

L'INGEGNERIA CIVILE

B

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

MECCANICA APPLICATA

IL GAS DOWSON

IMPIEGATO COME COMBUSTIBILE NELLE MACCHINE A GAS

(V. Tav. X)

I. — INTRODUZIONE.

Il gas-luce non è un combustibile economico per motori a gas. — È noto che nelle macchine a gas-luce il coefficiente economico, ossia il rapporto tra la quantità di calore trasformato in lavoro e quella spesa ad ogni colpo completo della macchina, è molto superiore a quello delle macchine a vapore, nonostante che il ciclo delle prime sia più imperfetto del ciclo delle seconde: la macchina a gas utilizza un salto di temperatura molto maggiore della macchina a vapore, e questa è la ragione unica del vantaggio della prima sulla seconda. Ma per stabilire l'economia di un motore termico non basta conoscere il suo coefficiente economico, ma occorre ancora conoscere il costo del combustibile in esso impiegato, ossia il costo delle calorie sviluppate nella combustione del detto combustibile.

Una buona macchina a gas-luce nelle migliori condizioni non consuma meno di m^3 0,8 di gas-luce per cavallo effettivo ed all'ora; un metro cubo di gas-luce produce a completa combustione circa 5000 calorie e costa a Torino per l'industria L. 0,16. Una buona macchina a vapore a condensazione di una potenza non inferiore ai 100 cavalli effettivi, consuma circa chilog. 0,8 di litantrace per cavallo-ora; un chilogramma di buon litantrace produce non meno di 7200 calorie e costa a Torino non più di L. 0,04. Il cavallo-ora della macchina a gas-luce richiede quindi calorie 4000 e costa per combustibile L. 0,128; il cavallo-ora della macchina a vapore richiede 5760 calorie e costa per combustibile L. 0,032: quindi, quantunque la macchina a gas-luce non richieda per cavallo-ora che 0,7 circa del calore necessario alla macchina a vapore, pure il costo per combustibile per la prima è quadruplo del costo per la seconda. È bensì vero che per stabilire il costo del cavallo-ora di una macchina termica sono necessari, oltre al prezzo del combustibile, altri elementi, come la spesa d'impianto, di riparazione, di esercizio, ecc.; ma tenuto conto di ogni circostanza è provato che, per macchine di potenza superiore ai 10 cavalli, specialmente in causa del prezzo elevato del combustibile impiegato nella macchina a gas-luce, il costo del cavallo-ora di questa sta sempre al di sopra del costo del cavallo-ora della macchina a vapore.

Ritenuta l'impossibilità di diminuire il prezzo del gas-luce, si può concludere che la macchina a gas-luce non sarà mai una concorrente seria della macchina a vapore.

Da questo stato di cose è sorto il seguente problema: ricercare un gas combustibile atto ai motori termici, il quale, a parità di calorie sviluppate, costasse molto meno del gas-luce. I motori termici cosiddetti a benzina, a petrolio, ecc., che sono sorti in questi ultimi anni, anche am-

mettendo la loro praticità, non credo che possano risolvere il problema; questi motori sono piuttosto atti a sostituire i motori a gas-luce là dove il gas-luce non esiste, ma non possono essere più economici. Il gas d'acqua e meglio ancora il gas Dowson, per risultati con essi ottenuti in questi ultimi anni, pare proprio che abbiano raggiunto la meta.

Il gas d'acqua. — Il gas d'acqua non è una novità; fin da cinquant'anni fa si produsse del gas d'acqua con metodi non dissimili da quelli usati oggigiorno, ma i primi tentativi per la sua applicazione non ebbero esito soddisfacente perchè veniva destinato all'illuminazione. Non è mio scopo di esporre in questo articolo i metodi di fabbricazione del gas d'acqua ed i vantaggi che potrebbe arrecare come combustibile nei motori termici, ma il gas Dowson, di cui dovrò occuparmi, è così legato al gas d'acqua che non posso fare a meno di dire due parole sul principio della sua fabbricazione.

Quando si fa passare del vapore d'acqua attraverso uno strato di combustibile in istato incandescente, l'acqua scindesi nei suoi componenti idrogeno ed ossigeno e quest'ultimo si combina col carbonio dando origine ad anidride carbonica; per ciò richiedesi una temperatura di almeno 500°. Se poi la temperatura sta tra i 1000° ed i 1200°, allora invece di anidride carbonica ed idrogeno formasi dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno. Il miscuglio di questi due gas costituisce il gas d'acqua, ma per ottenerlo è necessario mantenere nell'interno del gazogeno una temperatura non inferiore ai 1000°. E siccome il carbone incandescente in contatto col vapore d'acqua si raffredda poco a poco col procedere della fabbricazione del gas d'acqua, così ad ogni tanto bisogna interrompere la fabbricazione del gas d'acqua e soffiare attraverso il combustibile una corrente d'aria, che riattiva la combustione e ridona allo strato di combustibile incandescente la temperatura necessaria per la fabbricazione del gas d'acqua. In questa seconda operazione, se il volume d'aria soffiato attraverso il combustibile è sufficiente, si forma un secondo gas combustibile, composto in gran parte di ossido di carbonio e che è detto gas Siemens. Questo secondo gas può essere utilizzato per riscaldamento, oppure, mescolato al gas d'acqua, dà luogo ad un nuovo gas particolarmente atto ai motori termici.

Su questo sistema sono fondati gli apparecchi di fabbricazione del gas d'acqua di Lowe, di Tessié du Motay e di Strong-Dwight, che sono diffusi specialmente in America; più recentemente in Francia furono applicati gli apparecchi di Schulz, Knaudt e C. e di J. Barse ed A. Lalange, dei quali si trova una dettagliata descrizione nella *Publication industrielle* d'Armengaud, fascicolo 12 del 1889.

Inconvenienti del gas d'acqua. — La fabbricazione del gas d'acqua richiede adunque due periodi: durante l'uno si ottiene del vero gas d'acqua, durante il secondo del gas Siemens. Non è che dal miscuglio di questi due gas che si ottiene un gas atto ai motori termici. L'impianto per la preparazione di questo gas riesce per questa ragione al-

quanto complicato, richiedendo mezzi di purificazione tanto pel gas d'acqua che pel gas-Siemens, gazogeni che li raccolgono separatamente, e finalmente un gazogeno per la miscela dei due, oppure due condotte che si riuniscano in modo conveniente per farne un miscuglio proporzionato. La complicazione degli apparecchi è l'inconveniente principale di questo sistema di fabbricazione del gas d'acqua. Ed invero non bisogna dimenticare che se la macchina a gas-luce ebbe un successo pratico, lo deve specialmente alla semplicità del suo impianto e della sua condotta; ma se per avere del gas a mite prezzo si è costretti a complicare e l'uno e l'altra, è necessario un vantaggio termico assai rilevante perchè la macchina a gas possa sostituire od almeno correre parallelamente alla macchina a vapore.

La complicazione degli apparecchi per la fabbricazione del gas d'acqua economico, atto ai motori termici, proviene in gran parte dal modo intermittente di fabbricazione del gas, e la semplificazione di questi apparecchi fu appunto lo scopo che volle raggiungere il signor Emerson Dowson di Londra col suo gasogeno.

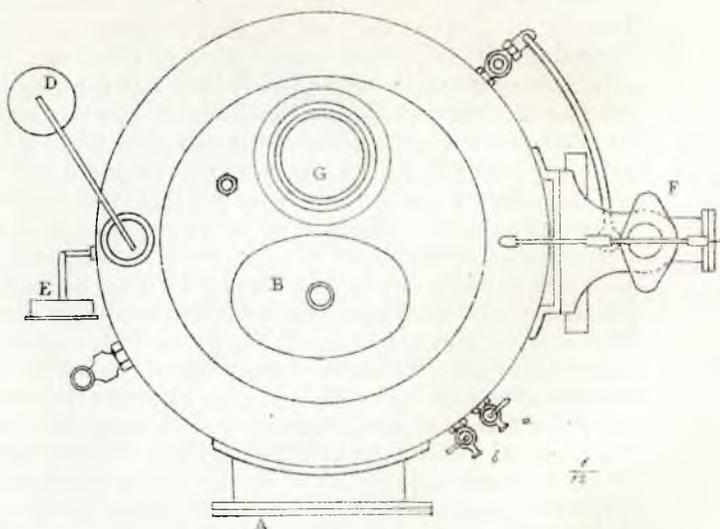
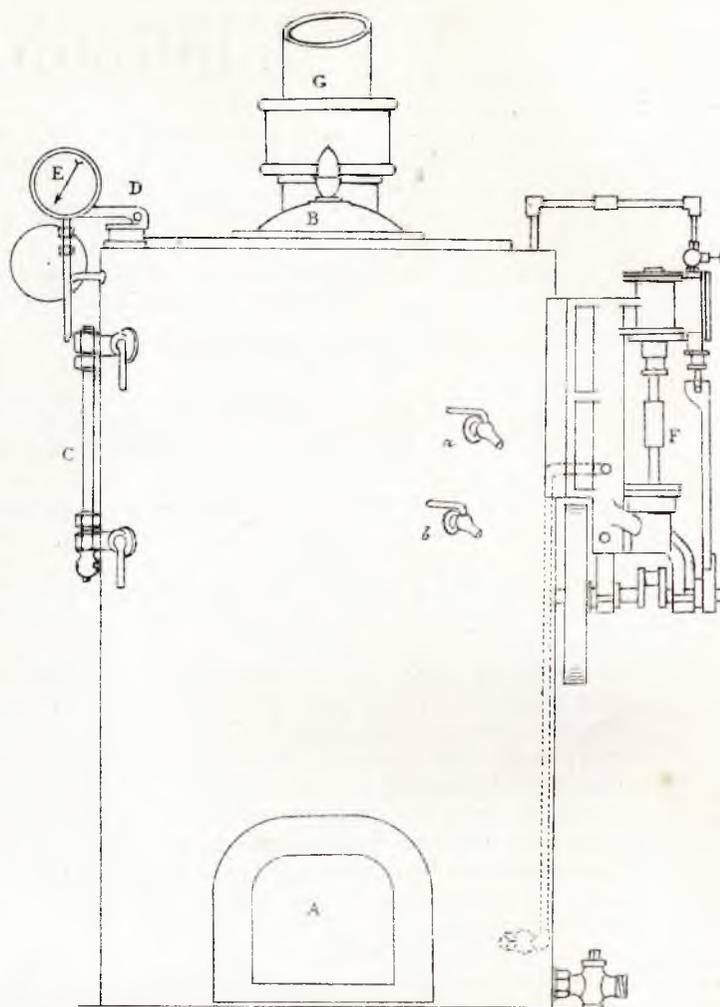
Il modo di fabbricazione del gas Dowson differisce sostanzialmente da quello del gas d'acqua, perchè nell'apparecchio del signor Dowson contemporaneamente si producono e si mischiano il gas d'acqua ed il gas Siemens, dando luogo al gas Dowson, in un modo assai semplice, cioè facendo attraversare lo strato di combustibile incandescente del gasogeno da un miscuglio di aria e vapore d'acqua soprariscaldato.

II. — METODO ED APPARECCHI DI FABBRICAZIONE DEL GAS DOWSON.

L'apparecchio Dowson nel suo complesso è costituito da quattro parti: 1° il generatore di vapore; 2° il gasogeno; 3° il purificatore; 4° la campana o gasometro. Tutte queste parti si collegano tra loro con tubazioni provviste di valvole e rubinetti.

1. *Generatore del vapore.* — Il generatore del vapore, rappresentato nelle figg. 42 e 43, è semplicissimo. Esso è costituito da una caldaia a doppia parete: tra le due pareti vi è uno spazio anulare riservato alla produzione del vapore. Lo spazio cilindrico interno limitato dalla parete cilindrica interna è diviso in due parti dalla graticola orizzontale e circolare; sotto la graticola esiste il ceneraio con la porta A, destinata al passaggio dell'aria ed alla pulizia della graticola; sopra la graticola vi è il focolare ricevente il combustibile da un foro B, praticato sul cielo della caldaia e che durante l'esercizio è chiuso con un coperchio, che vien tolto a mano dal fuochista quando è necessario rifornire la caldaia di combustibile. Il generatore è provvisto di tutti gli accessori indispensabili, cioè del tubo di livello C, della valvola di sicurezza D, del manometro E, dei rubinetti di prova a e b e della pompa d'alimentazione F. Il camino G è in lamiera e si eleva sul cielo della caldaia. Il livello d'acqua nello spazio anulare della caldaia deve stare tra i due rubinetti di prova e sopra vi è una piccola camera riservata al vapore.

Dalla parete interna della camera di vapore si stacca il tubo di presa del vapore, non rappresentato in figura, il quale ripiegandosi all'ingiù si avvolge ad elica, formando un serpentino che giace sopra il focolaio e ad un'altezza tale da non essere toccato dal combustibile che trovasi sulla graticola. Il ramo inferiore del serpentino si eleva in direzione verticale, ed attraversando il cielo della caldaia vien riunito ermeticamente al rubinetto di presa dal quale si diparte il condotto che va al gasogeno. Questa particolare disposizione del tubo di presa del vapore serve ad ot-



Figg. 42 e 43.

tenere del vapore soprariscaldato, necessario per ottenere del buon gas dal gasogeno.

La pressione della caldaia deve essere di atmosfere effettive 2,3 per gli apparecchi più piccoli, di 2,6 per gli apparecchi di media grandezza e di 3 a 4 per i più grandi. Per gli apparecchi di più grandi proporzioni, si può usare un generatore ordinario di vapore, ma bisogna provvederlo dell'apparecchio di soprariscaldamento del vapore. Il combustibile più conveniente pel generatore è il coke.

2. *Il gasogeno.* — Il gasogeno è rappresentato nelle figg. 44 a 48. Dalla fig. 44, che dà una sezione verticale dell'apparecchio, si vede ch'esso non è altro che un cilindro cavo di lamiera provvisto di coperchio e di piedestallo, diviso in due camere dalla graticola A; lo spazio inferiore è la camera d'insufflazione dell'aria e del vapore, quella superiore è il vero gasogeno. Questa seconda camera è rivestita da un primo strato B di sabbia usata di fonderia, che serve da isolante, e da un secondo strato C di mattoni refrattarii che si appoggia al primo. Lo spazio vuoto D limitato dalla muratura refrattaria è tronco conico colla base maggiore verso il basso, a poca distanza dal piano della graticola. Lo spazio d'insufflazione è ermeticamente chiuso all'ingiro ed è provvisto di porta E, che durante il funzionamento rimane ermeticamente chiusa. Il foro F è in comunicazione coll'iniettore C (fig. 48), provvisto del rubinetto regolatore a, al quale mette capo il tubo di presa del vapore b che viene dalla caldaia. Il coperchio del gasogeno ha quattro aperture L, M, N, N (figg. 45 e 47), la prima per la presa del gas, la seconda pel caricamento del combustibile; le altre due, che servono per la prova del gas, durante il funzionamento sono chiuse da due tappi. Dalle stesse figure appaiono le forme del tubo R di presa del gas, dal quale si diparte la condotta che va agli apparecchi purificatori, e della tramoggia T di caricamento del combustibile. Quest'ultima è provvista di coperchio a mano che chiude la bocca S; il foro di caricamento M è chiuso da una valvola conica H che si apre a mano verso l'interno manovrando apposita leva. La fig. 46, che rappresenta una sezione orizzontale del gazogeno sopra il piano della graticola, dà la forma della stessa graticola ed il modo di formazione del rivestimento refrattario.

Il tubo di condotta del gas, che si diparte dal gomito di presa R, si divide in due rami; l'uno, come fu già detto, va all'apparecchio di purificazione, l'altro mette all'ambiente esterno e costituisce come una specie di camino che serve all'avviamento dell'apparecchio. Un apposito rubinetto serve a far comunicare l'ambiente del gasogeno o col tubo di condotta o col camino; questo rubinetto è manovrato a mano.

Il combustibile impiegato nel gasogeno è esclusivamente antracite o coke: l'antracite deve contenere un piccolo tenore di scorie o di altre materie che possano dar luogo ad agglutinamento, perchè agglutinandosi il combustibile riuscirebbero prestamente ostruiti i vani che devono permettere il passaggio dell'aria e del vapore attraverso allo strato di carbone incandescente.

