

L'INGEGNERIA CIVILE

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre nel Giornale di tutte le opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

ARCHITETTURA CIVILE

CHIESA DELLA MADONNA DEL SUFFRAGIO

del Conte EDOARDO MELLA.

(Veggasi la Tavola V).

Per aderire al desiderio manifestatoci da alcuni giovani nostri colleghi, diamo in apposita tavola i disegni particolari di cotesta chiesa di cui si è parlato nel fascicolo primo, presentando le Tavole I e II.

Indicazione dei particolari della Chiesa
disegnati nella Tavola V (3ª dell'edifizio di cui si tratta).

- Fig. 1ª Prospetto
 » 2ª Pianta } della Porta principale (Scala di 1 a 50).
 » 3ª Sezione }
 » 4ª Particolari della stessa porta (Scala di 1 a 20).
 » 5ª Cornicione dei frontoni (Scala di 1 a 20).
 » 6ª Cornicione orizzontale superiore (Scala di 1 a 20).
 » 7ª Pianta } dei pilastri della crociera (Scala di 1 a 20).
 » 8ª Prospetto }
 » 9ª Prospetto della base } del pilastro della nave
 » 10ª Prospetto del capitello } (Scala di 1 a 20)
 » 11ª Pianta dal basso }
 » 12ª Pianta dell'imposta degli archi sul pilastro della nave (Scala di 1 a 20).
 » 13ª Prospetto del peduccio } della lezna fra gli
 » 14ª Profilo di sezione orizzontale } archi del matroneo
 » 15ª Prospetto del capitello } (Scala di 1 a 20).
 » 16ª Prospetto della base } del pilastro dividente gli
 » 17ª Pianta } archi del matroneo (Scala
 » 18ª Prospetto del capitello } di 1 a 20).

IDRAULICA PRATICA

PARERE

del Chiarissimo Prof. RICHELMY.

« Stim.º cav. Sacheri,

« Dalla cortesia del sig. ing. Castigliano ho avuto una copia dell'opuscolo del sig. ing. Francesco Crotti, intitolato: «Saggio di un nuovo avviamento agli studi idraulici» intorno al quale, prima ancora che io lo conoscessi, V. S. aveva avuto la compiacenza di ricercare il mio giudizio. Letto con qualche attenzione il libro vi ho riconosciuto alcuna idea degna di nota, ma non mi parve ancora tale da far progredire di molto la scienza idraulica. Del quale mio giudizio, che potrà forse parere severo, recherò alcune prove.

Già da lungo tempo i cultori di questa scienza furono dalle osservazioni e ricerche sperimentali, non meno che dalle idee da tutti ammesse intorno alla natura dei fluidi, condotti a riconoscere che sui liquidi in movimento entro a tubi od alvei sviluppasi una certa forza ritardatrice per parte delle pareti solide non solo, ma anche per parte della azione mutua di un filo sull'altro. Questa seconda azione ritardatrice ed acceleratrice ad un tempo è quella che vale

a propagare la resistenza prodotta dalle pareti ai fili fluidi più lontani dalle medesime, ed a smuovere i fili fluidi ad esse più vicini dallo stato di riposo in cui tenderebbero a fissarli. Questa azione mutua non altramente di quella delle pareti ha una certa analogia coll'attrito che si sviluppa nei solidi. Navier, forse per il primo, in una ragguardevole memoria inserita nel vol. 6º di quelle dell'Accademia delle Scienze di Parigi, cercò di derivare dal fatto della azione mutua dei fili fluidi una legge per la scala delle velocità. Lavorarono dopo di lui Sonnet con una memoria che ottenne nel 1845 l'approvazione dell'Accademia già citata; Dupuit nei suoi lodevolissimi « Etudes théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux courantes » e chissà quanti altri di cui non giunsero a mia conoscenza gli scritti. Fra gli autori però che conosco piacemi ancora ricordarle il nostro comune amico professore Ferdinando Zucchetti, il quale in una breve memoria relativa alla scala delle velocità pel moto uniforme dell'acqua nei canali, portò anch'egli la sua pietra all'edifizio che si tenta di costruire dai moderni sul fondamento di queste ricerche teoriche. Io stesso ebbi l'onore di presentare all'Accademia delle Scienze di Torino, la memoria dell'ing. Zucchetti, ed essa venne bene accolta e può leggersi stampata negli atti dell'Accademia, fascicolo di novembre 1875 (*).

Anche il sig. Crotti si pose su questa via, e stabilita l'azione mutua dei fili fluidi, tentò di scoprire la legge della sua variazione, e quella conseguente della scala delle velocità, prendendo particolarmente di mira un tubo o canale rettangolare. Certo, che se la scoperta delle due leggi venisse fatta, e se si trovasse modo di rappresentarle algebricamente, e con esattezza od almeno con approssimazione di medioere soddisfacimento (la S. V. sa bene che in questa specie di studi io sono sempre molto largo, cioè mi contento sempre di assai poco) se si scoprisse, dico, modo di esprimere, con una formula trattabile, l'una e l'altra delle due leggi, sarebbesi pur fatto un passo nell'idraulica pratica. Ma le ricerche del sig. Crotti ci condurranno elleno al risultato? Io ci ho di molti dubbi.

A dichiarare il mio pensiero mi è d'uopo ricordare che contemporaneamente alle ricerche teoriche superiormente citate camminavano ancora le pratiche, e, se vuolsi, vada anche la parola, le ricerche empiriche della scala delle velocità, e delle relazioni che nei corsi d'acqua o naturali od artefatti legano fra loro sezione, perimetro, pendenza, velocità media, e portata.

In questo senso lavorarono gli antichi Bossut, Dubuat, Prony, Eytelwein, poi i più prossimi a noi Dupuit, D'Arcy, Bazin, Humphrey e Abbot, Gaukler, Ganguillet e Kutter ed altri. Ora fra tutti questi nessuno, per quanto io sappia, nè fra i teorici, nè fra i pratici giunse finora a mettere in sodo, ed a stabilire in modo inconcusso se e per quanta parte la natura della parete influisca sul valore della resistenza.

Gli antichi come Prony ed Eytelwein ritenevano che quando il liquido aveva bagnata la parete solida e lasciato uno strato aderente a questa parete, l'attrito non si svolgeva più fuorchè fra liquido e liquido, e pertanto era poco o nulla influenzato dalla specie di materia formante le sponde ed il fondo del canale.

(*) L'abbiamo riprodotta in questo periodico, a pag. 22 del vol. II. Veggasi pure: *Di una nuova formola proposta da Bazin per la scala delle velocità* a pag. 76 dello stesso volume.

(Nota della Direzione).

D'Arcy, Bazin, Humphrey e Abbot, Ganguillet e Kutter, pretendono invece che la materia della parete abbia sul valor dell'attrito grandissima influenza.

In mezzo a queste disparate opinioni il sig. Crotti tenta di far rivivere la antica, e va forse più in là dei suoi predecessori, imperciocchè intende di far scaturire dalla medesima due importanti conseguenze: 1° Che le asperità da lui dette molecolari entrino tutte in ugual modo (qualunque sia la natura della parete) a produrre la resistenza, il loro effetto essendo sempre di ridurre l'ultimo strato liquido al perfetto riposo; 2° Che la velocità del liquido, partendo dalla parete dove, come abbiain detto, è assolutamente nulla, vada aumentando gradatamente ed in modo continuo ed insensibile fino al valor massimo che si verificherà nei fili fluidi più lontani dalle pareti.

Io, senzavoler negare assolutamente le asserzioni di lui non ne sento ancora tutta la evidenza, e mi domando: Quelle gocce impercettibili che si fermano nei meati delle parti solide sposteranno poi verso l'interno del canale tutte allo stesso modo, sia quando la superficie è di natura bibula, come legno o terre, sia quando è di materie dure e compatte, come pietre o metalli? Le protuberanze della parete saranno elleno tutte coperte dal liquido stagnante, per modo che nessuna particella liquida passi successivamente dallo stato di arresto cagionato da coteste protuberanze allo stato successivo di moto cagionato dal trascinamento delle molecole più interne? L'autore dell'opuscolo che sto esaminando fa opportuna distinzione fra scabrosità molecolare, e scabrosità geometrica, ma dove stabilisce egli il limite, e delle scabrosità geometriche così frequenti in natura che criterio mi dà per tenerne conto? Mi ha l'aria di stupirsi, perchè uomini come Dupin, Poncelet ed altri della stessa celebrità abbiano notato che anche un piccolo aumento nella scabrosità (geometrica) basti a diminuire notevolmente la portata; tuttavia devo confessare che non intendo troppo questo suo stupore applicato ad altri, poichè parmi che la sua teoria dovrebbe condurre lui stesso a conseguenze contrarie a quelle che i citati autori hanno avvertite.

E valga il vero; leggo al § 41° del suo opuscolo, che allorchando havvi uno strato mobile sul fondo del canale egli ritiene che la portata sarà compresa fra quella che competerebbe al canale dopo portato via lo strato mobile, e quella che si troverebbe se il fondo fisso venisse sollevato fin sopra dello strato medesimo. Applico la stessa idea al canale citato dai Dupin, Poncelet ed altri, dove la parete è smaltata ora di cemento purissimo, ora di cemento misto a sabbia fina e dico così: Prendiamo questo secondo stato e facciamolo diventar primo, cioè ben liscio, in due modi distinti; o grattando via le scabrosità, o riempiendo tutti i vani con cemento puro; notisi che per tal modo la diminuzione da una volta all'altra delle dimensioni del canale è meno forse che un millimetro; ebbene vorrem noi dire che le portate in questi due stati abbiano ad esser fra loro come 413: 403? Ritorno a dirlo, avrò inteso male, ma mi pare che secondo le idee del sig. Crotti, ciò non dovrebbe essere; imperciocchè nè le due aree delle sezioni trasversali verranno a differire di quasi un undecimo del loro valore, nè le velocità medie risulteranno fra loro gran fatto diverse, ritenuto che in entrambi gli stati, le velocità al perimetro sono, secondo il Crotti, sempre zero. Se invece assumo quella che il Crotti chiama vecchia teoria, con questa sì che mi rendo assai meglio ragione della diminuzione della portata che si riscontra dalla parete in cemento, alla parete in cemento e sabbia. Poichè quando il canale è perfettamente liscio, ritengo che i fili fluidi i quali camminano in aderenza alla parete, o se vuolsi, a contatto di quel primo strato fluido che la bagnò, vanno in linea retta, e quando all'incontro sonvi le asperità cagionate dagli anche minimi granellini di sabbia, questa linea diventa sinuosa, ed inoltre la faccia bagnata sarà infatti molto più ampia di quella che si calcola col semplice prodotto della lunghezza, per il perimetro della sezione trasversale misurato. ben' inteso, come è solo possibile misurarlo. In questo modo giungo a rendermi ragione della diminuzione della velocità media, e della portata. A questo proposito credo utile ag-

giungere ancora una osservazione, in questo caso particolare di granellini finissimi di sabbia che introducono le scabrosità, dette geometriche dal nostro autore, come faremo a calcolare gli effetti? La misura materiale del perimetro bagnato non riesce evidentemente a dar differenza dal caso della parete a puro cemento, al caso del cemento misto con sabbia, quindi è per me evidente che il mezzo più acconcio è quello del cambiamento nei coefficienti delle formule che rappresentano l'effetto dell'attrito, il qual cambiamento nei coefficienti fu appunto introdotto con quella vecchia teoria che Bazin, Kutter e compagni sostituirono alla decrepita di Prony ed Eytelwein.

Mi sono soffermato ed esteso alquanto in notare come le asserzioni, che l'attrito debba svolgersi solo fra liquido e liquido, e non fra liquido e parete solida, — che il liquido in contatto della parete abbia velocità zero, — e che questa velocità vada poi crescendo per gradi insensibili, non siano per me così evidenti verità quanto lo sono per il signor Crotti; ciò ho fatto soprattutto perchè questi ha posto coteste asserzioni a fondamento della teoria da lui svolta essenzialmente nella parte quarta del suo opuscolo, di cui imprendo ora brevemente l'esame.

Quasi tutti i teorici che ho nominati in principio di questa lettera pigliarono in particolar modo a studiare il movimento uniforme di un corso d'acqua in un canale a pendenza costante ed a larghezza indefinita, tale cioè che i fili fluidi posti alla stessa altezza sul fondo hanno tutti la medesima velocità. In questo caso il calcolo diventa abbastanza semplice ed è per sommi capi il seguente. Non essendo i diversi fili fluidi soggetti ad attrito laterale, le uniche forze ritardatrici che si svolgono sovra caduna parte di liquido compresa fra il pelo superiore ed un piano qualunque parallelo al fondo, ed inoltre separata dal liquido laterale per mezzo di due piani verticali condotti nella direzione della velocità, sono la resistenza dell'aria e l'attrito che si svolge sull'anzidetto piano inferiore. Riduconsi anzi ordinariamente dagli autori le resistenze alla sola seconda, perciocchè fu notato che la resistenza dell'aria è sovente o nulla, ovvero quasi trascurabile. Ciò premesso, è evidente che la forza d'attrito siccome quella la quale nel moto uniforme deve far equilibrio all'azione della gravità, avrà ad essere misurata dovunque collo stesso valore della componente del peso della parte superiore al piano giudicata nel senso dell'asse del canale. Se pertanto dicasi i la pendenza, y l'altezza di quella parte, sarà la forza d'attrito espressa per

$$(1) \quad F = k i y$$

essendo k un coefficiente che dipende dal valore del peso specifico del liquido e dalla ampiezza della superficie di contatto fra le due parti liquide. Vedesi dunque che questa resistenza F è in ragione diretta di y . Per contro l'attrito, siccome quello che è cagionato dalla differenza di velocità con cui camminano le molecole appartenenti ai due strati che si toccano nel piano considerato, dovrà essere funzione di questa differenza, e si potrà scrivere:

$$F = f(dv)$$

o se vogliamo pigliare una forma più omogenea

$$(2) \quad F = f\left(\frac{dv}{dy}\right)$$

Resta qui però sempre la indeterminazione della funzione. L'idea più semplice è evidentemente quella di supporre l'attrito proporzionale al $\frac{dv}{dy}$; da questa ipotesi poi mettendo invece di F il suo valore ricavato dall'equazione (1), si ottiene

$$(3) \quad k i y = - \rho \frac{dv}{dy}$$

essendo ρ un coefficiente. Si è messo nel secondo membro il segno (—) perchè la velocità diminuisce al crescere di y . L'integrazione della equazione (3) conduce immediatamente alla scala parabolica della velocità

$$v = V - \frac{k i}{2 \rho} y^2$$

ammessa da molti idraulici. Stabilita intanto l'ipotesi

$$f\left(\frac{dv}{dy}\right) = -\rho \frac{dv}{dy}$$

differenziamo la (2), ricaveremo:

$$(4) \quad dF = -\rho d \cdot \frac{dv}{dy}$$

la quale potrà interpretarsi, dicendo che la variazione della forza d'attrito sia proporzionale a quella della velocità relativa. Quindi se si consideri un solo strato infinitesimo di altezza dy , siccome esso sarà accelerato dal liquido superiore e ritardato dall'inferiore, così in complesso verrà animato dalla differenza di queste due forze, la quale evidentemente agirà nel senso ritardatore e diventerà proporzionale al differenziale secondo della velocità considerata come funzione di y .

Una estensione della ipotesi adottata coll'equazione (4) volle introdurre il signor Crotti per il calcolo della scala delle velocità quando si abbia un canale finito in larghezza ed a sezione rettangolare. Misurate nel medesimo le ascisse x orizzontali, e preso per origine il punto superficiale equidistante dalle due sponde, cui competerà la velocità massima, considera il filo fluido di coordinate x ed y compreso fra i quattro di coordinate x ed $y - dy$; $x - dx$ ed y ; x ed $y + dy$, e finalmente $x + dx$ ed y . Di questi quattro i due primi accelerano, gli altri due ritardano il filo intermedio, il ritardamento eccederà la accelerazione della quantità proporzionale nella fatta ipotesi a

$$\left(\frac{d^2v}{dy^2}\right) dx dy + \left(\frac{d^2v}{dx^2}\right) dx dy$$

ed uguagliato quest'eccesso all'componente, secondo l'asse del canale, del peso del filo liquido, la quale potrà scriversi $k i dx dy$, ne risulta l'equazione

$$(5) \quad \rho \left\{ \left(\frac{d^2v}{dy^2}\right) + \left(\frac{d^2v}{dx^2}\right) \right\} = -k i$$

ossia

$$(5^{bis}) \quad \left(\frac{d^2v}{dy^2}\right) + \left(\frac{d^2v}{dx^2}\right) = -\frac{k i}{\rho}$$

la quale, credendo di renderla più generale, il signor Crotti cambia in

$$(6) \quad \left(\frac{d^2v}{dy^2}\right) + \left(\frac{d^2v}{dx^2}\right) = -\psi(i)$$

Suppone poi che la integrazione di questa equazione (6), purché siano per mezzo delle costanti o funzioni arbitrarie soddisfatte le condizioni: che le velocità siano un massimo rispetto alle y per tutti gli $y=0$; siano massime rispetto alla variazione orizzontale per tutti gli $x=0$; e siano minime ed anzi nulle per tutti i punti posti sul perimetro; suppone, dico, che l'integrale di quell'equazione esprima la superficie che rappresenta la scala delle velocità.

