

## L'INGEGNERIA CIVILE

## LE ARTI INDUSTRIALI

## PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

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

## RESISTENZA DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

ESPERIENZE SULLA ELASTICITÀ E RESISTENZA  
DI CONGLOMERATI DI CEMENTO  
SEMPLICI ED ARMATI

eseguite dall'ing. prof. CAMILLO GUIDI

nel Laboratorio della Scuola d'Applicazione degli Ingegneri  
in Torino.

Le molteplici ed importanti applicazioni che trovano i conglomerati di cemento, e specialmente i cosiddetti *cementi armati*, nelle costruzioni tengono vivo nelle persone che si occupano della scienza del costruire, non meno che in quelle dedite alla parte pratica, il desiderio che si accresca sempre più il corredo di risultati sperimentali sulla elasticità e resistenza di questi materiali. E tanto più si sente tale desiderio nel nostro Paese, dove mancano notizie di questo genere per i materiali da noi impiegati, mentre all'estero si sono già ottenuti preziosi risultati a questo riguardo. Ond'è assai proficua e commendevole l'iniziativa presa dal chiarissimo ing. Guidi, professore di statica grafica e scienza delle costruzioni nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Torino, di addivenire colla intelligente cooperazione del proprio assistente, ing. dott. M. Panetti, a serie metodiche di esperienze, valendosi all'uopo delle ottime disposizioni del Laboratorio per le prove sui materiali da costruzione che trovansi annesso a detta Scuola.

In una prima Nota (1), il prof. Guidi ci aveva già dato i risultati di alcune prove istituite sopra saggi che erangli stati a tale effetto somministrati dall'ing. G. A. Porcheddu, l'agente generale per l'Italia settentrionale dell'*Hennebique*.

Le proporzioni dei materiali componenti il conglomerato di quei saggi di prova erano in conseguenza quelle in uso nelle costruzioni Hennebique, ossia: kg. 300 di cemento a lenta presa per mc. 0,400 di sabbia e mc. 0,850 di ghiaietta, il che, tutt'assieme impastato con poca acqua e ben battuto, forma 1 mc. di conglomerato. Onde, ritenendo di 1300 kg. il peso di 1 mc. di cemento, il rapporto *in volume* del conglomerato Hennebique diviene:

Cemento : Sabbia : Ghiaietta = 1 : 1,7 : 3,7.

Quelle esperienze ebbero luogo per tutti i saggi circa quattro mesi dopo la loro fabbricazione, ed a tale epoca il peso del metro cubo di conglomerato era di tonn. 2,3.

I risultati di quelle prime esperienze, essenzialmente dirette a provare l'aderenza del conglomerato al ferro, e l'elasticità e resistenza alla pressione, tensione e flessione di conglomerati semplici e di conglomerati armati, sono stati pure

sommariamente riportati dal prof. Guidi nelle sue magistrali Conferenze (1) pubblicate in questo periodico nell'anno passato (pag. 322 e seg.), onde ci dispensiamo dal ritornarvi sopra particolarmente, pur tenendole presenti, quali termini di confronto nella disamina dei risultati ottenuti da altre più numerose prove che si succedettero alle prime e che formarono oggetto di una Nota II (2) venuta alla luce pochi mesi or sono.

La Nota II è appunto destinata a rendere di pubblica ragione i risultati di prove del medesimo genere di cui sopra, ma estese a ben 35 impasti, con proporzioni diverse dei componenti il conglomerato, i quali impasti erano stati all'uopo preparati dall'Ufficio tecnico della Città di Torino, in vista di qualche studio di opere speciali.

Questi impasti trovansi di fatto divisi in 14 gruppi, essendosi assegnata la cifra 0 al cemento puro. Il gruppo I comprende tutte malte di *cemento e sabbia* in diverse proporzioni; poi vengono i gruppi II, III e IV di cemento e ghiaietta, cemento e ghiaia, cemento e pietrisco; poi altri gruppi di cemento, sabbia e ghiaietta; di cemento, sabbia e ghiaia; di cemento, sabbia e pietrisco; infine il gruppo XIV riguarda gl'impasti di cemento, sabbia e cocci.

\*

Per i materiali componenti i suddetti impasti gioverà pure che registriamo i seguenti dati, utilissimi per gli usi della pratica:

	Peso del mc.	Volume dei vani
Sabbia del fiume Po non compressa	1262 kg.	41,0 0/10
Ghiaietta della Dora id.	1594 »	40,3 »
Ghiaia id. id.	1570 »	43,3 »
Pietrisco . . . . . id.	1546 »	47,6 »

Cemento a lenta presa, di 2ª qualità, delle Società riunite di Casale:

Peso di 1 dm. cubo = gr. 1119.

Residuo al setaccio di 5000 maglie per cmq. = 21 0/10.  
» di 900 » » = 2 »

Comincia la presa a ore 6,18'; termina a ore 10,11'.

Resistenza a trazione dopo 28 giorni di provette ad 8, fabbricate a mano:

Cemento puro: 37 kg. per cmq.

Malta di cemento e sabbia (1 : 3) : 17 kg. per cmq.

(1) *Le costruzioni in beton armato*. Conferenze tenute nel maggio 1900 dall'ing. prof. CAMILLO GUIDI nella R. Scuola di Applicazione per gl'Ingegneri in Torino. — Estratto in 4º di pag. 39, con 5 tavole e 55 figure nel testo. — Torino, 1901. Prezzo L. 2,50.

(2) *Esperienze sull'elasticità e resistenza di conglomerati di cemento semplici ed armati*. — Nota II, nel volume delle *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino*, serie II, tom. I (adunanza del 2 dicembre 1900). Op. in 4º di pag. 20, con 7 tabelle numeriche ed una tavola. — Torino, 1901.

(1) *Esperienze sull'elasticità e resistenza di conglomerati di cemento, semplici ed armati*, dell'ing. prof. CAMILLO GUIDI. — Nota I, negli *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino* (adunanza del 29 aprile 1900). Op. in 8º di pag. 22.

\*

La fabbricazione di tutti gl'impasti ebbe luogo nel mese di gennaio del 1900, in locale chiuso; la temperatura dell'ambiente oscillò da 8° a 13° centigradi; quella dell'acqua da 2° a 7° centigradi.

Con essi si costruirono n. 431 saggi semplici ed armati, ed altri 36 con altra qualità di cemento, a titolo di controllo, i cui risultati non furono poi compresi nella Relazione, non presentando interesse speciale.

Tutti questi saggi furono preparati entro robustissime forme di legno noce, rinforzate da fasciature di ferro; per la maggior parte di essi l'impasto venne accuratamente compresso con pestelli di ferro; per alcuni, invece, dopo aver aggiunto all'impasto un eccesso d'acqua, veniva questo semplicemente colato nelle forme.

Oltre ai suddetti 467 saggi di diversa natura, si fabbricarono di mano in mano, col cemento impiegato, provette ad 8, in tutto n. 169, per controllare la sua qualità. In complesso, adunque, le esperienze si svolsero sopra più che 600 saggi.

Tutti i saggi, dopo la loro fabbricazione e fino all'epoca delle esperienze, furono conservati sotto sabbia umida. Per causa del grande numero di prove e del rilevante tempo richiesto particolarmente dalle esperienze sull'elasticità, le esperienze non poterono eseguirsi tutte nella stessa epoca. Così si fecero prove a schiacciamento dopo circa un mese ed altre a tre e cinque mesi dalla loro fabbricazione; le prove a tensione ebbero luogo alcune dopo un mese, la massima parte dopo nove mesi; le prove a flessione e quelle dell'aderenza ebbero luogo tutte a tre mesi circa.

\*

*Prove di aderenza dell'impasto al ferro.* — Queste prove vennero eseguite sopra prismi retti di base quadrata, portanti lungo il loro asse geometrico il ferro di cui si cercava l'aderenza. Un'estremità del detto ferro è lasciata sporgere da una delle basi del prisma, per potervi esercitare contro lo sforzo di compressione, che vuol essere esattamente diretto secondo l'asse geometrico del ferro; l'altra base del prisma è fatta appoggiare per modo da lasciare libera l'uscita del ferro. Lo sforzo produttore lo scorrimento, diviso per la superficie di contatto fra il ferro ed il conglomerato, misura l'aderenza cercata.

Com'è naturale, l'aderenza aumenta, in generale, col crescere della dosatura del cemento nell'impasto. Da un minimo di 10 kg. per cmq. verificatosi in un impasto magrissimo (kg. 200 di cemento; mc. 0,378 di sabbia; mc. 1,133 di ghiaia formanti 1 mc. d'impasto compresso), dessa è arrivata fino a 59 kg. per cmq. per impasti molto grassi (kg. 450 di cemento; mc. 0,327 di sabbia; mc. 0,908 di ghiaietta).

Per gl'impasti che sono comunemente impiegati nelle costruzioni in cemento armato, risulterebbe da queste esperienze un'aderenza, in media, di circa 25 kg. per cmq.

Negl'impasti con pietrisco l'aderenza è risultata sensibilmente maggiore, cioè da 23 a 55 kg. e con una media di kg. 39,7.

Tuttavia, dal complesso dei risultati, appare affermato quanto sia variabile ed incerta quest'aderenza, e ciò sebbene nei saggi sperimentati siano state in modo speciale eliminate tutte le possibili imperfezioni di omogeneità del conglomerato, sia per ciò che riguarda l'impasto, sia per la sua pigiatura attorno al ferro. Donde la conclusione ben giustificata del prof. Guidi che *ben poco assegnamento convien fare nella pratica su di questa resistenza.*

\*

*Prove alla pressione.* — I saggi cimentati a questa prova erano prismi retti, dell'altezza di 21 cm., alcuni con base quadrata di circa 10 cm. di lato, altri con base quadrata di

circa cm. 14, ed altri finalmente con base rettangolare di cm. 12 × 20. La resistenza loro allo schiacciamento non si riscontrò sostanzialmente diversa per le tre suddette forme di saggi.

Ben 48 di questi saggi erano armati o con un tondino di ferro di 12 mm. di diametro disposto secondo il loro asse geometrico, o con un tubo pure di ferro egualmente situato ed avente la stessa sezione, ovvero con quattro dei suddetti tondini disposti in prossimità degli spigoli laterali del prisma e generalmente non collegati fra loro. I risultati ottenuti da questi saggi armati hanno messo in sodo che *la presenza di tali armature non migliora sensibilmente la resistenza allo schiacciamento del conglomerato.* E così era da prevedersi, dappoichè anzi la presenza di tali ferri interrompe la continuità dell'impasto, ne rende più difficile la pigiatura durante la fabbricazione; d'altronde il vantaggio che può apportare la resistenza propria del ferro è ben piccola, sia per la scarsa sezione metallica, sia per il limitato sforzo a cui effettivamente è chiamato a resistere il ferro, quando è già raggiunto il carico di schiacciamento del conglomerato.

Ben diversamente vanno le cose quando i quattro o più ferri costituenti l'armatura siano efficacemente collegati fra loro in modo da formare una specie di gabbia, la quale contrasta validamente la dilatazione trasversale del conglomerato, e per conseguenza ne aumenta notevolmente la resistenza allo schiacciamento. Questo fatto è già stato posto bene in rilievo nella precedente Nota I, dalla quale risulta che la resistenza unitaria del *beton* allo schiacciamento crebbe per effetto dell'armatura da 136 a 269 kg. per cmq.

Limitandoci quindi a considerare le resistenze allo schiacciamento opposte dai saggi semplici, cioè non armati, dei diversi impasti, le seguenti osservazioni scaturiscono evidenti dall'esame dei risultati riassuntivi di tutte quelle prove:

1° Dalle due serie distinte di esperimenti, eseguite la prima dopo un solo mese di stagionatura all'umido degli impasti, e la seconda in un periodo da tre a cinque mesi, risulta sensibilissimo l'aumento di resistenza allo schiacciamento dei saggi della seconda serie. Così l'impasto n. 2 di solo cemento e sabbia (nella proporzione di 900 kg. di cemento e mc. 0,857 di sabbia per ogni mc. d'impasto compresso), che dopo un mese riusciva ad essere schiacciato con un carico da 241 a 323 kg. per cmq., richiedeva nelle prove della seconda serie ben 509 kg. per cmq.

L'impasto n. 8 di solo cemento e pietrisco (nelle proporzioni di 700 kg. di cemento e di mc. 1,041 di pietrisco sempre per ogni metro cubo d'impasto compresso), che dopo un mese risultava schiacciato con un carico di 168 a 175 kg. per cmq., richiese nelle prove della seconda serie da 236 a 275 kg. per cmq.

L'impasto n. 15 di 600 kg. di cemento con mc. 0,292 di sabbia e mc. 0,812 di ghiaietta si schiacciava nel primo periodo sotto un carico-limite di 157 a 197 kg. per cmq., e nel secondo periodo esigeva un carico-limite di 295 a 362 kg. per cmq.

Così pure tra gli impasti diversi di cemento, sabbia e ghiaia, ne troviamo uno *molto grasso*, il n. 19 (600 kg. di cemento, mc. 0,565 di sabbia, e mc. 0,565 di ghiaia), che dopo un mese si schiacciava sotto il carico di 185 a 193 kg. per cmq., e dopo 3 a 5 mesi sotto il carico di 245 a 316 kg. per cmq.; ed un impasto *molto magro*, il n. 26 (200 kg. di cemento, mc. 0,378 di sabbia e mc. 1,133 di ghiaia), che dopo un mese si schiacciava sotto il carico di 63 kg. per cmq. e più tardi sotto un carico di 75 a 101 kg. per cmq.

La stessa cosa si verifica per gl'impasti con pietrisco, e citiamo tra dessi l'impasto n. 27 (450 kg. di cemento, mc. 0,646 di sabbia e mc. 0,646 di pietrisco), i cui carichi di

rottura risultarono di 119 a 141 kg. per cmq. dopo un mese, e 206 a 315 kg. dopo i tre mesi. E così pure l'impasto assai più magro n. 28 (300 kg. di cemento, mc. 0,720 di sabbia e mc. 0,720 di pietrisco), i cui carichi di rottura limitati da 68 a 79 kg. per cmq. dopo un mese, riuscirono nelle esperienze del secondo periodo, ossia dopo 3 a 5 mesi, di 141 a 176 kg. per cmq.

Donde la prima conseguenza che nelle costruzioni venga dare tutto il tempo necessario alla presa del conglomerato, curando soprattutto che la stagionatura sia fatta all'umido, e che non sia prudente lo addivenire a prove di collaudo con sopraccarichi, prima che siano trascorsi da tre a cinque mesi dalla formazione del conglomerato.

2° Anche volendo restringere l'esame ai risultati della seconda serie di prove, ossia di quelle eseguite dopo tre a cinque mesi di stagionatura all'umido, si verificano pure per impasti nelle medesime proporzioni oscillazioni fortissime nei risultati sperimentali, per cui il prof. Guidi preferì riportare la resistenza minima e la massima, anziché il valor medio. Risulta ad ogni modo notevolissimo l'aumento di resistenza allo schiacciamento per gli impasti stati convenientemente compressi durante la loro formazione, a differenza di quelli semplicemente colati.

