

# 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.

#### ANCORA SULLA QUESTIONE PROFESSIONALE

PER GLI INGEGNERI ED ARCHITETTI

Facciamo luogo di buon grado alle seguenti assennate osservazioni di un egregio nostro collaboratore, col quale noi siamo pienamente d'accordo. Esse varranno pure a meglio spiegare il nostro concetto, che abbiamo motivo di credere sia stato da qualche nostro collega un po' sfavorevolmente interpretato.

« Carissimo Sacheri,

« Ho letto con piacere il suo articolo sulla *questione professionale*, pubblicato a pag. 161 del vol. II dell'*Ingegneria Civile*, in merito della proposta di ottenere presentata al Parlamento uno schema di legge per cui si impedisse la confusione che attualmente si fa anche da amministrazioni e da tribunali fra i veri ingegneri e quei pratici i quali si fregiano di tal nome senza avere fatto gli studi e superati gli esami che vi danno diritto. Vedo che andiamo d'accordo su due punti essenziali ritenendo: 1° Non potersi sperare che provvedimenti legislativi siano per bastare al rimedio dei mali che si lamentano; 2° Non potersi dare un gran valore ad un semplice diploma di laurea.

Ma su tal questione io vorrei sottoporre all'esame dei miei colleghi un'osservazione per cui le chiedo ospitalità nel suo giornale, se crede potergliela dare convenientemente. Qual'è lo scopo della proposta? A me pare che questa siasi finora presentata con aspetto di scopo pecuniario, e che ciò sia impicciolare anzi danneggiare il principio da cui la si vorrebbe ispirata. A me sembra invece che avrebbe da essere anzitutto questione di dignità, e che gli ingegneri davvero avrebbero da provare il vivo desiderio che il titolo di cui i fatti studi li hanno insigniti non sia portato che con decoro e con lustro.

Ora a raggiungere tal meta io credo che prima di cercare appoggio nelle autorità dovremmo incominciare a lavorarci noi stessi, mantenendo al titolo nostro quel prestigio, che viene dall'ottimo disimpegno delle avute incumbenze. Nè ciò dicendo io vorrei recare a chicchessia il menomo sfregio; a pronunziare simile giudizio non ho voce, e se accenno a lavori non condotti con la perfezione desiderabile ne attribuisco la colpa non agli individui, ma alla maniera d'essere dello esercizio professionale. In esso infatti esiste un difetto capitale che sarebbe oramai indispensabile di togliere introducendovi ciò che nelle arti meccaniche si chiama *divisione del lavoro*, e nelle arti liberali appellasi *divisione in specialità*.

Perchè si hanno nelle scuole (ed è necessario che si abbiano) gli insegnamenti di tutti i rami della ingegneria, si crede dal pubblico, che li possiamo tutti esercitare; e noi richiesti d'ogni sorta lavori i più disparati si finisce di crederlo pure, e si fa lo ingegnere idraulico ed il meccanico, l'architetto ed il topografo e via di seguito con alterna vicenda. Ora coll'ampiezza delle cognizioni, e più ancora dell'esperienza, che sono richieste, coi progressi continui e giganti delle scienze che ci riguardano e delle industrie che ci forniscono materiali e stromenti, è ciò possibile? Penso che nessuno vorrà rispondere affermativamente; il tempo manca nonchè a lavorare, solamente a leggere tutte le pubblicazioni che sarebbero necessarie per tenersi al corrente delle invenzioni e delle scoperte che si riferiscono a tutto lo scibile che interessa l'ingegneria pratica.

Per far bene adunque, e produrre lavori la cui perfezione rilevi chiaramente, in chi ne è l'autore, l'uomo di scienza, da non confondersi col mestierante, parmi che sarebbe assolutamente indispensabile che ciascuno dei professionisti si applicasse più particolarmente a qualche ramo speciale dell'arte, e quando viene richiesto dai suoi clienti di lavoro importante che ad esso non si riferisce, prendesse francamente il partito di indirizzarli a quello dei suoi colleghi che vi si son dedicati.

Così facendo, si otterrebbe anche quel vantaggio che non si può dimenticare e consiste nel guadagno, perchè sebbene debba anzitutto aversi pensiero del sentimento di dignità, è però giocoforza dare al ricavo pecuniario professionale quella parte che impongono le necessità della vita e delle esigenze sociali. Ora se gli ingegneri si vedono così sovente soppiantati da mestieranti lo si deve in gran parte a che questi lavorano per mercedi senza paragone esigue a fronte dei nostri onorari, i quali, sebbene siano tante volte inferiori all'importanza delle nostre fatiche, sono pure superiori all'importanza che loro attribuiscono i committenti, e talvolta anche ai mezzi di cui possono disporre. E le nostre fatiche si ridurrebbero assai col sistema della specialità, perchè potremmo fare molti lavori rapidamente, ed in conseguenza potremmo tassarli a somme molto più limitate quando avessimo già per essi corredo d'esperienza, di pratica, di studi e calcoli antecedentemente fatti, di disegni allestiti e quasi solamente da adattare ad ogni circostanza invece di esser costretti a tornar sempre su libri da molto tempo dimenticati, o cercarne di quelli aperti giammai, costretti a perdere il tempo a rifare, se non a fare assolutamente la mano e l'occhio all'uso di stromenti, all'impiego di materiali a cui manca l'assuefazione.

Ma ad ogni modo, rialzando il prestigio ed accrescendo il numero delle incombenze affidate a chi possiede quella scienza che gli fu strada al diploma, e che novantanove volte su cento fa difetto ai coraggiosi che si laurearono da sé, io tengo per fermo non doversi escludere che si richiedano pareri e si affidino lavori a quelle persone che è noto avere, all'infuori delle scuole ufficiali, acquistate serie cognizioni in alcun ramo dell'ingegneria. Noi abbiamo splendidi esempi di avvocati che lasciarono il codice per la geologia e la insegnano, di *dilettanti* di architettura che in uno studio appassionato per lustri e lustri su libri e su monumenti ne acquistarono tale conoscenza che non l'hanno tutti insieme gl'ingegneri che in parecchi anni di corso uscirono da tutte le scuole d'applicazione.

Del resto bisogna riconoscere il vantaggio di alcuni provvedimenti legislativi per cui, ad esempio, il chiamare a periti d'ufficio le persone senza diploma, benchè non vietato, come ho detto, potrebbe essere circondato da guarentigie, che non permettessero, come ora accade, che delicate ed intricate questioni d'idraulica o di meccanica, siano affidate a semplici agrimensori, i quali al poco imparato per avere la patente, non aggiunsero notoriamente più studio di sorta, se non sia di enologia pratica od altro somigliante. Così le proposte camere di disciplina potrebbero riuscire ad ottenere che per lo meno diminuisse il verificarsi di quello sconcio, che ingegneri laureati non temano di coprire col proprio nome certi lavori informi di loro impiegati e conoscenti; certe relazioni di perizia in cui, altro che il tecnicismo, manca persino la grammatica.

Tali provvedimenti addizionati all'impegno degl'ingegneri

di fare ottimamente, riusciranno a diminuire il male lamentato: sarebbe però una illusione il credere di vederlo scomparire. Finchè mondo sarà mondo, vi saranno degli ignoranti che preferiranno lasciarsi azzoppare dal flebotomo o dal barbiere anzichè curare dal chirurgo; esser mandato all'altro mondo dal semplicista piuttostochè guariti dal medico; immaginiamoci se mancheranno mai coloro che assumano ad architetto il muratore illetterato, e facciano progettare e costruire le ruote del molino dal bottaio del loro villaggio!

F.

## MOTORI DELLA PICCOLA INDUSTRIA

### LE MACCHINE ATMOSFERICHE A GAS-LUCE

di LANGEN e WOLF di Vienna.

(Veggasi la Tavola III).

#### I.

Le fig. 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> della tav. III rappresentano in elevazione il prospetto e la sezione verticale, nella scala di 1 a 10, di uno di questi motori della forza di 1 cavallo-vapore. Abbiamo un cilindro verticale C chiuso inferiormente, e aperto in sommità, nel quale scorre uno stantuffo S munito di asta a dentiera D, che imbocca in una ruota dentata *b* in albero, e si e come diremo fra breve, sull'asse motore. Il volante V e la puleggia P su cui si avvolge la cinghia motrice per la trasmissione del moto si veggono sulla figura 2<sup>a</sup>, sulla quale appariscono pure chiaramente i due sostegni F e relativi cuscinetti dell'asse motore. All'estremità dell'asse motore opposta a quella del volante, è una manovella, i cui particolari studieremo in seguito, e che muove per mezzo di una lunga asta *p*, un registro M scorrevole fra due piastre parallele e destinato ad introdurre nel cilindro dalla parte inferiore la miscela detonante di aria e di gas luce, ed a permettere, dopo lo scoppio, l'espulsione dei prodotti gassosi ancora rimasti.

Il cilindro motore è circondato da un involucro R pure di ghisa che lo rinforza e lo sostiene; mentre serve ad un tempo da refrigerante; essendochè lo spazio fra i due cilindri è, come si vede, tenuto pieno d'acqua ed una corrente d'acqua fredda si deve effettivamente avere a disposizione; per la qual cosa vi sono due tubi, l'uno superiore *u* per il quale l'acqua arriva da apposito serbatoio, e l'altro inferiore *u'* per cui l'acqua calda si scarica. Noteremo finalmente fra le prime generalità, che a questa macchina si dà in generale un basamento in pietra da taglio, fermandovela con chiodi impiombati nella pietra.

Il modo di funzionare della macchina è semplicissimo, tanto più se facciamo per un istante astrazione dai particolari. Lo stantuffo S è dapprima sollevato di un cotal poco dal fondo del cilindro; e questo sollevamento di quasi 9 centimetri si fa a spese del motore nel modo che vedremo poi. Lo stantuffo lascia così sotto di sè uno spazio di 37 decilitri, il quale è tosto riempito da un miscuglio di aria e di gas-luce. Successivamente avviene l'accensione del gas ossia lo scoppio, e lo stantuffo si trova violentemente sospinto in alto a guisa di un proiettile; questa rapida ascensione è facilitata dalla circostanza che quando la dentiera D sale, la ruota dentata *b* con cui imbocca è folle sull'asse motore, cosicchè lo stantuffo non ha altra resistenza da vincere che la pressione atmosferica, il proprio peso, quello dell'asta e qualche attrito. Lo scoppio non è che una violenta combinazione chimica, ed i prodotti gassosi per la elevatissima temperatura acquistano una forza espansiva considerevole; ed è a questa forza di proiezione (moderata fin che basti dal volume di gas introdotto nel cilindro) che è dovuto il sol-

levamento dello stantuffo. Il quale durante l'ascesa ha da vincere, come già dicemmo, oltre al peso proprio la pressione atmosferica che ha luogo sulla faccia superiore mentre sulla faccia inferiore è sollecitato dalla pressione dei gas; e poichè questa pressione è variabile, e diminuisce col sollevarsi dello stantuffo, tanto da diventare notevolmente inferiore a quella atmosferica, così è che il movimento dello stantuffo, dapprima accelerato si ritarda poi, finchè sovrappreso dalla pressione esterna ed estinta ogni sua forza viva, rdiscende.

Nella discesa dello stantuffo ha luogo effettivamente il periodo motore; inquantochè abbiamo internamente nel cilindro un volume di gas estremamente rarefatto, e che va per giunta cedendo il suo calore all'acqua refrigerante, e superiormente allo stantuffo abbiamo la pressione atmosferica che va lavorando con intensità costante. E poichè nel discendere dello stantuffo, la ruota dentata è fatta girare dalla dentiera nel senso inverso che nella salita; ed in tal modo essa rimane calettata all'albero motore, così avviene la comunicazione del movimento. Vedesi dunque che si tratta di una macchina a semplice effetto, inquantochè la forza motrice è trasmessa all'albero solamente nella discesa dello stantuffo; ed il motore è di quelli così detti atmosferici, inquantochè la forza motrice è quella appunto della pressione atmosferica favorita dal raffreddamento e contrazione dei gas, i quali poi debbono essere espulsi non si tosto abbiano raggiunto la pressione atmosferica. Vedesi intanto che il lavoro della pressione atmosferica sarà tanto maggiore quanto più debole risulterà la pressione dei gas alla fine della espansione, ossia quanto più bassa sarà la temperatura del refrigerante, e quanto maggiore lo slancio dello stantuffo. Di qui è il motivo della leggerezza di questo stantuffo, o meglio della sua facile mobilità, della sua indipendenza dai meccanismi durante l'ascesa, e della minore possibile intensità degli attriti da vincere.

#### II.

Spiegata la macchina nel suo complesso, rimane a studiarla ne' suoi particolari, se vogliamo renderci ragione del come si renda praticamente possibile, e regolare, il suo modo di funzionare.

E primieramente vediamo come avvenga che la ruota dentata, la quale imbocca costantemente colla dentiera, rimane, quando questa si abbassa, solidaria all'asse motore e ne produce il movimento; e quando invece la dentiera si solleva, essa prenda bensì a girare in senso inverso ma rimanendo folle sull'albero stesso. Questo primo interessante particolare ci è spiegato dalla figura 3<sup>a</sup> (tav. III) la quale ci rappresenta sezionato l'albero motore L, che gira nel senso indicato dalla saetta, col quale è imbiattata una puleggia *d* a superficie cilindrica e ben tornita. Vedesi inoltre che la corona dentata *b* tutta di ferro è internamente intagliata a risalti ed a superficie cilindriche, alquanto eccentriche per rispetto a quella della puleggia *d* che è fissa all'albero. Inoltre fra questa puleggia e la corona stanno tre cunei d'acciaio *f* ed una serie di cilindretti *i* pur essi di acciaio. E subito visto che mentre l'albero centrale gira sempre nel senso della propria saetta, la corona dentata invece, se obbligata dalla dentiera a girare nel verso della freccia B, contrario a quello dell'albero, striscierà sui rulli, e per mezzo dei cunei sulla superficie *d*, ossia ruoterà folle; mentre girando nel verso della freccia A spingerà coi talloni *g* i cunei *f*, i cilindretti resteranno anche essi fortemente rinserrati, e la corona dentata e la puleggia formeranno un sistema unico solidario all'albero motore.

Vediamo ora come sia fatto e come funzioni l'eccentrico, o per dir meglio il complesso degli organi, destinati a muovere per mezzo dell'asta *p* il registro *m*. E questa per verità la parte più complicata e più delicata di tutta la macchina. Le figure 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> della tav. III ci saranno d'aiuto a tutto comprendere.

L'albero motore L, quello stesso su cui è calettato il volante, e la ruota dentata *b* or solidaria ed ora folle, porta all'altra estremità, come si vede dalla fig. 2<sup>a</sup>, una ruota den-

tata  $h$  che imbocca nel sottostante rocchetto conico, col quale si muove un regolatore a forza centrifuga. Quella ruota dentata  $h$  si vede pure sulla figura 4 sezionata, ed in più grande scala. E riferendoci ora a questa figura, che rappresenta la restante parte dell'albero motore in sezione, vediamo pure che l'albero stesso per tutto questo tratto è cavo, e che in esso penetra un lungo perno cilindrico  $l$  che può girarvi dentro liberamente. Ad impedire che codesto perno esca dalla sua guaina, la sua estremità è alquanto rimpicciolita di diametro, ed abbracciata da un collarino  $\beta$  tenuto a segno dalla vite di pressione  $\gamma$ . Ad impedire che durante la rotazione si riscaldi ed ingrani, esso è lubrificato con olio colatovi dal canale  $\alpha$ .

Il perno  $l$  all'uscire dall'albero termina in una manovella  $m$ , la quale (fig. 5) presenta due bottoni; ad uno di essi è imperniata la testa  $n$  dell'asta  $p$  di comando del registro, sull'altro è semplicemente imperniata un arpione d'arresto a due braccia  $z$  e  $w$ , in modo da potere liberamente girarvi intorno. Il braccio uncinato  $w$  si impiglia nei denti a sega di un rocchetto  $k$  che è calettato sull'albero motore. Così stando le cose, e l'albero motore girando col rocchetto  $k$  nel senso della saetta  $a$  è chiaro che anche la manovella  $m$  prenderebbe a girare, e con essa il bottone  $n$  e l'asta  $p$  di comando del registro. Ma quel movimento di rotazione non deve aver luogo continuamente, sibbene ad intervalli, ed una volta sola per ogni colpo di stantuffo, mentre invece l'albero motore gira di continuo col volante, e da un colpo all'altro di stantuffo fa parecchi giri.

Ad ottenere l'intento la testa  $n$  dell'asta di comando del cassetto è munita d'un'appendice  $n'$  a cui è articolata un'asta  $q$  in guisa però che l'articolazione permette pure un leggiero spostamento del punto di articolazione. L'asta  $q$  è poi unita a snodo all'estremità di una doppia leva angolare a tre braccia  $r$   $s$  e  $t$  il cui asse di rotazione  $L'$  (fig. 4 e 5) è sostenuto e guidato entro apposito cuscinetto  $\lambda$  (fig. 1.) Supposta la dentiera in discesa, ed il nottolino  $w$  nella posizione indicata dalla fig. 5, il rocchetto  $k$  gira coll'asse motore, trascina seco la manovella  $m$ , e quindi muove l'asta  $p$  del registro. Ma ad un certo punto l'altro braccio  $z$  dello sprone  $w$  urta contro il braccio  $s$  della leva angolare, il nottolino  $w$  lascia d'impigliare nel rocchetto, e quindi la manovella  $m$ , l'asta  $p$  ed il registro di distribuzione  $M$  stanno fermi.

