi e si rovescia poi sulla lastra.

Stesa adunque la pelle sulla lastra, l'operajo la stira colla mano, indi, preso lo snervatojo, raschia le parti più spesse muovendo lo strumento in senso orizzontale dall'indietro in avanti. La raschiatura si eseguisce sulla pelle in diversi sensi, epperciò si deve levare questa ogni volta dalla stretta degli orli del marmo e della tavola per fermarla da un altro lato.

La *snervatura* è un'operazione delle più difficili pel guantajo. Occorre una grande attenzione per parte dell'operajo a fine di levare bene il più della *carne* dalla pelle e renderla ugualmente sottile e pastosa in ogni sua parte. Dopo la snervatura si suole ripetere da alcuni l'umettazione.

Divisione o taglio delle pelli. — Si stendono le pelli snervate, si tirano pel loro lungo, indi comunemente si dividono in tre parti facendo la divisione nel senso della larghezza della pelle. Così si hanno liste alte circa 30 centimetri caduna. Se si avessero da fare solo guanti piccoli, ad esempio quelli dei ragazzi, allora si potrebbero fare maggiori divisioni. In media si ricavano da ogni pelle dai quattro ai cinque paja di guanti da uomo; secondo la lunghezza se ne possono fare cinque o sei per donna; di più per ragazzi.

Tagliate le pelli in liste, si scartano le parti deboli dei fianchi e del collo che servono poi per fare i pollici; quelli di fianco pei guanti fatti colla parte del fianco, quelli della testa e del di dietro pei guanti fatti colle parti di mezzo. Dopo si prende separatamente ogni lista di pelle e la si taglia a foggia di rettangoli o di quadrati secondo la lunghezza da dare al guanto, e secondo i numeri del medesimo. Ogni quadrato o rettangolo piegato su se stesso pel mezzo servirà poi per fare un guanto, non tenendo conto del pollice che si taglia sempre a parte. Fatto il taglio, si accoppiano i rettangoli o quadrati secondo il loro spessore, la loro morbidezza e la loro tinta e si fermano momentaneamente assieme bagnandoli in un punto qualunque con un po' di gomma: indi si uguagliano perfettamente colle cesoje.

In tal modo si comprende come ogni guanto sia fatto con un pezzo solo di pelle, tanto è vero che dalla parte del pollice non c'è la cucitura del fianco. Si tagliano contemporaneamente le parti di guanti pei pollici, i quali, per uomo, sono lunghi dai 0^{m},13 a 0^{m},15 e larghi da 0^{m},08 a 0^{m},10 all'estremo e da 0^{m},11 a 0^{m},17 al basso. Questi si uniscono pure con gomma e si accoppiano coi rettangoli o quadrati coi quali devono formare il pajo di guanti.

Si sottopongono parecchie coppie coi loro pollici preparati, una sull'altra, ad una leggera pressione, per stenderle bene e perchè non perdano punto di umidità, per poterle lavorare in seguito.

Si noti che suolsi, prima di eguagliare le coppie di rettangoli o quadrati di pelle, stirarli ancora pel lungo e pel largo affine di rendere malleabile, il più che sia possibile, la pelle stessa, e perchè la parte che riveste poi il dorso della mano si presti con facilità ad un maggiore distendimento.

Modellamento o taglio del guanto. — Coi pezzi regolari di pelle, accoppiati, si fanno i guanti, modellandoli o meglio tagliandoli. Questo processo da molti fabbricanti si fa ancora a mano, da altri a macchina.

Taglio dei guanti a mano. — Per tagliare i guanti a mano si usano delle buone e forti forbici ed una misura o *scala dei guanti* che i nostri stessi guantai hanno, a divisioni di pollici inglesi. Tanto è vero che i numeri, con cui si classificano i guanti, indicano la misura in pollici, calcolata in lunghezza.

Queste scale di proporzione sono fatte con cura, e con esse si classificano per serie i guanti da uomo, da donna e da fanciullo, in relazione colla larghezza e la lunghezza delle mani.

Esse sono anche chiamate *modelli*, e rappresentano le dimensioni precise da darsi al guanto. Facendo dunque uso del *modello*, che in fin dei conti non è che una semplice scala graduata a pollici inglese da una parte ed in alcune a centimetri dall'altra, l'operaio, per esempio, per un guanto lungo nove pollici e mezzo e largo quattro ed un quarto fa dei tagli longitudinali su ogni rettangolo di pelle, lunghi dai tre ai tre pollici e mezzo. Così segna le divisioni delle quattro dita, in modo però che la forbice, come lo indica la figura 1686, tagliando, segua quella specie di curvatura A B della mano che si forma colla base di ogni dito. Del resto, la nostra figura dimostra meglio dello scritto quanto vogliamo far comprendere. Aggiungeremo ancora che le proporzioni adottate per l'esempio dato, servono per qualsiasi *calibro* dei guanti.

Spiegata la pelle dopo il taglio, colle cesoje si prolunga il taglio fatto sulla parte che deve coprire il dorso della mano, da cinque linee ad un pollice, per secondare la cucitura e la conformazione della mano, la quale, come si sa, al rovescio ha l'incavo delle dita inclinato, quindi più profondo.

Tagliate e preparate così le quattro dita della mano, si prepara il sito P ove cucire il pollice. Si piega il guanto in isbieco per un terzo circa, come lo indica la linea a tratti, indi si dà un taglio detto dall'operajo *rilevatura*, si esporta un pezzo di pelle, e così resta pronto il foro per adattarvi il pollice.

In seguito si taglia sui ritagli preparati il pollice, il quale va lungo come l'indice. Poi si segnano con una leggiera pressione i punti ove si devono eseguire i *ricami* o *cordoni* sul dorso della mano ed il taglio pei bottoni e gli occhielli, per poter poi, cuciti che siano, introdurre la mano.

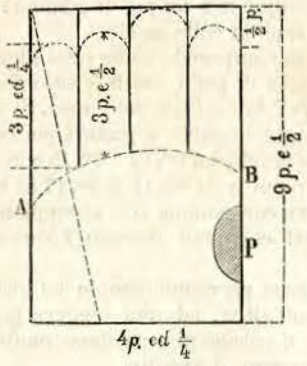


Fig. 1686.

Ciò eseguito, un operajo arrotonda la cima delle dita; operazione che vien detta *raffilatura*.

Restano ancora a tagliarsi, coi ritagli preparati, le *linguette* ed i *quadrelli*. Le *linguette* sono pezzi di pelle lunghi e stretti, della forma di un V; un'estremità dei quali si cucisce ad un dito, l'altra a quello vicino. L'indice ed il mignolo hanno la linguetta da una parte soltanto, naturalmente; il dito medio e l'anulare ne hanno due, una da ciascun lato; il pollice non ne ha alcuna; in tutto però vi sono sei linguette per guanto. I *quadrelli* sono piccoli pezzi di pelle tagliati a rombo, che ancora da alcuni si uniscono al basso delle linguette, dal lato dell'interno della mano, ed al basso del pollice verso la mano nella piegatura coll'indice. I quadrelli e le linguette servono a rendere libera nei movimenti la mano, quando viene poi rivestita del guanto.

Taglio a macchina dei guanti. — Oltre al modo descritto di tagliare i guanti, modo praticato ancora da molti fabbricanti, è in uso e va ogni giorno progredendo il metodo di taglio alla macchina.

Si incominciò coll'adoperare modelli intagliati in zinco che portano dei risalti, i quali corrispondono alle diverse operazioni accessorie dei guanti, come raffilatura delle estremità delle dita, taglio pel pollice, sito per le bottoniere, pei ricami o costole sul dorso, ecc., ecc. Questa invenzione si deve al francese Ducastel. Basta spiegare un rettangolo in pelle sul modello ed esercitarvi sopra una leggiera pressione colle mani. In tal modo si fa sulla pelle una traccia del modello ed in seguito colle cesoje si opera il taglio secondo il segno fatto.

Con tal sistema si fa un'economia del 6 per cento sul lavoro dell'operajo e sulla pelle.

Ma un buonissimo metodo che vedemmo anche in Italia da molti adottato, come lo è nelle principali fabbriche dell'estero, è quello dell'intagliatore a bilanciere.

Come lo indica il nome stesso, il congegno è un bilanciere, il quale porta una specie di *forma* la quale non è altro che il contorno del guanto a lame taglientissime. Vi hanno diverse *forme* secondo la grandezza dei guanti.

Non si ha che a sottoporre parecchie pelli pronte e foggiate a rettangolo od a quadrato all'azione del bilanciere e così si ottengono tagliati e raffilati a perfezione parecchi guanti in una volta sola. Il pollice si taglia anche col bilanciere, le forchette no.

Le forme del bilanciere, dette anche *calibri*, sono classificate per via di numeri corrispondenti alla lunghezza del guanto in pollici. Inoltre un calibro serve per due numeri successivi; cosicchè, per farne la differenza, l'operajo con un po' di pratica non ha che da stirare più o meno la pelle, tolta che sia dal bilanciere.

Pei guanti da uomo vi hanno comunemente cinque calibri:

1 { 10 poll. / 9 3/4 — 2 { 9 1/2 / 9 1/4 — 3 { 9 / 8 3/4 — 4 { 8 1/2 / 8 1/4 — 5 { 8 / 7 3/4

per guanti da donna vi hanno calibri del numero 5 1/4, 5 1/2, 5 3/4, 6, 6 1/4, 6 1/2, 6 3/4 e 7.

Disposti dunque tutti i pezzi tagliati vuoi a mano, vuoi a macchina, si fanno passare alle operaje cucitrici.

La *cucitura dei guanti* è fatta a mano ed a macchina, e di entrambe, come già avvertimmo, parleremo in fine di questo articolo. Bisogna però fare attenzione che, cucendo in un modo o nell'altro, si devono sempre disporre le parti in maniera da essere tese ugualmente, e che la cucitura o meglio la distanza da punto a punto sia regolata così da non alterare la freschezza della pelle.

Nell'operazione della cucitura è compresa anche l'orlatura del taglio che si arma poi di bottoni ed occhielli per serrarlo dopo introdotta la mano.

Stiratura dei guanti. — Quando arrivano dal laboratorio di cucitura i guanti necessitano di una *stiratura*. Questa si fa umettando leggermente i guanti, indi allargandoli coll'*allargatojo*. Questo strumento, come già esponemmo, è fatto a fuso in due parti rotondate alla cima ed ingrossantisi al mezzo, fino ad avere tre centimetri di diametro.

Si passa questo strumento in ogni dito, uno dopo l'altro, premendo da una parte in modo che si apra dall'altra, e poscia con esso si allarga la parte del guanto che corrisponde al grosso della mano ed al braccio, posandolo su una forma chiamata dai guantai *madamigella*, che è un cono alto circa quaranta centimetri dalla superficie ondulata, il cui diametro varia secondo la grandezza dei guanti. Il cono ha un foro in cui si introduce per un estremo l'allargatojo, il quale dall'altro è in un dito del guanto, sicchè l'operajo usa entrambe le mani per stirare il guanto sulla forma.

Dopo aver fatta questa operazione, si stendono i guanti nel senso della loro lunghezza sulla lastra di marmo, premendoli ben bene col fuso a fine di appianare tutte le cuciture, indi, verificata l'esattezza del lavoro, si raccolgono in pacchi di dieci o dodici per volta, si sottopongono al compressore e poi si mandano in commercio.