Ma qui sorge una gravissima difficoltà; l'integrale di una di queste equazioni che si dicono alle differenze parziali fra tre variabili, non è già una sola superficie che le condizioni ai limiti possano individuare, ma sibbene una famiglia, anzi trattandosi di differenziali di second'ordine, più famiglie di superficie raccolte sotto una condizione comune. Difficile trovare l'espressione sotto forma integrata di cotesta condizione comune; difficilissima la scelta in primo luogo della famiglia e poi dell'individuo, quand'anche la forma integrata si fosse scoperta.

Potrei recare esempi della verità che ho qui enunciata, ma sarebbero inutili e fuori di luogo: mi basti osservare che le due espressioni dell'integrale della equazione (6) recate dall'autore sotto i simboli

$$\frac{1}{2} \psi(i) Q_{x,y} \quad \text{e} \quad \frac{1}{2} \psi(i) Q_{y,x}$$

sono esse stesse due individui diversi appartenenti a famiglie diverse, delle quali l'una presenta rispetto all'asse delle x quell'aspetto che l'altra presenta rispetto all'asse

delle y . Di questa differenza resterà convinto chiunque per gli stessi valori delle coordinate x ed y voglia calcolare il valore della v tratto dalle due espressioni. Ben inteso che bisognerà evitare la supposizione di $b=a$. Il calcolo riuscirà molto semplice se si faccia, a cagion d'esempio, $a=10b$, $x=y=0$. Nè giova dire che si potrà disporre della funzione $\psi(i)$ per far coincidere i due valori, poichè questa $\psi(i)$ non essendo che un rapporto per cui si moltiplica la $Q_{x,y}$ ovvero la $Q_{y,x}$ potranno, se vuolsi, farsi coincidere i due valori di v corrispondenti a questi x ed y entrambi zero, ma ottenuta questa coincidenza, non si avrà più mezzo di far diventare uguali fra loro le v corrispondenti ad un altro x e ad un altro y .

A proposito della funzione $\psi(i)$, aggiungerò una seconda osservazione: mi pare che l'aver sostituito $\psi(i)$ al semplice rapporto $\frac{k i}{\rho}$ non abbia guari aumentata la generalità

della soluzione, e che sarebbe stato sufficiente avvertire che si lasciava indeterminato il rapporto ρ o γ come lo scrive il sig. Crotti al § 24. Infatti, che cosa significa qui questa funzione indeterminata della quantità costante i ? Significa che è un numero che dipende unicamente dalla pendenza e che rimarrà determinato (sia pure a posteriori), data la pendenza medesima. Il termine $\frac{k i}{\rho}$ soddisfa a questa condizione, dunque è bastante; ma intanto ha il vantaggio di avvertire il lettore che non si ha nel medesimo fuorchè un sol coefficiente di cui si possa disporre, e pertanto una sola condizione a cui si possa soddisfare, quindi il termine vale e sta meglio della funzione indeterminata.

Ancora un'altra avvertenza. L'autore dopo avere nel riepilogo anche una volta fatto la critica dei suoi predecessori, i quali hanno a suo senso messo imtempestamente in conto la scabrosità delle pareti, e la resistenza dell'aria, enumera altre cause influenti sul valore della resistenza, come la densità del liquido, la temperatura, la torbidità, la vischiosità; ora, domando io, in che modo si potrà tener calcolo di questi elementi colle sue formole $Q_{x,y}$ ovvero $Q_{y,x}$, se in esse non si ha più nemmeno un coefficiente indeterminato di cui disporre?

Or bastino queste avvertenze intorno alle formule somministrate dal sig. Crotti; vengo alla proposta fatta nel riepilogo sul modo di procedere dei futuri e sulle conseguenze che egli vorrebbe che si ricavassero da cotesto suo saggio. Io devo pur confessare che non parmi nè possibile, nè utile il modo di sperimentare che l'autore vorrebbe impiegato. Non possibile, perchè a mandarlo in esecuzione bisognerebbe avere tubi e liquidi che non credo trovabili. I tubi dovrebbero essere diafani, di un calibro a tutta prova, adattati a recipienti dai quali il liquido venisse sempre con eguale velocità e portata, ed intanto da mutarsi in mille maniere per forma cilindrica, rettangola o prismatica, per inclinazione, per dimensioni, ecc. Il liquido poi dovrebbe essere composto di globuli colorati ed intanto variabile per torbidità e per qualità, bisognerebbe poter comandare a cotesti globuli colorati sui quali si punterebbero probabilmente i piccoli teodoliti esterni con cui si dovrebbero fare le osservazioni, affinchè percorressero senza deviazione la loro strada parallela all'asse del tubo. E notiamo che coteste osservazioni avrebbero a farsi non sovra un globulo solo trasportato sul filone, ma sovra un grosso numero di globuli ciascuno dei quali conservasse una data copia di coordinate che dovrebbero potersi definire per ognuna delle sezioni trasversali successivamente raggiunta dal globulo. Ho passato una parte notevole della mia vita nel fare esperienze, e so quanta difficoltà si trovi nel compiere esperimenti grossolani; e il sig. ing. Crotti mi perdonerà se dico impossibili cotesti tanto delicati. Quando poi fossero per riuscire simili esperienze, due difficoltà sorgerebbero che, mi pare, ne renderebbero pressochè inutili i risultati. L'una è di coordinarli analiticamente. « Ad ogni ipotesi, dice il Crotti, » che sembri plausibile, l'analisi ne applicherà i dati..... » come noi abbiamo fatto..... » (mi pare di aver dimostrato che non ha fatto ancora abbastanza)..... « Corrispondono,

una retta ed aventi per punti di applicazione punti della retta stessa.

Si supponga di aver determinato più volte il valore di una quantità incognita e d'aver trovato per essa i valori 34, 42, 56 (*).

Si considerino i punti 34, 42, 56 della retta OY (fig. 14) come punti d'applicazione di forze *eguali e parallele* agenti in direzione perpendicolare alla OY . (Per riguardo al termine *peso* scelto più sopra, sarà bene considerare la OY orizzontale ed i pesi agenti in direzione verticale). Or si tratta soltanto di trovare il punto d'applicazione M della risultante di queste forze e la distanza $OM = 44$ sarà la media aritmetica cercata.

Il punto M si trova assai facilmente coi metodi della statica grafica.

A tal fine si conduce (fig. 15) per un punto o qualunque, una retta $ox \perp OY$. Su questa retta ox si portano le lunghezze 01, 12, 23... eguali fra loro ma del resto arbitrarie, e si prende fuori della ox un punto arbitrario P . Si conducono le rette $rm \parallel Po$, $st \parallel P1$, $tu \parallel P2$... e si determina il punto d'incontro D delle due estreme parallele zn ed rm . Conducendo per D una perpendicolare alla OY si avrà su quest'ultima il punto M cercato.

La prima parallela rm può venir condotta a qualunque distanza dalla OY , essa determina poi la posizione rispettiva delle seguenti parallele st , tu , ecc.

Il metodo esposto sarà *vantaggiosamente* adoperabile solo nel caso in cui il numero n dei valori dati fosse alquanto grande poichè allora la retta OY divisa in parti eguali, la ox , il punto P ed i raggi $P0$, $P1$, $P2$... rimangono invariabili durante l'intera operazione.

Se invece di una sola, si avessero *più incognite*, sarà bene operare su linee parallele alla OY per es., sulla by_1 , cy_2 , ecc., e ciò per evitare la confusione fra le parallele spettanti alla determinazione del medio valore delle differenti quantità incognite.

(*) Evidentemente è lecito e conviene decuplicare, centuplicare, ecc. i valori trovati fin da rendere le differenze tanto grandi quanto si vuole.

MOTORI DELLA PICCOLA INDUSTRIA

SULLA ECONOMIA DEI MOTORI ATMOSFERICI A SCOPPIO DI GAS

1. — Descritta la macchina atmosferica a gas-luce di Langen e Wolf nelle sue più minute particolarità di costruzione, inquantochè il principio è comune a quella dei signori Barsanti e Matteucci che furono i primi a dimostrarne i vantaggi, come altra volta diremo, a noi preme ora di ragionare un istante, col corredo delle esperienze che abbiamo eseguite, sulla economia comparativa di questi motori; essendochè è inutile dissimularlo; la piccola industria non avrà mai innanzi a sè un avvenire assicurato fintantochè non avremo risolto il problema economico delle macchine motrici di piccola forza. I nostri lettori conoscono già quanti mezzi si siano tentati per riuscirvi. Si studiarono piccoli motori a vapore; piccoli motori a colonna d'acqua; piccoli motori ad aria calda; macchine a scoppio di gas; ed ora si stanno studiando i motori a petrolio.

È anzitutto evidente che non si deve pretendere che un tipo unico di motori soddisfaccia a tutti e dappertutto, essendochè sono sempre le condizioni locali quelle che danno il punto di partenza della migliore soluzione economica.

Così non mancano esempi di città industriali nelle quali i piccoli motori idraulici, come quelli di Schmidt, possono ritenersi come i più convenienti per la facilità e la minima spesa con cui si può disporre di cadute d'acqua.

A Torino invece a malgrado di un'acqua intubata che si distribuisce con più di due atmosfere di pressione, l'economica produzione del gas-luce ha fatto rivolgere gl'industriali

verso i motori atmosferici a scoppio di gas, e vi si sono rivolti per necessità ed a malgrado dei loro ben noti inconvenienti. Parecchi ve ne sono della forza di 1 e di 2 cavalli. Ed appena comparvero a Vienna i motori da tre cavalli, la Tipografia e Litografia dei signori Camilla e Bertolero è stata la prima a dare a Torino il buon esempio, rendendosi acquisitrice di uno di essi che da più mesi funziona molto lodevolmente, muovendo le cinque macchine tipografiche e litografiche di quello Stabilimento, una macina da colori, ecc. Ragion vuole di ammettere che da mane a sera abbiasi d'uopo in codesto Stabilimento di una forza effettiva raramente inferiore a 3 cavalli-vapore sull'albero motore. E tuttavia ci risulta che la spesa del gas per questo motore non è in alcun mese arrivata a più di 3 lire al giorno. Volendo tuttavia avere una prova più certa sulla forza di quella macchina, lo scrivente, approfittando di un giorno festivo e col concorso volenteroso dei proprietari dello Stabilimento, poté fare alcuni esperimenti col freno dinamometrico, e tener conto del consumo di gas in litri nel medesimo tempo.

2. — Il freno impiegato era di quelli appartenenti all'Amministrazione della tassa del macinato, portanti la bella applicazione della corrente continua d'acqua fredda nell'interno della puleggia che è fissa all'albero motore. Tutti sanno essere questa modificazione dovuta al sig. Thiabaud, l'inventore del contatore per il macinato, che è attualmente preposto all'officina governativa delle *Carte e Valori*. Dopo l'invenzione di Prony non esitiamo a dichiarare essere questa la più bella e più importante innovazione. Dapprima col solito freno di Prony, se la velocità dell'albero motore era un po' grande, ovvero se volevasi prolungare di un cotal poco l'esperimento, vedevansi tosto tali subitanee variazioni di velocità da rendere molte volte incerto e sempre poco rigoroso il risultato dell'esperimento. Raccomandavasi è vero, di far passare continuamente acqua fredda fra la superficie della puleggia e le due mascelle di legno che la rinserrano; avevasi cura dagli ingegneri pratici, e di abilità consumata in così fatti esperimenti, di incominciare a dare alcuni giri versando, tra la puleggia e le mascelle del freno, un po' d'acqua alquanto intorbidata da sabbia finissima ed impalpabile, e poi di proseguire con acqua e sapone. Infine era di regola che per arrivare ad un risultato attendibile, gli esperimenti al freno fossero bensì moltiplicati a sazietà, ma che ciascuno di essi dovesse durare pochissimo tempo, un minuto primo al più, perchè non avvenissero modificazioni sensibili di velocità. Ma tutti sanno come questo sistema di prendere al volo il peso sul piattello e la velocità di un motore, desse luogo a molte incertezze, e facesse un po' troppo dipendere dall'abilità dello sperimentatore, anzichè dalla bontà della macchina motrice in esperimento, il risultato finale. E d'altronde la velocità di un motore che sviluppa un determinato lavoro non può essere precisata con pochi giri, ma dev'essere mantenuta regolare per un certo tempo.

Or bene coi freni-dinamometrici Thiabaud, e qualunque sia la natura della macchina motrice, idraulica, a gas, od a vapore, qualunque sia la velocità a cui si fa camminare la macchina stessa, è sempre possibile mantenere anche per un'ora, se così vuolsi, la macchina infrenata, con un determinato peso sul piattello, e colla velocità che in dipendenza di quel peso le compete. E la velocità si mantiene regolare; ed il braccio del freno rimane in così perfetto equilibrio, da poter sostituire al piatto od alla cassa destinata a contenere i pesi, una stadera comune; ed è bello vedere lo sperimentatore far scorrere lungo il braccio della stadera il romano, e pesare la forza che è applicata al freno come si pesano dalle rivendugliole di piazza, colla stadera in mano, le derrate alimentari.

Abbiamo avuto occasione parecchie volte di adoperare il freno Thiabaud in esperimenti su macchine ben più potenti di quella di cui ora si parla ed in presenza di ingegneri meccanici stranieri, segnatamente francesi ed inglesi, che nulla avevano mai visto di simile, i quali erano anzi ben sorpresi che il freno Thiabaud non fosse ancora conosciuto nei loro paesi, ove la meccanica pratica è in gene-

rale ben più sviluppata che da noi. Ma noi altri italiani, a ragione od a torto, non siamo usi a soffiare nelle trombe della fama, siccome altrove è abitudine fare anche per cose di ben minor momento che le cose nostre non siano (*).

3. — Ritorniamo ora all'esperimento sulla macchina a gas. Il braccio del freno non era che di m. 0,85, non permettendo la cameretta, nella quale il motore fu posto, di adoperare un braccio di leva più lungo.

Intervenivano a questi esperimenti il comm. Cavallero, prof. di macchine a vapore e vie ferrate nella Scuola di applicazione degli ingegneri, con alcuni suoi allievi desiderosi di conoscere ed apprendere i metodi sperimentali, e tra questi il sig. Claudio Segré che erasi appunto prefisso lo studio teorico-pratico di questo genere di motori per farne una dissertazione di laurea, lavoro pregevole assai che già abbiamo avuto cura di segnalare ai lettori nel nostro precedente articolo. Vi assistevano pure parecchi industriali desiderosi di conoscere la forza effettiva di queste macchine e l'effettivo consumo del gas.

Con tuttociò non si aveva punto la pretesa di fare esperimenti di precisione e prolungati da poter dar luogo ad uno studio pratico e veramente proficuo su questi motori di 3 cavalli, tantopiù che l'impianto e la rimozione del freno esigeva già di per se stesso un certo tempo, durante cui la macchina doveva restarsene inoperosa, mentre non avevasi a disposizione per ogni incombenza che una mezza giornata di tempo. Del resto i nostri lettori sanno benissimo che tali studi esigono giorni e mesi, nei quali gli esperimenti vogliono essere più volte rifatti per quelle solite circostanze che se influiscono sul risultato, non è sempre facile prevedere o riescire in breve tempo ad eliminare. Disgraziatamente non abbiamo ancora a Torino l'indispensabile Conservatorio d'arti e mestieri di Parigi, ben potendosi asserire che non abbia in questo senso mai esistito quel certo Museo Industriale italiano che tutti desideriamo, e che nun Ministro ha mai voluto comprendere.

Dal quadro qui riferito appaiono i risultati ottenuti dagli esperimenti col freno; ma ci affrettiamo a soggiungere che i medesimi vogliono essere accompagnati dalle osservazioni che vi tengono dietro:

NUMERO dei giri del volante in 1'	NUMERO dei colpi di stantuffo in 1'	PESO applicato al freno in chilogrammi	LAVORO effettivo sull'albero in cavalli-vapore
103	5	0	0
82	34	27	2,63
78	30	27,5	2,55
80	31	29,5	2,81
90	33	22,5	2,41

È anzitutto a notarsi la circostanza sfavorevole nella quale la macchina si trovava durante l'esperimento, per essersi tolta la corrente d'acqua che deve circolare intorno al cilindro motore, dopo avere però riempito d'acqua fredda l'intercapedine destinata a fare da refrigerante. Ciò erasi fatto allo scopo di servirsi comodamente dei rubinetti e dei tubi per la necessaria corrente d'acqua fredda in servizio del freno, e dietro l'asserzione dei proprietari dello Stabilimento, che l'acqua intorno alla macchina non si sarebbe riscaldata così presto. Il fatto ha però dimostrato che l'acqua si riscaldò assai più celaramente di quanto si pensava, e ne è prova manifesta l'ultimo esperimento surriferito, fattosi colla velocità di 90 giri, che avrebbe dovuto raggiungere i 3 cavalli effettivi sull'albero, tale essendo la velocità additata dai costruttori come la più conveniente, mentre invece il lavoro restò notevolmente al disotto.