Per avviare il gasogeno si procede nel seguente modo. Aperte la porta E dello spazio d'insufflazione, la bocca S della tramoggia e la valvola H del foro di caricamento, mantenendo chiuso il rubinetto di presa del vapore, si colloca sulla graticola A del combustibile di facile accensione introducendolo per la bocca di caricamento, lo si accende e poscia vi si aggiunge un po' di antracite o di coke in minuti pezzi. Si chiude allora la bocca di caricamento e si apre il rubinetto che mette in comunicazione l'interno del gasogeno col camino dal quale si scarica il fumo che si produce nel periodo di accensione. Quando il fumo si è fatto chiaro si aggiunge gradualmente del combustibile in pezzi non più grossi di una noce. Quando si ha uno strato di combustibile di circa 15 centimetri bene acceso si chiude la porta della camera di insufflazione, si apre la valvola di presa del vapore e si continua ad aggiungere combustibile in minuti pezzi, nel più breve tempo possibile, badando però di non soffocare il fuoco sottostante. Per introdurre il combustibile mentre è attivo l'iniettore, si toglie prima il coperchio della tramoggia di caricamento, si introduce

il combustibile nella tramoggia stessa, si rimette il coperchio e si apre la valvola del foro di caricamento. Si continua ad aggiungere combustibile fintantochè se n'è raggiunto uno strato di 45 centimetri circa se si impiega l'antracite o di 90 centimetri se si impiega il coke. Occorrono circa 40 minuti dal principio dell'operazione a raggiungere lo strato di combustibile dell'altezza voluta.

Il gas che si produce durante questo periodo di avviamento non si accende e quindi deve essere evacuato dal camino; incomincia ad accendersi solo quando tutto lo strato del combustibile è in ignizione con un colore rosso vivo. Si chiude allora il rubinetto del camino e si aprono i fori di prova praticati nel coperchio del gasogeno e si accende il gas che sfugge pei detti fori. Dal colore della fiamma si giudica se il gas che si produce è di buona qualità o no. Dapprima il colore della fiamma è azzurrognolo con tendenza a spegnersi, poscia il colore passa al giallo aranciato od anche al rosso e questi colori provano che il gas che si ottiene è di buona qualità. Chiudonsi allora coi tappi i fori di prova e si mette il gasogeno in comunicazione colla condotta che mette al purificatore.

Impiegando dell'antracite non v'è bisogno di agitare il fuoco durante la giornata di lavoro, operazione che bisogna ripetere sovente se si impiega coke, perchè con questo combustibile si possono formare dei vani nell'interno dello strato. Al termine di ogni giornata, come pure per le sospensioni eventuali, si chiude il rubinetto del gasogeno e la valvola di presa del vapore, aprendo invece leggermente la comunicazione col camino e la porta della camera di insufflazione; si fa per tal modo un leggiero tirante d'aria attraverso lo strato di combustibile che lo mantiene incandescente almeno nell'interno. Al riprianciare del lavoro, si chiude la porta della camera d'insufflazione e si apre la presa di vapore ed un foro di prova; si lascia sfuggire il gas pel detto foro e lo si accende finchè la fiamma ha ripreso il suo colore rosso od aranciato; chiudesi il camino e si apre l'accesso alla condotta del gas. Se la ripresa è al mattino, cioè dopo parecchie ore di riposo, si spoglia la graticola delle scorie facendo passare tra le sbarre una lancia, e ciò naturalmente prima di rimettere la porta della camera d'insufflazione. La pulizia a fondo del gasogeno conviene che sia fatta ogni 6 o 7 giorni, ed in tal caso si apre tutto l'apparecchio e si estrae il combustibile contenuto, e per mezzo di un'asta a punta, fatta passare pei fori del coperchio, si staccano le scorie dalla muratura refrattaria, avendo cura, ben inteso, di non guastarla. Ad ogni pulizia a fondo bisogna riprianciare l'operazione del caricamento e dell'accensione, come già fu accennato.

La produzione del gasogeno dipende principalmente dall'estensione della superficie libera dalla sua graticola, o meglio ancora dall'estensione della base circolare dello strato di combustibile incandescente, ma dipende anche in parte dall'altezza dello strato di combustibile e dal peso di aria e vapore che viene soffiato nell'unità di tempo. Questo peso poi dipende alla sua volta dalla pressione del vapore e dalla sezione libera del tubo dell'iniettore.

Per produrre del gas di buona qualità bisogna, per una determinata produzione e per una data estensione della base del combustibile incandescente, assegnare allo strato un'altezza in relazione alla pressione del vapore, e per variare allora la produzione del gasogeno entro certi limiti, bisogna variare il peso di vapore che attraversa l'iniettore, ciò che appunto si ottiene agendo a mano od anche automaticamente sul rubinetto dell'iniettore. Però la produzione minima non può essere al disotto dei $\frac{2}{3}$ della produzione massima, perchè diminuendo troppo il peso di vapore, e con esso quello dell'aria, si raffredda il combusti-

bile del gasogeno, ed allora si produce del gas di cattiva qualità. Si potrebbe ridurre la produzione al disotto di questo limite, diminuendo l'altezza dello strato e la pressione del vapore. Se l'apparecchio funzionasse con uno strato di combustibile piccolo relativamente alla pressione del vapore, si otterrebbe, senza fallo, del gas di cattiva qualità per due ragioni: in primo luogo perchè aria e vapore incontrando minore resistenza nell'attraversare lo strato, impiegherebbero un tempo insufficiente alla realizzazione dei fenomeni chimici che danno luogo alla produzione del gas; in secondo luogo la troppa velocità del gas uscente dallo strato favorirebbe il trascinarsi meccanico del pulviscolo di carbone, che insieme al gas passerebbe in pura perdita ai purificatori ingombranti di troppo, producendo poi in seguito degli inconvenienti, che saranno esaminati più tardi.

Un uomo solo può condurre, senza essere sovraccarico di lavoro, la caldaia ed il gasogeno quando naturalmente siano a fianco l'una all'altro, disposizione indispensabile anche per l'utilizzazione economica del vapore. L'operaio però addetto a questo servizio non deve abbandonare il suo posto perchè può ad ogni istante nascere il bisogno di manovrare il rubinetto dell'iniettore o d'alimentare il gasogeno e la caldaia; in sostanza, l'operaio che riceve questo incarico è nelle stesse condizioni di un fuochista davanti alla caldaia che conduce. La condotta del gasogeno non richiede nemmeno un operaio di abilità eccezionale, basta che sia intelligente, che abbia fatto la pratica voluta dell'apparecchio e che vi si applichi colla necessaria attenzione.

3. *Purificatore e gasometro.* — Il gas che esce dal gasogeno ha un'alta temperatura e contiene materie che non lo rendono atto alla immediata utilizzazione nella macchina a gas; deve cioè essere raffreddato e purificato. La purificazione del gas Dowson però non va intesa come la purificazione del gas-luce, perchè non contiene che pochissimo di materie condensabili e di prodotti sulfurei se l'antracite impiegata è di buona qualità. Contiene invece sempre del pulviscolo in maggior parte composto di particelle minute di coke durissime e scabrosissime; è questo pulviscolo che si dovrà eliminare durante la sua purificazione.

A partire dal gasogeno il tubo di condotta del gas si dirige in basso ed entra in una cassetta, detta *pozzetto idraulico* ed impropriamente anche *sifone*, nella quale il suo orlo inferiore resta immerso sotto all'acqua che occupa la cassetta fino ad una certa altezza; da una delle pareti laterali della cassetta e fuori del livello dell'acqua si diparte il tubo che conduce al purificatore. L'ufficio di questo pozzetto è di interporre una chiusura idraulica tra il purificatore ed il gasogeno, in modo che arrestando l'iniettore del gasogeno, anche senza aver chiuso il rubinetto della condotta, il gas non possa ritornare al gasogeno. L'altezza dell'acqua sull'orlo del tubo pescante dev'essere maggiore della colonna d'acqua che misura la pressione del gas nella condotta successiva; l'istessa acqua deve rinnovarsi in modo continuo, perchè in contatto col gas si riscalda e trattiene parzialmente il pulviscolo. Per questo nell'intervallo di qualche giorno il pozzetto va pulito dalla polvere di carbone che vi si deposita. Si potrebbe, moltiplicando il numero di questi pozzetti, purificare sufficientemente il gas senza il bisogno di altri apparecchi speciali; è però di così capitale importanza lo spogliare il gas del pulviscolo che trascina, che è buona cosa non risparmiarne negli apparecchi di purificazione.

La ditta Dowson di Londra fornisce un apparecchio completo di fabbricazione del gas denominato *compact* nel quale le singole parti, cioè caldaia, gasogeno e campana o gaso-

metro, sono raggruppate in modo che occupano uno spazio esiguo. Questa disposizione è rappresentata schematicamente nelle fig. 49 e 50; vi si vedono la caldaia ed il gasogeno già descritti e la campana e la quale funge anche da purificatore a colonna di coke (*scrubber*).

Questa campana non è altro che un ordinario gasometro nel cui interno trovasi la colonna a coke *o* e *p* costituita da un cilindro cavo di lamiera, la cui cavità è divisa in due parti da un diafragma; ambedue le parti sono riempite di coke in minuti pezzi, ma una delle colonne è continuamente bagnata da una pioggia d'acqua che viene dalla sommità, l'altra invece è mantenuta asciutta. Il gas che arriva dal gasogeno, dopo di aver attraversato il pozzetto *g*, entra nel gasometro, attraversa la colonna umida dal basso in alto, solleva la campana e ridiscende attraversando in senso inverso la colonna asciutta, poscia pel tubo *r* è condotto alla macchina.

Certamente questa disposizione è assai semplice ma non può servire che per piccoli impianti, perchè per grandi volumi di gas si riscalda di troppo la colonna a coke ed il gas non si raffredda sufficientemente; inoltre il pulviscolo di carbone invade poco a poco tutta la colonna e la condotta successiva, finchè dopo alquanto tempo, a partire dal principio del funzionamento, può giungere fino alla macchina.

Per i grossi impianti la ditta Dowson applica, oltre alla colonna a coke ed avanti a questa, un lavatore multiplo, il quale non è altro che una riunione di pozzetti; in tal caso la colonna a coke del gasometro è mantenuta completamente asciutta. Però questi lavatori richiedono molta acqua e pulizie frequenti, e per questo io credo che sia più conveniente l'uso di una colonna a coke di dimensioni sufficienti da permettere specialmente il raffreddamento del gas: il pulviscolo che potrebbe invadere la colonna a coke dopo qualche tempo di esercizio ed essere poscia trascinato dalla corrente del gas nel gasometro, credo che potrebbe essere eliminato col lasciare il gas per qualche tempo in riposo, un quarto d'ora o venti minuti al più: a questo scopo servono gli ampi gasometri. In sostanza, uno *scrubber* o colonna a coke, una condotta sviluppata, ove lo conceda lo spazio, con qualche pozzetto interposto ed un ampio gasometro, credo che dovrebbero bastare alla purificazione completa del gas Dowson. Questa è appunto la disposizione che fu adottata dalla fabbrica dei motori a gas di Deutz, che già fece alcune importanti installazioni di motori a gas Dowson di media e grande potenza.

Un ampio gasometro ha ancora il vantaggio di eliminare, entro certi limiti, gli inconvenienti che nascono dalle inevitabili oscillazioni nella produzione del gas, e sotto questo punto di vista serve, in certo qual modo, da volante della produzione, immagazzinando il gas se vi è eccesso di produzione e smaltendolo nei periodi di deficienza. Inoltre con un gasometro ampio si manda alla macchina un gas omogeneo e di composizione chimica uniforme.

Il gasometro deve, con quella parte di peso della campana che non è equilibrato, esercitare sul gas una pressione corrispondente ad una colonna d'acqua di 30 o 40 millim. Quando il gasometro è installato nell'interno degli ambienti, bisogna fare bene attenzione alle possibili fughe di gas, che possono avvenire specialmente attraverso la chiusura idraulica del gasometro, quando la campana è giunta al massimo della sua altezza. Il gas Dowson non ha pressochè odore e per questo la sua presenza in un ambiente è difficilmente constatata; bisogna quindi assolutamente evitare il pericolo di queste fughe di gas, che potrebbero essere causa di scoppio o di incendio e potrebbero ancora riescire deleterie al personale. A questo scopo si trae partito dal movimento della campana stessa, che prima di

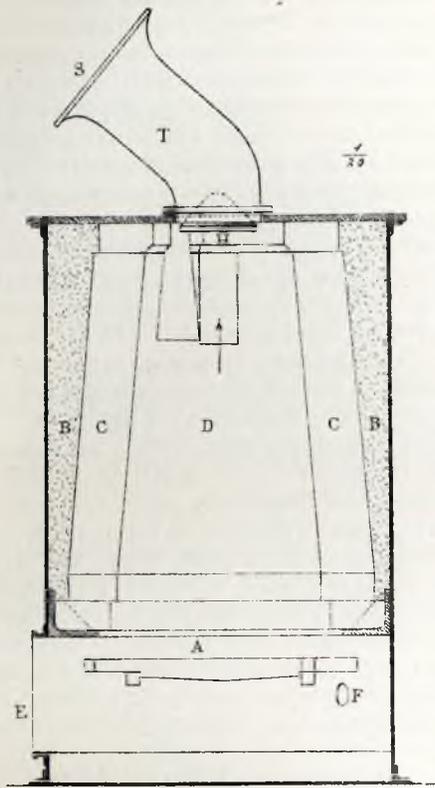


Fig. 44.

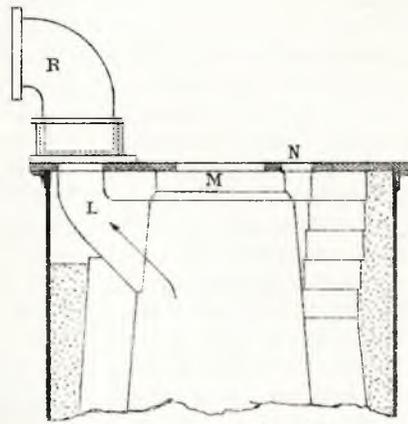


Fig. 47.

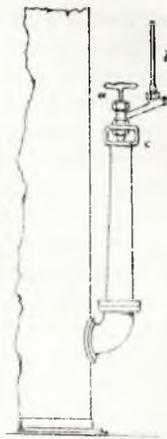


Fig. 48.

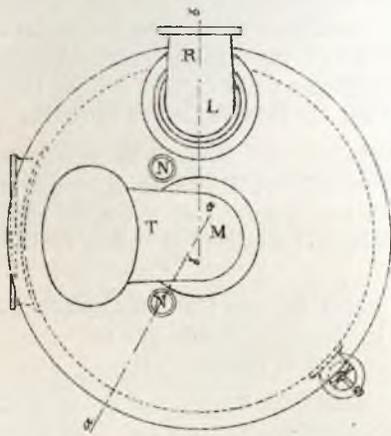


Fig. 45.

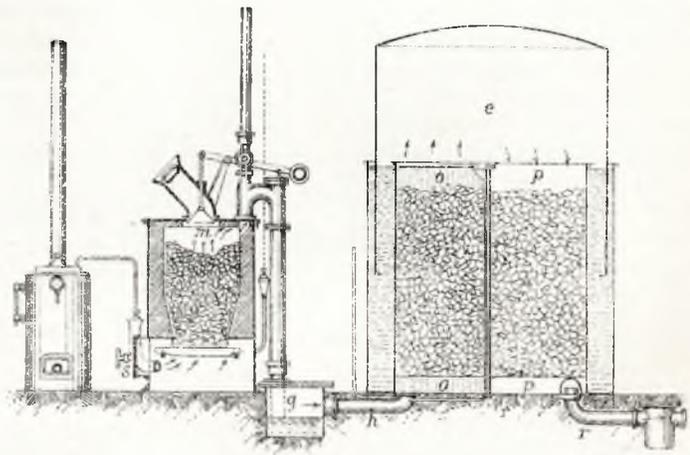


Fig. 49.

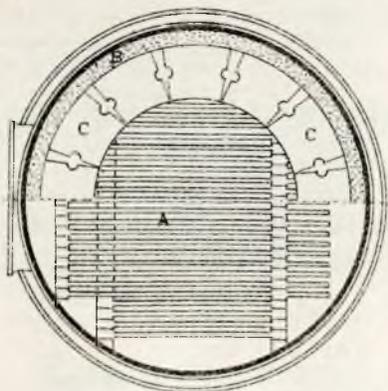


Fig. 46.

