

## L'INGEGNERIA CIVILE

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

*Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.**È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.*

## SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

## ALCUNE NOTE

## RIGUARDANTI LA FORMA E LE DIMENSIONI

DEGLI

## ARCHI IN MURATURA A TRE CERNIERE

Fra i diversi tipi di struttura gli archi, specialmente se in muratura, possono caratterizzarsi come solidi a fibra curvilinea piana destinati a lavorare prevalentemente a compressione sotto gli sforzi esterni a cui vengono sottoposti.

L'arcata di un ponte in muratura, ben progettato e ben costruito, subisce in effetti in tutti i punti delle sezioni normali alla fibra media degli sforzi di compressione ai quali le pietre e le malte oppongono resistenze notevolissime.

Fino al giorno in cui l'impiego dei metalli nelle costruzioni divenne di uso comune, era pertanto naturale che i costruttori, limitati all'uso dei materiali litoidi, ricorressero a quei sistemi che utilizzavano la più notevole resistenza di tali materiali. Nessun concetto esatto però avevasi allora sulla natura degli sforzi e sui loro limiti ammissibili e gli archi in genere venivano considerati come composti di cunei rigidi dei quali bastava assicurare l'equilibrio.

Più tardi, con l'introduzione del ferro e dell'acciaio nella costruzione dei ponti, si ricorse anche ad altri sistemi, e quelli in cui il materiale lavorava a flessione (sistemi non spingenti o travate) e quelli in cui il materiale lavorava a trazione (sistemi spingenti all'indietro o ponti sospesi) trovarono largo impiego.

Nelle opere più ardite però le forme ad arco non furono in tale periodo dimenticate. Si notò che esse presentavano maggiore rigidezza, migliore forma decorativa e che i vari elementi erano capaci di fornire maggiore resistenza quando la forma o le sezioni delle membrature erano tali da escludere il pericolo di flessione.

I ponti murali però restarono nella prima metà del secolo XIX in poco onore; ma più tardi arditi costruttori e valorosissimi ingegneri ripensarono a trar partito dalla resistenza a compressione delle pietre, tutt'altro che trascurabile, e di quella di talune malte che la tecnica perfezionata metteva a disposizione del costruttore e, per le opere monumentali in ispecie, ricominciarono gli studi per la co-

struzione di ponti in muratura di corda eccezionalmente grande.

A parte ogni considerazione d'altro ordine, sembra che una struttura lavorante a compressione, in cui il carico permanente sia assolutamente prevalente su quello accidentale, in cui le differenze di temperatura siano in tutta la massa meno risentite che nelle costruzioni in ferro, debba presentare vantaggi fortissimi. E ciò a non voler tener conto del deperimento continuo a cui vanno soggette le opere metalliche sotto l'attacco degli agenti atmosferici.

La tecnica semplificò di molto le difficoltà inerenti alla costruzione dei grandi ponti murali: abbandonò la struttura in grossi conci e si attenne alle murature incerte, usò la costruzione per cordoli, impiegò malte più resistenti ed a presa più rapida, adottò dimensioni minori per lo spessore dell'arco, ridusse al minimo le deformazioni al disarmo, usò metodi semplicissimi (martinetti, sacchi o cilindri di sabbia, ecc.) per tale delicata operazione; in modo che oggi può dirsi che le difficoltà per le costruzioni di archi in muratura siano limitate a quelle per la costruzione di una centina indeformabile.

Le migliori teorie pel calcolo della forma e delle dimensioni degli archi non sono nè semplici nè inappuntabili.

La teoria classica della curva di pressione ha ormai fatto il suo tempo e può solo servire per un esame grossolano delle condizioni di stabilità di un arco; essa non ci permette di trovare i centri di pressione in chiave ed ai giunti di nascita e di fissare perciò la posizione della curva di pressione, che mediante ipotesi più o meno accettabili; non ci permette in nessun modo l'esame della forma migliore da dare all'arco.

Maggiore affidamento dà la teoria per cui gli archi in muratura vengono assimilati ad archi elastici incastrati alle nascite. Questa teoria però si basa sulla ipotesi che i centri delle sezioni alle nascite mantengano assolutamente inalterata, sotto l'azione dei carichi, la loro distanza orizzontale e la loro differenza di livello.

Ora, se per poco si ammette che le deformazioni elastiche o permanenti alle nascite di un arco in muratura e di un arco in ferro fossero eguali (e spesso dipendono dalla forma e dalla natura delle spalle e dalle fondazioni, sono cioè indipendenti dalla struttura dell'arco) si vede facilmente come l'aumento negli sforzi interni dell'arco può essere trascurabile in una struttura metallica ove la resistenza unitaria del metallo è rilevantisima e non esserlo affatto in

una struttura lapidea ove la resistenza a compressione è sempre molto più bassa e quella a trazione quasi trascurabile (\*).

Allo scopo di far sparire dalla teoria le incertezze di cui sopra e di rendere ad ogni modo indipendente l'arco dalle deformazioni (elastiche o no) delle spalle, si è in quest'ultimo quarto di secolo cercato di venire realizzando nel miglior modo possibile la costruzione di archi a tre cerniere (\*\*).

Si raggiungono in tal modo i seguenti vantaggi:

a) Dato un arco è possibile calcolare per un determinato sistema di carichi e con ogni esattezza il sistema di sforzi in esso agenti;

b) L'arco, liberamente dilatabile, non risente sotto forma di variazione negli sforzi, le variazioni di temperatura;

c) È possibile studiare con qualche approssimazione la forma migliore da dare alla fibra media per un determinato sistema di carichi e lo spessore da assegnare alla chiave ed ai diversi giunti;

d) È possibile ridurre, per determinati sistemi di carichi, gli sforzi a soli sforzi di compressione, eliminando quelli di flessione e di taglio;

e) È possibile pertanto raggiungere la massima economia.

I. — Esaminiamo quale forma conviene dare alla fibra media d'un arco a tre cerniere in rispetto all'economia di muratura.

Il risparmio di muratura può principalmente raggiungersi allora quando il momento flettente in ogni sezione è nullo, e quindi nullo lo sforzo di taglio, restando così l'arco sollecitato a sola compressione (\*\*\*)).

Può però costruirsi un determinato arco che risponda alle suindicate condizioni per determinate condizioni di carico, ma non può ottenersi generalmente che la fibra media coincida sempre con la curva di pressione; anzi, se tale condizione è raggiunta, ad esempio, per l'arco tutto carico, non lo sarà generalmente allorché il carico è parziale e si sposta rispetto alla corda.

Non possiamo pertanto studiare la forma della fibra media che per una determinata condizione di carico, e scegliamo, ad esempio, quella per cui l'arco è completamente scarico, o per meglio dire quando che su di esso non esista alcun carico accidentale.

(\*) M. GRECO, *Sull'applicazione della teoria degli archi elastici alle volte in muratura*. — « Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Palermo », 1904.

(\*\*) Dai primi tentativi coi quali si cercava di carcerare la curva di pressione dentro il terzo centrale dell'arco (M. LIEBRAND, *Ponti in pietra con giunti articolati*. — « Zeitschrift für Bauwesen », 1888) si è ormai ridotti alla realizzazione delle tre cerniere (Lo stesso autore, *Il ponte sul Neehar presso Neeckarhausen*. — Lo stesso giornale, 1903. Vedi pure « Ingegneria Civile », Anno 1903, pag. 273 e Tav. XVIII).

(\*\*\*) M. LEGAY, *Mémoire sur le tracé et le calcul des voûtes en maçonnerie*. — « Annales des Ponts et Chaussées », 1900.

Dato un mezzo arco (l'arco è supposto simmetrico), in cui siano A e B le cerniere, tra le quali è  $s$  la differenza di livello e  $c$  la distanza orizzontale,  $e$  lo spessore in chiave,  $h$  il sovraccarico permanente tradotto in altezza di mura-

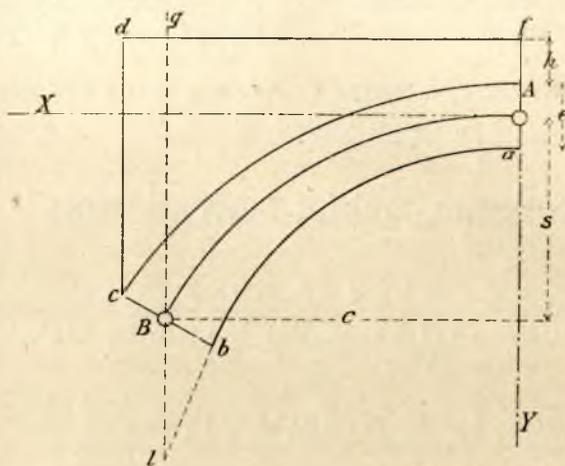


Fig. 17.

tura, supporremo in questo nostro esempio che sia costante ed uguale all'unità il peso specifico delle murature e che l'intradosso  $ab$  abbia forma parabolica. La volta è supposta avere un metro di larghezza.

Per semplicità di calcolo, mantenendo inalterata la posizione delle due cerniere A e B, alla figura  $abcd$  sostituiamo l'altra  $algf$ , che se ne scosta di poco, specie se l'arco è ribassato, e che in ogni caso ci dà un momento spingente maggiore.

Prendendo per assi coordinati la verticale e l'orizzontale che passano per la cerniera alla chiave, l'equazione della parabola d'intradosso è

$$y = \frac{e}{2} + \frac{x^2}{c^2} \left( s + k - \frac{e}{2} \right),$$

avendo chiamato  $k$  la quantità  $Bl$ . Ponendo:

$$a = \frac{s + k - \frac{e}{2}}{6c^2},$$

si ha:

$$y = \frac{e}{2} + 6ax^2.$$

Data la simmetria, la reazione orizzontale alla chiave è:

$$Q = \frac{1}{s} \int_0^c \left( h + \frac{e}{2} + y \right) (c-x) dx = \frac{c^2}{2s} (h + e + 6ac^2). \quad (1)$$

Dato ora un punto di coordinate  $x_1, y_1$ , il momento delle forze esterne a destra della verticale di esso punto può scriversi:

$$\begin{aligned} \mu &= Q y_1 - \int_0^{x_1} \left( h + \frac{e}{2} + y \right) (x_1 - x) dx = \\ &= \frac{c^2}{2s} \left( h + \frac{s+k}{6} + \frac{11}{12}e \right) y_1 - \\ &\quad - \frac{x_1^2}{2} \left[ h + e + \frac{x_1^2}{6c^2} \left( s + k - \frac{e}{2} \right) \right]. \end{aligned}$$

Se cerchiamo l'equazione della fibra media dell'arco con la condizione che essa si confonda con la curva di pressione, o luogo dei punti per cui è nullo il momento delle forze a destra, si ha, ponendo  $\mu = Q$ :

$$y_1 = \frac{s x_1^2}{c^2} \frac{h + e + \frac{x_1^2}{6c} \left( s + k - \frac{e}{2} \right)}{h + \frac{s + k}{6} + \frac{11}{12} e} = \frac{s x_1^2}{c^2} \frac{h + e + a x_1^2}{h + e + a c^2} \quad (2)$$

La quale, come poteva prevedersi, dà:

$$\begin{aligned} \text{per } x_1 = 0 & \quad y_1 = 0 \\ \text{per } x_1 = c & \quad y_1 = s \end{aligned}$$

e la fibra media passa fra le due cerniere A e B.

Le formole (1) e (2) sono facilmente calcolabili, giacchè presuppongono solo la conoscenza della corda, della saetta, del sovraccarico permanente, dello spessore in chiave dell'arco, che impareremo a calcolare *a priori*. Però è ancora necessario conoscere la quantità  $a$ , e perciò la quantità  $k$ .

Dal triangolo  $b B l$ , ponendo (vedi appresso):

$$c b = \frac{e}{\cos(\widehat{c b . a f})}$$

si ha approssimativamente:

$$k = l B = \frac{\widehat{b B}}{\cos \widehat{b B l}} = \frac{e}{2 \cos^2 \widehat{b B l}}$$

L'angolo  $\widehat{b B l}$  può ritenersi approssimativamente eguale all'angolo della tangente alla curva di intradosso in  $l$  con l'orizzontale. E perciò:

$$\tan \widehat{b B l} = \left( \frac{d y}{d x} \right)_{x=c} = \frac{2}{c} \left( s + k - \frac{e}{2} \right)$$

$$\cos^2 \widehat{b B l} = \frac{c^2}{c^2 + 4 \left( s + k - \frac{e}{2} \right)^2}$$

$$k = \frac{e \left[ c^2 + 4 \left( s + k - \frac{e}{2} \right)^2 \right]}{2 e^2},$$

da cui

$$k = \frac{c^2}{4 e} + \frac{e}{2} - s - \frac{c}{4 e} \sqrt{c^2 - 8 s e},$$

e poi

$$a = \frac{1 - \sqrt{1 - 8 \frac{e}{c} i}}{24 e},$$

chiamando con  $i$  il rapporto  $\frac{s}{c}$ , cioè il doppio del ribassamento del nostro arco.

Servendoci in seguito i valori approssimati di tale quantità  $a$ , diremo che, ponendo per poco  $\frac{e}{c} = \frac{1}{20}$ , si ha:

$$c a = \frac{1 - \sqrt{1 - 0.4 i}}{1,2}$$

e quindi:

$$\text{per } i = \begin{cases} 0.087 \\ 0.176 \\ 0.268 \\ 0.364 \\ 0.466 \\ 0.577 \end{cases} \quad c a = \begin{cases} 0.0145 \\ 0.0299 \\ 0.0456 \\ 0.0626 \\ 0.0809 \\ 0.1025 \end{cases}$$

e con sufficiente approssimazione potremo ritenere:

$$c a = 0.177 i.$$

Trovata l'equazione della fibra media dell'arco, vediamo quale dovrebbe essere (con le anzidette condizioni di carico) la legge di variazione dello spessore, essendo  $e$  quello della chiave.

Qualunque sia la forma dell'arco ed il sistema di carichi supposto, descritto l'archivolto in modo che la sua fibra media coincida con la curva di pressione, le diverse sezioni dell'arco, normali alla fibra media, sono normali alla curva di pressione, le tangenti alla quale rappresentano in ogni punto in direzione la risultante parziale delle forze esterne. Ogni sezione è quindi sollecitata da un sistema di sforzi, la cui risultante è normale alla sezione stessa e baricentrica ad essa.

Se diciamo  $\alpha$  l'angolo d'una sezione qualsiasi con la verticale è  $Q$  la reazione orizzontale in chiave, la risultante delle forze esterne da un lato della detta sezione sarà  $\frac{Q}{\cos \alpha}$ , e se diciamo  $e_x$  lo spessore dell'arco alla sezione considerata, affinchè in ogni sezione sia costante lo sforzo unitario, dovremo porre:

$$\frac{Q}{e} = \frac{Q}{\cos \alpha e_x}, \quad \text{da cui } e_x = \frac{e}{\cos \alpha}.$$

È questa appunto una delle più comuni leggi con cui vengono estradossati gli archi in muratura (\*).

\*

Investighiamo ora quali sono i valori raggiunti dal momento flettente col variare della distribuzione del carico accidentale nell'arco più sopra indicato.