La prima prova, della massima velocità cui la macchina può arrivare mentre è fatta agire a vuoto, offre sempre un

criterio sulle resistenze passive della macchina, ed è pei costruttori un mezzo di giudicare se la macchina è bene montata, se tutto il meccanismo funziona a dovere. Fu così constatato che gli scoppi i quali, come si sa, dipendono dall'azione del regolatore a forza centrifuga, avvenivano esattamente ad ogni 12". La macchina adunque per camminare a vuoto col volante, che dà 103 giri, esige 5 cariche per minuto primo. In queste circostanze le resistenze del motore, cioè gli attriti, la forza viva consumata per urti, e le resistenze del volante nell'aria assorbono per ogni minuto primo il lavoro di cinque espansioni. Codesta esperienza ci è pure una conferma della bontà del pendolo a forza centrifuga nel regolare il numero degli scoppi in relazione col lavoro che la macchina deve sviluppare.

In merito degli altri esperimenti è pur necessario avvertire che la determinazione del peso segnato dalla stadera applicata al freno non poteva ritenersi abbastanza rigorosa; essendochè, com'è noto, la velocità dell'albero motore in queste macchine è tutt'altro che uniforme; essa è massima pochi secondi dopo che è avvenuto uno scoppio, è minima quando appunto ne succede un secondo. Tuttociò dà luogo a continue oscillazioni del braccio di leva, le quali non sono punto imputabili al freno; ed è certo che riesce quasi impossibile a indovinare il peso medio. Ove ci fosse dato di avere a ripetere simile esperimento, non sarà difficile sostituire la stadera con un dinamografo autoregistratore applicato al braccio di leva del freno.

Infine, non saranno mai prese precauzioni bastanti per mantenere ben fresca l'acqua del refrigerante, essendochè questa condizione influisce assai sul buon andamento della macchina. Lasciar riscaldare l'acqua del refrigerante di simili motori mentre si fa un esperimento, è come lasciar una ruota idraulica annegata nel canale di fuga. Quivi è una diminuzione di caduta, e là una diminuzione nel salto di temperatura.

4. — Rimane a dire della quantità di gas che si consuma con queste macchine. Ci erano noti in proposito gli esperimenti fatti nel 1867 da Tresca al Conservatorio d'arti e mestieri di Parigi. Avevamo dati egualmente attendibili dei costruttori di queste macchine, inquantochè essi garantiscono il consumo; ed abbiamo infine le nostre osservazioni sul motore di 3 cavalli di cui abbiamo parlato. Questo motore, costruito dalla Casa Langen e Wolf di Vienna, segna uno stadio di perfezionamento successivo a quello sperimentato a Parigi. Il meccanismo è assai più semplificato, fu soppresso l'albero ausiliario parallelo all'albero motore, mercè l'ingegnosa applicazione di un perno girevole entro l'albero stesso; e fu esteso il refrigerante a tutta l'altezza del cilindro per rendere il raffreddamento più facile, e la circolazione più pronta.

Nel vol. VII delle *Annales du Conservatoire* si leggono i risultati degli esperimenti di Tresca, ed il consumo di gas nel cilindro per cavallo e per ora è notato di 1247 litri a cui si devono aggiungere 132 litri per il becco a gas costantemente acceso e destinato all'accensione; ossia in tutto 1379 litri.

Sperimentando sulla macchina di tre cavalli, noi avremmo trovato ancor meno; essendochè il gasometro notava un consumo costante di 400 litri ad ogni 7 minuti primi, il che corrisponde a 3428 litri all'ora. Ritenendo che il lavoro di quella macchina fosse di cavalli-vapore 2,81 si avrebbe un consumo di gas per cavallo e per ora di 1200 litri compresi quello del becco d'accensione; e se ci riferiamo al lavoro di 3 cavalli, abbiamo un consumo di 1143 litri. Questi risultati, quantunque ottenuti coll'acqua del refrigerante alquanto riscaldata, mostrano un consumo un po' inferiore di quello trovato da Tresca, e che più si avvicina a quello di un metro cubo di gas per cavallo-vapore all'ora che il signor Sarazin, concessionario di questi motori in Francia, dietro parecchie esperienze, asserisce di poter garantire.

Se riteniamo come consumo medio di gas per ora e per cavallo-vapore, quello di 1100 litri, e poniamo il prezzo del metro cubo di gas a L. 0,30, si trova che il costo di gas per un cavallo-vapore di forza effettiva sull'albero è di L. 0,33 all'ora.

(*) Pubblicheremo fra breve in apposito articolo i disegni e la descrizione del freno dinamometrico di Thiabaud.

5. — La questione del costo della forza motrice che una macchina può somministrare, lo dicemmo fin da principio, è questione di essere o di non essere per la piccola industria; epperò vuol essere studiata attentamente e non solo sotto un aspetto teorico, siccome taluni credono di poter fare.

Alcuni, invero, volendo stabilire un confronto fra le motrici a vapore, o ad aria calda riscaldate a carbon fossile, e le piccole motrici a gas-luce, quelle a petrolio, ecc., chiedono all'esperienza dei gabinetti di fisica il potere calorifico di tutti questi combustibili; ossia il numero di calorie che si sviluppano dalla perfetta combustione di un chilogrammo di carbon fossile, di un metro cubo di gas, ecc., poi riferendosi al valore del carbon fossile, del gas-luce e del petrolio calcolano il prezzo d'una caloria coi tre diversi combustibili e trovano che il rapporto di questi prezzi è molto prossimamente

1 : 6 : 40

Questa relazione mostrerebbe il lato economico assoluto dei motori attivati direttamente dal carbon fossile, su quelli a gas-luce, e di questi sui motori a petrolio se non vi fossero altre considerazioni pratiche che contribuiscono a modificare grandemente codesto risultato economico; così tutti sanno che la disposizione del focolare nelle macchine a vapore non può essere tale da utilizzare tutto il calore che si svolge nella produzione del vapore, nè realmente la combustione ha luogo in modo sì perfetto che tutto il calore si svolga, e che alcuni gas combustibili, i quali si svolgono durante la combustione, non si estrichino incombustibili su per il camino. Ed è certo che il calore è meglio utilizzato nelle macchine a scoppio di gas, dove la accensione e lo scoppio ha luogo nell'interno del cilindro motore, e lo stesso deve pur dirsi dei motori a petrolio.

Tant'è, che se invece di prendere la questione dal lato teorico, la esaminiamo dal lato pratico, verremo a ben diversa conclusione.

Ponendo che un industriale abbia bisogno d'una forza motrice di 2 cavalli-vapore, esso avrà da scegliere fra una piccola macchina a vapore, od una macchina ad aria calda, od una macchina atmosferica a gas-luce od a petrolio, od ancora potrà essere il caso di potersi servire di un motore a pressione d'acqua. Infine, è chiaro che penserà al confronto di tutte queste sorgenti di forza motrice, con quella muscolare dell'uomo.

Quanto alle macchine a vapore, le spese di acquisto, e d'impianto di una macchina di due cavalli a breve espansione, senza condensazione, munita di caldaia, colla necessaria fondazione, col camino, ecc., finiscono sempre per arrivare a L. 1750 per cavallo. Bisogna quindi porre a calcolo per interesse ed ammortizzazione annua di questa somma, come pure per le riparazioni, una somma non inferiore al 2 0/0, cosicchè, contando su 300 giorni di lavoro all'anno, e su di un lavoro di 10 ore al giorno, si avrà in ogni caso una prima spesa di 7 centesimi per cavallo di forza all'ora. Queste piccole macchine consumano (chechè altri ne dica) non meno di chilogrammi 4 di litantrace di buona qualità, per ora e per cavallo, che in ragione di L. 38 la tonnellata dà luogo ad una spesa di L. 0,15 all'ora. — Il governo della macchina e della caldaia a L. 3,50 al giorno, per due cavalli di forza, dà luogo ad una spesa per cavallo all'ora di L. 0,175. Aggiungendo infine per olio e grasso, mastice, canapa, ecc. un mezzo centesimo all'ora, si arriva al prezzo del cavallo-vapore all'ora in L. 0,40.

Quanto alle macchine ad aria calda, comunque siano, nessuno contesterà che le spese annue d'interesse e di ammortizzazione e di riparazione per queste macchine, sono alquanto più elevate, e che vogliono essere elevate al 15 0/0 del capitale d'acquisto e di primo impianto. Si ha pertanto una prima spesa per cavallo all'ora di 12 centesimi. — Il consumo di combustibile è di poco inferiore a quello delle macchine a vapore. Vi s'impiega d'ordinario il coke, e la spesa può essere valutata a L. 0,12 per cavallo di forza all'ora. — Il governo di queste macchine non esige tutte le cure e tutta l'abilità che per condurre una macchina colla relativa caldaia a vapore, e può dar luogo tutto al più ad

una spesa di 2 lire al giorno, ossia di 10 centesimi per cavallo all'ora. — La spesa di lubrificazione è alquanto più elevata, e può ritenersi di 3 centesimi all'ora. — In tutto con una macchina ad aria calda il prezzo complessivo di un cavallo-vapore è di L. 0,36 all'ora.

Quanto alle macchine a gas-luce non è più il caso di pensare a quelle dispendiosissime di Lenoir e di Hugon; bensì a quelle atmosferiche di Otto e Langen, di cui si tenne particolare discorso in questo articolo. Una macchina di due cavalli costa a Torino lire 2250, e prima che la medesima sia a posto lire 2500; ossia 1250 lire per cavallo. Ponendo il 15 0/0 per interesse, ammortizzazione e riparazioni, si ha una spesa per cavallo all'ora di lire 0,06. — Il consumo di gas sappiamo essere di m. c. 1,4 per cavallo all'ora, donde a lire 0,30 una spesa di lire 0,33. Il governo della macchina non esige per vero dire persona alcuna, tranne chi avesse l'occhio di riempire i vasi destinati a lubrificare la macchina, tranne una persona che alla domenica smonti e pulisca alcuni pezzi. Ritenendo perciò 3 centesimi all'ora per olio e sorveglianza, si ha la spesa totale di L. 0,42 per cavallo all'ora.

Qui si potrà obiettare che questo prezzo dipende assai da quello del gas-luce; ed è un fatto che l'uso di questa macchina è finora dipendente dai gasometri pubblici, mentre il maggior costo del gas proviene dall'aver esso un gran potere illuminante, di cui non hanno d'uopo le macchine a scoppio. Ma nulla s'è fatto finora di buono in merito della distillazione economica del carbon fossile in piccoli forni.

I signori Otto e Langen trasformarono in macchine a petrolio le loro macchine a gas-luce colla aggiunta di un piccolo apparecchio per il quale la macchina si alimenta coi vapori di benzina; ne abbiamo visto una a funzionare regolarmente a Torino presso i rappresentanti della casa Langen e Wolf di Vienna, e questi assicurano che il consumo non superi mezzo chilogramma di quel petrolio per cavallo all'ora. Stando a tali dati e coi prezzi del giorno, l'uso del petrolio risulterebbe ad ogni modo più dispendioso che quello del gas. Ma bisogna riguardare il lato utile di questa modificazione in rapporto alle località prive di gas illuminante.

Seguitando la rassegna ed il confronto, eccoci ai motori a pressione d'acqua. I lettori dell'Ingegneria conoscono i motori Schmid; gran numero di altri costruttori hanno macchine egualmente buone, e tutte differiscono di ben poco le une dalle altre. Abbiamo in tutte un cilindro oscillante, che cullandosi opera da se stesso la distribuzione dell'acqua. Occupano poco spazio, non spruzzano acqua, non fanno rumori. Esigono però che vi sia una pressione sufficiente.

Queste macchine costano da 950 a 1000 lire per cavallo. Il 10 0/0 tra interesse, ammortizzazione e riparazioni conduce ad una spesa di cent. 3 1/4 per cavallo e per ora. Ma l'acqua intubata costa assai. A Torino, dove si può avere una pressione di 20 metri la spesa in acqua all'ora non già per un cavallo, ma per due soli chilogrammi di forza, è già di cent. 20.

Vedesi dunque che i motori a pressione d'acqua sono troppo cari; mentre le macchine ad aria calda e quelle a gas-luce differirebbero assai poco, almeno per un lavoro regolare e non intermittente, dalle piccole motrici a vapore.

Ad ogni modo il cavallo-vapore, che più da tutti gli altri si scosta per il maggior costo, è quello sviluppato dalla forza muscolare degli animali. Impiegando i cavalli animali il cavallo-vapore costerebbe più di 56 centesimi all'ora; impiegando l'uomo, ed occorrendo 8 uomini a produrre la forza di un cavallo motore, e ponendo la mercede dell'uomo di fatica a sole 3 lire, si vede che il prezzo del cavallo-vapore coll'uomo sale a lire 2,40, ossia sei volte più che colle piccole motrici a vapore.

Restringendoci dunque al confronto delle piccole motrici a vapore, delle macchine ad aria calda, e dei motori a gas-luce, vedemmo già che dietro i dati pratici del loro costo e del loro consumo, siamo giunti a conseguenze ben diverse da quelle che potrebbero trarre teoricamente dietro la semplice considerazione del potere calorifico di un com-

bustibile, e del prezzo di costo di una caloria. La macchina atmosferica a scoppio di gas-luce dovrebbe secondo queste deduzioni teoriche costare 6 volte più delle motrici ad aria calda e di quelle a vapore, alimentate da carbon fossile. In realtà la differenza nel costo del cavallo-vapore è quasi insignificante. Ma vi sono inoltre altre considerazioni pratiche, le quali non sfuggono agli industriali.

Così per esempio le macchine ad aria calda esigono ben minor tempo e ben minore quantità di combustibile per essere messe in azione che non le macchine a vapore; anche la sorveglianza non ha d'uopo d'essere così rigorosa; e non v'è pericolo alcuno di esplosione. Le piccole motrici a vapore esigono invece una autorizzazione speciale per poter essere adoperate, in causa appunto di questi pericoli. Ma per altra parte è inutile sperare di avere buone ed efficienti macchine ad aria calda di forza appena superiore ad un cavallo, per il troppo spazio che occupano. Sono dunque macchine convenienti praticamente ed in vista dei succennati vantaggi, ma debbono essere limitate a piccole forze, inferiori ad un cavallo-vapore effettivo sull'albero motore, o poco più.

Le macchine atmosferiche a scoppio di gas-luce, non presentano neppur esse alcun pericolo di scoppio; occupano poco spazio; non hanno bisogno di sorveglianza; ed anche per forze di 3 cavalli effettivi sull'albero motore sono macchine grandemente economiche, ben più di quanto il calcolo lo dica; e ciò per due motivi: 1° per la istantaneità con cui accendendo o spegnendo un becco di gas la macchina è posta in movimento od arrestata senza che durante la fermata vi sia il menomo spreco di calore, che anzi il raffreddamento che durante il riposo subiscono per irradiazione le pareti dell'involucro è di vantaggio alla macchina; — 2° per l'azione del regolatore a forza centrifuga che determina in modo continuo l'istante in cui ogni scoppio di gas deve aver luogo, producendo così la forza motrice in proporzione ed a misura del bisogno. A dare un'idea dell'importanza economica di codesti due vantaggi, ci basta citare la macchina a gas-luce della forza di 3 cavalli-vapore effettivi sull'albero motore che lavora giornalmente nel detto stabilimento di tipografia e litografia dei signori Camilla e Bertolero di Torino, e che è bene spesso chiamata a sviluppare la sua massima forza. Stando alle esperienze da noi fatte sul consumo di gas-luce, mentre si lavorava regolarmente col freno dinamometrico, la spesa giornaliera del gas consumato dalla macchina dovrebbe essere di lire 9, e invece la media mensile del consumo non passa d'ordinario una spesa di 3 lire al giorno. Ciò proviene senza dubbio dacchè le cinque macchine di quello stabilimento vogliono essere interpolatamente fermate per le esigenze del lavoro tipografico. Ed è certo che nessuna macchina a vapore potrebbe dar luogo ad un'analoga economia nel combustibile richiesto per alimentare il focolare e mantenere continuamente la caldaia in pressione. Cosicchè ognuno vede che per certi stabilimenti, quali le stamperie, in cui il lavoro varia da istante ad istante, e le cui macchine non esigono in complesso una forza maggiore di 3 cavalli-vapore per essere mosse, il motore atmosferico a gas-luce *sarebbe* il motore per eccellenza, se.... non avesse un grave inconveniente, quello del rumore che fa, e del disturbo gravissimo che reca a tutti gli abitanti dei dintorni. Ciò fa sì che non potrebbe essere egualmente adoperato nelle ore notturne. Altro inconveniente, un po' meno grave, ma che può essere in parecchi casi attenuato, è quello della velocità colla quale il lavoro è trasmesso, che non può essere perfettamente uniforme, essendo il moto del volante alternativamente accelerato e ritardato. Vi sono casi molteplici in cui la regolarità del movimento, e l'uniforme velocità sono condizioni ben più essenziali che quella dell'economia della forza motrice, ed è chiaro come in questi casi prima di introdurre uno di questi motori a scoppio, debbasi seriamente riflettere a certe conseguenze.