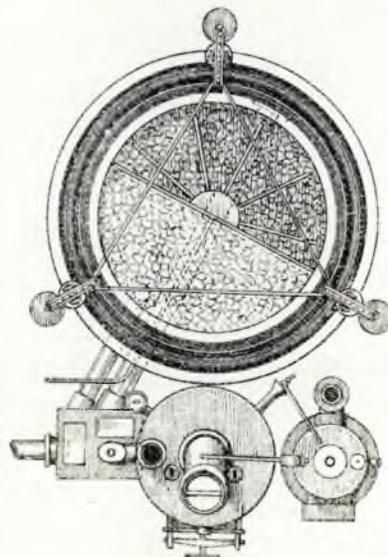


Fig. 50.

giungere alla sua massima altezza, agisce con una catena sopra il rubinetto dell'iniettore del gasogeno in modo da moderare la produzione del gas.

III. — RISULTATI DI ESPERIENZE SUL GAS DOWSON.

Consumo di combustibile per cavallo effettivo ed all'ora.

— Passo ora all'esame di alcuni risultati di esperienze eseguite da me in unione ai miei colleghi cav. ing. Enrico Bonelli ed ing. Giuseppe De-Paoli, sopra un gasogeno Dowson ed un motore Otto, installati in un molino di Canale (Piemonte) di proprietà del signor Tommaso Pavesio.

L'installazione si compone della caldaia e del gasogeno già descritto, capaci di una produzione di m³ 136 di gas all'ora, di una colonna a coke e di un piccolo gazometro, il tutto installato in apposito locale. In altro locale attiguo trovasi il motore Otto, a due cilindri gemelli, della potenza di 40 cavalli effettivi, e del quale do alcuni dettagli di costruzione nella Tav. X, che gentilmente mi furono forniti dalla ditta Langen e Wolf di Milano.

L'esperienza ebbe luogo il giorno 9 gennaio del corrente anno, ed ebbe la durata di otto ore consecutive, cioè dalle 9,55 del mattino fino alle 5,55 della sera. Il combustibile impiegato per la caldaia fu il coke, quello pel gasogeno antracite inglese di buonissima qualità. Sull'albero motore della macchina fu applicato un freno Thiabaut, che col suo braccio agiva direttamente su una bilancia a bilico (*bascule*). La macchina durante l'esperienza metteva in movimento una pompa rotativa, che sollevava acqua destinata ai differenti usi dell'impianto.

Il lavoro consumato da questa pompa fu valutato di cavalli-vapore 0,50. Questo lavoro va aggiunto a quello assorbito dal freno per avere il lavoro effettivo sviluppato dalla macchina.

Ecco ora il risultato di questo esperimento:

Braccio del freno	m.	2,00
Peso lordo segnato dalla bilancia	chg.	155,00
Tara del freno	»	63,00
<hr/>		
Peso netto sul braccio del freno	chg.	92,00
Numero giri dell'albero motore al 1'		140,00
Lavoro in cavalli-vapore assorbito dal freno		
$\frac{6,28 \times 2 \times 140 \times 92}{60 \times 75} =$		35,95
Lavoro in cavalli-vapore consumato dalla pompa		0,50
Lavoro effettivo in cavalli-vapore sviluppato dalla macchina		36,45
Antracite consumata durante 8 ore di esperienza	chg.	215,00
Coke consumato durante 8 ore di esperienza	»	37,00
<hr/>		
Totale combustibile consumato durante 8 ore di esperienza	chg.	252,00
Antracite consumata all'ora $\frac{215}{8} =$	»	26,875
Coke consumato all'ora $\frac{37}{8} =$	»	4,625
<hr/>		
Totale combustibile consumato all'ora $\frac{252}{8} =$ chg.		31,500
Antracite consumata per cav.-ora $\frac{26,875}{36,45} =$ »		0,737
Coke consumato per cavallo-ora $\frac{4,625}{36,45} =$ »		0,127
<hr/>		
Totale combustibile consumato per cavallo-ora $\frac{31,50}{36,45} =$	chg.	0,864

Nel giorno successivo, 10 gennaio, fu eseguito un secondo esperimento della durata di tre ore per determinare la massima potenza di cui era capace la macchina, in relazione naturalmente alla produzione del gas. Questo esperimento ha dimostrato che tanto la macchina che il gasogeno erano sufficienti fino ad un lavoro effettivo che sorpassava i 50 cavalli-vapore effettivi, mentre tanto il motore che il gasogeno erano stati forniti per una potenza di 40 cavalli effettivi. È qui a notarsi che se si fosse provato il consumo di combustibile per la massima potenza della macchina, esso sarebbe stato ancora inferiore a quello trovato nell'esperimento del giorno 9, perchè, come è noto, i motori a gas danno il massimo rendimento collo sviluppo della massima potenza.

È ancora a notarsi che il consumo di coke per la caldaia, valutato in 37 chilogrammi, fu eccessivo, perchè in altri simili esperimenti la caldaia non consumò mai più del 10 per 100 del combustibile consumato dal gasogeno.

Il costo del cavallo-ora per combustibile nella macchina a gas-Dowson sarebbe così ridotto a sole L. 0,0346, valutando l'antracite a L. 4 il quintale.

Non deve far sorpresa un risultato così conveniente, benchè considerata termicamente la macchina a gas Dowson non sia superiore alla macchina a gas luce, essendo $7000 \times 0,864 = 6048$ le calorie consumate per cavallo-ora nella macchina a gas Dowson, ritenendo in media che tanto il coke che l'antracite abbiano una potenza calorifica di 7000 calorie. Questo consumo di calore per cavallo-ora è di molto superiore a quello della macchina a gas-luce; se però si osserva

che delle 6048 calorie circa $\frac{1}{3}$ vanno spese per la gaseificazione del combustibile, si trova allora che il consumo di calore per cavallo-ora della macchina a gas Dowson è di 4000 calorie, cioè precisamente eguale a quello della macchina a gas-luce. Il vantaggio quindi non deriva dal miglioramento del coefficiente economico della macchina, ma bensì dal costo assai più piccolo della caloria del gas Dowson rispetto alla caloria del gas-luce, come ora si vedrà.

Costo del gas Dowson. — Durante le esperienze di Canale io ed i miei colleghi ebbero cura di prendere alcuni campioni di gas ed un campione di antracite che furono poi analizzati a Torino. I risultati di queste analisi sono i seguenti.

Composizione media del gas Dowson di Canale a 0° ed alla pressione di 10333 chilogrammi per m².

Un m³ di gas Dowson si compone di:

m ³ 0,0840 di anidride carbonica pari a chg.	0,1604
» 0,0090 di ossigeno	» » 0,0125
» 0,1647 di idrogeno	» » 0,0143
» 0,2750 di ossido di carbonio	» » 0,3341
» 0,4673 di azoto	» » 0,5677
<hr/>	
m ³ 1,0000	chg. 1,0890

Il peso ed il volume specifici di questo gas a 0° e 10333 chilogrammi di pressione per m² sono rispettivamente eguali a 0,918 e 1,089.

Si deduce ora la composizione chimica in peso, ossia il peso in chilogrammi di ciascun elemento che entra a comporre un chilogramma di gas, cioè:

chilog. 0,1473 di anidride carbonica	
» 0,0115 di ossigeno	
» 0,0132 di idrogeno	
» 0,3067 di ossido di carbonio	
» 0,5212 di azoto	
<hr/>	
chilog. 0,9999	

L'antracite era così composta:

chilog.	0,0170	di acqua
»	0,9290	di coke
»	0,0389	di ceneri
»	0,0083	di solfo
chilog.	0,9930	

A formare il peso di chilog. 0,1604 di anidride carbonica esistente in un m³ di gas, concorre un peso di chilogrammi $\frac{3}{11} \times 0,1604 = 0,04375$ di carbonio; a formare il peso di chilog. 0,3341 di ossido di carbonio esistente in un m³ di gas, concorre un peso di chilog. $\frac{3}{7} \times 0,3341 = 0,14319$. In totale in un m³ di gas vi è un peso di carbonio di chilogrammi 0,18694.

Se tutto il carbonio esistente in un chilogramma di antracite fosse gaseificato, per ogni chilogramma di antracite si avrebbero m³ $\frac{929}{186,94} = 4,97$.

Questa produzione è un massimo teorico che praticamente non si può ottenere, perchè una certa parte del carbone è trascinata meccanicamente dal gas allo stato solido, e questa parte è tutt'altro che trascurabile. Si era pensato durante le esperienze alla determinazione diretta del volume di gas prodotto, ma attesa la poca capacità del gasometro, che veniva riempito in meno di un minuto, non si ottennero dei risultati attendibili. Se per ipotesi ammettiamo che il carbone trascinato meccanicamente sia di circa il 10 p. 010 del consumato, la produzione pratica per chilogramma di antracite si riduce a m³ 4,50.

Si può ora calcolare il prezzo del metro cubo di gas Dowson tenendo conto, anche della spesa d'impianto.

Un impianto completo per una macchina di 40 cavalli effettivi, può produrre 136 m³ di gas all'ora e costa L. 7500 compresa anche la montatura. Si avrà allora:

Per interesse ed ammortizzazione del capitale, riparazione, ecc., 15 010 all'anno di 300 giorni	L. 1125,00
Costo giornaliero »	3,75
Gas prodotto in una giornata di 12 ore . . . m ³	1632,00
Antracite consumata al giorno chg.	364,00
Coke per la caldaia »	36,00
Totale carbone chg.	400,00
Costo giornaliero per carbone a L. 4 il quintale .	L. 16,00
Per interesse, ammortizzazione, riparazione, ecc. al giorno »	3,75
Sorveglianza »	3,00
Totale L.	22,75
Costo del m ³ di gas Dowson $\frac{22,75}{1632}$	= L. 0,014 .

Il numero delle calorie che può sviluppare un metro cubo di questo gas a completa combustione, valutando a 29060 calorie la potenza calorifica dell'idrogeno ed a 2400 calorie quella dell'ossido di carbonio, è di 1216, cioè circa $\frac{1}{4}$ del numero delle calorie che può sviluppare il gas-luce. Quindi a parità di calore svolto, mentre il gas-luce costa L. 0,16, il gas Dowson non costa che L. $0,014 \times 4 = L. 0,056$, cioè circa $\frac{1}{3}$ del costo del gas-luce.

Costanti fisiche del gas Dowson. — Dalla composizione chimica del gas si possono dedurre: il volume d'aria teorico

necessario alla combustione completa di un m³ di gas, il calore specifico a pressione ed a volume costante dei prodotti della combustione, ed il rapporto dei due, quantità necessaria specialmente per la determinazione delle dimensioni del cilindro della macchina perchè sia capace dello sviluppo di un determinato numero di cavalli-vapore.

Pel caso attuale del gas Dowson si ottengono i seguenti risultati:

Volume teorico d'aria necessario alla completa combustione di un m ³ di gas	m ³ 1,000
» pratico d'aria ammesso alla combustione nelle macchine a gas Dowson, circa »	1,200
Calore specifico a pressione costante dei prodotti risultanti dalla combustione di 1.0 m ³ di gaz e di m ³ 1.2 d'aria »	0,247
» specifico a volume costante »	0,177
Rapporto tra il calore specifico a pressione ed a volume costante »	1,40

Calcolo delle dimensioni del cilindro della macchina a gas Dowson. — In tutte le macchine a gas rapidamente infiammabili il diagramma pratico non differisce di molto per la forma dal diagramma teorico. La fig. 1^a, Tav. X, riproduce il diagramma teorico di queste macchine. Nella prima corsa dello stantuffo da E in D, dal volume v₁ al volume v₄, si fa l'aspirazione della miscela aria e gas, che si meschia coi prodotti della combustione del colpo antecedente che rimangono nello spazio v₁; nel ritorno dello stantuffo vi è compressione dal volume v₄ al volume v₁, e per questo v₁ dicesi spazio di compressione. Al punto morto di ritorno dello stantuffo vi è l'accensione della miscela, per la quale rapidamente è introdotta nel fluido una certa quantità di calore a volume costante; in seguito vi è la espansione da v₁ a v₄, e poi la scarica che termicamente è costituita da due periodi CD e DE, l'uno di sottrazione di calore a volume costante, l'altro di sottrazione di calore a pressione costante. I due periodi d'aspirazione ED e di scarica DE si elidono e non restano che gli altri quattro periodi DA, AB, BC e CD, per cui il lavoro indicato è dato dall'area ABCD.

In teoria si ammette per ipotesi che le linee BC e DA siano adiabatiche, ed il diagramma di indicatore di una macchina a gas fa vedere che realmente non lo sono, ma che vi si avvicinano con molta approssimazione.

La fig. 2^a, Tav. X, che rappresenta il diagramma d'indicatore della macchina a gas Dowson da me sperimentata, ne fa prova. In questa figura le linee piene sono quelle del diagramma d'indicatore, le punteggiate quelle del diagramma teorico della fig. 1^a che vi è sovrapposto; il periodo che più differisce è quello CD, che in causa dell'anticipazione alla scarica nel diagramma d'indicatore non è a volume costante; invece la linea DA di compressione si confonde colla teorica. Quel che ora importa di osservare è che l'area del diagramma teorico non può differire gran fatto dall'area del diagramma d'indicatore, e quindi con molta approssimazione si può sostituire l'uno all'altro nel calcolo del lavoro.

Se si chiamano con L il lavoro in chilogrammetri fatto dalla macchina in due giri di volante, con Q₁ la quantità di calore introdotta lungo il periodo AB, con Q₂ quella sottratta lungo CD e con A l'equivalente termico del lavoro, si avrà:

$$L = \frac{1}{A} (Q_1 - Q_2) \dots \dots \dots (1)$$

Essendo AD e BC adiabatiche:

$$Q_2 = Q_1 \left(\frac{v_1}{v_4} \right)^{\gamma - 1}$$

in cui k è il rapporto tra il calore specifico a pressione costante e quello a volume costante, che pel gas Dowson è numericamente eguale ad 1,40.

Ponendo $\frac{v_1}{v_4} = \gamma$ e sostituendo in (1) a Q_2 il suo valore si ottiene:

$$L = \frac{Q_1}{A} (1 - \gamma^{k-1}) \dots \dots \dots (1_a)$$

Se si indicano con N_i il lavoro indicato in cavalli-vapore, con n il numero di giri della macchina al minuto e con $N_e = \alpha N_i$ i cavalli-vapore effettivi, esprimendo prima il lavoro in cavalli effettivi e poi risolvendo rispetto a Q_1 , si ha:

$$Q_1 = \frac{120 \times 75}{425 \alpha} \frac{1}{1 - \gamma^{k-1}} \frac{N_e}{n} \dots \dots (2)$$

e ritenendo α eguale a 0.80

$$Q_1 = 26,47 \frac{1}{1 - \gamma^{k-1}} \frac{N_e}{n}$$

La quantità di calore Q_1 data da quest'ultima formola è quella assolutamente necessaria per ottenere un numero di cavalli N_e , con un numero di giri n ed un rapporto d'espansione γ , ma nell'ipotesi che non vi sia dispersione di calore, cioè che praticamente non è vero.

Da moltissime esperienze eseguite sulle macchine a gas del tipo Otto risulta, che la quantità di calore, che va disperso passando all'acqua che circola attorno al cilindro, può variare dal 40% al 55% del calore svolto dalla combustione nell'interno del cilindro; si può ritenere che nelle macchine di grande potenza si disperde meno calore che nelle macchine piccole. In generale se diciamo β il coefficiente di dispersione e Q la quantità di calore che bisogna introdurre col gas nel cilindro, perchè entri realmente in giuoco il calore Q_1 , si avrà che:

$$Q = \frac{26,47}{1 - \beta} \frac{1}{1 - \gamma^{k-1}} \frac{N_e}{n} \dots \dots \dots (3)$$

Se K_v è il numero di calorie svolte da un m³ di gas, mV il volume pratico d'aria necessario alla combustione di un m³ di gas ed u il volume di gas da introdursi ad ogni colpo completo della macchina, si avrà:

$$u = \frac{Q}{K_v}, \quad v_4 - v_1 = (mV + 1)u \dots (4)$$

Le formole 3 e 4 servono adunque egregiamente al calcolo del volume generato dallo stantuffo in funzione dei cavalli effettivi che deve sviluppare la macchina, del numero di giri al minuto e del rapporto d'espansione, il quale, come le altre due quantità, va fissato a priori.

Le formole (3) e (4) valgono qualunque sia la natura del gas impiegato, quindi si può facilmente vedere se alla macchina a gas Dowson compete un volume generato dallo stantuffo più grande, più piccolo od uguale a quello d'una macchina a gas-luce.