Intanto lo stantuffo giunge al termine della sua corsa, ed il tallone  $t'$  (fig. 1 e 2) che è all'estremità superiore della dentiera  $D$  avendo urtato sulla forcella dell'asta verticale  $U$ , che comanda l'estremità del braccio  $t$  (fig. 5) della leva angolare a tre braccia, imprimerà a questa leva un movimento, il quale è favorito dallo spostamento che può effettuare la testa  $q$  nel piccolo fessio che lo riceve. Tutto il sistema prende allora la posizione punteggiata sulla fig. 5, ed allora, come si vede, resta nuovamente libero il tallone  $z$  che avrà la posizione punteggiata e la molla  $\mu$  che gli sta dietro lo costringerà ad impigliarsi nei denti a sega del rocchetto, cosicchè l'asta  $p$  ed il registro riprendono il loro movimento. Contemporaneamente col girare della manovella  $m$  ruota pure la leva angolare  $r$   $t$ ; il braccio  $r$  dalla posizione punteggiata di sinistra passa a quella estrema di destra, e la forcella dell'asta  $U$  solleva di peso lo stantuffo motore e la dentiera che erano fermi nel punto più basso di loro corsa. L'altezza di sollevamento è quella necessaria per l'introduzione del miscuglio.

Abbiamo ancora da dire quale sia l'ufficio della molla  $v$ . Esso è quello di premere contro il braccio  $s$ , quando questo si abbassa, e di rispingere la testa dell'asta  $q$  all'estremità destra del fessio, ossia di aiutare il movimento da sinistra a destra del sistema di leve.

La posizione effettivamente disegnata sulla fig. 5 è dunque quella corrispondente al periodo di introduzione del miscuglio nel cilindro, e questa introduzione dura finchè la manovella  $m$  girando pone il registro  $M$  in posizione da avvenire l'accensione della miscela nel modo che fra poco vedremo.

Prima di ciò rimane ancora a vedere come il meccanismo di distribuzione testè descritto funzioni sotto il comando del

regolatore a forza centrifuga. La disposizione del regolatore vedesi molto bene sulla fig. 2<sup>a</sup>. Il movimento è dato per mezzo di un rocchetto conico che imbocca nella ruota conica  $h$  calettata sull'asse motore. L'anello, che col girare più o meno rapidamente del pendolo si abbassa o si eleva, comanda l'estremità d'una leva orizzontale di primo genere, la quale impedisce coll'altro estremo il braccio  $s$  di abbassarsi di quel tanto che basti, perchè l'arpione  $w$  incontri i denti a sega del rocchetto  $k$  (fig. 5). La leva  $s$  vedesi pure sulla fig. 4 al pari della ruota conica  $h$  che vi è rappresentata in sezione. Solamente quando la velocità del regolatore e quindi quella del volante sia diminuita al punto voluto, ossia fintantochè la forza viva acquistata dal volante in un colpo di stantuffo non sia stata consumata dalla trasmissione e dalle macchine operatrici, la leva del regolatore non lascia libero il meccanismo che muove il cassetto, e non ha luogo un secondo colpo di stantuffo. Vedesi intanto che i colpi saranno più rari o più frequenti secondochè sarà minore o maggiore la forza motrice richiesta dalle macchine operatrici. Vedesi pure che il moto dell'albero e del volante in questo genere di motori non è rigorosamente uniforme, ma alternativamente accelerato e ritardato.

Vediamo per ultimo come abbia luogo la distribuzione ossia l'introduzione della miscela, lo scoppio, e l'uscita dei gas provenienti da tale violenta combinazione chimica. Il gas viene alla macchina per tre tubi  $a$ ,  $b$ ,  $c$  (fig. 1, tav. III). Quello che serve a fare il miscuglio, è condotto dal tubo  $a$ . Le figure 8, 9, 10, 11 e 12 qui inserite nel testo spiegano i particolari del cassetto. Il registro  $M$  trovasi stretto fra due piastre o specchi, l'una  $P$  fissata con chiavarde alla macchina, come risulta dalla sezione orizzontale di parte della macchina stessa (fig. 6, tav. III), non meno che dalla fig. 2 della tavola stessa. La piastra di ricoprimento  $M'$  è destinata ad esercitare una dolce pressione contro il registro; è raccomandata alla  $P$  con quattro perni, e la pressione si esercita per mezzo di una molla e d'una vite (fig. 2, tav. III).

Riferendoci ora esclusivamente alle figure inserite nel testo, diremo che la fig. 8 fa vedere di faccia la piastra  $P$ , scoperta dal registro; la fig. 9 presenta di detto registro la faccia che deve combaciare colla piastra  $P$ . E finalmente le fig. 10, 11 e 12, sono sezioni di detta piastra e di detto registro, fatte convenevolmente per indicare le loro funzioni nelle diverse posizioni.

Il gas che deve fare il miscuglio, arriva dal tubo  $a$  (figure 8 e 10), va nell'incavatura  $h$  del registro e per essa, quando il registro si abbassa, rientra nell'apertura  $h'$  da cui scorrendo longitudinalmente, finisce per sfuggire da una serie di piccoli fori (fig. 8) e trovarsi in altra cavità  $p$  dello stesso registro. L'aria atmosferica per il miscuglio penetra dal foro  $l$  (fig. 8 e 11) e va essa pure per la finestra  $l'$  nella cavità  $p$  del registro, dove ha luogo il miscuglio. Il registro continua a discendere finchè la cavità  $p$  (fig. 11) si trova in comunicazione col canale  $f$  (veggasi pure le figure 2 e 6 della tav. III) ed avviene così l'introduzione nel cilindro del miscuglio detonante, essendochè mentre il registro è disceso, lo stantuffo è stato sollevato dall'asta  $U$  per mezzo della sua forcella e del tallone  $t'$  (fig. 1 e 5 della tav. III).

Contemporaneamente il gas che giunge dall'altro tubetto  $c$  (fig. 8 e 10) passa a riempire lateralmente la cavità  $e$  del registro (fig. 9). Salendo su per questo condotto, il piccolo volume di gas viene acceso dal becco a gas  $b$  che sta continuamente acceso (fig. 6 della tav. III) e col salire del registro il canale  $e$  di gas acceso viene a trovarsi in comunicazione col canale  $f$ , e così è comunicato l'incendio nel cilindro ed ha luogo lo scoppio, mentre il registro è salito già di tanto, che la contropiastra  $M'$  ha chiuso la finestra  $e$  e non ha luogo più alcuna comunicazione coll'esterno.

Durante la discesa dello stantuffo, la sortita dei gas ha luogo per mezzo del canale  $q$  (fig. 12) proveniente dal cilindro (fig. 6 della tav. III). A tale scopo la cavità  $z$  del registro pone in comunicazione il canale  $q$  col tubo  $z'$  (figure 8 e 12) e la scarica dei gas ha luogo attraversando un rubinetto a valvola per il tubo  $G$ . Lo scolo del vapore d'acqua condensato, e proveniente dalla combinazione dell'ossigeno coll'idrogeno durante lo scoppio ha luogo alla discesa del

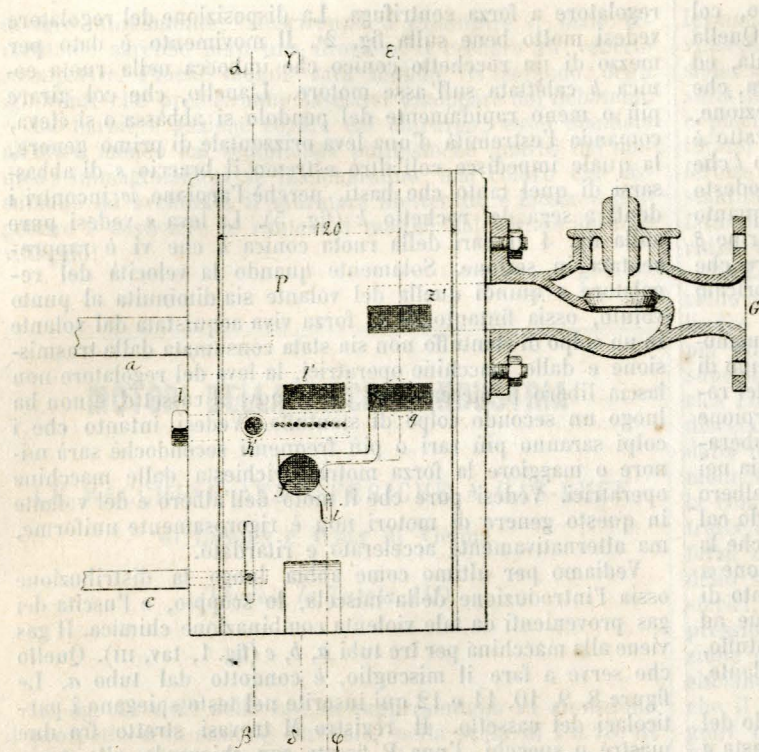


Fig. 8. Prospetto della specchio su cui scorre il registre, del motore a gas-luce.

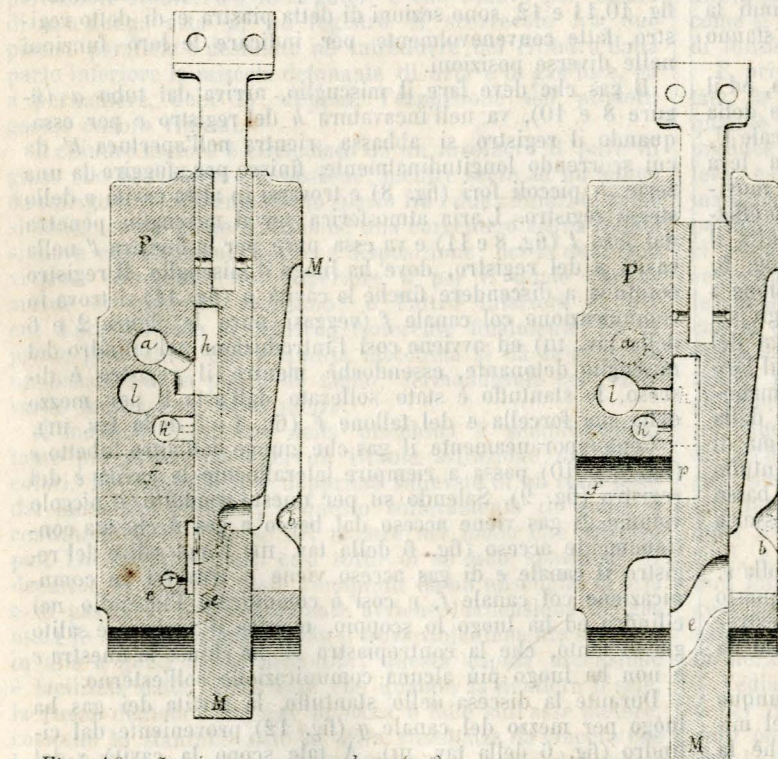


Fig. 10. Sezione secondo  $\alpha\beta$

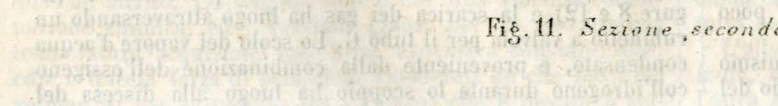


Fig. 11. Sezione secondo  $\gamma\delta$

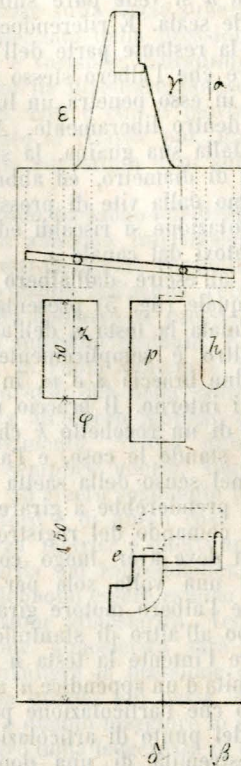


Fig. 9. Prospetto del registro

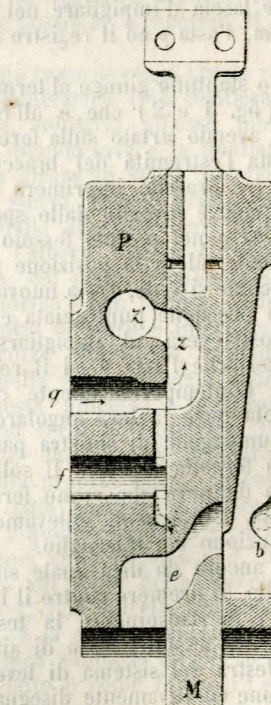


Fig. 12. Sezione secondo  $\epsilon\varphi$

registro, mercè un canaletto *i* (fig. 8) che dà nella cameretta e del registro.

Ed eccoci giunti al termine della parte descrittiva del motore.

Diremo in altro numero dei vantaggi e dei difetti di questi motori, i quali, bisogna pur dirlo, si vanno moltiplicando, e prendono favore presso i nostri industriali; chi poi desiderasse conoscere maggiori particolari di costruzione o fare uno studio teorico sul modo col quale si espandono i gas e successivamente si comprimono, consulti un'operetta non è gran tempo uscita a Torino, dell'ing. Segrè, il quale ha trattato per dissertazione di laurea, ed in modo veramente completo e nuovo, questo argomento.

## MATERIALE FERROVIARIO

### SUI DIVERSI SISTEMI DI RISCALDAMENTO PER LE VETTURE DI QUALSIASI CLASSE SPERIMENTATI SULLE PRINCIPALI FERROVIE D'EUROPA.

(Continuazione e fine, vedi dispensa precedente).

#### III.

#### Sistemi adoperati in Austria.

23. — *Le ferrovie del Sud dell'Austria* hanno le vetture di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe riscaldate ad acqua calda cogli ordinarii scaldini; le vetture di 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> classe sono riscaldate a stufa; così pure nelle vetture speciali ed in quelle del treno imperiale, vi sono le stufe e vi si bruciano i combustibili agglomerati.

Pare che la direzione di queste ferrovie ritenga oramai come risolto il problema per le vetture di 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> classe, nelle quali con una sola stufa si riscalda una vettura intiera di ben 50 viaggiatori; è questo un sistema abbastanza pratico e il più economico, che vorrebbe poter introdurre nelle vetture di 2<sup>a</sup> classe facendo i compartimenti fra loro comunicanti. Quanto alle vetture di 1<sup>a</sup> classe si stanno facendo prove di un sistema di riscaldamento ad aria calda.

La stufa adoperata per le vetture di 3<sup>a</sup> classe offre esternamente l'aspetto di una colonna di ghisa di circa 1 metro d'altezza, del diametro di 37 centimetri oltre il tubo del camino che attraversa il cielo della vettura.

La stufa è disposta contro una parete longitudinale della vettura, nell'asse di separazione di due compartimenti. Sono così soppressi due posti, l'uno per compartimento; vuolsi qui notare che in codeste vetture i compartimenti comunicano superiormente tra loro, non essendo divisi che dagli schienali i quali si elevano ad un metro di altezza.

La stufa può contenere 13 chilogr. di carbon fossile.

Risulta dalle esperienze che in condizioni atmosferiche fra  $-8^{\circ}$  e  $+5^{\circ}$  si può mantenere la temperatura di  $15,5$  in media nell'interno delle vetture a cinque compartimenti, aventi cioè m. 6,88 di lunghezza, m. 2,42 di larghezza, e m. 1,94 di altezza.

Il consumo di carbone può ritenersi di chilogr. 0,992 all'ora. La spesa di combustibile è valutata in lire 0,045 all'ora; le spese d'impianto per ogni vettura salgono a lire 228,65.

Queste stufe hanno in seguito ricevuto alcune modificazioni; al cilindro verticale tutto di lamiera che conteneva il combustibile fu sostituita una griglia cilindrica fatta con sbarre di ferro verticali, le quali permettono anche lateralmente l'accesso dell'aria, e rendono più perfetta la combustione. Esse non contengono più che 9 chilogr. di carbon fossile; il consumo di combustibile all'ora è disceso a chilogrammi 0,825 e la spesa di combustibile per ogni vettura è valutata lire 0,037 all'ora, mentre la spesa d'impianto dell'apparecchio è cresciuta a lire 246.

Sono queste le stufe di Blazicek, le quali pare siansi ora preferibilmente adottate.

Quanto alle stufe a combustibili agglomerati per le vetture speciali di lusso, esse sono a fiamma rovesciata, e si caricano dal fuori delle vetture. Questo è certamente un sistema perfezionato, ma è eziandio il più costoso, e non potrebbe perciò essere generalizzato.

Il sistema di riscaldamento ad aria calda adottato in prova su di una vettura di 1<sup>a</sup> classe, è quello proposto da Thamm e Rothmüller, ed essenzialmente consiste nel far giungere nell'interno della vettura una corrente d'aria che si è riscaldata passando a contatto delle pareti d'un focolare posto esternamente al disotto della vettura, ed a prendere quest'aria in parte nella vettura stessa, ed in parte nell'atmosfera.

Il focolare è un cilindro orizzontale di lamiera disposto al disotto dell'intelaiatura del veicolo e trasversalmente al medesimo, munito di porta ad una estremità, chiuso dall'altra, del diametro di 28 centimetri e della lunghezza di m. 1,40. Vi è introdotto un paniere di combustibile anche esso conformato a tamburo cilindrico, di diametro poco inferiore al precedente, e della lunghezza di soli 75 centimetri, per modo da lasciare alla estremità, che è opposta alla porticina del focolare, una specie di camera del fumo; dalla quale si diparte appunto un tubo orizzontale, che termina poi più inferiormente alla vettura in una specie di mitra di aspirazione.

Appositi diaframmi permettono il passaggio della corrente d'aria, che viene per appositi condotti dall'interno della vettura, e per mezzo di un più piccolo tubo anche dall'esterno, per essere insieme mescolata, riscaldata, e ritornare per altri condotti nell'interno della vettura, ove sbocca al disotto dei sedili.

Il combustibile adoperato è un miscuglio in parti eguali di coke di prima qualità e di carbone di legno ben secco; i pezzi di coke sono della grossezza di una noce; quelli di carbone di legno della grossezza di un uovo. Alcuna volta se il tempo è freddo, e per ottenere maggior durata, vi si aggiunge il 10 per cento di combustibile agglomerato rotto a piccoli pezzi.