Ci fermeremo per ora a due ipotesi:

a) Supponiamo l'arco totalmente carico d'un peso uniformemente distribuito, tale da assimilarsi ad una altezza costante  $h_0$  di muratura dello stesso peso specifico.

È facile riconoscere che la reazione in chiave, sempre orizzontale, avrà allora il valore:

$$Q_0 = \frac{c^2}{2 s} (h_0 + h + e + a c^2)$$

e l'equazione della nuova curva di pressione sarà:

$$y_{,,} = \frac{s x^2}{c^2} \frac{h_0 + h + e + a x^2}{h_0 + h + e + a c^2}.$$

Il momento in ogni punto sarà dato dalla  $\mu = Q_0 (y - y_{,,})$ . Ora è facile vedere come sia sempre  $y_{,,} > y$ ; il momento avrà in ogni punto segno negativo e la curva di pressione

(\*) Potrebbe diminuirsi lo spessore della volta dalla chiave all'imposta qualora si costruissero le pareti frontali dell'arco con una certa scarpa.

per l'arco carico sarà interna a quella corrispondente al caso in cui l'arco fosse scarico.

Avendosi:

$$y'' - y' = \frac{s x^2}{c^2} \frac{h_0 a (c^2 - x^2)}{(h + e + a c^2)(h_0 + h + e + a c^2)}$$

ed il massimo di tale valore essendo raggiunto per:

$$x = c \sqrt{\frac{1}{2}} = 0.71 c,$$

il massimo valore di  $\mu$  è dato dalla

$$\mu = \frac{c^4}{8} \frac{a h_0}{h + e + a c^2}.$$

Se è  $R$  lo sforzo ammissibile pel materiale, dovrà soddisfarsi la relazione:

$$R = \frac{6 \mu_\alpha}{e_\alpha^2} + \frac{P_\alpha}{e_\alpha},$$

dove sono  $\mu_\alpha$  e  $P_\alpha$  il momento flettente e lo sforzo comprimente dovuto alle forze esterne per la sezione  $e_\alpha$  che fa l'angolo  $\alpha$  con la verticale.

Avremo perciò:

$$e_\alpha = \frac{P_\alpha}{2 R} + \sqrt{\frac{P_\alpha^2}{4 R^2} + \frac{6 \mu_\alpha}{R}}. \quad (3)$$

Potremo porre approssimativamente:

$$\frac{P_\alpha}{2 R} = \frac{e}{2 \cos \alpha}$$

giacchè deve essere:

$$e = \frac{Q_\alpha}{R}; \quad \frac{6 \mu}{R} = \frac{6 Q_\alpha (y'' - y')}{R} = 6 e (y'' - y'),$$

e quindi:

$$e_\alpha = \frac{e}{2 \cos \alpha} + \sqrt{\frac{e^2}{4 \cos^2 \alpha} + 6 e (y'' - y')};$$

per  $x = 0$  si ha:

$$e_\alpha = e;$$

per  $x = 0.71 c$ :

$$e_\alpha = \frac{e}{2 \cos \alpha_1} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{6 s a c^2 h_0 \cos^2 \alpha_1}{e(h + e + a c^2)(h_0 + h + e + a c^2)}} \right)$$

e per  $x = c$ :

$$e_\alpha = \frac{e}{\cos \phi}$$

essendo  $\alpha_1$  e  $\phi$  gli angoli dei giunti con la verticale rispettivamente per  $x = 0.71 c$  e  $x = c$ .

A titolo d'esempio diremo che se è  $c = m. 100.00$ ,  $e = m. 4.00$ ,  $s = m. 58.00$ ,  $h_0 = m. 1.00$ ,  $h = m. 2.00$ , lo spessore al giunto per cui è  $x = 0.71 c$  ( $\alpha = 38^\circ$ ) dovrà essere  $e_\alpha = m. 1.32 \times \frac{e}{\cos \alpha} = m. 6.71$ , mentre alla nascita per  $x = c$  è  $e_\alpha = m. 8.00$ .

b) Supponiamo che solo mezzo arco sia caricato da un peso uniformemente distribuito e paragonabile ad una altezza  $h_0$  di muratura. La reazione alla cerniera di chiave sarà allora inclinata e le due componenti di essa (verticale ed orizzontale), per il solo carico accidentale, saranno date (fig. 18) dalle

$$Q_v = \frac{c h_0}{4} \quad Q_h = \frac{c^2 h_0}{4 s},$$

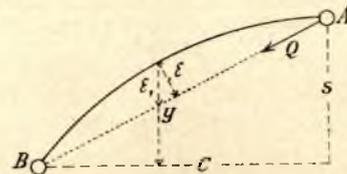


Fig. 18.

e la risultante dalla

$$Q = \frac{c h_0}{4 s} \sqrt{c^2 + s^2};$$

nel mezzo arco scarico il momento verrà dato dalla

$$\mu_1 = \varepsilon Q,$$

o meglio dalla

$$\mu_1 = \varepsilon_1 \frac{s}{\sqrt{c^2 + s^2}} Q = \varepsilon_1 \frac{c h_0}{4}.$$

Ora è

$$\varepsilon_1 = \frac{s}{c} x - \frac{s x^2}{c^2} \frac{h + e + a x^2}{h + e + a c^2}.$$

La ricerca analitica del massimo valore di  $\varepsilon_1$  ci porterebbe a formole troppo complicate, e pertanto riteniamo più utile riportare sulla corda i diversi valori di  $\varepsilon_1$  e trovarne graficamente il massimo, o meglio trovare direttamente il massimo valore di  $\varepsilon$  e quindi il valore di  $x$ , per cui è massimo  $\mu_1$  e poscia il valore di questo. È facile vedere come nel mezzo arco carico i valori assoluti del momento sono inferiori di quelli che si generano nel mezzo arco scarico, e pertanto, ottenuto  $\mu_1$  massimo, potrà dalla (3) dedursi il valore di  $e_\alpha$ , e, pensando che è

$$P_\alpha = \frac{h + e + a c^2}{\cos \alpha} \frac{c^2}{2 s} + \frac{c^2 h_0}{4 s} \cos \alpha + \frac{c h_0 \sin \alpha}{4} = \frac{e R}{\cos \alpha} + \frac{h_0 c^2}{4 s \cos \alpha} (\cos^2 \alpha + i \sin \alpha \cos \alpha - 2),$$

siccome il secondo termine è sempre negativo, potremo porre ancora:

$$\frac{P_\alpha}{2 R} = \frac{e}{2 \cos \alpha}.$$

Da quanto si è detto sarà facile vedere che la legge più conveniente per disegnare la forma ed assegnare la variazione dello spessore dell'arco sarà la seguente:

Si disegni la linea di intradosso dell'arco nella sua forma approssimata (circolare, parabolica, ecc.), la posizione delle cerniere e la linea dei carichi trasformati in altezza di muratura di costante peso specifico a partire dall'intradosso stesso, e si tracci il poligono funicolare che connette le forze date e di cui il primo lato orizzontale passi per la cerniera di chiave e l'ultimo per quella all'imposta. Poscia, prendendo a base la fibra media così ottenuta, si disegni l'arco con lo spessore variabile  $\frac{e}{\cos \alpha}$ , si segnino le due sezioni per cui i momenti  $\mu$  e  $\mu_1$  sono massimi con lo spessore che loro compete, secondo quanto si è detto, e quindi si segni l'arco raccordando opportunamente la sezione in chiave di spessore  $e$ , con le intermedie e con quella di nascita  $\frac{e}{\cos \phi}$ , curando che i nuovi profili d'intradosso e d'estradosso contengano al loro interno quello già segnato.

(Continua)

Inq. LORENZO CARACCILO.

## INDUSTRIA MINERARIA E METALLURGICA

## RIVISTA DEL SERVIZIO MINERARIO IN ITALIA NEL 1902 (1).

Dalla *Rivista Ufficiale* del Corpo Reale delle miniere sul servizio minerario italiano per il 1902, deduciamo, come al solito in ogni anno ed in breve riassunto, le notizie e dati statistici più importanti relativi alle vicende industriali dell'esercizio della stessa annata.

*Ricerche minerarie.* — Nel 1902 il numero dei permessi nuovi e rinnovati, accordati nel Regno, fu di 239 con una diminuzione di 90 sul numero corrispondente relativo al 1901. Nelle proroghe invece si ebbe, in confronto all'anno precedente un aumento di 81; così il numero totale dei permessi nuovi, rinnovati e prorogati fu di 493, numero pressochè uguale a quello avutosi nell'esercizio precedente. I permessi che prevalgono di gran lunga sugli altri sono quelli che hanno per oggetto la ricerca delle pirite, dei combustibili fossili, del solfo, del piombo e zinco e della grafite.

Nel distretto di Bologna, mentre non ebbero grande sviluppo i lavori interni nel permesso di Piavola (Forlì) per la scoperta del minerale solifero, si condussero invece con alacrità gli impianti esterni e si collocò, all'imbocco del pozzo d'estrazione, una nuova motrice di 45 cavalli. Nella ricerca di Campitello, situata in provincia di Forlì, tra le proprietà di Piaia e di Peticara, si ebbero risultati abbastanza soddisfacenti da far ritenere prossima per questa miniera solifera la dichiarazione di scoperta.

In Sicilia le ricerche di minerale solifero continuarono ad essere numerose e le esplorazioni nei territori di Barrafranca, di Recalmuto e di Naro diedero luogo all'apertura di 4 nuove solfate.

Le ricerche di petrolio, avviate già da tempo nella parte alta della valle del Salso, in provincia di Catania, furono continuate con molta attività, ed alla fine dell'anno si erano perforati 3 pozzi della profondità complessiva di circa m. 650.

Nella riviera di Levante (distretto di Carrara) si proseguirono le ricerche tendenti alla scoperta di calcopirite di pirite e di minerale di manganese; in quella di Ponente si ripresero le esplorazioni di antracite, più volte tentate ed abbandonate, nelle valli della Bormida, nelle regioni di Olano, Balestrei e Pietratagliata.

In Toscana le ricerche di mercurio di Cortivechie (Grosseto) furono spinte innanzi alacramente e produssero una certa quantità di minerale che venne fuso nell'officina appositamente costruita sul luogo.

A Lanzi (Pisa) la Società « The Etruscan Copper Estates Mines » riconobbe l'esistenza di un ammasso mineralizzato, contenente blenda e galena con antiofolite, e a Temperino incontrò una colonna mineralizzata di pirite e calcopirite con ganga di ilvaite.

A Poggio Orlando (Siena) venne riconosciuto lo strato solifero per una lunghezza di m. 65 in direzione e di m. 60 secondo l'inclinazione; ed il minerale ottenuto coi lavori di ricerca e di preparazione venne fuso in due forni, contenenti cadauno dieci storte, usando come combustibile la lignite della vicina miniera di Ligliano.

In Sardegna le esplorazioni che presentarono maggiore interesse furono quelle eseguite nei pressi della città di Alghero ove si rinvenne un ammasso calaminare in mezzo a calcari ritenuti giurassici. Il detto ammasso, nella parte che fu già scoperta, contiene oltre a mc. 500 di una ricchissima calamina.

Nel distretto di Milano vogliono essere menzionate le ricerche

di petrolio; fra i diversi pozzi quello aperto nella località Raglio del territorio di Travo (Piacenza). Durante la sua escavazione si incontrò il petrolio a diversi livelli ed alla profondità di m. 301 se ne ebbe un'abbondante manifestazione, tanto che colla pompa se ne estrassero in una giornata litri 2000. Ma giunti alla profondità di m. 303 si ruppe un'asta dell'apparecchio di percussione la quale, cadendo in fondo al pozzo, lo otturò in modo che alla fine dell'anno non si era ancora riusciti a riprendere il lavoro di perforazione.

Nel distretto di Torino i permessi maggiormente attivi furono quelli tendenti alla ricerca della grafite, nei quali la spesa per la mano d'opera raggiunse la somma di circa 45 000 lire.

Nel Veneto continuarono a Pelena (Vicenza) a maggiori profondità le ricerche di pirite di ferro sopra una lunghezza di circa m. 70 del filone riconosciuto superiormente, il quale trovasi mineralizzato da pirite di ferro quasi pura, col tenore in solfo del 47 al 48 per cento.

Le altre esplorazioni eseguite nel Regno non diedero ancora risultati tali da meritare di essere qui ricordate.

*Scoperte.* — Nel 1902 non fu emesso alcun decreto di dichiarazione di scoperta; però nel principio dell'anno fu comunicato all'Ufficio minerario di Iglesias il decreto del 24 dicembre 1901 con cui venne dichiarata scoperta una miniera di *piombo argentifero* nella località di Pubuxeddu (Iglesias).

*Concessioni e coltivazioni minerarie.* — Nel corso del 1902 si accordarono tre nuove concessioni, due delle quali di pirite di ferro e di rame, in circondario di Chiavari e più precisamente nelle due località di Ne'-Sestri Levante e Ne'-Maissana (Nascio Monte Bianco e Bardeneto Monte Capra); la terza in circondario di Cagliari per piombo e zinco nella località S. Miali (Iglesias).

Si accordò inoltre la riconcessione della miniera di *carbon fossile* a Tolmezzo (Udine) nella località Ovaro (Cludinico) e quella di *rame* a Lecco nella località Introbio (Cobio o Blandino).

Inoltre si accordò l'ampliamento di sei concessioni e per altre sei, state primitivamente rilasciate per minerali di piombo, si autorizzarono le coltivazioni anche per minerali di zinco. Le due miniere di rame, già revocate in circondario di Spezia e denominate « la Francesca » e « Monte Mesco » ebbero nuovi aggiudicatari.

In fine si revocarono, le concessioni di tre miniere: l'una di lignite a Città di Castello (Perugia), l'altra di rame a Fenis (Aosta), la terza al monte Lapano (Iglesias).

In conclusione ricordando che alla fine del 1901 erano in vigore 350 concessioni, si trova che al 31 dicembre 1902 esistevano 354 concessioni delle quali 233 attive.

*Fornaci ed officine.* — Gli esercizi di fornaci ed officine stati autorizzati nel 1902 sono in numero di 21 con una differenza in più di 4 su quelli autorizzati nel 1901. Sono essenzialmente cinque forni da laterizi nel distretto di Milano; tre forni da calce nei distretti di Bologna, Milano e Torino; 2 da gesso a Bologna e Milano; 2 da cemento e calce a Milano; notiamo ancora una fabbrica di materiali refrattari ed una di grès pure a Milano.

*Infortuni.* — Nel 1902 il numero totale degli infortuni avvenuti nelle *miniere* fu di 209 con 86 morti e 163 feriti. Ricordando che nel 1901 il numero degli infortuni fu di 246 con 126 morti e 183 feriti, se ne deduce che le condizioni di sicurezza delle miniere italiane risultarono più soddisfacenti. Il distretto che ha maggiormente contribuito a questo miglioramento è quello di Sicilia, sebbene non si possa ritenere che le lavorazioni minerarie di quell'isola siano oramai portate

(1) *Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio.* — Pubblicazione del Corpo Reale delle miniere. — 1 vol. in 8° di pagine CLXXXVII + 433.

a tal punto da far considerare probabile un continuo miglioramento per l'avvenire; che sulla via del progresso il passo è lento e stante l'approfondirsi del lavoro, si impone sempre più la necessità della prudenza e della sorveglianza affinché non abbiano a rinnovarsi quei disastri che per l'addietro mietevano tante vittime nelle solfate siciliane.