Se i simboli K'_v , mV' , u' , v'_4 e v'_1 hanno pel gas-luce il significato che K_v , mV , u , v_4 e v_1 hanno pel gas Dowson, si avrà:

$$u' = \frac{Q}{K'_v}, \quad v'_4 - v'_1 = (mV' + 1)u'$$

Ammetto che Q sia eguale per due macchine di egual potenza, l'una a gas-luce, l'altra a gas Dowson, siccome K'_v è pressochè quattro volte maggiore di K_v , sarà:

$$u = 4u'$$

Inoltre, siccome $V' = 6$ e $V = 1$, ed m praticamente lo si può ritenere eguale ad 1,2, si avrà:

$$v_4 - v_1 = 4(1,2 + 1)u = 8,8u$$

$$v'_4 - v'_1 = (1,2 \times 6 + 1)u = 8,2u$$

Si dovrebbe quindi concludere che, ad una macchina a gas Dowson compete un volume generato dallo stantuffo un po' più grande di quello di una macchina a gas-luce di egual potenza.

È però necessario osservare che nell'equazione (3) entra la quantità k come esponente del rapporto di espansione, e questa costante fisica che pel gas Dowson è 1,40, pel gas-luce è solo 1,35: in media quindi, a parità di rapporto di espansione e di altre circostanze, Q sarà un po' più piccolo per la macchina a gas Dowson, mentre nel calcolo sovra esposto fu ammesso per le due macchine eguale. Inoltre, stante la maggior diluizione della miscela di una macchina a gas Dowson, viene compressa più che la miscela di una macchina a gas-luce, per cui diminuisce γ , e quindi per quest'altra ragione diminuisce Q .

Nelle macchine a gas-luce si può ritenere che v_1 è 0,6 di $v_4 - v_1$, mentre nelle macchine a gas Dowson v_1 lo si fa 0,5 di $v_4 - v_1$. Ne deriva che $\gamma = 0,375$ per la macchina a gas-luce e solo eguale 0,333 per la macchina a gas Dowson, e quindi risulta:

$$Q = \frac{90}{1 - \beta} \frac{N_e}{n} \text{ per la macchina a gas-luce.}$$

$$Q = \frac{74}{1 - \beta} \frac{N_e}{n} \text{ " " " gas Dowson.}$$

Il volume u di gas Dowson che si deve introdurre ad ogni colpo non sarà più $4u'$, ma solo $3,288u'$, e

$$v_4 - v_1 = 7,23u$$

Considerando ancora che lo spazio di compressione di una macchina a gas Dowson, a parità di volume generato dallo stantuffo, è minore di quello di una macchina a gas-luce, si deve concludere che la prima richiede un volume di cilindro più piccolo della seconda.

Realmente la Casa costruttrice Langen e Wolf assegna alla macchina a gas Dowson un volume di cilindro maggiore di quello della macchina a gas-luce, ma ciò fa per pura precauzione. Ad esempio, fa servire il modello di cilindro delle macchine a gas-luce di 50 cavalli per le macchine a gas Dowson di 40, aumentando lo spessore dello stantuffo per diminuire lo spazio di compressione; ed è appunto questo modello che fu sperimentato da me. Orbene, ho potuto convincermi con una prova al freno che questa macchina può fare ben più di 40 cavalli, anzi fu spinta fino oltre ai 50 cavalli senza accenno a rallentamento della velocità. Inoltre collo sviluppo di 40 cavalli non si facevano che 110 esplosioni al minuto invece di 140; è quindi a ritenersi che con 140 esplosioni la potenza della macchina sarebbe aumentata nel rapporto di $\frac{140}{110} = 1,272$, cioè avrebbe potuto sviluppare 51 cavalli circa, non tenendo conto dell'aumento del coefficiente economico.

Dai risultati delle esperienze sopraesposti si è dedotto, che il consumo di calore per cavallo-ora della macchina a gas Dowson è eguale a quello della macchina a gas-luce, non confermando così l'esperienza il risultato del calcolo qui esposto. Bisogna però osservare che la macchina sperimentata non funzionava al massimo della sua potenza e quindi non poteva raggiungere il coefficiente economico massimo. Certamente al massimo della potenza della macchina a gas Dowson il consumo di calore deve essere inferiore a quello della macchina a gas-luce.

Descrizione del motore a gas Dowson. — Il motore a gas Dowson in principio non è diverso da quello a gas-luce, ne differisce però alquanto nelle proporzioni specialmente per quanto riguarda la distribuzione; è a questa parte adunque che limito la descrizione.

Nella tav. X è rappresentato il cilindro di destra, di una macchina a due cilindri gemelli, della potenza di 40 cavalli effettivi, avente mm. 340 di diametro, mm. 600 di corsa e con 140 giri al minuto. La figura 3^a dà la testa del cilindro tolti il coperchio ed il cassetto, e la sezione verticale del condotto del gas e dell'aria. Se il rubinetto *a* è aperto il gas arriva alla macchina quando contemporaneamente sono aperte le valvole *b* ed *f*; l'aria arriva per un condotto sottostante alla macchina e si meschia col gas in *d* pel cilindro di destra, od in altro condotto simmetrico a sinistra dell'asse *ac* pel cilindro di sinistra; esso entra nel cilindro quando è aperta la valvola *f*. La valvola del gas *b* è mossa dalle doppie leve *t*, *r* collegate dal tirante *g*; l'estremità inferiore della leva *r* colla rotella *p* s'appoggia ad un eccentrico gobbo calettato sull'albero della distribuzione *o*, il quale, quando la macchina sviluppa la massima potenza, apre la valvola *b* ad ogni giro, concedendo l'introduzione del gas alternativamente ora nel cilindro di destra, ora nel cilindro di sinistra. Il regolatore a forza centrifuga, analogo a quello delle ordinarie macchine a gas di Otto, agisce sull'eccentrico gobbo in modo che per la forma di quest'ultimo, quando la macchina non sviluppa il massimo della potenza, la valvola *b* non viene aperta che ad ogni due giri della macchina e per dare accesso al gas nel cilindro di destra. In caso che la macchina sviluppi meno della metà della sua potenza, sono soppresse tutte le introduzioni di gas nel cilindro di sinistra e parte anche di quelle nel cilindro di destra. La valvola *f* è mossa dalla leva *u*, la quale colle estremità di destra si appoggia ad un secondo eccentrico gobbo posto sull'albero della distribuzione; questo eccentrico è così conformato che la valvola *f* si apre ad ogni due giri dell'albero motore nel periodo di aspirazione e sta aperta per un mezzo giro. Analoga leva ed analogo eccentrico trovansi sull'albero della distribuzione del cilindro di sinistra, pel quale il periodo di aspirazione avviene nello stesso tempo del periodo di accensione del cilindro di destra. Al punto in cui si congiungono aria e gas vi è l'apparecchio di mescolanza *c*, ove il gas si trafile attraverso alle luci *x* e l'aria attraverso al canale anulare *yy*.

Sullo specchio *h* è praticata la luce rettangolare *z* che comunica colla camera della valvola *f*.

La figura 4 rappresenta la sezione verticale longitudinale attraverso, al cassetto, alla camera della valvola *f* ed a parte del cilindro A.

Nel cilindro una retta indica il punto morto dello stantuffo, che dista di mm. 220 dal fondo del cilindro, mentre in una macchina a gas-luce, disterebbe, per le stesse dimensioni del cilindro, di mm. 270. È questa la differenza esistente nello spazio di compressione di una macchina a gas Dowson rispetto a quella a gas-luce. In S vi è la luce rettangolare di scarico che mette alla camera delle valvole di scarico analoga a quella della macchina a gas-luce.

Il cassetto di queste macchine, come di quelle a gas-luce di grande potenza, non serve che all'accensione della miscela. Esso è rappresentato in sezione trasversale nella figura 4 e visto sulle due faccie nel gruppo della figura 5. Come nelle macchine a gas-luce vi è una fiamma fissa ed una fiamma mobile; la prima è *y'* e sta accesa nel caminetto *m* che fa parte del coperchio, la seconda sta nella camera *i* del cassetto (fig. 4), ed è mobile con questo ultimo. Il gas per la fiamma mobile arriva da un condotto

che attraversando il coperchio *k* dal basso in alto mette alla luce *y''*, ed al canaletto *y'' k'''* rivolto verso la faccia anteriore del cassetto: questa, per mezzo del foro *y'* che l'attraversa e riappare sulla faccia posteriore indicato ancora con *y'*, scorre davanti al canaletto *y'' k'''* e ne riceve il gas, il quale percorrendo il condotto tortuoso della faccia posteriore del cassetto, entra per la luce *y* nella camera *i* (figura 4).

Qui riceve aria per mezzo della luce *x'* ed è acceso dalla fiamma fissa, che comunica colla camera *i* per mezzo della luce *x*.

Col muoversi del cassetto da sinistra verso destra, il foro *y'* oltrepassa il canaletto *y'' k'''*, quindi la camera *i* non riceve più gas, ma nello stesso tempo le luci *x x'* oltrepassano le *k' k''* del coperchio, per cui la camera *i* rimane isolata. A partire da questo momento, dopo un breve tratto di corsa del cassetto, lo spigolo di destra del condotto orizzontale, appartenente al canaletto tortuoso della faccia posteriore del cassetto, che rimane in comunicazione con la camera *i*, si presenta davanti alla luce *z* dello specchio, e comunica l'accensione alla miscela compressa esistente nella camera della valvola *f* e nel cilindro.

Nel gruppo della figura 5^a il cassetto è rappresentato nella posizione corrispondente al punto morto di accensione. La manovella motrice trovasi al punto morto (1) di sinistra, e la piccola manovella che comanda il cassetto trovasi in 1 a 135° in avanti. Dopo un giro dell'albero motore la manovella è ritornata al punto morto di sinistra, indicato ora col numero 3, e la manovellotta del cassetto è venuta in 3 a 45° all'indietro della manovella motrice.

Il punto morto 1 dicesi di accensione, il 3 di aspirazione.

L'albero della distribuzione deve fare un giro mentre l'albero motore ne fa due.

Nel gruppo della fig. 6^a sono rappresentati gli eccentrici gobbi dell'albero della distribuzione del cilindro di destra; l'eccentrico della presa comanda la valvola *f*, l'eccentrico del gas comanda la valvola *b*, l'eccentrico della scarica comanda la valvola di scarica; la posizione dei singoli eccentrici corrispondono al punto morto di accensione del cilindro di destra, e quindi al punto morto di aspirazione del cilindro di sinistra. Le gobbe rappresentate in linee piene appartengono al cilindro di destra, le punteggiate al cilindro di sinistra. Però è da osservarsi che l'eccentrico della scarica dell'albero di destra comanda la valvola di scarico del cilindro di sinistra e viceversa. In figura è rappresentata la scarica del cilindro di sinistra. Inoltre va osservato che le due gobbe dell'eccentrico del gas non sono larghe egualmente, ma quella del cilindro di destra è più larga di quella del cilindro di sinistra, ragione per cui può sopprimersi l'introduzione del gas nel cilindro di sinistra senza sopprimerlo nel cilindro di destra. Finalmente osservo ancora che mentre sta per aprirsi la valvola *f* al principio dell'aspirazione, non si apre ancora la valvola *b*, per cui prima entrerà aria sola e poi aria e gas. È questa però la disposizione usata in tutte le macchine di Otto.

Osservando la forma e le dimensioni dei canaletti che solcano il cassetto ed il coperchio, si vede che, ad evitare una possibile ostruzione parziale o totale dei medesimi, occorre che il gas che li attraversa sia scervo da qualunque pulviscolo solido. Inoltre, se il pulviscolo scabro di coke venisse portato nei canaletti tortuosi della faccia del cassetto verso lo specchio, questa specie di smeriglio si interporrebbe tra il cassetto e lo specchio e righerebbe le superficie sfreganti. Occorre quindi, per la sicurezza del-

l'accensione e per la conservazione del cassetto, che dal gas Dowson sia completamente eliminato il pulviscolo. È questa la cura speciale che si è data la casa costruttrice Langen e Wolf coi suoi impianti a lunghe condotte, con scrubber separato e con ampi gasometri. Se l'accensione si facesse con gas-luce, ciò che si può fare ove esiste, il gas Dowson, credo, potrebbe essere impiegato, senza inconvenienti, anche imperfettamente purificato.

Quanto sono venuto esponendo in questo articolo prova che il gas Dowson è di gran lunga assai più conveniente, impiegato come combustibile nelle macchine a gas, del gas-luce e di tutti gli altri gas finora usati. È bensì vero che l'impianto di una macchina a gas Dowson non possiede la semplicità dell'impianto della macchina a gas-luce, ma nel suo complesso non richiede nè più complicazione nè maggior spazio di quanto ne richiegga una macchina a vapore. Rispetto alla macchina a gas-luce, la maggior complicazione dell'impianto è largamente compensata dall'economia nel prezzo del combustibile, economia che sussiste anche rispetto alla macchina a vapore, quando si tratta di potenze inferiori ai 100 cavalli, congiunta ancora al minor consumo d'acqua, vantaggio di grande importanza per quelle località ove l'averla in quantità sufficiente per la condensazione è dispendioso, difficile e talvolta impossibile.

Torino, il 29 maggio 1890.

C. PENATI.

PROBLEMI DI CINEMATICA

LUOGHI GEOMETRICI DEL BARICENTRO DEL TRIANGOLO NEL MANOVELLISMO DI SPINTA ROTATIVA.

Chiar^{mo} signor Direttore,

Nell'articolo del prof. C. Senesi: *Luoghi geometrici del baricentro del triangolo nel manovellismo di spinta rotativa*, inserito nell'*Ingegneria civile* (aprile 1890), trovo un punto, che mi pare abbia bisogno di qualche schiarimento.

L'equazione della quartica generata dal baricentro del triangolo variabile nel Caso I può scriversi così, ponendo $2a^2 + b^2 = r$, $b^2 - a^2 = s$:

$$(9x^2 + 9y^2 + k)(9x^2 + 81y^2 - 3r) + 4s^2 = 0. \quad (a)$$

La curva si compone di 2 ovali, di cui ciascuna è simmetrica rispetto all'asse delle x ; esse sono simmetricamente poste rispetto all'asse delle y , e sono separate se $b > 2a$, si toccano nell'origine se $b = 2a$, si tagliano in 2 punti dell'asse delle y se $a < b < 2a$. Di queste due ovali α, β , una sola, α , risolve il problema; l'altra è una soluzione estranea che si è introdotta in virtù delle operazioni eseguite per far sparire gli irrazionali. Le intersezioni di α coll'asse delle x sono:

$$x = \frac{2a + b}{3}, \quad x = \frac{-2a + b}{3}.$$

Fermiamoci sul caso $b < 2a$ (fig. 51), e immaginiamo che b decresca tendendo verso a . Allora le 2 ovali si tagliano sotto un angolo sempre maggiore, finchè per $b = a$ esse divengono bitangenti (fig. 52). In questa fase ciascuna d'esse consta d'una mezza circonferenza di raggio $\frac{a}{3}$ e d'una

mezza ellisse di semiassi $a, \frac{a}{3}$, ambe col centro nell'origine. Infatti si ha $k = -a^2, r = 3a^2, s = 0$, e l'equazione (a) fa vedere, che in questo caso la quartica si scinde in un circolo ed in una ellisse, le cui equazioni sono rispettivamente:

$$x^2 + y^2 = \frac{a^2}{9}, \quad x^2 + 9y^2 = a^2.$$

La soluzione del problema sarebbe data dalla curva $A_1 B C_1 D$.

Se invece risolviamo il problema (p. es., tenendo la via seguita dal prof. Senesi) ponendo sin da principio $b = a$, troviamo come luogo dei baricentri la ellisse $C_2 B C_1 D$. — Da che proviene la contraddizione?

Sia b di poco maggiore di a . Allora, quando AB è perpendicolare ad AC (fig. 53), C sarà pochissimo distante da A , e, mentre B percorre l'arco BD , C percorrerà il tratto CF , essendo $DF = b$. — Passiamo al limite: $b = a$ (fig. 54). Allora,

Fig. 51.