Ecco in qual guisa si procede per fabbricare i guanti in pelle. Tale processo serve per qualsiasi genere di pelle, spessa e sottile, e lo vedemmo praticato anche nell'importante fabbrica Gilardini, la quale, oltre alle concie delle pelli per tutti gli usi del commercio, si occupa anche della fabbricazione dei guanti per militari, usando pelli scamosciate di montoni italiani *conciate* in Francia, crediamo, all'olio di merluzzo e di balena; e dividendole in tre sorta: *pelli marezzate* pei guanti di ufficiali, *pelli spesse* per la cavalleria, carabinieri ed artiglieria, *pelli sottili* per fanteria e genio, e *pelli fine* pei collegi militari.

Abbiamo accennato alla concia delle pelli per guanti. Qui in Italia sono diverse concierie di tal genere, ed in pelli di capretto conciate col rosso d'uovo e coll'allume, ma le migliori si trovano all'estero, benchè usino prodotti nostri come materia prima, massime per le pelli scamosciate, delle quali un venti anni fa si fece un tentativo, a Lanzo, senza riuscita.

Anche a Venezia vi era una concieria che preparava pelli di agnello in modo da emulare quelle di Grenoble e ridurre servibili allo stesso uso quelle di pecora e di castrato rendendole morbide, ma non sappiamo se esista ancora adesso.

In Francia poi la casa Jouvin diede al taglio colle sue macchine una precisione matematica, ed i suoi guanti non hanno bisogno dei quadretti al dito pollice, motivo per cui sono dappertutto conosciuti col nome di *guanti Jouvin*. Ciò prova quanto sia incontestabile il vantaggio del taglio meccanico sul taglio colle forbici, ed il rimprovero di nuocere alla solidità della pelle, causa la pressione che si esercita su essa, operandola, è puerile, e cade davanti all'importanza ognor crescente dei principali fabbricanti che lo adottarono.

Ed ora passiamo alla fabbricazione dei guanti a maglia e di stoffa, dei quali ultimi, diciamolo subito, il taglio e la cucitura si eseguiscono precisamente come per quelli di pelle.

Guanti tessuti a maglia; guanti di stoffa.

Quasi tutte le contrade d'Europa fabbricano guanti a maglia. L'Inghilterra è prima in questa industria. I suoi centri di fabbricazione sono Nottingham, Leicester e Derby; nella prima città si fabbricano in cotone ed un poco in seta, nella seconda in lana pura od in lana e cotone, nella terza in seta. Lo spirito commerciale ed intraprendente degli Inglesi fece sì che essi superarono le altre nazioni in parecchie industrie, compresa quella dei guanti tessuti.

Per fabbricare tali generi di guanti usano telai circolari e rettilinei, a maglie unite od a maglie di fianco, hanno poi altre piccole macchine ingegnose per finire, cucire, tagliare il tessuto fatto colle macchine principali (Vedi MAGLIE, TESSUTI).

I famosi *guanti* detti *di filo di Scozia* sono fabbricati in due modi distinti: uno è di fabbricare sur un piccolo telajo a maglie, guanto per guanto, dito per dito, come vedremo; l'altro per telai a catena in grandi parti, dalle quali poi si tagliano i guanti cogli stessi mezzi usati pei guanti in pelle, indi cuciti a mano ed a macchina.

La grande rassomiglianza che hanno siffatti guanti con quelli di pelle, li fa preferire a quelli fatti a maglia.

I *guanti in lana* si fanno tessuti su telai circolari o su telai a catena in larghe porzioni che sono lavorate e tinte come il panno per essere poscia tagliati come quelli di pelle.

Sono molto stimati dappertutto i guanti di *Picardia* per la bellezza del tessuto di lana, pel taglio loro e per le belle guerniture.

I *guanti di seta* detti *pelle di raso* perdono molto della loro importanza. Le migliori fabbriche sono a Lione, Nîmes e Saint-Just. Colle borre di seta si fanno i guanti da lutto. Dei guanti in borra di seta il primato, cinquant'anni fa, era della Svizzera.

Tutti i menzionati generi di guanti, vuoi tessuti a maglia, vuoi fabbricati come il panno, sono prodotti mediante congegni dei quali si parlerà in questa stessa *Enciclopedia* agli articoli MAGLIE e TESSUTI. Quelli a maglia richiedono poche operazioni accessorie, se sono fatti con congegni speciali, tutto al più qualche finitura di punto o l'apposizione degli elastici per stringerli al polso della mano. Quelli a maglia, ma tagliati e cuciti, vuoi a mano, vuoi a macchina, richiedono ancora l'apposizione degli elastici o dei bottoni coi relativi occhielli. Quelli tessuti, tagliati, poi cuciti a mano od a macchina, necessitano delle stesse operazioni di finitura. Attualmente si sogliono foderare con stoffa in lana per l'inverno anche i guanti tessuti, ed a vece dei bottoni applicarvi una molla a V rovescio la quale si apre per introdurre la mano nel guanto, e poi si chiude appena introdotta quella, risparmiando così tempo e noja nell'abbottonare. A certi guanti tessuti per scaldare meglio la mano si suole mettere all'orlo in basso un'orlatura in pelliccia.

Qui sarebbe finita la nostra rapida rivista sui guanti tessuti e sul modo di fabbricarli, ma benchè all'articolo MAGLIE il lettore troverà quanto sarà necessario per completare il nostro scritto, pure qui vogliamo che abbia posto la descrizione della macchina per tessuti a maglia di Mollière, perchè essa è molto semplice e molto usata per fabbricare guanti a maglia senza cucitura. Avvertiamo che colla detta macchina si possono fare guanti fini o grossolani, a piacimento, modificando però il sistema di lavoratura.

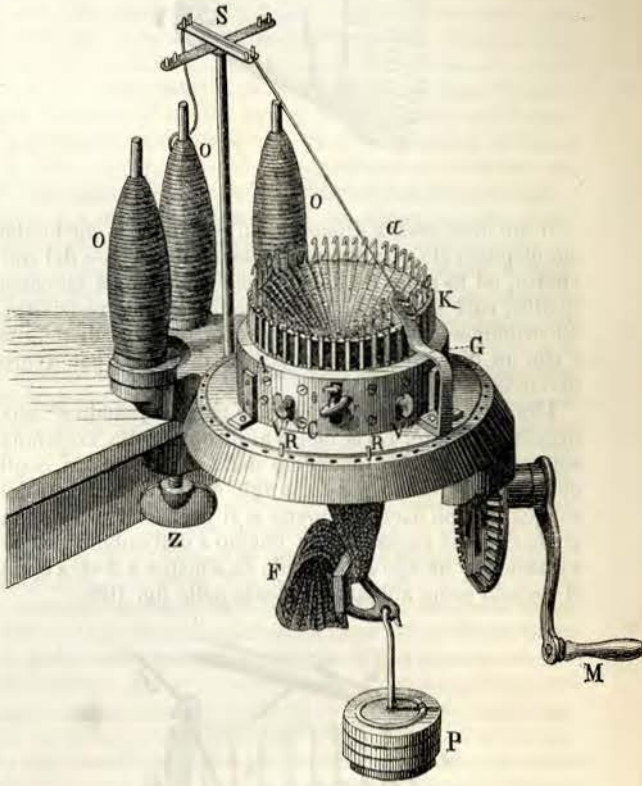


Fig. 1687.

La macchina Mollière è quale abbiamo rappresentata nella fig. 1687. Essa è composta da un cilindro mobile C, da un cilindro fisso K il quale porta degli aghi *a* od uncinetti fissi sul medesimo per mezzo di un anello A. Il filo sta sopra i rocchetti O, O, e passa sur un sostegno S ad otto caviglie per la tensione del filo. Una guida G distribuisce il filo agli aghi. Un fermaglio F serve per tener ben serrata la maglia fatta ed è regolato dal portapesi e dai pesi P per levare le maglie dagli aghi. V è una vite regolatrice per maglie grandi e piccole; V' e V'' sono le viti del motore degli aghi; R, R sono ritegni che servono ad arrestare il guida-filo G quando si deve lavorare *a piatto*.

Il congegno vien messo in azione col mezzo di una manovella M e si fissa ad un tavolo qualunque con una vite di pressione Z.

Per incominciare le maglie si usa un uncinetto da ricamo comune, ed una specie di imbuto I fatto in ottone (fig. 1688). Il motore degli aghi è composto, si può dire, e regolato dalle tre viti V', V e V''. Per fare maglie a piatto V' e V'' devono essere sempre poste al punto più elevato in modo da far salire il più che sia possibile l'ago in marcia. Il fermaglio o vite di mezzo V è il motore della maglia e la regola, facendola piccola o grande secondo la sua posizione. Se è abbassato si ha una maglia lunga ed il tessuto è elastico, se è alzato si ha una maglia piccola e serrata. I tre *fermagli* vanno ben fissati prima di incominciare il lavoro.

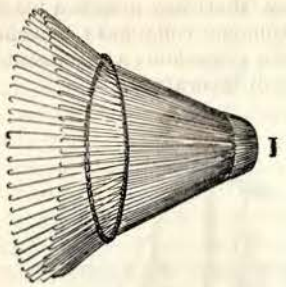


Fig. 1688.

Il filo deve essere dipanato sui rocchetti in modo che sia disposto filo per filo, cominciando dalla base del rocchetto, ed in guisa da dargli una forma conica dal basso in alto, così esso vien levato senza alcuna resistenza. Ricordiamoci che prima regola pei tessitori di maglie è che un dipanamento ben fatto è di rigore per avere una maglia regolare.

L'imbuto I serve a formare le maglie quando s'incomincia il guanto. Lo si mette al disopra della macchina col vertice in basso tenendolo dalla mano sinistra, cogli uncini il più vicino possibile agli aghi od uncinetti del congegno. Coll'uncino a mano *u* si prende il filo *f* sulla guida G, lo si passa sur un uncino *i* dell'imbuto per ritornarlo sur un ago *a* passando da sinistra a destra e via di seguito come abbiamo indicato nella fig. 1689.

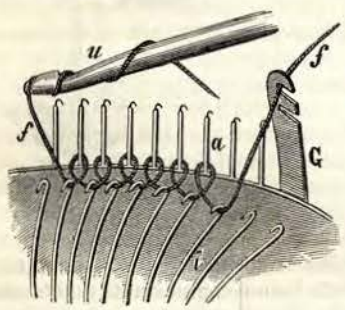


Fig. 1689.

Dopo aver fatto in tal modo due o tre giri, tenendo sempre l'imbuto colla mano, dandogli una leggiera pressione per modo da far discendere le maglie al disotto del piccolo uncino di cadun ago, si mette un peso P allo estremo dell'imbuto, aggiungendone altri se fa d'uopo. Quando si ha fatto un po' di maglie si toglie l'imbuto, si mette la fibbia F, poi altri pesi P se è necessario.

I guanti da uomo e da donna generalmente si incominciano con 80 aghi; quelli da fanciullo con 55 fino a 70 secondo la grandezza della mano. Per ciò si suole togliere gli aghi in più di 80 sul davanti del cilindro.