3° La presenza della sabbia nell'impasto col cemento contribuisce solo fino ad una limitata dose ad accrescere la resistenza allo schiacciamento, come può dedursi dalle seguenti prove:

Numero dell'impasto	Composizione per un mc. d'impasto compresso		Carico di schiacciamento dopo 3 a 5 mesi kg. per cmq.
	Cemento kg.	Sabbia mc.	
1	1119	0	441
2	900	0,857	509
3	600	1,081	166 a 246
4	450	1,213	104 a 162
5	300	1,300	98 a 121

Neppure quindi si può dire che di sabbia non possa farsene a meno, il che può essere di qualche importanza, specialmente in quelle località dove la sabbia facendo difetto, si dovesse portarla da lontano. Troviamo infatti le esperienze sui seguenti impasti, nei quali, anche senza far uso di sabbia, ma con qualche maggiore abbondanza di cemento, si ebbero risultati di resistenza abbastanza notevoli.

Numero dell'impasto	Composizione per un mc. d'impasto compresso			Carico di schiacciamento dopo 3 a 5 mesi kg. per cmq.
	Cemento kg.	Ghiaietta mc.	Pietrisco mc.	
6	500	1,137		158 a 252
7	570	1,134		186 a 243
8	700	1,041		236 a 275

4° Gli impasti con pietrisco presentano in generale una resistenza allo schiacciamento maggiore, per quanto diano luogo anch'essi a forti oscillazioni da un saggio all'altro di medesima composizione; ma la maggiore o minore dose del cemento influisce sempre notevolmente sulla resistenza, come deducesi dai seguenti risultati:

Numero dell'impasto	Composizione per un mc. d'impasto compresso			Carico di schiacciamento dopo 3 a 5 mesi kg. per cmq.
	Cemento kg.	Sabbia mc.	Pietrisco mc.	
30	600	0,304	0,912	271 a 300
31	450	0,347	1,041	221 a 297
32	300	0,373	1,120	126 a 156
33	200	0,373	1,120	66 a 90

5° *Modulo di elasticità alla compressione.* — Il professore Guidi avendo pure eseguito ricerche sulle deforma-

zioni elastiche, per mezzo dell'apparecchio a riflessione del Bauschinger, ha potuto determinare il modulo di elasticità alla compressione, misurando la variazione  $\Delta l$  della lunghezza di misura  $l$  dei prismi (la quale era per tutti di 15 centimetri), ottenuta per effetto dell'incremento di carico  $\Delta P$ , e calcolando il modulo di elasticità  $E_c$  colla nota formola:

$$E_c = \frac{\Delta P}{F} \frac{l}{\Delta l}$$

essendo  $F$  l'area della sezione trasversale del prisma sottoposto a compressione.

Da queste accuratissime prove è risultato anzitutto che le deformazioni crescono generalmente in una proporzione più rapida degli sforzi, per cui non può dirsi che per questi materiali di conglomerato cementizio la legge di Hooke sia pienamente soddisfatta, sebbene praticamente e per sforzi non rilevanti possa ancora essere ammessa.

In quanto al modulo di elasticità, dai saggi sperimentali si sono ottenuti, per vero dire, risultati abbastanza elevati, parecchi dei quali superiori a 300 tonn. per cmq., e citeremo ad esempio due valori massimi: quello di 360 per l'impasto n. 15 (600 kg. di cemento, mc. 0,292 di sabbia e mc. 0,812 di ghiaietta); e quello veramente eccezionale di 391 tonn. per cmq. per l'impasto n. 16 (450 kg. di cemento, mc. 0,327 di sabbia e mc. 0,908 di ghiaietta), il quale ultimo saggio è pure l'unico che sotto carichi totali di 1 a 4 tonnellate abbia seguito la legge della proporzionalità degli accorciamenti ai carichi. Ma devesi tener conto della maggior dose del cemento nella composizione dell'impasto, e della circostanza della pigiatura. Onde il professore Guidi crede di poter concludere da siffatti esperimenti che per gli impasti comunemente impiegati nelle costruzioni in cemento armato, il valore di  $E_c$  si avvicina realmente a 200 tonn. per cmq., come si ammette in pratica. Epperò devesi ritenere giustificato il rapporto di 1 a 10 fra i moduli di elasticità del conglomerato e del ferro, per pilastri in béton armato, i quali siano soggetti a compressione; mentre poi, se quel rapporto fosse anche di qualche poco diverso da quel valore, i calcoli eseguiti in base a tale ipotesi resterebbero affetti, com'è noto, da un errore praticamente trascurabile, in grazia della piccola percentuale del ferro.

\*

*Prove alla tensione.* — I saggi assoggettati a questa prova avevano, per un certo tratto centrale, forma prismatica di sezione pressochè quadrata, di cm. 10 di lato; le loro estremità erano foggiate a coda di rondine, per poter essere afferrate con opportune morse metalliche. Alcuni saggi erano di conglomerato semplice, altri armati di un tondino di 12 mm. di diametro, disposto secondo l'asse geometrico. Alcuni vennero sperimentati dopo uno, altri dopo nove mesi di stagionatura all'umido.

Esaminando i risultati ottenuti dalle prove di rottura per tensione coi saggi non armati, troviamo un massimo di 14 kg. per cmq. dopo un mese di stagionatura, e di 32 kg. per cmq. dopo nove mesi, per l'impasto n. 2 (900 kg. di cemento e 0,857 mc. di sabbia), che aveva pure presentato un massimo allo schiacciamento per pressione.

Troviamo altri massimi relativi: di 11 kg. per cmq. dopo un mese, e 29 kg. per cmq. dopo nove mesi per l'impasto n. 15 (600 kg. di cemento, mc. 0,292 di sabbia e mc. 0,812 di ghiaietta); — di 28 a 33 kg. per cmq. dopo nove mesi per l'impasto n. 23 (600 kg. di cemento, mc. 0,291 di sabbia e mc. 0,872 di ghiaietta); — di 31 kg. per cmq. dopo nove mesi per l'impasto n. 27 (450 kg. di cemento, mc. 0,646 di sabbia ed altrettanto di pietrisco). Ma non si tosto la proporzione di cemento nell'impasto compresso di 1 mc. è limitata a kg. 300,

vediamo scendere il carico di rottura per tensione a 12, 10, e per taluni saggi anche a 5 kg. per cmq.

Esaminando i risultati ottenuti coi saggi armati, vedesi in generale aumentata di qualche poco la resistenza del conglomerato alla trazione. Notiamo il massimo valore ottenuto di 33 kg. per cmq. per l'impasto n. 15 di cui sopra, che non armato aveva segnato la rottura sotto il carico di 29 kg.; ma non mancano anche qui i valori minimi di 12, 10 ed anche di 5 kg., segnatamente per conglomerati nei quali la dose del cemento è limitata a kg. 300 per mc. d'impasto compresso.

*Modulo di elasticità alla tensione.* — La ricerca delle deformazioni elastiche eseguita col sussidio dell'apparecchio a riflessione di Bauschinger, ha condotto lo sperimentatore a conclusioni analoghe a quelle per la pressione; che cioè non possa riscontrarsi esatta in generale la legge di Hooke per questi materiali; tuttavia rimanendo nei limiti di una tensione totale compresa fra tonn. 0,20 ed 1,00, ed in via di sufficiente approssimazione per la pratica, la legge possa ritenersi ammissibile.

Il modulo di elasticità alla tensione, calcolato colla stessa formola di cui sopra per la pressione, e sopra di una lunghezza iniziale di 20 cm., può ritenersi dello stesso ordine di grandezza di quello a pressione.

Vediamo infatti che si è raggiunto un massimo di 388 tonn. per cmq. col saggio n. 23 non armato (600 kg. di cemento, mc. 0,291 di sabbia e mc. 0,872 di ghiaia), dopo nove mesi, ed un altro massimo troviamo, fra i saggi armati, di 374 tonn. per cmq. per il saggio n. 16, che è pur quello che ha dato il massimo di 391 per modulo a pressione.

Vediamo pure un minimo assoluto fra i 20 saggi provati, armati e non, di 222 tonn. per cmq. per l'impasto n. 20 (300 kg. di cemento, mc. 0,703 di sabbia ed altrettanto di ghiaia), dopo nove mesi.

Fra gli impasti nei quali la dose di cemento è limitata a 300 kg. per un mc. d'impasto compresso, troviamo due buoni risultati di  $E_c$  alla tensione, cioè l'impasto n. 11, con mc. 0,680 di sabbia ed altrettanto di ghiaietta, che diede 314 tonn. per cmq. per il saggio non armato, e 278 per quello con armatura; e l'impasto n. 17 (mc. 0,362 di sabbia e mc. 1,005 di ghiaietta), che diede armato 299 tonnellate per cmq.

\*

*Prove alla flessione.* — Queste prove ebbero luogo su travi prismatiche di sezione quadrata, di cm. 15 di lato, lunghe m. 1,05, le une semplici, altre armate con due tondini di ferro di mm. 12 di diametro, situati in prossimità degli spigoli longitudinali tesi, a 2 cm. di distanza dalle faccie laterali, ed altre finalmente armate con quattro dei suddetti tondini, situati in prossimità dei quattro spigoli longitudinali.

Le prove ebbero luogo dopo tre mesi di stagionatura all'umido; le travi venivano appoggiate sopra gli spigoli di due prismi triangolari a distanza di cm. 90, ed erano sollecitate da una forza concentrata  $P$ , gradatamente crescente, applicata in corrispondenza della sezione centrale.

*Travi di semplice conglomerato.* — Per le travi semplici il prof. Guidi si limitò a rilevare il carico di rottura, ed a calcolarne per mezzo della nota formola di Navier la corrispondente tensione unitaria massima, che vien detta apparente, dappoichè, come è noto, la formola di Navier è giusta soltanto entro i limiti di elasticità.

Nel caso pratico dei saggi sperimentati avevasi quindi la detta tensione unitaria:

$$\sigma' = \frac{M}{W} = \frac{\frac{1}{4} P \cdot 90}{\frac{1}{6} 15^3} = 0,04 P.$$

Con questa formola furono calcolate le tensioni unitarie  $\sigma'$ , di cui registriamo qui alcuni valori, compresi i massimi e minimi ottenuti, nella terza colonna della tabella che offriamo nella pagina seguente.

*Travi di béton armato.* — Per le travi armate il professore Guidi ha inoltre misurato con un flessimetro molto sensibile le frecce d'incurvamento su di un tratto centrale lungo cm. 80, a partire da un certo sforzo iniziale indispensabile per tener bene in posto lo strumento.

Dai risultati di tali esperienze si deduce che per sforzi moderati, non superiori a quelli riportati nella quinta colonna della tabella annessa, la legge di Hooke può ritenersi praticamente soddisfatta per tutti gli impasti sperimentati.

Dai diagrammi annessi alla Memoria del prof. Guidi, nei quali si assunsero come ordinate i carichi, e come ascisse le corrispondenti frecce d'incurvamento, si scorge chiaramente per tutti gli impasti la curva del periodo elastico quasi rettilinea, e quella del periodo di snervamento che precede la rottura. Questa ha avuto luogo sempre, naturalmente, nella zona tesa del conglomerato ed in corrispondenza della sezione centrale della trave.

Le esperienze hanno poi confermato quello che era già risultato dalle esperienze di cui si è riferito nella Nota I, che cioè dopo la rottura la trave è ancora capace di sostenere permanentemente un carico di qualche rilevanza, ed i lettori potranno farsene un'idea consultando la colonna settima della tabella annessa, che abbiamo intitolata *Carico totale di sofferenza*.

Per calcolare i valori della tensione unitaria massima apparente  $\sigma'$ , e del modulo d'elasticità  $E$ , indicati nelle due colonne seguenti, bisogna, com'è noto (1), sostituire alla sezione eterogenea della trave armata una sezione ideale  $F_{ic}$ , completamente in *béton*, di pari resistenza alla flessione; per il che occorre il rapporto  $E_f : E_c$  fra il modulo di elasticità del ferro e quello del conglomerato.

Nella pratica, come già si disse, si ammette per tale rapporto il valor medio 10, ritenendo per  $E_f$  il valore di 2000 tonn. per cmq., ma in realtà il valore di  $E_c$  può differire notevolmente da 200 tonn. per cmq.

Si ricordi poi che i valori di  $\sigma'$  sono soltanto *apparenti* o *teorici*; essi infatti dipendono dalle due ipotesi: che fino alla rottura della trave, la legge di Hooke ed il rapporto  $E_f : E_c$  si conservino inalterati, ipotesi certamente non rispondenti al vero.

Il prof. Guidi, dopo aver fatto le determinazioni di  $\sigma'$  e di  $E$ , in funzione dei carichi e delle corrispondenti frecce misurate, partendo dal valore  $E_f : E_c = 10$ , avendo trovato, a calcoli fatti, che tale rapporto sorpassava notevolmente quel valore, procedette ad un nuovo calcolo di correzione per le quantità suddette, servendosi a tal uopo di opportune tabelle numeriche da lui calcolate e riportate nella sua Memoria.

I valori di  $\sigma'$  ed  $E_c$ , consegnati nella antipenultima e nella penultima colonna della riportata tabella, sono quelli risultanti dal calcolo definitivo.

La differenza fra i valori definitivi di  $\sigma'$  e di  $E_c$  e quelli

(1) Vedi le Conferenze del prof. Guidi, *Ingegneria Civile*, 1900, a pag. 323-324.

ottenuti nell'ipotesi del rapporto = 10 dei moduli di elasticità del ferro e del conglomerato non è trascurabile. Per l'impasto n. 19, è del 27 0/10 per  $\sigma'$  e del 16 0/10 per E, quindi una tale correzione si impone; ma anche per quegli impasti per i quali il valore di  $E_f : E_c$  è risultato = 20, la differenza raggiunge il 15 0/10 per  $\sigma'$  e l'8 0/10 per E, e non è perciò trascurabile.

Analogamente per le travi armate con quattro tondini si deve notare che già per  $E_f : E_c = 15$  si ha una diminuzione nel valore di  $\sigma'$  del 13 0/10 e nel valore di E di circa il 12 0/10; mentre poi per il valore  $E_f : E_c = 25$ , quale si è verificato per l'impasto n. 11, tale diminuzione raggiunge il 30 0/10 pel valore di  $\sigma'$ , e più del 29 0/10 pel valore di E.

Basta inoltre paragonare fra loro i valori di  $\sigma'$  per travi di semplice conglomerato (terza colonna), e quelli di  $\sigma'$  per travi armate (ottava colonna), per riscontrare in ogni caso un aumento notevolissimo nel valore della resistenza massima apparente, passando dalle travi semplici a quelle armate con due tondini situati a due centimetri di distanza dalla faccia tesa e da quella laterale contigua.