Come vedesi dunque delle parecchie soluzioni finora tentate, e con tanta perseveranza e tanta abilità portate a perfezione, nessuna ancora soddisfa in modo veramente soddisfacente, per tutti i casi. Ma sta di fatto che le macchine

ad aria calda per le forze di pochi chilogrammetri, e fino ad un cavallo, che le motrici atmosferiche a scoppio di gas-luce per forze non superiori, per ora almeno, a quella di tre cavalli, e le piccole motrici a vapore, tanto più economiche quanto più potenti, sono tre soluzioni che meritano in ogni singolo caso d'essere prese ad esame, e prudentemente discusse dalle persone dell'arte.

Con tuttociò per i grandi centri industriali, per i borghi industriali delle grandi città, la forza motrice distribuita a domicilio o per mezzo di condotte e serbatoi d'aria compressa, o per mezzo di condotte d'acqua elevata in serbatoi, è problema che merita tutta la nostra attenzione. Essendo che coll'aria compressa si vincono le distanze senza gravi resistenze, e si chiede con essa la forza motrice alle grandi cadute d'acqua ov'esse esistono. E dove sarà d'uopo per la loro assoluta mancanza di renderci tributari del carbon fossile avremo sempre mezzo di crearci i serbatoi artificiali con macchine a vapore di grande potenza, essendochè facendo uso di una macchina a vapore di 100 cavalli di forza il prezzo del cavallo-vapore è un quarto appena di quello che si ha dalle piccole motrici.

G. S.

CHIMICA DOCIMASTICA

SULLA INIEZIONE DEI LEGNAMI

per il prof. comm. ASCANIO SOBRERO.

Memoria letta all'Accademia d'Agricoltura il 30 dicembre 1876.

In uno dei passati giorni conversando con taluno che parvemi informato dell'andamento delle cose nostre in fatto d'amministrazione e di opere pubbliche, ebbi da lui ad apprendere, che l'iniezione delle traversine delle vie ferrate col solfato di rame, o cogli olii creosotati ricavati dal bitume del gas, era oramai presso di noi abbandonata, e che in sua vece si aveva ricorso ad una superficiale carbonizzazione. Non potei avere spiegazione di questo fatto, il quale mi appariva in contraddizione con quanto erasi detto, e fatto, e proclamato dopo il Boucherie, e le modificazioni introdotte nei suoi procedimenti primi, imperfetti benchè ingegnosi, dal Payen, dal Boucherie stesso, da Burnett in Inghilterra, e dai Leger e Fleury-Pyronnet. Possibile, diceva tra me, che ciò che si trovò ottimo or fanno 35 o 40 anni, e che pel decorso di un lungo lasso di tempo resistette a prove sperimentali moltiplicate all'infinito, e sovra scala gigantesca in quasi tutta l'Europa, debba tutto ad un tratto condannarsi e porsi tra le cose inutili? Possibile che le amministrazioni francesi che tanto si lodarono del solfato di rame, l'ammiragliato inglese che aveva prescritto circa al 1851 che i legnami dei suoi navigli si iniettassero con cloruro di zinco, la nostra amministrazione delle vie ferrate governative e la Commissione che essa nominò nel 1860 e per l'opera di cui si adottò per le traversine delle vie ferrate l'iniezione sia col solfato di rame, sia cogli olii creosotati... Possibile, dico, che tutti abbiano bevuto grosso, ed abbiano preso lucciole per lanterne? E ciò mi pareva cosa tanto strana, che non potei, nè posso ora ragionandone, prestarvi fede. I fatti sono positivi, e troppo numerosi ed estesi, e furono avvertiti da osservatori troppo coscienziosi, perchè ora si debbano e si possano dichiarare insussistenti.

Se non che, volendo cercar la ragione di questa condanna o dimenticanza in cui i procedimenti di iniezione sono caduti, parmi poterla rinvenire, non nei procedimenti medesimi, ma nelle troppo indiscrete pretese che si posero innanzi di risultamenti ai quali essi non potevano prestarsi. Si volle che i legni di essenza tenera come il pioppo, l'abeto, si facessero durevoli almeno tanto quanto la quercia e l'olmo non preparati, e che questi per l'iniezione acquistassero una durata doppia della loro naturale, e ciò si ottenne... Ma si pretese ancora che i legnami di fibra lassa e debole, per mezzo delle iniezioni acquistassero resistenza meccanica alle pressioni ed alla trazione, e ciò nè fu, nè

poteva essere, poichè la preparazione non ne cangia punto o ne cangia poco lo stato di aggregazione. E ciò sta tanto per l'iniezione col solfato di rame quanto per quelle che si facessero col cloruro di zinco o cogli olii creosotati. La chimica è giunta a dare ai legni durezza maggiore della loro naturale, coll'imbeverli successivamente di materie reagenti onde si generino tra fibra e fibra precipitati speciali, come il solfato di Barita, ecc.; ma questi procedimenti hanno in loro disfavore il troppo costo, e non saranno mai convenienti che in casi affatto eccezionali.

Quando si esiga soltanto conservazione del legno, in questo senso che esso non vada più soggetto a guasto per fermentazione o putrefazione, od eremacoscia che dir si voglia, e resista pertanto alle azioni combinate dell'aria, dell'umido atmosferico, dei germi di piante crittogamiche, ed aggiungiamo pure degli animali roditori, io penso che piena ed intera confidenza dovressi sempre porre nell'iniezione coi liquidi che furono per tale uso preconizzati.

E qui mi si permetta, quanto al solfato di rame, citare un fatto mio proprio, che a parer mio, è tanto eloquente quanto è quello delle migliaia di traversine per le vie ferrate e di pali telegrafici, la cui conservazione si ottenne col mezzo del medesimo reagente. Or fanno circa 20 anni, divenuto proprietario di una vigna di poche giornate di terreno sui colli presso la città di Bra, accintomi a provvedere a quelle esigenze che più erano urgenti per renderne gradito il soggiorno, pensai che per la calda stagione era opportunissimo il costruire una pergola, la quale, coperta di piante rampicanti, mi procurasse un'ampia camera all'aperto, dove si potesse con diletto stare lungo il giorno a respirare l'aria pura, senza la molestia dei raggi diretti del sole. Mi parve allora opportuno l'afferrare quella occasione per fare un esperimento sull'efficacia della iniezione di solfato di rame come mezzo di conservazione dei legnami, ed affinchè fosse maggiormente concludente l'esperimento, ho scelto tra i legni più teneri l'abete. Fatti lavorare in un laboratorio da falegnami di Alessandria i montanti, le traverse e le varie altre parti che dovevano comporre l'intera pergola, pensai a farne eseguire l'iniezione: e questa si praticò nel cantiere governativo d'Alessandria dove erano stabiliti gli apparecchi ad iniezione forzata dei signori Leger e Fleury-Pyronnet, coi quali si preparavano le traversine per le vie ferrate del governo.

Rammento con riconoscenza che in quella occasione il compianto comm. Bona fu cortesissimo a mio riguardo, giacchè volle ch'io non soggiacessi a spesa veruna, nè per l'iniezione che fu fatta con molta cura, nè per il trasporto dei legni preparati da Alessandria alla stazione di Bra. Si costruì la pergola che riuscì di 6 metri di lunghezza, larga circa 4 metri, ed alta in proporzione, e come usasi, ne feci spalmare le parti tutte con vernice verde a biacca ed olio di noce, e sopra vi adagiai le piante novelle rampicanti, che in pochi anni vi stesero un bel velo di verzura. Ora sono scorsi 18 anni dacchè quei legnami sono in opera, e si conservano tuttora integri e sani quali erano al momento di porli in opera. I piedritti stessi là dove poggiano sul suolo, non danno indizio di alterazione; e sì che in così lungo lasso di tempo quei legnami ebbero a soffrire tutte le possibili influenze atmosferiche per le quali essi dovevano guastarsi ed imputridire. Non è a dirsi che gli insetti roditori che tanto concorrono alla distruzione dei legni non si attentarono a penetrare in nessuna parte della pergola in discorso, allontanati dalla qualità velenosa del solfato di rame. Essendo poi rimasto un buon dato di quei legni stessi che non fu necessario per la costruzione della pergola, ne feci uso per un cancello di chiusura, che non ebbe vernice, e fu posto all'entrata d'una cantina sotterranea, umidissima; e qui pure la conservazione riuscì perfetta.

Nello scorso inverno avvenne che la neve si accumulò sulla pergola, e salita in una notte all'altezza di oltre 1 m., col suo peso cagionò la rottura delle parti, alquanto sottili, che ne costituivano il tetto o culmine. Fu un guasto inevitabile, che non attenua in nulla l'utilità dell'iniezione, che anzi la mise in evidenza, poichè le superficie di rottura non mostrarono punto alterata la fibra del legno; d'al-

tronde, come dissi, non si può pretendere che la iniezione col solfato di rame possa migliorare ed accrescere le qualità meccaniche dei legni: ed è da questo lato che i promotori dell'iniezione col solfato di rame hanno ecceduto, col promettere che le traversine di pioppo e di abete potessero, dopo la preparazione, impiegarsi nelle vie ferrate, dove le pressioni esercitate dai treni e dalle pesantissime locomotive, dovevano schiacciarle, sformarle, guastando principalmente le parti loro dove si inseriscono i cuscinetti a sostegno delle rotaie.

Taluno osserverà che i legnami della mia pergola durarono finora, perchè protetti dalla vernice ad olio di noce e biacca. Senza negare l'utilità della vernice, osserverò che in una vigna vicina alla mia si pose in opera, or sono pochi anni, una cancellata fatta con legno di quercia, e verniciata a dovere, e che ciò malgrado essa è già al presente tutta rovinata. D'altronde chi non sa che anche la miglior vernice ad olio essiccativo dopo un anno o due di esposizione alle intemperie si guasta e perde la sua efficacia? E poi il cancello di cui parlai più sopra non ebbe la vernice, e sta ancora al presente affatto inalterato.

A conferma della utilità del solfato di rame nel preservare i legni anche teneri dalla fermentazione putrida rammenterò che un intelligente agricoltore mio amico, ora sono molti anni, praticò l'imbevimento dei pali di salice ancora verdi, quali si portano in primavera sui mercati ad uso dei viticoltori, immergendone la parte più grossa in un tino contenente soluzione di solfato di rame, e tenendoveli per uno o due giorni. Or bene, malgrado che i pali fossero privi di rami e di foglie, e fossero già tagliati da parecchi giorni, pure l'assorbimento della soluzione erasi in essi operata a notevole altezza, in virtù di quella forza assorbente che è propria delle piante vegetanti, e pei quali, impiegati a sostegno delle viti, si mostrarono molto più durevoli di quelli che non avevano subito preparazione. Era il metodo primitivo di Boucherie applicato all'agricoltura.

Prego i miei onorevoli colleghi di credere che di questi casi speciali io non impresi a discorrere per desiderio di parlare di cose mie, o colla persuasione di portar luce in una questione che è giudicata da esperienze di molto maggior portata, e quasi mondiali. Accennai ai fatti da me osservati, perchè essi riguardano specialmente la conservazione dei legnami ad uso degli agricoltori, a sostegno di pergolati, e di vigneti.

Tutti sanno quale ingente spesa cagioni annualmente la coltura della vite pel rinnovamento totale o parziale dei pali di sostegno. Un palo di salice alto 4 metri, che costa 10 centesimi, già al termine del primo anno è guasto e fradicio per quella parte che è infissa al suolo, cioè per almeno 50 centim., parte che deve tagliare per usare il palo una seconda volta; ed eguale accorciamento esso soffrirà al fine del secondo anno, e dopo il terzo, epoca in cui per soprammercato la parte sua aerea, per le intemperie a cui soggiacque, è pur essa alterata, fragile ed inservibile ad altro uso che a cattivo combustibile. Per un vigneto, che è circa un ettare, io soggiacciai annualmente ad una spesa di 420 a 450 franchi per rinnovamento di pali, il cui prezzo va ogni di crescendo pel continuo dissodamento dei terreni boschivi, che si coltivano quindi a vigneti. Da lungo tempo avrei seguito l'eserapio del mio amico di cui tenni parola, ed avrei proceduto alla preparazione dei pali per assorbimento, se le mie occupazioni mi avessero a ciò dato agio opportuno. Mi sono augurato molte volte che qualcuno avesse assunto l'incarico di eseguire per conto dei privati la preparazione di cui discorriamo, ma questo desiderio non può essere esaudito: le novità trovano ostacoli nell'inerzia e nell'ignoranza, e l'intraprenditore di tale operazione vi rimetterebbe per ora certamente del suo.

Una innovazione di molto momento va introducendosi nella coltura delle viti, la quale, se da una parte scemerà considerevolmente la spesa di manutenzione di una vigna, non toglierà tuttavia, anzi confermerà, l'importanza di un procedimento che assicuri ai legnami una lunga conservazione. Il sistema di tenere le viti a spalliera, raccomandate

a fili di ferro zincato, toglie la necessità di apporre a ciascuna vite un palo che la sostenga. In scambio i fili di ferro debbono essere assicurati e sostenuti da robusti pali infitti almeno per 50 centim. nel suolo ed emergenti per m. 1,50 incirca. Un calcolo preciso del vantaggio pecuniario che si conseguirà da questa innovazione non può guari stabilirsi *a priori*; cotesti pali di legno di castagno o di quercia si infiggono a 10 o 12 metri di distanza l'uno dall'altro: il loro prezzo può variare da regione a regione: supponiamo che ciascuno venga a costare 1 fr.; ci sarà ancora risparmio, inquantochè in 10 m. di lunghezza, essendo le viti a 60 centimetri di distanza l'una dall'altra, si esigono ora 17 pali, i quali, a 10 centes., costano pel primo impianto L. 1,70. Questo calcolo può andar soggetto a correzioni e varianti. Il prezzo di 1 franco è spesso superiore al vero. I pali possono collocarsi a più di 10 metri di distanza. Nel calcolo non figurano le piccole pertiche, le quali nel sistema comune si pongono di traverso a raffermare tra loro i pali, ed a sostegno dei tralci, le quali restano soppresse. La spesa pei fili di ferro zincato si aggiunge a quella dei pali maggiori: essa varia secondo le vicende del commercio e secondo la maggiore o minore grossezza dei fili.

Da informazioni tolte a viticoltori che montarono in tal modo le loro vigne, risulterebbe che la spesa di primo impianto sarebbe doppia di quella che si fa col metodo comune di impalatura. Ma per contro cessa l'annua spesa dei sostegni che si pongono a ciascuna vite, e delle traverse; i fili di ferro zincato, se buoni, non esigono riparazione che dopo lungo lasso di tempo. Resta la questione della durata dei pali, che di 10 in 10 metri sono il fulcimento dei fili di ferro e delle viti. È certo che la loro grossezza, e la natura del legno onde si fanno, guarentiscono che essi debbano durare assai più che quelli di salice, e non abbiano ad esigere riparazioni che dopo un assai lungo periodo d'anni, ma ad ogni modo la loro durata non sarà indefinita.

Ed è qui che la iniezione col solfato di rame sarebbe giovevolissima, quando con essa si potesse ottenere ad esempio che i pali a vece di 8 anni durassero incolumi per 16 ed anche più, coadiuvando ancora all'ottenimento di questo scopo la natura dei legni, che per essi pali è di essenza dura, cioè di quercia o di castagno. Non occorre qui di ricordare cosa che i viticoltori sanno, che si è in gran parte nei sostegni delle viti che si annidano, e depongono le loro larve gli insetti nocivi alle vigne, e che questo danno non sarebbe più a temersi con pali iniettati col solfato di rame.

Ma qui torna in campo la difficoltà della esecuzione. Il procedimento per assorbimento vitale non è qui più possibile trattandosi di legni secchi e decorticati, e forza è ricorrere ad altro modo di operare; frattanto i metodi di iniezione forzata, e principalmente il più efficace, quello dei signori Leger e Fleury-Pyrtonnet, esigono una officina munita di apparecchi costosi e complicati: non è a sperarsi che alcuno si trovi che osi stabilire un apposito opificio colla speranza di trarre dal lavoro che gli sarebbe commesso dai viticoltori un guadagno che fosse remuneratore, e non troppo grave pei committenti. E qui si applica il detto, che *l'ottimo è nemico del buono*. Infatti è possibile al metodo mentovato sostituirne un altro, che, se non raggiungerà lo scopo della penetrazione in tutta la sua pienezza, sarà tuttavia bastantemente efficace.