Se si vuole un paramano unito al guanto, massime se è per l'inverno, ed in lana, si leva un ago ogni due come per fare una costura. Si fanno 14 giri, si toglie l'imbuto, si riprendono le maglie. Poi si fanno 15 giri per la lunghezza del paramano e si rimpiazzano i 40 aghi tolti prendendo le maglie sugli aghi vicini come si fa per le calze (Vedi MAGLIE) e si fanno sei altri giri.

Quando si vogliono senza paramano si fanno 14 giri per l'orlatura e sei di sopra e si incomincierà in seguito a fare il grosso del pollice, spostando a dritta ed a sinistra 5 aghi pei guanti da uomo, 4 per quelli da donna e e 3 per quelli da fanciullo, per ottenere il vano di un ago da ogni parte. In tali vani si mettono due aghi prendendo la maglia sull'ago vicino, cioè quello di destra a destra, quello di sinistra a sinistra. Si fanno 5 giri pei guanti da uomo, 4 per donna, 3 per fanciullo. Si spostano in seguito 6 aghi per parte onde poter ancora aumentare altri due aghi prendendo sempre la maglia sul medesimo ago. Si fa lo stesso numero di giri come dopo il primo aumento, e si continua fino ad avere aumentato di venti aghi per uomo o per donna, con che si pone termine all'aumento pel pollice.

Si incomincia allora il pollice solo, sul davanti della macchina, con 28 aghi, si montano i 72 altri al *punto morto* e si fermano.

Si diminuisce di un ago o ferro per lato, si fanno 40 giri senza diminuire; si cala d'un ago da ogni lato dei 26 che restano, gettando la maglia del secondo ferro del bordo sulla prima e si tolgono i due aghi; si avvicinano poi i due altri per colmare il vano. Si fa un giro, si diminuisce di nuovo un ago da ogni lato e si fa un altro giro e si continua così fino a tanto che restino soltanto sei aghi. Si fanno tre giri a vece d'uno dopo l'ultima diminuzione. Si taglia il filo, si lascia cadere il tessuto dagli aghi, si tolgono i sei liberi e si abbassano i 72 che erano al punto morto.

Per lavorare a maglia dall'altezza del pollice al dito mignolo, si rimettono a posto i 28 aghi tolti pel pollice. Quest'operazione si fa per 4 aghi alla volta, ogni due giri, e per sei volte; e per 2 alla volta, ogni due giri, per due volte. I quattro aghi di aumento vengono posti nei tre spazii che separano le quattro dita, cioè 2 aghi a destra e due a sinistra del cilindro. Per collocare poi gli aghi di aumento, si dividono in quattro parti i 72 che restano sul cilindro e così si può lavorare a maglia ognuna a suo tempo le quattro dita che restano ancora da farsi.

Si lascia sul didietro della macchina il sostegno dei fili che servono pel medio, 18 aghi pel dito mignolo, 9 a destra e 9 a sinistra di questi; 18 per l'anulare; 9 a destra e 9 a sinistra pel medio, ed infine 9 a destra e 9 a sinistra per l'indice.

Si nota poscia la divisione delle dita col mezzo di un filo in colore che si pone sull'ultimo ago di ogni dito cioè su quello di destra e su quello di sinistra che separano quelli, per lavorarli poi separatamente quando sarà fatta la palma della mano.

Per mettere i due primi aghi d'aumento pel dito mignolo cioè uno a destra e l'altro a sinistra, si smuovono a destra ed a sinistra 28 aghi in modo da fare un vano per potervi mettere un ago a destra ed uno a sinistra, coi quali si prende dalla destra la maglia sull'ago segnato a destra e dal lato sinistro la maglia sull'ago segnato a sinistra.

Per aumentare i due aghi per l'anulare si spostano a destra ed a sinistra 26 aghi in modo da fare un vuoto per posare un ago da ogni parte e si prende coll'ago a destra la maglia sull'ago segnato di sinistra e viceversa.

Gli aghi segnati non devono mai separarsi, le maglie

degli aghi d'aumento devono sempre essere prese su questi aghi, ma vanno sempre fatte all'infuori di questi aghi, cioè prese a dritta ed a sinistra degli aghi segnati. Si fanno due giri; poi si aumenta di due aghi; uno per lato, il dito medio, spostando 10 aghi a destra ed a sinistra. Si spostano ancora 8 aghi per aumentare l'indice di due aghi uno per lato. Si prendono sempre le maglie degli aghi segnati nel modo detto poco sopra, indi si fanno due giri. Si aumenta di 2 aghi, uno per lato, il dito anulare, spostando 21 aghi per parte. Si aumenta il dito maggiore di un ago per parte, spostando 19 aghi per lato. Si prendono sempre le maglie sugli aghi segnati e si fanno due giri.

Si cresce il dito mignolo di due aghi, uno per parte, spostando 33 aghi per lato. Si aumenta il dito anulare di un ago per parte spostando da ogni lato 31 aghi e si prendono le maglie sugli aghi segnati, poi si fanno 2 giri. Si aumenta di un ago per parte l'anulare spostando 22 aghi per lato, ed aumentando di un ago per parte il dito medio spostando 20 aghi per lato. Si prendono le maglie sugli aghi segnati e si fanno due giri. Si cresce di un ago a destra ed uno a sinistra il dito medio spostando 11 aghi per lato ed aumentando l'indice di un ago per parte, spostando nello stesso modo 9 aghi. Si prendono sempre le maglie sugli aghi segnati e si fanno due giri.

Si aumenta di un ago per lato dell'indice, spostando a destra ed a sinistra 10 aghi, si prendono le maglie sugli aghi segnati e si fanno due giri. Infine si aumenta di un ago per lato dell'indice spostando a destra ed a sinistra 11 aghi e si prendono le maglie sugli aghi segnati. Si fanno due giri.

A questo punto non ci resta che a fare le dita.

Dito mignolo. — Si incomincia il dito mignolo sul didietro della macchina. Si mettono al *punto morto* i 39 aghi da ogni lato dei 22 che compongono il dito mignolo e si fanno con questi 22 aghi 35 giri senza alcun aumento nè diminuzione. Poi si dividono i 22 aghi in quattro parti e si lasciano 2 aghi da ogni lato per ricevere le diminuzioni. Così si hanno 9 aghi a sinistra e 9 a destra. Si diminuiscono 4 aghi per volta prendendo un ago vicino dei quattro lasciati per ricevere le diminuzioni. Si avvicinano gli aghi a misura che si fanno le diminuzioni in modo che non resti alcun vuoto fra esse. Si fanno due giri e si continua a diminuire fino a che non restino più che sei aghi. Si fanno tre giri a vece di due dopo l'ultima diminuzione. Si taglia il filo, si lascia a sè la maglia fatta che forma il dito mignolo e si tolgono i 22 aghi liberi.

Se si opera su cilindri di 130, 160, 200 o 240 aghi, si ha un vuoto tra gli aghi, e si ripara ad esso ravvicinandoli sul davanti del congegno.

Si abbassano i 78 aghi che erano al punto morto, si mettono i ritegni sul didietro del cilindro e si fanno 8 giri per fare la parte di palma della mano dal dito mignolo all'altezza delle altre tre dita.

Dito indice. — L'indice si incomincia sul davanti della macchina con 26 aghi e mettendo i 26 altri da ogni parte al punto morto. Si fanno 42 giri senza diminuire, e si diminuisce in seguito a 4 aghi per volta come pel dito mignolo, fino a che non restino che sei aghi. Si fanno sempre tre giri a vece di due sull'ultima diminuzione. Si toglie il filo, si lascia libero il dito fatto e si levano i 6 aghi.

Dito medio. — Avendo fatto l'indice ed il mignolo, resta un vuoto sul davanti e sul didietro della macchina. Si abbassano i 52 aghi che rimangono e che erano al punto morto, e si avvicinano quelli di sinistra e quelli di destra. Così non vi ha alcun vuoto e si può incominciare il dito medio con 26 aghi dopo aver messo i 26 altri al punto morto. Si fanno 45 giri senza diminuzione e si diminuisce 4 aghi per volta come per le dita fatte, fino a che rimangano solo sei aghi. Si fanno sempre tre giri sull'ultima diminuzione a vece di due, poi si taglia il filo e si tolgono i sei aghi. Così il dito medio è fatto.

Dito anulare. — Resta l'anulare. Si abbassano i 26 aghi che erano al punto morto, si fanno 42 giri senza diminuire, poi si diminuisce 4 aghi per volta fino a che ne restino 6. Poi si fanno 3 giri, si taglia il filo ed il guanto in tal modo è finito, senza alcuna cucitura.

Non c'è bisogno di aggiungere che sul dorso della mano si possono fare disegni qualsiansi a piacimento. Riassumendo col signor Mollière, le operazioni da farsi per fabbricare un guanto a maglia sono:

Per una mano comune si incomincia con 80 aghi; per un paramano unito si toglie un ago fra ogni ago; per l'orlo del paramano si fanno 14 giri; dopo l'orlo sul paramano se ne fanno 15, si rimettono i 40 aghi tolti per fare i fianchi e si fanno 6 giri; pel grosso del pollice si fanno 9 *cresciute* di 5 giri caduno, in tutto 45 giri; coi 28 aghi del pollice solo si fanno 52 giri; coi 28 aghi di aumento della mano fino al dito mignolo, si fanno 18 giri; coi 22 aghi del dito mignolo se ne fanno 46; coi 78 aghi che formano la base delle 4 dita si fanno 8 giri; coi 26 aghi dell'indice se ne fanno 53; coi 26 del medio 56; coi 26 dell'anulare 53.

E cosa da notare che le proporzioni variano secondo la grossezza della mano e la materia che si impiega, ma in regola generale stanno i numeri delle maglie che abbiamo fin qui indicati.

I *mezzi guanti* (*mitaines* dei Francesi) si fabbricano a maglie nello stesso modo che i guanti. Non si ha da fare altro che il grosso del pollice facendo solo 20 giri per esso. Per la mano, dopo il pollice si fanno 40 giri. Coll'ago della macchina si raccolgono le maglie dell'orlo che va presso le dita e si fa una specie di punto a catenella. Si raccolgono le maglie sul pollice.

Come pei guanti, così pei mezzi guanti si può lavorare con seta, lana, filo, o cotone.

Avvertiamo ancora che il congegno descritto inventato dal sig. Mollière ha sette cilindri di ricambio a fine di poter lavorare a maglia con filo grosso e con filo finissimo.

Cucitura dei guanti.

Ora che abbiamo descritto per sommi capi il processo di fabbricazione dei guanti, tanto di pelle quanto di stoffa qualsiasi, eccoci a partitamente descrivere come si cuciscono.

Presso molti fabbricanti la cucitura è eseguita ancora a mano, valendosi però di alcuni mezzi adatti, motivo per cui abbiamo divisa la cucitura dei guanti in due parti: *cucitura a mano* e *cucitura alla macchina.*

Naturalmente, certe opere accessorie, come orlature, attaccatura dei bottoni, occhielli, si fanno sempre a mano per la maggior parte dei guanti, salvo pochissime eccezioni. Del resto l'ispezione di un guanto qualunque cucito alla macchina varrà meglio di qualunque descrizione a farne scorgere le parti finite colla sola mano dell'operaja.

Cucitura a mano dei guanti.

È usitatissimo, per cucire i guanti a mano, uno strumento semplicissimo, la cui invenzione è dovuta ad un inglese, del quale non potemmo sapere il nome. Abbiamo rappresentato l'apparecchio nella fig. 1690.