Gli infortuni avvenuti nelle *cave* durante il 1902 furono in numero di 71 con 53 morti e 42 feriti, onde verificossi una notevole recrudescenza avendosi un numero di morti più che doppio di quello avutosi nell'anno precedente. Certo, molti di questi infortuni sono dovuti a cause fortuite ed imprevedibili, altri invece traggono la loro origine da una cattiva condotta dei lavori. Prendendo in ispeciale esame le *cave* di marmo delle Alpi Apuane si trova che in esse si verificarono 22 infortuni con 11 morti ed 11 feriti; il numero degli operai essendo stato di 7162, il rapporto fra il numero dei morti è di 1,54 per mille, mentre nel 1901 era stato di 0,92.

*Caldaie e recipienti di vapore.* — Al 31 dicembre 1902 il numero delle caldaie a vapore esistenti nel Regno era di 26 126 e quello dei recipienti di vapore di 1 184 e così con aumento sull'anno precedente di 1 159 caldaie e 49 recipienti per cui si deve dedurre un notevole progresso nell'uso dei motori a vapore malgrado lo sviluppo sempre crescente che si verifica nella utilizzazione di forze idrauliche con impianti idroelettrici.

Nel corso del 1902 si rilasciarono, dietro esame, a 1 947 conduttori di caldaie, i certificati di idoneità, di cui 193 soltanto di primo grado e 1 754 di secondo grado.

Nel corso del 1902 ebbero luogo 4 accidenti; il primo su di una caldaia del tipo Cornovaglia-Lancashire nello stabilimento Fichera per la fabbricazione della liquirizia in Catania; le parti di essa caldaia furono lanciate per un raggio di circa m. 200 e lo scoppio venne attribuito non al mal governo di quella, ma agli assottigliamenti della lamiera del cilindro esterno, passati inosservati al perito che aveva fatto la visita interna pochi giorni prima del luttuoso avvenimento, il quale fu causa della morte di un operaio e di ferite più o meno gravi ad otto persone che passavano nelle vicinanze.

Il secondo infortunio fu causato da una fuga di vapore in un apparecchio surriscaldatore dello stabilimento di macinazione appartenente alla semoleria italiana Ravano Borzano e C. in Genova. Il fiotto di vapore che fu la conseguenza dello sfilamento di un tubo in uno dei due apparecchi surriscaldatori, uscendo insieme ad acqua e cenere, dalla parte del focolare investì il conduttore di una delle due caldaie, funzionanti alla pressione di 13 atmosfere ed il conduttore per le ustioni riportate dovette poco tempo dopo soccombere.

Il terzo accidente, che fortunatamente non diede luogo a disgrazie di persone, ebbe luogo di notte nella ferriera A. M. Sanguinetti, di Pontedecimo, per trascuranza dei conduttori, che lasciarono mancare l'acqua in una caldaia del tipo Cornovaglia onde ebbe luogo l'arroventamento e lo schiacciamento di tutti 7 gli anelli costituenti il focolare interno. Essendo stata subito intercettata la corrente dei gas provenienti da un forno a bollire ed utilizzati per il riscaldamento della caldaia, questa si raffreddò e rimase così scongiurato il pericolo d'uno scoppio.

Finalmente il quarto accidente, che come il terzo andò immune da vittime umane, consistè nello scoppio di un autoclave nella tintoria dei fratelli Poma in Andorno (Biella); scoppio dovuto allo scarso numero di chiavarde di cui il coperchio era munito, ed al fatto che le medesime non erano tutte egualmente in tensione.

\*

*Vicende industriali dell'esercizio 1902.* — Nel 1902 la quantità della produzione mineraria italiana fu di tonn. 4 853 284,

con una differenza in meno di tonn. 183 385 su quella avutasi nell'anno precedente. La diminuzione del valore fu assai più considerevole, poichè questo da lire 84 694 888 quale era stato nel 1901, discese nel 1902 a lire 77 965 597. A questa diminuzione contribuirono quasi tutti i principali minerali, mentre l'aumento verificatosi in alcuni minerali di secondaria importanza fu di poco rilievo.

Alla minor produzione di minerale corrispose un minor numero di operai, che nel 1901 era di 67 665 e nel 1902 discese a 63 270 con una differenza in meno di 4 395.

Premessi questi dati generali, passiamo ora alla solita breve rassegna delle condizioni in cui versarono nel 1901 i principali gruppi di miniere, distinguendoli come d'abitudine, secondo la natura e l'importanza dei prodotti ottenuti.

\*

*Solfo.* — La produzione del solfo greggio fu di tonn. 539 433 a cui devesi aggiungere tonn. 2 065 di solfo di sorgiva, del valore di lire 199 747, il quale venne posto in commercio così come fu estratto dalle miniere e tonn. 22 820 di minerale di solfo prodotto dalle miniere in provincia di Avellino, del valore di lire 959 850, messo in commercio dopo essere stato sottoposto alla sola macinazione. Ne consegue che la produzione totale riferibile al 1902 trovasi rappresentata da tonn. 564 318 del valore di lire 53 335 601 e così con una differenza in meno di tonn. 27 870 (circa il 4,70 per cento) sulla quantità del 1901 e di lire 1 727 504 ossia del 3,24 per cento sul valore. La diminuzione proporzionale sul valore fu minore di quella relativa alla quantità, poichè il prezzo medio del solfo greggio che nel 1901 era stato di lire 95,31 la tonnellata, continuò nel 1902 a salire e risultò di lire 96,72.

Per ciò che più particolarmente riguarda la Sicilia, la sua produzione fu di tonn. 510 332, del valore di L. 49 364 415, e quindi con una diminuzione, per rispetto al 1901, di tonnellate 27 283 ed in valore di L. 1 875 671.

La citata produzione di tonn. 510 332 di solfo si ottenne col trattamento di tonn. 3 329 370 di minerale, la cui resa, non tenendo conto del solfo proveniente da sorgive, fu del 15,27 per cento, con una lieve diminuzione su quella dell'anno precedente, che risultò di 15,36 per cento.

Dalle cifre del movimento avvenuto nei porti d'imbarco durante il 1902, si rileva che i depositi ai porti d'imbarco aumentarono nel 1902 di tonn. 28 611; ed al 31 dicembre 1902 essi dovevano essere in cifra tonda di tonn. 220 000; senonchè gli *stocks* in questione erano di almeno tonn. 100 000 superiori alla cifra sopra esposta. L'ingegnere delle miniere poté verificare che ciò dipende dal fatto che col solfo esportato trovasi mescolata una certa quantità di materie estranee (terra, sabbia, polvere, ecc., circa il 3,5 per cento del vero solfo); questo aumento di magazzino, del quale non erasi finora tenuto conto, accumulatosi per diversi anni, è oggi rappresentato dalle dette tonn. 100 000, e perciò, in base allo stato di fatto, vuolsi ritenere che al 31 dicembre 1902 gli *stocks* di solfo ai porti di imbarco erano di tonn. 320 000. È però da augurarsi che giungasi presto ad avere dei magazzini sistemati ed amministrati in modo da evitare delle miscele, che deprezzano il metalloide e ne discreditano il commercio.

I depositi esistenti presso le miniere devono essere diminuiti, al 31 dicembre 1902, di circa tonn. 10 000, tale essendo la differenza fra la quantità di solfo *abbassato* (tonn. 520 517) e quella di solfo prodotto (tonn. 510 332).

Nell'esportazione si verificò, nel 1902, una lieve ripresa, essendo essa salita a tonn. 479 706, mentre nell'anno precedente era stata di tonn. 471 373.

In quanto all'applicazione dei mezzi meccanici all'estrazione del minerale, vuolsi notare che nel 1902 entrarono in esercizio quattro nuovi pozzi e cinque piani inclinati, e che alla fine dell'anno si avevano in attività 41 pozzi e 35 piani inclinati.

La quantità di minerale estratto con mezzi meccanici fu di tonn. 1 360 470, cioè del 40,83 per cento dell'intera produzione, con un lieve regresso sulla simile percentuale (41,73) verificatasi nel 1901, ciò che si deve essenzialmente alla inattività durata la maggior parte dell'anno, della miniera Trabia, in causa dell'inondazione del sotterraneo, avvenuta in seguito ad una piena straordinaria del fiume Salso.

\*

In quanto ai processi *mineraturgici*, i forni a celle comunicanti continuarono a guadagnare terreno sugli altri mezzi di fusione del minerale, tanto che il solfo ottenuto coi detti forni riuscì superiore alla metà della produzione totale. E infatti la *quantità percentuale* di solfo ottenuta coi tre metodi nei tre ultimi anni risulta dal seguente prospetto:

	Calcaroni	Forni a celle comunicanti	Apparecchi a vapore
Nel 1900 . . . . .	40,04	47,60	12 —
» 1901 . . . . .	38,20	50,70	11,10
» 1902 . . . . .	33,54	53,62	12,84

Il trattamento, nei forni a celle, dei residui degli apparecchi a vapore, già menzionato nella precedente Relazione, continuò con buon esito nella miniera Cozzodisi e fu applicato in diverse altre miniere.

Anche il forno per la fusione diretta degli *sterri* (minerale minuto) diede risultati sempre più soddisfacenti, potendosi con questo forno, chiamato *Sanfilippo* dal nome del suo inventore, trattare gli sterri senza assoggettarli ad alcuna preparazione, ricavandone quasi tutto il solfo in essi contenuto ed ottenendosi, per mezzo di opportune valvole regolanti la combustione e quindi la temperatura, un prodotto che, per il suo colore, per la sua grana e per la sua purezza, può essere considerato come solfo raffinato.

La quantità di solfo raffinato in tutto il Regno, nel 1902, è stata di tonn. 127 483, e quella di solfo macinato di tonnellate 148 440, con una diminuzione, in confronto al 1901, di tonn. 13 948 per il primo e di tonn. 22 812 per il secondo, avvertendo che nelle dette tonn. 148 440 di macinato sono comprese tonn. 10 455 di solfo ramato, contenente in media il 3 per cento di solfato di rame.

\*

*Piombo, zinco ed argento.* — Nel 1902 continuò la discesa del prezzo del piombo e dell'argento; ebbesi invece un miglioramento nel prezzo dello zinco, come può dedursi dal seguente prospetto:

	Piombo	Zinco	Argento
Nel 1900 . . . . .	39,37 il quint.	47,78 il quint.	107,44 il kg.
» 1901 . . . . .	28,42 »	44 — »	95,71 »
» 1902 . . . . .	27,27 »	46,57 »	88,62 »

Le suaccennate diminuzioni nei prezzi del piombo e dell'argento non furono compensate dall'aumento verificatosi nel prezzo dello zinco, anche perchè questo aumento si accentuò verso la fine dell'anno. Quindi il valore complessivo della produzione dei rispettivi minerali da L. 21 826 706, quale era stato nel 1901, discese nel 1902 a L. 17 666 917. Anche nella quantità del minerale prodotto si ebbe una differenza in meno, essendosi ridotta da tonn. 179 714 nel 1901 a tonn. 174 716 nel 1902.

Quanto alle *fonderie*, la quantità di piombo prodotta negli stabilimenti di Pertusola e di Monteponi e nella piccola fonderia dell'Argentiera (Belluno) fu di tonn. 26 494, segnando un aumento di tonn. 698 su quella ottenuta nell'anno precedente; nel valore della produzione si ebbe invece una diminuzione di L. 1 636 623, dovuta al rinvilimento del prezzo del piombo.

Nella produzione dell'argento, fornito dalle fonderie di Pertusola e Monteponi, si verificò, in confronto ai risultati del 1901, un minor ricavo di kg. 2941 ed una diminuzione di valore di L. 710 704.

Le accennate produzioni di piombo e di argento furono ricavate dal trattamento di tonn. 44 920 di minerale di piombo argentifero, di tonn. 720 di minerali di argento provenienti dall'estero e di tonn. 1087 di scorie piombifere.

A Monteponi si continuarono le prove per il trattamento dei minerali di zinco, ciò che diede luogo ad una produzione di tonn. 184 di metallo, ricavate da tonn. 556 di calamina.

*Ferro.* — La produzione di minerali di ferro nel 1902 fu di tonn. 240 705, del valore di L. 3 835 066, cioè superiore a quella del 1901 di tonn. 8406 e di L. 162 338; essa venne per la massima parte fornita dalle miniere dell'Elba, dalla cui lavorazione rimase accertata l'esistenza di nuove quantità di minerale, non comprese nei calcoli precedentemente fatti al riguardo.

La produzione delle miniere lombarde subì una notevole diminuzione, essendo essa discesa da tonn. 14 449, quale era stata nel 1901, a tonn. 10 467.

L'esportazione del minerale elbano fu di tonn. 212 176 e risultò superiore di tonn. 29 217 a quella avutasi nel 1901. I paesi di destinazione furono, in ordine di importanza, come al solito, l'Inghilterra, l'Olanda e la Francia.

Gli *alti forni* in attività nel 1902 produssero tonn. 30 640 di ghisa, del valore di L. 3 022 378, con un aumento di tonnellate 14 821 e di L. 1 061 458 sulle cifre corrispondenti del 1901. La causa di quest'aumento risiede nell'essere stato posto in attività nell'agosto uno dei due alti forni costruiti a Portoferraio dalla Società affittuaria delle miniere dell'Elba. L'altezza dei detti alti forni è di m. 23,50 e ognuno di essi potrà dare una produzione giornaliera di circa tonn. 150 di ghisa. Per il riscaldamento dell'aria, che viene iniettata nell'interno dei forni a mezzo di sei ugelli per caduno, si hanno sette apparecchi Cowper, nei quali si utilizzano i gas degli stessi alti forni. L'aria viene riscaldata a 700°. I medesimi gas vengono in parte bruciati in due motori di 500 cavalli caduno con annesso maccchine soffianti, ed in parte servono per la produzione del vapore occorrente a diverse motrici, una delle quali, di 350 cavalli, pone in movimento quattro dinamo destinate per vari servizi (montacarichi, trasporto di scorie, illuminazione, ecc.).

Si hanno pure due batterie di forni a coke, di 52 forni ciascuna, che danno un eccellente coke metallurgico. Merita pure menzione un lungo e spazioso ponte in ferro che si inoltra nel mare e serve per ricevere da un lato il carbone, dall'altro il minerale. Onde si comprende che il nuovo stabilimento di Portoferraio segna un notevole progresso nell'industria siderurgica italiana.

La produzione delle ferriere ed acciaierie del Regno fu complessivamente di tonn. 271 919, del valore di L. 65 162 975, in confronto alle tonn. 304 039, del valore di L. 79 047 051, ottenute nel 1901.

\*

*Combustibili fossili.* — Non ostante l'ulteriore sensibile ribasso verificatosi durante il 1902 nel prezzo dei carboni esteri, discese da L. 31, quale era stato nell'anno precedente, a L. 26 per tonnellata, i lavori di esplorazione e di sfruttamento nei principali depositi di combustibili fossili nazionali furono continuati con persistente attività.