La carica di combustibile è tutto al più di 11 chilogrammi, e la durata è di 8 ore in media; sebbene alcuna volta si prolunghi anche fino a 10 e 12 ore.

L'applicazione dell'apparecchio fu fatta ad una vettura di 1<sup>a</sup> classe, avente due compartimenti sul mezzo e due *coupés* all'estremità; lunghezza totale m. 6,88; larghezza m. 2,30; ed altezza m. 1,94.

La temperatura esterna essendo a  $0^{\circ}$ , quella interna a  $+13^{\circ},2$ , si constatò un consumo medio di combustibile di chilogrammi 1,86 per ogni ora di viaggio.

La spesa d'impianto di questi apparecchi è di lire 810 per ogni vettura; la spesa di combustibile di lire 0,095 per ogni vettura all'ora.

Gli ingegneri di quelle ferrovie, in seguito a tali prove, raccomandarono l'adozione di questo sistema, tuttochè esso abbia l'inconveniente di esporre grandi superficie alla perdita di calore per irradiazione nell'atmosfera.

24. — *Sulle ferrovie austriache* di proprietà dello Stato il riscaldamento ha luogo per mezzo di stufe nelle vetture di 3<sup>a</sup> classe, mentre le vetture di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe rimangono ancora provvisoriamente munite di scaldini ad acqua calda.

Fu tentata per coteste vetture qualche prova con una specie di stufa posta al disotto della intelaiatura, ma i casi d'incendio furono abbastanza frequenti da non consigliare ulteriori prove in più vasta scala.

Invece per le vetture di 3<sup>a</sup> classe, essendosi adottate le stufe dello stesso genere di quelle delle ferrovie del Sud, si è da ben quattro anni più che soddisfatti sotto ogni rapporto.

Ad assicurare la rinnovazione dell'aria nelle vetture quando tutte le finestre sono chiuse, fu praticato nel cielo un'apertura del diametro di 50 centimetri.

Ogni stufa costa lire 117,50; e le spese di riparazione ammontano annualmente da lire 2,50 a lire 5, cui è d'uopo aggiungere la mano d'opera per montare e smontare l'apparecchio di circa lire 3,75.

La carica del carbon fossile a piccoli pezzi varia da 3 a 13 chilogrammi, a seconda della durata del viaggio. Con 13 chilogrammi è assicurato il fuoco per un tragitto di 15 a 20 ore.

La spesa del combustibile è valutata in lire 0,024 per ogni vettura all'ora.

25. — *Sulla ferrovia da Varsavia a Vienna ed a Bromberg* le vetture di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe hanno ancora gli scaldini ad acqua calda, e le vetture-saloni sono munite di stufe. La Direzione di questa ferrovia non ha però trascurato di incominciare le sue prove sia col sistema di riscaldamento a vapore, sia con quello dei bracieri di combustibile agglomerato, sia infine coll'apparecchio ad aria calda di Thamm e Rothmüller.

Non occorre aggiungere ch'essa è ben convinta che il sistema degli scaldini ad acqua calda è il più costoso, il più incomodo e senza effetto.

Il sistema della stufa nelle vetture-saloni pare abbia assai bene soddisfatto allo scopo, qualunque sia l'intensità del freddo.

Le prove fatte col vapore preso dalla locomotiva ebbero principio fin dal 1871, e furono fatte su buon numero di vetture di ogni classe. Il sistema è come quello delle ferrovie prussiane dell'Est; ed il vapore per il riscaldamento è ammesso alla pressione effettiva di due atmosfere. I risultati sono stati soddisfacenti sotto tutti i rapporti. Anche quando il freddo era da  $-10^{\circ}$  a  $-12^{\circ}$ , si poteva riscaldare comodamente dieci vetture di 5 compartimenti caduna. Naturalmente con questo numero di vetture ed un tal grado di freddo la temperatura delle ultime vetture è un po' al disotto della temperatura media, che è di  $10^{\circ}$  a  $15^{\circ}$ .

Altri esperimenti fatti coi bracieri di combustibile agglomerato, applicati a 25 vetture, non hanno molto bene predisposto gli ingegneri in favore di questo sistema, che essi trovarono più costoso e di insufficiente effetto quando si tratti di freddo dell'intensità di  $-18^{\circ}$  a  $-22^{\circ}$ .

Più recentemente furono fatti alcuni primi esperimenti cogli apparecchi ad aria calda di Thamm e Rothmüller, e gli ingegneri della linea avrebbero dichiarato esser questo, a parer loro, il miglior sistema per il riscaldamento delle vetture a compartimenti, per la facilità della manovra degli apparecchi, la non grande spesa del combustibile e la facilità di regolare la temperatura. L'opinione è un po' singolare.

26. — *La ferrovia Carlo-Luigi nella Gallizia* ha fatto una importante applicazione del sistema di riscaldamento a vapore, lo riconobbe abbastanza semplice ed efficace, e si dimostrò disposta ad adottarlo definitivamente.

Nei treni celeri, composti d'ordinario di 6 vetture, il vapore è preso direttamente dalla locomotiva, negli altri si fa uso di una caldaia speciale sita nel carro-bagagli, colla quale, stando alle notizie della Direzione di quella ferrovia, si possono scaldare 20 vetture, bruciando però in media 310 chilogrammi di combustibile in 24 ore; mentre quando si ricorre al vapore della locomotiva, l'aumento del consumo di combustibile è abbastanza tenue da non poter essere apprezzato.

Gli apparecchi sono fabbricati in Augusta dal signor Haag al prezzo un po' elevato di 1300 lire per ogni vettura di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe, e di 750 lire per una vettura di 3<sup>a</sup> classe.

#### IV.

#### Sistemi adoperati in Russia.

27. — *La grande Società delle ferrovie russe* riscalda in generale le sue vetture per mezzo di stufe, alcune vetture però sono state più tardi munite di apparecchi di riscaldamento a vapore.

Le stufe sono di ghisa, di forma cilindrica, alimentate dall'interno delle vetture. Non sono munite di graticole e vi si brucia del legno o del carbone di legna.

Le stufe per le vetture-saloni costano L. 759,80 ciascuna; quelle per le vetture di 1<sup>a</sup> classe e per le vetture postali L. 544,40; se di 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> classe L. 296,40; i carri-bagagli L. 185,60.

Le vetture a letto di 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> classe della lunghezza

di 15 a 17 metri hanno tutte tre stufe per caduna. Le altre vetture ordinarie, le quali sono quasi tutte ad 8 ruote, e della lunghezza di 15 a 16 metri, ne hanno due, e così pure ne hanno solamente due le vetture-saloni, le quali però sono della sola lunghezza di metri 8,90.

Il più bell'esempio di riscaldamento a stufa è quello in uso su questa linea per qualche vettura del treno imperiale, segnatamente perchè qui è l'aria esterna che introdotta durante il viaggio dalla parte superiore della vettura, e riscaldata nella stufa, è distribuita poi nella vettura per mezzo di un condotto calorifero della sezione di cent. 18,5 di larghezza, e 9,5 di altezza.

È questo il miglior metodo di premunirsi dalle infiltrazioni dell'aria fredda nella vettura, e di rinnovare l'aria dell'interno di essa; giacchè nella maggior parte dei sistemi di riscaldamento a stufa fin qui praticati, si scorge un grave inconveniente, quello di non avere utilmente pensato alla rinnovazione dell'aria.

Altro inconveniente difficile a rimediarsi colle stufe è quello di avere una troppo grande disuguaglianza di temperatura in una medesima vettura. E per es. si è provato che con una sola stufa sul mezzo, vi erano perfino dalla metà alla testa della vettura 5 a 6 gradi di differenza, talchè nel mezzo la temperatura era eccessiva, ed i compartimenti di testa non sufficientemente riscaldati. Di qui l'aver adottato due stufe, una per testa, ed anche tre, come si è visto testè.

Infine un'obiezione assai grave è pur sempre quella del pericolo d'incendio in caso di accidenti. Nè mancò pur troppo qualche terribile esempio. Tale quello del 24 dicembre 1875 sulla linea d'Odessa dove un convoglio misto, con 10 vetture di 3<sup>a</sup> classe occupate da 420 coscritti, sviando e precipitando da un argine di 32 metri di altezza, prese fuoco simultaneamente in tutti i punti e si ebbero 67 coscritti bruciati vivi, ed altri 40 ritirati dalle fiamme in grave pericolo di vita.

28. — Il sistema di riscaldamento a vapore adoperato finora è quello del barone Derschau; fu applicato per prova alle stesse vetture-saloni ed alle stesse vetture da letto munite di stufe.

La condotta del vapore è posta al disotto della vettura; e il congiungimento fra due veicoli ha luogo con i soliti tubi di caoutchouc, ed opportuni rubinetti di scarica dell'acqua di condensazione. Nell'interno delle vetture corrono uno per parte, nel senso delle pareti longitudinali, e presso di queste, due tubi di riscaldamento, del diametro di 65 millimetri; la produzione del vapore ha luogo in caldaie speciali, verticali e tubulari nelle quali il vapore si svolge alla pressione di 6 atmosfere, per essere poi regolato ed immesso nella condotta ad una pressione che è fra le 2 e le 3 atmosfere effettive a seconda del numero delle vetture e dell'intensità del freddo. Tutte le vetture di un treno sono servite da una sola caldaia occupante un carro speciale, che si dispone in coda al convoglio, ovvero in mezzo, a seconda della sua lunghezza.

Le caldaie speciali possono produrre 240 chilogr. di vapore all'ora, e vaporizzano da 5,4 a 6 chilogrammi d'acqua per chilogrammo di carbon fossile, e da chilogr. 2,4 a 2,9 per chilogrammo di legna.

Quanto alla spesa degli apparecchi si hanno dati precisi. Così sulla *linea da Mosca a Kursk* si munirono trecentoquattordici vetture degli apparecchi necessari e si acquistarono 36 caldaie speciali colla spesa complessiva di L. 496,000; e la *grande società delle ferrovie russe* pagò 1920 lire per ogni vettura, e 5560 lire per ogni caldaia speciale coi relativi accessori, compreso il serbatoio d'acqua della capacità di 2 metri cubi. In questi valori ognun vede esservi compreso anche quello del brevetto d'invenzione.

E l'inventore asserisce che i suoi apparecchi possono mantenere nell'interno delle vetture la temperatura di  $+12^{\circ}$ , ancorchè quella esterna fosse di  $-32^{\circ}$ , e che a tale effetto non vi è d'uopo che di 18 chilogrammi di vapore per vettura all'ora, ossia da chilogr. 3 a 3,25 di carbon fossile all'ora.

29. — *Sulla ferrovia del Sud di Costantinow* sono impiegate le stufe con disposizioni molto analoghe a quelle della ferrovia di Saarbrück.

Lo stesso dicasi della *ferrovia di Mittau*. Quivi nelle vetture di 1<sup>a</sup> classe vi sono due stufe, di cui una riscalda un doppio compartimento speciale nelle cui pareti sono praticate in alto ed in basso, tre larghe finestre, munite di registri; e l'altra è in un angolo della parte di vettura destinata a salone.

Anche sulle linee di Losowo-Sebastopoli, di Kursk, Charkow, Asow ed Abo-Tammerfors-Tavastehüs si riscaldano le vetture per mezzo di stufe isolate; ma ciò che è ben singolare, si è che in tutte queste applicazioni si pensò di provvedere alla rinnovazione dell'aria nella vettura per mezzo di apparecchi di aspirazione annessi in qualche modo al camino, non mai col metodo razionale e semplicissimo di prender l'aria per il calorifero al di fuori della vettura.

## V.

## Sistemi adoperati in Svezia e Norvegia.

30. — Nella *Svezia* le ferrovie dello Stato hanno abbandonato l'impiego degli scaldini di sabbia calda, e furono adottati per tutte le classi gli apparecchi di riscaldamento a vapore del sistema d'Haag di Augusta, che già vedemmo funzionare in Baviera. In due inverni successivi si manifestò qualche inconveniente dovuto specialmente alla insufficiente protezione degli apparecchi dalle condizioni climatiche veramente eccezionali di quelle regioni, e provenienti ad es. dal congelamento nei tubi dell'acqua di condensazione, e dalla rottura dei tubi di caoutchouc; ma la Direzione ha manifestato la speranza di potervi facilmente rimediare.

31. — In *Norvegia*, è bene notarlo, le linee a scartamento normale non hanno che uno sviluppo di 187 chilometri; quelle invece a binario ridotto (m. 1,067) hanno uno sviluppo di ben 313 chilometri.

Sulle linee a scartamento normale non si riscaldano che le due prime classi, per mezzo di bracieri di combustibile agglomerato. Per la 3<sup>a</sup> classe non sembra che la direzione fosse molto propensa a questa spesa; ed all'occorrenza preferirebbe una stufa per la maggiore economia sotto tutti i rapporti.

Le ferrovie a binario ridotto non hanno in generale che due sole classi, e nella sola 1<sup>a</sup> si impiegano gli scaldini ad aria calda. E si che v'ha un tratto in cui la temperatura discende a  $-35^{\circ}$  ed anche a  $-40^{\circ}$ ; e qui almeno pare si avesse intenzione di provare il sistema dei combustibili agglomerati per la 1<sup>a</sup> classe, e di adottare una piccola stufa per la 2<sup>a</sup> classe. Contrariamente a quanto si pratica in Svezia, qui non si ha fede nel riscaldamento a vapore.

Pare anzi che in Norvegia vi siano dei principii economici altamente umanitarii. E per es. si dice, non sappiamo bene se dagli ingegneri della ferrovia, o dal pubblico, che quando il freddo è a  $-25^{\circ}$  ed anche a  $-30^{\circ}$ , riscaldando le vetture si espongono i viaggiatori uscendo dalle medesime al pericolo ed agli inconvenienti di un brusco cambiamento di temperatura.

## VI.

## Sistemi adoperati in Svizzera.

32. — Sulla *rete centrale Svizzera* sono riscaldate le vetture di tutte le classi; nei compartimenti di 1<sup>a</sup> classe vi sono ancora gli scaldini ad acqua calda; mentre nelle vetture di 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> classe sono adoperate le stufe; ed in alcune vetture a compartimenti misti di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe si cominciò a far prova di apparecchi ad aria calda.

Il tipo di stufa stato adottato è sempre di ferro e di ghisa, di forma cilindrica; ma nel mezzo del cilindro si eleva fino ad una certa altezza una specie di diaframma diametrale di terra refrattaria, il quale fa da altare, ossia costringe le fiamme ed il fumo ad appoggiarsi contro salendo, e poi a ridiscendere dall'altra parte per andarsene nel tubo del camino. Questi parte orizzontalmente a metà altezza della stufa, e si ripiega in su per attraversare poi il cielo della vettura. Codeste stufe hanno il diametro di 365 mm. e l'altezza di

m. 1,02. — Costano 120 lire caduna, oltre a 10 lire per metterle a posto.

Poste nel mezzo d'una vettura della lunghezza di 12 metri si arriva a mantenere nell'interno una temperatura variabile da  $22^{\circ}$  a  $16^{\circ}$  a seconda della distanza dal centro, quando la temperatura esterna è  $-7^{\circ}$ .

Si fa uso per la combustione di un miscuglio di coke e di carbone di faggio.

L'introduzione della stufa dà luogo alla soppressione di 4 posti, che alla bella stagione vengono ristabiliti.

Le prove di riscaldamento ad aria calda si sono fatte cogli apparecchi del sistema Thamm e Rothmüller alquanto semplificati, i quali costarono 550 lire per ogni vettura; il consumo medio di coke è stato valutato di chilogr. 2,5, ossia di L. 0,10 per ogni vettura all'ora. E sarebbesi arrivato con un freddo di 7 centigradi e mezzo sotto zero ad ottenere dopo due ore di accensione del fuoco una temperatura variabile da  $10^{\circ}$  a  $15^{\circ}$  a seconda della posizione nella vettura.

33. — Le vetture dell'*Unione Svizzera* sono anch'esse di tipo americano, come le precedenti, epperò tutte riscaldate per mezzo di stufe; ma sonosi già fatte alcune prove con apparecchi ad aria calda, di due diversi sistemi; di cui uno può dirsi una imitazione del sistema di Thamm e Rothmüller; in quantochè fu adottata una graticola fissa, e fu soppressa la condotta per tubi dell'aria calda nell'interno della vettura, facendovela entrare immediatamente. E si ottennero pressochè gli stessi risultati calorifici della *centrale Svizzera* ma con un consumo di ben 3 chilogr. di coke per vettura all'ora.

Il secondo sistema è proprio della *Centrale Svizzera* che lo ha studiato, e che pare (stando al disegno) molto razionale, semplice ed economico. Ci spiace di non conoscerne i risultati. Eccone intanto un'idea. Al disotto dell'intelaiatura un breve tubo di ghisa del diametro di 14 centimetri rivoltato ad angolo retto in guisa da offrire un breve tratto orizzontale, ed un altro verticale, ma rivoltato all'inghiù, costituiscono il focolare nel quale sta il combustibile. La bocca orizzontale è chiusa da una porta e serve all'introduzione del carbone. La parte risvoltata e quella verticale trovansi contornate da un primo involucro nel quale entra per il disotto l'aria necessaria alla combustione, e dal quale si diparte pure il tubo del fumo. Dopo il primo involucro ve ne ha un secondo nel quale penetra dall'esterno l'aria fredda che si riscalda a contatto delle pareti riscaldate, e contornando per un certo tratto ancora il tubo del fumo che corre orizzontalmente, finisce per essere introdotta nell'ambiente della vettura.

La combustione è fatta con un terzo di carbone di legna, e due terzi di coke.