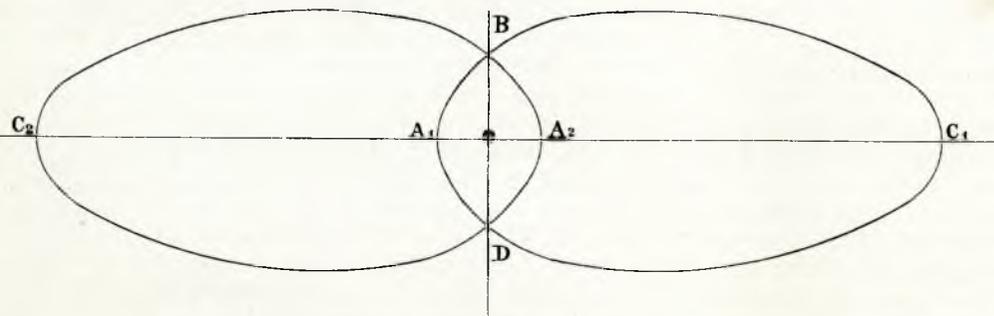


Fig. 53.

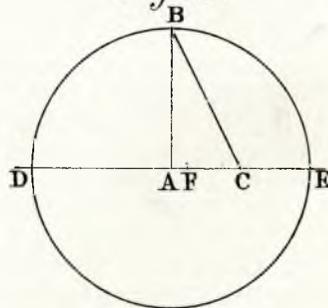


Fig. 52.

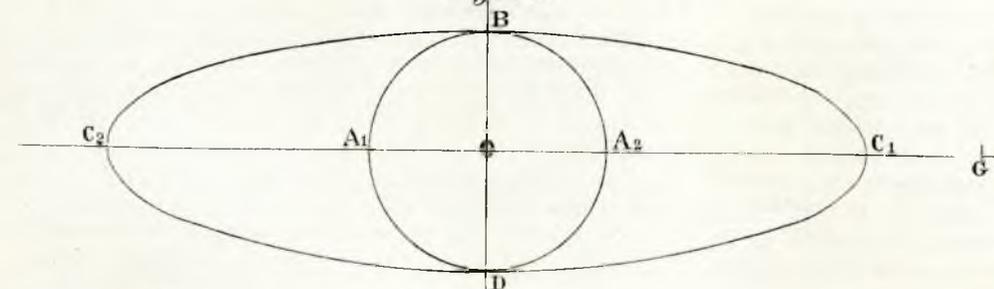
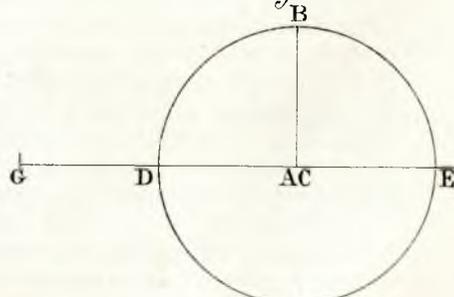


Fig. 54.



quando AB è perpendicolare ad AC, C coincide con A, e mentre B descrive l'arco BD, C resta costantemente sovrapposto ad A. Nel medesimo tempo l'ovale A₁BC₁D della fig. 51 si riduce alla curva omonima della fig. 52. Infatti, durante la rotazione EB della manovella, il baricentro del triangolo variabile genera l'arco C₁B₁e, mentre la manovella descrive insieme alla biella l'arco BD, il baricentro del triangolo infinitesimo da esse formato è quello di un peso posto in un punto dell'arco BD e di un peso doppio posto in A,

quindi dista costantemente di $\frac{a}{3}$ da A, epperò genera il quarto di circonferenza BA₁.

Ma la cosa può anche avvenire altrimenti; può, cioè, il punto C, dopo essere giunto nel punto A, oltrepassarlo per muoversi verso D. Ciò, anzi, accade necessariamente perchè C giunge in A con velocità doppia di quella che ha B nel medesimo istante. A questo punto deve quindi la biella inclinarsi in senso opposto a quello di prima (ciò che era impossibile per $b > a$), e, mentre B descrive l'arco BD, C percorre il tratto A C₁ = 2a. E come durante la rotazione EB della manovella il baricentro del triangolo variabile aveva generato il quarto d'ellisse C₁B₁e, così durante la rotazione BD esso genererà il quarto d'ellisse B C₁D. Adunque il luogo cercato sarà l'ellisse C₁B C₁D.

Riassumendo: la contraddizione poc'anzi segnalata è tolta mercè l'osservazione, che il moto del manovellismo isoscele $b = a$ è affatto diverso dal limite del moto del manovellismo scaleno $b > a$ per $\lim b = a$, e che quindi non si può dedurre l'uno dall'altro mediante un passaggio al limite.

È giusto adunque il luogo geometrico dato dal prof. Senesi pel caso del manovellismo isoscele, ma non è rigoroso il processo col quale egli lo determina.

Mantova, 23 luglio 1890.

GIULIO VIVANTI.

INDUSTRIA MINERARIA E METALLURGICA

Rivista del Servizio minerario in Italia pel 1888 (*).

Come negli anni passati, prendiamo occasione dalla pubblicazione della Relazione generale, e delle Relazioni speciali sul servizio dei distretti minerari annualmente compilate dal R. Corpo delle Miniere, per presentare ai lettori, in brevissimo sunto, le notizie più rilevanti relative alla produzione, ed all'esercizio delle miniere italiane per l'anno 1888.

Seguendo il sistema adottato di dare ogni anno la carta di un qualche importante centro minerario, dopo i due più importanti, Sicilia e Sardegna, pubblicatisi nelle precedenti Riviste (1886 e 1887), ci si presenta in quella del 1888 la carta mineraria delle Romagne e Marche, nella scala di 1 a 500,000, nitidissima incisione dell'Istituto cartografico italiano (Roma). La zona solfifera romagnolo-marchegiana, la quale si estende da Forlì a Macerata, e dall'Appennino all'Adriatico, ha i suoi bacini principali nella valle del Savio e del suo affluente Borello, nel Montefeltro, nella valle del Foglia, e nell'alta valle del Cesano. Come risulta dall'elenco illustrativo che accompagna la carta, le miniere di solfo in questa zona sono in numero di 24; vi sono inoltre 16 punti di esplorazione, alcuni dei quali presentano probabilità di successo.

Le raffinerie di solfo sono dieci, situate in massima parte presso le città principali della regione, allo sbocco delle valli in cui giacciono le miniere e congiunte alla ferrovia per la facilità delle spedizioni. Ma in tale regione non esistono oltre al solfo miniere d'altro genere di qualche importanza.

Nel 1888 la produzione mineraria italiana ottenne un qualche miglioramento su quella dell'anno precedente. Essa fu in complesso di tonn. 1,183,947 ossia di tonn. 12,810 superiore a quella del 1887; con un valore complessivo di 52,377,908 lire, e così di due milioni e mezzo di lire in più che nell'anno precedente.

Tale incremento, che riguarda principalmente i minerali di zinco e di rame, i combustibili fossili, il solfo ed il sale di sorgente, è dovuto essenzialmente al miglioramento dei prezzi mercantili ed anche a localizzati aumenti di attività produttrice, non potendosi dire in gene-

(*) Pubblicazione del Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio negli *Annali di Agricoltura*. — 1 Vol. in 8°, di pagine cccx + 428, con 4 tavole nel testo. — 1890.

rale che l'energia industriale abbia nel 1888 superato in misura degna di nota quella del precedente esercizio. Il numero degli operai addetti alle coltivazioni minerarie è progredito da 47,063 a 49,111, cioè in quasi giusto rapporto colla maggiore produzione avuta, o meglio col valore di essa.

In conclusione, il valore della produzione mineraria per il 1888 ritornò presso a poco a quello del 1886, che fu di L. 53,591,771, ma rimane di gran lunga inferiore ai valori ottenuti nei migliori anni precedenti.

Nella totalità della nostra produzione mineraria il solfo vi è rappresentato per un valore di 25,013,014 lire, e poi vengono i minerali di zinco per 7,159,441 lire, e di piombo per 6,910,058 lire; i combustibili fossili per 2,672,574 lire, e successivamente i minerali di ferro, di argento e di rame, ciascuno dei quali non arriva alla cifra di 2 milioni di lire.

*

Nel 1888 la produzione di solfo greggio aumentò di 34323 tonnellate sull'annata precedente; ma anche nel 1888 ebbero a soffrire un ulteriore ribasso di 3 lire circa la tonnellata; per cui l'aumento della produzione in valore non fu che di lire 1,318,820. — Diedero aumento di produzione: per 21,240 tonnellate la Sicilia, e per 15,492 le provincie napoletane; mentre le Romagne diedero 2409 tonnellate di meno.

Le condizioni generali dell'industria solfifera nel 1888 continuarono ad essere non prospere; nel corso di tre annate si è verificato in Sicilia un ribasso complessivo di L. 16.20 la tonnellata, essendo il prezzo medio generale per il 1888 di lire 66.80 per tonnellata data a bordo nei porti d'imbarco.

L'incremento della produzione siciliana è totalmente dovuto alle solfifere delle provincie di Caltanissetta e Girgenti, mentre invece nelle provincie di Catania e Palermo si ebbe diminuzione, per condizioni economiche nella prima, per circostanze di forza maggiore nella seconda. Gli operai impiegati in Sicilia furono 25,024, ossia 2145 di più che nel 1887, ed ogni operaio estrasse in media tonn. 90.66 di minerale, corrispondenti a tonn. 12.87 di solfo greggio del valore di L. 859.72.

Epperò la produzione per operaio risulta diminuita in confronto di quella del precedente anno, mentre il prezzo della mano d'opera rimase invariato.

Il consumo in Sicilia non fu che di 13,000 tonnellate. Sommando questa cifra con quella del solfo arrivato ai porti si hanno 353,288 tonnellate partite dalle solfifere, la quale cifra superando la produzione ottenuta nell'anno, se ne desume che i depositi presso le miniere diminuirono di 31,246 tonnellate.

L'esportazione totale del solfo dai porti siciliani toccò la cifra di 368,073 tonnellate, di cui 312,918 per l'estero e 55,155 pel continente italiano. A tale incremento di esportazione contribuirono principalmente le destinazioni per gli Stati Uniti d'America, per l'Austria e la Germania; ma segnatamente per l'America, dove nel 1888 si portarono circa 65000 tonnellate di più che nel 1887.

In Calabria, ad onta del rinvio del prezzo unitario del solfo, dell'inferiorità della domanda rispetto alla produzione, ebbero un considerevole aumento di attività produttrice, motivata in parte dalle modiche esigenze dei proprietari del suolo nel dare a gabella le solfifere, ma essenzialmente dovuto allo straordinario sviluppo dato nell'anno alla coltivazione del potente e ricco giacimento di Cotrone nella località Quercia Pietrebianche e Granatello.

La mineralurgia del solfo non ha per il 1888 cosa alcuna degna di particolare riguardo. Continua in Sicilia la progrediente estensione dei forni Gill, dei quali alla fine del 1888 erano in attività 175; con tutto ciò dell'intera produzione siciliana appena l'8 p. cento del solfo greggio provenne dai forni Gill; poco di più venne ottenuto cogli apparecchi a vapore, e tutto il resto dal solito trattamento al calcare. Il forno Calamel a storte rimase limitato alla solfifera Virdilio. Nelle Marche fu messo in azione a S. Lorenzo in Zolfinelli il forno continuo Hoffmann; a Cabernardi si trattò il minerale simultaneamente con calcaroni ordinari e con forni Frizzoni, e si stava preparando anche il trattamento a vapore.

Le raffinerie in Sicilia si limitano sempre alle cinque di Catania, la produzione delle quali superò di tonn. 6934 quella dell'anno precedente, essendo salita nel 1888 a tonn. 32435. Anche nelle Romagne e Marche la produzione raggiunse tonn. 28579, con un aumento di tonn. 4569 sull'anno precedente; inoltre si è cominciato l'impianto di un grande stabilimento presso Bellisio sul Cesano per raffinare e macinare i solfi della nuova miniera Cabernardi. Meno importante riesci nel 1888 la macinazione del solfo sia nel distretto di Bologna, sia in Sicilia.

*

I minerali di piombo, zinco ed argento ebbero nel 1888 una produzione complessiva di sole 124493 tonnellate, inferiore perciò di tonn. 8763 a quella dell'anno precedente; tuttavia il valore totale supera di 624,263 lire quello della produzione del 1887, essendo stato di lire 15,992,918. Tale stato di cose è principalmente dovuto alle condizioni del mercato dei metalli, sul quale il valore dello zinco au-

mentò del 23,50 per cento, quello del piombo di quasi il 5 p. cento, mentre il valore dell'argento ribassò del 2,64 per cento in confronto del 1887.

La causa della persistenza del maggior prezzo dello zinco fu certamente la costituzione del sindacato dei fonditori di questo metallo, i quali si impegnarono a non oltrepassare una data produzione, ed è perciò da augurare che tali impegni si rinnovino; e che altrettanto si riuscisse a fare a riguardo del piombo.

Il rinvilimento del prezzo dell'argento fu causato poi dall'enorme produzione di esso realizzata negli anni decorsi, specialmente negli Stati Uniti d'America.

La massima parte dei minerali di piombo e di zinco venne prodotta dalle miniere della Sardegna, e dalle medesime si ebbe la totalità dei minerali d'argento. Il numero complessivo dei lavoranti addetti alle miniere della Sardegna fu di 10380, segnando un aumento di 250 su quello del 1887. L'attività nelle coltivazioni e nei lavori preparatori delle medesime non fu certamente inferiore a quella stata spiegata nel detto anno.

Le miniere argentifere del Sarrabus ebbero in particolar modo a sperimentare gli effetti del deprezzamento, e tanto più in quanto che forzando alcun poco la produzione, le resero superiore a quella richiesta. A Tuvois il filone coltivato continuando ricco e potente in profondità, fu deciso l'impianto di importanti lavori di preparazione; ed altri lavori d'avanzamento verso ponente incontrarono una seconda e potente vena, dapprima sconosciuta, che diede alla lavorazione risultati soddisfacenti. A Giovanni Bonu incontrarono ragguardevoli concentrazioni di minerale argentifero. A Monte Narba continuarono le coltivazioni più produttive, la locale laveria venne ampliata, fu incominciato l'impianto di un'officina meccanica di riparazione, continuato l'invalimento del torrente e completata la diga di sbarramento della valle di Giovanni Bonu, mediante cui si ottenne un serbatoio d'acqua della capacità di 4000 metri cubi.

Nelle miniere di piombo e di zinco si fecero lavori di coltivazione importanti a Montevecchio, specialmente al 3° gradino della galleria sotto Stromboli, ove il filone mineralizzato presentò più di 12 metri di potenza; a Gennamari ed a Crabulazu, dove continuarono pure le ricerche nei filoni San Felice e Sant'Antonio, e quest'ultimo fu trovato sempre ben mineralizzato anche dove è incastrato nei graniti. Risultati promettenti si ebbero dai lavori di riconoscimento di un giacimento di calamina a Monte Nai nella miniera di Canalgrande. A Malfidano e Planu Sartu si scopersero nel versante Caitas tre nuove masse di calamina, che vennero insieme ad altre attivamente coltivate. A Cabitza venne incontrata una nuova massa mineralizzata di galena, ed accertato che la colonna Speranza si mantiene sempre ricca di minerale di piombo, sino a rendere 4 tonnellate di 1^a qualità per m. c. di scavo. A Monteponi, in causa dell'innalzamento delle acque di fondo, le lavorazioni si concentrarono nelle colonne più vicine ai pozzi Vittorio e Sella, e malgrado ciò il livello Sella fu ancora quello da cui si ricavò la maggiore produzione di galena. Quanto alla calamina, la produzione maggiore si ebbe dalle escavazioni di Cungians, e da quelle superiori al livello Gastaldi. All'esterno si ebbero buoni risultati dalle laverie, ed anzi ottimi da quella nuova destinata al trattamento delle terre calaminari; sino a 180 m. c. aumentò la quantità di materiale trattatovi nelle 12 ore, con una produzione di 25 a 30 tonnellate di finito, e con rifiuti di un tenore non maggiore del 10 1/2 per cento. Degni pure di nota: l'impianto di apparecchi magneto-elettrici per separare dai rifiuti di laveria molto ferruginosi gli ossidi di ferro resi magnetici mediante preventiva calcinazione; e l'adattamento alle caldaie del pozzo Vittorio di tre soffiatori Koerting, coi quali si riuscì a bruciare utilmente la lignite minuta, che sul posto di consumo non viene a costare che 4,5 a 5 lire per tonnellata.

Buoni risultati hanno dato pure le ricerche ed i lavori di coltivazione alla miniera San Giovanni, a San Giovanneddu, a Malacalza, a Masua, a San Benedetto ed a Marganai. A Sedda is Moddizis i lavori di coltivazione a giorno nei giacimenti di calamina permisero di ricavare rilevanti quantità di terre utilizzabili che sarebbero andate perdute persistendo nel sistema di coltivazione nei lavori sotterranei.