La quantità complessiva di antracite, lignite e scisto bituminoso, fornita dalle 44 miniere produttive, non corrispose forse all'importanza dei lavori eseguiti, nè al numero degli operai che vi furono occupati, superiore di oltre un centinaio

a quello dell'anno precedente. La produzione del 1902 risultò alquanto inferiore, essendosi limitata a tonn. 413 810, valutate L. 3 255 081, contro tonn. 425 614, del valore di L. 3 286 565, avutesi nel 1901. Nella totalità della produzione entrano tonnellate 1954 di antracite, tonn. 409 016 di lignite e tonn. 2840 di scisti bituminosi.

L'accennata diminuzione, dovuta alle miniere della Toscana e della Sardegna, sarebbe apparsa anche più notevole, se non fosse stata in gran parte compensata dalla maggiore produzione delle miniere di Spoleto, del Veneto e del Piemonte.

Le miniere della Toscana e specialmente quelle di S. Giovanni Val d'Arno, tuttoché abbiano fornito, come si è detto, una minor quantità di lignite, tengono sempre il primo posto tra le miniere italiane di combustibili fossili. La loro produzione, benché inferiore di oltre tonn. 10 000 a quella del 1901, che fu di tonn. 269 550, rappresenta pur sempre più del 60 per cento della intiera produzione. Vuolsi pure osservare che la diminuzione del prodotto fu abbastanza compensata dal più elevato prezzo, per cui il valore della suindicata produzione, di L. 1 778 229, risultò superiore di oltre 16 000 lire a quello dell'anno precedente.

Le miniere di Spoleto fornirono tonn. 110 515 di lignite, del valore di L. 884 120, superando così di tonn. 5746 e di L. 45 968 le corrispondenti cifre del 1901.

Le miniere della Sardegna limitarono la loro produzione a tonn. 29 663, valutate a L. 415 288, con diminuzione di tonnellate 10 000 e L. 136 000 sull'anno precedente. Nelle suindicate cifre sono comprese tonn. 264 di antracite, del valore di L. 3702, provenienti dalla miniera di Seui, la quale nel 1901 aveva prodotto tonn. 1350, del valore di L. 18 900.

Le miniere del Veneto elevarono la loro produzione a tonnellate 13 615, del valore di L. 171 664, con un aumento, rispetto al 1901, di circa tonn. 2000 e di oltre 40 000 lire; aumento in massima parte dovuto alla nuova miniera di Cludinico, in provincia di Udine, la quale fornì tonn. 1200 di antracite.

Nessuna produzione di lignite si ebbe dalle miniere del Piemonte, ma più che doppia risultò invece quella di antracite, la quale salì nel 1902 a tonn. 490, valutate L. 5780.

Nella produzione delle torbiere, che fu di sole tonn. 25 448, si verificò una diminuzione di circa il 10 per cento ed il valore discese a L. 380 544 contro L. 421 001 verificatosi nel 1901. Le torbiere del gruppo d'Iseo, in provincia di Brescia, sono sempre le più importanti del Regno, somministrando esse circa tre quarti dell'intiera produzione. Le altre torbiere della Lombardia, quelle della Toscana e del Piemonte mantennero presso a poco la produzione dell'anno antecedente; in quelle del Veneto essa risultò inferiore di oltre tonn. 2000 e di oltre L. 20 000 a quella del 1901.

La quantità di carbon fossile introdotta in Italia, che, dopo un lungo periodo di costante e progressivo aumento, aveva segnato nel 1901 un leggiero regresso, ha di nuovo ripreso il suo movimento in ascesa, favorito dall'ulteriore discesa dei prezzi, così da raggiungere la cifra di tonn. 5 406 069, superiore di circa tonn. 600 000 a quella dell'anno precedente.

Ad un aumento così notevole nella importazione dei carboni esteri corrispose un leggiero rallentamento nella fabbricazione dei combustibili agglomerati, la cui produzione complessiva risultò di tonn. 713 430, del valore di L. 23 285 150, mentre nell'anno precedente era stata di tonn. 754 800, del valore di L. 25 414 450. Gli agglomerati di carbonella vegetale entrano nelle suindicate cifre per 1902 con tonn. 18 930, del valore di L. 1 304 150, e così con tonn. 2430 e L. 153 400 più del 1901.

La fabbrica di formelle di lignite, impiantata nell'anno precedente per utilizzare il trito delle miniere di S. Giovanni Val d'Arno, incominciò a funzionare alquanto più regolarmente, migliorando ed aumentando la sua produzione di oltre tonnellate 2000 su quella del 1901.

L'aumento segnalato nel 1901 nella fabbricazione del gas-luce e dei prodotti secondari della distillazione del carbone, si accentuò nel 1902, essendosi avuti mc. 210 454 556 di gas, del valore di L. 38 686 901, contro mc. 198 564 276 e L. 37 049 628 avutesi nel 1901; conseguentemente si ebbero tonn. 498 765 di coke per un valore di L. 18 034 663 e tonn. 36 475 di catrame valutate L. 1 140 569, mentre le cifre corrispondenti nel 1901 erano per il coke tonn. 490 803 e L. 17 584 538; per il catrame tonn. 34 853 e L. 1 058 948.

Nella produzione delle distillerie del catrame del gas, per la minore attività delle distillerie del Piemonte, le quali ridussero ancora di un terzo la loro produzione, la quantità complessiva dei prodotti discese nel 1902 a tonn. 3633, del valore di L. 647 851, contro tonn. 4875 e L. 975 780 avutesi nel 1901,

La fabbricazione del coke metallurgico nell'officina di Savona risultò in continuo progresso, e tra i sottoprodotti provenienti dalla distillazione del carbone entrano per la prima volta tonn. 250 di benzolo, del valore di L. 100 000. Il valore complessivo della produzione di quell'officina nel 1902 è stato di L. 1 129 000.

\*

*Rame.* — La produzione dei minerali di rame fu nel 1902 di tonn. 101 142 del valore di lire 2 789 716 in confronto a tonn. 107 750 e lire 3 404 853 avutesi nel 1901. Questa produzione è dovuta principalmente alle miniere della Toscana (tonn. 90 545) e in seconda linea alle miniere della riviera di Levante (tonn. 8 283).

A Boccheggiano si riuscì con potenti mezzi di educazione a liberare dalle acque i piani più profondi della miniera, rimasti inondata nel 1901 da una vena d'acqua a 45" di circa litri 20 al secondo, incontrata in una galleria e scavata nel permico.

Alla Fenice Massetana riuscirono molto proficui i cantieri di scavo aperti nelle concentrazioni metallifere nella regione del tetto al di fuori del filone.

Le fonderie ed officine del rame segnarono nel 1902 un lieve aumento tanto nella produzione in pani quanto in lavori, essendosi ottenute tonn. 10 230 invece di tonn. 9 639. I valori corrispondenti furono di lire 20 363 146 e lire 21 609 685; cosicché il valore unitario risultò nel 1902 in notevole diminuzione.

\*

*Mercurio.* — L'ammontare complessivo del minerale estratto risultò di tonn. 44 261 del valore di lire 1 234 158 contro tonnellate 38 614 e lire 1 503 100 avutesi nel 1901. La produzione venne quasi interamente fornita dalle miniere del Siele, del Cornacchino, delle Solforate e dell'Abbadia San Salvatore, alle quali per una piccola quantità va aggiunta la ricerca di Cortivecchie.

Da detto minerale si ricavarono tonn. 259 di mercurio del valore di lire 1 554 000, ciò che corrisponde ad un rendimento ai forni di kg. 5,85 per tonn., mentre tale rendimento era stato, nel 1901, di kg. 7,20 per tonn.

*Minerali diversi.* — La quantità degli altri prodotti minerali d'importanza minore dei precedenti raggiunge complessivamente la somma di lire 6 533 715, inferiore di oltre lire 600 000 a quella del 1901, la quale diminuzione vuolsi in parte attribuire alla scemata produzione di alcuni minerali ed al deprezzamento subito da taluni altri.

Fra tali prodotti vengono per ordine d'importanza:

la *pirite di ferro*, la cui produzione superò le tonnellate 93 000, segnando così ancora un aumento sulla corrispondente cifra del 1901, che era stata la più alta finora registrata nelle statistiche italiane, ma il cui valore, per il forte deprezzamento subito dalle pirite della Liguria e da quelle della Val d'Aosta, le quali rappresentano oltre un terzo dell'intera pro-

duzione, si è ridotto a lire 1 565 932, inferiore di oltre lire 200 000 a quello dell'anno precedente;

l'*acido borico*, la cui produzione raggiunse le tonn. 2 763 con aumento di oltre tonn. 200, ma il cui valore di lire 884 160 subì una diminuzione di circa lire 88 000 rispetto all'anno precedente, essendochè il prezzo unitario che era di lire 380 nel 1901, cadde nel 1902 a lire 320 per tonnellata;

il *petrolio*, la cui produzione ascese a tonn. 2 633 ed a lire 778 163 con un aumento di tonn. 387 e di oltre lire 107 000 sulle cifre dell'anno precedente, aumento interamente dovuto ai pozzi di Montechino in provincia di Piacenza;

le *rocce asfaltiche*, per le quali perdurando la crisi economica della Germania, principale acquisitrice degli asfalti siciliani, ebbero una forte diminuzione, attalchè dalle miniere siciliane furono estratte appena tonn. 38 722, valutate lire 580 830, con diminuzione di circa tonn. 37 000 e di lire 548 220 sulle cifre corrispondenti del 1901, e dalle miniere dell'Abruzzo il quantitativo estratto restò inferiore di oltre tonn. 3000 a quello del 1901 che era stato di tonn. 28 811, mentre la *roccia bituminosa*, che oltre quella asfaltica estraesi nelle miniere dell'Abruzzo, è rimasta in quantità presso a poco eguale a quella dell'anno precedente, ma con un aumento nel valore che risultò superiore di circa lire 5 000 a quello del 1901. Alla minore attività delle miniere asfaltiche fece per altro riscontro una maggiore produzione delle officine per l'elaborazione degli asfalti e dei bitumi, i cui prodotti ammontarono complessivamente a tonn. 33 704 del valore di lire 969 618, contro tonnellate 31 861 del valore di lire 897 108 avutesi nell'anno precedente, aumento però unicamente dovuto ad una maggiore quantità di asfalto in polvere prodotto dalle officine della Sicilia.

le *acque minerali*, provenienti dalle concessioni accordate nelle provincie di Parma e Piacenza, la cui produzione di tonn. 30 813 del valore di lire 410 278 risultò inferiore a quella del 1901 di tonn. 68 e di lire 408;

il *salgemma*, che per la maggiore quantità estratta dalla miniera demaniale di Lungro, e per il più alto prezzo attribuito ai prodotti delle miniere siciliane, segnò una produzione di tonn. 23 677 del valore di lire 382 638 e quindi un aumento di tonn. 623 e di lire 32 152 su quella del 1901;

il *sale di sorgente*, la cui produzione discese a tonnellate 10 581 del valore di lire 300 534, con una differenza in meno di tonn. 109 e di lire 7 912 dovuta per intero alle miniere del Volterrano (1);

i *minerali misti* (contenenti piombo, zinco e rame) provenienti dalla Toscana, la cui produzione salì notevolmente, e cioè a tonn. 18 000 da tonn. 10 000, mentre il rispettivo valore venne a risultare più che raddoppiato, avendo raggiunto la cifra di lire 360 000;

il *ferro manganese*, i cui minerali forniti dall'unica miniera del Monte Argentario, esistente in Italia, sono in continua diminuzione, essendosi ridotta la produzione a tonnellate 23 113, inferiore di oltre 1000 tonn. a quella del 1901 e per un valore di lire 286 601 contro quello di lire 301 196 avutosi nell'anno precedente

l'*antimonio*, i cui minerali si ridussero nel 1902 a tonnellate 6 116 del valore di lire 258 386, contro tonn. 8 818 a lire 342 565 avutesi nell'anno precedente: diminuzione interamente dovuta alle miniere di Cetine o Rosia in provincia di Siena, essendo rimasta pressochè invariata la produzione delle miniere di Sardegna;

(1) Le saline marittime, invece, fornirono oltre tonn. 22 000 di sale e circa lire 188 000 in più dell'anno precedente, e precisamente tonn. 424 239, valutate lire 2 873 954. A determinare tale aumento concorsero tutte le saline del Regno, ad eccezione di quelle della Sardegna, la cui produzione diminuì invece di tonn. 11 554 e di lire 51 161.

la *grafite*, la cui produzione di tonn. 9 210 del valore di lire 179 670 è riuscita inferiore di tonn. 1 103 e di lire 116 385 a quella dell'anno precedente, diminuzione interamente dovuta alle miniere del Piemonte, mentre la miniera di Rio Siogna in Liguria aumentava la sua produzione da tonn. 673 a tonnellate 1 120;

il *manganese*, i cui minerali arrivarono nel 1902 a tonnellate 2 477 del valore di lire 103 740, e così con un aumento del 14 per cento nella quantità e del 25 per cento nel valore, aumento interamente dovuto alle miniere della Sardegna, la cui produzione fu più che raddoppiata, mentre per le miniere della Liguria, principali fornitrici di tale prodotto, continuò il periodo di minore attività, iniziatosi nel 1901 a causa delle difficoltà dei trasporti e delle limitate richieste di quei minerali siliciosi

l'*allumite*, che vide in quest'anno quasi raddoppiata la sua produzione, avendo raggiunto le tonn. 8 200 per il valore di lire 61 500;

i *gas idro-carburati*, ottenuti dai pozzi del petrolio e del sale di sorgente delle provincie di Parma e Piacenza, nella quantità di mc. 1 519 703, cui fu attribuito il valore di lire 56 840, con un aumento sull'anno precedente di mc. 168 782 e di lire 4 907;

l'*oro*, i cui minerali raggiunsero nel 1902 la cifra di tonnellate 1 215 del valore di lire 51 348, superando di tonn. 325 e di lire 10 748 la produzione dell'anno precedente. Con tutto ciò la produzione del metallo subì un'ulteriore diminuzione rispetto all'esercizio precedente, poichè da kg. 4 del valore di lire 14 261 discese a kg. 0,754 fornita dall'unica officina rimasta attiva in Piemonte, essendo cessata affatto la produzione di oro metallico avutasi per l'addietro nell'officina di Pertusola in Liguria.

\*

*Prodotti chimici industriali.* — Fra questi prodotti vengono naturalmente in prima linea l'*acido solforico*, i *perfosfati* ed il *solfato di rame*, la cui produzione rispetto a quella dell'anno precedente risulta dal seguente specchio:

	1901		1902	
	tonn.	lire	tonn.	lire
Acido solforico . . . . .	235 172	8 945 038	252 139	9 191 448
Perfosfati e concimi diversi . . . . .	378 774	25 770 821	404 537	28 000 750
Solfato di rame . . . . .	15 374	8 789 005	14 601	7 603 300

dalle quali cifre, mentre rilevasi una ripresa nella produzione dell'acido solforico e dei perfosfati, risulta invece una diminuzione di quasi 8 mila quintali in quella del solfato di rame. È bensì vero che anche l'importazione di questo prodotto fu notevolmente inferiore a quella del 1901 (quintali 251 065 di fronte a quintali 320 584); ma poichè il consumo eccede sempre di tanto la produzione nazionale, non s'intende la ragione del regresso di questa. Devesi dunque ritenere, che il passo indietro verificatosi nel 1902, sia dovuto a cause affatto accidentali, e che per l'avvenire i fabbricanti italiani di solfato di rame continuino nella via di progresso seguita negli anni precedenti, fino al punto da potere completamente vincere la concorrenza dei produttori esteri.