34. — La *Società ferroviaria del Nord-Est* della Svizzera riscalda tutte le sue vetture, (che sono anch'esse di tipo americano). Cominciò dall'adottare le stufe, ma nell'inverno del 1875 vi erano 312 vetture già munite di apparecchi ad aria calda, che la Società ritenne preferibili tuttochè riscontrasse comune ai due sistemi lo inconveniente di rapidi e smodati alzamenti di temperatura, se non si seguono le regole volute.

L'apparecchio è dello stesso sistema di quello ideato dalla *Centrale Svizzera*, solo ne differisce nella forma e nelle dimensioni. Inquantochè il focolare è una cassa parallelepipedica sospesa all'intelaiatura, avente di base 360 mm.  $\times$  275, ed una altezza di mm. 425. Sul fondo è una graticola orizzontale. L'introduzione del combustibile ha luogo superiormente da una porticina praticata nella parete laterale.

L'aria che deve poi entrare nella vettura non involge più da tutte le parti codesto focolare, come nel sistema dianzi cennato; sebbene accompagni ancora il tubo del fumo.

L'applicazione di questo sistema costa 480 lire per ogni vettura. I risultati calorifici ottenuti sono abbastanza soddisfacenti. Un'ora e un quarto dopo l'accensione, si constatò in una vettura della lunghezza di m. 7,35 (in un ambiente di 46 metri cubi circa) una temperatura interna di  $11^{\circ}$  a  $15^{\circ}$  a seconda delle posizioni, mentre esternamente vi era quella di  $-10^{\circ}$ . Il consumo di combustibile è di 2 chilogrammi di coke all'ora, e la spesa di lire 0,08 per ogni vettura all'ora. Unico inconveniente di questi apparecchi è

quello di dover essere caricati di combustibile assai soventi, ogni ora e mezza almeno, per la regolarità della combustione.

## VII.

### Sistemi in uso nel Belgio.

35. — Nel Belgio le ferrovie dello Stato hanno sperimentato parecchi sistemi, tra cui anche uno di riscaldamento a gas. Ma nessuno dei sistemi provati pare abbia soddisfatto la Commissione che ne era specialmente incaricata, la quale avrebbe solamente ammesso il principio della completa indipendenza di una vettura dall'altra in tutto ciò che si riferisce agli apparecchi di riscaldamento, e pareva intanto disposta a studiare un nuovo sistema ad acqua calda, assegnando ad ogni vettura una piccola caldaia speciale; ma finora non se ne conoscono i risultati.

I sistemi precedentemente provati, furono i seguenti:

1° Quello ad aria calda di Grandjean in cui il riscaldamento aveva luogo per mezzo di scaldini, come nel sistema ad acqua calda. La superficie esterna di questi scaldini era ad una temperatura di 50° a 70°, e la spesa degli apparecchi saliva a lire 300 per vettura. Nissuna economia di combustibile, gravi spese di manutenzione ed altre difficoltà di servizio avrebbero fatto abbandonare le prove.

2° Quello di combustibili agglomerati, di Berghausen e Philipps, applicato ad alcune vetture di 2° classe a 4 compartimenti, e ad altre di 3° classe a 5 compartimenti. Gli apparecchi hanno disposizioni analoghe a quelli delle ferrovie renane; pare però che una meno accurata applicazione, e le troppo rigorose esigenze della Commissione, abbiano simultaneamente contribuito al rigetto del sistema.

3° L'apparecchio ad aria calda, di Grandvallet e Kiénaast, che fu provato non poter funzionare quando il treno è in riposo, e quindi prima della partenza; essere inoltre di ben poca efficacia quando il treno è in viaggio; costoso l'impianto ed abbastanza grande la spesa del combustibile, sia che si adoperi il combustibile agglomerato, od il carbone di faggio.

4° Il riscaldamento a gas, secondo il sistema Chaumont, la cui applicazione riusciva più facile su queste linee, adoperandosi già il gas compresso a 8 atmosfere in appositi serbatoi per la illuminazione dei treni.

Ecco un'idea degli apparecchi. Sotto ai piedi dei viaggiatori corrono in ogni scompartimento due tubi di rame, di sezione ovoidale, rinchiusi in apposita cassa, il cui coperchio superiore è leggermente convesso, e questa convessità sporge al disopra del pavimento.

Questa cassa, di sezione rettangolare, ha 14 cent. di larghezza, e 6 cent. di altezza; ed i due tubi di rame in essa disposti hanno una sezione ovoidale di mm. 65 × 40, e mezzo millimetro di spessore.

Al di fuori della vettura, a destra e sinistra del compartimento, sta appesa una piccola cassa dove è acceso un becco di gas. I due tubi di rame anzidetti altro non sono che i condotti dei prodotti di combustione, e dei gas caldi, l'uno per il becco di destra e l'altro per quello di sinistra, e questi prodotti dopo avere così ceduto parte del loro calore alle pareti dello scaldapiedi, per apposito tubo verticale sufficientemente alto, e facente l'ufficio di camino, si scaricano nell'atmosfera.

La presa del gas è fatta per ogni vettura con piccolo tubo dalla stessa condotta principale che provvede al servizio di illuminazione.

Pare che i risultati fossero abbastanza soddisfacenti, essendoché venti minuti dopo l'accensione dei becchi di gas, lo scaldino prende la temperatura di quelli ordinari ad acqua calda, e la conserva costantemente per tutta la durata del viaggio. Con un consumo di 40 litri di gas, alla pressione di 2 centimetri per ogni becco all'ora, si ottiene l'effetto desiderato; cioè, ponendo il gas a L. 0,65 il metro cubo, la spesa del gas per un treno di 10 vetture può essere valutata L. 2,20 all'ora; ossia L. 0,208 per ogni vettura di 4 compartimenti.

La spesa degli apparecchi sarebbe elevata a 1000 lire per ogni vettura; ma in buona parte ciò provenne dal dovere adattare il nuovo sistema a veicoli già fatti; ed è certo che per veicoli nuovi tale spesa deve essere suscettiva di grande riduzione.

Lo stesso signor Chaumont avrebbe pure proposto la sostituzione al becco a gas di una lampada a petrolio con una spesa di lire 0,2628 all'ora per ogni vettura di 4 compartimenti, ponendo il petrolio a 73 lire il quintale.

## VIII.

### Sistemi adoperati in Olanda, in Inghilterra ed in Italia.

36. — In Olanda si fecero prove di apparecchi a combustibili agglomerati, i quali pare abbiano la preferenza della Direzione: si sono fatte pure alcune prove cogli apparecchi di Grandjean, che, come vedemmo, non hanno soddisfatto nel Belgio, mentre pare che un certo numero di questi apparecchi facciano in Olanda effettivo servizio. Sembra che la Direzione si sia essenzialmente occupata finora dei particolari di costruzione, nel senso di impedire ai prodotti della combustione di penetrare in alcun modo nell'interno delle vetture; nè si conoscono finora dati precisi sulla spesa degli apparecchi impiegati sui risultati calorifici ottenuti, e sul consumo di combustibile.

37. — In Inghilterra si impiegano esclusivamente gli ordinari scaldini ad acqua calda, i quali però sono ammessi nelle vetture di tutte tre le classi.

Sul Great-Eastern Railway le sole vetture di 1° classe li godono gratuitamente.

Sul Midland Railway, sul London and N. W. Railway gli scaldini ad acqua calda sono posti gratuitamente anche nelle vetture di 2° e 3° classe.

Su altre ferrovie, quali ad es. la London-Brighton, e la London and S. W., si pagano, per chi li vuole, tasse variabili da trenta a sessanta centesimi per ogni scaldino.

Non sappiamo se questo semplice sistema sia egualmente soddisfacente per il pubblico, come pare lo sia per le Compagnie Ferroviarie.

38. — Certo è che in Italia, ove la dolcezza del clima diminuisce considerevolmente l'importanza di questo problema, all'infuori di certe linee dell'Alta Italia, sulle quali dovrebbero pur tentare qualche cosa, potrebbe essere adottato il sistema inglese con sufficiente soddisfazione della grande maggioranza dei viaggiatori i quali usano viaggiare in 2° ed in 3° classe.

Una modica tassa, come in Inghilterra, si comprende, e comprendesi pure che se tutto ciò non dà luogo a confusione od impiccio in Inghilterra, nulla di simile avrebbero da temere in Italia.

## IX.

### Sistemi adoperati in Francia.

39. — In Francia le più recenti e più complete esperienze furono eseguite dalla Compagnia dell'Est, che seppe far concorrere coi risultati economici i fatti della scienza sperimentale, e trarre con plausibili conseguenze tutto un nuovo indirizzo per gli studiosi di questo problema.

Facciamo per altro precedere alcuni pochi tentativi fatti su alcune linee secondarie.

Così sulla ferrovia di Dombes ha preso voga il sistema ad aria calda. E fu adottato un focolare cilindrico verticale con sottostante graticola, il quale sta sospeso quasi interamente al disotto del pavimento della vettura. L'aria per la combustione entra dal disotto ed esce per un tubo verticale o camino posto nell'interno della vettura, cui attraversa in tutta l'altezza presso ad un angolo delle pareti. L'aria per il riscaldamento è presa anch'essa nell'atmosfera lateralmente al focolare, e contornandone alcuni involucri finisce in un tubo metallico disposto longitudinalmente nelle vetture di 3° classe alle pareti, o sotto i piedi dei viaggiatori in quelle di 1° e di 2°. Il tubo è di rame, ha sezione rettangolare di 9 su 10

centimetri; è aperto all'estremità, ed ha due altre bocche a distanze intermedie.

La spesa d'impianto non sarebbe che di 180 lire per ogni vettura.

Quanto al combustibile è stato abbandonato il coke che consumava gli apparecchi assai rapidamente ed ora vi si brucia del carbone di Parigi, che costa 16 lire la tonnellata; il consumo è risultato in media di chilogr. 2,85 per ogni vettura all'ora; ossia la spesa è di lire 0,457. I risultati calorifici sono più che sufficienti.

40. — La Compagnia « *des Charentes* » lavorò con energia certamente degna di miglior successo. Si hanno in proposito molti dati pratici ed altri scientifici tanti che si riuscì a farne un libro; ciò non tolse però che i risultati fossero tali da dover abbandonare affatto il sistema. Siccome però trattasi di un'idea seducente, in cui altri potrebbe per avventura incorrere, si crede necessario anche qui un breve cenno.

L'idea consisteva nel servirsi degli scaldini ad acqua calda sotto i piedi dei viaggiatori; ma fissandoveli in modo che la superficie superiore riuscisse quasi a livello del pavimento per non dar luogo ad impedimenti; e trovando modo di riscaldare l'acqua a 60° senz'aprire gli sportelli delle vetture. E a tal fine gli ingegneri di quella linea avevano ricorso al sistema di getti intermittenti di vapore. Ciò esigeva naturalmente una condotta di vapore per tutta la lunghezza del treno.

Dal 1873 al 1875 si seguì sempre a studiare ed introdurre modificazioni e perfezionamenti, talchè si finì per avere trentaquattro vetture munite di consimili apparecchi; ed ogni giorno si riscaldavano sette treni; ma dopo tutto ciò mutavasi l'ingegnere capo del materiale e trazione, e non furono più continuate le prove: 1° perchè si verificò troppo costoso l'impianto di tale sistema; 2° perchè gli apparecchi in servizio erano troppo deboli ed imperfetti, da non potersi senza continui inconvenienti adoperare; 3° perchè il più delle volte occorreva treni misti, e questi non si confanno con un sistema di condotta longitudinale del vapore; ed infine perchè il consumo di combustibile era tutt'altro che trascurabile; essendochè a Nantes, per es., v'era un'apposita caldaia fissa, mantenuta costantemente in pressione per il riscaldamento dei treni.

41. — La Società delle ferrovie dell'Est negli anni 1874, 1875 e 1876 sottopose ad accurati esperimenti ben cinque diversi sistemi; ed è molto importante di passarli brevemente in rivista.

*Sistema di riscaldamento colle stufe.* Furono adottate le ottime stufe a caloriferi della Compagnia parigina del gas nelle quali la corrente d'aria è presa dal di fuori della vettura, e riscaldata a contatto delle pareti del focolare penetra nella vettura. La introduzione del combustibile ha luogo dal coperchio superiore della stufa, in un tubo leggermente conico il quale discende verticalmente e termina nel vero focolare di fondo emisferico. Il fumo si estrica all'interno di detto tubo centrale. Il camino prende origine da un breve tubo orizzontale, e poi ripiegasi verticalmente all'insù, ed attraversa il cielo della vettura. Pare però che queste stufe fossero troppo potenti, e non abbastanza protette, perchè a vettura chiusa si constatarono perfino temperature di 58° sullo stallo che fronteggia la stufa.

Negli strati superiori dell'ambiente furono trovati 15 gradi di più che a venti centimetri d'altezza sul pavimento.

Il consumo di combustibile all'ora è di chilogr. 4,1 durante il viaggio, e di chilogr. 0,65 nelle stazioni. Il coke impiegato costando 40 lire la tonnellata si ha dunque una spesa rispettivamente di L. 0,044 e 0,026 all'ora.

La spesa d'impianto di tali stufe in una vettura di 3° classe è di L. 250.

La differenza di temperatura dal basso in alto della vettura, e la quasi impossibilità di occupare il compartimento centrale per la troppo elevata temperatura, furono causa per cui questo sistema non ha incontrato favore sulle ferrovie dell'Est, neppure limitato alle sole vetture di 3° classe. Noi crediamo però che l'applicazione quale fu fatta non sia stata troppo felice; essendochè è un fatto che così gravi inconvenienti non si sono verificati altrove, o quanto meno vi si è rimediato assai plausibilmente.

42. — *Sistemi di riscaldamento ad aria calda.* Fu provato l'apparecchio dei signori Grandvallet e Kienast, il quale consiste in una cassa cilindrica di ghisa sospesa inferiormente alla intelaiatura della vettura a metà lunghezza della medesima, e contenente un piccolo paniere di combustibile; intorno ad esso girano elicticamente tre tubi fatti a serpentino che conducono l'aria esterna, in essi riscaldata, nell'ambiente della vettura. Codesti tubi serpentini sono di rame, e fanno ciascuno tre giri e mezzo intorno al focolare, dopo di che si dirigono ciascuno al proprio compartimento correndo sotto il pavimento della vettura, per terminare in tre bocche di calore disposte al di sotto dei sedili.

Fu adoperato un buon combustibile agglomerato, detto a Parigi *charbon nouveau*, che costa 16 lire il quintale, e si trovò che la spesa del combustibile poteva ritenersi di L. 0,072 all'ora per una vettura di 3° classe. Gli apparecchi in opera costano nientemeno che 800 lire per vettura. Inoltre i risultati calorifici ottenuti furono affatto insufficienti; gli inventori stessi constatarono la necessità di portare a 5 il numero dei loro serpentini, e di aumentare la lunghezza del focolare, e ciò con aumento di costo degli apparecchi, e della spesa di combustione. Anche questo sistema fu quindi abbandonato.

43. — Altri apparecchi di riscaldamento ad aria calda che furono assoggettati a lunghe prove, ed a parecchie successive varianti senz'acchè abbiano potuto incontrare favore, furono quelli del sistema Mousseron.

Qui non vi sono più i tubi serpentini; ma è pur sempre un'ampia cassa che fa da focolare esternamente ed al disotto della vettura, contornata e protetta da uno o più strati d'aria destinata a fare da calorifero. Codesto sistema è essenzialmente basato sull'introduzione dell'aria fredda in grazia del movimento stesso del convoglio. L'aria calda introducevasi dapprima nella vettura per mezzo di tubi i quali terminavano in tre bocche di calore, una nel mezzo ed una alle teste d'ogni vettura. Anche il camino del focolare doveva contribuire per irradiazione al riscaldamento della vettura.

Dopo alcuni esperimenti si riconobbero tosto le molte imperfezioni dell'apparecchio; e si fecero modificazioni nell'intento di ottenere una temperatura più uniforme e di evitare la frequenza con cui durante il viaggio dovevasi provvedere di combustibile il focolare.

A questo pertanto cominciaronsi ad assegnare dimensioni tali da poter contenere 11 chilogr. di coke.

Si fecero prove con vetture di tutte le classi. A vettura vuota si ottenne sempre un effetto calorifico di 10 a 12 gradi di temperatura su quella esterna. Ma si constatò che la temperatura era assai differente dal pavimento al soffitto; variava talvolta di 5 a 6 gradi. Che quando ricaricavasi di combustibile il focolare, si raffreddavano assai le pareti del calorifero. Che infine, quando aprivansi anche per pochi istanti le portine od i vetri della vettura la temperatura discendeva rapidamente di 8 gradi in media, sì che occorreva poi più di un'ora per ristabilire la temperatura di prima.

Il combustibile adoperato era il coke della Compagnia parigina del gas, a L. 40 la tonnellata. Il consumo del coke in un'ora di viaggio fu in media di chilogr. 1,66, e quindi la spesa di L. 0,0664 per ogni vettura all'ora.

Gli apparecchi in opera con tutti i loro accessori costarono da L. 540 a L. 600 per ogni vettura.

Nell'intento di rimediare ai su cennati inconvenienti si pensò di rinunziare alle bocche di calore, anche per evitare il cattivo odore e la molestia di un'aria che passava a contatto di pareti arroventate, e che poi entrando nella vettura costringeva i viaggiatori ad aprire le finestre, rendendo inutile il riscaldamento.

Conservando il focolare ed i condotti dell'aria calda, questa si fece passare sotto i piedi dei viaggiatori in appositi scaldini fissi al pavimento della vettura. Ma da principio si fece uso di scaldini di ghisa; si ebbero risultati calorifici ben mediocri; ossia una temperatura interna di appena 9° su quella esterna, a vettura vuota e costantemente chiusa. Inoltre la temperatura di uno stesso scaldino diversissima da luogo a luogo: v'erano differenze perfino di 45°. L'aria calda non era ben ripartita ed arrivava in quantità insufficiente.