S'abbia un forno in cui si scaldino i pali a temperatura di 120 o 130 gradi: dopo un'ora di soggiorno nel forno, si tuffino essi in una cassa contenente soluzione di solfato di rame al titolo di 1 od 1,5 0/0, ed in questo bagno si lascino i pali raffreddarsi fino alla temperatura comune: che se per tal modo non si potrà ottenere la penetrazione del liquido nelle più intime parti del legno, se ne avrà tuttavia una sufficiente, perchè la durata dei pali sia notevolmente prolungata. Di più il riscaldamento avrà coagulata e resa inerte la materia azotata del legno, ed avrà distrutti, se pure esistevano in esso, i germi della fermentazione. Un tal modo di operare non è cagione di spesa rilevante.

Per chi potesse procurarsi una caldaia di rame di suffi-

ciente profondità, potrebbe giovare il porre in essa la soluzione, ed in questa i pali collocati verticalmente, e compiutamente immersi, e portar quindi alla bollizione il liquido e tenervelo per un paio d'ore, e quindi, cessato il fuoco, abbandonare il tutto al raffreddamento, onde il liquido penetri nelle cellule del legno e le riempisca. Parmi che ridotta a tal grado di semplicità l'operazione sia da considerarsi come attuabile senza grave spesa per chi ne imprendesse la esecuzione, e con poco accrescimento di prezzo dei pali, largamente compensato dalla maggior durata di questi.

Fin qui per quanto riguarda l'utile che la preparazione in discorso promette all'agricoltore. Se non che, l'occasione essendo propizia, mi sia concesso di lamentare che molti emolumenti che in genere si debbono sperare dai procedimenti di iniezione, sieno non curati, e con funeste conseguenze. Perchè i legnami che in tanta copia si impiegano nell'edificare non si assoggettano ad iniezione con sali di rame o di zinco? Le travi, i travicelli, le tavole, che si pongono in opera nelle nostre costruzioni non acquisterebbero forse per ciò assai più lunga durata, che non hanno in fatto? E chi non sa che gli animali roditori hanno gran parte nel guasto a cui vanno soggette le parti legnose degli edifici? Ed aggiungo che i legni imbevuti di solfato di rame o di zinco, se bene compenetrati di sale, sono molto meno facili ad incendiarsi che in caso contrario, e che la combustibilità dei legni invecchiati è molto grande appunto perchè e l'opera degli animali roditori, e la lenta fermentazione (eremacoscia) li resero porosi e simili all'esca focaia. Quando leggo su pei giornali che un teatro fu preda delle fiamme che lo distrussero in breve ora, dico tra me stesso: il danno sarebbe stato assai minore, ed il fuoco più facile a domarsi, se i legni avessero ricevuta una iniezione di sali metallici. Percorrendo i lavori che si pubblicarono sull'iniezione dei legnami, trovo indicazione di materie molte le quali non alterano la tessitura del legno, ne assicurano una lunga conservazione e ne scemano la combustibilità in modo rimarchevole. Tali sono il cloruro di calcio neutro, il cloruro di calcio combinato coll'acetato di soda, i silicati solubili di soda o di potassa ed ammoniacale, gli allumi. Accenno qui soltanto a quei preparati che più si accomodano alla preparazione dei legnami da costruzione, perchè facili ad aversi in commercio e di non grave costo, e che perciò sarebbero accessibili ai costruttori. Le esperienze di Fuchs, di Vannuccini, di Crum e Cochran, di Schüssel e Thouret, di Doeberiner e Elsner non lasciano dubbio sull'efficacia dei preparati accennati, i quali, se non tolgono affatto la combustibilità ai legni, li rendono tuttavia molto restii all'accensione ed alla propagazione della combustione da un punto all'altro della loro massa.

La difficoltà maggiore che i procedimenti di iniezione incontrarono, ed incontrano ancora, è la mancanza d'una officina alla portata dei costruttori, ed in cui si effettuino le operazioni con apparecchi che ne assicurino la riuscita. A mio credere le segherie grandiose che vanno impiantandosi presso i centri di popolazione dove le costruzioni si moltiplicano e si estendono ogni anno, sarebbero quegli stabilimenti nei quali più convenientemente potrebbero prendere stanza gli apparecchi ad iniezione forzata, e porsi in azione. Le segherie avrebbero nella forza motrice di cui dispongono, il mezzo per mettere in moto la macchine pneumatiche e le pompe comprimenti, e per la generazione del vapore potrebbero esse valersi della notevole quantità di segatura e di frantumi di legno onde vanno ingombre.

Quando i costruttori, ricorrendo alla segheria per legnami da costruzione, vi trovassero l'opportunità di ottenerli preparati per lunga conservazione, e protetti contro i rapidi progressi d'un incendio, e ciò con un lieve accrescimento di prezzo, è da credersi che essi ricorrerebbero ai procedimenti di iniezione e ne farebbero loro pro. E voglio aggiungere che, per quanto esteso e vasto sia il concetto della libertà che ai cittadini deve concedersi quando si tratta dei loro proprii interessi, e per quanto sieno ristrettissimi i confini entro i quali si deve circoscrivere l'ingerenza governativa sulle opere dei privati, pur tuttavia sarebbe lode-

volissimo atto dell'autorità, e da applaudirsi, quello che imponesse ai costruttori, specialmente di teatri, di collegi ed altri analoghi stabilimenti, di ricorrere ai procedimenti di preparazione dei legnami, che ne assicurino una lunga conservazione, e ne scemino la combustibilità. La scienza non ha ancora detto l'ultima parola a questo riguardo; ma ciò che si è fatto è già degno che se ne tenga conto e se ne facciano applicazioni. E vorrei pure che non restassero nei volumi dei trattati di chimica tecnica, inutili, perchè non applicati, i varii trovati pei quali le tele delle cortine e delle decorazioni dei teatri si rendono resiste alla combustione. Quanti disastri non si eviterebbero se le ricerche dei chimici ricevessero questa importante applicazione?

Prima di porre termine a queste mie osservazioni, mi sia permesso di dire alcune parole di un procedimento di preparazione dei legnami che di recente fu proposto e che fu pure pubblicato nel giornale *L'ingegneria civile e le arti industriali* (Vedi vol 1, pag. 108).

Il signor ingegnere Hatzfeld ha preso un privilegio per questo nuovo procedimento, il quale consiste nell'imbevver il legno di tannato di protossido di ferro con eccesso di acido tannico, preparato che egli ottiene facendo mescolanza di pirolignite di ferro e soluzione di tannino.

Quanto è detto in quell'articolo presta argomento a molti appunti, tra i quali esporrò i più rilevanti, affinché si possa giudicare se sul nuovo procedimento si possano fondare speranze di risultamenti migliori di conservazione di legni, specialmente per gli agricoltori e pei costruttori, in confronto coi già conosciuti.

E primieramente c'è molto a dire sulla novità del procedimento. Le materie che si propongono dall'ingegnere Hatzfeld, sono già state da un pezzo suggerite e provate. Apro a caso il *Manuel du cours de chimie organique appliquée aux arts industrielles et agricoles*, che si pubblicò a Parigi nel 1842 dai signori Garnier e Rossignon, e che è il riassunto delle lezioni fatte in quell'anno dal Gayen al *Conservatoire des arts et métiers*, e vi trovo queste testuali parole all'articolo *Conservation des bois*: « Les pyrolignites » méritent la préférence sur les autres sels, en raison de » leur bas prix, et parcequ'ils renferment toujours un excès » de créosot. Le pyrolignite de fer obtenu dans les forêts » ou l'on soumet le bois à la distillation revient à peu » leur marché que, etc... » e più lungi: « Le pyrolignite » de plomb est d'un prix bien plus élevé que le pyrolignite de fer, etc. ». Anche il solfato di ferro fu applicato allo stesso scopo, ma meno lodato del pirolignite. Del tannino puossi dire lo stesso. Nell'opera citata trovo ancora che il legno di quercia si altera poco nell'acqua a cagione del tannino che esso contiene, e che opera sulla materia azotata, rendendola imputrescibile. È noto che in alcuni paesi marittimi usasi dai pescatori lavare di quando in quando le reti in un liquido ricco di tannino, per preservarle dalla putrefazione. Che più, non per la conservazione, ma per ottenere una colorazione in nero per legni da lavoro, già si praticò l'iniezione successiva del tannino e quindi del pirolignite di ferro; nell'opera sopracitata questo procedimento è accennato: « En se servant d'abord » du tannin, puis du pyrolignite de fer, on obtient l'encre » dans les cellules du bois ». Le lezioni del Gayen datano dal 1842, ed in esse si riassumevano fatti che si erano conosciuti negli anni precedenti.

Ma, se non essenzialmente nuovo, il procedimento in questione potrebbe presentarsi come più utile, e da preferirsi a quelli che per tanti anni si preconizzarono, e si applicarono con buon successo. E poichè da questo lato non puossi ancora invocare in suo favore la sanzione della pratica, perciò, come esso si fonda sulla induzione da altri fatti conosciuti, così anche per induzione possiamo ragionarvi sopra.

Or ecco quali riflessi ci suggerisce la chimica. Il tannato di ferro, lo dice l'autore istesso, è solubile allo stato di sale di protossido; tutti conosciamo l'inchiostro comune, il quale è appunto tannato di protossido di ferro, e, perchè solubile, ci serve a scrivere. Ed ecco la prima conseguenza

di questo fatto: se un legno imbevuto di tannato di protossido di ferro volesse impiegarsi in un luogo umido in cui esso si trovasse a contatto coll'acqua, il tannato finchè rimane a protossido sarebbe soggetto ad essere esportato; quindi cesserebbe la sua efficacia. In tal caso questa preparazione non sarebbe scevra dall'inconveniente che l'autore trova compagno dell'impiego del solfato di rame, che, a suo dire, come sale solubile, viene esportato dall'acqua che venga a dilavare i legnami con esso preparati.

E qui per incidenza avvertiamo che il solfato di rame quando si incontra nelle materie albuminoidi del legno vi forma un composto insolubile nell'acqua, e non più putrescibile; se così non fosse, le traversine delle vie ferrate, nelle esperienze molte fatte in Francia e presso di noi, non avrebbero resistito per 10 e 15 anni alla prova. Non può adunque attribuirsi un merito speciale da questo lato al tannato di protossido di ferro, fin tanto che non sente l'azione dell'aria per cangiarsi in sale di sesquiossido.

Ma l'autore soggiunge che il passaggio accennato si fa rapidamente quando interviene l'ossigeno atmosferico, onde *il tannato solubile si converte in un sale insolubile, che si fissa sulle cellule del legno, completa (secondo lui) o sostituisce la lignina (materia incrostante), aumenta considerevolmente la durezza del legno, facendo a questo subire una specie di metallizzazione.*

Fermiamoci a considerare l'effetto che nel legno preparato col tannato di ferro potrà prodursi. È certo che conseguenza del contatto dell'aria sarà la formazione di un sale insolubile. Ma in primo luogo, se tale mutazione potrà farsi pronta alla superficie dei legnami, non sarà così del tannato, che avrà penetrata l'interna loro parte, alla quale l'ossigeno atmosferico non potrà avere accesso che con molta difficoltà e con molta lentezza.

Ma il tannato di sesquiossido sarà esso permanente? Non è egli a temersi che per lenta fermentazione si cangi in sesquiossido di ferro, distruggendosi l'acido tannico? Perché mai l'ossido di ferro si comporterà coll'acido tannico diversamente che con altre materie organiche, come ad esempio colla cellulosa vegetale? Questa azione, studiata da Kulmann e da lui posta in piena luce, consiste in ciò, che il sesquiossido, trovandosi in contatto con una materia organica ossidabile, passa a protossido, cedendo a quella una parte del suo ossigeno, ed operandone una lenta combustione; se poi sopravviene nuovo ossigeno, il protossido passerà ancora a sesquiossido, e questo ancora opererà come ossidante sulla materia organica, facendosi così il medesimo ossido l'intermedio per cui l'ossigeno atmosferico venga continuamente a fissarsi sulla materia organica ed a profondamente alterarla. Egli è perciò che nelle vecchie travi da costruzione, nelle tavole impiegate a far coperture di edifici, ecc., troviamo corrosa e quasi convertita in terriccio la cellulosa, che è in contatto coi chiodi irrugginiti; egli è per ciò che le tele colorate in camoscio coll'acetato di ferro, esposte all'aria, dopo breve tempo perdono la loro coesione, e con piccolo sforzo si sfibrano. Un legno pertanto imbevuto di tannato di ferro dopo qualche tempo si troverà essere solo ricco di ossido di ferro, per distruzione dell'acido tannico, e quindi per l'azione accennata dell'ossido di ferro, verrà a sfibrarsi ed indebolirsi. Questo argomento di induzione è tale da porre il costruttore sopra pensiero, prima di accettare il procedimento proposto, che d'altronde non ha ancora per sé la conferma della pratica; e mi induce a non accettare di botto e senza più la proposta del tannato di ferro nella preparazione dei legnami per le costruzioni *industriali e civili*, pei *pali telegrafici*, ed in genere per tutti quei casi nei quali l'aria possa avervi accesso.

L'autore cita il fatto osservato da Berthier di pezzi di legno di quercia che erano in una fondazione di un ponte a Rouen fin dal 1150, e che si estrassero nel 1830, nei quali si trovò durezza pari a quella dell'ebano, e l'analisi svelò la presenza del tannato di sesquiossido di ferro. Giova qui osservare che quei legni erano profondamente sepolti nel suolo, che perciò non potevano soggiacere all'azione complessa dell'aria e dell'acqua. Non è raro d'incontrare

nelle viscere della terra tronchi di piante che certo non furono preparati, e che vi stanno sepolti da tempi preistorici, nei quali si osserva perfetta la conservazione. È poi difficile che si sia potuto colla analisi precisare che il ferro contenuto in quei legni fosse allo stato di tannato di sesquiossido; ad ogni modo non è necessario ricorrervi per ispiegare la lunga loro conservazione.

E soggiungo che le circostanze in cui quei legni si trovavano sono ben diverse da quelle nelle quali si trovano i legni da lavoro sui quali operano ad un tempo l'umidità e l'aria.

L'autore, volendo criticare i metodi di iniezione col solfato di rame e col creosoto, si ferma a considerare la complicazione degli apparecchi che per essi si richieggono, la difficoltà di fare il vuoto in essi, e di far quindi penetrare il liquido preservatore in tutta la massa del legno; ma mi sia lecito di dimandargli come egli intenda di ottenere il completo imbevimento col tannato di ferro; egli non lo dice, e ci è lecito soggiungere che, se egli vuol raggiungere l'intento, dovrà ricorrere ad apparecchi non dissimili da quelli pei quali si fa l'iniezione forzata, cioè a quelli di Breant, di Bethel, di Leger e Fleury-Pyronnet.

L'autore inoltre, per provare che il suo metodo è meno costoso che i già proposti e conosciuti, ha alcune asserzioni che, se non altro, paionmi alquanto avventate; e citerò solo questa, che l'acido tannico è presentemente solo impiegato industrialmente nella concia delle pelli; che esso proviene esclusivamente dalla scorza di quercia o di castagno, ecc. Tutto ciò non è conforme al vero: l'acido tannico o tannino si impiega in gran copia nel tingere in nero le stoffe di lana, di seta, ecc. Il tannino si estrae già in gran quantità dal legno di castagno; ed è questa una delle cagioni per le quali in alcune regioni del Piemonte scompaiono i boschi di castagno, con gravissime conseguenze. Il tannino è merce assai ricercata, e le piante che lo forniscono furono, le une dopo le altre, indigene ed esotiche, chiamate a soccorso dell'industria dai conciatori e dai tintori. Se per questi molti ed importanti usi l'acido tannico non puossi già al presente riguardare come di poco valore, quando l'iniezione dei legni ne venisse ad aumentare la consumazione, vedrebbe tosto svanire il suo supposto buon mercato, e dileguarsi il vantaggio economico che l'autore promette coll'uso del tannato di ferro.

E qui mi arresto, bastando, a mio parere, il già detto, perchè si debba andar guardandogli nell'accettare come dimostrato quanto è contenuto in quell'articolo.

A mio senso l'iniezione dei legnami col solfato di rame è un procedimento che ha fatto le sue prove, che fu riconosciuto utilissimo, che non ha inconveniente, onde fino a prove contrarie io le darò sempre la preferenza; e faccio voti perchè gli agricoltori ed i costruttori si dispongano a preparare con esso i legnami loro. Pei primi è tempo che si pensi seriamente a scemare le spese di produzione e di coltura, ed i viticoltori specialmente avranno un beneficio notevole quando possano assicurare ai pali delle loro vigne una durata più lunga di quella che ad essi è naturalmente concessa.

INDUSTRIE MINERARIE

SULLE MINIERE DI GALENA ARGENTIFERA E SUL TRATTAMENTO METALLURGICO DI PRZIBRAM (BOEMIA)

Relazione dell'Ing. ORESTE LATTES

PARTE PRIMA.

Cenno sulle miniere di Przibram e sugli opifizi annessi.

1. — Gli stabilimenti montanistici di Przibram hanno per iscopo la coltivazione ed il trattamento del minerale proveniente dalle ricche miniere di galena argentifera ivi esistenti. Essi, come le miniere, appartengono da tempo antichissimo all'Erario, pel quale divennero e sono tuttora una delle fonti principali d'entrata.