Paragonando invece i risultati ottenuti colle travi a quattro

tondini con quelle a due, non ne risulterebbe confermato in modo adeguato il vantaggio dell'aggiunta di un'armatura anche nella zona compressa della trave; ed a questa medesima osservazione era già addivenuto il prof. Guidi nelle sue esperienze della Nota I.

Rimane infine assodato dalle esperienze e relativi calcoli del prof. Guidi che il valore di  $E_c$  decresce rapidamente appena l'esperimento della flessione si estende al di là del periodo elastico. Vero è che anche il calcolo diviene men rigoroso, e per sforzi rilevantissimi può divenire addirittura illusorio, essendochè la teoria su cui esso si basa è rigorosa soltanto per il periodo elastico. Ad ogni modo non è meno interessante di prender nota della conferma di un tal fatto con alcuni bellissimi esempi.

La trave armata con quattro tondini (impasto n. 2), il cui modulo di elasticità risulta dalla nostra tabella di 132 tonnellate per cmq., osservata nel secondo periodo di deformazione, nel quale ad un incremento del carico esterno di tonnellate 0,20 corrisponde una freccia di mm. 0,05, darebbe per modulo di elasticità 55 tonn. per cmq., con un rapporto di  $E_f : E_c = 40 \sim$ . Ammesso che fosse ancora applicabile la formola di Navier, al termine di questo periodo, lo sforzo

#### Prove a flessione di travi semplici ed armate.

Numero dell'impasto	Composizione per un mc. d'impasto compresso	Per travi semplici Tensione unitaria massima kg. per cmq.	Per travi armate con 2 o con 4 tondini						
			N° tondini	Carico totale di			Tensione unitaria massima $\sigma'$ kg. per cmq.	Modulo $E_c$ tonn. per cmq.	Rapporto $E_f : E_c$
				snervamento tonn.	rottura tonn.	sofferenza tonn.			
2	Cemento . . . . kg. 900 Sabbia . . . . . mc. 0,857	59	4	1,00	3,40	3,10	89	132	15
4	Cemento . . . . kg. 450 Sabbia . . . . . mc. 1,213	36	2	1,25	3,00	2,40	84	110	20
11	Cemento . . . . kg. 300 Sabbia . . . . . mc. 0,680 Ghiaietta . . . . » 0,680	32	2	1,40	3,00	1,20	78	78	25
14	Cemento . . . . kg. 450 Sabbia . . . . . mc. 0,390 Ghiaietta . . . . » 0,781	37	2	1,20	4,00	3,40	112	110	20
16	Cemento . . . . kg. 450 Sabbia . . . . . mc. 0,327 Ghiaietta . . . . » 0,908	32	2	1,40	2,40	1,30	72	138	15
16	Id.	32	4	2,00	3,40	1,90	78	97	20
19	Cemento . . . . kg. 600 Sabbia . . . . . mc. 0,565 Ghiaia . . . . . » 0,565	27	2	1,75	3,50	2,70	84	67	30
25	Cemento . . . . kg. 300 Sabbia . . . . . mc. 0,358 Ghiaia . . . . . » 1,076	16	2	1,25	2,25	1,10	59	79	25
27	Cemento . . . . kg. 450 Sabbia . . . . . mc. 0,646 Pietrisco . . . . » 0,646	38	2	1,50	2,25	2,20	63	110	20
35	Cemento . . . . kg. 450 Sabbia . . . . . mc. 0,450 Cocci . . . . . » 0,900	40	2	1,50	2,75	2,60	77	110	20

massimo  $\sigma'$  per il conglomerato sarebbe di 48 kg. per cmq., e per il ferro di 1400 kg. per cmq.

Analogamente per la trave 14, armata con due tondini, il modulo di elasticità scenderebbe da 110 a 42 tonn. per cmq., con rapporto  $E_f : E_c = 50 \sim$ ; e la tensione massima  $\sigma'$  al termine del secondo periodo risulterebbe di 49 kg. per cmq. per il conglomerato, e di 1633 kg. per cmq. per il ferro.

Questa progressiva diminuzione del modulo  $E_c$ , aggiunge il prof. Guidi, ci spiega l'enorme resistenza apparente offerta dal *beton* della zona tesa delle travi armate inflesse; egli è che effettivamente il *beton* si scarica in parte dello sforzo, impegnando a resistere maggiormente il ferro. Soltanto quando lo sforzo in quest'ultimo raggiunge il punto di snervamento, in causa del notevole allungamento che in esso si produce, non è più possibile la continuità nel *beton* della zona tesa, ed avvengono le prime lesioni; il che concorda perfettamente e coi risultati sperimentali ottenuti dal Considère e da quelli ultimi del prof. Guidi.

Così, ad esempio, nella trave armata di due tondini (impasto n. 35), quando il carico totale esterno raggiunse il valore di tonn. 2,75, la rottura si manifestò con una fenditura trasversale nella zona tesa, ed in corrispondenza della sezione centrale, lesione che si estese fin verso cm. 2 dalla faccia compressa, e si allargava continuamente, ma gradatamente, senza aumento del carico. Scaricando fino a  $P =$  tonn. 2,60, si ristabilì l'equilibrio con una pressione unitaria nel *beton* che fu calcolata di 162 kg. per cmq.  $\sim$ , ed una tensione nel ferro che fu pure calcolata di 2200 kg. per cmq.  $\sim$ .

Epperò è pregio rilevante di questi sistemi armati, quando siano a dovere studiati, che la rottura non abbia il carattere di uno sfasciamento con separazione di parti, ma sia invece graduale, e la trave rotta possa ancora sopportare permanentemente un notevole carico.

Se infine si ritiene che il carico di sicurezza per le travi in cemento armato non debba eccedere  $\frac{1}{8}$  del carico di rottura, si può concludere dalle surriferite esperienze che la *tensione unitaria* massima ammissibile debba oscillare da 7,4 a 14 kg. per cmq., dipendentemente dalla minore o maggiore bontà dell'impasto adottato, e la *pressione unitaria* massima ammissibile, qualora la trave sia armata soltanto nella zona tesa, dovrebbe tutt'al più limitarsi fra 11 e 18 kg. per cmq.

Naturalmente nelle costruzioni della pratica debitamente eseguite, quando la stagionatura completa avvenga all'umido, e più ancora per la solidarietà delle diverse parti, la quale ne favorisce assai più la resistenza che non per saggi di piccole dimensioni, quali si sottopongono agli esperimenti, i limiti anzidetti possono essere di qualche poco elevati. Ricordiamo a tale riguardo le differenze riscontrate fra esperimenti allo schiacciamento di mattoni isolati e di veri pilastri di muratura (1).

Dal sin qui detto risulta ad ogni modo quanto sia necessario che gli studiosi procedano alacramente nella via già così bene iniziata dell'analisi sperimentale, e facciamo pure voti che il chiarissimo prof. Guidi possa anche eseguire esperienze dirette a determinare la resistenza ed elasticità del conglomerato di cemento agli sforzi di taglio, mentre per ora si è obbligati ad adottare coefficienti ipotetici basati sulla teoria molecolare dei corpi omogenei, ossia a valerci di un ipotetico rapporto coi coefficienti di resistenza alla tensione. Questo diciamo soprattutto nell'interesse della scienza, poichè nella pratica non avviene mai di fare assegnamento su di tale resistenza, specialmente nelle travi di cemento armato, stante la presenza di staffe e tiranti di ferro.

G. SACHERI.

(1) G. SACHERI, *Ingegneria Civile*, anno 1885, pag. 1.

## MECCANICA APPLICATA

### I PIÙ RECENTI TIPI DI LOCOMOTIVE IN SERVIZIO SULLE PRINCIPALI FERROVIE D'EUROPA

Note dell'Ing. Cav. FRANCESCO SIZIA  
del R. Ispettorato delle Strade Ferrate Italiane.

(Veggansi le Tavole VI, VII, VIII e IX)

(Continuazione)

Francia: STRADE FERRATE « DU MIDI »

(Veggasi la Tav. VII).

(Fig. 1) — Locomotiva compound a 2 cilindri, N. d'ordine 1802, N. di fabbrica 1511, costruita dalla Ditta « Schneider et C. », Creusot, nel 1872 e trasformata in compound recentemente dall'Amministrazione ferroviaria. — Il telaio è interno alle ruote. I cilindri sono esterni ai longheroni e situati fra l'asse anteriore portante ed il primo asse accoppiato. Il cilindro ad alta pressione è a destra, l'altro a bassa pressione a sinistra; essi sono orizzontali ed azionano il secondo asse accoppiato.

Il focolaio è munito di voltino in muratura di m. 1,087 di lunghezza. Il portafocolaio è in acciaio del tipo Belpaire. Il corpo cilindrico, pure in acciaio, ha la forma telescopica con unioni longitudinali a doppio coprigiunto ed a 4 file di chiodi ribaditi.

Gli iniettori sono del tipo Friedmann. Il tubo di livello è del sistema Serveau. Le valvole di sicurezza sono a carico diretto.

Il serbatoio intermedio, fra i cilindri, è costituito da un tubo di m. 0,17 di diametro interno che attraversa la camera a fumo; esso è munito di valvola di sicurezza che limita la pressione a 5 chilogrammi. Il tubo di ammissione al piccolo cilindro è provvisto di valvola di scarico che permette la fuga del vapore nel serbatoio intermedio, ogni qualvolta la differenza delle pressioni esercitate sulle due facce dello stantuffo A. P. supera i 12 chilogrammi.

L'avviamento (*démarrage*) si effettua in compound col mezzo di un apparecchio che ha ricevuto la sua prima applicazione nelle locomotive della Compagnia « du Midi ». Esso è costituito da un piccolo regolatore ausiliario situato nel cilindro ad alta pressione, colla manovra del quale il macchinista permette al vapore vivo antecedentemente ammesso nella camera a vapore ad alta pressione, di penetrare quando è necessario in due orifici, simultaneamente scoperti, dei quali l'uno del diametro di circa 30 millimetri sbocca sul cilindro ad alta pressione, mentre l'altro del diametro di 10 millimetri comunica col serbatoio intermedio. Devesi osservare che la valvola di scarico costituisce già per se stessa un apparecchio di avviamento che rende superfluo nella maggior parte dei casi l'impiego del piccolo regolatore ausiliario.

I meccanismi di distribuzione sono azionati da un solo albero a vite di cambiamento di marcia. L'eccentricità, l'angolo di calettamento degli eccentrici ed i ricoprimenti dei cassetti furono determinati in modo da realizzare i gradi di ammissione corrispondenti sottoindicati:

A. P.	B. P.
30 0/10	43 1/2 0/10
40 »	54 1/2 »
50 »	63 1/2 »
60 »	72 1/2 »
70 »	81 »
75 »	84 1/2 »

Gli apparecchi speciali di cui la macchina è provvista sono i seguenti:

Una sabbiera a vapore a 4 tubi del sistema Gresham;  
Un tachimetro sistema Hausshalter;

Freno ad aria compressa sistema Westinghouse, con azione sulle 6 ruote accoppiate.

Dagli esperimenti istituiti colla detta locomotiva è risultato che essa:

sulla pendenza del 5 p. 0/100, alla velocità di 75 km.,  
rimorchia un treno di tonn. 260;

sulla pendenza del 5 p. 0/100, alla velocità di 25 km.,  
rimorchia un treno di tonn. 700;

in piano del 5 p. 0/100, alla velocità di 100 km.,  
rimorchia un treno di tonn. 130 (peso della locomotiva e tender non compreso).

\*

(Fig. 2) — *Locomotiva* (1) compound a 4 cilindri, N. d'ordine 1301, N. di fabbrica 4664 del 1896, costruita dalla Ditta « Société Alsacienne de Constructions Mécaniques », di Belfort. — La caldaia, coi suoi accessori, è di tipo analogo a quello descritto per la locomotiva 1802.

La camera a fumo è munita di una doppia griglia parafaville. La griglia inferiore è di tipo ordinario a sbarre, la griglia superiore è costituita da una tela metallica a fili di acciaio, del diametro di 2 millimetri, con aperture quadrate di 4 millimetri di lato.

I quattro cilindri a vapore hanno l'inclinazione di metri 0,075; quelli ad alta pressione azionano il secondo asse accoppiato, gli altri a bassa pressione, il primo accoppiato.

Le manovelle collegate ai due stantuffi dei cilindri ad alta pressione sono calettate ad angolo retto fra loro. La stessa disposizione si ha per le manovelle corrispondenti ai cilindri di bassa pressione; ma le due manovelle di una stessa parte sono disposte in modo che la manovella della bassa pressione precede quella di alta pressione di 162° nel senso della rotazione normale.

La leva di manovra dei rubinetti di spurgo permette di spurgare a volontà sia solo i cilindri di bassa pressione, sia i quattro cilindri contemporaneamente.

La camera a vapore intermedia fu formata di getto coi cilindri di bassa pressione; il suo volume, compresi i tubi di scappamento dei piccoli cilindri e le casse a vapore dei grandi cilindri è di due volte il volume dei piccoli cilindri. Essa è munita di una valvola di sicurezza che limita la pressione a 6 chilogrammi. Una presa di vapore speciale permette il passaggio del vapore vivo alla detta camera a vapore allo scopo di facilitare l'avviamento. Un meccanismo permette di inviare nello stesso tempo direttamente nella tuberia di scappamento il vapore di scappamento dei piccoli cilindri.

L'apparecchio per il cambiamento di marcia è a vite e permette al macchinista di far variare a volontà l'ammisione ai due gruppi di cilindri.

La locomotiva è provvista degli apparecchi necessari per l'impiego del controvapore, i quali permettono di introdurre un miscuglio di vapore ed acqua nel tubo di scappamento ed un miscuglio simile nel serbatoio intermedio. Con tale disposizione i grandi cilindri aspirano il vapore umido dal tubo di scappamento, lo scaricano nel serbatoio intermedio, ed i piccoli cilindri lo aspirano dal serbatoio per scaricarlo nella caldaia.

(1) L'Amministrazione ferroviaria possiede due locomotive del tipo della 1301, costruite nel 1896, e dieci altre costruite posteriormente, che differiscono dalle prime due per alcuni dettagli risultanti dal prospetto intestato alla locomotiva 1303.

Gli apparecchi speciali, dei quali la locomotiva è provvista sono:

una sabbiera a vapore a 4 tubi del sistema Gresham;  
un tachimetro sistema Hausshalter;

gli apparecchi per il freno Westinghouse con pompa a vapore a due fasi (brevetto S. G. D. G.), di costruzione della Comp. Fives-Lille, Ateliers de Givors.

Dagli esperimenti istituiti colla detta locomotiva è risultato che essa:

sulla pendenza del 32 p. 0/100, alla velocità di 30 chilometri, rimorchia un treno di tonn. 125;

sulla pendenza del 15 p. 0/100, alla velocità di 30 chilometri, rimorchia un treno di tonn. 160;

sulla pendenza del 5 p. 0/100, alla velocità di 40 chilometri, rimorchia un treno di tonn. 700.