Si ricorse allora ad un sistema di palchetti in lamiera di ferro sostenuto con armature pure in ferro, e ad un sottopalchetto tutto di legno di quercia, in guisa da avere un gran scaldino per tutta l'estensione della vettura.

Ma la temperatura della lamiera metallica non poté elevarsi a più di 35° e inoltre gli scarti di temperatura da punto a punto erano grandissimi. La temperatura dell'ambiente non passò i 9° sulla temperatura esterna.

Si ritornò allora al sistema degli scaldini limitati, e posti sotto ai piedi; e si fecero non più di ghisa, ma di lamiera. Inoltre si ingrandì la cassa del focolare, che fu reso capace di 16 chilogr. di coke. Ma non si ottenne che una temperatura superiore di 10° a quella esterna; gli scarti di temperatura della superficie degli scaldini erano ancora maggiori.

Il consumo di coke del gas si elevò a chilogr. 2,50 per ora di viaggio, donde una spesa di combustibile di L. 0,10 per ogni vettura all'ora. Il costo degli apparecchi fu di 700 a 900 lire per ogni vettura a seconda della classe.

Cosicchè tutte le prove di riscaldamento ad aria calda riescirono in Francia affatto infruttuose, e non corrisposero alle esigenze del pubblico nè all'aspettazione degli ingegneri.

44. — *Sistemi di riscaldamento per mezzo di bracieri di combustibili agglomerati.* Il sig. Grandjean propose l'applicazione del suo apparecchio che già vedemmo sperimentato in Olanda, e col quale si riscaldano i piedi dei viaggiatori per mezzo di bracieri di combustibile agglomerato.

Un solo apparecchio riscalda i piedi di tutti i viaggiatori di un solo compartimento; lo scaldino Grandjean è di lamiera, affiora il pavimento; ed ha 30 cent. di larghezza. Consta di tre casse rettangolari l'una dentro l'altra con interstizii tra le pareti laterali e tra quelle inferiori per il passaggio dell'aria. Nel mezzo di quella più interna si introduce il paniere di combustibili agglomerati preventivamente bene accesi.

Il riscaldamento dell'ambiente della vettura ha luogo in parte per irradiazione della parete superiore dello scaldino, ed in parte per mezzo di piccole bocche di calore, dalle quali entra nella vettura l'aria riscaldata a contatto delle pareti laterali di protezione dello scaldino stesso.

Le prove furono fatte con due specie di combustibili agglomerati, conosciuti a Parigi sotto il nome di *charbon nouveau* e di *charbon de Paris*.

Contengono dal 73 al 75 per cento di materie combustibili, brucianti senza fiamma e senza produzione di coke, ed il resto di ceneri.

Questi combustibili costano a Parigi 16 lire il quintale; ma diconsi offerti (per un consumo di 300 tonnellate all'anno) al prezzo ridotto di 11 lire.

Stante la capacità dei panieri, occorrono 4 chilogrammi di combustibile per ogni compartimento. Le vetture di 1ª classe sono a tre compartimenti; quelli di 2ª classe hanno quattro compartimenti; e quelle di 3ª classe ne hanno cinque.

La temperatura media delle vetture si mantiene a 9° su quella esterna. La temperatura della superficie dello scaldino è mediamente di 50°; ma vi sono grandi variazioni. Poco tempo dopo l'introduzione del braciore acceso si hanno 70°, e perfino 110° ed anche 130°. Dopo 6 ore non si trovano più che 45°; dopo 10 ore la temperatura è appena di 25°.

Furono provati diversi altri combustibili agglomerati, ed a seconda della natura e del prezzo del combustibile si trovò che la spesa del riscaldamento di una vettura di 3ª classe a cinque compartimenti era da ritenersi variabile da lire 0,52 a 0,45 all'ora.

La spesa degli apparecchi è di lire 150 a 160 per ogni compartimento a seconda della classe.

In conclusione risultò dal complesso dei molti esperimenti la possibilità pratica del sistema a panieri di combustibili agglomerati. Solamente sono necessari combustibili i quali si accendano facilmente, brucino lentamente, con regolarità e costanza. Bisogna che siano abbastanza resistenti da non dar luogo a detriti nelle successive manipolazioni cui sono soggetti, e che infine non siano soggetti a disaggregarsi sotto l'azione del calore.

Ma, pur cercando di migliorare secondo queste idee la qualità dei combustibili agglomerati, è parimente necessario

di studiare di diminuire notevolmente il prezzo; essendochè le spese di riscaldamento coi combustibili agglomerati sono ben cinque volte più grandi di quelle che occorrono ove si può impiegare il coke. Or questa riduzione notevole di prezzo pare cosa assai difficile ad ottenere: tant'è che non fu ottenuto finora in Germania, dove l'uso dei combustibili agglomerati è molto esteso.

I combustibili agglomerati, aventi le qualità su cennate, esistono di fatto; ma il loro prezzo è sempre di 300 lire la tonnellata, o poco presso. E bisognerebbe poter discendere a 100 lire, perchè la questione del riscaldamento dei veicoli ferroviarii, tuttochè presenti difficoltà a risolversi dal lato tecnico, pure è una questione d'ordine essenzialmente economico.

45. — *Sistema di riscaldamento per mezzo dei termosifoni.* — Questo sistema consiste nell'impiego di una corrente d'acqua calda, che è in continua circolazione entro tubi così detti termosifoni, e da qualche tempo impiegati per il riscaldamento delle case d'abitazione, e particolarmente per le serre.

I signori Weibel e Briquet di Ginevra avevano proposto alla Società delle ferrovie della Svizzera occidentale di riscaldare le vetture coi loro termosifoni, e la Società delle ferrovie francesi dell'Est volle farne anch'essa le prove.

In questo sistema, l'acqua contenuta in una piccola caldaia posta al disotto, e ad una estremità di ogni vettura, si riscalda a contatto di un focolare centrale, e poi si distribuisce in tubi di riscaldamento, i quali si elevano verticalmente fin presso il soffitto della vettura, percorrono longitudinalmente il soffitto medesimo, ridiscendono verticalmente presso gli schienali, si immettono in altri tubi disposti orizzontalmente sotto i sedili, e infine ridiscendono ancora, e attraversando inferiormente il pavimento della vettura, ritornano poi dopo un certo sviluppo orizzontale fuori dell'ambiente della vettura alla stessa caldaia. In questo sistema l'acqua è semplicemente impiegata come veicolo di calore. Regnando nell'interno della condotta la pressione atmosferica, non vi sono pericoli di esplosione.

Il focolare e la sovrastante tramoggia possono contenere 13 chilogrammi di coke del gas. I tubi di condotta dell'acqua sono di ferro, del diametro interno di 27 mm.; quelli di riscaldamento sotto i sedili sono di rame, della lunghezza di m. 2, del diametro esterno di 90 mm.

Tutto l'apparecchio pesa complessivamente 400 chilogrammi quando è vuoto, e contiene 100 litri d'acqua.

Anche riguardo alla molteplicità dei tubi, non è fuori luogo asserire che la spesa d'impianto di questi apparecchi non può essere guari minore di 800 lire per ogni vettura.

I risultati calorifici ottenuti non sono nè disprezzabili, nè eccessivamente buoni; essendochè la temperatura rimane abbastanza uniforme in tutti gli scompartimenti; ma è sempre di 3 o 4 gradi più elevata in alto che in basso di ogni compartimento. Occorrono però due ore circa per portare l'ambiente di una vettura ad una temperatura (10°) conveniente per potervi ammettere viaggiatori. L'apertura momentanea delle porte non ha grande influenza; facendo discendere la temperatura di 2 o 3 gradi solamente; ma per ritornare al grado di prima occorre quasi un'ora. I ricarichi di combustibile nel focolare non hanno influenza sensibile sull'ambiente della vettura.

Quanto al consumo di combustibile, essendosi impiegato il coke del gas, risulta dalla media di molte esperienze essere di chilogrammi 1,9 per ogni ora di viaggio, e di chilogrammi 1,1 nelle stazioni. Per ogni ora di viaggio si ha dunque una spesa di lire 0,076 per ogni vettura.

La perdita d'acqua per evaporazione in un viaggio di 30 ore, compresevi 6 ore di fermate, è di 5 litri in media per ogni vettura.

La Direzione delle ferrovie dell'Est non crede tuttavia questa soluzione abbastanza pratica, tuttochè preferibile, negli effetti, ai sistemi di riscaldamento ad aria calda, ed assai apprezzata dal pubblico, che al sistema dei caloriferi non pare troppo disposto ad acconciarsi.

La disposizione dei tubi di condotta contro il soffitto conduce a riscaldare di troppo la parte superiore; e poi i viag-

giatori non hanno mezzo di scaldarsi i piedi. Infine si è sempre in timore di qualche rottura di tubi, di qualche fuga d'acqua calda nei molti giunti, e ciò può dar luogo a seri inconvenienti, massime nelle vetture di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe dove sono le imbottiture.

46. — L'apparecchio di Weibel e Briquet presentava tre inconvenienti principali: 1° quello di una lunga condotta nell'interno delle vetture; 2° quello di non scaldare i piedi ai viaggiatori; 3° di consumare troppo combustibile.

Per altra parte il riscaldamento ad acqua calda offriva tali vantaggi dal lato della salubrità dell'aria, e della costanza della temperatura da meritare di essere ulteriormente studiato.

Si pensò di introdurre l'acqua calda in certe casse metalliche disposte a livello del pavimento e facenti l'ufficio di scaldini, e di tenere pure a quest'altezza il lato di condotta più elevato proveniente dalla caldaia. In tali condizioni l'altezza di caduta necessaria a determinare la circolazione continua dell'acqua nel termosifone sarebbe trovata ridotta a 70 od 80 centimetri al più, e trattavasi prima d'ogni cosa di sapere se sarebbe stata sufficiente a produrre una circolazione d'acqua capace di emettere da 2000 a 4000 calorie all'ora.

Alcuni esperimenti preparatorii, riusciti favorevolmente, indussero gli ingegneri dell'Est a studiare il sistema in questo senso, ed a fare applicazione ad una vettura di 3<sup>a</sup> classe di un termosifone con scaldini alimentati da una condotta tutta a livello del pavimento.

Ogni scaldino fu fatto di ghisa, a sezione rettangolare; la parte superiore leggermente striata per non sdruciolarvi sopra. Presentano superiormente una parete della larghezza di 20 centimetri e della lunghezza di m. 2,185, ossia di metri quadrati 0,437; cosicchè i cinque scaldini presentano insieme una superficie di m. q. 2,185, e colla condotta di arrivo si ha in totale nell'interno della vettura una superficie riscaldata di m. q. 3,135.

La capacità dell'intero apparecchio è di 120 litri.

I risultati calorifici riuscirono molto soddisfacenti. La vettura essendo vuota si arrivò a mantenere una temperatura di 12° 5 superiore a quella esterna. La ripartizione del calore egualmente soddisfacente. Anche la temperatura degli scaldini, che fu in media di 57° non ebbe grandi divari; per uno stesso scaldino si constatò raramente più di 5° gradi di differenza; nè mai si arrivò solamente a 10°. E dallo scaldino più caldo a quello più freddo non si ebbe ordinariamente che 10° a 12°.

Quanto al consumo di combustibile esso risultò in media di kg. 1,80 all'ora durante il viaggio, e di kg. 1,20 all'ora nelle fermate; essendosi impiegato il coke del gas. Donde una spesa per ogni vettura all'ora di L. 0,072, e 0,048 rispettivamente.

L'anno seguente, cioè nel 1874, si studiò di perfezionare questo sistema, e se ne fece applicazione ad alcune vetture di 1<sup>a</sup>, di 2<sup>a</sup> e di 3<sup>a</sup> classe nell'intento di proseguire le prove.

Non è nostro scopo di entrare al riguardo in più minuti particolari. Ma ci limitiamo a notare che i risultati riuscirono anche più soddisfacenti.

Le prove prolungate hanno però fatto notare due inconvenienti, abbastanza gravi, e comuni d'altronde a qualsiasi sistema di riscaldamento ad acqua calda. E sono la lentezza con cui avviene il primo riscaldamento della vettura; ed il pericolo del congelamento dell'acqua in caso di gelo per l'avvenuta estinzione del fuoco, o per l'inavvertenza di non vuotare gli apparecchi al tempo istesso in cui si cessa il riscaldamento. Si credette ovviare al secondo inconveniente con qualche dissoluzione salina, e per es. impiegando la glicerina; ma fu constatato che si corrodono i metalli, e che d'altronde per ritardare fino a —15° il gelo dell'acqua era necessario impiegare il 20 Qq0 in peso di glicerina, donde una spesa di 20 lire almeno per ogni vettura, e l'ulteriore spesa per riparare alle perdite. Fu perciò provato più economico in simili casi di continuare il riscalda-

mento nelle stazioni fra un convoglio e l'altro, e questo sistema si semplice è ad un tempo il più economico.

47. — *Sistema di riscaldamento cogli scaldini mobili.* — La Compagnia dell'Est ha finora adoperato gli scaldini mobili ad acqua calda per tutte le vetture di 1<sup>a</sup> classe, non meno che per quelle di 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> classe, riservate alle signore che viaggiano da sole. Codesti scaldini pesano all'incirca chilogrammi 7,7 se vuote, e contengono 10 litri d'acqua.

Sulle ferrovie dell'Ovest, del Nord, come su quelle di Lione e di Orléans, si fa uso parimente di scaldini mobili ad acqua calda.

In questo sistema di riscaldamento sono elementi importanti il costo del combustibile e quello della mano d'opera.

A cagione della intermittenza di lavoro della caldaia si consumano chilogr. 0,05 di carbone per riscaldare un litro d'acqua, ed il personale specialmente destinato a codesto servizio non riempie in media più di 125 scaldini nelle 12 ore di suo servizio.

In breve tenendo conto dell'interesse e dell'ammortizzazione del capitale di primo impianto, delle spese di manutenzione, ecc., il solo riscaldamento delle vetture di prima classe costa alle ferrovie dell'Est più di 80 mila lire all'anno.

Con tutto ciò sarebbe ancora il sistema il più economico, se desse risultati calorifici sufficienti, il che non è; se il cambio degli scaldini non desse incomodo ai viaggiatori, massime di notte.

Ad attenuare alcuni di questi inconvenienti si tentò di non più rinnovare gli scaldini e l'acqua, ma di iniettarvi dentro un getto di vapore ad alta pressione; e in alcuni tratti delle ferrovie dell'Est si fa uso del vapore della locomotiva. È ciò che da cinque anni si pratica in Austria dalle ferrovie dello Stato, e che fu applicato in grande scala a Parigi nella stazione della ferrovia d'Orléans, per le vetture di 1<sup>a</sup> classe e che ora si tratta di estendere alle vetture di ogni classe.

Ma gli scaldini debbono tutte le volte essere aperti, e nuovamente chiusi; e la manovra è sempre troppo lunga. Inoltre i turaccioli vanno soggetti a logorarsi presto. E poi sono necessari carretti speciali per il trasporto di questi scaldini, per dirizzarli verticalmente, ecc.

E fu perciò proposto un nuovo metodo più spiccio, quello della immersione pura e semplice dello scaldino in una caldaia d'acqua calda. Il metodo equivale a quello dell'iniezione del vapore. Perchè fu provato che uno scaldino chiuso con acqua a 0° immerso nell'acqua a 100° arriva in cinque minuti di tempo alla temperatura di 90°.

E fu immaginata allora una specie di noria fatta con due catene senza fine le quali porterebbero gli scaldini a pescare successivamente l'un dopo l'altro in un pozzo d'acqua calda. E questo pure s'è fatto a Parigi alla stazione delle ferrovie dell'Est. I primi risultati ottenuti furono dichiarati soddisfacenti, e in quest'inverno si stanno facendo le prove in ampia scala.

## X.

### Conclusione.

48. — Crediamo inutile parlare di tanti altri sistemi ben più originali di quelli su cennati, per la semplicissima ragione che non furono ancora sperimentati, o che non si ravvisano basati su principii plausibili, o praticamente applicabili.

Bensi non è fuor di proposito riassumerci un istante. E in primo luogo far notare che i sistemi effettivamente adoperati per questa o quest'altra ferrovia d'Europa non sono poi in così gran numero, come poteva a primo aspetto parere. Essi sono sette in tutto.

L'Inghilterra si tiene ancora agli scaldini mobili ad acqua calda. In Italia si è edificati assai del sistema inglese. In Germania ed in Austria è dove si hanno in pratica quasi tutti i sistemi; e se ogni ferrovia pare abbia il suo, pure è facile vedere che il successo ottenuto è più dovuto allo

studio dei particolari, e ad una vera lotta per vincere le difficoltà di un determinato sistema, anziché all'aver trovato la migliore soluzione del problema generale. A ciò è anzi dovuto se qualche sistema riconosciuto accettabile in Austria e Germania, fu ripudiato, dopo pochissime prove, in Francia. Essendochè in Austria e Germania si pensò a perfezionare successivamente gli apparecchi per ottenere risultati accettabili. In Francia poco si badò a queste indispensabili precauzioni, e con apparecchi improvvisati, si pensava invece a perfezionare gli strumenti di osservazione, a sospendere termometri in tutti i punti d'una vettura, e via dicendo.

Di 58 amministrazioni ferroviarie che in Europa hanno fatto esperimenti, 44 si dichiararono esclusivamente a favore di quei sistemi che rendono le vetture tra loro indipendenti, e 14 appena adottarono alcuni di quei sistemi i quali esigono la comunicazione continua dei veicoli di tutto un convoglio: non sarebbe anzi che in Baviera, in Gallizia e nella Svezia che il principio della comunicazione è stato adottato colla simultanea esclusione di tutti gli altri sistemi.