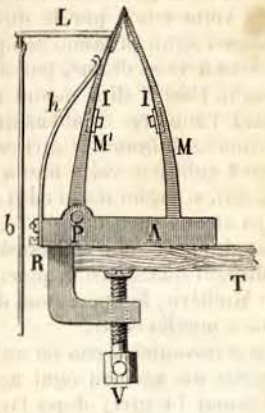


Fig. 1690.



Fig. 1691.

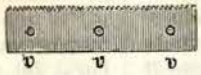


Fig. 1692.



Fig. 1693.

Esso ha la figura di una morsa, è in ferro, avente le parti superiori delle due mascelle finienti in un pettine di ottone (fig. 1691), il quale vien fissato su caduna mascella col mezzo di viti *vvv* che abbiamo disegnato a parte nella fig. 1692. I denti del pettine sono regolarissimi e variano in lunghezza dai due e mezzo ai tre millimetri. La morsa viene fissata ad un tavolo T (fig. 1690) col mezzo di una vite V. Una mascella M è fissa, l'altra M' è mobile a cerniera attorno al punto P.

Il pettine in ottone è fisso in I, I col mezzo di forti viti alle mascelle in ferro.

Di queste, la M' è sempre spinta contro la M per mezzo di una molla *h* fissata in R nel piano A.

Coll'aiuto di un pedale e di una bacchetta *b* si mette in azione una leva L che serve ad aprire le mascelle per introdurre fra esse le parti da cucire.

Appena che l'operajo ha messo fra le mascelle il guanto tagliato, come dicemmo poco fa, ed in modo che gli orli combacino a perfezione e la sporgenza dall'incavo dei denti dello strumento sia appena quale si vuole sia la lunghezza del punto, ritira il piede dal pedale, e preso un ago ed un filo forte e fine in seta od altra materia, si accinge alla cucitura. Questa si fa passando l'ago in cui si è infilato il filo attraverso tutti i denti del pettine e facendo scorrere il medesimo sul fondo dell'incavo dei denti stessi. Quando si finì di cucire la parte stretta fra le mascelle dello strumento si apre questo col mezzo del pedale e successivamente si stringe la parte da cucire. In tal modo la cucitura riesce abbastanza regolare e viene eseguita in pochissimo tempo. Naturalmente poi l'operajo o l'operaja devono essere persone abili tanto nel mettere le parti da cucire fra le mascelle quanto nel manovrare in fretta l'ago. Aggiungiamo ancora che vi hanno diverse sorta di pettini, i cui denti variano a seconda delle parti da cucire e del punto stesso che si deve fare.

Alcuni fabbricanti usano uno strumento per cucire a mano, dovuto al Winter, il quale però è un po' più complicato del precedente. Si compone di un piede P, il quale al suo estremo superiore ha un foro *o* in cui entra il gambo *g* di una morsa M (fig. 1693). Questa ha una mascella *a* fissa, ed una *b* mobile a scanalatura *c*. Le due mascelle stanno una contro l'altra per mezzo di una molla E posta in *e*. La mascella *b* ha in *n* un anello, il quale penetra nella parte *h* di una leva del gambo P. Questa leva viene manovrata col mezzo di un pedale P' e serve ad allontanare le mascelle una dall'altra.

Invece dei descritti apparecchi, vi hanno ancora attualmente dei fabbricanti, i quali, quando tagliano i guanti col mezzo del bilanciere, come abbiamo detto, nel mentre stesso che operano il taglio fanno il segno dei fori in cui deve poi passare il filo che cucisce, col mezzo di una specie di pettini posti tutto attorno ed entro allo strumento tagliente.

Cucitura a macchina dei guanti.

Si è dal 1855 che si venne ad un risultato pratico circa la cucitura a macchina dei guanti. Appunto in quell'anno un certo Perrare-Michal ottenne col mezzo di una macchina, da lui inventata, una cucitura a punto di sopraggitto (*surjet*) pari a quelle eseguite a mano da un operajo; ma in causa della lunghezza del filo portato dall'ago non si aveva nè regolarità nè rapidità maggiore, sicchè, poco soddisfatto del suo trovato, il Perrare nel 1860 costruì un'altra macchina che cuciva a punto di sopraggitto mediante un ago disposto orizzontalmente, ed una navetta avente due movimenti, uno longitudinale, l'altro perpendicolare al primo, per modo che si otteneva un bel punto di *surjet* sul guanto.

Nel 1865 lo stesso Perrare costruiva una nuova macchina. Le basi di questa sono sempre un ago ed una navetta. Però l'ago è fisso ad un porta-ago e funziona verticalmente. La navetta ha un telajetto di forma circolare articolato col congegno, e riceve un movimento di oscillazione alternato ed intermittente, da un cilindro a denti. La navetta a due punte è collocata nel telajetto. Il punto di sopraggetto si incomincia come nelle macchine a cucire ordinarie (Vedi MACCHINE A CUCIRE), ma la navetta dopo aver attraversato il laccio del filo dell'ago viene, per un moto di oscillazione del telajetto, trasportata al disopra del bordo della cucitura per modo che nel suo movimento di ritorno la sua seconda punta incontra di nuovo il filo dell'ago che è fuori della stoffa. Il telajetto poi ripassando sul bordo della pelle o della stoffa da cucire ritorna alla sua prima posizione per attendere un nuovo laccio del filo e così di seguito. La

macchina descritta è ancora munita di un apparecchio trasportatore od avviatore della stoffa, composto da due parti rigide congiunte solidariamente a foggia di morsetta e mantenute chiuse da una molla.

Dopo l'anno 1866 si costrussero, principalmente in Danimarca, diversi tipi di macchine per cucire i guanti, sia a navetta che a catenella, le quali lavorano abbastanza bene senza punto produrre un lavoro finissimo.

Di queste, quella di Henriksen è degna di menzione. È composta di una navetta, un ago ed un braccio sopraggittatore. L'ago posto all'estremo di un braccio ricurvo lavora orizzontalmente sul davanti della macchina; la navetta ha la forma di una S, con movimento circolare nel piano verticale dell'ago e forma con esso un punto di navetta modificato dal braccio sopraggittatore, il quale prende il filo della navetta allora quando questa è al sommo del suo corso e l'ago fuori della pelle o del tessuto lo porta in avanti per fissarlo nel tessuto nel tempo stesso in cui discende la navetta; l'ago continua ad entrare e forma il laccio in cui la navetta, risalendo, passa come nelle macchine a cucire e ferma il filo che passò sullo spessore della pelle formando il punto di sopraggitto.

Nel 1869 i signori Rudolph ed Haberkorn di Berlino costrussero una macchina che cucisce le pelli dei guanti a punto di catenella doppia a sopraggitto. Le parti principali del detto congegno sono: un ago orizzontale, un uncino a foggia di piccola falce montato sur un asse verticale, girante sul suo asse, ed un ago verticale portafilo, avente la forma di un punzone con un foro presso la punta ed un incavo al disopra di questo foro. Ecco in qual modo avviene la cucitura. L'ago orizzontale, dopo essere penetrato nel tessuto, fa un forellino in cui penetra la punta dell'uncino che lo tiene aperto nel piano orizzontale; in questo istante l'ago verticale discende, passa il filo nel forellino tenuto aperto dall'uncino circolare, il quale si ritira in seguito abbandonando il filo dell'ago. Il filo si serra al disopra del vano dell'ago verticale che resta immobile fino a tanto che l'altro ago sia ritornato o trattenuto fra il filo e l'incavo del portafilo che si ritira allora. L'ago orizzontale compie la sua corsa e forma nel suo ritorno un nuovo laccio ed il movimento seguita in tal maniera. L'avanzamento dei guanti per essere cuciti avviene per mezzo di due cilindri fissi sul piano della macchina e sopra due colonnette unite mediante ingranaggi e che agiscono come un laminatojo, ma a movimento intermittente. Un pedale serve ad allargare i due cilindri per introdurvi il guanto e gli orli che *guidano* la pelle sono leggermente lavorati a dente.

Abbiamo visto parecchie di tali macchine funzionare ancora attualmente nell' importante stabilimento del signor Gilardini a Torino per la fabbricazione dei guanti da militare.

Il Necker di Berlino compose una macchina per cucire guanti, pur essa benissimo combinata. La medesima è formata da un ago diritto orizzontale che porta il filo, un uncino orizzontale fatto ad arco di circolo ed al dissopra una specie di compressore a moto circolare alternato. La cucitura è il punto di catenella semplice o doppio a sopraggitto. L'ago e l'uncino hanno i loro movimenti in senso perpendicolaro l'uno all'altro in un piano orizzontale. Il compressore è imperniato sur un asse e descrive un arco di circolo in un piano verticale; ha poi un foro presso la punta, in cui passa il filo per la doppia catenella. Ciò che distingue la macchina Necker è che la chiusura del punto si opera per mezzo della compressione del filo e non per l'ago. L'avanzamento del guanto si fa per mezzo di due cilindri, dei quali uno solo riceve il movimento, l'altro è libero sul suo asse.

Dopo il 1870 abbiamo ancora modificazioni alle macchine da cucire i guanti, apportate dai Bergmann ed Huttemeyer, dal Noerholm di Copenhagen, dall'Onfray, dal Jouvin, e da parecchi altri, per modo che secondo il modo con cui lavorano le macchine si poterono dividere in *macchine cucitrici a piatto* e *macchine cucitrici a sopraggitto* (*surjet*): entrambe poi, a seconda del punto, si classificano in *macchine a navetta; macchine a catenella ad un filo* e *macchine a catenella a due fili*.

Diremo di tutte queste specie, descrivendone i migliori e più usati campioni.

Macchine cucitrici a piatto, a navetta. — Come tipo di queste descriviamo quella del Jouvin. Il punto è quello di navetta ordinaria. Il movimento dell'ago e quello della navetta succedono secondo un asse inclinato sul tavolo. La navetta è un piccolo cilindro, il quale gira sul suo asse e porta all'estremo superiore un uncino, il quale prende il laccio del filo dell'ago. L'albero della navetta sta in un tubo inclinato, terminato alla sua parte superiore da una piccola lastra leggermente incurvata, sulla quale si fa la cucitura e si chiudono gli estremi delle dita dei guanti. Il tubo è alto circa dieci centimetri, il che permette alle mani dell'operajo di tenere il guanto appoggiando il braccio sull'orlo del tavolo su cui c'è la macchina. L'avanzamento è prodotto da un uncino che si muove sollevandosi ed avanzandosi.

La macchina descritta serve molto bene alla cucitura di guanti di pelle ordinaria.

Macchine cucitrici sullo spessore (*a sopraggitto* (surjet), *a catenella ad un filo.* — Diremo brevemente della macchina Perrare. Questo continuo perfezionatore del suo trovato fece una macchina che cucisce al punto di catenella semplice a sopraggitto. Ha l'ago orizzontale ed è munita di un braccio sopraggettatore od uncino per eseguire il punto di sopraggitto. Il suo apparecchio d'avanzamento a morsette liscie lascia libero il davanti della macchina, che in tal modo diviene di un uso più facile tanto per mettere il guanto da cucire, quanto per ritirarlo cucito. La lunghezza del punto si regola a volontà. La macchina poi è munita di una piccola guida fatta ad angolo retto per potervi appoggiare il guanto a fine di impedire che si pieghi allora quando è penetrato dall'ago.