\*

(Fig. 3) — *Locomotiva* compound a 4 cilindri, N. d'ordine 1765, N. di fabbrica 2633, costruita dalla Ditta « Schneider et C. », Constructeurs au Creusot (1). — La caldaia ed i suoi accessori non differiscono essenzialmente dai tipi descritti per le altre due locomotive.

La disposizione generale è del tutto analoga a quella della locomotiva 1301.

Si nota che i due cilindri esterni A. P. azionano il secondo asse accoppiato, gli altri due B. P. posti nella mezzaria del carrello azionano il primo asse accoppiato.

I quattro cilindri sono disposti orizzontalmente.

La macchina è provvista di una sabbiera a vapore a due tubi del tipo Gresham e degli apparecchi per il freno Wenger, il quale agisce su quattro ceppi delle quattro ruote accoppiate.

Il cilindro del freno della macchina è situato sul tender, ma nelle altre locomotive costruite posteriormente tale cilindro fu applicato alla macchina.

La locomotiva sulla pendenza del 5 per 0/100 permette di rimorchiare un treno di 175 tonnellate (non compreso il peso della macchina e del tender) alla velocità di 100 chilometri all'ora ed un treno di 300 tonn. (non compreso il peso della macchina e del tender) alla velocità media di 80 chilometri all'ora.

#### STRADE FERRATE DELLO STATO.

(Fig. 4) — *Locomotiva* a semplice espansione, N. d'ordine 2754 Boursay, N. di fabbrica 2646 del 1897, costruita dalla Ditta « Schneider et C. », Constructeurs au Creusot. — Il tipo di questa locomotiva fu stabilito nel 1896. Il focolaio è situato fra i due assi accoppiati; la parte anteriore della caldaia appoggia sopra un carrello articolato a spostamento laterale.

Il focolaio è del tipo Belpaire.

Per la presa del vapore si hanno due manubri collegati fra loro: uno applicato direttamente all'albero di manovra della valvola di presa del vapore nel duomo e l'altro disposto al fianco destro del portafocolaio per modo che si può muovere la detta valvola operando tanto sopra un manubrio che sull'altro o contemporaneamente sui due.

I cilindri sono esterni e situati fra le ruote del carrello.

La distribuzione è del tipo Walschaert, con cassette cilindrici secondo il tipo ideato nel 1880 dal sig. Ricour.

Come si vede in punteggiato nel disegno, tanto avanti alla camera a fumo che al paravento venne applicata un'appendice per diminuire la resistenza dell'aria durante la

(1) Questa locomotiva fa parte di un gruppo di 24 identiche costruite dal 1896 al 1898.

marcia. Una balconata con ringhiera, ai fianchi ed alla testa della locomotiva permette al personale di macchina di visitare ed osservare tutte le singole parti della locomotiva. A tale balconata si accede da due porte laterali del paravento.

La forza teorica di trazione  $\frac{\pi d^2 l}{D}$  ha il valore di chilogrammi 8680.

La forza effettiva dell'avviamento (*démarrage*) è di chilogrammi 7400, ossia dell'85 % dello sforzo teorico.

Le macchine di tale serie, adibite al servizio di treni accelerati e più specialmente diretti, rimorchiano in servizio corrente:

In piano un treno di 220 t. (peso lordo) alla velocità di	km. 102
In pendenza del 5 0/100 id., id.	» 88
Id. 10 0/100 id., id.	» 70.

Il consumo chilometrico per un treno di 220 tonnellate lordo, rimorchiato alla velocità media di 100 chilometri, sopra un profilo avente anche lunghe salite del 5 0/100, fu constatato di 68 litri d'acqua e chilogrammi 8,95 di combustibile.

Nel servizio dei treni diretti Parigi-Royan, colla velocità in piena marcia di 85 chilometri e con numerose salite del 10 0/100, occorrono 20 metri cubi d'acqua. Tale percorso, che è di km. 326, venne fatto in diverse occasioni senza fornitura d'acqua nelle stazioni intermedie.

Con tali treni il consumo d'acqua per cavallo-ora utile è di kg. 8,80.

Tale locomotiva è munita di iniettori tipo Friedmann; degli apparecchi pel riscaldamento a vapore del treno; di gettasabbia a vapore per le ruote dell'asse accoppiato anteriore.

Gli oliatori sono del tipo « Grasseur multiple Edouard Bourdon », di Parigi.

Il freno continuo è del sistema Werner.

Le valvole di sicurezza sono due, del tipo ordinario a bilancia, applicate al duomo.

\*

(Fig. 5). — *Locomotiva-tender-bagagliaio*, N. d'ord. 0247 Chahaignes, N. di fabbrica 1135 del 1897, costruita dalla « Société An. Franco-Belge », di Raismes près Valenciennes-Nord. — Questa macchina a due assi accoppiati con asse portante anteriore ed asse portante posteriore, è di tipo ideato nel 1882 dall'ing. capo della Compagnia « de l'Etat » per il rimorchio di treni viaggiatori a velocità ordinaria sopra i profili accidentati della Rete ferroviaria di quella Compagnia.

La sua particolarità essenziale consiste in un bagagliaio di lunghezza ridotta, di forma ordinaria, montato sul telaio stesso della locomotiva-tender dietro la piattaforma del personale di macchina ed in comunicazione con essa.

Tale disposizione che mette il conduttore del treno in rapporto immediato col macchinista e cogli organi di manovra, ha permesso di ridurre ad un solo agente il personale di macchina (Decisione Ministeriale 4 novembre 1889).

I cilindri sono esterni situati avanti la macchina.

La distribuzione è fatta con cassette cilindrici, sistema Ricour, con meccanismi del tipo Walschaert.

La forza teorica di trazione  $\frac{\pi d^2 l}{D}$  ha il valore di chilogrammi 3270.

La forza effettiva di avviamento è di kg. 2780, ossia di 0,85 della forza teorica.

Sopra un profilo non accidentato, tale macchina rimorchia alla velocità di 75 chilometri un treno di 70 tonn. utili, non compreso il peso del bagagliaio.

La spesa di esercizio è molto ridotta, come si poté constatare dal 1882 sopra un gruppo di tali macchine, con un percorso di più di 600 000 chilometri.

La locomotiva è munita del freno continuo Werner; ha due valvole di sicurezza a bilancia sul duomo. La parte anteriore del paravento ha disposizione tale da diminuire la resistenza dell'aria.

\*

(Fig. 6). — *Locomotiva compound a 4 cilindri*, N. d'ordine 2805 Montlein, N. di fabbrica 17360, costruita dalla Ditta « Baldwin Locomotive Works », di Filadelfia (U. S. A.). — Questa locomotiva di grandi dimensioni, con carrello anteriore, presenta tutte le forme e particolarità delle locomotive americane, con telaio cioè a barre d'acciaio e meccanismi disposti in modo da rendere facile la loro ispezione.

I meccanismi della distribuzione del vapore sono del tipo Stephenson.

I due longheroni del telaio sono costituiti ognuno da una barra d'acciaio a sezione rettangolare di m. 0,105 × 0,105 di lato, che si allarga per ricevere il primo asse accoppiato e si biforca poscia per sostenere il portafocolaio e trattenere il secondo asse accoppiato.

Per la sospensione sonvi sei molle longitudinali a balestra, delle quali una per parte del carrello ed una per ogni singola ruota accoppiata.

La camera a fumo appoggia sopra una cassa d'acciaio, nella quale passa il vapore di ammissione e di scappamento. Ai due fianchi laterali di tale cassa sono disposti simmetricamente i quattro cilindri ed i due cassette di distribuzione del vapore che sono pure cilindrici.

Tanto la detta cassa, quanto i cilindri ed i cassette sono sorretti dal carrello, il quale è collegato alla parte posteriore della locomotiva unicamente dai due longheroni d'acciaio sopra citati.

Come si vede nella figura, la caldaia non è cilindrica, ma ha la forma tronco-conica con diametro medio interno di m. 1,514. La massima pressione di lavoro in caldaia è di 215 libbre per pollice quadrato.

Il focolaio, con griglia inclinata, è munito di voltino in muratura. Gli iniettori sono due, della marca « W. M. Sellers e C. », di Filadelfia. Gli oliatori sono automatici, pressochè del tipo Nathan. Le valvole di sicurezza sono a carico diretto situate sul duomo.

La locomotiva è munita di freno Westinghouse.

Il tender è a due carrelli a due assi ciascuno.

Ai quattro angoli del telaio di tali carrelli trovasi una catena fissata coll'altra estremità al telaio del tender per impedire i fuorviamenti.

\*

(Fig. 7). — *Locomotiva a semplice espansione*, N. d'ordine 2903 Montaigu, N. di fabbrica 17592, costruita dalla Ditta « Baldwin Locomotive Works Burnham Williams e C. », Filadelfia (U. S. A.). — Questa locomotiva, come la  $\frac{2805}{17360}$ ,

ha la caratteristica speciale nel telaio, che non è in lamiera, ma a barre d'acciaio di sezione rettangolare.

La sospensione è formata da 8 molle a balestra, con bilanciere fra le ruote accoppiate e fra il secondo asse accoppiato e le ruote dell'asse portante posteriore.

Gli anelli della caldaia sono disposti a forma telescopica. Il cielo del portafocolaio è a forma tronco-conica con diametro maggiore verso la sua metà sulla quale trovasi un piccolo duomo di sostegno di due valvole, a carico diretto, e del fischio.

Il manubrio del regolatore agisce in direzione normale alla parete anteriore del portafocolaio.

La distribuzione è del tipo Stephenson con cassette cilindrici; l'albero di comando è manovrato da volantino posto a sinistra del portafocolaio.

Gli iniettori sono due di tipo W. M. Sellers e C.

La locomotiva è pure dotata di oliatore automatico a condensazione, di freno Westinghouse e di gettasabbia a vapore, con azione sotto le ruote per la marcia nei due sensi.

#### STRADE FERRATE DELL'« OVEST ».

(Fig. 8). — Questa locomotiva compound a 4 cilindri, con carrello anteriore, è destinata al servizio di treni diretti. Essa ha il N. d'ordine 533 e fu costruita nel 1900 dalla Ditta « Comp. Ateliers de Sotteville ».

La caldaia è in acciaio con tubi « Serve » ad alette; il focolaio è del tipo Belpaire a griglia inclinata con soprastante voltino in muratura. I due meccanismi per la distribuzione del vapore sono del tipo Valschaert con cassette di distribuzione a specchio piano orizzontale.

Detti meccanismi sono comandati da un solo volante di cambiamento di marcia. Tale volante è a vite con doppia dentiera, nella quale si fissa il nottolino di arresto per modo da poter azionare i due meccanismi insieme o separatamente. Come si vede dal disegno, i cilindri A. P. esterni azionano il secondo asse accoppiato, gli altri B. P. anteriori interni azionano il primo asse accoppiato.

Le valvole di sicurezza sono a carico diretto del tipo Lethuillier-Pinel.

Il tubo di vetro del livello d'acqua è difeso da due lamierini concavi verso il tubo, secondo il sistema Serveau.

Gli oliatori sono del tipo « Graisseur Télescopompe — Breveté S. G. D. G. Edouard Bourdon, Paris ».

I due cilindri B. P. sono muniti di valvola di scarico. Sui longheroni laterali trovansi le casse a sabbia per le ruote del primo asse. Lo spostamento laterale del carrello è di m. 0,040.

Il freno Westinghouse, di cui la macchina è provvista, ha il compressore d'aria a due fasi, sistema Fives-Lille.

La Compagnia dell'Ovest possiede 60 macchine di questo tipo.

\*

(Fig. 9). — Locomotiva a semplice espansione, N. d'ordine 951, costruita dalla « Comp. des Chemins de fer de l'Ouest, Ateliers de Batignolles ». — Questa macchina ha figurato all'Esposizione internazionale di Parigi del 1889. Ha percorso dopo quell'epoca 500 000 chilometri con treni viaggiatori accelerati e diretti, e non ha subito altre grandi riparazioni, tranne il cambiamento della piastra tubolare per la sostituzione a titolo di prova dei tubi ad alette « Serve » a quelli lisci. Essa ha raggiunto con grande stabilità la velocità di 138 km. all'ora in ottime condizioni.

Sulla mezzeria del carrello sono situati i cassetti per la distribuzione del vapore, i quali sono disposti in piano verticale ed hanno ai loro fianchi i cilindri che sono pure interni ai longheroni. La distribuzione del vapore è del tipo Stephenson.

La Compagnia dell'Ovest possiede 60 locomotive di questo tipo.

\*

(Fig. 10). — Locomotiva-tender a semplice espansione, N. d'ordine 3712, N. di fabbrica 2686, costruita nel 1889 dalla Ditta « Schneider et C., Ateliers de Constructions », Creusot. — Il tipo di questa locomotiva-tender a carrello fu studiato per l'esercizio di linee di diramazione a profilo accidentato e pel rimorchio di treni pesanti.

Gli apparecchi di sospensione sono costituiti da 8 molle a balestra; una cioè per ogni ruota accoppiata ed una per

fianco del carrello. Tra le ruote accoppiate è interposto un bilanciante, al quale si collegano le molle di sospensione.

La caldaia è in acciaio con tubi ad alette, il portafocolaio è del tipo Belpaire. La camera a fumo porta alla base del camino un'ampia griglia parafaville a sbarre longitudinali.

Il combustibile è situato posteriormente al paravento, in cassa larga quanto permette la sagoma stradale, lunga m. 0,80, alta m. 1,10.

I meccanismi della distribuzione del vapore sono del tipo Walschaert. Le valvole di sicurezza sono a carico diretto, tipo Lethuillier-Pinel.

Il riparo pel livello d'acqua è del sistema Serveau.

Gli iniettori sono due del tipo Alex. Friedmann, Paris.

Gli oliatori sono del tipo Edouard Bourdon.

Il freno Westinghouse ha il compressore d'aria ad una fase col cilindro d'aria ad alette (disposizione adottata dalla Compagnia dell'Ovest in seguito ad esperienze eseguite nel 1898 nelle sue officine).

La Compagnia dell'Ovest possiede 45 macchine di questo tipo.

#### STRADE FERRATE DEL NORD.

(Fig. 11). — Locomotiva compound a 4 cilindri, N. d'ordine 2642, N. di fabbrica 5000, costruita dalla « Société Alsacienne de Constructions mécaniques », di Belfort. — La caldaia ha il portafocolaio del tipo Belpaire, il corpo cilindrico è costituito da 3 anelli telescopici, dei quali i diametri vanno crescendo verso la parte anteriore.

L'unione degli anelli nel senso longitudinale è fatta col mezzo di doppi coprigiunti.

Il focolaio è munito di un voltino in muratura; la griglia è inclinata e possiede un piccolo gettafuoco in avanti.