In quanto agli altri prodotti chimici più importanti, il cui valore ha superato un milione di lire, ebbero una notevole diminuzione nella produzione della *biacca*, della *dinamite* e della *balistite*; ebbero invece un forte aumento per il *carburo di calcio*, la cui produzione da quintali 96 000 del valore di lire 2 880 000 ottenutasi nel 1901 salì a quintali 154 250 del valore di lire 3 956 290.

\*

*Cave e fornaci.* — Sebbene la statistica delle cave e delle fornaci non si ripeta tutti gli anni nondimeno tenendosi conto

dell'andamento e dell'importanza di lavori eseguiti nel corso del 1902, si è potuto constatare un aumento di lire 2 930 402, verificatosi nel valore totale dei prodotti delle cave, dovuto quasi per intero ai marmi, la cui produzione si accrebbe nel 1902, in confronto al 1901, di tonn. 29 317, del valore di lire 2 772 115. Quest'aumento cagionato da una forte richiesta, specialmente da parte dei paesi esteri, deve interamente riferire ai marmi delle Alpi Apuane, la cui produzione nel 1902 sali a tonn. 319 887 del valore di lire 14 394 915.

Al pari della produzione fu in grande progresso l'esportazione, la quale arrivò a tonn. 397 135, mentre nell'anno precedente non era stata che di tonn. 267 277. I principali paesi importatori sono sempre la Germania, la Francia, gli Stati Uniti d'America, l'Inghilterra, il Belgio e la Svizzera.

Riguardo alle *fornaci* riscontrasi nel valore totale dei loro prodotti una diminuzione di circa un milione di lire in confronto alla produzione (L. 120 232 220) verificatasi nel 1901.

\*

*Motori.* — Dalla statistica dei motori meccanici impiegati nelle miniere, nelle officine metallurgiche e mineralurgiche, nelle fabbriche di prodotti chimici industriali, nelle torbiere, nelle cave e nelle fornaci, si rileva che nel 1902 erano in attività:

N.	955	motori idraulici della potenza di	53 051	cav.-vap.
»	183	» elettrici	»	3 657
»	1191	» a vapore	»	48 819
»	165	» a gas	»	3 926
»	8	» a petrolio	»	32
»	1	» a benzina	»	18

N. 2503 motori della potenza compl. di 109 503 cav.-vap.

Confrontando questi dati con quelli corrispondenti del 1901 si rileva nel 1902 una diminuzione di 96 nel numero dei motori ed un aumento nella loro potenza di 6479 cavalli-vapore. La diminuzione si riferisce in particolar modo ai motori idraulici, e deve verosimilmente attribuirsi ad una parziale loro trasformazione in energia elettrica.

\*

*Relazioni speciali.* — Alla Relazione generale, che è opera di sintesi diligente dell'ispettore Lucio Mazzuoli, fanno seguito, come di consueto, le Relazioni speciali degli ingegneri preposti ai singoli distretti minerari, delle quali alcune si limitano per quest'anno alla metodica serie di tabelle e di dati statistici secondo i moduli a tutte comuni, ed a particolareggiate notizie d'ordine tecnico ed anche economico; altre aggiungono brevi monografie di fatti e di studi speciali compiuti dall'Ufficio del distretto nel 1902.

Così nella Relazione per il distretto di *Bologna*, l'ing. Enrico Camerano discorre della preferenza data dal commercio al solfo greggio dell'industria romagnola, e della concorrenza nei prezzi spiegata in questi ultimi anni dal solfo di Sicilia, nonché della nuova attività che va spiegandosi nello studio dei giacimenti e nelle ricerche, e del nuovo impulso che viene ad averne la produzione fra le miniere del Cesenate, specialmente per mezzo dell'educazione delle acque, drenaggi ed allacciamenti destinati al prosciugamento d'importanti e ricchi bacini minerari.

\*

La Relazione per il distretto di *Caltanissetta*, dell'ingegnere L. Dompé, è assai voluminosa. Vi si leggono interessanti dati sulle ricerche di *petrolio* nell'alto bacino del fiume Salso, a nord della città di Nicosia, in provincia di Catania, eseguite dalla Società francese dei petroli e delle perforazioni artesiane che ha sede a Parigi, con tre pozzi trivellati, dei quali il primo venne sospeso alla profondità di m. 148 per attivare

la perforazione del secondo, che pareva dare dappincipio migliori indizi, essendosi potuto pompare a m. 28 di profondità 270 litri di petrolio, e che alla fine del 1902 era arrivato alla profondità di metri 423, senz'altro risultato che qualche sviluppo di gas e leggero odore di petrolio, e per intraprendere la trivellazione di un terzo pozzo arrivato alla profondità di m. 76 negli ultimi tre mesi dell'anno.

Nella medesima Relazione si leggono alcuni particolari sullo scoppio di una caldaia del tipo Cornovaglia-Lancashire, avvenuto in Catania, nello Stabilimento Fichera per la fabbricazione della liquirizia, il 9 giugno 1902, con un morto ed otto feriti. La caldaia era di nuovo impianto nello Stabilimento Fichera, ma è risultato che essa era usata ed aveva subito il cambiamento del duomo, sebbene non risultasse alla Prefettura dell'esistenza di detta caldaia anteriormente al suo nuovo impianto.

Il suo diametro esterno era di metri 1,80; la lunghezza di m. 4,30; diametro dei tubi del focolare m. 0,63. Spessore delle lamiere in ferro, da mm. 10 a 12. Aveva subito il 5 aprile 1902 la prova idraulica ad atm. 8 1/2 ed una visita esterna il 19 maggio. Indicatori del livello, valvole di sicurezza, manometro, tutto era, da quanto è parso, in ordine; la caldaia pulita e l'acqua buonissima.

Lo scoppio avvenne verso le ore 16, in giorno festivo, essendo fortunatamente pochi gli operai nella fabbrica, e mentre erasi allontanato momentaneamente il conduttore, ed il governo della caldaia era affidato ad un semplice manovale, che rimase vittima dello scoppio.

Le varie parti della caldaia furono gettate tutt'intorno per un raggio di circa m. 200. Il duomo fu lanciato a sinistra, per chi guarda il camino, a m. 100 lontano e fuori dallo Stabilimento; a circa m. 150, e un po' a destra, fu trovata porzione del fondo anteriore con metà circa di due anelli del cilindro esterno; più a destra, ma a soli 30 m. circa, mostravasi contorto e lacerato quasi tutto il rimanente del detto cilindro, e sulla stessa linea, a circa m. 60, apparivano i due focolari rovesciati, nel senso di presentare il cielo in basso ed il cinerario in alto, uniti a parte dei fondi ed a qualche lembo del cilindro esterno rimasto adiacente alle chiodature. Finalmente, pressochè normalmente verso destra, a circa m. 200, giaceva un frammento di circa m. 0,45 x 30 di lamiera del cilindro esterno, il quale frammento, cadendo sul tetto di una piccola casa, lo aveva perforato.

Il manometro, che trovavasi ancora innestato sul tubo a sifone, aveva il segno di massima pressione ad atm. 5. Non pare che le valvole abbiano soffiato, sebbene in ordine, nè vi erano indizi di mancanza d'acqua. Unica causa probabile di esplosione l'insufficiente resistenza della lamiera in ferro del cilindro esterno, che apparve di qualità molto scadente per crudezza e tendenza a sfogliarsi, e che nello scoppiare fu addirittura squarciata nel suo involucro esterno con lunghe fenditure in piena lamiera. Cionondimeno è presumibile che lo scoppio non sarebbe avvenuto se non fosse stato di sensibilissimi assottigliamenti presentati dalle lamiere del cilindro esterno, che ne ridussero lo spessore, comunque per tratti non molto estesi, dove a 7 ed a 6 mm., e dove, cioè presso il foro di scarico, a meno di mm. 3. In corrispondenza a tale sezione di minimo spessore presentavasi appunto una lacerazione, che è da ritenersi siasi prodotta per la prima, causando poi lo scoppio propriamente detto della caldaia.

In fine della sua Relazione l'ing. Dompé dà pure la descrizione accompagnata da disegno illustrativo, del forno a canali filtranti, sistema « Sanfilippo », per il trattamento degli sterri di minerale solfifero, i quali vennero applicati più largamente, nel 1902, alle miniere Sangioiannello (Comune di Casteltemini in provincia di Girgenti) dirette dall'inventore, continuando a dare, in pratica, sempre eccellenti risultati coi mi-

nerali delle predette miniere, anche se poveri. Il concetto, al quale si è informato il Santilippo, consiste nel procurare, per mezzo di canali attraversanti verticalmente la massa degli sterri in combustione, che l'aria calda circoli liberamente; questi speciali condotti, di sezione rettangolare, o quadrata, disposti a poca distanza tra loro, ed allineati quasi altrettanti pilastri entro le celle di un ordinario forno Gill, mentre rendono possibile la liquefazione del solfo, funzionano nello stesso tempo da tubi di drenaggio (l'inventore li chiama anzi « canali filtranti ») facilitando l'efflusso del solfo liquido in una camera di raccolta inferiore, il cui soffitto di separazione dalla camera di combustione trovasi attraversato dai canali anzidetti.

In quanto ai risultati ottenibili da codesti forni, l'ing. Dompé riservasi di darli nel rapporto dell'anno seguente, quando si avrà maggior copia di dati sperimentali.

\*

Nella Relazione per il distretto di *Carrara*, l'ing. C. De Castro accenna ad un'industria importante che da parecchi anni si esercita in Liguria, dove vanno aumentando i *molini di solfo* per la fabbricazione, previa macinazione, di solfo ramato per uso agricolo; ed a quella non meno importante che va da qualche tempo prendendo notevole sviluppo, della *macinazione del marmo* per utilizzare i detriti delle cave, ottenendosi di già un prodotto annuo di circa tonn. 13 mila di marmo in polvere, di diverse finzze, che viene impiegato nelle vetrerie, nelle fabbriche di acque gassose, nei brillatoi da riso, nei cotonifici, nelle fabbriche di fiammiferi e nei lavori edilizi per gli stucchi.

Nella Relazione per il distretto di *Firenze*, l'ing. P. Toso dà alcuni ragguagli su nuovi impianti messi nelle miniere elbane, quali: la funicolare inauguratasi nell'estate per la miniera di Rio Albano che dal cantiere Calendozio va al mare presso Capo Pero, con uno sviluppo di m. 875 ed un dislivello di m. 208, potendosi così con 24 vagoncini, fra andata e ritorno, a conveniente distanza l'uno dall'altro, far scendere al mare oltre a 300 tonnellate di minerale al giorno; ed il piano inclinato automotore, a doppio binario, della miniera di Calamita, dello sviluppo di m. 315 con un dislivello di m. 120 per far discendere al punto d'imbarco il minerale che si coltiva tra il Polverajo e la Punta Gialla.

Le miniere elbane, se hanno dato nel 1902 una minore produzione di minerale di prima categoria, ne hanno però data una ben maggiore in minerali di seconda categoria, la cui utilizzazione si è resa possibile coll'impianto in Italia di grandi alti forni. Il 4 agosto 1902 inaugurarono uno dei due alti forni di Portoferraio, capace di produrre giornalmente in media tonn. 200 di ghisa, e ne derivò che il consumo dei minerali di ferro delle miniere Albane cominciò ad essere in gran parte deviato dalle precedenti destinazioni per andare a Portoferraio, e più ancora tale deviazione sarà sentito quando verrà attivato il secondo alto forno che da diverso tempo è pur esso ultimato.

Negli ultimi sette mesi del 1902 sono state portate a Portoferraio tonn. 64 000 di minerale di ferro, comprese in esso tonn. 7 000 di seconda categoria (quarzoso e di scarto) esportate dalle miniere in quel periodo di tempo. Il resto è minerale di prima categoria, ma prelevato dai cantieri più scendenti e più poveri, giacchè i minerali ricchi si serbano per le vendite all'estero.

\*

Nella Relazione per il distretto di *Milano*, l'ing. L. Mazzetti ci ragguaglia sui lavori in corso di esecuzione per ricerche di *petrolio* nella località Raglio, dove, abbandonato il pozzo precedentemente iniziato, se ne incominciò un secondo sulla

sinistra del rio Fontana Cavalla, in Comune di Travo. La perforazione incominciò verso la fine di febbraio del 1902, col sistema canadese, e si è arrivati alla profondità di m. 303. Si ebbero manifestazioni di petrolio dopo 180 metri, accompagnate da forti emanazioni di gas, ed esse aumentarono oltre i m. 250, attalchè a metri 257 se ne raccolsero 150 litri, a m. 278 per diversi giorni se ne ricavarono 40 litri, a 293 una venuta improvvisa ne fornì 800 litri ed infine a m. 301 il petrolio sali nel pozzo per m. 50 e la pompa ne estrasse in una sola giornata 2000 litri. Ripresa la perforazione, il 22 ottobre, si era giunti a m. 303 di profondità e si perforava uno strato di calcare durissimo, quando disgraziatamente si ruppe una delle aste che portava l'apparecchio di percussione, e questo, a sua volta, cadendo, si ruppe in parecchi pezzi, nè fu possibile il loro ricupero, nè miglior successo ebbe il tentativo colla dinamite, onde il promettente sondaggio deve considerarsi come perduto. Sperasi tuttavia ancora di riprendere la perforazione più in alto, facendo deviare leggermente il pozzo dalla verticale.

Anche nella località *Gli Arconi* del Comune di Lugagnano Val d'Arda fu perforato un pozzo fino alla profondità di m. 339 con grandissima difficoltà, dovendosi in mancanza d'acqua, per far funzionare un motore a vapore, impiegare un motore elettrico con energia trasportata dalla limitrofa miniera Velleja. Le molteplici manifestazioni di petrolio incontrate facevano bene sperare, ma giunti a m. 339 si ebbero violentissime venute di gas e d'acqua che cagionarono continue irruzioni di fango nel pozzo e ne arrestarono l'ulteriore perforazione.

\*

Nella Relazione per il distretto di *Torino*, l'ing. Paolo De-Ferrari dà alcuni interessanti ragguagli su due officine di prodotti chimici che egli ebbe occasione di visitare nel corso del 1902, e cioè: le Officine della Società Italiana per lo zinco, che nello Stabilimento di via Sopergera in Torino produce esclusivamente ossido di zinco (bianco di zinco) ed in quello della Madonna di Campagna produce zinco metallico, ma specialmente diversi sali di bario; e l'interessante fabbrica della Società elettrochimica a Carema, presso Pont Saint-Martin, che entrò in attività dall'agosto 1902 e nella quale per ora si produce solo idrato di bario, ma si ha idea d'ingrandire lo Stabilimento con nuovi impianti per la fabbricazione di altri prodotti.