Tolta la Sardegna, gli altri distretti minerari non produssero complessivamente che 1437 tonnellate di minerali piombiferi più o meno argentiferi. Insignificante la produzione di galena argentifera in Sicilia (131 tonnellate). In Toscana la ripresa lavorazione della miniera del Bottino da parte dei proprietari ne diede appena 215 tonnellate, e in Lombardia le miniere di piombo della Valsassina produssero 480 tonnellate.

La produzione di minerali di zinco, ottenuta nelle miniere del continente ammontò a 10675 tonnellate, pressochè tutte (9130 tonn.) provenienti dalle miniere situate in provincia di Bergamo, e per opera della Crown Spelter Company, la quale avrebbe anche dato una produzione maggiore se non fosse stata contrariata dalle intemperie, dalle frane, ed impegnata nel lavoro di sistemazione in grande scala del trasporto a mezzo di fili aerei del sistema Bleichert, sistemazione che alla fine del 1888 non era ancora compiuta.

Le fonderie del piombo e dell'argento non hanno speciali innova-

zioni da segnalare. L'officina di Pertusola produsse 17481 tonnellate di piombo mercantile, poco meno che nel 1887, e 34239 chilogrammi d'argento, vale a dire 852 chg. di più che nel 1887. In Sardegna furono attive come in passato le fonderie di piombo di Masua e di Fontanamare. Nella prima furono trattate circa 2000 tonnellate di minerali provenienti dall'annessa miniera, e si ricavarono 466 tonn. di piombo d'opera contenente in media 170 gr. di argento per quintale. Nella seconda si ottennero sole 171 tonnellate di piombo argentifero, trattando 1260 tonnellate di minerali della miniera Nebida negli antichi forni a manica, essendosi rinunciato ai forni Piltz, riconosciuti poco economici in causa delle ostruzioni che vi producono le cadute per effetto dei minerali molto blendosi.

*

La produzione dei minerali di ferro fu di sole 177,157 tonnellate, ossia inferiore di 53418 tonn. a quella del 1887. La diminuzione fu conseguenza indiretta delle disposizioni del nuovo contratto d'affitto delle miniere dell'isola d'Elba, riguardanti l'esportazione del minerale dall'isola, disposizioni che vennero perciò modificate con un contratto addizionale.

L'esportazione del minerale elbano fu superiore a quella del 1887, ammontò a 195825 tonnellate, e così superò di 20563 tonn. l'esportazione del 1887. La maggior quantità, cioè tonn. 115557 fu esportata al Nord-America; in Inghilterra ne andarono 61240 tonnellate; in Francia 9924; ed alle diverse officine italiane soltanto 9104 tonnellate.

In Lombardia, malgrado le poco floride condizioni industriali, la produzione non fu inferiore a quella del 1887, e fu di tonn. 21327, provenienti per due terzi dalle miniere di Val Trompia. Le miniere del Piemonte diedero anche in quest'anno un migliaio di tonnellate.

Nel 1888 furono accesi soli 8 alti-forni; la produzione ammontò a tonnellate 12400, mentre nel 1887 con 12 alti-forni più o meno attivi si ebbero 12625 tonnellate. Gli operai impiegati furono 195 contro 266 impiegati nell'anno precedente. Ma mentre in Lombardia ebbero un aumento di produzione di oltre 2000 tonnellate, quasi interamente dovuto ai forni di Castro e d'Allione, nel distretto di Firenze vi fu decremento di circa 1000 tonnellate, essendo rimasti inattivi gli alti-forni di Cecina; e così pure non ebbero produzione di ghisa nel distretto di Torino, mentre nel 1887 era ammontata a 700 tonnellate.

Lo sviluppo delle ferriere, già notevolissimo nel precedente esercizio, segna un nuovo progresso nel 1888, in cui le 209 ferriere attive, con 12749 operai, diedero, tra ferri ed acciai laminati e fucinati in barre, verghe profilate, rotaie, lamiere, corazze ed altri lavori, 294554 tonnellate, contro le 246006 del 1887.

La fabbricazione degli acciai, massime di quelli sopra suola, venne aumentata coll'estensione degli impianti Martin-Siemens, così che la proporzione tra l'acciaio ed il ferro, che nel precedente anno stava come 42 a 100, nel 1888 sta come 67 a 100.

Il progresso più sensibile fu fatto dal grande stabilimento di Terni, la cui produzione, del valore di 13 milioni e mezzo, salì a L. 19,334,603, con un utile industriale complessivo di oltre 3 milioni e mezzo, di cui 360,000 lire circa spettano all'esercizio della fonderia, la quale produsse da se sola per un valore di 2,613,000 lire.

La fabbrica di oggetti di ferro e d'acciaio a stampo della Società della Valnerina, impiantata pure a Terni, nel 1887, entrò in regolare funzionamento nel 1888, producendo svariati oggetti per un valore di 219000 lire.

Anche le ferriere liguri continuarono il loro sviluppo progressivo, specialmente nell'intento di accrescere la produzione dell'acciaio. Nello stabilimento Raggio a Sestri Ponente cominciò a funzionare nel mese di giugno un terzo forno Martin a suola basica, e fu posto in esercizio un nuovo treno laminatore con macchina a vapore di 1000 cavalli.

Nello stabilimento Tardy e Benech a Savona si costruirono altri sei forni Martin, di cui quattro a suola acida, e si diede tale sviluppo alla fabbricazione delle rotaie da poterne produrre nelle 24 ore 200 tonnellate circa di tipo normale. Inoltre fu già avviato l'impianto di una grande officina per la costruzione di assi, ruote e cerchi per la ferrovia.

Anche nelle ferriere lombarde il lavoro fu più accentuato che nel 1887, e la produzione dei ferri ed acciai superò di 1782 tonnellate quella del suddetto anno. A Vobarno fu notevole lo sviluppo nella fabbricazione dei ferri best, dei profilati e dei cerchi, ed è imminente l'attivazione di un nuovo treno a tiro per travi di ferro di grandi dimensioni. A Dongo fu impiantata un'acciaiera Martin-Siemens a processo basico per la fabbricazione di prodotti di qualità extradolce, per i quali sin ora si era tributari dell'estero. La ditta Gregorini di Castro continuò attivamente le sue produzioni speciali. Una nuova fabbrica di prodotti extradolci in ferro ed acciaio venne impiantata a Milano, fuori Porta Romana, dalla ditta Vanzetti, Sagramoso e C. Il metodo applicato è quello per getto col convertitore Robert ed i suoi prodotti servono per materiali da guerra, per ferrovie, e per usi agricoli industriali. Nella ferriera di Udine si introdussero utili innovazioni tali da poter duplicare la produzione, la quale nel 1888, tra ferri ed acciai, fu superiore di circa 300 tonnellate a quella del precedente anno.

Anche le ferriere toscane produssero 6200 tonnellate di ferri più che nel 1887, e l'incremento è quasi tutto dovuto alle quattro maggiori ferriere della regione che sono quelle di San Giovanni (Arezzo), di Piombino (Pisa), di Colle di Val d'Elsa (Siena) e di Mammiano (Firenze).

*

Nelle miniere italiane fanno seguito ai minerali di piombo e di zinco per importanza di produzione i *combustibili fossili*. La produzione complessiva fra ligniti, antraciti e scisti bituminosi ammontò a 366794 tonnellate contro le 327665 del 1887. Le miniere attive sommarono a 32 ed il numero degli operai impiegativi fu di 2883.

Le miniere di *lignite* del Senese furono quelle che spiegarono maggior attività produttrice, essendosi ottenuto 12366 tonnellate in luogo delle 6800 prodotte nell'anno precedente. A Bacu Abis in Sardegna continuarono a dare soddisfacenti risultati le nuove coltivazioni allo scoperto, ed alla fine dell'anno con una trincea di 200 m. in direzione si erano già rimossi 50 mila metri cubi di materiali diversi ricavandone circa 10000 tonnellate di combustibile. L'importante miniera di lignite Culmine o Is Nuraghis dichiarata scoperta nel 1887, sviluppò alacramente i suoi lavori di preparazione coi quali si resero pronte all'escavazione circa 50000 tonnellate di buona lignite.

Invece nella produzione delle *torbiere* ebbsi una diminuzione di 30575 tonnellate rispetto a quella del 1887, essendosi la produzione limitata a sole 29925 tonnellate. La torbiera di Codigoro nel ferrarese rimase inattiva, e le torbiere del Friuli non diedero neanche la metà del prodotto avutosi nell'anno precedente.

Ma devesi menzionare l'intrapresa coltivazione della nuova torbiera di Orentano nel Comune di Santa Croce sull'Arno, da parte della Ditta Tinelli e Guerrazzi. La torbiera dista cinque chilometri da Altopascio sulla linea Pisa-Lucca-Pistoia, ed ha un'estensione di 150 ettari. L'intera regione torbosa però (che fa parte del prosciugato lago di Bientina) abbraccia quasi 500 ettari di superficie. La potenza media dello strato utile è di m. 1,40, e si calcola che la produzione ricavabile dai 150 ettari dei signori Tinelli e Guerrazzi, ed in ragione di 80 chilogrammi di torba secca per metro cubo di torba in posto, ammonterà a 168,000 tonnellate. Nel 1888 l'escavazione ha durato soli quattro mesi con una produzione di circa 2000 tonnellate. Il prezzo della torba condensata è di 12 lire per tonnellata presa in magazzino ad Orentano. Il potere calorifico di questa torba, compressa con macchina del sistema Krauss, si eleva a 3000 calorie.

La produzione di *combustibili agglomerati* è salita nel 1888 a tonnellate 502,249 del valore di 14,357,220 lire, mentre nel 1887 era stata di 421014 tonnellate del valore di 12,276,086 lire. Ma ove si tolgano 11900 tonnellate formate con carbonella vegetale di provenienza interna, del valore di 1,045,950 lire, il restante si compone di carbon fossile minuto di provenienza estera.

*

Nei minerali di *rame* l'incremento della produzione già segnalato nel 1887 in confronto dell'anno precedente, ebbe a verificarsi anche nel 1888, in cui da 19 miniere attive e da 15 escavazioni irregolari in provincia di Messina si ricavarono tonn. 47,088 di minerale in luogo delle 43,826 ottenute nell'esercizio anteriore. L'aumento di valore fu da L. 1,219,391 a L. 1,621,833, cioè maggiore dell'aumento in quantità per effetto dei prezzi del rame eccezionalmente rialzati; difatto il prezzo unitario medio del minerale di rame, che nel 1887 era risultato di L. 28 scarse per tonnellata, ammontò nel 1888 ad oltre L. 34. Questo miglioramento dei prezzi provocò, oltre alla riapertura di alcune vecchie miniere, più estesi lavori di esplorazione ed una maggiore attività di coltivazione nelle miniere preesistenti. In Toscana le tre miniere di Montecatini, Capanne Vecchie e Fenice Masettana superarono di 683 tonnellate la produzione del precedente esercizio; ed a Montecatini fu ultimato il pozzo Rostand, già incominciato nell'anno prima per lo svolgimento dei lavori di San Demetrio, della profondità di 225 metri e che costò 79,000 lire. Le miniere di rame del distretto di Genova diedero complessivamente una produzione che superò di 163 tonnellate quella del precedente anno. Il maggior aumento, ma solo in quantità e non in valore, lo si ebbe dalle miniere cuprifere del Piemonte; contro una produzione di 1486 tonnellate del valore di 54,795 lire si ebbe quella di 3541, valutata a sole 44,858 lire, con 191 operai in luogo dei 48 del precedente esercizio. I prezzi elevati raggiunti dal rame nel 1888 consigliarono in fine del 1888 la riapertura della miniera di Riva di Valdobbia per conto della Società metallurgica concessionaria della medesima e giusta le previsioni dell'Ingegnere del distretto di Torino. La quasi totalità della produzione di minerali di rame nel distretto di Torino provenne nel 1888 dalla miniera Champ de Praz in Val d'Aosta, che fornì 2820 tonnellate. L'aumento del prezzo del rame migliorò pure la condizione economica della miniera erariale di Agordo nel Bel-lunese.

Le *fonderie* ed *officine* di produzione del rame e delle leghe di rame diedero un aumento sensibile paragonato al prodotto del 1887,

ebbsi cioè una produzione di 5332 tonnellate contro 3197, ed un valore in prodotti di 10,568,326 lire contro 4,854,196 lire. Lo stabilimento della Torretta, presso Livorno, la cui lavorazione cominciò nell'ottobre 1887, aveva, alla fine del 1888, prodotto 1870 tonnellate di rame lavorato, in massima parte col noto procedimento Manhés, e 134 tonnellate di ottone, il tutto per un valore di 4,208,400 lire, impiegando 780 operai. Lo smercio suo ammontò, tra rame in pani, lastre, tubi, fili, ecc., ed ottone lavorato, a 1368 tonnellate circa.

Il prezzo favorevole del rame permise allo stabilimento di Pont Saint-Martin, appartenente alla Società di elettro-metallurgia, la lavorazione e lo smaltimento dei minerali, delle metalline e del rame metallico che formava importante *stock* di quella officina; essa per altro in parte dell'esercizio 1888 sospese il procedimento elettrolitico, limitandosi a fondere per rame nero le metalline fornite dai forni di Saint-Marcel e di Rocca Pietra di Valsesia. Lo stabilimento di Agordo produsse sole 90 tonnellate di rame rosetta contro le 105 del 1887, oltre a 1325 tonnellate di vetriolo di ferro e 255 quintali di solfo.

*

La produzione dell'*acido borico* fu di circa 300 tonnellate inferiore all'anno precedente, ed il suo valore che ammontò ad 1,301,250 lire, risultò di 224,567 lire più basso, anche perchè il valore medio unitario di questo prodotto, che nel 1887 era di 530 lire per tonnellata, ribassò a 500 com'era nel 1886.

Delle otto miniere di *mercurio*, quattro soltanto furono produttive, appartenenti alla regione del Monte Amiata in Toscana, cioè le miniere del Siele, del Cornacchino, delle Solforate e di Montebono. Le due prime sono sempre le più importanti, ed il giacimento del Siele, che è il più ricco fra tutti, presentasi bene, anche alla profondità di 200 metri, a cui sono giunti i lavori di preparazione. La produzione di mercurio metallico nel 1888 superò di circa 100 tonnellate quella dell'anno precedente, essendosi elevata a 339 tonnellate. Il suo valore ammontò a L. 1,693,075 in base al prezzo unitario di L. 5 per chilogramma di mercurio, il qual prezzo è del 16 0/0 superiore a quello avutosi nel 1887.

I minerali d'*oro* provenienti da 21 miniere della Valle Anzasca riuscirono di sole 10,638 tonnellate, del valore di 488,158 lire, e la minore produzione fu in parte occasionata da intemperie e valanghe che obbligarono a temporarie sospensioni di lavoro. Continuarono gli studi e gli esperimenti relativi alle coltivazioni delle sabbie aurifere nelle alluvioni dell'Orco, del Mallone e dell'Orba, ma alla fine del 1888 non erano ancora approdati ad alcun risultato definitivo.

La produzione delle miniere d'*asfalto* di Ragusa in Sicilia rimase pressochè invariata; ammontò cioè a 10,114 tonnellate, di cui la metà fu spedita all'estero e l'altra metà consumata nello Stato. Le miniere della Majella progredirono, e fra asfalto, mastice e bitume fornirono oltre a 6000 tonnellate; e nel Napoletano, dopo dieci anni, fu ripresa la coltivazione della miniera di calcare bituminoso di Laviano.

La produzione del *petrolio* è ridotta a 174 tonnellate, provenute interamente dai nuovi pozzi di ricerca stati approfonditi nel Parmense. Quella del *salgemma* si è mantenuta costante tra le 18 e le 19,000 tonnellate, delle quali 11,000 sono dovute alle miniere di Sicilia, ed il resto a quella demaniale di Lungro in Calabria; le officine di Volterra e di Salsomaggiore produssero complessivamente 11,325 tonnellate di *sale di sorgente*, del valore di L. 390,477, ossia molto più che nel precedente esercizio.