La camera a fumo è chiusa da una porta a forma di calotta sferica per diminuire la resistenza dell'aria. I tubi della caldaia sono ad alette del sistema « Serve » in acciaio dolce. L'alimentazione è assicurata con due iniettori Friedmann.

I cilindri a vapore sono in numero di 4, dei quali due ad alta pressione, situati alla parte esterna dei longheroni, e due a bassa pressione, situati all'interno sotto la camera a fumo. Il rapporto dei volumi dei grandi e dei piccoli cilindri è di 2,71.

Il serbatoio intermedio ha la capacità di circa due volte quella dei piccoli cilindri riuniti: in esso la pressione del vapore è limitata a 6 kg., col mezzo di apposita valvola.

Le manovelle motrici della bassa pressione sono calettate a 180° rispetto a quelle dell'alta pressione. Questa disposizione ha permesso di diminuire i contrappesi delle ruote non equilibrando che le masse animate di un movimento di rotazione ad esclusione di tutto l'organo alternativo.

I meccanismi di distribuzione di alta e bassa pressione sono del sistema Walschaert, collegati a due viti di cambiamento di marcia montate sullo stesso albero e manovrabili con uno stesso volante; queste viti possono a volontà del macchinista essere rese solidarie o indipendenti, per modo da potere stabilire la relazione che si giudica più favorevole alla buona marcia della macchina.

Per facilitare l'avviamento, il macchinista ha la facoltà di introdurre direttamente nel serbatoio intermedio, col mezzo di una presa speciale dalla caldaia, del vapore vivo;

di intercettare la comunicazione fra i due gruppi di cilindri e di derivare il vapore di scappamento dei piccoli cilindri inviandolo nell'atmosfera senza che passi nel serbatoio intermedio.

La separazione degli scappamenti si ottiene colla manovra di otturatori messi in movimento per mezzo di apparecchio mosso da aria compressa presa dal serbatoio del freno.

La disposizione sopracitata permette di realizzare le seguenti marcie:

1° In compound, ciò che costituisce il funzionamento ordinario;

2° A semplice espansione con due gruppi di cilindri indipendenti, ricevendo il vapore a delle pressioni rispettive di 16 e di 6 kg. per gli avviamenti difficili;

3° Con i cilindri piccoli soli in caso di avarie sopravvenute ai cilindri o ai meccanismi della bassa pressione;

4° Con i grandi cilindri soli in caso di avarie ai cilindri o ai meccanismi di alta pressione.

Il telaio ha i longheroni in acciaio, interni alle ruote.

Il carrello ha uno spostamento laterale di m. 0,040 per parte, regolato da molle a spirale.

Il terzo asse, che è a gomito, è del tipo Worsdell, a manovelle circolari.

Tutte le molle di sospensione, tranne quelle del carrello, sono collegate a bilancieri compensatori longitudinali.

Una sabbiera a vapore agisce avanti le quattro ruote motrici. Il freno è del sistema Westinghouse ad azione rapida.

La macchina è munita degli apparecchi di riscaldamento a vapore.

Il tender può contenere 20 m<sup>3</sup> d'acqua e 5 tonnellate di combustibile; esso è a due carrelli.

Secondo esperienze istituite, la locomotiva può trainare un treno di 300 tonnellate alla velocità di 100 chilometri all'ora sopra una linea non molto accidentata.

La pendenza del 5 0/100 fu superata sopra 18 chilometri di lunghezza ad una velocità da 96 a 101 chilometri; e sopra i 13 chilometri di pendenza di 5 mm. la velocità si mantenne senza difficoltà a 120 chilometri all'ora, massima autorizzata dai regolamenti.

#### STRADE FERRATE DELL'EST.

(Fig. 12). — *Locomotiva* compound a 4 cilindri, N. d'ordine 2411 serie 8, N. di fabbrica 366, costruita dalla « Comp. des Chemins de fer de l'Est, Ateliers d'Épernay ». — I longheroni del telaio sono in lamiera d'acciaio dello spessore di m. 0,025, disposti internamente alle ruote. La sospensione è costituita da 8 molle a balestra. Il telaio del carrello sporge esternamente ai longheroni di m. 0,30. La caldaia ha il portafocolaio del tipo Belpaire con griglia inclinata, munita di gettafuoco alla parte inferiore; sopra trovasi il voltino in muratura. La porta del focolaio è munita di doppia griglia scorrevole allo scopo di regolare l'introduzione d'aria nel focolaio.

Al fianco destro del portafocolaio trovasi il volantino con albero a vite ed ingranaggi per la manovra dei due meccanismi della distribuzione del vapore nei 4 cilindri disposti in compound. Tali meccanismi sono del tipo Walschaert; i cassetti sono a specchio piano.

Il manubrio del regolatore di presa del vapore è situato di fianco al portafocolaio.

Gli apparecchi speciali di cui la locomotiva è provvista sono i seguenti:

1° Tachimetro tipo Flaman;

2° Gettasabbia con disposizione speciale che permette il getto della sabbia, con o senza vapore, sotto le ruote del primo asse accoppiato;

3° Freno Westinghouse con pompa ad alette;

4° Valvola con molla spirale a carico diretto in comunicazione coi grandi cilindri.

#### STRADE FERRATE « PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE ».

(Fig. 13). — *Locomotiva* compound a 4 cilindri, N. d'ordine C. 91, 51. T, costruita nel 1898 dalla « Société de Constructions de Batignolles » (già Ernest Gouin et C.). — Il tipo di questa locomotiva fu studiato ed adottato dalla Compagnia P.-L.-M., per il servizio dei treni diretti.

Due cilindri A. P. sono esterni, situati verso il mezzo della caldaia, gli altri due B. P. sono interni, sotto la camera a fumo.

Per la sospensione si hanno sei molle a balestra, delle quali una per fianco del carrello ed una per ognuna delle grandi ruote.

I longheroni interni alle ruote sono formati da lamiera d'acciaio dello spessore di m. 0,030.

Il focolaio è del tipo Belpaire, i tubi bollitori del tipo Serve.

Alle parti anteriori del duomo, del camino e della camera a fumo sonvi appendici disposte con sagoma tale da diminuire la resistenza del vento.

La porta del focolaio è munita di valvola per regolare il passaggio dell'aria sul combustibile.

La valvola di presa del vapore nel duomo è manovrata da asta situata a destra del portafocolaio.

La distribuzione del vapore è del tipo Walschaert. Le cassette di distribuzione sono a specchio piano, disposte orizzontalmente sui cilindri A. P. e verticalmente fra i cilindri B. P.

Sopra i cilindri B. P. trovasi una valvola di scarico. Sulla caldaia sonvi due valvole di sicurezza a bilancia.

La locomotiva è dotata di freno Westinghouse e moderabile Henry, di gettasabbia a vapore (Gresham e di cronotachimetro P.-L.-M. ad ingranaggio, messo in movimento dalla biella d'accoppiamento di destra; l'apparecchio si trova sulla piattaforma laterale destra.

#### STRADE FERRATE « PARIS-ORLÉANS ».

(Fig. 14). — *Locomotiva* compound a 4 cilindri, N. d'ordine 20, N. di fabbrica 2490, costruita nel 1899 dalla « Société Française de Constructions mécaniques », di Douains (antico stabilimento Cail). — Questa locomotiva è di tipo conforme a quello della locomotiva 2411 della Compagnia dell'Est.

La caldaia è timbrata 15 chilogrammi; essa ha il portafocolaio del tipo Belpaire; la griglia del focolaio è inclinata; sopra di essa trovasi il voltino in muratura.

I meccanismi della distribuzione del vapore sono del tipo Walschaert, con specchio piano orizzontale pei cassetti dei cilindri esterni A. P. e con specchio piano verticale pei cilindri B. P.

La sospensione è ottenuta con 8 molle a balestra senza bilancieri.

Il lavoro della macchina è di HP 1048, secondo la formula

$$K \sqrt{2.460 \times (14.950 + \frac{1}{3} 178000) \times 15},$$

essendo K = 20 per la pressione di kg. 15.

Gli iniettori sono due del tipo Alex. Friedmann.

Sulla piattaforma laterale destra trovasi l'apparecchio automatico per la lubrificazione dei cilindri e dei cassetti; esso è ad ingranaggi del tipo adottato anche da altre Compagnie francesi.

La locomotiva è munita inoltre degli apparecchi speciali sottoindicati:

Tachimetro sistema Hausshalter;

Gettasabbia a vapore con sabbiera sui longheroni e tubazione diretta sotto le ruote del primo asse accoppiato;

Dati principali degli ultimi tipi di locomotive in servizio sulle grandi Reti ferroviarie della Francia.

	Fig. 1	Fig. 2	Fig. 3	Fig. 4	Fig. 5	Fig. 6	Fig. 7	Fig. 8	Fig. 9	Fig. 10	Fig. 11	Fig. 12	Fig. 13	Fig. 14	Fig. 15
Numero d'ordine della locomotiva . . .	1802	1301	1765	2754	0247	2805	2903	533	951	3712	2042	2411	91-51	20	1
Numero di fabbrica » . . .	1511	4064	2633	2646	1135	17360	17592	—	—	2686	5000	306	—	2490	2700
<i>Caldaia.</i>															
Pressione normale in servizio kg. eff. per cm <sup>2</sup> . . . . .	15	14	14	14	12	15	15	14	11	12	16	15 (1)	15	15	15
Diametro medio . . . . . m.	1.376	1.380	1.380	1.380	1.042	1.514	1.474	1.380	1.270	1.300	1.456	1.463	1.440	1.378	2.010
Altezza dell'asse della caldaia sul piano delle rotaie . . . . . »	2.350	2.420	2.450	2.300	1.925	2.750	2.735	2.485	2.185	2.285	2.520	2.580	2.470	2.450	2.600
<i>Forno.</i>															
Superficie della graticola . . . . . m <sup>2</sup>	2.200	2.430	2.460	2.000	1.000	2.400	3.300	2.400	1.780	1.800	2.700	2.500	2.500	2.460	4.700
Superficie riscaldante . . . . . »	12.100	12.410	12.340	11.100	5.100	12.000	15.200	11.100	10.000	9.060	15.500	12.600	12.500	14.950	24.500
<i>Tubi bollitori.</i>															
Quantità . . . . . N.	104	111	111	111	87	282	246	96	195	96	126	140	150	111	183
Diametro esterno . . . . . m.	0.070	0.070	0.070	0.065	0.050	0.051	0.051	0.070	0.049	0.070	0.070	0.0700	0.065	0.070	0.070
Lunghezza fra le piastre tubulari . . . »	4.200	4.100	3.900	3.580	2.600	3.642	4.600	3.800	4.180	3.800	4.200	3.800	3.400	3.960	4.350
Superficie riscaldante . . . . . »	164.109	169.100	160.660	147.000	32.700	146.000	180.000	122.600	114.200	122.600	193.280	194.910	177.000	178.000	273.200
<i>Meccanismo.</i>															
Diametro interno dei cilindri A. P. . m.	0.450	0.350	0.350	0.460	0.300	0.330	0.440	0.340	0.460	0.460	0.340	0.350	0.340	0.350	0.510
Diametro interno dei cilindri B. P. . »	0.680	0.550	0.550	—	—	0.558	0.661	0.530	—	—	0.560	0.550	0.540	0.550	—
Corso degli stantuffi . . . . . »	0.650	0.640	0.640	0.650	0.400	0.600	0.661	0.640	0.660	0.600	0.640	0.640	0.600	0.640	0.706
Diametro delle ruote accoppiate . . . »	1.610	1.750	2.130	2.020	1.320	2.140	2.140	2.040	2.040	1.540	2.040	2.050	2.000	2.130	2.500
Diametro delle ruote portanti . . . . . »	1.130	0.850	1.040	0.900	1.040	0.914	0.915	0.950	0.900	0.900	0.900	1.000	1.000	1.040	1.060
Passo rigido . . . . . »	4.000	3.900	5.500	2.700	1.550	2.440	2.422	2.900	2.700	4.360	2.150	3.050	3.000	2.090	2.800
Distanza fra gli assi estremi . . . . . »	6.600	7.600	7.500	7.300	4.640	7.162	8.133	7.400	7.450	7.860	8.200	7.250	7.250	7.500	12.250
<i>Peso della locomotiva.</i>															
Totale a vuoto . . . . . kg.	48.300	52.300	48.050	46.200	27.000	50.800	57.000	46.000	42.400	46.500	57.500	52.958	52.200	51.070	72.000
Totale in servizio . . . . . »	53.200	57.500	54.000	51.000	23.100	54.800	63.200	51.300	46.200	58.900	64.000	58.000	56.200	55.000	80.600
Utile per aderenza in servizio . . . . . »	41.500	41.700	32.000	30.000	20.200	32.000	32.700	32.450	28.600	43.900	33.400	34.000	34.000	33.500	32.000
Massimo carico per asse . . . . . »	14.100	13.900	16.400	14.900	10.100	16.000	16.350	16.300	14.300	14.700	16.700	17.000	17.000	16.750	16.000
<i>Tender.</i>															
Capacità delle casse d'acqua . . . . . kg.	6.500	9.000	15.800	10.000	—	13.700	16.600	18.000	—	7.000	20.000	20.000	—	17.000	28.000
Capacità di carbone . . . . . »	3.800	3.000	4.100	6.000	—	4.900	7.700	8.900	—	2.000	6.000	7.500	—	3.600	8.500
Quantità degli assi . . . . . N.	2	2	3	2	—	4	4	3	3	—	4	3	—	3	5
Peso a vuoto . . . . . kg.	10.800	12.100	15.500	13.600	—	14.400	14.700	18.200	—	—	20.500	18.000	—	16.900	24.000

(1) La caldaia è timbrata a 16 kg., ma le valvole di sicurezza sono regolate a 15 kg. Lo spessore delle lastre del corpo cilindrico è di m. 0.0115.

Freno continuo ad aria compressa con pompa a vapore a 2 fasi, brevetto S. G. D. G., costruita dalla Compagnia del Fives-Lille, Ateliers de Givors.

SOCIETÀ PER LO STUDIO DEI TRENI INTERNAZIONALI.

(Fig. 15). — Questa locomotiva fu costruita sopra disegni del signor Thuile dallo Stabilimento Schneider e C. di Creusot. Essa ha il N. di fabbrica 2700.

Da prove eseguite è risultato che essa può rimorchiare in piano un treno di 186 tonnellate alla velocità di 117 chilometri ed un treno di 205 tonnellate alla velocità di 102 chilometri; sulla pendenza del 10 0/100 quest'ultima velocità si riduce ad 80 chilometri.

La caratteristica principale della macchina consiste nell'aver una cabina anteriore alla caldaia, destinata al macchinista.

Il portafocolaio è del tipo Belpaire a cielo piano.