Su quelle altre ferrovie dove il sistema di riscaldamento a vapore ha trovato favore, esso fu limitato quasi dappertutto ai treni celeri composti di sole vetture di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe; mentre per i treni omnibus, e segnatamente per le vetture di 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> classe furono quasi ovunque preferiti i bracieri di combustibile agglomerato, o l'introduzione delle stufe.

Or bene è segnatamente per le vetture di 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> classe che si ha maggior bisogno di trovare una qualche soluzione.

E qui l'elemento spesa non può a meno d'essere quello più capace di somministrare una prima guida. Ragguagliando pertanto il computo della spesa a quella occorrente per ogni viaggiatore-chilometro, si cade in media sulle seguenti cifre:

|                                                             |              |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| a) Combustibili agglomerati . . . . .                       | L. 0 005 149 |
| b) Riscaldamento a vapore . . . . .                         | » 0 003 784  |
| c) Id. ad aria calda . . . . .                              | » 0 002 726  |
| e) Id. a circolazione d'acqua calda (termosifoni) . . . . . | » 0 002 686  |
| f) Scaldini mobili ad acqua calda . . . . .                 | » 0 001 772  |
| d) Stufe (in 3 <sup>a</sup> classe) . . . . .               | » 0 001 442  |

Or queste cifre sono abbastanza eloquenti di per se stesse. D'altronde ricordiamo che:

a) Il sistema dei combustibili agglomerati è solo ammissibile quando avvenga il riscaldamento sotto ai piedi dei viaggiatori, anziché sotto i sedili, e quando il valore dei combustibili agglomerati potesse scendere alquanto dall'elevatissimo prezzo attuale di 300 lire la tonnellata per rispetto al prezzo degli altri combustibili;

b) Il sistema di riscaldamento a vapore, quando questo si prenda, come risultò più vantaggioso, dalla locomotiva, anziché da caldaie speciali, conduce in alcuni casi a dover accrescere l'effetto utile della caldaia-locomotiva di un quinto circa, ciò che può dar luogo in molti casi ad una certa spesa di primo impianto, che non s'è calcolata. E poi si ha sempre l'inconveniente dei treni misti, pei quali in generale è stabilito che le vetture dei viaggiatori siano sempre in coda del convoglio. E d'altronde è provato non potersi regolarmente riscaldare più di 12 vetture, e sovente su certe linee principali i convogli sono più lunghi. In questi casi occorrerà sempre ricorrere al sistema di una caldaia speciale posta a metà del convoglio con che si può provvedere al riscaldamento di 24 vetture.

È il sistema che ha forse il privilegio della maggior potenza calorifica, ma è pur quello che richiede maggiori cure, continua sorveglianza, precauzioni grandi sia nella composizione dei treni, sia nell'evitare il congelamento dell'acqua di condensazione durante i maggiori freddi, e maggiori spese di manutenzione.

Ed è poi un fatto che questo sistema tende manifestamente a generalizzarsi in Germania, ma sempre come sistema di lusso, e nel senso di accrescere il *confortable* nelle vetture di prima classe dei treni celeri; ma è d'uopo pure

osservare che le basse temperature di quelle regioni rendono forse più che altrove necessarie siffatte disposizioni.

c) Gli apparecchi ad aria calda paiono veramente appuntabili di vizi radicali, ossia inerenti al loro sistema. Introdotta nelle vetture quest'aria calda si dispone a strati in ragione della densità, ed i viaggiatori trovansi col capo in ambiente caldo e coi piedi freddi, ciò che nuoce alla salute assai più di quel che il mondo creda. E d'altronde l'aria è di una capacità calorifica troppo tenue per poter ritenere e immaginare sufficiente quantità di calore. Ne segue che appena s'aprono le porte per far salire e scendere alcuni viaggiatori, la temperatura discende rapidamente, e occorre un'ora quasi per essere ristabilita. E poi si ha sempre l'inconveniente di respirare un'aria che si scaldò a contatto di pareti metalliche roventi, e ciò dà luogo a cattivo odore nell'ambiente chiuso e al mal di capo. Meglio è allora lasciare che la generazione umana si fortifichi assuefacendosi ai rigori del freddo.

d) Col sistema precedente ha pure molti punti di contatto quello di introdurre le stufe nell'interno delle vetture, il qual sistema, come vedemmo, ha per sé il grande vantaggio di essere il più economico di tutti. Esso partecipa in gran parte degli inconvenienti suaccennati, sebbene la presenza della stufa come sorgente di calore raggiante verso la metà inferiore dell'altezza della vettura dia luogo a minor inconveniente, e sia di maggiore potenza calorifica, nel ristabilire la temperatura che s'abbassa all'aprir delle porte. Non v'ha dubbio però che il sistema è solo accettabile per le vetture non divise in compartimenti. Ma è pure un fatto che a malgrado dei moltiplicati diaframmi riparatori, i viaggiatori più vicini alla stufa soffrono per il troppo elevato grado di temperatura, e quelli più lontani soffrono il freddo. D'altronde in caso di collisioni o di sviamento, il sistema della stufa nella vettura è il più pericoloso per gli incendi, nè mancarono terribili esempi. Si comprende però che nei climi molto freddi questo imperfetto e tanto economico sistema di riscaldamento possa essere adottato con vantaggio nelle inferiori classi.

e) Il sistema dei termosifoni risolve assai bene il problema calorifico; mantiene sotto ai piedi dei viaggiatori una temperatura costante di 60°; eleva l'ambiente ad una temperatura di 10 gradi superiore a quella esterna. Ma ogni vettura ha pur sempre un focolare, che vuol essere alimentato e governato. Un pericolo d'incendio anche remoto v'è pur sempre. Ma dov'è quell'invenzione anche tra le più indispensabili al mondo, che non abbia i suoi pericoli, tanto più disastrosi (sebbene altrettanto più rari) quanto maggiore ne è il beneficio che con essa possiamo conseguire! Il sistema dei termosifoni che crediamo essenzialmente francese, merita dunque d'esser preso in attenta considerazione, e segnatamente di essere meglio di qualsiasi altro sperimentato ulteriormente, e in ampia scala.

f) Infine, il sistema degli scaldini mobili ad acqua calda è troppo conosciuto da tutti perchè sia il caso di riassumerne ancora i suoi inconvenienti. Ma è certo altresì che, messo da parte l'incomodo dei viaggiatori, se si potessero rinnovare più spesso, che è quanto dire se si arrivasse ad un metodo di riscaldamento dell'acqua più economico e più accelerato che non sia il metodo primitivo finora usato, se si continuasse cioè lo studio nel senso che abbiamo accennato parlando delle ferrovie d'Orléans, e meglio ancora di quelle dell'Est, è certo che pei nostri climi almeno si potrebbero vantaggiosamente ed efficacemente introdurre nelle vetture di tutte le classi.

La *conclusione finale* intanto è questa che bisogna in ogni caso attenersi al principio di servirsi dell'acqua calda. Ed a questa conclusione si verrebbe pure coi più elementari principii della fisica. Essendochè la capacità calorifica della sabbia e dei mattoni (0,2), quella della ghisa (0,1298), quella dell'aria (0,2377 per kg.), quella del vapore (0,4750) sono inferiori tutte quante all'unità, ossia alla capacità calorifica dell'acqua, e ciò solo dovrebbe bastare a spiegare l'insuccesso degli altri tentativi.

L. F.

## SUNTO DEI LAVORI DI ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE

## ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI PARIGI.

**Sulle costruzioni idrauliche dei Romani, e sulla resistenza dei materiali impiegati.** — Il padre Secchi ha presentato all'Accademia una importante memoria su di un complesso di lavori eseguiti dagli antichi nei dintorni di Roma, e che dimostrano a quale grado di perfezione fossero arrivati gli architetti di quell'epoca nell'impiego di quei materiali che avevano a loro disposizione.

Fra questi lavori merita singolare menzione un completo sistema di drenaggio fatto con tubi di terra cotta, ciascuno dei quali aveva niente meno che la lunghezza di 1 metro, il diametro di 42 centimetri, e 2 centimetri appena di spessore.

Più sorprendente ancora è l'acquedotto a sifone rovescio, che fu costruito ad Alatri, ducent'anni prima dell'era cristiana, ed avente il suo punto più basso a 101 metri al disotto della uscita dell'acqua nella città. Un tal sifone deve adunque in certe parti sostenere una pressione di dieci a undici atmosfere. Or bene codesto acquedotto fu fatto con tubi di terra cotta del diametro di 30 centimetri immersi in solidissimo massiccio di calcestruzzo.

ASSOCIAZIONE DEI CONSUMATORI DI VAPORE  
DI MANCHESTER.

**Esperienze per constatare la diminuzione di resistenza delle caldaie a vapore per la presenza dei duomi, dei buchi d'uomo e delle chiodature.** — La caldaia sperimentale, ed appositamente costruita era del tipo Lancashire. Il corpo cilindrico della caldaia aveva m. 6,40 di lunghezza, m. 2,135 di diametro; i due tubi interni per il fuoco avevano il diametro di metri 0,840. La spessore della lamiera per il corpo cilindrico era di mm. 11; quella dei tubi di mm. 9,5. Le chiodature longitudinali erano tutte a doppia fila di chiodi. Infine la caldaia aveva un buco d'uomo chiuso col suo coperchio, ed un duomo di vapore.

**1° Esperimento.** Trattavasi di provare la resistenza del duomo, che aveva il diametro di cent. 40. E questi cedette alla pressione idraulica di chilogr. 17,5 per mezzo di fessure che si manifestarono intorno alla base, le quali apparivano poco importanti; ma ove si fossero prodotte colla caldaia piena di vapore, anziché coll'acqua fredda, sarebbe inevitabilmente avvenuta la distruzione della caldaia.

**2° Esperimento.** Riparata la caldaia, colla soppressione del duomo, e colla chiusura della corrispondente apertura per mezzo di una lamiera di ferro, si costruì un buco d'uomo di ghisa, a sezione circolare, del diametro di millimetri 416 che necessitò nella caldaia un foro del diametro di 500 mm.

Il pezzo di ghisa cedette sotto la pressione di 14 chilogr. La rottura fu violenta, e la lamiera della caldaia fu fessa ai due fianchi dell'apertura.

**3° Esperimento.** Con un duomo del diametro di 915 mm., restando però come prima di 0,40 l'apertura nella caldaia, si verificò una fuga assai grave alla pressione di 16 chilogr.

**4° Esperimento.** Il duomo essendosi fissato con chiodi ribaditi a testa più forte, poté resistere fino alla pressione di 18 chilogr., quando comparve una fessura sul bordo inferiore del duomo.

**5° Esperimento.** Esso fu fatto per stabilire un confronto fra la semplice e la doppia chiodatura. Ma colla prima non fu più possibile di mantenere la pressione, appena si giunse a chilogr. 17,5 tante erano le fughe, mentre la chiodatura doppia continuava a soddisfare benissimo allo scopo.

**6° Esperimento.** Si volle provare la resistenza d'un buco d'uomo ordinario, non rinforzato, e chiuso semplicemente con un coperchio chiuso nel solito modo. Il foro era ovale di mm. 425 per 435. Alla pressione di 14 chilogr. si manifestò una fenditura nella caldaia che partendo dal buco

d'uomo raggiunse la chiodatura circolare, e poi seguì assecondando la chiodatura medesima.

**7° Esperimento.** Si volle provare la possibilità di dare luogo a una fenditura in vece di una fuga solo con aumentare la pressione. Erasi emessa l'opinione che un giunto ad una sola fila di chiodi poteva essere considerato come un apparecchio di sicurezza, attraverso del quale una fuga di vapore sarebbe stata sufficiente ad abbassare la pressione di quel tanto che basta ad impedire un'esplosione. Ma non se ne venne a capo. A malgrado della fuga, coll'aumentare della pressione si ebbe per risultato la completa squarciatura del giunto a semplice chiodatura.

**8° Esperimento.** Fu fatto il confronto di una doppia chiodatura fatta a mano con altra parimente doppia, e ribadita a macchina. Alla pressione di 21 chilogr. quella a mano cominciò a cedere, e quella a macchina era ancora resistente.

**9° Esperimento.** Era nel programma la distruzione completa di questa povera caldaia, già assoggettata a tante faticose prove, e a tante riparazioni. E la caldaia si ruppe alla pressione di chilogr. 21,7 lasciando negli sperimentatori la convinzione che ove fosse stata nuova si sarebbe potuto raggiungere la pressione di chilogr. 22,5, che era quella massima calcolata per la resistenza dei giunti a doppia chiodatura.

Dal sin qui detto appare che la forma di codeste caldaie, purché ben fatte e di buoni materiali costituite, può ispirare fiducia pari ai limiti di resistenza somministrati dai calcoli.

## SOCIETÀ DELL'INDUSTRIA MINERALE DI PARIGI.

**Nuovo procedimento per la fabbricazione dei cementi, dovuto al sig. Judycki.** — Questo procedimento trae la sua origine dall'osservazione che il sig. Judycki aveva fatto a Saint-Michel in Savoia mentre dirigeva la fabbrica di calce idraulica destinata al tunnel del Fréjus. Ognun sa che un calcare capace di dar calce grassa, essendo dopo la sua cottura spruzzato d'acqua, cade immediatamente in polvere, accrescendo di volume. Invece in un calcare marnoso, il quale dia calce idraulica, avente dell'argilla nella proporzione di 8 a 12 0/0, non avviene questo fenomeno se non dopo uno o due giorni; il calcare atto a dar calce eminentemente idraulica, e contenente da 12 a 22 0/0 di argilla, si muove ancor più lentamente, ossia impiega da 4 a 6 giorni. Finalmente quando in un calcare vi è da 28 a 34 0/0 di argilla il gonfiamento più non si verifica dopo la cottura, e lo si riduce allora meccanicamente in polvere per formarne del cemento. Passando la proporzione del 34 0/0 di argilla un calcare marnoso non è più suscettivo di rigonfiamento e diventa una vera pozzolana.

Vi sono alcune cave in cui i diversi strati hanno titoli d'idraulicità differenti, ed abbastanza decisi da doversi trattare separatamente. Ma sovente avviene che la composizione di un calcare argilloso non è molto omogenea, e che perciò non si riesce ad ottenere cementi naturali sempre capaci dello stesso grado di presa, e della stessa durabilità.

Fatte queste osservazioni, il sig. Judycki così descrive il suo procedimento per la fabbricazione di buon cemento qualunque sia il calcare marnoso.

Egli attacca indistintamente tutti i banchi della cava, e fa cuocere il calcare negli ordinari forni a calce. Le pietre rotte, accuratamente separate da quelle che non sono abbastanza cotte, e da quelle che lo furono troppo, vengono diligentemente spruzzate d'acqua, e si lasciano così durante otto o dieci giorni. Si fa in seguito passare questo materiale ad un crivello che lascia solamente passare la calce in polvere, e alcune parti cementizie di piccolo volume; si ha così la calce idraulica.

Ciò che resta sulla griglia è di nuovo rimesso in un forno a calce per discacciare l'acqua che ha servito alla operazione precedente ed ottenere la decomposizione degli idrati formati durante la spruzzatura; quest'operazione è resa manifesta, durante la seconda cottura, da un abbondante sprigionamento di vapori.

Codesta seconda cottura è operazione assai delicata a ca-

gione del piccolo volume dei pezzi che vi sono sottoposti, e vuol essere eseguita collè seguenti precauzioni:

Si dispongono sulla graticola del forno delle pietre refrattarie qualsiasi, e si ricoprono d'uno strato sufficiente di carbone minuto, ma che non sia in polvere. Contro le pareti del forno, con pietre un po' più grosse di quelle da cuocere, si formano dei camini aventi una sezione di 25 cent. in quadro, e così disposti, che la loro distanza orizzontale tra asse ed asse, seguendo la maggior circonferenza del forno, non passi quella di m. 1,50. Si riempiono questi camini di carbone in piccoli pezzi, ben scevro da polvere, e si elevano a misura che si va riempiendo il forno. Ad ogni 50 centimetri d'altezza si riuniscono questi camini con una fila di combustibile che asseconi la circonferenza del forno.

Quando il forno è completamente riempito, si accende il fuoco e si attende fino a cottura completa. Le pietre così ricotte vengono ridotte in polvere finissima ed impalpabile coi mezzi meccanici ordinariamente adoperati nella preparazione dei cementi.

Il signor Judycki aggiunse alcuni dati pratici ottenuti col calcare marnoso di struttura schistosa di Pas-du-Roi, presso Saint-Michel, e che egli ritiene dell'epoca siluriana.

Un calcare contenente da 10 a 16 O<sub>10</sub> di argilla diede da 10 a 25 O<sub>10</sub> di cemento.

Un calcare contenente da 16 a 22 O<sub>10</sub> d'argilla diede da 25 a 50 O<sub>10</sub> di cemento.

Il combustibile impiegato è l'antracite di Saint-Michel, contenente il 40 O<sub>10</sub> di ceneri, ed è impiegato nella proporzione di 200 chilogrammi ogni tonnellata di calce per la prima cottura, e di 100 chilogrammi ogni tonnellata di cemento per la seconda cottura. Il carbone più minuto che passa al crivello, e non servirebbe per la seconda cottura, è tutto utilizzato per la prima cottura.

Il signor Judycki conchiude che con questo suo procedimento, e regolando praticamente per ogni pietra calcare il tempo necessario alla idratazione, non meno che la temperatura della seconda cottura, si giunge ad ottenere costantemente un cemento di bontà superiore e di proprietà costanti.

#### SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI CIVILI DI LONDRA.

**Sulla rottura dei cerchioni delle ruote dei veicoli ferroviarii.** — Il signor W. W. Beaumont presentò su questo argomento una assai importante memoria.

Dal 1847 al 1874 ebbero luogo ben ottanta gravi disastri in Inghilterra, aventi per causa la rottura dei cerchioni. Il numero totale di codeste rotture non è conosciuto, perchè prima del 1872 non si teneva registro delle medesime, ma si sa che in quei disastri vi furono 74 persone uccise e 234 gravemente ferite.