Macchine cucitrici a surjet, *a catenella a due fili.* — Descriveremo come tipo di queste la macchina *Bertin* che all'ultima Esposizione universale di Parigi nel 1878 era messa in movimento tutto il giorno sotto gli occhi del pubblico, con soddisfazione di tutti per l'eccellenza del lavoro prodotto. Per questo motivo e per la rapidità e la regolarità della cucitura credemmo bene corredare la descrizione con due disegni che riproducono in elevazione ed in projezione orizzontale tutto l'apparecchio.

Il punto è fatto col mezzo di due fili portati da due aghi, uno diritto, l'altro ricurvo; e da un uncino appianatore che serve per formare un nodo per parte all'incrociamento dei fili sullo spessore della pelle. L'avanzamento è preciso, ma è regolato una volta per tutte, sicchè per cambiare la grandezza del punto è necessario modificare o cambiare una parte della macchina. Nelle figure 1694 e 1695 abbiamo rappresentata la macchina *Bertin* al quarto della sua grandezza.

In essa l'albero trasversale A riceve il suo movimento da una ruota a gola che comunica con un pedale posto sotto la macchina. Sull'albero A sono fissi un eccentrico circolare B e due dischi con sporgenze o denti; sull'ec-

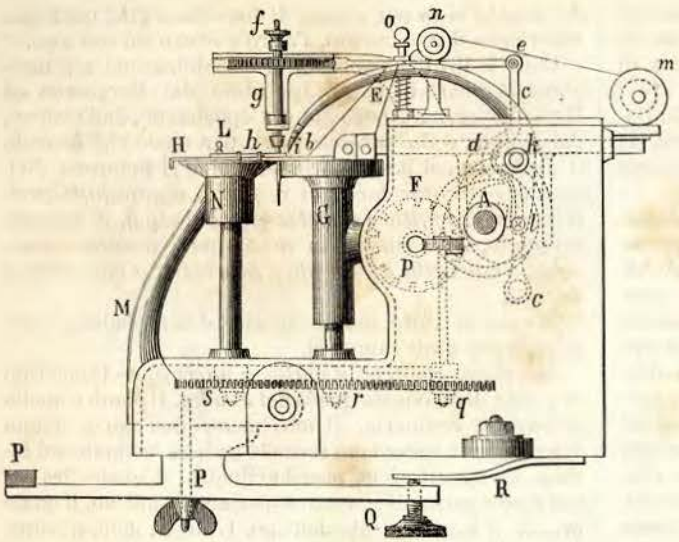


Fig. 1694.

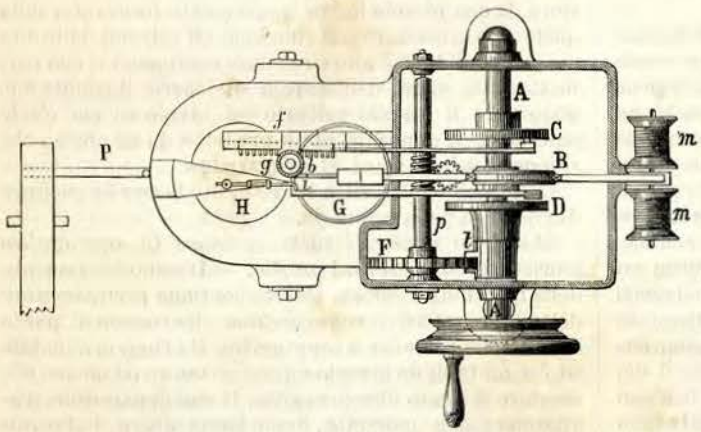


Fig. 1695.

centrico circolare vi ha una specie di forchetta che si prolunga a destra ed a sinistra in un gambo il quale scorre orizzontalmente; la parte di sinistra è più lunga e finisce in un ago diritto *b* orizzontale, il quale nella figura è disegnato nella sua posizione, lontano dall'oggetto da cucire; una specie di dente che ingrana con quello del disco C è fisso alla leva *c* piegata ad angolo in *d*, ed articolata in *e* che fa muovere e comunica un movimento orizzontale alternato alla catena a denti *f* ed in seguito comunica un moto circolare alternato al pernio *g*, al suo asse, ed all'ago ricurvo *h* posto al suo estremo. Il terzo organo che contribuisce alla formazione del punto è un uncino *i* a movimento circolare. Esso è fisso all'estremo di un braccio ricurvo E, articolato in *k* e prolungato in *l* dove un piccolo dente entra nel vano del disco D, dandogli il suo movimento. I rocchetti *m m* alimentano i due aghi *b*, *i* dopo che il filo passò pei compressori *n* ed *o*. Mettendo in azione gli organi descritti si produce sulla stoffa o sulla pelle il punto detto a sopraggitto a catenella a due fili.

L'avviamento si fa così: una ruota *F* a dodici denti è fissa sur un piccolo albero orizzontale *P* avente alla sua metà una vite senza fine che ingrana con una ruota fissa sur un albero verticale, finiente in un pernio diritto *q* che comanda una ruota *r* che fa girare il cilindro ed il disco *G*. Questa ruota comunica il suo movimento ad un'altra simile *s* che fa muovere in senso inverso il disco H. La ruota F essendo ad ogni giro dell'albero motore fermata dal piccolo cilindro *t*, comunica ai 2 dischi prenditori H e G un movimento alternato. Al disopra in L vi ha un piccolo chiavistello che serve a limitare l'altezza alla quale la pelle deve essere collocata affinchè la cucitura sia sempre alla stessa distanza dall'orlo. Un braccio M appoggiato in *N* sopporto del disco H è fisso alla parte P che sta sotto il piano della macchina; una vite Q contro cui appoggia la molla R regola la pressione del disco H su G.

Per ritirare la pelle cucita, l'operaio abbassa la parte P spingendo col ginocchio un gambo e così allontana H da G. Cosa degna di nota nella macchina Bertin è che la pelle è presa fra i due cilindri come fa una pinzetta, che tutti e due sono messi in movimento e che la pressione sulla pelle varia a volontà, cose tutte che contribuiscono a dare alla cucitura del guanto la maggior finezza e perfezione che si possano desiderare.

Macchina Brosser. — Più perfezionata della macchina Bertin e rispondente in tutto ai bisogni dell'industria dei guanti, è la macchina Brosser, della quale attualmente moltissime funzionano all'estero e nelle più importanti fabbriche d'Italia.

Si è per somma gentilezza del sig. Girardin-Viguier, rappresentante della casa Brosser a Milano, che possiamo presentare al lettore il disegno della macchina, unitamente alla descrizione della medesima.

Nella figura 1696 abbiamo rappresentato il congegno nel suo complesso, nella fig. 1697 un disegno in grande della macchina propriamente detta, senza coperchio, e nella fig. 1698 due particolari; uno A del coperchio coi relativi meccanismi, l'altro B del braccio sopraggittatore (*bras de surjet*) e del suo sostegno.

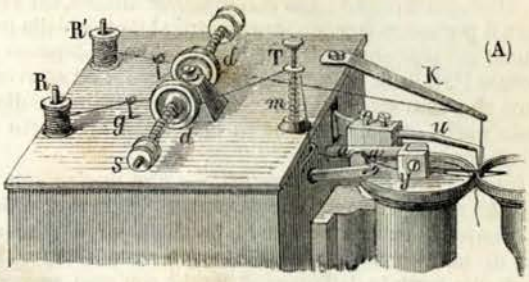
Come appare dall' ispezione stessa della figura, vi hanno, come nella macchina Bertin, due specie di cilindri MM' con dischi all'estremo superiore per ritenere e guidare la pelle. Uno dei cilindri, *M*, si può allontanare col mezzo del pedale P (fig. 1696); col pedale P' e coi dischi DD' si può mettere in azione tutto il congegno nel senso indicato dalla freccia delle fig. 1696 e 1697. L'apparecchio che cucisce è veramente perfezionatissimo, vi hanno il porta-aghi, l'ago e la guida, tutti combinati cogli altri accessorii in modo da produrre un lavoro esattissimo sotto tutti gli aspetti.

Descrivendo il modo in cui funziona la macchina ne descriveremo nello stesso tempo la composizione.

Posa dell'ago e del filo. — Prima cura dell'operajo si è di mettere bene a posto l'ago che cucisce, altrimenti, oltre al rompere il filo, si corre pericolo di guastare la macchina. L'ago viene introdotto nel porta-ago P col mezzo di una pinzetta. L'ago ha un segno in incavo dalla parte che deve essere posta all'insù, e la sua cruna od occhio deve essere esattamente all'altezza di un segno fatto per traverso sulla guida dell'ago G. Messo l'ago a posto, si prende per un capo il filo che trovasi sul rocchetto R (fig. 1698, A), lo si passa nella guida *g* (*ibid.*), poi lo si gira sull'asse tra i dischi *d*, *d* del serrafilo S (*ibid.*), lo si fa scorrere sul tenditojo T al disopra della molla *m* e poscia, servendosi di una pinzetta e dell'indice della mano sinistra lo si introduce nella cruna dell'ago per disotto, in modo cioè che il capo del filo resti disopra.



Fig. 1696



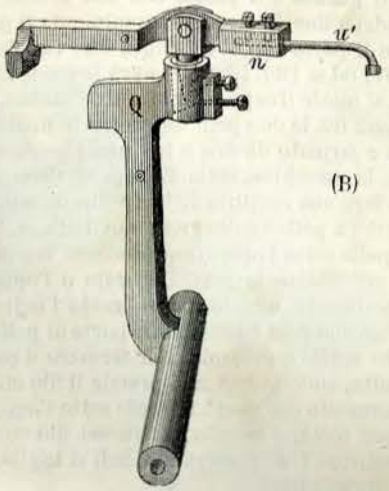


Fig. 1698.