G. SACHERI.

## NOTIZIE

**Del modo e della necessità di rendere ininflammabile il legno.** — I primi tentativi di preparazione del legno collo scopo di renderlo incombustibile, o quanto meno incapace di ardere con fiamma, furono fatti quasi contemporaneamente in Francia ed in Germania.

Nel 1820 il chimico Fuchs suggerì di imbevverlo di *silicato di sodio* il legname destinato alla ricostruzione del teatro di Monaco. Nel 1821 il Gay-Lussac propose di ricorrere al *borace* ed ai *sali ammoniacali*, e più tardi altri sperimentatori proposero i *solfati metallici* (di rame o di ferro), *cloruri alcalini* e *alcalino-terrosi*.

Ma benchè il Gay-Lussac spiegasse fin dal 1821 il principio della ininflammabilità e indicasse molte sostanze ignifughe, il premio, che la Società d'Incoraggiamento di Parigi stanziava fin dal 1829 per l'invenzione di un processo pratico per rendere ininflammabili i tessuti ed il legno, non fu mai accordato, e solo nel 1880, in base ad un rapporto del Troost, la Società suddetta accordava un assegno di incoraggiamento al signor Martin per i suoi preparati ignifughi.

Oggi i materiali ignifughi si possono trovare correntemente in commercio e servono per preparare direttamente tessuti leggeri e carte; si possono anche trovare in commercio tele, garze, tulle, tessuti da

tende, ecc., resi ininflammabili mediante immersioni in soluzioni di solfato o di fosfato ammonico e d'altri composti.

Ma in quanto riguarda l'ignifugazione del legno, soggiunge il chiarissimo prof. L. Gabba, del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano, nel periodico *Il Politecnico*, la questione si presenta assai più grave, perchè le difficoltà da superare sono molto maggiori, e il risultato dipende unicamente dal modo di applicazione dei preparati ignifughi. Per comprendere la natura e l'importanza di queste difficoltà conviene richiamare un momento la composizione chimica del legno.

Il legno consta principalmente di celluloso e della cosiddetta materia incrostante, che salda le fibre fra loro, ed è composta di molte sostanze diverse organiche ed inorganiche; inoltre, quando il legno è umido, contiene la linfa, che è una soluzione acquosa di composizione assai complessa, e rappresenta il liquido nutritivo della pianta. Non appena il legno viene scaldato, ha luogo prima di tutto l'evaporazione dell'acqua contenutavi; aumentando la temperatura, le sostanze della linfa e quelle incrostanti si alterano e si decompongono, convertendosi in gas molto infiammabili, i quali bruciano con la più grande facilità a contatto dell'aria, propagando il fuoco all'ingiro, e la combustione non si arresta che quando l'intera massa del legno sarà ridotta in cenere.

Il problema di rendere il legno ininflammabile fu particolarmente studiato in questi ultimi anni in America. A New-York e in altre grandi città dell'Unione Americana sorsero stabilimenti per il trattamento del legno, onde renderlo ininflammabile, e alcune amministrazioni, per esempio la Marina Americana, prescrivono, nei capitoli d'appalto per la fornitura dei legnami la condizione che questi siano resi ininflammabili con un opportuno processo di imbibizione.

Perchè un processo di imbibizione possa dirsi efficace è necessario: 1° che sia capace di impartire la più grande possibile resistenza al fuoco; 2° che abbia pure un effetto conservativo del legno, in modo da assicurargli una durata superiore a quella del legno naturale; 3° che il costo del trattamento ignifugo permetta ancora al legno di sostenere la concorrenza cogli altri materiali di costruzione congeneri.

Inoltre è da desiderarsi che i preparati ignifughi non siano igroscopici, come lo sono in generale i cloruri di calcio, di magnesio, ecc.; che non abbiano a formare efflorescenze alla superficie del legname, o favorire lo sviluppo di muffe, per cui sono, a mo' d'esempio, da escludere il fosfato ed il solfato ammonico; e infine che non siano dotati di azione venefica, o favoriscano la corrosione del ferro e di altri metalli che sotto forma di chiodi, di viti, od altrimenti, vengono a trovarsi a contatto del legno.

Il Löchtin, che ha fatto numerose serie di esperimenti con questi indirizzi (*Dingler's Polytechnisches Journal* 1893), additò come preferibili l'allume e l'idrato di alluminio (precipitato mediante l'anidride carbonica da una soluzione di alluminato sodico).

Il dottor Sadtler raccomandò, nel 1903, alla « Society of Chemical Industry », di New-York, il solfato di alluminio, essendochè, quando il legno è imbevuto di una soluzione di solfato d'alluminio e comincia a sentire l'azione del calore, il sale stesso si decompone, abbandonando un residuo di ossido di alluminio, e questo composto, non possedendo conducibilità calorifica, oppone un ostacolo alla propagazione del calore e protegge così l'interno del legno. Le esperienze in corso di esecuzione nel Laboratorio di Chimica Tecnologica dell'Istituto Tecnico Superiore di Milano, sotto la Direzione del prof. L. Gabba, confermerebbero questi risultati.

Il dottor Sadtler prova nel seguente modo la superiorità, come ignifugo, del solfato di alluminio sul solfato ammonico. Pezzi di legno di eguale natura, forma e dimensioni, immersi nell'una o nell'altra delle due soluzioni, e dopo averli fatti sgocciolare ed asciugare all'aria, vengono esposti al dardo della fiamma di un becco Bunsen, ed a distanza tale che ogni pezzo di legno venga colpito dal vertice del cono interno della fiamma. Or bene la fiamma attraversa in meno di un'ora i pezzi di legno imbevuti di solfato ammonico, mentre quelli imbevuti di solfato alluminico resistono per ben sei ore.

La ragione di questo fatto non è meno interessante del risultato medesimo. Sotto l'azione del calore l'allumina, separandosi dal solfato viene ad avere un volume due volte e mezza o tre volte maggiore di quello del sale secco, da cui essa proviene. L'allumina, adunque mentre si isola, si espande e va a riempire gli spazi intercellulari del legno, ed il risultato è la formazione, per così dire, di una barriera compatta, incombustibile e non conduttrice, che, opponendosi all'azione delle fiamme, protegge il tessuto legnoso.

Il solfato ammonico, invece, agisce in tutt'altra maniera, essendochè il calore lo decompone con svolgimento di ammoniaca, la quale tende ad estinguere la fiamma. Ma quest'effetto, che è senza dubbio molto sensibile nei primi istanti, va rapidamente scemando, e riesce nullo non appena tutto il solfato ammonico si sarà volatilizzato. Onde il sale non crea che un passeggero ostacolo al propagarsi del calore per via di conducibilità ed alla carbonizzazione del legno.

Certamente nel fare codeste esperienze bisogna cercare di avvicinarsi più che sia possibile alle condizioni in cui può trovarsi un legno esposto ad una conflagrazione di incendio. E talvolta può darsi che il legno trovisi pure per qualche tempo esposto ad un forte calore senza il contatto diretto delle fiamme; può anche darsi che esso raggiunga perfino la temperatura della distillazione secca senza avere contatto colla fiamma. Ed un legname ben preparato contro l'azione del fuoco non dovrebbe, in seguito a questo preliminare riscaldamento, perdere la sua resistenza al fuoco quando venisse in contatto colla fiamma.

Passando poi dalle sostanze ignifughe al processo per rendere incombustibile il legno, è noto come esistano due vie sostanzialmente diverse: una è quella del rivestimento del legname con involucri od intonachi protettori, l'altra è quella dell'iniezione nella massa del legno di sostanze saline.

Quanto al primo sistema non occorre dire che esso può solo considerarsi come un ripiego, in specie per costruzioni esistenti, per il legname già lavorato e posto in opera; gli involucri suddetti non sono raccomandabili se non in quanto giovano a ritardare l'infiammazione del legno; ma la resistenza al fuoco degli strati di sostanze ignifughe spalmate alla superficie del legno è di brevissima durata, perchè essi prontamente si screpolano col calore.

Invece il legname iniettato o penetrato, più che è possibile, di sostanze ignifughe opportunamente scelte, presenta una resistenza al fuoco di gran lunga maggiore e di durata più che sufficiente per permettere il salvataggio delle persone e delle cose.

L'iniezione consiste oggi generalmente nel sottoporre dapprima il legname all'azione del vapore sotto pressione; in tal modo avviene una specie di lisciviazione, e al posto lasciato libero dalle sostanze che il vapore ha esportato si introducono le soluzioni ignifughe, che, penetrando in tutto lo spessore del legno e rimanendovi, lo rendono incombustibile. La penetrazione di questa soluzione è favorita da una rarefazione che si effettua dopo la vaporizzazione. Questa rarefazione ha per iscopo di facilitare la fase finale dell'imbibizione, cioè l'introduzione, nel recipiente che contiene il legno, della soluzione ignifuga sotto quella massima pressione che il recipiente è in grado di sopportare. L'alta pressione costringe pure la soluzione ad entrare nei pori del legno. Ma la penetrazione è nel fatto assai più lenta di quel che si possa presumere, ed invero con legni dolci dello spessore di tre centimetri esige mai meno di 30 a 36 ore per essere completa, e nei legni forti non è mai tale.

Con questo trattamento il legno guadagna di certo dal punto di vista dell'ininflammabilità, ma non guadagna nel riguardo della resistenza, la quale risulterebbe notevolmente affievolita. Nei Capitoli d'appalto per la fornitura dei legnami resi ignifughi, la Marina degli Stati Uniti ammette a questo riguardo una tolleranza del 30 per cento rispetto alla resistenza dei legnami naturali. Ma pare che con metodi perfezionati si possa arrivare a far sì che la diminuzione di resistenza sia notevolmente inferiore al limite di tolleranza del 30 per cento.

In conclusione, il chiarissimo prof. L. Gabba ritiene che il problema di rendere ininflammabile il legno si può oggi ritenere come risolto, segnatamente per opera degli Americani, i quali hanno fatto grandi

passi in questo indirizzo, e si può dire siano i creatori della nuova industria della ignifugazione del legno. E invero a New-York e Filadelfia esistono ora diversi stabilimenti, i quali attendono a tale industria, e molte amministrazioni pubbliche e private esigono che il legname, prima di essere impiegato nelle loro costruzioni, sia reso ininflammabile.

E l'esempio vuol essere segnalato ed imitato anche in Italia, dove è grandemente da desiderare che si organizzino questa nuova industria dell'ignifugazione del legno.

In Italia si è già iniziata ed avviata l'industria della preparazione delle traversine per strade ferrate e dei pali da telegrafo, onde acquistino maggiore resistenza all'azione dell'umidità e delle altre cause di deterioramento in seno al terreno.

Le due industrie hanno scopi diversi, ma identico è il materiale su cui operano, è quasi identico il macchinario a cui ricorrono; la differenza sta solo nella natura dei liquidi di cui il legno deve essere imbevuto. Il medesimo impianto può dunque servire, e da ciò deve pure trarre argomento a bene sperare che l'ignifugazione industriale del legname possa sorgere fra breve anche in Italia, dove dovrebbe pure venire prescritto che il legname da costruzione, sia per gli edifici pubblici, sia per le abitazioni private, debba essere preparato in modo da presentare la maggiore resistenza all'azione distruggitrice del fuoco.

E poichè si dice che il Governo sia intento a disciplinare con una nuova legge unica tutte le sparse norme che ora regolano la costruzione dei teatri ed il loro esercizio, è da fare voti che in tale nuova legge sia pure compresa l'ingiunzione della ignifugazione di tutto il materiale infiammabile dei teatri e in particolar modo dei legnami, essendochè siffatta misura, mentre servirà ad incoraggiare e favorire la creazione di una nuova industria, contribuirà pure ad impedire la ripetizione di quelle scene d'orrore che si svolgono in un teatro in fiamme.

(Dal *Politecnico*).

## BIBLIOGRAFIA

### I.

**La previsione delle piene del Po.** — Memoria di CARLO VALENTINI, Ingegnere del Genio Civile (premiata dal R. Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti). — Op. in-8° gr. di pag. 90, con 9 tavole litografate. — Roma, 1903.

Un problema che da tempo si impone all'attenzione dei tecnici è la previsione delle piene, essendochè quando le piene fossero previste con metodo sicuro, si potrebbero attuare sempre in tempo utile e con maggiore efficacia i necessari provvedimenti.

In Italia, se si fa eccezione per il Tevere, per il quale a Roma, già da una decina d'anni, vengono applicate con buon successo alcune formule di previsione, nulla ancora si è fatto.

Le piene del Po formano bensì oggetto di speciale servizio di guardia per parte del R. Corpo del Genio Civile; ma gl'ingegneri che vi sono addetti, malgrado tutto il loro zelo e tutta l'abnegazione, devono in ogni caso limitarsi, riguardo alla previsione di una piena, ad induzioni affrettate, basate sulle comunicazioni dello stato idrometrico superiore.

L'ing. Carlo Valentini, basandosi sugli studi che segnatamente all'estero sono stati fatti intorno a tale argomento, studi essenzialmente diretti a prevedere di una piena non soltanto le altezze di colmo, ma tutte le fasi della medesima a partire dal suo inizio, prescelse come caso di applicazione l'esempio più complesso delle piene di Po, mentre finora il problema fu risoluto solo nei casi più semplici, cioè per tratti di fiumi brevi e limitati, nei quali nessun affluente importante viene a turbare il regime delle piene. Ed è riuscito a far vedere che anche per il Po, non ostante l'estensione del suo bacino, riesce in complesso sempre possibile la previsione di tutto l'andamento delle sue piene, in qualsiasi località ove il fiume è arginato e quindi a partire dalla confluenza della Scrivia fino allo sbocco del Po in mare.

\*  
I dati sperimentali su cui l'Autore ha basato il suo studio sono le osservazioni idrometriche fatte per il Po in otto dei principali idrometri (Torino — Cornale — Becca — Piacenza — Casalmaggiore — Ostiglia — Pontelagoscuro — Cavanella Po) ed in sei dei principali affluenti, ossia pel Ticino a Sesto-Calende; per la Trebbia a Ponte Strada Emilia; per l'Adda a Lecco; per l'Oglio a Sarnico; pel Mincio a Peschiera; e pel Panaro a Navicello.

Affinchè i dati idrometrici raccolti e riferentisi al periodo dal 1° gennaio 1873 al 31 dicembre 1899 riuscissero uniformi e si corrispondessero fra loro, venne assunta come stazione regolatrice quella di Pontelagoscuro, perchè ha già ricevuto tutti i suoi affluenti, mentre d'altra parte non risente ancora l'azione del mare.

Fatto pertanto uno spoglio dei registri idrometrici di Pontelagoscuro, e presa nota del giorno e dell'ora precisa in cui ad ogni piena le acque del fiume avevano incominciato a salire sopra guardia, ossia sullo zero di detto idrometro, come pure del giorno e dell'ora in cui erano tornate a scendere sotto lo zero stesso, e tenendo conto del tempo presumibilmente impiegato fra ogni singolo idrometro e Pontelagoscuro, l'ing. Valentini riescì a compilare per ogni località 76 tabelle, quante furono le piene del ventisettesimo considerato, e su ciascuna tabella poté riportare le altezze idrometriche della piena di tre in tre ore e ove queste non furono osservate, quelle meridiane, nonchè i colmi di ogni piena.