Nè pare siasi data soddisfacente spiegazione delle cause di tali rotture, facendo entrare in giuoco le forze che possono avervi dato origine, semprechè si tratti, ciò che d'altronde è sempre sottinteso, di cerchioni ben fatti e di buon materiale.

Successivamente vi fu chi pensò di attribuire la causa delle rotture alla tensione dovuta al restringimento che subisce il cerchione dopochè è posato sulla ruota, ovvero all'indebolimento di sezione cui danno luogo la presenza dei fori e dei chiodi d'attacco; ovvero ancora alla pretesa diminuzione di resistenza del ferro nei freddi dell'inverno.

Ma nessuna di codeste cause potrebbe spiegare la rottura istantanea di un buon cerchione; nè la sua rottura che simultanea avviene in più punti; nè la maggior frequenza delle rotture in quelle sezioni che non sono punto indebolite dai fori; nè la periodicità sovente osservata di codesti accidenti, che avvengono numerosi ed a gruppi dopo un non breve periodo in cui non si sono verificate rotture; nè per ultimo la considerevole durata dei cerchioni stessi,

i quali percorrono migliaia di chilometri prima di andarsene in pezzi.

L'autore della memoria cerca la spiegazione del fatto nelle tensioni molecolari che si producono nella massa del cerchione in seguito agli sforzi di estensione e compressione ai quali è soggetta la parte esterna del cerchione sotto l'azione delle resistenze e degli urti che esso è chiamato a sostenere mentre gira a grande velocità su di una via dura e resistente.

È noto che, prendendo leggermente a martellare una piastra piana di metallo di una certa spessorezza, non tutti gli strati superficiali di quella piastra si distendono egualmente, e la piastra, da piana ch'ella era, diventa convessa, presentando appunto la sua convessità verso la parte secondo cui il martellamento ha avuto luogo. È un fenomeno abbastanza conosciuto, e di cui si trae profitto per raddrizzare certe lastre di ferro, di ghisa o di rame, leggermente incurvatesi durante il loro raffreddamento.

La stessa cosa dovrebbe succedere negli strati superficiali successivi di tutta la massa dei cerchioni, i quali si allungerebbero successivamente finchè la loro spessorezza sia sufficiente a raggiungere una resistenza molecolare capace di rompere il cerchione, o quanto meno da renderlo talmente indebolito da non richiedere più che l'arrivo di una qualsiasi di quelle certe forze accidentali, che non si fanno mai aspettare, per determinare la completa rottura.

Poichè questi sforzi sono sensibilmente gli stessi su tutti i punti della circonferenza dei cerchioni, così ne segue che la lunghezza dei frammenti ed il numero delle rotture dipendono essenzialmente dal limite di resistenza e dal coefficiente di elasticità del metallo impiegato.

Dall'esame delle rotture dei cerchioni fissati alle ruote col mezzo di chiodi ribaditi o di chiavarde è pure risultato che più d'un terzo si rompono in piena sezione, anzichè là dove il cerchione è forato. E non è difficile d'altronde ad accorgersi che i maggiori sforzi molecolari debbono appunto prodursi nella parte in cui le fibre non sono interrotte, se il cerchione è ben fatto e di materia bene omogenea; essendochè intorno al foro l'allungamento delle fibre può aver luogo con tutta facilità dando luogo ad un rigonfiamento all'esterno che è subito portato via per l'usura, e gli sforzi interni colà non esistono, mancando le fibre atte a darvi luogo.

È poi chiaro che, tale essendo la spiegazione dei fenomeni di rottura dei cerchioni, l'impiego di ruote elastiche non potrebbe essere che un semplice palliativo, il quale non farebbe che rallentare, ma non potrebbe impedire le rotture.

Qualunque sia la cura che si porti nella scelta dei materiali e nella fabbricazione dei cerchioni, comunque si vogliano questi fissare alle ruote, avverrà sempre in capo a un certo tempo che i cerchioni diventeranno pericolosi, non già perchè l'usura ne abbia in parte consumata la superficie, ma perchè la materia di cui sono formati sarà stata sottoposta a sforzi molecolari di cui è impossibile apprezzare il vero valore.

La lunga durata delle ruote americane fuse in istampi, o, come tecnicamente si dice, *en coquille*, dev'essere adunque molto verisimilmente attribuita all'estrema durezza della superficie, durezza che vivamente si oppone alla compressione ed alla estensione delle fibre periferiche.

Soggiunge inoltre l'autore di così dotta memoria che, sebbene la solidità dei cerchioni non possa dirsi seriamente compromessa dall'esistenza dei fori destinati ai chiodi o chiavarde di unione alla ruota, non è però meno certo che tal modo di fissare i cerchioni è difettoso, ed è sempre preferibile l'impiego di risalti e di scanalature bene adatti ad impedire che qualsiasi frammento di cerchione non abbia a staccarsi dalla ruota, essendo un fatto che non tanto le rotture del cerchione, quanto il distacco dei frammenti dalla ruota è causa di accidenti e di disgrazie.

## ESPOSIZIONE UNIVERSALE DI PARIGI

DEL 1878

## CAPITOLI GENERALI

## per la somministrazione della forza motrice.

Gli art. 27 e 28 del Regolamento generale sull'Esposizione universale del 1878, determinano il modo con cui le diverse macchine potranno essere messe in moto. E sono così concepiti:

Art. 27. I costruttori di macchine le quali esigano l'impiego dell'acqua, del gas o del vapore dovranno dichiarare o sulla domanda di ammissione, o per mezzo dei delegati la quantità d'acqua, di gas, o di vapore che potrà loro occorrere.

Coloro che vogliono mettere le loro macchine in movimento indicheranno quale sia la velocità e la forza motrice di cui abbisogna ogni singola macchina.

Art. 28. L'acqua, il gas, il vapore e la forza motrice per la galleria delle macchine si concedono gratuitamente.

La forza motrice sarà presa sull'albero principale di trasmissione. L'impianto delle trasmissioni secondarie è a carico degli esponenti.

L'Amministrazione ha preso in seguito la decisione che i generatori ed i tubi di condotta del vapore, dell'acqua e del gas-luce, le macchine motrici, e l'albero principale per la trasmissione del movimento fossero domandati a costruttori benevisi all'Amministrazione, e scelti fra gli esponenti; che si dovesse trattare separatamente con essi, e che la galleria delle macchine sarebbe divisa perciò in parecchie sezioni.

Tuttociò che sarà riferibile al servizio delle macchine in movimento verrà considerato come oggetto esposto ed ammesso a concorrere per le ricompense. Si avrà cura di farne menzione nel catalogo dell'esposizione.

Le macchine motrici esposte saranno quelle adunque che metteranno in movimento tutte le altre macchine, ed i generatori del vapore, i tubi di condotta, le motrici, le trasmissioni, ed ogni apparecchio correlativo dovranno essere disposti per modo da prestarsi a tutti gli esperimenti che saranno giudicati necessari per apprezzare le loro particolari prerogative.

Ecco inoltre le condizioni cui dovranno uniformarsi i costruttori prescelti a questo servizio.

*Durata della somministrazione.* È quella dell'Esposizione stessa, cioè dal 1° maggio al 31 ottobre 1878. L'Amministrazione si riserva il diritto di accorciare od allungare questa durata, ma non mai al di là di 50 giorni.

L'indennità pattuita per le spese del lavoro giornaliero sarà in tal caso aumentata o diminuita proporzionalmente al numero dei giorni aggiunti o detratti. Non si farà però luogo a variazioni delle spese fisse o di primo impianto, come ad es., per tutto ciò che si riferisce ai generatori, ai tubi di condotta, ed alla trasmissione.

*Durata del lavoro giornaliero.* Essa è di 8 ore, dalle dieci del mattino alle sei della sera, comprese un'ora di riposo.

L'Amministrazione riservasi il diritto, tanto per le operazioni dei giuri che per altro qualsiasi motivo, di variare il periodo su menzionato di lavoro, ed anche la durata effettiva del lavoro, senza che perciò debbasi far luogo ad indennità.

Così pure è stabilito che debbasi tenere pronta per tutto il tempo stabilito la forza motrice richiesta dagli esponenti per mettere in moto le loro macchine.

Tuttavia chi somministra la forza motrice ha diritto ad un giorno di riposo al mese per visitare, pulire e riparare i generatori, le macchine motrici e le trasmissioni. E questo giorno di riposo quando non fosse obbligato da qualche accidente, verrà fissato dall'Amministrazione.

*Macchine motrici.* Le macchine motrici potranno essere mosse col vapore, coll'acqua, col gas-luce, o coll'aria compressa.

*Posizione dei generatori.* Le caldaie a vapore, i serbatoi di gas dovranno essere disposti esternamente all'edificio principale dell'Esposizione, nella posizione che sarà indicata dall'Amministrazione, ed in conformità del piano che sarà preso di concerto coi provveditori.

Tutti gli apparecchi nei quali si brucia carbon fossile dovranno funzionare senza fumo, e l'Amministrazione riservasi il diritto di fare esperimenti per apprezzare le disposizioni più convenienti per impedire il fumo.

*Condotte dell'acqua, del vapore, dell'aria compressa e del gas.* Il vapore ed il gas saranno condotti dal generatore o dal serbatoio alle macchine motrici di cadauna sezione, non meno che agli apparecchi muniti di un qualche mezzo di riscaldamento, o di un motore speciale.

Le condotte di arrivo e di fuga saranno costrutte dai provveditori ai quali spetta di prendere tutte le precauzioni necessarie perchè nessuna fuga di vapore, di gas, d'aria od acqua abbia a manifestarsi nell'interno del palazzo dell'Esposizione.

I provveditori saranno responsabili degli accidenti che provenissero per causa dei loro apparecchi.

I generatori saranno muniti di tutti gli apparecchi di sicurezza e di alimentazione prescritti dai regolamenti.

La condotta di ogni sezione sarà così fatta da potersene servire per qualsiasi generatore e per tutti i generatori di quella sezione.

*Trasmissioni.* Il numero e la natura delle macchine da mettere in moto per ogni sezione, ed il numero di giri per minuto conveniente al funzionamento di cadauna di esse, saranno stabiliti di concerto coi provveditori, nel più breve termine possibile.

*Presentazione del progetto, prezzo e pagamenti.* Entro il mese, nel quale saranno precisati i punti di cui sopra, i provveditori faranno conoscere all'Amministrazione le disposizioni che intendono di adottare, ed il prezzo cui essi domandano. Ove questa domanda sia aggradata dall'Amministrazione, sarà stipulato con ogni provveditore un contratto definitivo.

Formeranno oggetto di remunerazione in favore dei provveditori:

1° L'impianto dei generatori e loro camini, la somministrazione del combustibile e degli operai necessari al governo dei generatori.

2° Lo stabilimento di tubi di condotta del vapore, del gas, dell'aria compressa o dell'acqua.

3° La locazione di un albero principale di trasmissione, la posa in opera delle puleggie ed altri accessori somministrati dagli esponenti, e la lubrificazione.

La somma dovuta e le condizioni di pagamento saranno stabilite in ogni caso particolare, tra l'Amministrazione ed il provveditore.

*Condizioni generali.* I concessionari si uniformeranno a tutti i regolamenti riguardanti gli espositori. Le contestazioni che potessero insorgere tra l'Amministrazione dell'Esposizione ed i provveditori saranno, prima di qualsiasi azione giudiziaria, esaminate da tre persone competenti scelte fra quelle dei giuri per le ricompense. Una di esse sarà nominata dal Commissario generale, l'altra dal reclamante, e la terza dalle due prime di comune accordo.

Gli esponenti prendono formale impegno di non presentare alcuna istanza giudiziaria senza aver appreso il parere di questo consiglio di conciliazione.

J.

## DISPOSIZIONI REGOLAMENTARIE

## Il daltonismo ed il personale ferroviario.

Le Amministrazioni ferroviarie della Finlandia ebbero da qualche tempo a preoccuparsi assai dei pericoli cui può dar luogo quell'alterazione della vista nel personale di servizio lungo le ferrovie, che si conosce col nome di *daltonismo* o di *aeromatopsia*.

Codesta affezione, ben più frequente di quanto generalmente si crede, ha per effetto d'impedire all'occhio di riconoscere questo o quest'altro colore, e alcuna volta è tale da non lasciarne distinguere alcuno. Si comprende facilmente di quanta importanza sia questa infermità per il personale delle vie ferrate, obbligato in ogni istante a regolare le sue azioni dietro il colore dei segnali che gli si fanno, ed a fare esso stesso codesti segnali.

Il dottore Krohn, avendo esaminati tutti gli impiegati delle ferrovie di Finlandia, ne trovò ben 43 che non erano in grado di distinguere il color rosso ed il verde. V'era tra essi un capo stazione, e perfino un cambiavvia, che da 7 anni prestava il suo servizio alla stazione di Pietroburgo.

A questo proposito il dott. A. Favre, medico consulente della Compagnia Paris-Lyon-Méditerranée, ha fatto studi e rilevati particolari molto interessanti sia dal lato puramente medico, che non ci riguarda, sia dal lato degli effetti di tale malattia per ciò che si riferisce al servizio nelle strade ferrate, nella marina,

nell'arte militare ed in tutte le industrie le quali fanno uso di colori.

Il signor Favre valuta nientemeno che al decimo della popolazione totale il numero di coloro che non distinguono ben nettamente tutti i colori dello spettro. Molti casi possono essere attribuiti a mancanza di esercizio, e sono anche suscettibili di guarigione, la quale è quasi sempre pronta per i ragazzi, più difficile e lenta, alcuna volta impossibile, per gli adulti. Avviene dell'occhio, ciò che dell'orecchio, il quale non giunge a tutti distinguere i suoni, se non dopo uno studio od esercizio a sufficienza prolungato.

Non crediamo con ciò che gli esercizi del dottor Favre arrivino a far distinguere a tutti i suoi allievi le 14,420 gradazioni stabilite o dichiarate esistere dal signor Chevreul; ma pare ad ogni modo che tutti riescano effettivamente a distinguere, ossia a non confondere tra loro il rosso ed il verde.

Ma, all'infuori del daltonismo naturale, è ben più importante conoscere essere numerosissimi i casi di daltonismo proveniente da cause accidentali. Vi sono certe malattie, certe ferite all'occhio od al capo, certi abusi, come quelli, ad es., del tabacco o di forti liquori, perfino un eccesso di fatica, bastano talvolta a far perdere momentaneamente, tal'altra in modo definitivo, la esatta conoscenza dei colori.

Per ciò che si riferisce particolarmente agli impiegati nel servizio ferroviario, il dott. A. Favre incominciò dal 1855 a sottomettere a rigorose prove la vista di tutti gli aspiranti ad entrare in servizio delle ferrovie Paris-Lyon-Méditerranée, e nel 1858 l'Amministrazione ha reso codest'esame obbligatorio.

Da questo punto di vista speciale non debbono già essere esclusi dal servizio tutti coloro che si dimostrano affetti da daltonismo, ma quelli soltanto che, non distinguendo nettamente il rosso dagli altri colori, potrebbero essere causa di funesti accidenti. E il signor Favre fa pure notare che in generale il rosso ed il giallo sono i colori che gli affetti da daltonismo più difficilmente confondono cogli altri. Così, per es., di 1050 aspiranti esaminati dal luglio 1873 al 1° ottobre 1875, il dottor Favre ha trovato 98 persone affette da daltonismo, ma di queste 11 soltanto non furono accettate in servizio. I casi di daltonismo per i differenti colori risultarono così distribuiti:

Negazione del violetto n° 78

» dell'azzurro » 50

» del verde » 54

» del giallo » 14

» del rosso » 10

A malgrado dell'importanza di questo fatto, la Compagnia Paris-Lyon-Méditerranée, e quella del Sud, sono ancora le sole in Francia le quali sottopongono gli aspiranti a codesto esame.

Il dottor Favre a conclusione del suo lavoro vorrebbe che tutte le Società d'esercizio adottassero le seguenti disposizioni:

1° Gli aspiranti o gli impiegati in servizio sulle linee devono essere diligentemente ed individualmente esaminati dal punto di vista della perfetta conoscenza dei colori.

2° Quelli che non distinguono perfettamente il rosso vogliono essere esclusi.

3° Coloro, e sono in maggior numero, i quali confondono insieme gli altri colori, possono essere ammessi, ma la loro infermità dev'essere scrupolosamente notata, dovendo essere soggetti ad un'osservazione ulteriore.

4° Coloro che cessano momentaneamente dal servizio per riportate contusioni o male di palpebre, mal d'occhi, dolori di capo, commozioni cerebrali, ecc., vogliono essere esaminati sulla conoscenza dei colori quando cessano e quando riprendono il servizio.

5° Al termine di qualsiasi grave malattia, prima che l'impiegato riprenda il servizio, l'esame dei colori è di assoluta necessità.

6° Quegli impiegati che si renderanno sospetti di far uso in eccesso di bevande alcoliche, o di tabacco da fumare, subiranno frequentemente la visita per la conoscenza dei colori.

7° Infine sarà stabilito l'esame periodico dei colori per tutti coloro che venissero incaricati di un servizio faticoso e speciale.

Nella marina e nell'armata il daltonismo può dar luogo a disastri non meno terribili di quelli sulle ferrovie. È presto fatto a non distinguere il fuoco di tribordo da quello di babordo, e sbagliarsi sulla posizione delle navi che si incontrano.

## BIBLIOGRAFIA

### I.

**Nuovo sistema di fognatura delle abitazioni e delle città** con nuove disposizioni di vaschette, ecc., dell'ing. Nicola Laurenzana. — Napoli, stabilimento tipografico dell'Unione, 1876.