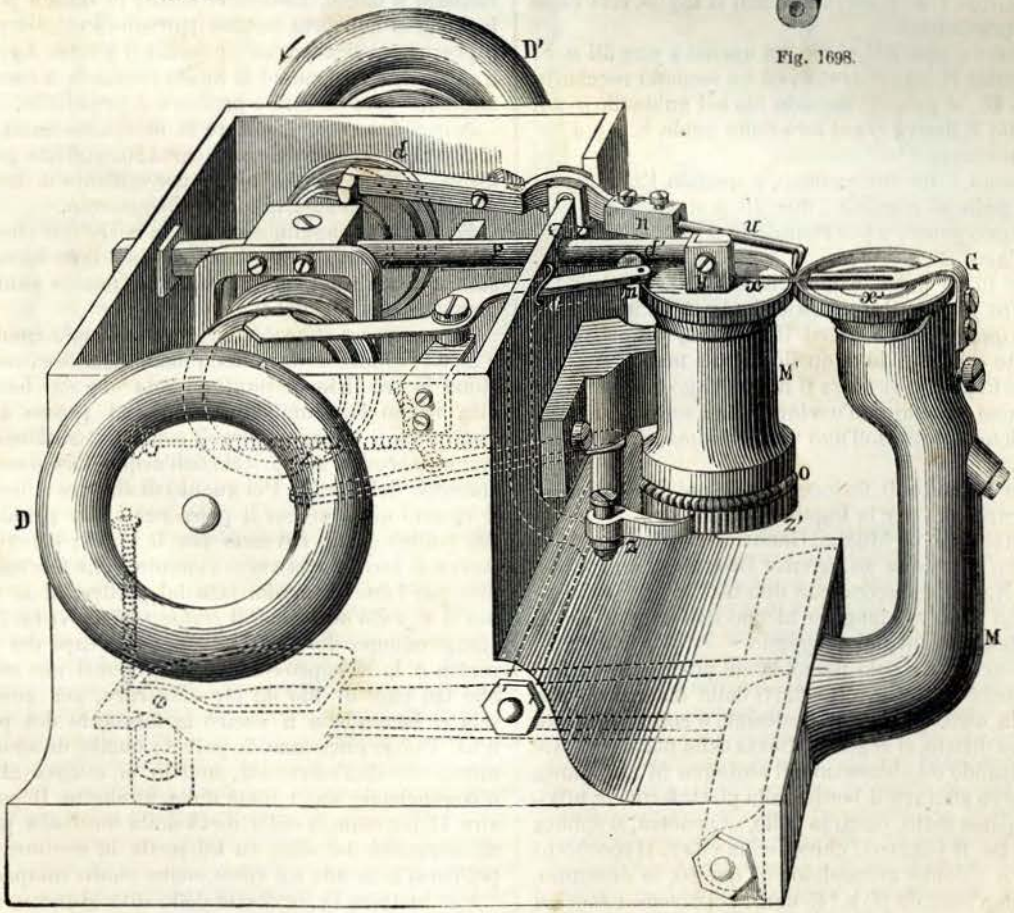


Fig. 1697.

Si suole, per infilare l'ago con maggior facilità, far avanzare il porta-ago facendo fare un giro al motore della macchina, poi si allontana il cilindro M dall'M' col mezzo del pedale P, indi si passa il filo tra le parti *a* ed *a'* avendo cura che esso sia esattamente al disotto, fra i due dischi della parte *a'*, poi nella tacca che vi ha al disotto del serra-ago *y*.

Cucitura con uno o due fili. — *Per cucire con un sol filo*, si dà poca tensione al serrafilo S. Indi si colloca il guanto da cucire fra i due cilindri M ed M', facendo uso di una pinzetta, strumento che deve sempre trovarsi alla portata dell'operajo perchè con esso uguaglia, stende, regola la pelle durante la cucitura. Allorchè dunque il guanto è a posto, con una giusta sporgenza dai cilindri a fine di ricevere ugualmente il punto, si fa avanzare il porta-ago P ed allora che l'uncinetto *u* (figura 1697) od *u*, (fig. 1698, B) avrà preso il laccio, colla pinzetta si mette il capo del filo sotto l'uncino, a sinistra, e lo si pone fra le due pelli da cucire in modo che resti nascosto e fermato da due o tre punti successivi. Messa in azione la macchina, colla sinistra si tiene la pelle in modo da fare una cucitura diritta e fine in relazione collo spessore della pelle e colla grossezza dell'ago. Per guidar bene la pelle sotto l'operazione dell'ago conviene essere pratici; generalmente però l'operajo o l'operaja si addestra facilmente, massime se si mette l'indice della sinistra tra le due pelli e passando la parte di pelle di dietro, fra le dita medio e mignolo. Per fermare il punto, a cucitura finita, colla pinzetta si prende il filo che è sull'uncino al momento che portò il laccio sotto l'ago, e si taglia questo per metà, o meglio si tira del filo colla sinistra fra il tenditojo T ed il serra-filo, indi si taglia, così l'ago resta sempre infilato.

Per cucire a due fili, si usa un uncino a due fili *u*. Si mette la guida K sul coperchio, ed un secondo rocchetto sul pernio R', si passa il secondo filo nel guida-filo *g*, poi nel serrafilo di destra S nel foro nella guida K e poi nel foro dell'uncino *u*.

Si riducono i due fili assieme, e quando l'ago fece il foro nelle pelle si portano i due fili a sinistra per fermare il primo punto, e per stringerlo si tira forte e solo il filo dell'ago.

Con due fili si possono fare due sorta di cuciture: il punto detto *piqûre* (impuntatura) che è un'imitazione della *demipiqûre* inglese; ed il punto di *festone* bello ugualmente e più solido di quello fatto a mano.

Per fare la piqûre si passa il filo dell'ago nei dischi attorno all'asse e quello dell'uncino si passa semplicemente.

La tensione del filo dell'ago va fortissima e quella dell'altro no.

Per fare il punto di festone, le tensioni sono disposte all'incontrario che per la impuntatura.

Nelle fabbriche di Milano, Genova e Torino usasi lavorare colla macchina *surjeteuse* Brosser ad un sol filo, mentre a Napoli cuciscono con due fili.

Crediamo utile aggiungere alcune avvertenze che il Brosser stesso dà sul suo congegno.

Il porta-ago P è il solo pezzo, la cui posizione non può mutare, sicchè tutte le altre parti della macchina sono regolate da esso. Quando il medesimo è collocato a sito coll'ago ben diritto, si regola l'altezza della piattaforma *x* (*coupe*) alzando od abbassando il sostegno M'. La punta dell'ago deve sfiorare il bordo della piattaforma *x*, altrimenti, se passa sotto, piega la pelle, se penetra, si spunta e tira la pelle. Il pezzo *o* si chiude colla vite *r*. Il rocchetto si cambia a volontà svitandolo; di questo, lo dicemmo, ve ne ha una serie da 60 a 145 denti pei diversi generi di cucitura. Quando la parte *z* funziona male, bisogna supporre che abbia bisogno di essere pulita. Se il freno non è bastantemente serrato e le molle della piattaforma *x* sono usate, il movimento non è più regolare. La piattaforma *x'* quando è allontanata da M' deve girare liberamente, ma non aver troppo giuoco sul pernio.

Importa moltissimo, allora che si monta la macchina, di osservare che il gambo W (fig. 1696), che la mette in comunicazione col piccolo pedale P, sia libero, come pure questo funzioni bene per non alterare la pressione delle piattaforme o dischi del cilindro M sopra M'.

Il braccio sopraggittatore *u* od *u'* entra in un dado e gira sul suo sostegno Q (fig. 1698, B) con tre movimenti uno dal basso in alto, l'altro da destra a sinistra, il terzo dal davanti all'indietro e viceversa. Un congegno in acciajo tiene il braccio *n* costantemente contro il dente *d*. Un altro congegno spinge il sostegno Q contro il medesimo dente, col quale si imprime al braccio un movimento di va e vieni.

La miglior posizione degli uncinetti *u* od *u'* è la seguente: Bigogna che l'uncinetto sfiori la guida dell'ago G ma non lo tocchi, inoltre allora che esso portò il laccio del filo sotto l'ago, questo deve rasentare il tacco dell'uncinetto, giacchè se l'ago se ne allontanasse passerebbe vicino al laccio, e se l'uncinetto fosse troppo vicino, l'ago urterebbe contro di esso.

Il tenditore a molla *m* (fig. 1698, A) sul coperchio della macchina è in rame, e serve a tendere il filo sull'uncinetto appena quest'uncino prese il laccio, altrimenti l'ago non passerebbe dentro al medesimo. Il tenditore deve dunque sempre funzionar bene.

Il braccio del premi-filo ritiene il filo acciocchè si possa formare il laccio. Esso deve essere in questa posizione: la molla *m'* non deve toccare il prendi-filo *a'* allora quando il porta-ago viene avanti e ferma il punto. Appena poi il porta-ago ritorna ed il laccio comincia a formarsi, la molla *m'* deve toccare e premere il prendi-filo.

Non si deve mai smontare la macchina senza un'assoluta necessità, nè impiegare carta smerigliata per la pulitura, giacchè questa ha l'inconveniente di lasciar cadere briciole di smeriglio nel meccanismo.

È inutile poi aggiungere che la correggia che serve a mettere in moto tutto l'apparecchio deve essere abbastanza tesa e non toccare il tavolo in nessun punto al suo passaggio nei fori del tavolato.

Per cucire a macchina i guanti si suole cominciarne a fare i ricami sul dorso della mano. Questi ricami consistono in tre liste di punti in seta che dal basso delle dita vanno longitudinalmente quasi presso al polso. Certi guanti li hanno piccoli come un cordoncino, altri larghi, secondo il capriccio dell'acquisitore e secondo lo spessore della pelle. Pel guanto di sinistra si incomincia il ricamo quasi presso il polso per i due primi dal lato del pollice ed al rovescio per il terzo; pel guanto di destra si incomincia verso l'angolo delle forchette delle dita per i due primi dal lato del pollice, ed al rovescio per il 3°, e ciò acciocchè il *festone* sia in vista. Incominciando ognuno dei ricami si mette il capo del filo a sinistra e lo si copre con due o tre punti per non avere che tre capi di filo da far rientrare, per guanto. Poscia si incomincia a cucire la forchetta del pollice se n'ha. Poi si cuciscono i pollici; quello di sinistra cominciando dall'estremità, indi lo si cucisce al guanto incominciando dalla metà della forchetta. Il pollice destro si incomincia dalla metà della forchetta per finire all'estremità del dito. In tal modo la cucitura di ogni pollice si fa in una sol volta, senza punto rompere il filo.

Per mettere le forchette delle dita si incomincia, pel guanto sinistro, dall'indice, indi tutte le dita per finire

al polso. Pel guanto destro si incomincia dal polso per finire all' indice. La cucitura delle forchette nel modo detto si fa in una sol volta, senza rompere il filo, lasciando sempre, dal principio al fine, la pelle fra i due cilindri M ed M'.

Cucite le forchette, si arrotondano agli estremi, indi si finisce il guanto cominciando dal mignolo all'indice pel sinistro, e dall'indice al mignolo pel destro.

Gli occhielli e certi orli del guanto si fanno a mano.