La produzione delle *piriti* fu di 14,633 tonnellate appena, epperiò inferiore di quasi 4000 tonnellate a quella del 1887. Le miniere del Piemonte contribuirono a tale diminuzione per 3500 tonnellate circa ed il restante di essa è da addebitarsi alla miniera dell'isola del Giglio, che dovette sospendere i lavori in causa della chiusura della fabbrica di prodotti chimici di Monte Argentario. Invece dalla miniera Libiola in Liguria furono prodotte tonnellate 2032 contro 1550 fornite nel 1887.

Le otto miniere attive di *manganese* non fornirono fra tutte che 3630 tonnellate, ossia 800 tonnellate di meno che nell'anno precedente. La miniera Cerchiara, presso Spezia, venne sospesa per impoverimento del giacimento e restituita al R. Demanio. La sola miniera Capo Becco in Sardegna produsse 2400 tonnellate, ossia 500 tonnellate più che nel 1887.

Per l'*antimonio* si ebbero solo cinque miniere attive e tra tutte 507 tonnellate di minerale contro 848 ricavate nel precedente esercizio. La diminuzione è da attribuirsi alle escavazioni irregolari della provincia di Messina, che diedero 32 tonnellate contro 325 date nel 1887. Le concessioni e la fonderia di Sardegna rimasero inattive. Invece la miniera delle Cetine di Cotorniano nel Senese diede 310 tonnellate di minerale del valore di L. 32,200 in seguito alla scoperta di un giacimento assai promettente, costituito da un potente ammasso lenticolare quarzoso antimonifero situato al letto di una formazione calcarea riferita al Retico. La stibina vi è prevalente, nè

manca l'ossido di antimonio. Il minerale più ricco, contenente dal 30 al 40 per cento di metallo, venne spedito alla fonderia di Ponte al Rosaio (Siena), la quale però nel 1888 rimase inattiva.

Nulla di rilevante è da notarsi per le miniere di *allumite* della Tolfa, la produzione delle quali (6000 tonnellate) fu presso a poco uguale a quella dell'anno precedente. Così pure nella fabbrica di *allume* a Civitavecchia si ebbero le stesse condizioni; con 61 operai si produssero 1070 tonnellate di allume e 210 tonnellate di solfato di allumina, del valore complessivo di 135,400 lire.

La *grafite*, fornita esclusivamente da sette miniere del Piemonte, non arrivò che a 1390 tonnellate, del complessivo valore di 14,445 lire. Ma è in vista qualche nuova miniera di grafite nel circondario di Pinerolo.

*

La produzione delle cave di *marmo* di Carrara e di Massa fu di tonn. 156931, cioè di poco superiore a quella del 1887; quella del marmo di Versilia aggirasi da vari anni intorno alle 30000 tonnellate, onde la produzione complessiva dei marmi delle Alpi Apuane è stata nel 1888, in cifra tonda, di tonn. 187000. L'esportazione all'estero ed alle altre parti d'Italia è aumentata a 171572 tonnellate, alle quali è assegnabile il valore di circa 18 milioni di lire. Vuolsi pure notare che nel 1888 l'esportazione de' marmi segati e lavorati superò, benchè di poco, quella dei greggi, mentre nel precedente esercizio l'esportazione dei prodotti greggi era stata prevalente.

In Lombardia continuarono ad essere in attiva lavorazione le cave di pietra ornamentale di Saltrio, di Sarnico e di Brembate, favorite dai nuovi grandi lavori edilizi della città di Milano.

Nelle cave di lava trachitica dei Colli Euganei nel Padovano vi fu piuttosto diminuzione di lavoro in causa delle generali condizioni economiche del paese, ed in parte anche per la concorrenza fatta a quei prodotti dalla pietra d'Istria, preferibilmente adoperata nelle opere idrauliche di Venezia, perchè meno costosa.

I marmi del Veronese, delle cave di Sant'Ambrogio di Valpolicella e di Mazzurega godono buona riputazione tanto in Italia che all'estero, per la loro compattezza, e per la varietà e vivacità delle tinte. Principalmente ricercati sono quelli appartenenti all'epoca giurassica, i quali si presentano in banchi potenti da cui ricavansi monoliti di grandi dimensioni. Le cave attive di questi marmi nel 1888 furono trenta con 335 operai, e diedero una produzione di 2600 m. c., del valore di L. 327000. Le cave attive di marmi dell'epoca cretacea dalle quali si scava a preferenza materiale lastriforme furono 35, con 248 operai, e produssero 20450 m. q., del valore di L. 245,000. Altre sei cave degli stessi dintorni di Sant'Ambrogio fornirono con 125 lavoranti 40000 m. c. di pietrame, del valore di circa 119000 lire.

Le cave di pozzolana, tufo vulcanico per costruzioni, lave per selciati, ghiaie, ecc., coltivate nel suburbio di Roma, furono 140, ed il valore della produzione loro ammontò a L. 3,608,138, contro L. 5,223,080 avutesi nel 1887. Le fornaci da laterizi nello stesso suburbio, in numero di 41, fornirono complessivamente 166 milioni di pezzi, per un valore totale di L. 4,840,240, contro L. 15,916,000 avutesi nel 1887. Tali forti differenze furono causate dalla crisi edilizia manifestatasi in Roma nel 1888, e ne dimostrano in certo modo il grado di intensità.

Le più importanti cave di materiali da costruzioni della Sardegna, quelle cioè che somministrano le pietre necessarie ai lavori portuali di Cagliari e di Tortoli, produssero 36,000 m. c. di calcare, del valore di 94000 lire e 37200 m. c. di granito, valutati a L. 97000.

Mancano le notizie della produzione delle pietre da costruzione per gli importanti distretti di Genova, Torino e Napoli.

*

Fra le cave di *minerali litoidi* meritano di essere registrate quelle di *talco* (steatite) in circondario di Pinerolo, le quali hanno oramai assunto notevole importanza sia per la produzione, sia per il modo con cui si sviluppano i lavori di coltivazione.

Nel 1888 fu pure segnalata la presenza di *calcarei litografici* nei monti di Sellano, a 20 chilometri da Foligno, che furono giudicati di qualità di poco inferiore alla terra di Baviera e del valore di 40 a 65 lire per m. q. reso agli stabilimenti.

L'industria *ceramica* e la *vetraria* continuarono in Lombardia a svolgersi in discrete condizioni. In Milano si è progettata una grande fabbrica di vetro in lastre per luci da finestre, con capitali belgi e lombardi. Nell'Umbria l'industria delle stoviglie fu esercitata nel 1888 da tre fabbriche in Civitacastellana e da parecchie altre, tra cui otto in Gualdo Tadino con 200 operai e con una produzione settimanale complessiva del valore di 3 a 4000 lire; i prodotti si esportano anche all'estero.

Un prodotto dell'industria mineraria che va acquistando una certa importanza anche in Italia sono le *terre bolari*, o terre per colori, che si scavano e si preparano in Toscana, in Piemonte, nell'Umbria, nella provincia di Roma ed in Sardegna. La produzione di tali terre risulta di quasi 2000 tonnellate, per un valore di oltre 200000 lire.

La produzione, o a dir meglio, la esportazione più rilevante fu quella di Toscana, che ammontò a 1350 tonnellate di terre preparate, del valore di L. 180000. Le cave relative sono situate nella regione del Monte Amiata nei Comuni di Piancastagnaio, Arcidosso e Castel del Piano. I prezzi mercantili sulla piazza di Livorno variarono, secondo la qualità dei prodotti, da un minimo di L. 6 il quintale per la *terra gialla*, ad un massimo di L. 35 per il cosiddetto *chicco*, ossia bolo in pezzetti da uno a due centimetri di diametro.

In Piemonte esiste una sola fabbrica di terre per colori, la quale lavora le ocre gialle delle cave di Bognanco Dentro, e contemporaneamente il solfato di ferro, col quale ultimo produce le cosiddette terre rosse cotte (*colcotar*). La complessiva produzione nel 1888 fu di appena 50 tonnellate, in causa dell'impianto rudimentale dello stabilimento.

A Gualdo Tadino nell'Umbria si utilizzano gli ossidi limonitici del Monte Penna ed i calcari bianchi dei torrenti ed a Subiaco, nell'alta valle dell'Aniene, le ocre naturali ed i calcari del Monte Affilano; la produzione umbra è all'incirca di 500 quintali di terre da 3 a 10 lire il quintale, e quella di Subiaco ammonta a 430 tonnellate, per un valore complessivo di L. 9000.

In Sardegna le terre colorate si ricavano dalle miniere manganesifere di Capo Becco e di Capo Rosso nell'isola di S. Pietro, e la loro produzione fu di 426 tonnellate, in gran parte inviate all'estero. Il loro complessivo valore a Carloforte fu di 15565 lire, corrispondente a circa 22000 lire per la merce resa in Anversa.

*

La Relazione generale somministra inoltre alcune notizie riguardanti alcune grandiose officine meccaniche di nuovo impianto. L'officina *Armstrong* a Pozzuoli, abbandonato o dilazionato il progetto di fondere sul posto i pezzi di getto che le occorrono, limitossi a ritirarli dalla Casa principale in Inghilterra, e ad eseguire lavori di semplice montatura, per la quale prese a disporre un colossale impianto di macchine e di apparecchi di grande potenza. Le materie prime, venute dall'Inghilterra e consumate da quest'officina durante il 1888 per produrre affusti e cannoni per l'armata e per l'esercito, raggiunsero l'ingente quantità di 9000 tonnellate, di un valore complessivo di oltre 9 milioni di lire. Gli operai occupati furono 1200.

L'officina Elvetica della ditta Breda e Comp. pure in Milano, oltre all'aver specializzato il suo lavoro nella costruzione di locomotive per tramvie, di veicoli e di granate per torpediniere, fece tutto un nuovo impianto per la tempera e tornitura dei pezzi d'acciaio provenienti dallo stabilimento di Terni.

Nell'agosto 1888 venne inaugurata presso Brescia l'officina dei fratelli Tempini, la quale fabbrica oggetti svariatissimi pel servizio delle armi, è dotata di macchine speciali ed occupa 400 operai. È coadiuvata da altra officina situata a Lumezzano ed appartenente alla stessa ditta.

La società tedesca Maschinen Fabrik Esslingen, ha aperto a Saronno nel Milanese una nuova officina di materiale mobile col concorso di capitali italiani; l'impianto ne è notevole per apparecchi e mezzi di produzione.

*

La statistica dei *motori*, idraulici ed a vapore, adoperati nelle industrie minerarie, metallurgiche e mineralurgiche ha potuto riescire più completa di quella data pel 1887 a titolo di saggio. Invece di un complesso generale di 1135 motori con 28660 cavalli di forza, come appariva dalla relazione per il 1887, risulta nel 1888 quello di 1606 motori con 39674 cavalli. Di questi motori 1074 sono idraulici ed hanno 19751 cavalli di forza, e 532 con 19923 cavalli sono a vapore.

*

Come appendice alla Relazione generale è pubblicato un accurato studio dell'Ing. C. Conti sulle condizioni dell'industria solifera, ossia sulla importanza attuale ed avvenire dei principali giacimenti di solfo e di pirite di ferro, da cui ricavasi il solfo necessario ai bisogni dell'industria e dell'agricoltura per tutto il mondo.

La produzione mondiale del solfo allo stato di metalloide ascenderebbe a non più di 500,000 tonnellate annue, delle quali quattro quinti di provenienza italiana, mentre l'altro quinto, cioè 100,000 tonnellate, sarebbe prodotto all'estero. Concorrono a fornire le 100000 tonnellate di produzione estera le miniere di Spagna, le solfature del Giappone, da poco produttive, quelle di Grecia, nell'isola di Milo, quelle recenti degli Stati uniti d'America, quelle di Apt in Francia e moltissime altre che sarebbe lungo enumerare, tra le altre le solfature e solfature di Radoboy in Croazia, di Szwozvice in Galizia, di Czarkow in Polonia, Swoscovise in Lussina, e di Wrzowice in Cracovia, non che la solfara della montagna del Khioutt nel Caucaso.

I giacimenti di Sicilia sono i più importanti del mondo per ricchezza ed estensione; essi sono dovuti a sedimentazioni chimiche ed appartengono alla parte superiore della formazione miocenica. Le lavorazioni principiarono in epoca remotissima, ma i lavori furono

di pochissima entità e limitati alla superficie. Presero maggior sviluppo sul principio del secolo, specialmente per lo estendersi delle industrie chimiche. Ad ogni modo si è valutato che la quantità di solfo estratto dai giacimenti di Sicilia, prima del 1830, non fosse più di due milioni di tonnellate. Hanno poi statistiche regolari a partire dal 1830, e la produzione annua che ebbe un minimum nel 1840 (47000 tonn.) raggiunse un maximum nel 1882 di 394093 tonn.; nel 1888 è stata di 322042 tonnellate.

Le miniere di solfo in Sicilia formano varii gruppi indipendenti gli uni dagli altri, ma aventi tutti gli stessi caratteri geologici. La potenza degli strati è molto variabile, ma spesso considerevole. Lo spessore di sei metri di minerale è molto comune; a Lercara lo strato raggiunge i 50 metri, come pure a Comitini nella miniera Mandrazzi, a Caltanissetta nella solfara Trabonella, ecc. Anche il numero degli strati è considerevole: frequentemente si hanno due o tre strati; il maggior numero venne finora osservato nella solfara di Sommatino presso il fiume Imera Meridionale. Il minerale è costituito da solfo nativo associato a calcare che ne costituisce la matrice; ed il rapporto fra il peso del solfo e quello del calcare è a un dipresso di 24 a 76.

Sarebbe cosa utilissima poter conoscere approssimativamente la quantità di solfo che la Sicilia possiede ancora nelle sue miniere. Ma per farlo con basi sicure occorrerebbe un rilevamento geologico della zona solfifera nella scala almeno di 1 a 10000, perchè coi rilievi che si hanno nella scala di 1 a 2500 non è possibile dedurre molte particolarità necessarie per simile lavoro. Tuttavia in base ai rilievi fatti e ai dati raccolti sulle diverse miniere nel 1885 l'Ingegnere Conti, insieme all'Ingegnere Mottura Sebastiano, stimarono a 65 milioni di tonnellate la quantità totale di solfo esistente in Sicilia, e detraendo tonnellate 8,675,048 ricavate dal 1831 al 1888, e 2 milioni di tonn. che si presume siano state ricavate anteriormente, e deducendo ancora 5 milioni di tonnellate consumate per ottenere cogli apparecchi di fusione la produzione succennata, se ne deduce che alla fine del 1888 erano ancora disponibili 49,325,000 tonnellate di solfo. Epperò supponendo che la produzione media avvenire si mantenesse nelle proporzioni di questi ultimi anni e che si continuasse a trattare il minerale coi calcaroni, le solfate di Sicilia potrebbero ancora essere produttive per circa 100 anni.

Il costo di una tonnellata di solfo prodotta coi calcaroni e posta sulle miniere è di L. 38.80, nè è suscettibile di diminuzione. A questo prezzo occorre aggiungere il diritto di affitto che percepisce il proprietario del suolo, e che in media è il 20 per cento del prodotto; ond'è che all'esercente il costo della tonnellata di solfo viene a L. 48.50. Aggiungendo le spese di trasporto dalle miniere ai porti, le spese e perdite per pesatura, carico e scarico, il costo in Sicilia della tonnellata a bordo riesce di L. 61.90.

Non è probabile che si possano ottenere nelle lavorazioni e nei trasporti economiche rilevanti sui prezzi di costo, a meno che riuscisse pratico il trattamento del minerale nell'interno della miniera, ciò che non è ancora provato. Invece il trattamento mineralurgico al calcare, col quale il terzo del solfo è perduto per ottenere la liquidazione del rimanente, sarebbe suscettibile di notevoli miglioramenti economici. Così il trattamento a vapore, pei minerali che vi si adattano, i forni Gill, sebbene incontrino difficoltà a generalizzarsi, particolarmente per le spese d'impianto che si richiedono, costituiscono già processi molto perfezionati, rispetto al calcare, ed altri si stanno studiando, per cui il prezzo di produzione del solfo da L. 38.80 la tonnellata si ridurrebbe a L. 32.33.