Il focolaio è poco profondo; esso è munito di due porte per la carica del carbone e nell'interno è dotato di un bollitore Ten-Brink, formato da una cassa in lamiera a pareti piane (trattenute da tiranti trasversali), disposta come gli ordinari voltini in muratura, collegata al cielo ed alla piastra tubulare rispettivamente con tre e con due bollitori.

La griglia, molto ampia, è inclinata alla parte anteriore ed è munita di gettafuoco alla sua estremità inferiore.

Il corpo della caldaia contenente i tubi bollitori e la camera a fumo si presenta come schiacciata ai fianchi, con profilo trasversale costituito da due archi di circolo raccordati a due rette laterali verticali. L'arco superiore ha il diametro di m. 2,010, quello inferiore di m. 1,234. Con tale disposizione la caldaia presenta una grande capacità di acqua e di vapore, pure essendo in parte compresa fra le ruote. Le sue pareti verticali (dello spessore di m. 0,014) sono trattenute da tiranti trasversali disposti in tre piani orizzontali per l'intera lunghezza dei tubi bollitori (vedi figura 35).

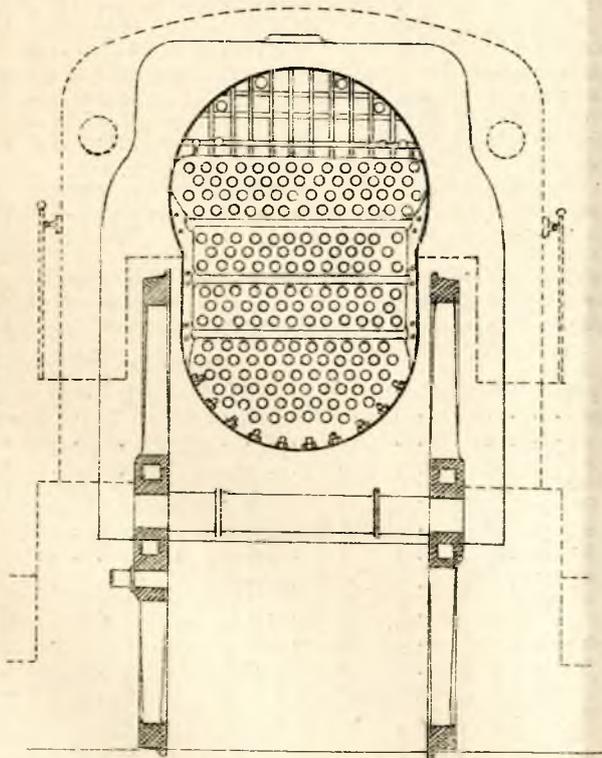


Fig. 35.

La camera a fumo contiene tre coni di scappamento, muniti ciascuno di una griglia parafaville, destinati all'aspirazione dei gas caldi.

Per l'alimentazione dell'acqua nella caldaia si hanno due iniettori Gresham, della portata di 18 m<sup>3</sup> all'ora.

I cilindri a vapore sono due, esterni ed a semplice espansione. I cassetti di distribuzione sono a doppio stantuffo. Le estremità dei cilindri sono munite di valvole di sicurezza.

Il tubo di presa del vapore per i cilindri ha, applicato nel duomo, un piccolo meccanismo collegato all'albero di manovra dell'ordinaria valvola di presa del vapore. Con tale meccanismo il macchinista può a volontà introdurre del vapore nel detto tubo, anche a regolatore chiuso, ed evitare in tal modo l'introduzione nei cilindri dei gas della camera a fumo.

La distribuzione del vapore è del tipo Walschaert.

I longheroni sono interni alle 8 ruote anteriori ed esterni alle ruote del carrello posteriore a motivo della larghezza del portafocolaio. I cosciali dei carrelli sono esterni alle ruote. Il carrello anteriore può subire spostamenti laterali fino a m. 0,070 per parte. Per la sospensione della macchina ciascuna ruota è munita di molla a balestra; fra le ruote accoppiate e fra le ruote del carrello posteriore tali molle sono collegate a bilanciere.

La locomotiva presenta: alla parte posteriore, cioè verso il tender, una piattaforma per due fuochisti, incaricati unicamente dell'alimentazione della caldaia; alla parte anteriore una cabina per il macchinista; ai fianchi una piattaforma, munita di ringhiera, che si estende dalla cabina anteriore fino al portafocolaio, contro il quale trovasi invece un mancorrente. Alla detta piattaforma si accede dal tender e da scala a pioli situata ai fianchi della cabina anteriore.

Il macchinista ha a sua disposizione gli apparecchi di manovra: del regolatore, della leva di cambiamento di marcia, dei rubinetti di spurgo, del fischio e degli altri apparecchi speciali di cui la locomotiva è dotata, i quali sono:

Freno Westinghouse; oliatore automatico Bourdon; sabbiera Gresham; turbina a vapore Laval collegata ad una dinamo per l'illuminazione elettrica della locomotiva e del tender. (Continua).

## NOTIZIE

**Galleria del Sempione. — Progresso dei lavori.** — Dal seguente prospetto risulta il progresso degli scavi di avanzata dai due imbocchi della grande Galleria del Sempione, nel primo trimestre del 1901.

Lunghezza dell'avanzamento	Lato Nord (Briga)	Lato Sud (Iselle)	Totale
Al 31 dicembre 1900 . . .	m. 4119	3148	7267
Nel mese di gennaio . . .	» 199	158	357
» febbraio . . .	» 178	141	319
» marzo . . .	» 197	163	360
Al 30 marzo 1901 . . .	m. 4693	3610	8303

A quella data rimanevano quindi a perforarsi m. 11426 per compiere la totale lunghezza del tunnel di m. 19729.

\*

Nel mese di *gennaio*, dal lato Nord, si sono incontrati dello gneiss schistoso, ricco di mica, e del micascisto. Solo per breve tratto fra le progressive 4300-4303 si è dovuto sospendere la perforazione meccanica e lavorare a mano. L'avanzamento medio giornaliero è stato di m. 6.42, uno dei maggiori che siansi finora ottenuti.

Dal lato Sud, gli scavi attraversarono sempre lo gneiss d'Antigorio, quasi asciutto e di durezza variabile, e hanno progredito in media in ragione di m. 5.10 al giorno.

L'avanzamento giornaliero totale è stato dunque di m. 11.52, alquanto maggiore di quello previsto nel programma dei lavori annesso al contratto, che è, per il terzo anno di lavoro, di 4100 metri, ossia m. 11.23 al giorno.

Vi è stata un'altra sensibile diminuzione nel numero medio giornaliero degli operai, il quale è stato di 3758, cioè 1923 a Briga e 1835 a Iselle, mentre saliva nel dicembre a 3915.

Nel mese di *febbraio*, dal lato Nord, il progresso medio della perforazione meccanica, attraverso a micascisti, alternati con strati di calcare e vene di quarzo, è stato di m. 6.36 al giorno di lavoro effettivo.

Dal lato Sud, attraverso il gneiss d'Antigorio secco, l'avanzamento medio è stato di m. 5.03 per giorno di lavoro effettivo, e quindi nel mese ebbesi l'avanzamento medio giornaliero di m. 11.39 tra i due imbocchi al giorno.

La media giornaliera degli operai nell'interno della galleria è stata di 1222 all'imbocco Nord, e di 1070 all'imbocco Sud; fuori della galleria scese a 612 e 459 rispettivamente, onde il numero medio giornaliero totale tra i due cantieri è stato di 3367 operai.

Il 7 febbraio la condotta della Diveria si ruppe in due punti: a Paglino, sulla parte in ghisa alle installazioni, e sulla parte in ferro alla biforcazione della condotta per la ventilazione. Si fece agire la ventilazione per mezzo di una locomobile. La prima rottura è stata riparata in 4 giorni, ma la seconda è stata terminata soltanto il 1° marzo, dopo una interruzione di 23 giorni.

Nel mese di *marzo*, dal lato Nord, seguitandosi ad attraversare gli schisti cristallini che si sono succeduti al gneiss, si incontrò dell'acqua dal km. 4.639 al km. 4.655. Il progresso medio della perforazione meccanica è stato di m. 6.36 per giornata di lavoro. Il 18 marzo incominciava a funzionare la ventilazione definitiva.

Dal lato Sud, sempre attraverso lo gneiss d'Antigorio, ebbesi un progresso medio di m. 5.26 per giornata di lavoro; e quindi il progresso medio tra i due imbocchi è salito nel mese a m. 11.62.

La media giornaliera degli operai nell'interno della galleria è stata di 1300 al Nord e di 1081 al Sud; fuori della galleria di 642 e 521. In totale adunque ebbesi il numero medio giornaliero di 3544 operai tra i due cantieri, con notevole aumento sul mese precedente.

Dall'ultimo rapporto trimestrale (n° 10) della Società ferroviaria Jura Simplon al Consiglio Federale Svizzero si ricavano i seguenti altri dati riferentisi ai primi tre mesi dell'annata in corso:

A tutto il 31 marzo si avevano complessivamente dai due imbocchi:

Cunicolo d'avanzamento . . . . .	ml.	8 303
Galleria parallela . . . . .	»	8 229
» in calotta . . . . .	»	6 760
Allargamenti . . . . .	m <sup>3</sup>	6 637
Scavo totale . . . . .	m <sup>3</sup>	328 781
Muratura di rivestimento . . . . .	ml.	6 021
» » . . . . .	m <sup>3</sup>	60 709

Il numero dei perforatori adoperati giornalmente alle fronti d'attacco dei cunicoli d'avanzamento con 3 perforatrici Brandt per ogni attacco è il seguente:

	Tunnel I	Tunnel II	Totale
Briga . . . . .	170	225	395
Iselle . . . . .	375	370	745

Come vedesi, il duro gneiss del versante italiano richiede quasi il doppio numero di perforatori degli schisti cristallini che si sono attraversati sul versante svizzero in questi ultimi mesi.

Temperatura media dell'aria a . . . . .	Briga	Iselle
All'esterno . . . . .	cg. 0.26	0
All'avanzata: tunnel I: perforazione . . . . .	» 29.50	26.00
Id. id. sgombero . . . . .	» 30.60	28.00
Id. tunnel II: perforazione . . . . .	» 28.20	25.00
Id. id. sgombero . . . . .	» 29.70	27.00
Murature . . . . .	» 29.00	22.00
Volume medio di aria introdotto giornalmente in galleria . . . . .	mc. 1 286 000	2 085 400
Pressione media dell'aria all'uscita dai ventilatori in millimetri d'acqua . . . . .	50	50
Volume d'acqua introdotta giornalmente nella galleria . . . . .	mc. 1468	778
Sua temperatura iniziale . . . . .	cg. 6.8	4.0
Pressione media dell'aria alla fronte d'attacco . . . . .	atm. 89 ÷ 76	85 ÷ 70
Volume d'acqua d'infiltrazione che esce dalla galleria in litri per 1" . . . . .	111	2

Temperatura della roccia. — Fra i diversi dati hanno particolare interesse quelli riguardanti la temperatura della roccia misurata presso la fronte di attacco in buchi di m. 1,50 di profondità a

misura dell'avanzamento dei lavori. Dalla prima osservazione all'ultima corrono in generale da 7 a 15 giorni.

		Prima osservazione	Ultima osservazione
Lato Nord ( <i>Briga</i> ): a 4000 metri . . . . .	cg.	28.5	28.4
» » » 4200 » . . . . .	»	28.9	28.5
» » » 4400 » . . . . .	»	29.4	29.0
» » » 4600 » . . . . .	»	30.2	30.1
Lato Sud ( <i>Iselle</i> ): a 3000 metri . . . . .	cg.	31.6	29.4
» » » 3200 » . . . . .	»	31.4	26.8
» » » 3400 » . . . . .	»	29.2	26.8

Come vedesi da questo specchietto, la temperatura iniziale della roccia ad Iselle è maggiore di quella di Briga, e ciò perchè lo spessore del monte sovrastante alla galleria, sul versante italiano, è sempre stato sinora molto maggiore che non quello del versante svizzero. Ma ad Iselle si è riuscito a raffreddare la roccia molto meglio che non a Briga, grazie alla maggiore quantità d'aria introdotta in galleria, che, come si vede dalle cifre sopra indicate, è quasi il doppio. Questa differenza in futuro non si avrà più, perchè anche a Briga, dal 18 marzo ultimo scorso, funziona la ventilazione definitiva come si ha ad Iselle sin dal mese di luglio dell'anno scorso. Difatti, ora si introducono giornalmente in galleria metri cubi 2 800 000 d'aria, alla pressione iniziale di 50 mm. d'acqua.

*Infortuni.* — A Briga furono 105, di cui 96 nella galleria e 9 all'esterno. Nessun caso grave. Ad Iselle 181, di cui 3 gravi: il 4 marzo l'operaio Curtalo Tommaso, colpito da un blocco caduto dalla calotta, ebbe la gamba sinistra fratturata ed una lesione alla spina dorsale. Il 31 marzo, pure per caduta di un blocco, gli operai Becillo Pietro e Giolitto Bartolomeo ebbero, il primo rotta la gamba sinistra, e il secondo la gamba destra.

(Rapport trimestriel, n. 10).

#### Il nuovo modello di mareografo, del dott. G. GRABLOVITZ (1).

— Generalmente i mareografi sono strumenti di grande mole e tali da richiedere un impianto stabile, se si vuole che il loro funzionamento nulla lasci a desiderare; occorre cioè non solo costruire un manufatto per difendere l'apparecchio dalle intemperie, ma altresì farlo di dimensioni tali che uno o due individui possano lavorare nell'interno e circolare intorno allo strumento; occorre inoltre costruire un bacino per moderare l'azione dei flutti e tornare necessari altri lavori esterni allo strumento.

Da lungo tempo vo studiando il modo di eliminare tante difficoltà congiunte a grandi spese, e soprattutto vo cercando il modo di fare del mareografo uno strumento registratore di piccole dimensioni e di facile maneggio, simile agli strumenti meteorici registratori dell'officina Richard di Parigi, poichè trovo che lo stesso mareografo costruito dalla detta officina non risponde al mio intento, quello cioè di fornire un apparecchio semplice, ma completo, in modo che l'unico problema da risolvere sul posto consista nella scelta d'un punto sulla riva del mare, che si adatti allo scopo, senza il bisogno di grandi lavori.

Con questo concetto diressi ancora nel 1890 la costruzione di un mareografo portatile, di cui diedi la descrizione nei Rendiconti della R. Accademia dei Lincei (20 aprile 1890), ma in prosieguo di tempo le esperienze mi condussero ad ulteriori modificazioni, ed in oggi sono in grado di presentare un nuovo modello che credo congiunga il doppio fine di avere un mareografo di facilissimo trasporto ed allo stesso tempo adattabile anche ad un impianto fisso e duraturo.