Si ottengono punti più o meno lunghi, cambiando la ruota a denti z', ed una serie di queste segnate coi numeri progressivi 70, 80, 90, 100, 105 fino a 145 denti permettono di fare tutte le lunghezze di punti necessarii per diversi generi di cucitura. Notiamo ancora che coll'apparecchio Brosser una buona operaja in dieci ore di

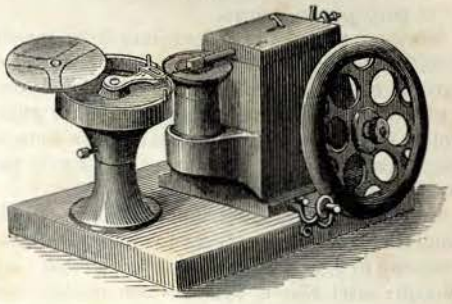


Fig. 1699

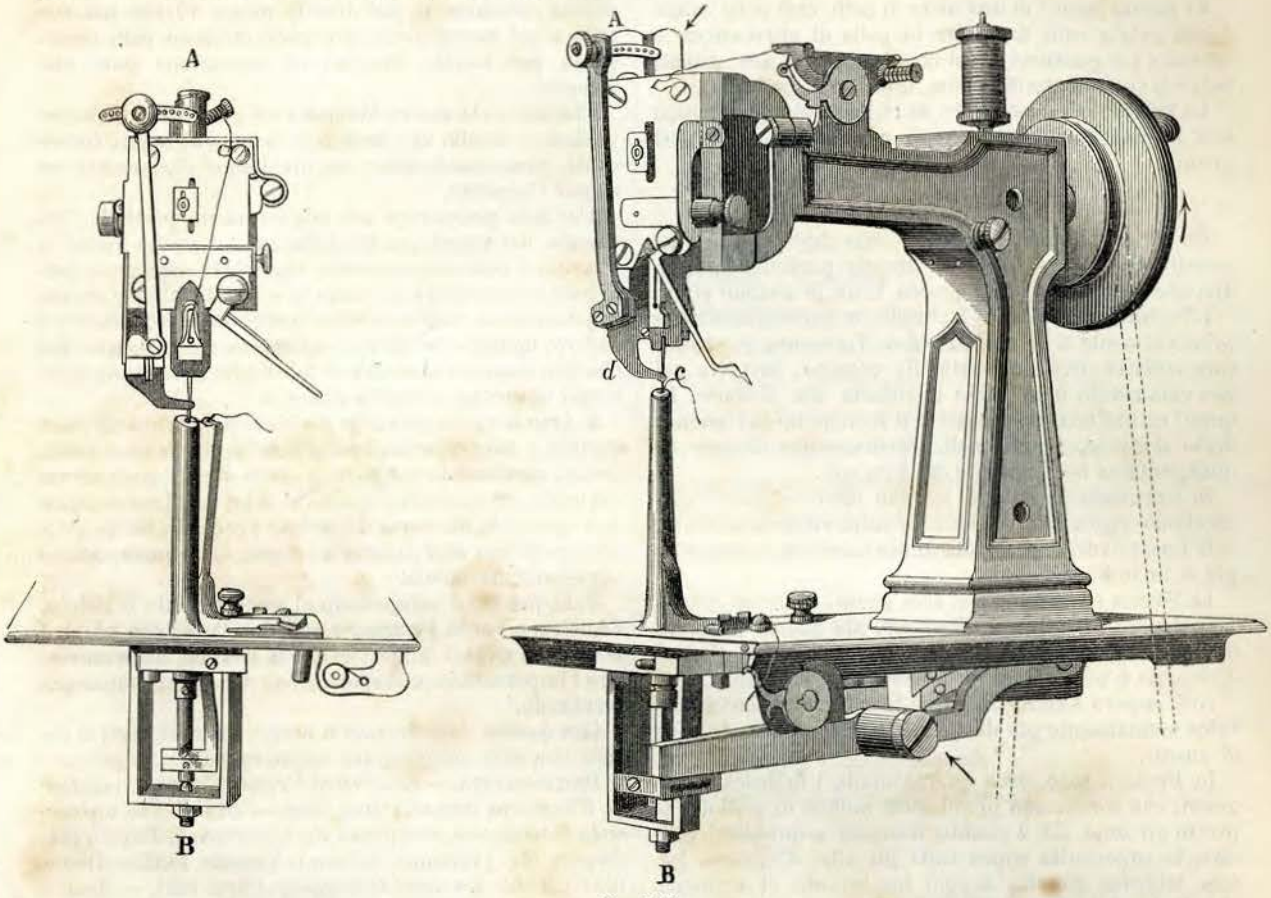


Fig. 1700.

lavoro può cucire dalle 15 alle 24 paja di guanti secondo l'importanza dei medesimi.

Del Brosser, oltre la macchina descritta detta propriamente e conosciuta col nome di *surjeteuse*, vi ha una macchina a doppia impuntura detta macchina a navetta, la quale lavora di necessità con due fili. Di questa macchina possiamo presentare il disegno nella figura 1699. Essa fa il punto inglese, conosciuto dai guantai col nome di *punto cagna*. Di queste macchine il Girard Viguier ne collocò parecchie in Italia con piena soddisfazione dei fabbricanti. Essa serve pei guanti di pelle scamosciata forte, cioè pei militari, pei cocchieri e simili persone cui occorrono guanti forti e di lunga durata.

Per finire la rivista delle macchine per cucire i guanti presentiamo ancora nella fig. 1700 il disegno di una macchina *piqueuse (à piquer)*, gentilmente comunicatoci dal signor Girard. Questa macchina non è del Brosser ma di altro inventore ed il Girard solo è l'incaricato della vendita. Essa serve per lavorare su ogni sorta di pelli dalle fine alle medie. Il punto si presenta sul diritto del guanto come se fosse eseguito a mano. Nell'interno o rovescio forma una catenella. Il Girard assicura che, benchè tale macchina sia ancora poco conosciuta e che richieda un operajo di prim'ordine, pure dalle prove fatte rispose pienamente ai bisogni dei fabbricanti.

Essa cucisce con due fili. Ha due rocchetti, uno sopra la macchina, l'altro sotto il piano di essa. Mediante adatti congegni si regola la venuta e la tensione del filo, come appare dal disegno AB. Una leva regola la grandezza del punto; alzandola si ha il punto corto, abbassandola si fa lungo. La pelle è trasportata da due trasportatori mobili c e d. Il guanto cucito con tale macchina

pare cucito a mano e lo chiamano perciò *guanto all'inglese* non però *punto cagna*.

Qui facciamo punto alla descrizione delle macchine e della cucitura dei guanti. Occorrerebbe, per fare una dimostrazione completa, vedere i risultati del lavoro, cosa che si può ottenere visitando una fabbrica di guanti, ed allora oltre i campioni di cucitura si osserva come le operaje eseguiscano le diverse cuciture necessarie per fare e finire tali utili rivestiture delle mani.

Ai guanti di pelle, in generale, si fanno occhielli e si attaccano i bottoni. In questi ultimi tempi ne vedemmo e ne vediamo di ogni sorta; con bottoni grossi e con bottoni piccoli; altri che si serrano con uncini, altri con molle; ai guanti per l'inverno poi invece di bottoni si mette una molla come abbiamo detto pei guanti di stoffa.

Vi hanno guanti di due sorta di pelli, cioè pelle camosciata grigia colle forchette in pelle di altro colore e servono pei cocchieri e pei cavallerizzi. Vi sono guanti foderati tutti di stoffa in lana, a peli, o di pelliccia.

La loro fabbricazione però se richiede maggior tempo non cambia punto il processo adottato per gli altri guanti.

Conclusione.

Da cinquant'anni l'industria della fabbricazione dei guanti, avendo raggiunto un grande perfezionamento, divenne importantissima presso tutte le nazioni civili.

L'Inghilterra ha molte fabbriche in parecchie città e principalmente a Wodstok ed a Vorcester, e ad esse sono addette circa cinquantamila persone; tuttavia pel suo commercio è in parte tributaria alla Francia. In questi ultimi anni poi perdette il monopolio del guanto detto *dogskin*, perchè nella fabbricazione di esso fu uguagliata se non superata dai Francesi.

In Germania la città di Berlino produce guanti che eccellono sopra tutti quelli delle altre città dello Stato.

Il Lussemburgo ne manda annualmente in commercio più di un milione di paja.

La Svezia era celebre pei suoi guanti di odore gradevole dovuto all'acqua di Randers. Ma questo profumo oggi fu imitato benissimo dai Francesi ed il *Suède-Français* è preferito al già celebre *Suède-Suédois*.

Nell'impero Austro-Ungarico la città di Vienna fabbrica annualmente più di duecentomila dozzine di paja di guanti.

In Francia sono circa quarantamila i fabbricanti di guanti che consumano più di sette milioni di pelli di capretto all'anno. Ed il guanto francese acquistò, si può dire, la superiorità sopra tutti gli altri d'Europa. La sola fabbrica Jouvin, la più importante di Francia, che diede al taglio, come avvertimmo, una precisione matematica, fa diecimila dozzine di paja di guanti all'anno e può tingerli in *cento* guise diverse.

Si calcola la produzione annuale di guanti in Francia ad oltre i due milioni di dozzine di paja, con un prodotto di oltre otto milioni di lire. I tre quarti di tale produzione vanno all'estero, ove finora non si trovano guanti eguali per perfezione, eleganza, e buona qualità della materia prima.

I centri di produzione in Francia sono Parigi, Annonay, Milhau per la concia delle pelli; Parigi, Grenoble, Milhau, Saint-Junien, Lunéville, Rennes, Nancy, Blois per fabbriche di guanti, Niort e Vendôme pei guanti di daino, di castoro e di camoscio pei militari.

Presso di noi, Venezia, Milano, Torino, Genova e Napoli sono centri importanti della fabbricazione dei guanti. Napoli principalmente, che fa certi guanti di capretto del peso di soli 40 grammi il pajo, invia i prodotti dei suoi guantai in tutti i paesi e principalmente in Russia ed in America e la sua esportazione annuale sorpassa le duecentomila dozzine di paja.

In Torino, la fabbrica Gilardini produce dei guanti pel nostro esercito e pei collegi militari, cuciti alla macchina ed eseguiti a perfezione. Peccato però che per la materia prima, cioè per le pelli camosciate, debba ricorrere alla Francia; giacchè, malgrado le soddisfacenti prove eseguite nella sua importante concieria che, senza alcuna reticenza, si può dire la prima d'Italia pel metodo e pei meccanismi, non potè ottenere pelli camosciate per bontà, finezza, ed esecuzione pari alle francesi.

Chiudiamo la nostra Memoria sui guanti con un'osservazione o meglio una raccomandazione ai nostri fabbricanti, raccomandazione che dividiamo pienamente col signor Carcenac.

Per fare prosperare nel miglior modo possibile l'industria dei guanti, a somiglianza dei nostri vicini di Francia, è cosa assolutamente necessaria che i nostri fabbricanti ricerchino e mettano in opera il miglior mezzo di produzione, vogliamo dire quello della *divisione del lavoro*, metodo che sollevò tempesta sul principio, ma che fece eseguire economie ai fabbricanti ottenendo nello stesso tempo un prodotto perfetto.

Il grande vantaggio della divisione del lavoro sta nella verifica e nel controllo, resi più facili, del lavoro fatto, il che è certamente non solo un grado di perfezionamento ma anche un mezzo di successo. Ben lungi dal recar danno agli operaj, la divisione del lavoro procura a donne ed a giovanetti una occupazione col mezzo della quale possono vivere onoratamente.

Tale questione compresero al sommo grado il Belgio, l'Austria e poi la Francia, e non dubitiamo che anche i nostri fabbricanti la metteranno in pratica, massime ora che l'importazione e l'esportazione dei guanti vanno aumentando.

Con questo voto finiamo il nostro articolo, certi di essere non solo compresi, ma anche esauditi.

Bibliografia. — Leblanc et Préaux Caltot, *Bonnetier et Fabricant de bas*, Paris, 1830. — *Dizionario universale tecnologico*, compilato da Lenormand, Payen, Dufrénoy, ecc. (versione italiana), Venezia 1832. — Doüet d'Arq, *Table des mots techniques*, Paris 1851. — *Nuova Enciclopedia popolare italiana*, Torino 1865. — Carcenac, *Gants et bretelles* (*Rapports du jury international sur l'exposition universelle de 1867 à Paris*), Paris 1868. — Mollière, *Manuel du tricot*, Paris-Lyon 1873. — Julia Fontenelle, Vallet d'Artois et Maigne, *Chamoiseur*, *maroquinier*, *mégissier*, *teinturier en peaux*, *parcheminier et gantier*, Paris 1876. — Lacroix, *Etudes sur l'exposition de 1878* (*Annales et archives de l'industrie au XIX^e siècle*), Paris 1878. — Brosser, *Machine à coudre: la surjeteuse avec ses derniers perfectionnements*, Boulogne sur Seine près Paris 1883.