Przibram, situato al S-O di Praga, e collegato ad essa da 75 chilometri di ferrovia, è oggidì il centro più importante di tutto l'Impero Austriaco in fatto di miniere metalliche. Invero, sopra una produzione totale di 8068 tonnellate di minerale di piombo argentifero che si ebbe nel 1875 in Austria, 7502 sono dovute alle sole miniere di Przibram.

Il valore poi della produzione totale raggiunse i 6,000,000 di lire, di cui appena 240,000 provengono da altre miniere; resta dunque pel valore del minerale estratto dalle miniere di Przibram la somma di lire 5,760,000 (1).

Il personale infine, che, al 1° gennaio 1876, trovavasi addetto alle miniere ed opifizi, era composto di 4543 individui così ripartiti:

Alle miniere	3403
Negli opifizi di preparazione meccanica	803
Alla fonderia	337

In questa notizia è nostro intendimento lo studiare con dettaglio il trattamento metallurgico della galena argentifera alla fonderia di Przibram; crediamo però far cosa utile, facendovi precedere qualche cenno geologico sulle miniere alimentatrici, e col dir brevemente della preparazione meccanica.

Difatti, se consideriamo Przibram nel suo insieme, vediamo che bisogna distinguervi tre rami di servizio, corrispondenti ai tre stadi che percorre il minerale; questi tre servizi, indipendenti l'uno dall'altro, sono: le miniere, la preparazione meccanica, e la fonderia. Una volta estratto il minerale dalle miniere, lo si sottopone alla preparazione meccanica, e non è che dopo che esso è giunto, in grazia della medesima, al voluto grado di arricchimento, che lo si manda alla fonderia per fargli subire il trattamento metallurgico.

In base a ciò noi divideremo la presente nota in due parti: nella prima daremo, a guisa d'introduzione, una descrizione sommaria delle miniere ed opifizi, riservandoci per la seconda il trattamento metallurgico propriamente detto.

I. — Miniere.

2. *Costituzione geologica.* — I giacimenti metalliferi del distretto di Przibram sono situati, analogamente a quelli di Sardegna, negli scisti e sandstein appartenenti all'epoca siluriana, noti sotto il nome di scisti e grovacchi di Przibram, e che il Barrande, nei suoi accurati studi geologici sulla Boemia, ha compresi nel così detto « Etage B ». Solo alcuni pochi filoni trovansi nel granito al confine del terreno siluriano, dalla parte S-E di Przibram. Tra questo granito ed i grovacchi esistono gli antichi scisti argillosi, « Etage A » di Barrande, nei quali non appaiono giacimenti metalliferi, ma solamente minerali di ferro.

La direzione di tutti questi strati è E-NE, e più propriamente, seconda la notazione usata in Germania, colle divisioni della bussola in ore, essa è di ore 4,10°. L'inclinazione è generalmente verso Ovest, con una pendenza che varia da 24 ad 86 gradi; gli è solamente nella regione più ricca, detta del Birkenberg, che i grovacchi hanno un'inclinazione opposta, cioè verso Est, la quale oscilla tra i 70 e gli 80 gradi.

I scisti dell'« Etage B » di Barrande hanno in media uno spessore di 1200 metri, e sopra di essi riposano i grovacchi (sandstein e quarziti) fino alla così detta *Lettenkluff*, dopo la quale ricominciano scisti e grovacchi. Questa *Lettenkluff* è una fenditura (faille) argillosa che si manifesta per una grandissima estensione sempre coi medesimi caratteri, e passa un po' al Nord del Birkenberg colla direzione di ore 5, e coll'inclinazione verso N-O di 70° in media. Essa è costituita da un'argilla (Letten) nerastra, dotata di poca plasticità, della potenza talvolta di 90 cm., mentre in certi siti è ridotta ad un vero piano geometrico. La *Lettenkluff* ha nei giacimenti di Przibram una speciale importanza, giacchè al di là di essa, i vari andamenti metalliferi (erzgänge) o sono allontanati od impoveriti, ed in qualche caso scompaiono affatto.

Inquanto a formazioni eruttive osservansi nei dintorni di Przibram due potenti eruzioni dioritiche, che attraversano nella direzione N-S i scisti siluriani (2); esse si presentano talvolta in vene, talvolta in masse, nel qual caso esse giungono fino alla superficie e vi formano allora delle specie di cupole. Queste eruzioni dioritiche, come le porfiriche della Sardegna, sono a Przibram della massima importanza, perocchè con esse si collegano i giacimenti metalliferi: questi ultimi hanno tutti difatti, come vedremo, più o meno la direzione N-S, e dovunque appaiono le dioriti, esse sono accompagnate da filoni metallici.

(1) Il valore della produzione nel distretto di Freiberg raggiunse, dietro le ultime statistiche, la cifra di . . . L. 6,226,284

In tutta la Sardegna, il valore del minerale di piombo (galena e cerusite, galena e blenda) estratto nel 1869 fu di „ 7,598,009

(2) Lo stesso fatto colla stessa direzione notò il Sella nelle eruzioni dioritiche della Sardegna. — Vedasi la sua relazione alla Camera sull'Isola.

Riguardo alla continuità di questi filoni, i quali si trovano soprattutto nella prima zona di grovacchi, cioè al muro della *Lettenkluff*, si osserva che l'arricchimento avviene specialmente nella parte Nord dei medesimi, ossia appunto dove gli strati si avvicinano alla fenditura argillosa; mentrechè negli strati medi e meno sconvolti, le vene metallifere non francano di solito la spesa di coltivazione.

3. *Filoni metalliferi*. — La natura poi dei filoni metallici di Przibram è ben caratterizzata dalla considerazione dei loro riempimenti successivi, nei quali si distinguono tre periodi: il primo consta di una eruzione di solfuri metallici (galena e blenda) con ganga quarzosa, il secondo di una ganga baritica, il terzo di una ganga calcarea che avviluppa soventi volte i frammenti provenienti dalla rottura del riempimento anteriore. Detti filoni presentano all'affioramento il cappellaccio (eiserne Hut), che s'approfondisce talvolta fino a 100 m. dalla superficie.

In massima i filoni sono nelle parti ricche costituiti di galena, blenda, siderosi e calcarea, mentre nelle parti sterili si ritrovano solamente questi due ultimi carbonati. Varie osservazioni locali sulla natura e sul modo di comportarsi della roccia incassante, servono poi di norma per giudicare a priori della ricchezza e continuità dei vari filoni.

S'intende che consideriamo qui solamente i filoni metallici propriamente detti, ossia quelli di galena argentifera; esistono però anche, cosa che ricordiamo per incidente, giaciture coltivabili di minerale di ferro di uno o più metri di potenza, le quali alimentano le officine siderurgiche vicine di Rozmítal e Obecnice.

Tutte le miniere metalliche di Przibram, componenti ciò che chiamasi « Przibramer Erzrevier », si dividono in 5 sezioni (Grubenabtheilung), che comprendono ciascuna una o più pozzi d'estrazione. La sezione dei pozzi Adalberto, Maria e Franz-Joseph, e quella dei pozzi Anna e Procopi sono le due più importanti, e costituiscono il così detto « Hauptwerk ».

Nella 1ª sezione i filoni che s'incontrano, colle rispettive direzioni ed inclinazioni, sono:

	Direz. in ore (1)	Inclinaz.
Filone principale Adalberto (Adalbert-Hauptgang)	13,5°	70-80° E
» del tetto Adalberto (Adalbert-Hangendgang)	12	90°
» del muro Adalberto (Adalbert-Liegendgang)	12	90°
» Maria	12	70-75° E
» Fundgrubner	13-14	75° E
» Venceslao	14,5°	71° E
» Mörder	12,9°	90°
» Mariahilf	13,10°	70° E

Nella 2ª sezione si hanno i seguenti:

Filone Eusebio	12-13	74°	O
» Anna	14-15	70°	O
» Sigismondo	12	82°	E
» Barbara	10	63°	O
» Giovanni e filoncelli omonimi	10,7°	75°	E
» Giuseppe	13	72°	E
» Procopi	11	74°	E
» Alois	10,6°	80°	E

S'incontrano nella sezione medesima i prolungamenti a notte dei filoni Maria e Venceslao. Sonvi inoltre dei filoni doppi, quelli detti *Kreuzklüfter*; Michele, Francesco e Catterina, le cui direzioni sono rispettivamente di ore 13, 10, 12 e 10, e la cui inclinazione è in senso opposto per ciascheduno dei due rami di uno stesso filone, l'uno cioè pende verso Est, e l'altro verso Ovest.

Nelle altre tre sezioni dell'« Erzrevier » esistono ancora numerosi filoni di minore importanza, fra i quali citeremo solamente il filone Segen Gottes, ed i filoni Schwarzgrubner superiore ed inferiore. In complesso il numero dei filoni riconosciuti supera i 40, di cui parecchi non hanno neppur nome.

Questi filoni si trovano pressochè tutti nei grovacchi del Birkenberg; osservando le loro direzioni si vede che tutte si trovano comprese fra le 10 e le 14 ore, cioè molto prossime alla direzione generale N-S. L'inclinazione è assai vicina alla verticale con una tendenza predominante verso Est. Alcuni di essi non sono noti che nelle parti più profonde; altri invece non si conoscono che presso alla superficie. Un'osservazione interessante si è questa che tutti i filoni si avvicinano a misura che s'approfondiscono; il tempo proverà poi se con questo riavvicinamento, i vari filoni finiranno per riunirsi in un solo.

Il filone più importante è il filone Adalberto, siccome quello

di maggior potenza e ricchezza e che fu esplorato più estesamente tanto in profondità che in direzione: la sua potenza giunge in certe regioni fino a 4 metri.

4. *Ricchezza in argento*. — La galena non è di ugual tenore in argento per tutti i filoni; in alcuni essa contiene da 0,12 a 0,18 per cento d'argento, in altri da 0,24 a 0,30. Ma un fatto che merita speciale considerazione, è l'accrescimento della ricchezza in argento colla profondità; invero la galena del filone principale Adalberto arriva, nei cantieri profondi, sino al tenore di 0,70, ossia di 700 grammi d'argento al quintale.

Questo fatto, propizio all'avvenire della coltivazione, ha indotto gl'ingegneri di Przibram ad approfondire sempre più i lavori di scavo, ed è così che nel maggio 1875, al pozzo Adalberto, si toccava per la prima volta la profondità di 1000 metri, non mai raggiunta prima d'allora con un solo pozzo verticale (1). A questo livello si cominciò il 30° orizzonte, il quale è tuttora in tracciamento.

Del resto tutto l'« Hauptwerk » raggiunte in pari tempo una profondità considerevole, ed i pozzi principali hanno già le lunghezze verticali seguenti:

	Profondità in metri
Pozzo Maria	921,4
» Anna	783,3
» Procopi	734,2

5. *Forza impiegata per le miniere*. — Chiudiamo questi cenni sulle miniere col dire della forza applicata all'estrazione ed all'esaurimento delle acque.

La forza delle macchine d'estrazione è assai variabile a seconda della profondità e della produzione: in media le più potenti sono di 80 a 120 cavalli, come ai pozzi Maria e Procopi; in altri pozzi le macchine non superano i 25 a 30 cavalli e per alcuni bastano quelle di 8 a 10.

Il più considerevole motore d'estrazione però, si ha al pozzo Adalberto; esso è a due cilindri orizzontali e ad espansione variabile, ha la forza di 300 cavalli ed è costruito per soddisfare ad una produzione annua di 100,000 tonnellate, da estrarsi dalla profondità di 1200 metri. Attualmente l'estrazione sorpassa le tonn. 60,000.

Nel loro complesso intanto i motori d'estrazione di Przibram constano di:

7 macchine a vapore	di una forza compless. di 620 c. v.
8 id. diverse (locomobili, argani a vapore, ruote idrauliche, ecc.)	» 62 »

Forza totale applicata all'estraz. 682 c. v.

Per l'esaurimento delle acque si hanno:

4 macchine a vapore	della forza compless. di 134 c. v.
4 locomobili	» 30 »
3 macchine a colonna d'acqua	» 74 »

Forza totale applicata all'esaurim. 238 c. v.

Le principali macchine d'esaurimento si trovano ai pozzi Anna e Maria; e se ne sta impiantando una di 120 cavalli al pozzo Procopi.

Se aggiungonsi infine 3 compressori a vapore della forza di 30 cavalli, che servono per la lavorazione ad aria compressa, si trova che la forza totale impiegata alla coltivazione delle miniere di Przibram è di 950 cavalli, di cui 100 circa sono dati da forza d'acqua.

II. — Preparazione meccanica.

6. — Il minerale, quale giunge al giorno, ha già subito sul cantiere stesso di scavo, e quindi al fondo del pozzo, una prima, separazione grossolana che dà tre qualità:

- 1° Minerale ricco (scheiderz, mineral de scheidage), di tenore vario;
- 2° Minerale povero grosso da pestare (pochgang, mineral de bocard);
- 3° Minerale povero minuto da lavare (waschzeug, mineral de lavage).

Il tenore in metallo di queste due ultime qualità varia tra i limiti seguenti:

	Argento ‰	Piombo ‰
Minerale da pestare	0,003-0,008	0,39-1,30
» da lavare	0,0003-0,006	0,10-0,90

Per dare un'idea del rapporto che esiste tra queste tre sorta all'atto dell'estrazione, eccone le quantità rispettive estratte,

(1) Le ore, di 13 gradi l'una, si contano dal Nord al Sud passando per l'Est.

(1) Il pozzo più profondo che possediamo in Italia è quello di Gavorrano (Grosseto) nel giacimento lignifero terziario di Monte Massi: la sua profondità è di 440 m.

dietro le statistiche del 1875, da ognuno dei pozzi principali qui sotto enumerati, le quantità essendo espresse in *tonnellate*:

NOME DEL POZZO	Minerale ricco	Minerale da pestare	Minerale da lavare	Somme parziali per pozzo
Adalberto	1368	21510	30324	53202
Maria	658	15812	30216	46686
Anna	208	7665	19499	27372
Procopi	173	6133	18745	25051
Stefano	174	4649	16903	21726
Lill	171	5724	7548	13443
5 Pozzi secondari . .	42	89	1160	1291
	2794	61582	124395	188771

Secondo le qualità cui esso appartiene, il minerale è sottoposto ad una diversa preparazione meccanica entro appositi opifici, ove lo si arricchisce e lo si rende in tal modo atto al trattamento metallurgico.

Il minerale ricco (*scheiderz*) si sottopone ad una cernita a martello in un fabbricato annesso ad ogni pozzo: con ciò si tengono 2 qualità, prima e seconda, di minerale buono da fondere (*hüttenerz*), il quale cioè ha di già il voluto tenore in simbo; esse vengono spedite senz'altro alla fonderia.

Gli avanzi di questa cernita a martello costituiscono una parte del così detto « *quetscherz* », ossia minerale da stritolare, che ha il tenore in piombo di 3,5 a 9 0/0, ed in argento di 0,009 a 0,070, assai superiore, come si vede, a quello del minerale povero summentovato.

A questo punto comincia la vera preparazione meccanica; per questa si hanno 12 opifici ripartiti sopra punti diversi, ma in vicinanza dei principali pozzi d'estrazione, Adalberto, Anna, Lill e Stefano. Detti opifici sono di tre categorie, in numero di quattro per ogni categoria, cioè:

- 1° Opifici di lavatura pel trattamento dei « *waschzeuge* »,
- 2° » di pestatura » « *pochgänge* »,
- 3° » di stritolatura » « *quetscherze* ».

Prima di procedere, dobbiamo notare che la preparazione meccanica dei minerali è giunta a Przibram a così alto grado di perfezione, che il dettagliarla minutamente escirebbe troppo fuori dai limiti che ci siamo imposti nella presente notizia; quindi, malgrado sia cosa oltremodo interessante, ci accontenteremo di esporre solo quanto basti a darne un'idea sommaria.

Consideriamo adunque le successive classi di opifici nell'ordine esposto.

7. *Opifici di lavatura*. — Gli opifici della prima categoria (*waschwerk*) trattano quel minerale che, provenendo dalle miniere già ridotto in minuti pezzi, non ha più bisogno, per l'ulteriore lavorazione, che d'una classificazione per ordine di grossezza, la quale si fa mediante *trommel* o tamburi, operanti col concorso dell'acqua. Con questa operazione preliminare di lavatura, si ottengono 3 sorta di minerale, grosso, medio e fino: queste allora passano separatamente agli stacci meccanici continui (*setzmaschinen*), ove il buratto è ricoperto di frammenti di densità elevata, per es., di galena pura, la cui grossezza è un po' maggiore dei buchi del buratto, maggiori questi alla loro volta dei grani che si vogliono trattare. Lo strato di maggior densità permette alla parte ricca del minerale trattato di passare al di sotto, e trattiene invece la povera, che, accumulandosi alla superficie, va poi via automaticamente.