L'apparecchio, presentato al Congresso di Pisa, consta di due parti principali; la superiore contiene il registratore, di dimensioni uguali e di forma analoga ai barometri, termometri, ecc., dell'officina Richard, che appunto mi fornì il cilindro facente un giro in 24 ore; l'inferiore è costituita dal bacino del galleggiante, in tutto metallo, atto a rimpiazzare completamente l'impianto, che ordinariamente si fa in muratura; questa parte è costruita in guisa da potersi adattare con facilità mediante due grappe di ferro ad una sponda murata, od anche mediante una grappa sola, se la parte inferiore può posare su un fondo sufficientemente basso e soffice anzichè no. Nel detto modello il bacino consiste d'un tubo d'ottone del diametro di 10 cm. e dell'altezza d'un metro; in prossimità alla base sono praticati alcuni buchi, tali da permettere che l'acqua si disponga in esso con facilità al livello esterno, senza partecipare ai movimenti dei flutti.

Nell'interno del bacino trovasi il galleggiante o, per dir meglio, un immersoio, che funziona in base ad uno speciale concetto meccanico, di cui spiegherò in appresso il principio; l'immersoio ha 5 cm. di diametro ed un metro d'altezza, ed è ermeticamente otturato alla base e zavorrato in guisa da potersi mantenere verticale con l'apertura superiore emergente dall'acqua.

(1) Lettura alla Società Italiana di Fisica, settembre, 1900.

L'immersoio è appeso ad una spirale d'acciaio temperato, che costituisce la parte essenziale del principio meccanico da me ideato e che ora espongo.

L'allungamento d'una spirale sotto un determinato carico è proporzionale al peso del carico stesso; ciò si può ritenere esatto, a tutto rigore, fino al limite in cui il carico diventa eccessivo, producendo una sentita distorsione della spirale; ma di ciò non può essere questione nel caso presente; peraltro anche quella leggera distorsione che inevitabilmente si verifica pure per un allungamento moderato della spirale e che farebbe ruotare entro un piccolo angolo l'estremità inferiore della medesima rispetto alla superiore, torna dannosa alla registrazione, perchè essendovi fissata l'asta registrante, l'estremità di questa col pennino non si conserverebbe uniformemente aderente al cilindro, ma se ne discosterebbe o premerebbe troppo, a seconda della posizione; per ovviare questo inconveniente, ho pensato di far costruire una spirale *bivversa*, ossia in due sensi, cioè per una metà destroversa, per l'altra sinistroversa; in tal modo la distorsione della metà superiore compensa perfettamente quella della metà inferiore, perchè avviene nell'identica misura, ma in senso contrario.

L'immersoio, che è direttamente sospeso all'uncino inferiore della spirale, perde tanto del suo peso quant'è il volume d'acqua che sposta, per cui, a seconda dell'altezza dell'acqua, va a disporsi a sua volta all'altezza in cui il suo peso netto compensa la tensione della spirale; ovvero la spirale acquista la lunghezza corrispondente al peso netto che ne forma il carico.

Questo è il principio teorico su cui riposa il meccanismo da me ideato e che non credo sia stato finora applicato da altri. È ovvio che in tal modo le escursioni dell'asta applicata alla spirale avvengono su una scala molto ridotta, e questa riduzione può variarsi a volontà, a seconda del coefficiente di elasticità della spirale e dell'area della sezione orizzontale dell'immersoio.

Nel caso presente la spirale si allunga di 4 cm. per ogni chilogramma di sopraccarico. Le dimensioni dell'immersoio sono di mm. 169 di circonferenza e cm. 90 d'altezza, ed il peso è di circa 3 kg; se ne desume:

Area della sezione orizzontale . . . = dmq. 0,227281  
Volume = area  $\times$  altezza . . . = dmc. 2,045529  
Pesi corrispondenti: acqua pura . . . = chg. 2,045529  
" di mare . . . = " 2,106395

(supposta la densità = 1,03).

Per questa diminuzione di carico corrispondente a cm. 90 d'immersione, la spirale s'accorcerà di cm. 8,42758; ma siccome anche l'immersoio si sarà innalzato di conserva, il vero innalzamento che conviene produrre nell'acqua del mare, perchè la spirale subisca tale accorciamento, dovrà essere uguale alla lunghezza dell'immersoio *p* ò l'accorciamento in questione, ossia cm. 98,42758.

Il rapporto fra le escursioni dell'asta e le variazioni del livello sarà  

$$\frac{98,42758}{8,42758} = 11,68$$
; per l'acqua pura risulterebbe = 12.

L'asta registrante si muove di conserva con l'estremità inferiore della spirale sulla perfetta verticale, in cui si mantiene slittando entro un forellino, talchè le coordinate del diagramma riescono perfettamente rettilinee, a differenza d'altri sistemi.

Sei viti applicate, tre in alto e tre in basso, del tubo d'ottone dall'esterno verso l'interno, servono a fermare l'immersoio durante il trasporto; leggermente allentate, quand'è in funzione, giovano ad impedirne dannose oscillazioni.

Una custodia di ferro zincato difende l'apparecchio registratore dalle intemperie, dai danneggiamenti, ecc., e non viene tolta che per rimontare l'apparecchio; da un'apertura con vetro si può esaminare in qualsiasi istante la registrazione in corso.

(Dal Nuovo Cimento).

## COMUNE DI TORINO

### CONCORSO PER UN PONTE SUL PO (1).

I. — È aperto un concorso per il progetto di Ponte ad archi sul Po, in sostituzione di quello sospeso.

Il Ponte dovrà avere carattere monumentale ed essere ornato con quattro gruppi od altre opere statuarie rappresentanti argomenti riferentisi alla vita ed al regno di Umberto I.

L'ampiezza stradale del Ponte, esclusi i parapetti, dovrà essere di metri 22; dei quali, metri 15 per la carreggiata e metri 7 per due marciapiedi di metri 3,50 caduno.

(1) In base alla promessa fatta a pag. 77 (fascicolo 5°) pubblichiamo le precise condizioni del nuovo programma di concorso per il nuovo Ponte monumentale « Umberto I » augurandoci che il concorso riesca numeroso e degno dell'opera grandiosa.

(Nota della Direzione).

II. — Gli archi dovranno essere costruttivamente costituiti esclusivamente di pietra da taglio; per le pile e le spalle potrà essere di pietra da taglio il solo rivestimento.

III. — I progetti dovranno essere presentati non più tardi del giorno 1° ottobre 1901 alle ore 16 e consegnati all'Ufficio « Servizi Amministrativi dei Lavori Pubblici ».

I concorrenti dovranno essere di nazionalità italiana e qualora non siano dimoranti a Torino, dovranno prendere tutte le necessarie misure perchè le spedizioni, fatte con qualsiasi mezzo, possano essere recapitate per l'ora indicata, dichiarandosi in modo perentorio che dopo quell'ora non sarà più ricevuta alcuna proposta, qualunque possa essere la causa del ritardo.

IV. — Ciascuna proposta dovrà essere accompagnata:

1° Dai disegni geometrici, nella scala di 1 a 100, che rappresentino in modo completo il progetto;

2° Dai disegni di particolari nella scala da 1 a 20, che valgano a fornire un concetto esatto delle parti ornamentali;

3° Da quelli altri disegni complementari che il concorrente credesse opportuno aggiungere per meglio esplicitare, sotto vari punti di vista, il progetto che presenta;

4° Da un modello completo del ponte, colle opere scultorie di cui all'art. 1°, formato nella scala di 1 a 50; avvertendo che saranno esclusi dal concorso quei proponenti i quali presentassero modelli che, specialmente nella parte costruttiva, non corrispondessero con esattezza alle modalità ed alle quote dei disegni;

5° Dai calcoli della stabilità e da tutte le indicazioni che sono necessarie perchè si possa istituire il completo studio statico del progetto, avvertendo che il rigurgito prodotto dal manufatto non dovrà superare metri 0,60, supposta una piena uguale a quella del 1839;

6° Da un formale impegno di esecuzione *à forfait* del ponte, con somma in ogni caso non superiore a L. 1 800 000.

V. — Nella proposta dovrà inoltre essere specificatamente dichiarato che nella somma a corpo offerta debbono intendersi e sono comprese:

a) Tutte le eventualità prevedibili ed imprevedibili;  
 b) Le fondazioni a qualunque profondità e fino ad incontrare il suolo assolutamente solido, oppure ridotto tale con palificazione a perfetta regola d'arte, ed impiegando tutti i mezzi necessari, non escluso il sistema dei cassoni pneumatici;  
 c) La costruzione del ponte provvisorio, colle modalità di cui in appresso, e la sua conservazione in buono stato di uso fino all'apertura del nuovo Ponte;  
 d) Ogni e qualunque fornitura, provvista e lavorazione necessarie per poter consegnare l'opera completamente finita in ogni sua parte;

e) Tutti i danni che potessero accadere alle opere stabili, provvisorie e provvisionali, dovuti non solo a piene ed altri eventi ordinari, ma eziandio a piene straordinarie del fiume, ad uragani, incendio delle armature ed altri casi qualunque, anche di forza maggiore, dovendo i concorrenti tener conto di tutte queste eventualità nel proporre il prezzo a corpo.

Nel detto prezzo non è compreso il corrispettivo di lire 300 mila deliberato dal Consiglio Comunale per i quattro gruppi statuari od altre opere scultorie corrispondenti, le quali dovranno tuttavia essere contemplate nel progetto, e soprattutto nel modello, con unità di concetto, assieme a tutto il rimanente dell'opera. Per i sopraccennati lavori statuari l'Amministrazione provvederà in seguito, senza assumere alcuno speciale impegno coll'aggiudicatario del Ponte.

VI. — Non saranno a carico dell'aggiudicatario le spese relative alla illuminazione, alle condutture del gas, delle acque potabili e delle correnti elettriche, nè quelle per le linee tranviarie: di questi e consimili lavori complementari dovranno però i concorrenti farsi carico nel compilare i progetti ed i modelli, e l'assuntore dell'opera dovrà poi prestarsi nel miglior modo per agevolare i relativi impianti.

VII. — Il ponte provvisorio dovrà essere costruito entro tre mesi dalla data della stipulazione del contratto, nella posizione che, sentite le osservazioni in proposito dell'assuntore, sarà stabilita definitivamente dalla Amministrazione.

Detto ponte dovrà essere in condizioni da poter servire con tutta sicurezza al transito, quale ora si fa sul ponte sospeso; e sarà conservato tale, a spese sempre dell'aggiudicatario, fino all'apertura del Ponte nuovo.

VIII. — Appena aperto al pubblico transito il ponte provvisorio, ed entro quattro mesi da questa data, l'Amministrazione demolirà a sua cura e spese l'attuale ponte sospeso, esportandone tutti indistintamente i materiali, le colonne ed accessori compresi, escluse solamente le spalle ed i muri d'alzaia, che saranno demoliti a cura e spese dell'assuntore del Ponte, il quale riterrà come cosa propria i materiali ricavati da questa demolizione di muri.

IX. — Il prezzo offerto a corpo è impegnativo per il concorrente, ma non per l'Amministrazione, la quale si riserva la piena ed indiscutibile facoltà di eseguire, ove lo preferisca, direttamente ed anche per mezzo di altra Impresa, il Ponte che sarà prescelto dal Consiglio Comunale. In questo caso il concorrente sarà in obbligo di abbandonare il suo progetto al Comune, che ne diventerà esclusivo proprietario e gli corrisponderà UN PREMIO DI L. 20 MILA, con facoltà d'introdurre nella eventuale esecuzione tutte quelle modificazioni che la Amministrazione crederà opportune, fermo nel concorrente l'obbligo di fornire, a misura del bisogno e durante un triennio dal 1° ottobre 1901, quei particolari, specialmente decorativi, nella scala di 1:20, che ancora gli fossero richiesti.

Il premio di cui sopra sarà perciò corrisposto per due terzi entro un mese dalla approvazione definitiva della deliberazione del Consiglio Comunale, mentre l'altro terzo sarà pagato solamente dopo la consegna dei particolari, e ad ogni modo non dopo il triennio di cui sopra.

Quando il Municipio accetti il *forfait*, nessuna altra somma o compenso di sorta per direzione dei lavori, assistenza, formazione e copia di disegni di esecuzione o per altra causa qualsiasi spetterà all'offerente del progetto scelto per la esecuzione, oltre il prezzo del *forfait*, da pagarsi nei modi e termini che saranno stabiliti nel contratto, in relazione all'avanzamento dei lavori del Ponte.

X. — I calcoli di stabilità del ponte dovranno essere istituiti nella ipotesi di un carico uniformemente distribuito di kg. 500 al mq., tanto per la carreggiata, quanto per i marciapiedi; e la pavimentazione dovrà essere formata di prismi di granito-sienite alti m. 0,16 per la carreggiata, e di lastroni di Luserna, in un sol pezzo, grossi metri 0,15 e larghi almeno m. 1,50 per i marciapiedi, i quali però avranno una guida di granito-sienite verso la carreggiata, larga metri 0,50 ed alta m. 0,18.

XI. — L'obbligo che assumeranno gli offerenti colla somma a *forfait* non è limitato al Ponte propriamente detto ed alle sue parti essenziali, ma comprende anche la costruzione dei muri di accompagnamento sulle due sponde per una lunghezza di metri 40, compresa la larghezza delle spalle del ponte; avvertendo che la posizione dello spallone a sponda sinistra dovrà essere studiata in modo da collegarsi convenientemente col muro di sostegno e col muro di alzaia del murazzo a valle, quali risultano dalla unita tavola di disegni (1); mentre lo spallone a sponda destra potrà essere liberamente ubicato da ciascun concorrente, non essendo ancora ivi definitiva la traccia del murazzo.

Le quote del piano stradale sul ponte, segnate sugli allegati disegni (1), sono le massime ammissibili; quindi il piano stradale potrà essere progettato più basso ma non mai più alto di quanto è stabilito colle indicate quote.

XII. — I progetti saranno esposti al pubblico per almeno un mese.

Durante questo tempo una Commissione, da nominarsi dalla Giunta, e composta di persone di riconosciuta competenza artistica o tecnica, designerà all'Amministrazione quelli che ritenesse degni di essere presi in maggiore considerazione, tenuto anche conto della loro praticità.

Per norma delle proposte concrete da farsi dalla Giunta, tali progetti prescelti saranno poi esaminati partitamente e collegialmente, in ordine alle qualità statiche e costruttive, da persone specialmente competenti in materia, che saranno delegate dalla Giunta stessa.

Fra i progetti prima scelti e che saranno anche riconosciuti ammissibili in rapporto alla stabilità, la Giunta sceglierà quelli che crederà conveniente sottoporre al Consiglio Comunale per la scelta definitiva, anche sotto il rapporto amministrativo ed economico.

Tali progetti non saranno proposti al Consiglio se non saranno accompagnati dal deposito di una cauzione di L. 200 000 od almeno da una dichiarazione, ritenuta valida dalla Giunta, circa l'obbligo di prestare detta cauzione nel caso della aggiudicazione dell'opera.