Con questo titolo il sig. Nicola Laurenzana, ingegnere direttore delle acque della città di Napoli e professore di fisica tecnica e macchine a vapore nella Regia Scuola di Applicazione per gli ingegneri nella stessa città, ha dato alla luce una sua memoria di 24 pagine illustrata da una tavola di disegni, nella quale impegna a trattare del modo di rendere salubri le città e le abitazioni coll'impedire le esalazioni dei gas mefitici e malsani che emanano dalla fermentazione putrida delle materie che giornalmente si espellono dalle abitazioni.

Il suo sistema è basato sulle condutture a sifone, mediante cui è tolta ogni comunicazione all'aria, senz'altro si rechi alcun impedimento all'effluvio libero delle acque e delle materie putride.

Sebbene questo sistema in generale sia antico e da molti adottato con diversi congegni più o meno artificiosi ed utili, tuttavia facciamo plauso al sig. Laurenzana pel suo nuovo particolare sistema di fognatura, e per le studiate disposizioni di vaschette atte ad ottenere sempre più diffuso tale metodo di risanimento delle città e delle abitazioni. Trovandosi egli in una città tanto popolosa ed agglomerata potrà meglio di qualunque altro incominciare a fare svariati ed efficaci esperimenti nella sua qualità di direttore delle acque, e rendersi per tal modo egualmente benemerito della scienza e dell'umanità.

### II.

**Studio relativo alla statica dei sistemi di forze nello spazio.** di Ferdinando Zucchetti.

È una breve nota di dieci pagine di stampa, nella quale si spiega come avendosi un sistema qualunque di forze nello spazio si possa immaginare costruita una rete triangolare che per rispetto ad un sistema di forze nello spazio compia ufficio del tutto analogo a quello di un poligono funicolare per rispetto ad un sistema di forze giacenti in un piano. Codeste reti in generale non sono piane, e nei loro vertici corrono due, tre, o quattro lati al più.

Studiando in seguito le condizioni necessarie all'equilibrio, si dimostra che il poligono delle forze deve essere chiuso, e che qualsiasi rete funicolare del sistema dev'essere chiusa.

Termina la memoria accennando come le varie costruzioni delle reti funicolari, per sistemi di forze in equilibrio nello spazio, e dei relativi diagrammi degli sforzi, conducano a figure reciproche nello spazio, ossia a figure che hanno i lati rispettivamente paralleli uno di una figura ad uno corrispondente dell'altra figura, e così disposti che ai lati concorrenti in un vertice qualunque di una figura corrispondono nell'altra figura i lati di una linea poligonale chiusa e viceversa.

Avremmo gradito assai che l'egregio autore ci avesse motivato questo studio con una qualche applicazione, affine di convincerci della praticabilità e preferibilità di codesto suo metodo, che se non può dirsi risponda ad un'idea nuova, è però molto bene sviluppato e reso evidente.

La nota è tratta dagli Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino (novembre 1876).

### III.

**Elementi di statica grafica e loro applicazione allo studio della stabilità delle costruzioni**, di Crescentino Caveglia, capitano del genio.

È un sunto accurato delle lezioni di Statica grafica che il distinto ing. Caveglia ebbe ad impartire agli ufficiali del genio nella Scuola di Applicazione delle Armi d'Artiglieria e Genio.

In esse l'autore ha dovuto pertanto limitarsi ad esporre quelle nozioni di statica grafica strettamente necessarie a comprendere l'applicazione alla stabilità delle costruzioni; e preferì dedurre quelle e massima parte di queste dalle note opere del Levy e del Bauschinger.

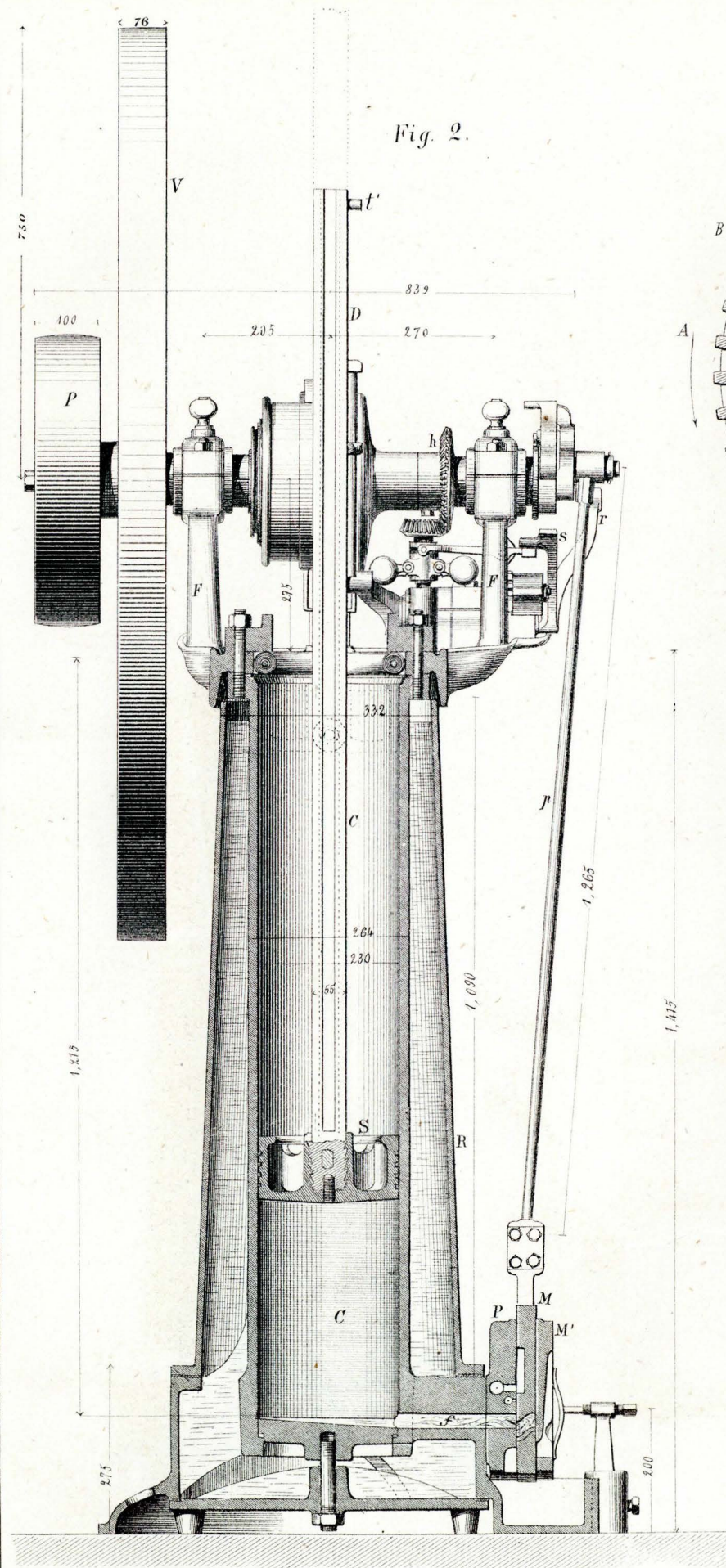


Fig. 2.

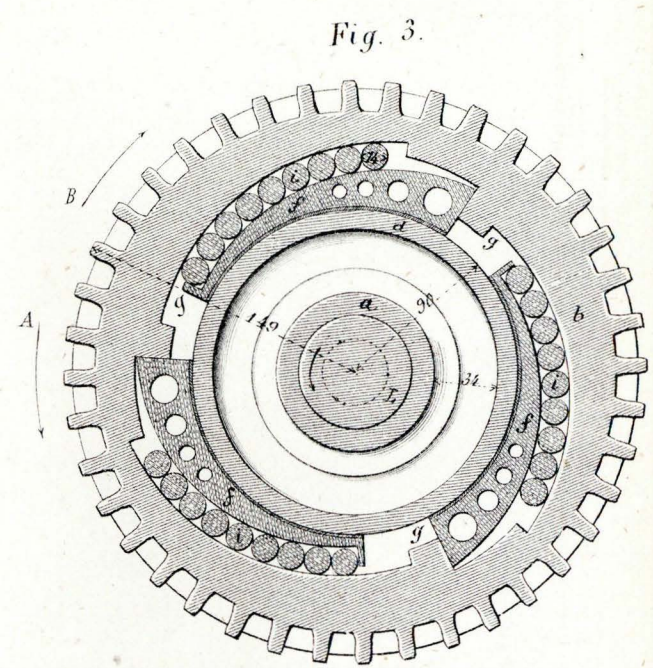


Fig. 3.

Scala di 1 a 10 per le fig. 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup>  
" di 1 a 5 per la fig. 6.<sup>a</sup>  
" di 1 a 4 per le fig. 3.<sup>a</sup>, 4.<sup>a</sup> e 5.<sup>a</sup>

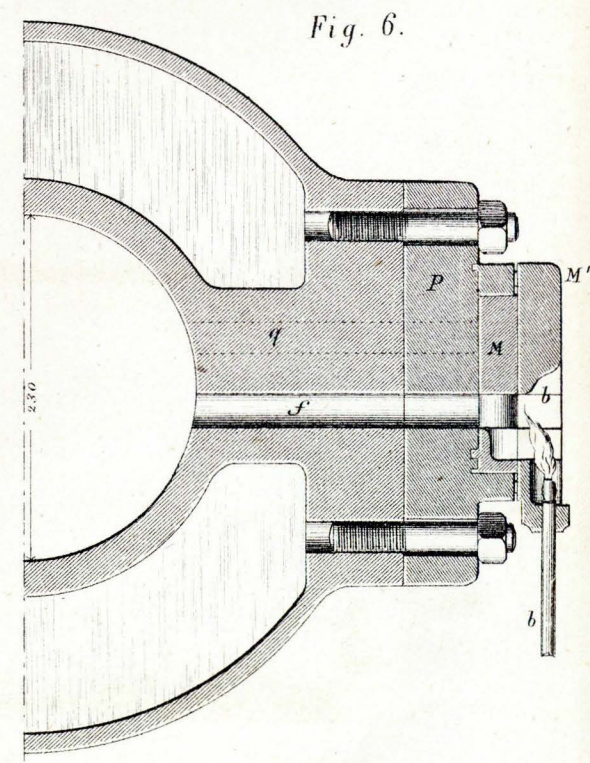


Fig. 6.

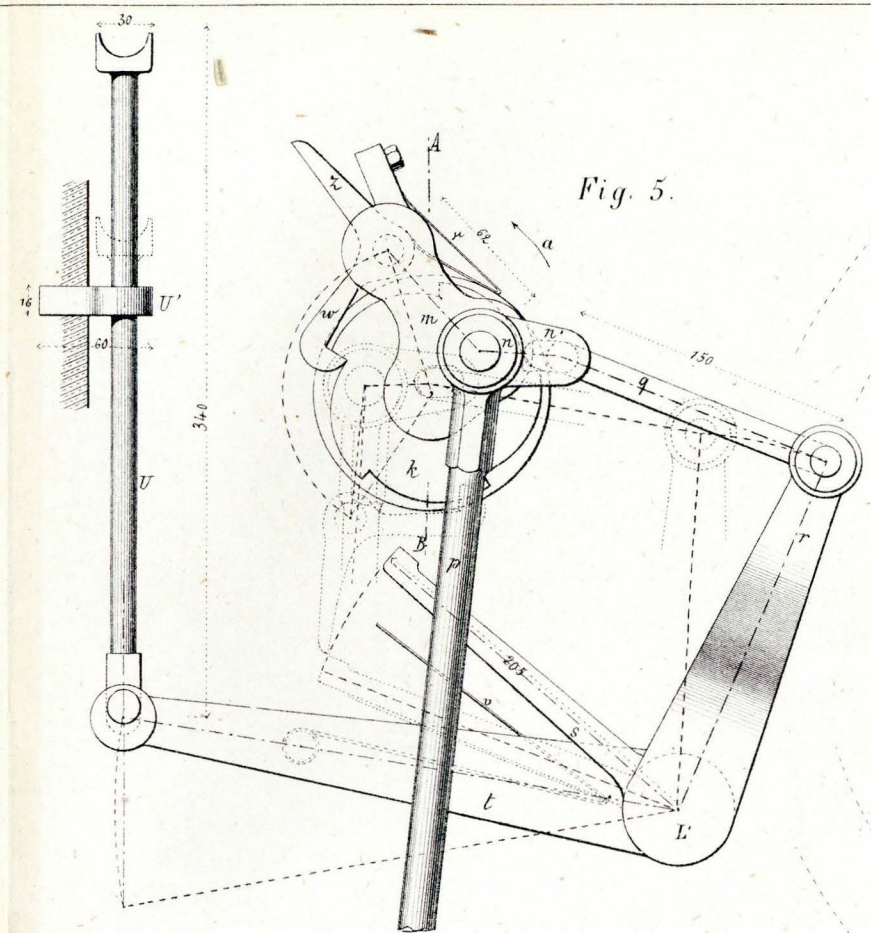
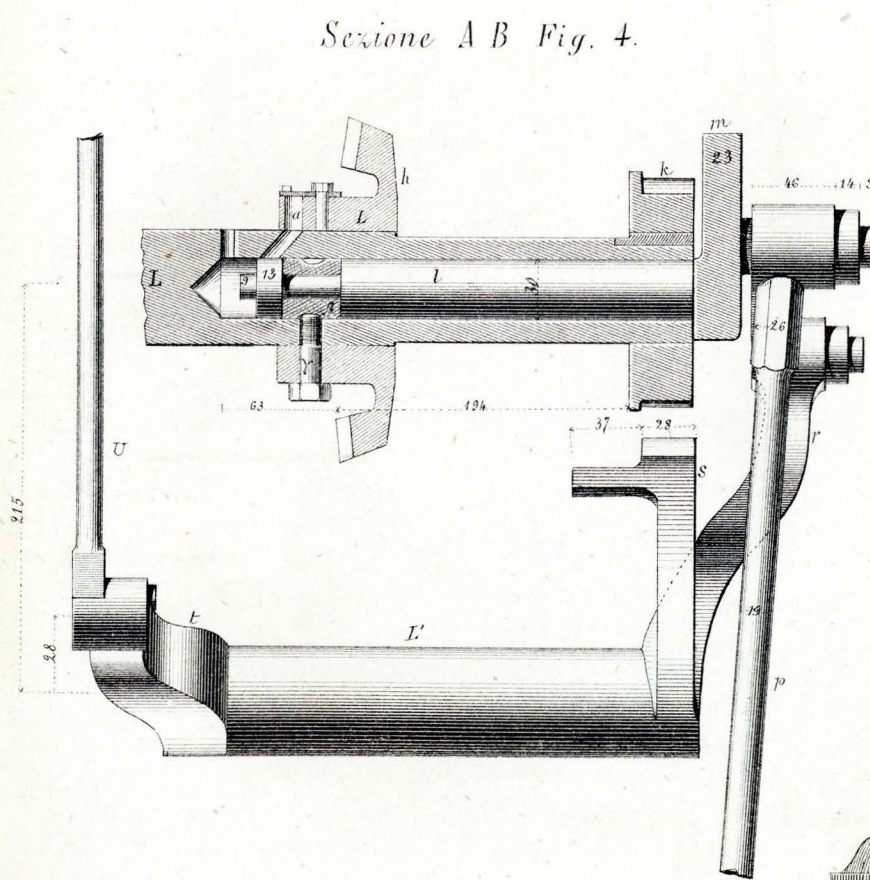


Fig. 5.



Sezione A B Fig. 4.

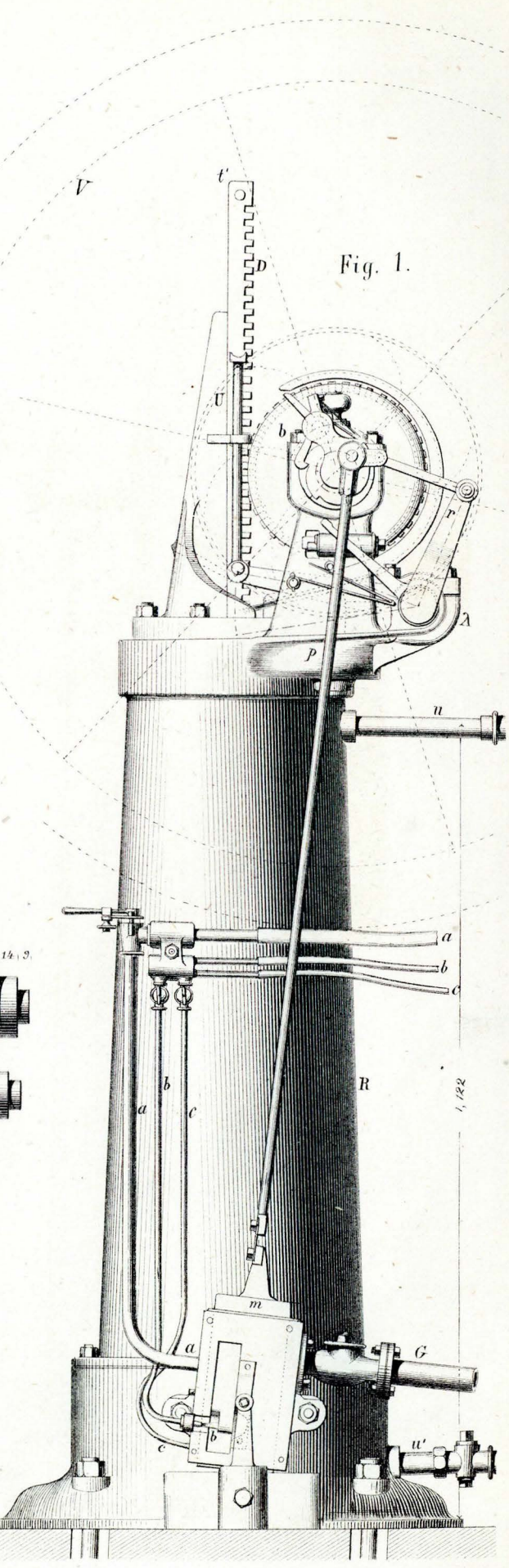


Fig. 1.