La lavatura preliminare è combinata con una cernita a mano di quei pezzi troppo grossi per appartenere ad una delle tre sorta ottenute col tamburo. Questi pezzi, che non potrebbero venir arricchiti cogli stacci meccanici, sono inviati a seconda del caso, ai pestelli od agli apparecchi stritolatori delle altre due categorie d'opifici, oppure rigettati, se sterili.

Nei « *waschwerk* » intanto hannovi ancora pel trattamento dei fini o *schlich* e dei fanghi provenienti dai bacini di deposito o *schlamm*, le ordinarie tavole gemelle od a scossa, ed i cassoni a punta (*spitzkasten*). La sola particolarità delle tavole a scossa pi è d'avere il loro piano in marmo, anziché in legno: non sembra peraltro che questa sia una buona pratica, perchè se effettivamente la separazione si fa meglio in grazia della maggior unità di superficie, le lastre di marmo sono per contro troppo facilmente soggette a rottura; si è dunque del parere di ritornare alle antiche tavole di legno forte.

Abbiamo detto esservi 4 opifici per ogni categoria; riferiamo ora i principali dati sui quattro della prima, ossia sulle laverie:

NOME della laveria	Trommel ad acqua	Stacci meccanici	Tavole gemelle	Tavole a scossa	Cassoni a punta	FORZA motrice		Minerale trattato nell'anno
						a vapore	idraulica	
Adalberto	3	12	6	»	1	cav. 40	cav. 4	67.046
Anna	2	6	1	»	2	50	turbine 12	47.950
Lill	1	ordinari 6	2	»	»	12	»	8.490
Stefano	2	7	»	3	4	60	2 ruote 11	25.595

8. *Opifici di pestatura*. — Gli opifici della seconda categoria (*pochwerke*) differiscono da quelli di prima in ciò solo, che il minerale da essi trattato, giungendo in grossi frammenti, deve essere dapprima sminuzzato mediante pestelli.

I pestelli sono disposti in batterie, ordinariamente di 20 l'una: l'opificio situato presso al pozzo Anna (*Anna Pochwerk*), per esempio, possiede 6 di simili batterie, il che dà la cospicua cifra di 120 pestelli (1). L'acciaccamento è aiutato dall'acqua, e si ottiene con esso il minerale ridotto a grani abbastanza fini per passare agli stacci meccanici di terza grossezza, od anche direttamente alle tavole a scossa.

Anche qui si hanno i bacini di deposito per raccogliere i *schlamm*, e cassoni a punta per trattarli; insomma, tranne per quel che riguarda l'operazione preliminare, questi opifici sono montati come i precedenti. Ecco del resto i dati concernenti i quattro opifici di acciaccamento con pestelli:

NOME dell'opificio di pestatura	Pestelli	Stacci meccanici	Tavole a scossa	Cassoni a punta	FORZA motrice		Minerale trattato nell'anno
					a vapore	idraulica	
Adalberto	48	3	7	4	cav. 40	5 ruote 18	8.967
Anna	120	»	21	»	80	turbine 70	17.478
Thimmfeld	45	»	16	4	»	5 ruote 16	4.740
Stefano	38	1	3	3	riceve il movimento dalla laveria omonima		4.373

9. *Opifici di stritolatura*. — Infine, gli opifici della terza categoria (*quetschwerke*) sono quelli in cui l'acciaccamento preventivo, anziché con pestelli, si fa con stritolatori a cilindri o con quelli a mascelle detti comunemente stritolatori americani.

Il minerale che si tratta in questo modo è il cosiddetto « *quetscherz* », che è alquanto più ricco, come si vide, del minerale trattato negli opifici delle due classi precedenti. Esso proviene in parte dalla cernita a martello del minerale ricco, e soprattutto dalla cernita a mano del minerale povero ammassato intorno ai pozzi d'estrazione, ovvero già spedito come minerale da lavare o da pestare.

Lo stritolamento si fa a secco, e la materia, ridotta in grani fini di 3 grossezze, passa senz'altro agli stacci meccanici ove si compie il voluto arricchimento.

Gli opifici di stritolatura sono, fra gli opifici di preparazione meccanica, quelli ove si lavora minor quantità di minerale; anzi su 4 che ne esistono, due soli hanno motori proprii, gli altri due ricevono per mezzo di funi il movimento dalle laverie omonime, poste a poca distanza. Riuniamo qui appresso i dati che li riguardano:

NOME dell'opificio di stritolatura	Cilindri acciaccatoi	Stritolatori a mascelle	Stacci meccanici	FORZA MOTRICE		Minerale trattato nell'anno
				a vapore	idraulica	
Adalberto	8	»	6	cav. 25	cav. 4	9.400
Anna	»	3	3	riceve il movimento dalla laveria omonima		4.190
Lill	3	»	2			1.082
Stefano	»	3	3	come sopra		3.263

(1) L'opificio del continente che possiede maggior numero di pestelli, esclusivamente destinati a sminuzzar minerale, è, crediamo, quello di Abud Banya (Transilvania) ove trattasi il minerale d'oro delle note miniere di Vöröspatak: ivi si trovano 8 batterie di 46 pestelli l'una, in complesso 128 pestelli, tutti riuniti in un solo locale.

10. *Arricchimento ottenuto.* — Terminiamo queste poche nozioni sulla preparazione meccanica a Przibram col parlare dell'arricchimento ottenuto, e col riferire i risultati economici del lavoro complessivo.

Il tenore in metallo del prodotto finale, o minerale da fondere, è assai diverso secondo il trattamento subito e secondo il tenore della materia prima; così, gli opifici di lavatura danno il prodotto il più ricco, vengono in seguito quelli di stritolatura, e rimangono in ultimo quelli di pestatura. L'influenza che ha sul tenore finale il trattamento combinato col tenore preventivo, appare dal quadro seguente, ove confrontiamo gli estremi:

NOME dell'opificio	TENORE PER 0/0			
	di minerale		di prodotto finale	
	in argento	in piombo	in argento	in piombo
Opif. di lavat. Adalberto	0,006	0,90	0,454	66,50
» » Lill . .	0,0003	0,10	0,080	24,50
» di stritol. Stefano	0,009	3,83	0,141	62,50
» » Anna . .	0,032	5,63	0,313	56,00
» di pestat. Stefano	0,004	1,30	0,090	39,00
» » Thinnfeld	0,006	0,70	0,178	20,00

11. *Produzione.* — In quanto alla parte economica, se facciamo le somme del minerale trattato nell'anno, le cui quantità parziali abbiamo già riferito più sopra, troviamo:

Minerale trattato negli opifici di lavatura . . .	tonn.	149,081
» » » pestatura » . . .	»	35,558
» » » stritolatura » . . .	»	17,935

Totale tonn. 202,574

Il prodotto ottenuto con questa quantità si riduce a:

Minerale buono da fondere	tonn.	5,109
Mezzi-prodotti	»	8,585

Il minerale buono da fondere, che è il solo prodotto che abbiamo da considerare, contiene:

In argento kg. 18,733	corrisp. al tenore med. 0/0 di 0,313
In piombo tonn. 2,423	» » » 51,5

Questo ci dà un'idea della perfezione del trattamento meccanico, col quale si riesce a concentrare tutta la ricchezza metallica in una massa 40 volte minore.

12. *Prezzo di costo.* — Ecco infine il costo complessivo della preparazione della quantità totale summentovata:

Mano d'opera	L.	240,492
Consumo di materiali	»	306,470
Regia	»	28,980

Totale L. 575,942

Il che, riferito alla tonnellata di materia prima, e di prodotto finito, importa:

	Per tonn. di materia prima	Per tonn. di prod. finito
Mano d'opera	L. 1,1857	L. 47,07
Consumo di materiali	» 1,5127	» 59,98
Regia	» 0,1430	» 5,67

Totale L. 2,8414 L. 112,72

E siccome, in grazia dei suddetti tenori, il valore della tonnellata di minerale buono da fondere è di 720 lire, si vede che rimane un esteso margine tanto per la preparazione meccanica che per la lavorazione ulteriore.

13. — Abbiamo in tal modo dato una rapida scorsa ai due primi rami di servizio di Przibram; non ci rimane più da considerare che il trattamento metallurgico alla fonderia, e questo riserveremo per la *parte seconda*, ove ne discorreremo un po' più diffusamente. Non ci dilungheremo però sulle ragioni puramente teoriche delle varie operazioni, essendo queste a tutti note; ci atterremo invece specialmente alla trattazione sotto il punto di vista metallurgico-industriale.

La fonderia di Przibram, sia detto per incidente, oltre al lavoro principale del trattamento della galena per argento e piombo, presenta pure come lavoro secondario quello della fabbricazione del bianco di zinco, incamminato da soli due anni e che si può dire ancora allo stato di prova; esso è diretto ad

utilizzare la blenda, che, come vedemmo, accompagna quasi sempre il minerale argentifero.

Altre due fabbricazioni sono in progetto, cioè quella del minio e quella del bismuto: l'estrazione di quest'ultimo metallo si vuol fare, ad imitazione di ciò che si pratica a Freiberg, trattando i prodotti della coppellazione e dell'affinaggio, giacché si sa che il bismuto contenuto nel piombo d'opera si ossida prima del *lampo* e passa negli ultimi litargiri. Si stanno perciò facendo le volute ricerche, onde verificare se il tenore in bismuto dei minerali di Przibram è sufficiente per renderne vantaggiosa la estrazione.

Poniamo termine intanto alla *parte prima* col riferire il dettaglio della produzione della fonderia nel 1875:

Argento raffinato	kg.	22856,622
Piombo (dolce ed agro)	tonn.	855,6
Litargirio (ordinario e rosso)	»	2156,3
Rappresentanti compless. un valore di Lire		7,018,108.

BIBLIOGRAFIA

I.

Seconda Relazione della Commissione provinciale di Novara sul tracciato più conveniente per congiungere Genova colla Ferrovia del Gottardo. Novara, 1877.

1. — Abbiamo già esposto a lungo la questione, a proposito della prima Relazione, a pag. 160 del vol. II (1876).

Quella Relazione conchiudeva in favore di una linea sulla sponda sinistra del Lago Maggiore, la quale, staccandosi a Bellinzago dalla linea Novara-Arona, e passando per Sesto-Calende, si dirigesse verso Ispra e Laveno per arrivare a Luino ed al confine Svizzero presso Pino, costeggiando così il Lago Maggiore per quasi tutta la sua lunghezza.

Codesta linea infatti, noi dicevamo, non ha duopo di essere additata dalla perspicacia di tanti ingegneri; essa presentasi anche all'occhio profano di chi abbia solamente un po' di conoscenza delle località, come la più naturale e la più adatta a soddisfare a tutte le esigenze di una ferrovia internazionale, ed è tale inoltre da avvantaggiare assai i paesi riverani e segnatamente i centri più popolati, quali Arona, Pallanza, Intra, Angera, Laveno e Luino.

Tali conclusioni avendo posto definitivamente fuori di questione la linea gallaratese stata promossa da un'associazione di capitalisti lombardi e studiata dal sig. ing. Luigi Tatti, non potevano a meno di incontrare poco buona accoglienza dai fautori di quest'ultima, e provocarono anzi la pubblicazione di un opuscolo dell'ingegnere stesso sotto la data del 15 scorso settembre.

La seconda Relazione della Commissione provinciale di Novara, che ci sta sott'occhi, lavoro accurato e coscienzioso del professore Curioni, combatte ad una ad una le obiezioni, invero ben poco fondate, del sig. ing. Tatti, dimostrando coll'evidenza degli studi fatti eseguire sul terreno, e delle cifre, quanto fuori di proposito, e quanto strana pretesa sia quella di voler sostenere una linea che sotto nessun titolo può dirsi preferibile a quella per Sesto-Calende.

2. — Tutti concordano nell'opinione che debbano essere due gli attacchi della rete ferroviaria italiana a quella svizzera per il Gottardo; il primo per Chiasso e il Monte Ceneri a Bellinzona, destinato a procurare oltre la congiunzione di Lugano colla Svizzera, il più breve accesso a Milano; ed il secondo per la sponda orientale del Lago Maggiore per Luino e Pino, imperiosamente richiesto dai bisogni del commercio internazionale marittimo, trattandosi di congiungere il porto di Genova alla Svizzera ed alla Germania.

Per il primo, l'Italia ha già soddisfatto a' suoi impegni colla costruzione del costoso tronco di ferrovia Camerlata-Chiasso; epperò questo ramo di congiunzione dev'essere oramai considerato come un fatto compiuto. Non vi dovrebbe essere più questione che di tempo.

Per il secondo, vorrebbero i Lombardi fosse eseguito un loro progetto secondo cui la linea staccandosi da Novara e attraversando il Ticino sotto Turbigo, e raggiungendo così la sponda Lombarda, si dirigesse a Gallarate, e quindi per la Val Cuvia a Luino.

Con che si avrebbero tosto o tardi due linee d'interesse quasi esclusivamente lombardo. E la provincia di Milano si troverebbe esuberantemente fornita di accessi all'importante valico alpino.

L'idea se non è buona, è ben trovata. E intanto il commercio

genovese sarebbe costretto a percorrere una linea di esercizio assai più costoso, costretto ad allungare il percorso di parecchi chilometri, costretto a dover salire cinquanta metri e più del necessario per poi ridiscendere.

E Torino, e tutto l'alto Piemonte, ed una parte importante della provincia di Novara, le industrie del Biellese e della Valsesia, le provenienze del Lago Maggiore e dell'Ossola vedrebbero sparire ogni speranza di raggiungere per la più breve la ferrovia per la Svizzera a Bellinzago o ad Oleggio, a Sesto-Calende od a Laveno.

Non si mancò, è vero, di far luccicare dai lombardi alla Città di Novara che questa in virtù della linea gallaratese verrebbe a comprendere nella propria sfera di traffico il Circondario di Gallarate; ma la Relazione della Commissione Novarese molto opportunamente osserva che Novara non deve, nè sa ispirarsi ad interessi particolari di così corte vedute.

Ed ove fosse effettivamente dimostrato che le transazioni commerciali tra i paesi delle due sponde del Ticino dovessero acquistare l'importanza a cui accennano gli avversari della linea di Sesto-Calende, Novara non è città da mancare al proprio compito; Municipio e Provincia saprebbero dare il loro appoggio morale, ed i voluti sussidii materiali, e far quanto potesse occorrere per le più dirette diramazioni di interesse locale, senza che per ciò abbia a rimproverarsi di avere sminuito gli interessi più vitali di gran parte della Provincia, e quelli dell'Alto Piemonte, e quelli persino del commercio internazionale da Genova alla Svizzera ed alla Germania.

3. — E difatti è ben naturale che debbasi essenzialmente considerare il problema dal punto di vista principalissimo degli interessi generali e del commercio marittimo internazionale. Devesi giungere al Gottardo per la via più breve, per la via più economica, e per la linea che nel suo percorso può raccogliere la maggior somma di movimento locale in rapporto ai suoi commerci.

Or bene, quanto alla linea planimetricamente più breve, la Commissione Provinciale di Novara aveva asserito che la linea lacuale per Sesto-Calende sarebbe riuscita di 876 metri più breve.

Il sig. ing. Tatti negò tale differenza, perchè non eransi fatti rilievi diretti sul terreno, e trattavasi di un intricato gruppo di colli come quelli che intercedono fra Ispra e Laveno e adducendo la necessità di seguire ogni menomo avvallamento del terreno, poco mancò non asserisse che la propria era la più breve.

Ma la Commissione Provinciale di Novara fece immediatamente eseguire in quest'inverno dal distinto ingegnere Vincenzo Soldati i rilievi planimetrici ed altimetrici secondo l'andamento della linea lacuale, ed i rilievi accurati dimostrarono che la linea lacuale era più breve di quella gallaratese non solo di m. 876, come si era previsto, ma sibbene di metri 1336.

Nè ciò basta; chè le due linee hanno condizioni altimetriche ben differenti, le quali aumentano enormemente la discrepanza delle così dette distanze virtuali.

Basta infatti osservare che seguendo la linea patrocinata dagli ingegneri lombardi, la cui lunghezza orizzontale è già maggiore, dovrebbero salire a 57 metri di altezza in più dell'altezza richiesta per la linea lacuale; inutile lavoro di sollevamento, inutile spreco di combustibile, notevole aggravio delle spese di manutenzione. Tant'è che applicando in proposito le note formule del distinto ingegnere Ruva per tener conto delle livellette, si troverebbe che la lunghezza virtuale comparativa della linea Lombarda supera quella di Sesto-Calende di più di nove chilometri e mezzo.

Gli studi dell'ing. Soldati hanno inoltre posto in evidenza contrariamente a quanto erasi gratuitamente asserito dall'ingegnere Tatti, che in nessun luogo il tracciato della linea lacuale è costretto a piegare con curve di raggio inferiore ai 400 metri, e che inoltre i tratti in curva della linea lacuale sono in condizioni di pendenza assai più felici di quelle della linea gallaratese.