Sul continente italiano le coltivazioni più importanti sono aperte nelle provincie di Forlì, Pesaro ed Ancona. I giacimenti sono estesi e con abbastanza regolarità, ma raggiungono profondità considerevoli, talvolta di 400 e più metri, ed in media di 200 metri, e presentano pochi affioramenti, epperò grandi difficoltà per il lavoro di ricerca. Per la profondità e la disposizione, l'escavazione è molto più costosa che in Sicilia. Il solfo grezzo posto alla marina viene a costare circa L. 15 di più per tonnellata di quello di Sicilia, ad onta che in Romagna le miniere essendo concesse dal Governo, nulla si debba al proprietario del terreno. Il prezzo di costo del solfo grezzo alla marina è in Romagna di L. 75 la tonnellata, e quello raffinato costa L. 100. Le solfate di Romagna sostengono nondimeno la concorrenza dei prodotti siciliani, perchè tutto il solfo che si produce è venduto raffinato e gode in commercio molto credito dai consumatori che lo preferiscono, specialmente per l'agricoltura, a quello di Sicilia. La produzione nel 1860 non era che di 6000 tonnellate annue; essa crebbe molto gradatamente, ed in media, in questi ultimi anni, raggiunse 25 a 30,000 tonnellate; ma attualmente, la produzione è in diminuzione in causa dei ribassi nei prezzi. Se questi miglioreranno, la produzione potrà aumentare per nuove lavorazioni, come quella di Cabernardi, importantissima.

Le solfate di Calabria datano da poco tempo; i lavori non hanno preso grande sviluppo nè in estensione nè in profondità, e la media

annuale di produzione dell'ultimo quinquennio fu di 7300 tonnellate di solfo.

Le miniere di Avellino hanno un certo avvenire. Si lavora un sol giacimento nella valle del Sabato di 8 metri di potenza che in certi punti raggiunge 12 a 14 metri. Il minerale che è molto ricco, contenendo il 33 per cento di solfo, viene direttamente macinato ed è impiegato per la solforazione delle viti. Il prezzo di vendita è di lire 5 al quintale posto alla stazione di Avellino. La produzione annuale media è di circa 15000 tonnellate per un valore di 750 a 800,000 lire.

In conclusione, può ritenersi che le miniere di solfo del continente, sebbene in condizioni meno favorevoli di quelle di Sicilia, possono dar luogo a lavorazioni estese su grande superficie di terreno, e durare per un lungo periodo d'anni; ma il prezzo di produzione risulterà sempre più considerevole di quello per le miniere di Sicilia.

La relazione dell'Ing. C. Conti offre in seguito preziosissimi dati di confronto tra il prezzo dell'acido solforico prodotto col solfo grezzo e quello fabbricato con le piriti. E ne risulta che il prezzo dell'acido solforico prodotto colle piriti sarebbe circa uguale a quello prodotto col solfo, quando quest'ultimo lo si avesse a lire 8 il quintale. Epperò se ne conclude che quand'anche l'industria solfifera siciliana, lasciando ancora un qualche margine ad ulteriore ribasso, arrivasse a sostenere la concorrenza delle piriti per la fabbricazione dell'acido solforico, specialmente nei centri di consumo lontani dai porti e mancanti di giacimenti di piriti; tale vantaggio però verrebbe ottenuto con lo sperpero di una ricchezza nazionale, perchè condurrebbe a vendere a vil prezzo un prodotto che non è inesauribile, e che non si riproduce, essendochè, come si è detto più sopra, i depositi di Sicilia, sebbene siano i più importanti del mondo, pure hanno un avvenire molto limitato.

*

Le relazioni speciali dei singoli distretti minerari contengono più particolareggiate notizie delle cose discorse nella Relazione generale che ne è come il riassunto.

Nella relazione per il distretto di *Bologna*, dell'Ing. E. Niccoli, leggiamo il buon funzionamento del paracadute Libotte, verificatosi nel pozzo della miniera di S. Lorenzo in Zolfinelli in seguito alla rottura, della fune di aloe, mentre era soggetta ad una tensione di 3000 chilogrammi, e mentre la gabbia si trovava a 40 metri dal fondo ed a 240 metri dall'orifizio. La velocità della fune era di m. 5,50 al secondo, e la gabbia si arrestò nello spazio di 40 centimetri.

*

Alla relazione per il distretto di *Caltanissetta* trovansi annesse le proposte di una commissione tecnica composta degli ingegneri Sebastiano Mottura, Pietro Toso e Cesare Conti sulle prescrizioni da seguirsi circa i metodi di coltivazione delle solfate di Colle Croce, non che di quelle in generale ove si coltivano banchi di grande potenza, non dovendosi nell'interesse della sicurezza ulteriormente tollerare il metodo di coltivazione per gallerie e pilastri e cadute successive, ma dovendosi invece ricorrere al sistema dei riempimenti metodici, il quale, mentre è il più indicato per tutelare la vita degli operai ed evitare gli effetti disastrosi degli incendi, può dare anche maggiori benefici, perchè si può esaurire il minerale, evitando di farne grande sciupio, come col metodo di coltivazione per pilastri e gallerie e si può ottenere una grande produzione regolare e costante.

*

Nella relazione per il distretto di *Genova*, l'Ing. L. Mazzuoli registra importanti innovazioni introdotte nelle ferriere ed acciaierie liguri, specialmente all'oggetto di ottenere un notevole aumento nella produzione dell'acciaio. E così a Sestri Ponente nello stabilimento Raggio si pose in esercizio un nuovo treno per le lamiere sottili, il quale è messo in movimento da una macchina a vapore di 1000 cavalli; nell'acciaieria si portò a termine il terzo forno Martin Siemens, a sola basica, e l'acciaio ottenuto essendo riuscito di qualità superiore a quella prodotta negli altri due forni a sola acida, si decise anche per questi di adottare la sola basica; infine si stabilì un laboratorio per la determinazione del carbonio degli acciai, ed un completo servizio di trasmissione a pressione d'acqua a 45 atmosfere per elevatori.

Lo Stabilimento Tardy e Benec di Savona, con opportune macchine per il finimento delle rotaie, si pose in grado di ottenere in 24 ore una produzione di 600 rotaie di tipo normale, corrispondenti al peso di 194,400 chilogrammi. Nell'acciaieria si costruirono sei forni, di cui quattro furono subito posti in attività insieme ai due preesistenti. I sei forni in attività sono a sola acida, e per gli ultimi due erasi stabilito di adottare la sola basica. Ognuno dei nuovi forni è capace di produrre nelle 24 ore 80 tonnellate di acciaio. Inoltre venne impiantata sotto ampia tettoia (m. 120 per m. 21) la torneria degli assi delle ruote e dei cerchioni per le ferrovie; i materiali greggi sono fatti arrivare dall'estero, mentre si stanno provvedendo altri vasti locali per le fucine, i laminatoi ed i magli occorrenti alla fabbricazione dei materiali suddetti.

*

Nella relazione per il distretto di *Milano* dell'Ing. V. Zoppetti si leggono utili ragguagli sulle ulteriori ricerche del petrolio in Salsomaggiore e Salsominore, le quali si ridussero alla escavazione di pozzi a notevoli profondità, uno dei quali (cominciato con diametro di 0,30 e finito con diametro di 0,10), raggiunse 515 metri in 64 giorni di lavoro, ma non somministrò che 12 litri di petrolio al giorno spontaneamente, senza pompare. Il più profondo si è potuto spingere a metri 683, sorpassando così il pozzo del marchese Ferrari Castelli a Roverbella d'Orta nel Reggiano, che scavato già da molti anni, si considerava come il più profondo (m. 580). Il pozzo di Roverbella era stato fatto col sistema Kind, ed il lavoro durò quattro anni col costo di L. 200,000. Invece il pozzo di metri 683 venne compiuto in 93 giorni e non costò che il decimo di quella somma, in grazia del sistema di perforazione Canalese, usato modernamente con semplicità di organi e di impianto veramente notevoli. Si incontrò il petrolio a metri 148, a metri 275 ed a metri 490. Negli ultimi nove giorni di lavoro si ebbe petrolio in progressione crescente da 20 a 75 litri al giorno; ma per essere remuneratore se ne dovrebbe avere da 300 a 350 litri al giorno.

I gas gettano violentemente l'acqua fuori dal pozzo, e l'acqua salata gettata fuori si valuta a circa 12 metri cubi all'ora.

In generale si va a così grandi profondità nella speranza di trovare i gas, i quali, proiettando fuori le acque, permettono al petrolio di farsi strada e di venire spinto in alto, senza bisogno di pompe.

Ad ogni modo, da tutte queste ricerche risulterebbe soltanto confermato per le località esplorate che il petrolio si mostra costantemente in uno stato di grande *diffusione* nei terreni terziari, e più particolarmente secondo una direzione parallela alla catena degli Appennini, e che vi è sempre concomitanza di manifestazioni di petrolio, di acqua salata e di gas. Da questa concomitanza l'Ing. Zoppetti ne deduce essere ragionevole ipotesi dell'*origine del petrolio* quella di ammettere l'esistenza nel suolo di depositi di salgemma contenenti carburi di idrogeno allo stato compresso, e che poi, discioltosi il sale per acque sotterranee, si sieno sviluppati i carburi d'idrogeno, in parte allo stato di gas, mentre una porzione di essi gas, per l'enorme pressione, si è trasformata in petrolio.

*

Dalla elaboratissima relazione per il distretto di *Roma* dell'ingegnere L. Demarchi, rileviamo che nell'acciaieria di Terni si aggiunse uno stretto idraulico di 6000 tonnellate per la centinatura delle corazze. un secondo forno rotativo, un quinto compressore ed una sega a freddo; e s'era intrapreso l'impianto di un torchio da fucinare; col'aggiunta di un terzo tubo al sifone delle Marmore si accrebbe pure il numero dei motori, in modo da portare la forza motrice a 8900 cavalli fra l'acciaieria e la fonderia. Tenuto conto della nuova spesa di un serbatoio di 117000 metri cubi per la decantazione dell'acqua motrice, che per essere impura danneggiava di troppo le turbine, il costo totale dell'acquedotto colle distribuzioni e macchine motrici salì a L. 3,538,000 circa, ossia a L. 397.50 per cavallo montato e conteggiato all'albero delle macchine.

Nel 1888 i prodotti dell'acciaieria e della fonderia ammontarono a 77360 tonnellate del valore di L. 19,334,603 con un aumento, rispetto al 1887, di 23307 tonnellate, ossia in valore, di quasi 6 milioni di lire e con un utile industriale complessivo di oltre tre milioni e mezzo di lire; risultato molto soddisfacente se si confronta con quello dell'anno precedente.

Estesissima e ricca di utili dati è la parte della relazione riguardante le cave della provincia di Roma siccome quelle che hanno per scopo diretto la somministrazione dei materiali da costruzione per la capitale e la reciproca lotta di concorrenza. I prospetti statistici riassuntivi sono in certo modo una dimostrazione numerica dell'intensità della *crisi edilizia* dichiaratasi in Roma nel 1888. Si passa bruscamente da L. 5,233,080 a L. 3,608,138 nel valore dei prodotti annui delle cave, e da L. 15,916,000 a L. 4,840,240 nel valore dei prodotti delle cave e fornaci dei dintorni immediati di Roma (12 chilometri di raggio dal Campidoglio). E diminuzioni analoghe si riscontrano nella quantità dei materiali dello stesso genere introdotti nel 1888 per la cinta daziaria di Roma.

Tra le cause di detta crisi che furono indubbiamente parecchie ed assai complesse, l'egregio ing. Demarchi annovera come principale la soverchia facilità colla quale le Banche e le Società, dette di sovvenzione, dopo essersi assicurato il possesso di grandi estensioni di terreni fabbricabili, cedevano tali terreni in lotti minori, ed accordavano il loro credito a nullatenenti, che allettati dalle facilitazioni, si rendevano acquirenti delle aree e diventavano costruttori, ponendo mano contemporaneamente ad un gran numero di fabbriche. All'elargito credito da parte delle Banche, tenne dietro la fiducia dei fornitori di materiali da costruzione; e poi si aggiunse la trascuratezza nei lavori per la soverchia fretta e la impazienza di accrescere il numero e l'importanza delle sovvenzioni con cui fare fronte alle spese generali, agli interessi, tasse di sconto, ecc.

Ma la puntualità nel pagamento delle cambiali non corrispose sempre alla confidenza con cui erano state accettate; e questo fatto divenuto

troppo comune non tardò a generare una diffidenza che si mutò in panico appena qualcuna delle principali case costruttrici, non trovando più negli sconti delle cambiali quella grande facilità, alla quale era abituata, dovette desistere dalle sue operazioni e dichiararsi in liquidazione. Di qui i gravi danni che ne seguirono per tutti coloro che erano interessati direttamente o indirettamente nell'industria edilizia, non escluse le Banche o Società sovvenatrici, contrariamente a quello che molti avrebbero creduto.

G. S.

NOTIZIE

Nuova condotta d'acqua potabile in Torino. — La Società per la condotta delle acque potabili in Torino, che attualmente porta in città la eccellente acqua tratta dalle sorgenti presso il torrente Sangone, nella quantità di litri 300 per minuto secondo, ossia di litri 74 per giorno e per abitante ove si calcoli sopra una popolazione di 350 mila abitanti, ha ora acquistato la vasta tenuta della *Favorita* in Valle Stura fra San Maurizio e Ciriè allo scopo di fare una nuova derivazione e portare in Torino altri 300 litri al minuto secondo. Gli egregi periti del civico Ufficio di igiene conclusero che la nuova acqua della *Favorita* ha buon sapore, è inodora, limpida, purissima e gode insomma degli stessi pregi dell'acqua derivata dal Sangone. Ond'è a far voti che abbia presto a vedersi eseguita questa nuova condotta d'acqua, la quale duplicando la quantità d'acqua potabile disponibile, permetterà a tutte le case, e particolarmente a quelle della periferia, di fare a meno dell'acqua meno salubre dei pozzi; mentre la nuova condotta d'acqua faciliterà grandemente la soluzione del problema della fognatura, senza che sia d'uopo di fare assegnamento in via normale sulle acque di pioggia, le quali in un bene ordinato sistema di fognatura a scolo naturale costituiscono un elemento perturbatore e conducono a soluzioni antigigieniche, ed a colossali errori tecnici ed economici.

G. S.

BIBLIOGRAFIA

Prof. PIETRO PINCHETTI. — **Manuale del fabbricante di stoffe.** — Com. Tip. C. Franchi di A. Vismara, 1890.

Il nuovo manuale che l'egregio ed instancabile prof. Pinchetti, professore di tessitura nel R. Istituto industriale e professionale di Como, ha testè pubblicato è un bellissimo volume di 98 pagine in grande formato. Esso è composto quasi esclusivamente di tabelle numeriche ed è indirizzato ai fabbricanti, direttori, agenti di maestranza, commessi, apprendisti, cioè alle persone che provvedono al disimpegno delle mansioni inerenti alla fabbricazione delle stoffe in genere, ed in specie a quelle di seta. Il titolo stesso indica lo scopo di questo lavoro cioè di « presentare in poche tabelle numeriche un mezzo facile per risolvere con prontezza e precisione i molteplici quesiti che di frequente si richiedono nelle operazioni ordinarie di un fabbricante ».

Il manuale consta di 15 *Pronuarii*, i quali sono preceduti da quattro tabelle concernenti i titoli della seta e del cotone e il grado di restrizione di alcune catene.

1. *Pronuario*; Disposizione dell'ordito;
2. *Pronuario*; Peso, titolo e riduzione della trama;
3. Disposizione dell'ordito e della trama;
4. Peso delle portate d'ordimento;
5. Disposizione dei tessuti di seta;
6. Rendita delle sete tinte;
7. Costo delle sete dopo la tintura;
8. Pel calcolo del costo preventivo dei tessuti di seta;
9. Peso al metro dei tessuti;
10. Costo delle stoffe basato sul peso;
11. Disposizione dei tessuti, con filati di titolo o numero chilogrammetrico;
12. Disposizione dei tessuti di cotone, con filati di titolo inglese;
13. Disposizione dei tessuti di cotone con filati di titolo francese;
14. Titoli antichi dei filati e loro equivalenti nel sistema chilogrammetrico;
15. Costo delle stoffe basato sulla misura.

L'uso di queste tabelle è spiegato con opportuni e chiari esempi numerici, talchè chiunque può imparare a servirsene in brevissimo tempo e con tutta facilità. Non è chi non veda la convenienza e l'utilità di un simile lavoro, che è compilato con tutta diligenza e stampato con caratteri nitidissimi. L'impiego di tabelle numeriche, che ci dispensino dal fare computi anche semplicissimi, oltre a procurare un grande risparmio di tempo, ci dà una garanzia molto maggiore di esattezza. Perciò non può mancare a questo nuovo lavoro del prof. Pinchetti quella favorevole accoglienza, da parte dei tessitori, che già hanno avuta le precedenti sue opere.

A. GALASSINI.