Su altre distinte tabelle trovansi segnate le osservazioni relative a quelle altre piene isolate che in ogni località si sono verificate all'infuori di quelle avvenute a Pontelagoscuro.

Tutte queste tabelle, che sono per così dire il punto di partenza e la base fondamentale dello studio dell'ing. Valentini, sono pubblicate in Appendice alla Memoria di cui intendiamo parlare, ed in apposito Allegato sono pure riprodotte le principali notizie relative agli idrometri esistenti nelle dette stazioni.

\*  
In causa delle notevoli sistemazioni arginali iniziate dopo le grandi piene del 1868 e del 1872, non potendosi più ritenere le attuali condizioni di Po confrontabili con quelle di un trentennio fa, l'ing. Valentini credette prudente di limitarsi nelle sue ricerche alle piene posteriori al 1890, quando le dette sistemazioni erano già compiute. E solo in via di eccezione vi ha incluso le piene del maggio-giugno 1879 e del novembre 1886, che furono le più elevate dell'ultimo trentennio, dappoichè il decennio 1890-99 non ha presentato piene considerevoli.

Ad ogni modo, nella serie delle piene studiate, si riscontrano piene di ogni elevatezza e piene di diverso grado di propagazione, di diverse stagioni ed anche piene multiple, ossia con due o più recrudescenze.

A meglio comprendere le fasi di tutte codeste piene, cominciò da rappresentarle con curve, portando i tempi sull'asse delle ascisse e le altezze d'acqua osservate sull'asse delle ordinate. Ora è chiaro che da queste curve anzitutto si può ottenere l'altezza della piena in un'ora qualsiasi, meglio che non si possa fare colle tabelle altimetriche dove le altezze sono registrate tutto al più di tre ore in tre ore, e per quasi tutti gli affluenti solo una volta al giorno.

L'esame di dette curve mette poi subito in evidenza le variazioni che si producono durante la piena\* e rivela con pari facilità lo spostamento che subisce il colmo della piena man mano che scende, come pure dà una misura del tempo che il colmo stesso impiega a propagarsi da una stazione ad un'altra qualsiasi, mediante la distanza orizzontale fra i vertici delle rispettive curve.

Una conclusione importantissima, che salta subito all'occhio esaminando i grafici, è che le curve effettive delle piene conservano un certo parallelismo, onde non è difficile tracciare una curva ipotetica che abbia la direzione media delle curve effettive, e questa potrà servire per la previsione delle piene future.

Infatti, se fin da quando, all'inizio della piena, il telegrafo comunica l'altezza idrometrica della stazione a monte, mediante questa quota e quella corrispondente della stazione a valle, si determina sul grafico un primo punto effettivo della piena, e quindi si fa passare per questo

punto una linea parallela alla curva più sopra accennata, e che perciò prende il nome di *curva direttrice*, si viene a tracciare la curva di previsione della piena, oppure, in altre parole, la curva sulla quale dovrà probabilmente trovarsi ogni punto successivo della piena.

Durando poi ordinariamente le piene di Po parecchi giorni, almeno una volta al giorno, oppure anche, se si vuole, ogni volta che arrivano le comunicazioni delle quote idrometriche, si potrà procedere a determinare nuovi punti della piena, e qualora questi non cadano sulla curva già tracciata si potranno far passare dai punti stessi nuove linee parallele alla curva direttrice. Si verrà così a correggere continuamente la curva della piena in modo da tener conto in modo abbastanza esatto dell'influenza delle diverse cause modificatrici come il variare della velocità di propagazione, lo stato della vegetazione, il grado di saturazione del suolo, i venti, i geli, ecc.

\*

A completare lo studio dell'andamento di una piena colla curva di previsione, essendo necessario stabilire pure il punto superiore, ossia prevedere anche il colmo della piena, l'ing. Valentini ammise di poter rappresentare con una equazione di primo grado il valore del colmo a valle in funzione di quello a monte, con che per altro vengano determinati per mezzo dei grafici i due parametri per ogni tronco. Il che però avendo fatto per diversi tronchi successivi da Cavanella-Po fino a Torino, dalla variazione di dette costanti da un tronco all'altro ebbe la conferma che se per stabilire la curva che dà l'andamento di una piena è possibile basarsi anche su stazioni lontane, facendo per es. la previsione per Pontelagoscuro o per Cavanella sui dati di Cornale o di Becca; invece, per prevedere l'altezza di colmo bisogna assolutamente limitarsi a tratti brevi e ogni volta studiare l'azione che vi esercitano i rispettivi affluenti, in particolare il Ticino, e tutti quelli più importanti di destra.

Non seguiremo l'Autore nei suoi tentativi, in parte teorici, in parte empirici, per stabilire una formola così detta di 3° grado, che meglio di quella di 1° grado rappresenti la quota di colmo alla Becca in funzione delle quote di Cornale e di Sesto Calende, segnatamente per le piene più elevate, volendo qui limitarci al concetto giustissimo al quale il Valentini ha informato le sue ricerche, mentre la scarsità, almeno fino ad oggi, dei dati di osservazione, essendo il regime delle piene pur dipendente principalmente dalle piogge, e modificato da molte altre cause locali, avrà forse, almeno per ora, sconsigliato l'ing. Valentini dal ricorrere per le sue determinazioni alla ben nota e preziosissima teoria dei minimi quadrati.

Nondimeno è d'uopo riconoscere che l'ing. Valentini ha fatto un laborioso, faticosissimo tentativo, ed è riuscito a dare curve di previsione delle piene e formole per il computo delle quote di colmo a valle in funzione di quelle a monte, le quali formole per parecchi tronchi debbono ritenersi praticamente attendibili, mentre in ogni caso permettono, se non di precisare la quota del colmo, almeno di stabilire entro quali limiti essa potrà oscillare.

Del resto l'egregio ing. Valentini è egli stesso il primo ad osservare che il metodo di previsione dovrà però perfezionarsi, tenendo sempre al corrente le curve effettive di tutte le piene per ritoccare, occorrendo, la curva direttrice delle previsioni, e studiando formole le quali riescano a tener conto esatto anche degli affluenti. Onde ci associamo ai desideri e proposte con cui l'egregio Autore termina questa sua interessante Memoria, facendo voti: — 1° che sia perfezionato il sistema delle osservazioni idrometriche su tutti i più importanti affluenti di indole torrenziale, col fare le letture di piena almeno di tre in tre ore e non una sola volta al giorno, e sostituendo nelle principali stazioni all'ordinario idrometro un idrometrografo, come quello che, per esempio, fu istituito alla Becca; — 2° che anche il servizio meteorologico abbia ad essere perfezionato in modo da permettere di studiare la previsione delle piene, sia del Po che dei suoi affluenti, anche in base all'andamento delle piogge. Ed allora diventerà possibile anticipare di qualche giorno le attuali previsioni, e si avrà più poco a temere da qualsiasi piena di Po, se nelle sue stazioni più importanti si riuscirà a prevederne esattamente il colmo quattro o cinque giorni prima.

G. SACHERI.

II.

**L'Année technique** (1902-1903). par A. DA CUNHA, Ingénieur des arts et manufactures. — Op. in-8°, di pagine 300 con 130 figure nel testo. — Paris, Librairie Gauthier-Villars, 1903. — Prezzo fr. 3,50.

Abbiamo ricevuto verso la fine del 1903 questo nuovo volume dell'*Année technique*, nel quale, al pari di quello dell'annata precedente, sono pubblicate con stile chiaro, da vero volgarizzatore della scienza, in una serie di brevi e concettosi articoli, illustrati da nitide figure, le più interessanti notizie sui grandi lavori, sulle scoperte più notevoli, sui progressi industriali che si stanno compiendo.

Come dicemmo nell'anno passato, il libro non è soltanto destinato all'ingegnere, ma può essere letto benissimo anche dal profano, e la varietà stessa degli argomenti invoglia il lettore a proseguire.

Dapprima vi è considerata l'*industria dei trasporti*, e ne formano argomenti le nuove linee delle metropolitane di Parigi e di Berlino; le locomotive inglesi alimentate a petrolio; la ferrovia pure inglese ad una sola rotaia da Listovell a Ballay-Burnion, cui tengono dietro gli automobili moderni da guerra e quelli da corsa; la pista circolare in piano verticale, o ruota della morte, nella quale il ciclista compie il giro verticale con una velocità sufficiente, perchè la forza centrifuga lo tenga continuamente appoggiato contro la pista medesima, anche nel punto più elevato in cui trovasi colle gambe in aria e la testa all'ingiù. Termina il capitolo la non breve serie degli areostati dirigibili, che stanno rinnovando i loro tentativi.

Il secondo capitolo riguarda la *produzione e l'impiego della forza motrice*, e dopo un inno al carbone bianco, descrive: i grandiosi tubi di condotta, di m. 3,30 di diametro, costruiti in smalto armato per la lunghezza di 2100 metri e destinati all'impianto idroelettrico di Champ, nell'Isère; — il più grandioso impianto idroelettrico che esista in Francia, quello di Cusset, a cinque chilometri da Lione, che deriva dal Rodano da 16 a 19 mila cavalli-vapore, e che ha costato non meno di 50 milioni; — e l'impianto di Chèvre, a sette chilometri da Ginevra, che da una semplice diga attraverso il Rodano, senza il sussidio di alcun canale, ha potuto utilizzare una forza idroelettrica di 18 mila cavalli.

In questo stesso capitolo ha pure trovato il suo posto la descrizione dell'impianto per la produzione del freddo eseguito nei sotterranei della Borsa di Commercio a Parigi, dove chiunque può affittarsi una camera refrigerante. Il freddo vi è ottenuto per mezzo di tre caldaie a vapore Babcock e Wilcox, produttrici ciascuna 900 chilogrammi di vapore, e di una caldaia Nielausse, che produce 600 chilogrammi di vapore. Con esse vengono alimentati due gruppi elettrogeni, destinati ad illuminare le camere frigorifere, a muovere una pompa che estrae l'acqua da 60 metri di profondità ed a far azionare i gruppi frigoriferi, che, come è noto, consistono in pompe di compressione del gas ammoniacco per ottenerne la liquefazione. L'ammoniaca liquida passa in seguito in un condensatore e di qui va al frigorifero, dove l'ammoniaca si espande più o meno bruscamente per poter determinare delle temperature di 25 centigradi sotto zero, ed è poi ricondotta alle pompe per ripetere così indefinitamente il suo lavoro di compressione e di espansione. Le diverse camere refrigeranti, disposte in due piani sovrapposti, sono capaci di 6400 metri cubi; e quivi alla temperatura costante di — 2° si possono conservare per più di un anno le carni, le uova, il burro, i pesci ed i legumi, e per quattro o cinque mesi il latte.

Il terzo capitolo, destinato ai *lavori pubblici ed all'architettura*, comincia con tre veramente notevoli esempi di progresso nella costruzione dei ponti, descrivendo il ponte in smalto armato sulla Bormida presso Millesimo, la cui arcata ha m. 51 di corda ed il decimo di saetta (che i lettori conoscono); il ponte in acciaio sul Viar, che con un'arcata centrale di 220 metri di luce e due mezze arcate laterali di 70 metri ciascuna sorregge la linea ferroviaria a 115 metri di altezza sul fondo della valle; ed il ponte in acciaio, a travata rettilinea, della portata di m. 42 e della larghezza di m. 4,20 (per binario di un metro), che l'ingegnere Mesnager, per conto della Compagnia d'Orléans, ha progettato a Saint-Aignan per la traversata

del fiume Benvron, il quale ponte presenta la novità di avere tutti gli elementi della travata riuniti da giunti flessibili.

Fanno seguito le due nuove gigantesche dighe costruite dagli Inglesi attraverso il Nilo, l'una ad Assiout, 400 chilometri a monte del Cairo, l'altra ad Assouan, a 900 chilometri dal vertice del Delta; — la prima incominciata nell'inverno del 1898 e terminata nella primavera del 1902, della lunghezza di ben 800 metri, con 110 arcate di m. 4,98 di luce, chiuse da porte mobili di m. 4,87 di altezza; — la seconda, anche più importante, incominciata nel febbraio del 1899 e terminata alla fine del 1902, che sbarrò il Nilo per tutta la sua larghezza, in quel punto, di ben due chilometri, e presenta in fondazione, a 13 metri sotto l'alveo, la larghezza di 33 metri, ed in sommità, a 43 metri d'altezza sul piano di fondazione, la larghezza di otto metri, con 180 arcate di m. 2,25 di luce, chiuse da porte mobili, di cui 140 hanno l'altezza di m. 7,30, e 40 di m. 3,65. Vi lavoravano attorno da 11 a 13 mila operai, costruendo fino a 3600 metri cubi di muratura al giorno. Ora si ha un immenso serbatoio d'acqua, di circa un miliardo di metri cubi, la cui influenza risale fino a 30 Km. a monte d'Assouan, permettendo l'irrigazione di oltre a 240 mila ettari.

Troviamo ancora nello stesso capitolo interessanti cenni sul ponte metallico da trasbordo attraverso il canale del porto di Duluth negli Stati Uniti, sul tipo di quelli costruiti in Europa ed in Africa, di cui era fatta menzione nell'anno precedente, e che consiste in una travata metallica, per verità alquanto massiccia, della portata di m. 120, sostenuta a 44 metri d'altezza su piloni di acciaio, e di una navicella sorretta dalla travata per mezzo di un'ossatura metallica e di un carrello. La navicella porta una piattaforma di 15 metri di lunghezza e m. 5,10 di larghezza, con due marciapiedi laterali. Due dinamometri sulla navicella servono a mettere in moto il carrello superiore e la navicella medesima per mezzo di un sistema funicolare. Quest'opera ha costato 500 mila franchi.

Dopo alcuni cenni sulla demolizione della copertura in smalto armato della ferrovia dei Moulineaux, — costruita, come i lettori sanno, in occasione dell'Esposizione Mondiale del 1900, per far posto e sorreggere la lunga fila dei padiglioni delle nazioni, che dal ponte degli Invalidi estendevansi fino al Campo di Marte, — l'*Année technique* ci ragguaglia sul concorso annuale architettonico delle case costruitesi a Parigi, nel 1901 e che fu giudicato sulla fine del 1902.

Le case costruite nel 1901 e presentate al concorso furono 57 ed i loro architetti si trovarono in 25.

Ecco i sei architetti premiati ed elencati per ordine alfabetico:

- M. Dupommereulle — Façade boulevard St.-Germain, 201 bis;
- M. Fiquet — Façade rue Condorcet, 40;
- M. Labro — Façade rue de l'Abbaye, 6;
- M. Lavirotte — Façade avenue Rapp, 29;
- M. Noël — Façade place des Saussaies;
- M. Pasquier — Façade boulevard St.-Germain, 199 bis.

Nel libro che stiamo annunciando è riprodotta in disteso la lunga Relazione della Giuria, la quale e dal verdetto e dalle spiegazioni della Relazione ha dimostrato di avere avuto per unico obbiettivo la decorazione e la bellezza della via, senza mostrare predilezione per alcun tipo ufficiale di architettura, premiando anzi, come già aveva fatto nei concorsi precedenti, architetture diverse e di genere svariatissimo l'una dall'altra. Come si sa, le case premiate vanno esenti dalla metà delle tasse comunali relative, ed una medaglia d'oro viene elargita all'architetto, una di bronzo all'impresario costruttore.