Ing. V. Beltrandi.

INDICE DEGLI ARTICOLI

CONTENUTI IN QUESTO VOLUME

Dinamometri. *G. Sacheri* . . . . . pag. 5
Diorama, Panorama. *V. Beltrandi* . . . . » 40
Disegno industriale, *vedi* Scuole d'arti e mestieri.
Disinfezione. *Luigi* e *Stefano Pagliani* . . » 42
Distillazione. *Luigi Anelli* . . . . . » 53
Distillazione del legno. *Luigi Anelli* . . . . » 90
Docimasia dei metalli preziosi. *G. Monselise* . » 108
Draghe. *P. Verole* . . . . . » 121
Droghe. *M. Zecchini* . . . . . » 135
Dune. *Vincenzo Benzoni* . . . . . » 162
Economia industriale. *G. Boccardo* . . . . » 174
Elettrometallurgia. *I. Golfarelli* . . . . . » 185
Essiccazione, essiccatoi. *M. Zecchini* . . . » 224
Estratti. *F. Sestini* . . . . . » 238
Evaporazione. *G. Monselise* . . . . . » 248
Fabbricati. *S. Ceriana* . . . . . » 265
Falce. *V. Beltrandi* . . . . . » 345
Fari. *E. C. Boccardo* . . . . . » 346
Feltro. *V. Beltrandi* . . . . . » 370
Ferriera. *P. Verole* . . . . . » 373
Ferro battuto. *P. Verole* . . . . . » 447
Ferrovie. *C. Saviotti* . . . . . » 449
Fiammiferi. *Luigi Anelli* . . . . . » 529
Fili e tele metalliche. *Alfredo Galassini* . . » 538
Filigrana. *V. Beltrandi* . . . . . » 566
Filtrazione, Filtro. *Pozzi Francesco* . . . » 568
Fiori artificiali. *V. Beltrandi* . . . . . » 581
Fisica. *Giovanni Luvini* . . . . . pag. 597
Fiumi e Torrenti. *Gaetano Bruno* . . . . » 643
Fognatura campestre. *G. Bolzon* . . . . » 696
Fognatura cittadina. *L. Pagliani* . . . . » 719
Fondazioni tubulari, *vedi* Ponti.
Foreste. *V. Benzoni* . . . . . » 749
Fornelli da cucina. *Pozzi Francesco* . . . » 800
Fortificazione. *L. Bonazzi* . . . . . » 816
Fotografia. *S. Parone* . . . . . » 858
Frangie, Fiocchi e Galloni, *vedi* Spinettajo.
Frangi-onde, *vedi* Costruzioni marittime.
Fumigazioni. *Carlo Anfosso* . . . . . » 892
Fumo, Fumajuolo, *vedi* Riscaldamento.
Fuochi d'artifizio. *V. Beltrandi* . . . . . » 900
Gallerie. *C. Caveglia* . . . . . » 922
Gas-luce. *Francesco Personali.* . . . . . » 963
Gavitelli, Boe, Mede. *E. C. Boccardo* . . . » 1051
Geologia. *L. Busatti* . . . . . » 1054
Gesso. *C. Capacci* . . . . . » 1083
Ghiacciaje. *Pozzi Francesco* . . . . . » 1121
Ghisa rifusa o di seconda fusione. *C. Saldini* . » 1131
Glicerina. *S. Pagliani* . . . . . » 1153
Glucosio. *F. Sestini* . . . . . » 1161
Gomma elastica e guttaperca. *L. Gabba* . . » 1171
Gomme e Resine. *Giulio Monselise* . . . » 1188
Grassi e Lubrificazione. *M. Zecchini* . . . » 1203
Gru. *E. C. Boccardo* . . . . . » 1222
Guanti. *V. Beltrandi* . . . . . » 1239

INDICE DEL VOLUME PRIMO

PREFAZIONE. *Raffaele Pareto* . . . . . pag. v
Acciajo. *Serafino Parone* . . . . . » 1
Aceto. *Carlo Morbelli* . . . . . » 27
Acidi. *Carlo Morbelli* . . . . . » 40
Acque d'uso domestico. *Caveglia* . . . . . » 94
Acque gassose. *Carlo Morbelli* . . . . . » 129
Acque minerali. *Massimo Conti* . . . . . » 156
Agghiacciamento. *Orazio Silvestri* . . . . » 192
Aghi, agucchie. *Giovanni Sacheri* . . . . . » 204
Agricoltura. *Ant. Keller* e *Fratelli Roda* . . » 212
Alabastro. *A. D'Achiardi* . . . . . » 414
Alcoole. *Fausto Sestini* . . . . . » 421
Amianto, Asbesto. *Raffaele Pareto* . . . . » 435
Amido e fecola. *Carlo Morbelli* . . . . . » 437
Ammazzatojo. *Edoardo Perroncito* . . . . » 486
Ancora. *E. C. Boccardo* . . . . . » 506
Anemometro. *A. Bottiglia* . . . . . » 519
Apicoltura. *Vedi* Arnie e favi.
Arazzi. *R. Pareto* . . . . . » 531
Arco, Vôlta. *S. Cerriana* . . . . . » 534
Ardesia o Lavagna. *R. Pareto* . . . . . » 591
Argento. *S. Parone* e *A. D'Achiardi*. . . . » 593
Armi da fuoco. *C. Corvetti* . . . . . » 603
Arnie e favi. *L. Camerano* . . . . . » 642
Arrotino. *M. Conti* . . . . . » 662
Artiglieria. *Cap. C. Corvetti* . . . . . pag. 670
Attrezzi e strumenti agrarii. *G. Fettarappa*. » 703
Automa. *R. Pareto* . . . . . » 801
Avorio. *M. Conti* . . . . . » 805
Bagni. *Vedi* Stabilimenti balneari.
Balena. *R. Pareto* . . . . . » 817
Balsami. *F. Sestini* . . . . . » 818
Bambagia o cotone. *C. Penati* . . . . . » 820
Barometro. *Zanotti-Bianco* e *G. B. Daddi* . » 852
Bastimenti. *E. Boccardo* . . . . . » 876
Battelli a vapore. *E. C. Boccardo* . . . . » 930
Battifuoco. *I. Golfarelli* . . . . . » 954
Battiloro. *V. Beltrandi* . . . . . » 956
Bigliardi. *Idem.* . . . . . » 962
Bilancie. *F. Pozzi* . . . . . » 974
Birra. *F. Sestini* . . . . . » 1002
Bitume, Asfalto, Catrame. *C. Morbelli* . . . » 1019
Botte, Barile, Tino, Mastello, Secchia. *V. Beltrandi* . . . . . » 1041
Bottoni. *G. Ponzio* . . . . . » 1056
Brillatura del riso. *G. Fettarappa* . . . . » 1075
Bronzo. *S. Parone* . . . . . » 1107
Budella. *V. Carità* . . . . . » 1124
Bussola. *I. Golfarelli* . . . . . » 1127
Buste da lettere. *F. Pozzi* . . . . . » 1148

INDICE DEL VOLUME SECONDO

Caccia e pesca. *V. Beltrandi* . . . . . pag. 5
Calamajo. *V. Beltrandi* . . . . . » 47
Calce, Cemento. *Davide Bocci* . . . . . » 54
Caldaje a vapore. *A. Bottiglia, C. Penati* . » 74
Calderajo e Lattajo. *Pozzi Francesco* . . . » 118
Calorico, Calore. *A. Vanzetti* . . . . . » 128
Calzolajo, Zoccolajo. *Pozzi Francesco* . . . » 152
Cammeo. *V. Beltrandi*. . . . . » 170
Campane, Campanello. *V. Beltrandi* . . . » 176
Canali. *S. Cerriana* e *Pozzi Francesco* . . » 194
Canapa. *A. Bottiglia* . . . . . » 212
Candele. *C. Morbelli* . . . . . » 223
Cannelle e Valvole. *P. Verole* . . . . . » 255
Cannello ferruminatorio. *G. Monselise* . . . » 271
Capelli posticci. *V. Beltrandi* . . . . . » 278
Cappelli. *Pozzi Francesco* . . . . . pag. 280
Caratteri da stampa. *Giacomo Bobbio* . . . » 291
Carri e carrozze per strade ferrate. *S. Fadda* » 308
Carri militari. *Vedi* Vetture.
Carta, Cartiere. *C. Saldini* . . . . . » 367
Carta dipinta. *V. Beltrandi* . . . . . » 412
Carta moneta. *V. Beltrandi* . . . . . » 431
Carta pesta. *V. Beltrandi* . . . . . » 436
Carta smerigliata e Carta vetrata. *V. Beltrandi* » 441
Carte da giuoco, Tarocchi. *V. Beltrandi* . . » 442
Catene e gomene di ferro e di acciajo. *E. C. Boccardo* . . . . . » 450
Cavamacchie. *G. Monselise* . . . . . » 461
Cave. *C. Capacci* . . . . . » 480
Ceralacca. *F. Sestini* . . . . . » 507

Ceramica. *Luigi Anelli* . . . . . pag. 508
Cesellatore. *V. Beltrandi* . . . . . » 548
Chimica. *Luigi Anelli* . . . . . » 555
Chiodi. *E. Bonelli* . . . . . » 623
Cioccolata, Cioccolato, Cioccolate e Cioccolatte. *V. Beltrandi* . . . . . » 634
Ciottolato e Lastricato. *Pozzi Francesco* . . » 644
Colla. *Vincenzo Fino* . . . . . » 653
Colorazione e conservazione dei legnami. *V. Beltrandi* . . . . . » 665
Colori. *G. Monselise* . . . . . » 677
Coltellinajo o Spadajo. *Giuseppe Ciotti* . . » 728
Combustibili. *G. Monselise* . . . . . » 746
Commessure. *Stefano Cerriana* . . . . . » 765
Compassi e strumenti da disegno. *V. Beltrandi* » 794
Conçieria. *G. Monselise* . . . . . » 811
Confettiere, Liquori, Sciroppi. *G. Monselise* . » 834
Conservazione dei monumenti. *Mario Zecchini* » 853
Conservazione delle sostanze animali e vegetali. *Luigi Anelli* . . . . . pag. 858
Contabilità industriale. *V. Gitti* . . . . . » 897
Conterie e Vetri di Venezia. *A. Guadagnini* » 909
Contrasto simultaneo dei colori. *G. Arnaudon, V. Beltrandi* . . . . . » 920
Corazzatura. *E. C. Boccardo* . . . . . » 935
Corde. *E. C. Boccardo* . . . . . » 952
Corde armoniche. *V. Beltrandi* . . . . . » 964
Coreggie. *P. Verole* . . . . . » 969
Cornici di legno tirate a macchina. *V. Beltrandi* 983
Corno, Tartaruga. *V. Beltrandi* . . . . . » 990
Corsi d'acqua. *Vedi* Fiumi.
Costruzioni delle macchine. *C. Penati* . . . » 995
Costruzioni marittime. *C. Caveglia* . . . . » 1032
Crine. *Cecilio Arpesani* . . . . . » 1080
Cronometri. *I. Golfarelli* . . . . . » 1082
Curvatura meccanica del legno. *C. Arpesani* . » 1092