Così pure non vi è dubbio che il costo totale della linea lacuale risulterà di più che 800 mila lire inferiore alla somma valutata dagli ingegneri lombardi per la costruzione della linea gallaratese, e ciò senza volere tener calcolo delle condizioni poco soddisfacenti dei terreni che la linea gallaratese dovrebbe attraversare in alcuni tratti presso Villa Dosia, fra Varano ed il Lago di Comabbio, e senza entrare a discutere sulla insufficiente lunghezza di alcune gallerie, e via dicendo.

In conclusione risulta a chiare note dalla Relazione della Commissione Provinciale, che indipendentemente da qualsiasi spirito di parte, la linea lacuale per Sesto-Calende, siccome quella che presenta minor percorso e minori pendenze, che esige minori

spese di costruzione, e minor tempo di esecuzione, che riunisce i maggiori interessi del transito, non solo è la più conveniente, ma è la sola che provveda nel miglior modo possibile agli interessi generali dell'Italia, della Svizzera e della Germania. E speriamo che il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed il Governo italiano non vorranno esitare nella decisione da prendere in una questione semplicissima, e che solo per le attuali condizioni della Società della Ferrovia del Gottardo potrebbe farsi apparire di difficile od intricata soluzione.

II.

Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Napoli. — Anno I, 1876.

Diamo il benvenuto a questa nuova pubblicazione, e salutiamo con essa il nuovo *Collegio degli ingegneri ed architetti in Napoli*, inauguratosi il giorno 21 febbraio 1876, e sorto dalla fusione delle due associazioni di ingegneri esistenti in Napoli, distinte l'una col titolo di *Sezione architettonica dell'Associazione nazionale italiana degli scienziati letterati ed artisti*, l'altra col titolo di *Associazione di ingegneri per la mutua istruzione*.

Presidente del Collegio per il 1876 era il cav. Federico Rendina, e per il 1877 è stato eletto il comm. Rocco Ferdinando. Il programma del Consiglio Direttivo è di quelli che piacciono a noi, perchè termina colle parole: AZIONE SEMPRE, AZIONE DENTRO E AZIONE FUORI, AZIONE INDIVIDUALE ED AZIONE COMPLESSA.

E pare che i fatti non saranno da meno dei propositi, poichè dal 21 febbraio 1876 a tutto dicembre si sono fatte 18 adunanze e si sono iscritti 295 soci residenti e 110 non residenti; 405 soci in tutto.

Nei due fascicoli del 1876 sono pure pubblicate quattro pregevoli memorie sui seguenti argomenti:

- 1° La meccanica agraria nel concorso regionale di Portici (ing. Francesco Milone).
- 2° Di un nuovo sistema di bacino da raddobbo (ing. Gaetano Bruno).
- 3° Sui vari sistemi di manutenzione per le strade ordinarie (ing. Giuseppe Garzia).
- 4° Sui coefficienti di rendimento delle ruote idrauliche dette *ritrecini* (ing. Oreste De Martino).

III.

Tariffe dei trasporti merci a grande e piccola velocità sulle ferrovie italiane. — Torino, 1877. Prezzo L. 3,50.

Dagli egregi signori fratelli Pozzo, editori a Torino dell'*Indicatore ufficiale delle strade ferrate* abbiamo avuto un esemplare di queste tariffe, le quali compongono un volume in quarto di ben 130 pagine, ricche ad ogni pagina di istruzioni, corredate da esempi di applicazione.

Lo sviluppo del commercio e dell'industria nell'Italia nostra, e il desiderio di facilitarlo in ogni guisa, indussero all'adozione di tante tariffe e concessioni speciali, vincolate, ben si intende, all'adempimento di tante condizioni e formalità, che perfino la maggior parte dei Capi-stazione si trovano spesso nella impossibilità di rispondere con quella facilità e prontezza che pur vorrebbero alle domande loro dirette.

La necessità del servizio cumulativo fra le reti appartenenti alle diverse Società ferroviarie accrebbe in modo straordinario codeste disposizioni e codeste modalità.

Infine lo estendersi del commercio italiano coll'estero condusse pure ad importanti convenzioni, e molteplici tariffe di favore, che tutti non conoscono, e che sovente per ignoranza degli interessati non sono applicate.

I fratelli Pozzo pensarono provvedere a tale bisogno del pubblico, e coadiuvati da persone competenti compilarono con ogni cura e diligenza una specie di Manuale completo delle suddette tariffe, di cui ora è apparsa soltanto la prima parte riguardante le ferrovie italiane, e che sarà in breve seguita da una seconda riguardante i trasporti delle merci sulle ferrovie estere in corrispondenza colle linee nazionali.

Il lavoro è ben condotto, e merita encomio. Noi siamo persuasi che quanti prenderanno a leggerlo, ed a maneggiarlo, vi troveranno il loro tornaconto.

Il prospetto grafico colle distanze numeriche delle principali stazioni italiane tra loro, e da queste ai confini, ed alle più importanti stazioni dell'Europa centrale, ed altri simili dati utili e necessari, come ad es. la sagoma-limite che non vuole essere dimenticata da chi desidera di far viaggiare in ferrovia monoliti e statue colossali, completano il bel libro.

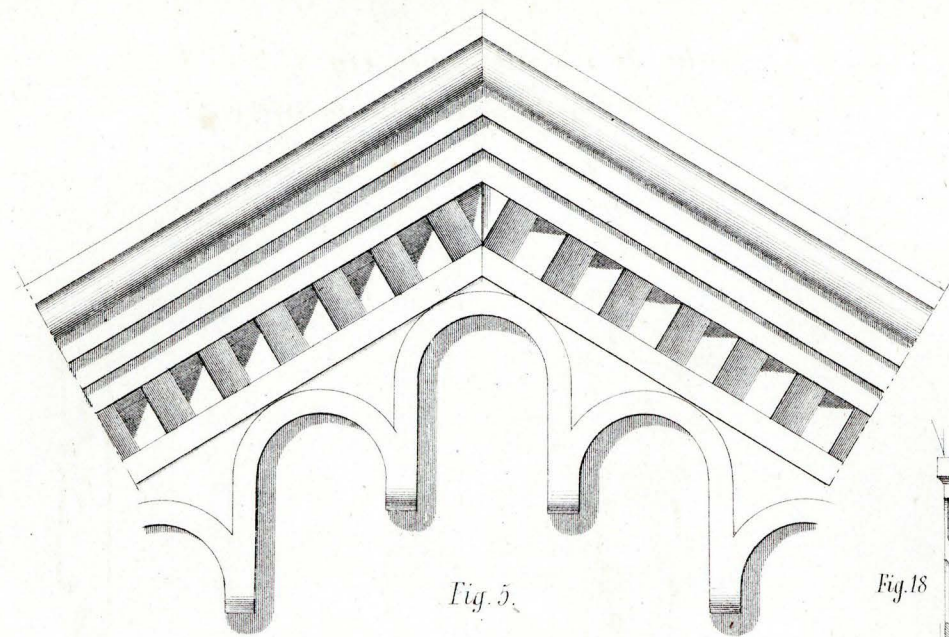


Fig. 5.

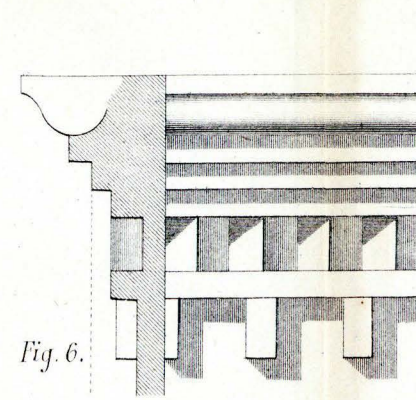


Fig. 6.

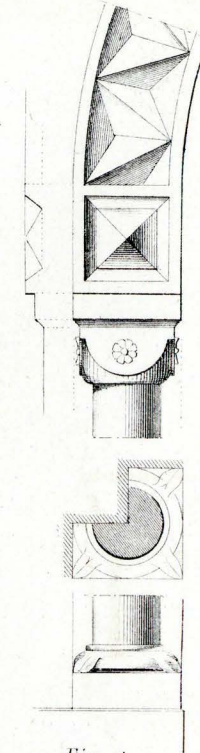


Fig. 4.

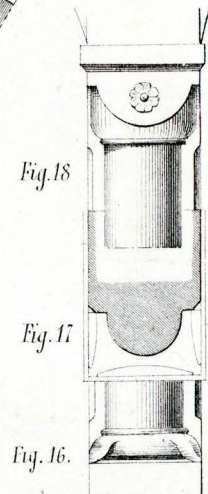


Fig. 18.

Fig. 17.

Fig. 16.

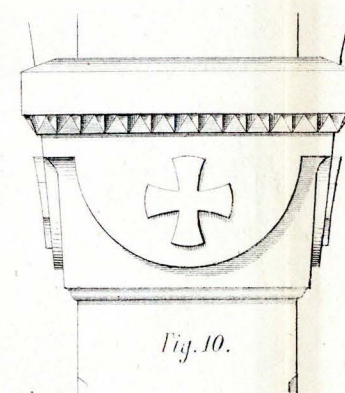


Fig. 10.

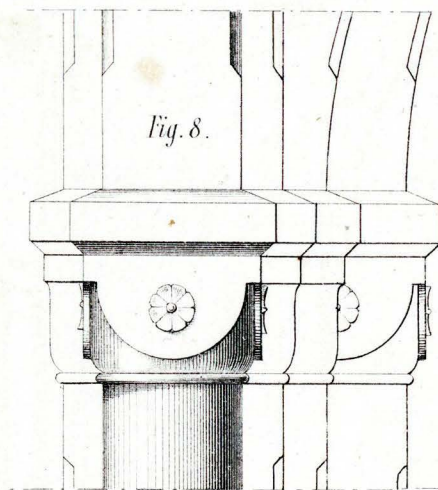


Fig. 8.

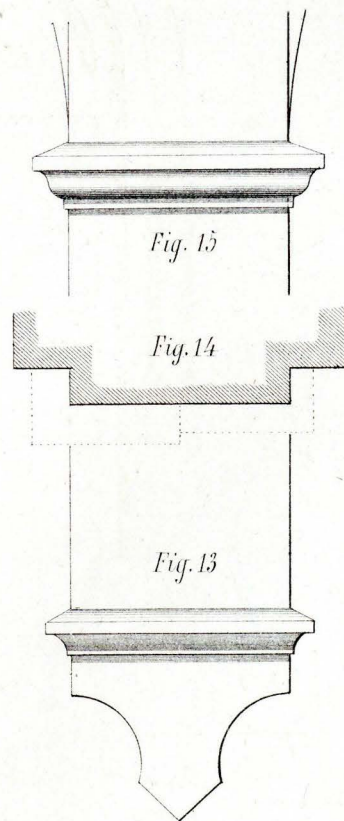


Fig. 15.

Fig. 14.

Fig. 13.

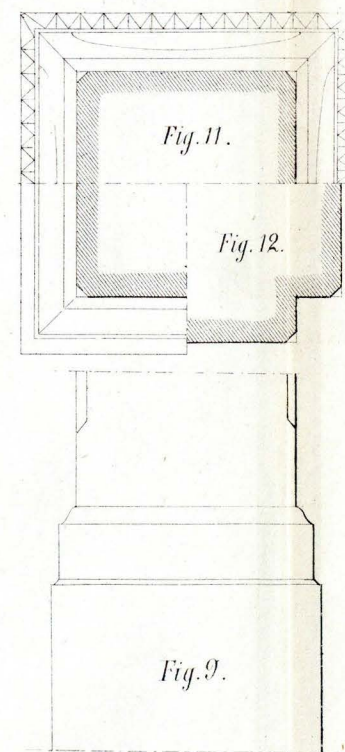


Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 9.

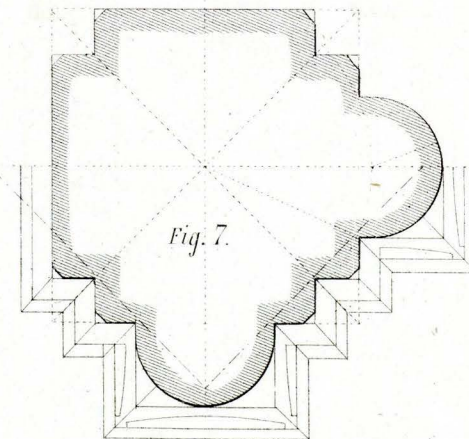


Fig. 7.

Scala di 1 a 50 per le fig. 1^a, 2^a e 3^a
 „ di 1 a 20 per tutte le altre.

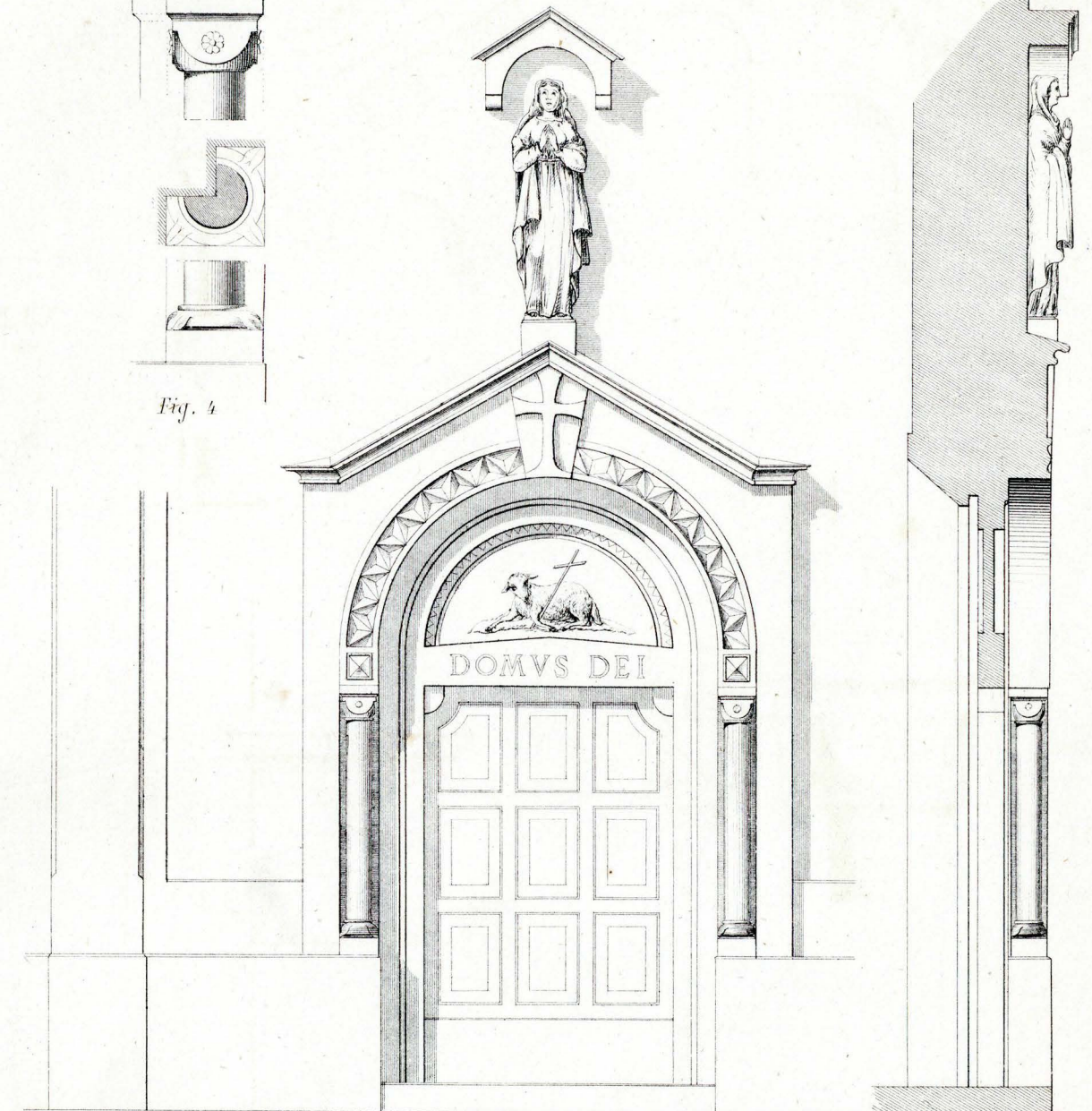


Fig. 1.

Fig. 3.

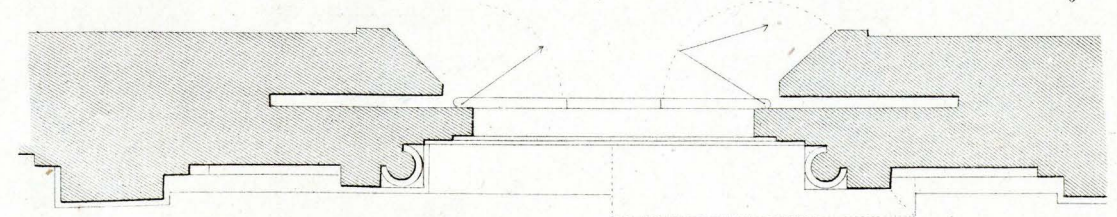


Fig. 2.