Fanno seguito alcuni cenni sul nuovo palazzo dell'Accademia di Medicina a Parigi, i cui lavori incominciati nel maggio 1899 e compiuti nel novembre 1902, importarono 1 627 000 lire, di cui 663 500 per il terreno, ceduto dallo Stato, 836 500 per la costruzione dell'edificio e 127 000 per l'arredamento. La facciata principale, che è sulla via Bonaparte, non si estende che per 27 metri.

Terminano il capitolo alcuni cenni sulle 32 colonne monolitiche (0,55 di diametro e 11 metri di altezza, oltre il capitello di m. 1,80 e la base di m. 0,61, che sono separati) adoperate nella facciata del Palais des Records a New-York; — un tantino di *réclame* alle orchestre teatrali nascoste, quali furono studiate da M. Girette a Londra

per il Covent Garden ed a Parigi per il teatro di Château d'Eau; — nuove applicazioni e nuovi vantaggi del sistema Dulac di fondazioni per pozzi a terra compressa; — ed infine le crescenti applicazioni delle lastre di vetro retinate, che a una straordinaria resistenza aggiungono la proprietà di non farsi mai a pezzi, ancorchè spezzate, e di resistere all'azione combinata del fuoco e dell'acqua, per cui adempiono benissimo al loro ufficio anche in caso d'incendio.

Il quarto capitolo, *tecnologia generale*, fa la storia della telegrafia senza fili; ci parla di un metodo nuovo di colorazione della seta, ottenuta in modo naturale, facendo inghiottire materie coloranti ai bachi da seta; tratta dell'alcool come sostanza alimentare venefica, precorrendo il giorno in cui saremo tutti obbligati a fare i brindisi all'acqua di Seltz; ci ragguaglia di certi battelli di salvataggio costruiti in Inghilterra in servizio dei porti, e di un battello in smalto di cemento armato, costruito 54 anni or sono, ed in perfetto stato di conservazione, per quanto assai pesante; accenna, a titolo di curiosità, al problema della posta elettrica ed al sistema immaginato dal nostro Piscinelli, e termina con una bella fototopia del monumento eretto ad Henri Giffard, l'inventore dell'iniettore, nella sala delle adunanze della Società degli Ingegneri Civili di Francia.

Il quinto ed ultimo capitolo si occupa di *astronomia* e di *cosmografia*, accennando ai fenomeni celesti dell'annata, alle continuate osservazioni dei pianeti, segnatamente di Marte, Giove e Saturno, all'arte di fotografare le stelle, ed infine alle nuove esperienze fatte col pendolo di Foucault sotto la cupola del Panthéon (ripetendo quelle fatte nel 1851), per dimostrare la rotazione della terra, con una palla di 28 chilogrammi ed un filo d'acciaio di 67 metri di lunghezza e millimetri 0,72 di diametro.

G. SACHERI.

### III.

A. FÖPPL. — *Vorlesungen über Technische Mechanik*. — Secondo volume. — *Graphische Statik*, 2ª edizione. — Volume di 471 pagine e 176 figure nel testo. — Lipsia, Tipografia Teubner, 1903.

I quattro volumi di questa rimarchevolissima opera del prof. Föppl del Politecnico di Monaco (Baviera) furono stampati nella prima edizione dal 1897 al 1900, e poi subito ripubblicati in seconda edizione l'uno dopo l'altro, fino a quest'ultimo a cui qui si accenna.

Sono già noti fra noi l'originalità e l'intento nuovo di questo trattato, nel quale, forse meglio che in ogni altro, prende forma concreta il provvido adattamento della matematica all'istruzione tecnica superiore, che da tempo si è iniziato nelle scuole tedesche.

Questo indirizzo si palesa in modo evidente, soprattutto nel 1° e nel 4° volume, ove si trattano con poca differenza di programmi, ma con procedimenti affatto speciali, gli argomenti che formano oggetto dei nostri corsi di Meccanica razionale.

E bisogna riconoscere che in questa veste nuova, caratterizzata dal calcolo geometrico, che elimina il complicato meccanismo dei sistemi di equazione a tre coordinate, le deduzioni di questa disciplina fondamentale per le scienze applicate acquistano un'evidenza insolita, che ne agevola allo studioso l'uso corrente negli studi tecnici.

Il 2° volume non può presentare questi caratteri, poichè gli argomenti che in esso si svolgono appartengono in modo diretto alle applicazioni. Anzi il programma compendiato dal prof. Föppl sotto il nome di *Statica grafica* e i metodi da lui seguiti nelle dimostrazioni, non appartengono alle tradizioni classiche di questa materia creata dal Culmann e continuata con tanto onore dalla scuola italiana cogli studi del Cremona e del Jung, che trattarono questo ramo della meccanica coll'unico sussidio della geometria di posizione.

In particolare la 6ª e la 7ª parte del volume di *Statica grafica* del Föppl riguardano lo studio delle deformazioni elastiche delle travature reticolari, e il calcolo di alcuni importanti sistemi iperstatici, come gli archi, le volte e le travi continue. Tali argomenti fanno più spesso parte nei nostri trattati dei programmi della meccanica applicata alla resistenza dei materiali.

In ogni capitolo, poi, accanto ai metodi grafici, o simultaneamente ad essi, l'autore, quando lo crede conveniente, non tralascia di presentare sotto forma analitica il problema, e di illustrarlo anche con

esempi numerici, come nel paragrafo dedicato alle catenarie, inserito quale studio di applicazione della tesi dei poligoni funicolari, trattata nella 2ª parte del volume.

Dalla varietà dei metodi e degli argomenti non resta punto menomata la forte originalità dell'opera, sulla quale, trattandosi di una seconda edizione, mi sono appena trattenuto quanto occorreva per chiarirne i caratteri essenziali a chi per caso non ne avesse notizia.

Di novità rimarchevoli in questo volume rispetto all'edizione precedente non vi è che il calcolo grafico delle cupole del sistema Zimmermann, eseguito applicando il metodo dell'Henneberg, consistente nella trasformazione di una travatura reticolare in un'altra di più facile soluzione, scambiando i nodi collegati da aste.

Lo Zimmermann aveva costruito una cupola speciale su pianta ottagonale, terminante in un lucernario a base rettangolare, per il Palazzo del Ministero dei Lavori Pubblici in Berlino. Il calcolo da lui eseguito per via analitica e pubblicato in apposito opuscolo (« Ueber Raumbachwerke », Berlin, 1901), fu ripreso per via grafica dal Föppl, in una sua memoria pubblicata lo stesso anno nel « Centralblatt der Bauverwaltung », sul quale argomento apparve subito dopo un breve studio del Müller-Breslau, che rivelava l'analogia del metodo grafico seguito col procedimento dell'Henneberg.

Opportunamente pensò dunque il prof. Föppl ad aggiungere in un nuovo paragrafo questo suo studio, che termina con un interessante confronto fra i risultati ottenuti col metodo analitico e quelli forniti dal calcolo grafico; e, come sempre, l'approssimazione di questi ultimi appare sufficiente per le esigenze della pratica.

Il graficismo, dunque, in cui devesi riconoscere un validissimo fattore del progresso degli studi tecnici, vinte ormai tutte le difficoltà della meccanica dei sistemi piani, sta trionfando anche nella statica dei corpi nello spazio, alla quale il prof. Föppl, colle precedenti sue memorie e col presente volume, ha portato un efficace contributo.

M. PANETTI.

#### IV.

Prof. EDUARD SONNE e prof. KARL ESSELBORN. — *Elemente des Wasserbaues.* — Un vol. in-8° gr. di pag. x-337, con 226 figure nel testo. — Leipzig, Editore Wilhelm Engelmann, 1904. — Prezzo L. 11,25; legato L. 12,50.

L'annuncio di un trattato d'idraulica potrebbe sembrare cosa più che superflua, poichè oggi se ne hanno già diversi, alcuni dei quali ottimi. Ma è precisamente perchè in gran numero i buoni trattati d'idraulica hanno assunto dimensioni così notevoli, che si sente il bisogno di un libro non troppo voluminoso, ma contenente tutto ciò che è necessario di conoscere; un libro alla mano, nel quale il lettore trovi compendiate tutta l'idraulica, in modo da potervi ricorrere in ogni circostanza, sicuro di trovarvi ciò che cerca: degli elementi esatti, esposti con chiarezza e senza quelle digressioni teoriche, che l'ingegnere non ha il tempo di studiare.

Per ben comprendere il nostro concetto, basta considerare che il *Manuale d'ingegneria*, pubblicato dalla stessa Casa editrice, è l'opera più moderna del genere; esso comprende nel terzo volume l'idraulica, e nella prefazione si dice che esso è destinato tanto all'ingegnere principiante per lo studio, quanto al professionista per essere consultato. La quarta edizione di questo terzo volume si compone di dodici voluminosi tomi, ciascuno dei quali è dedicato ad una parte speciale dell'idraulica. Ora, io mi domando se un'opera così voluminosa possa costituire un libro alla mano per essere consultato ad ogni evento: è una vera biblioteca. Il libro invece da noi annunciato, nelle 337 pagine che lo costituiscono offre tutta la materia occorrente per gli allievi delle Scuole di applicazione per gli ingegneri o per i giovani ingegneri; esso corrisponde quindi al suo titolo, viene a colmare una vera lacuna, e, a nostro giudizio, sarà di ottimo sussidio anche agli ingegneri già provetti.

Il nome dei suoi Autori è garanzia dell'eccellenza del contenuto e del modo come viene esposto, quindi il libro si raccomanda da sé; contiene gli elementi delle discipline idrauliche, e costituisce così la base di ogni studio ulteriore. Ma il pregio principale del libro sta in ciò, che le materie trattate lo sono esaurientemente, sicchè il lettore se ne impadronisce a fondo; ed è noto che meglio vale studiare poche cose ma bene, che non sfiorarne molte, nel qual caso dopo un certo tempo svaniscono e nulla resta. D'altra parte, gli autori accortamente ornano numerosi esempi numerici, nei quali si ha campo di provare ed applicare ciò che si è venuto studiando; e dopo di avere in ogni divisione trattato un argomento a fondo, danno in paragrafi speciali

indicazioni opportune per chi intende di estendere ed allargare proprii studi; numerose citazioni e rinvii facilitano le ricerche e permettono di consultare i libri all'uopo occorrenti.

La materia è svolta in dieci grandi divisioni, i cui argomenti sono i seguenti: Acque sotterranee e sorgenti — Allacciamento delle acque e pozzi — Serbatoi ordinari e laghi artificiali — Condutture d'acqua — Acque correnti — Opere per ritenere o sollevare le acque — Il mare, le sue correnti e le sue coste; foci di fiumi — Navigazione e canali — Difesa delle sponde e drizzagni — Conche d'ogni genere.

Sebbene l'opera dei professori Sonne ed Esselborn sia un vero trattato d'idraulica, e apparentemente non dovrebbe contenere che argomenti conosciuti, tuttavia gli Autori dedicano alcuni articoli a vere novità; per esempio, la legge della forza di trascinamento dell'acqua, e sua applicazione ai bacini delle foci; lo studio per la sistemazione dell'alveo di magra; il calcolo della larghezza del letto di magra, ecc.

La chiarezza dell'esposizione, l'ordine logico della materia, costituiscono tanti pregi del volume, al quale le numerose figure riescono di grande sussidio; perciò non esitiamo a richiamare sopra di esso l'attenzione dei colleghi italiani.

Teramo.

G. CRUGNOLA.

#### V.

ERNEST ARAGON. — *Résistance des matériaux appliqués aux constructions, Méthodes pratiques par le calcul et la statique graphique.* — Tome I: *Principes de statique graphique.* — *Poutres droites et charpentes métalliques sur deux appuis.* — *Passerelles et ponts métalliques.* — *Réglementation.* — Un vol. in-16° gr. di 662 pag. con 387 fig. — V.ve Ch. Dunod, éditeur, 49, Quai des Grands-Augustins, Paris VI, 1904. — Legato in pelle, L. 15.

Il libro dell'ing. Aragon è il cinquantesimo della bella pubblicazione *Bibliothèque du conducteur de travaux publics*, ed è certamente uno dei più importanti, per la natura della materia contenuta e pel modo come viene svolta dal suo Autore. Secondo il programma adottato, l'opera conterà di due tomi, dei quali il primo è precisamente il volume annunciato.

Dal titolo posto in testa alla presente recensione è facile formarsi un concetto del contenuto, ma quello che da esso non si rileva è il valore del libro. L'Autore non si è limitato ad esporre i principi fondamentali della resistenza dei materiali, egli è andato più oltre: descrive dei metodi semplici, che permettono di compilare un progetto di costruzioni; ed ha fatto così un manuale di prima necessità per direttori di lavori e per giovani ingegneri. In conformità della tendenza moderna che preferisce le costruzioni grafiche, dove le condizioni lo permettono, l'A. ha dato un largo margine alla statica grafica, senza però trascurare i metodi analitici, specie quando essi offrono soluzioni più semplici.

Ispirato a questo concetto, l'Autore premette in un capitolo speciale lo studio dei principi generali della resistenza dei materiali; e in due capitoli successivi tratta del calcolo grafico e della composizione, decomposizione ed equilibrio delle forze. Questi tre capitoli costituiscono una prima parte del volume in esame. La seconda comprende altri tre capitoli, nei quali l'A. svolge gli elementi della statica grafica. Segue la terza parte, che si compone di sei capitoli, nei quali vengono analizzati i casi che presentano le travi rettilinee ad anima piena appoggiate liberamente su due sostegni, poi incastrate da ambo le estremità o da una sola, e finalmente incastrate o libere, e sporgenti da una o da ambedue le parti; casi che preludiano ai ponti a mensola.

Nella quarta parte l'Autore studia le applicazioni della statica grafica alle travi appoggiate liberamente su due punti, ed espone le semplificazioni di cui i vari problemi sono suscettibili, tanto nelle travi piane, quanto in quelle a traliccio; dedica dei capitoli speciali allo studio dei contravventi, a quello delle incavallature per tettoie ed alle deformazioni delle travi.

A complemento delle questioni trattate e quale applicazione dei risultati ottenuti, l'Autore studia nella quinta parte vari progetti completi di ponti e ponticelli per strade ordinarie e ferrovie, fornendo così al lettore dei modelli utili per i vari casi della pratica. In un'appendice sono riuniti diversi regolamenti relativi alle prove dei ponti e incavallature metalliche, ed un capitolo tipo completo per la loro costruzione.

La trattazione è fatta con molta semplicità, senza digressioni teoriche, ma coi soli elementi indispensabili a conoscersi; i principali casi che possono occorrere in pratica sono ben studiati e possono servire di modello, evitando al lettore incertezze e dubbi. Il libro viene così a costituire un prezioso contributo nella serie dei volumi che formano la *Bibliothèque du conducteur de travaux publics*, e riuscirà assai utile e comodo, non solo alla classe dei tecnici cui è destinato, ma a tutti gli ingegneri che hanno da risolvere dei problemi della natura di quelli in esso volume trattati.

Teramo.

G. C.