(1) La tavola di disegni annessa al Programma di concorso contiene una Planimetria generale nella scala di 1 a 500; ed un profilo sull'asse del Ponte nella scala di 1:1000 per le distanze e di 1:100 per le altezze; non che un prospetto del murazzo esistente a sponda sinistra ed a valle del Ponte, nella scala di 1:200. Tale tavola si può avere dal Municipio di Torino a semplice richiesta. I disegni pubblicati a pag. 68 di questo periodico ne sono la riproduzione in scala ridotta.

(Nota della Direzione).

Dopo la deliberazione del Consiglio Comunale che avrà prescelto il progetto per la esecuzione, alla stessa Commissione suaccennata sarà affidato il compito di proporre alla Giunta l'assegnazione di premi, per un ammontare in ogni caso non eccedente nel complesso L. 15 mila, agli autori di progetti che, già prima riconosciuti da essa degni di considerazione, fossero risultati di poi per stabilità e costruttività attendibili.

XIII. — La deliberazione del Consiglio comunale, relativa alla scelta del progetto da eseguirsi, non sarà esecutoria se non dopo che sarà intervenuta l'approvazione del progetto stesso per parte dell'Autorità superiore competente.

XIV. — Il bozzetto del progetto scelto per l'esecuzione e quelli stati premiati resteranno in assoluta proprietà del Municipio.

Tutti gli altri dovranno essere esportati a cura dei loro autori entro dieci giorni dall'avviso che sarà dato dal Municipio.

XIV. — Tutti coloro i quali prenderanno parte a questo concorso s'intenderà che accetteranno in ogni loro parte tutte le prescrizioni e norme sopra specificate, avvertendo che la deliberazione che sarà presa dal Consiglio Comunale sarà insindacabile e non potrà essere in alcun modo impugnata.

Torino, 2 maggio 1901.

Il Sindaco  
CASANA.

## BIBLIOGRAFIA

### I.

*Zeitschrift für Bauwesen.* — Pubblicazione del Ministero dei Lavori Pubblici prussiano. — Berlino, Wilhelm Ernst e Sohn, 1901. — Dispense dalla 1<sup>a</sup> alla 6<sup>a</sup>.

Le sei dispense costituiscono due grossi fascicoli nel formato ordinario del periodico, ossia in quarto a due colonne, e sono accompagnate da due atlanti in foglio con 36 tavole veramente splendide. Come è noto, la *Zeitschrift für Bauwesen* ha un mezzo secolo di vita, e per il lusso delle sue tavole e della sua stampa è certamente uno dei primi periodici d'Europa. Ma ciò che ne accresce grandemente il valore è la varietà delle Memorie in essa contenute, nelle quali viene assegnato un posto importante anche all'Architettura a lato dell'Ingegneria. Le dispense annunciate, ossia dall'una alla sesta, contengono le Memorie seguenti:

*Il castello di Hohkönig in Alsazia*, dell'architetto Bodo Ebhardt, con 10 figure nel testo e sei tavole nell'Atlante. Il castello di Hohkönig è uno dei più belli dell'Alsazia, che pur ne è tanto ricca; si trova al confine dei Vosgi sopra un monte che si eleva bruscamente dalla pianura dell'Alto Reno fino a 755 m. sul livello del mare. È visibile da ogni punto di questa pianura da Strasburgo fino al Giura svizzero, dalla Foresta Nera fino a Kaiserstuhl. Nella storia ha avuto sempre una grande importanza, e il suo nome è legato a molti avvenimenti che si collegano con varie Case regnanti. Nel 1633 fu distrutto dagli Svedesi, e dopo la guerra dei 30 anni passò nelle mani dei Francesi. Da quell'epoca rimase però sempre una rovina; ma per l'estensione delle parti conservate, la natura della sua costruzione veramente unica e la bellezza del sito, fu in ogni tempo uno dei luoghi più visitati dalla popolazione circostante. Nel maggio 1899 la città di Schlettstadt ne faceva dono all'imperatore Guglielmo II, il quale ne decretava subito la restaurazione. Il programma stabilito prevede tre problemi: 1° Indagine dello stato primitivo; 2° Manutenzione e restauro di ciò che esiste; 3° Ricostruzione della parte mancante. I lavori si iniziarono nell'aprile del 1900, e per gli scavi ed i restauri si spesero 125 000 lire; per la ricostruzione il preventivo è di 1 875 000 lire, ripartite sugli anni 1900 al 1904. Nella Memoria in parola sono descritti e illustrati lo stato attuale del castello, i lavori di restauro e brevemente la ricostruzione, di cui si danno le varie vedute prese dal modello all'uopo costruito.

*L'Ospedale di S. Martino in Monaco*, Memoria illustrata di 74 figure nel testo e tre tavole nell'Atlante, del prof. Carlo Hocheder, che studiò il progetto e diresse i lavori. L'area occupata dalla fabbrica è di 3125 metri quadrati; quella riservata a cortili, giardino, orto e simili 17 281 mq. L'ospedale contiene 12 dormitori per uomini e 12 per donne; 6 camere da letto per donne e 15 per uomini, una bellissima cappella che facilitò lo studio dell'architettura della facciata. Il riscaldamento è fatto a vapore a bassa pressione e l'acqua vi è fornita, con apposito impianto, dalla conduttura della città. Una delle figure rappresenta l'interno della cappella; le tavole danno tre facciate, un piano generale e le varie piante del fabbricato. Disposizione buona e da raccomandarsi, perchè corrisponde ai principii moderni d'igiene, senza ricorrere al sistema dei padiglioni, che pur offre i suoi inconvenienti.

*Il nuovo Ospedale di Bielefeld*, del consigliere intimo Böttger, più modesto del precedente, ma interessante. È costruito per 195 letti, ma con possibilità di aumento fino a 220. Per ogni stanza si è calco-

lato 13 mq. di superficie e 8 mq. per letto quando vi devono trovare posto diversi letti; e così per l'aria si sono destinati 60 mc. nel primo caso e 37 mc. nel secondo per letto. L'illuminazione è elettrica, il riscaldamento a vapore, e l'acqua potabile vi è condotta da ottime sorgenti. La spesa è stata di 954 375 lire, ossia 4894 lire per letto. I lavori si compirono in 20 mesi.

**Costruzione del canale Dortmund-Ems.** — Avendo noi trattato già lo stesso argomento in una Memoria particolare (1), non crediamo di dovere qui riassumere il contenuto delle dispense che vi si riferiscono; è una pubblicazione ufficiale che offre grandissimo interesse. Essa occupa ben 77 colonne nei due fascicoli in esame, con 47 figure nel testo e 12 Tavole nell'Atlante, e non è ancora ultimata. I principali capitoli portano i 4 titoli seguenti: cenni storici; progetto (andamento del canale, condizioni del terreno, profilo longitudinale, sezioni-tipo, consumo d'acqua e alimentazione del canale fino a Ems, condizioni idrauliche dei tratti di fiume utilizzati, preventivo); espropriazioni e lavori di consolidamento (espropriazioni, lavori di terra, consolidamento delle ripe e scarpate); manufatti (elevatori di battelli, ed altri).

**Costruzioni ferroviarie della Società Italiana per le strade ferrate del Mediterraneo.** — È un elaborato resoconto della pubblicazione fatta dalla nostra Società esercente la Rete ferroviaria Mediterranea, in occasione dell'Esposizione Universale del 1900, una seconda edizione di quella da noi già annunciata in questo stesso periodico (2); ed è dovuto alla penna dell'ispettore Cauet, che fu già in Italia per un certo tempo e conosce bene le nostre condizioni particolari; perciò egli ha potuto avvalersi anche della propria esperienza nel dare il resoconto in esame.

**Condizioni idrauliche per l'utilizzazione delle acque in Scandinavia e nelle Alpi,** del prof. Holz. — Di questa Memoria daremo un largo resoconto, con riproduzione di alcune figure in uno dei prossimi fascicoli.

**Il faro di Alessandria,** del consigliere intimo prof. F. Adler. — Questo faro viene considerato come una meraviglia dell'antichità; però di esso gli scrittori non ci hanno lasciato che notizie superficiali, incomplete e di poco conto; ora il prof. Adler si è sobbarcato all'ardua impresa di ricostituire questo monumento, veramente colossale per l'epoca in cui è stato costruito, servendosi degli avanzi che rimangono e facendo larghissime ricerche nei testi greci, latini ed anche arabi, dando prova in tal modo di grande erudizione archeologica. La sua costruzione avrebbe avuto origine nell'anno 299 ed avrebbe durato 20 anni circa, quindi fino al 280; il costo, secondo Plinio, si fa ascendere a 4 milioni e mezzo di franchi e l'architetto sarebbe stato Sotratos di Gnido. 17 figure nel testo accompagnano la Memoria e 3 Tavole nell'Atlante rappresentanti il faro, secondo la ricostruzione del prof. Adler.

**Il Museo industriale e la nuova Scuola industriale di Carlsruhe,** del Direttore dei lavori, prof. dott. J. Durm. — Memoria illustrata con 5 figure nel testo e 3 Tavole nell'Atlante. La costruzione ha costato 705 657 lire, ossia 27 lire per metro cubo di spazio richiesto dalla fabbrica.

**Il Convento Cisterziense Neuzelle nella Nieder-Lausitz,** dei signori H. Ruete e W. Bollert, con 15 illustrazioni nel testo e 3 Tavole nell'Atlante. — Questo convento, di cui gli autori ne danno la storia dalla sua fondazione, 1268, fino ad oggi, in quattro diversi periodi costruttivi, fu preda del fuoco il 2 settembre 1892 che distrusse quasi tutto il fabbricato con tutte le ricchezze artistiche del barocco, mettendo però a giorno i tesori del Medio-Evo. Si decise di ricostruirlo, destinandolo ad una Scuola Normale superiore, e la ricostruzione fu condotta in modo non solo da soddisfare a tutte le esigenze igienico-didattiche moderne, ma da dare vita a quelle parti d'avanzi delle bellezze artistiche del Medio-Evo. I lavori durarono dal 1894 al 1897 sotto la direzione dell'architetto Voigt, e, dopo la sua morte, dell'architetto Fischer, e costarono 428 750 lire, oltre a 33 125 lire per completare l'arredamento interno.

**La Chiesa della Sacra Croce in Hildesheim,** del dott. Otto Gerland. — Descrizione del suo stato attuale; storia della sua costruzione; particolari; arredi artistici. Una memoria in 34 colonne, con 23 figure nel testo, il cui scopo principale è quello di ricercare gli elementi che ne rivelano le parti primitive e il carattere loro, poichè nella sua facciata, ed anche nell'interno, si presenta in perfetto stile italiano.

**Ponte per strada ordinaria sopra la Süderelbe presso Amburgo.** — Memoria dei signori G. Narten e S. Müller, la quale però continua nelle ulteriori dispense. Perciò ne parleremo dopo che sarà ultimata.

**Ponti ad arco con pile elastiche,** del prof. Fr. Engesser. — È noto che in un ponte a più archi, voltati sopra pile di una certa altezza e non eccessivamente grosse, le deformazioni sono ben maggiori che non in un ponte ad un solo arco e spalle completamente rigide, poichè nel caso di un sopraccarico parziale in uno o due archi, le pile

vicine subiscono una spinta cagionata da questo sopraccarico, che le obbliga a piegare, donde un aumento nella luce della campata caricata e sforzi imprevisi che cimentano le murature. Nella pratica si usa tener conto di questa circostanza, ingrossando alquanto gli spessori forniti dal calcolo. Ora il prof. Engesser si propone appunto, nella Memoria suddetta, di studiare teoricamente le variazioni che subisce il diagramma delle forze quando si tenga conto di tale circostanza. In questo studio, per maggiore esattezza, invece della corda reale dei vari archi e della loro saetta, si dovrebbe introdurre la corda e la saetta aumentate rispettivamente degli allungamenti che ne derivano per effetto delle deformazioni accennate. Tuttavia, anche senza di ciò, i risultati che si ottengono sono approssimativamente esatti. Il prof. Engesser però studia il problema nei due casi, e: 1° per archi a tre cerniere; 2° per archi con due sole cerniere alle imposte; 3° per archi senza cerniere. Per ognuna di esse soluzioni ne fa un'applicazione ad un esempio numerico, e paragona i risultati ottenuti. Finalmente in due paragrafi speciali, tratta delle variazioni nel diagramma delle forze dipendenti dal variare del coefficiente di elasticità delle murature, e dalle lesioni manifestatesi negli archi, e di disposizioni speciali quali sono: pile non simmetriche e l'introduzione di catene. La Memoria del prof. Engesser occupa 41 colonne del periodico.

Teramo.

GAETANO CRUGNOLA.

## II.

**Relazione sull'utilità della pronta costruzione della ferrovia diretta da Cuneo a Nizza per Colle di Tenda e Sospello,** progettata dall'ing. cav. GIUSEPPE DURANDY al Circolo Industrie-Commerciale di Cuneo. — Op. in-8°, di pag. 13. — Cuneo, 1901.

La grande utilità della linea diretta da Cuneo a Nizza, che fin dal 1860 Camillo Cavour in pieno Parlamento prendeva impegno di far eseguire, non può essere contestata. La questione assume poi maggiore interesse e carattere d'urgenza, sia poichè si è alla vigilia dell'apertura del Sempione, il cui sfogo naturale verso Nizza passerà per Torino e Cuneo, sia per i migliorati rapporti commerciali e politici fra le due Nazioni sorelle.

Avvenimenti politici, come l'annessione di Nizza alla Francia, e dissapori casuali fra le due Nazioni sorelle, oramai scomparsi, possono fino ad un certo punto spiegare il ritardo fin qui avvenuto all'esecuzione di quella linea; ma bisogna pur dire, soggiunge l'ing. Durandy, che vi sono altre difficoltà che non si debbono perdere di vista.

La legge italiana del 1879, a causa delle difficoltà politiche di quel momento, contempla genericamente una linea da Cuneo al mare per il Colle di Tenda, e senza punto accennare a Nizza.

In esecuzione di quella legge fu eseguito il tratto tra Cuneo e Limone, e si diede principio subito al grande traforo del Colle di Tenda, ultimato l'anno scorso. La locomotiva va ora sino a Vievola, località deserta, senza un'abitazione, all'infuori di quelle della ferrovia e dell'Impresa. Ma per raggiungere il confine francese non occorrono più che 13 chilometri ed una spesa di 10 a 12 milioni che ancora spetterebbe all'Italia; mentre al di là del confine il Governo francese è ora favorevolmente disposto a proseguire la linea direttamente per Breglio e Nizza.

Ora pare all'ing. Durandy che se si continua a domandare da parte nostra al Governo italiano l'esecuzione del tratto da Vievola al confine in base alla legge del 1879, si andrà sempre incontro per una parte alla risposta già data altre volte dal Ministro dei Lavori pubblici, che cioè: « diciotto linee sono in eguali condizioni di diritto, e la loro esecuzione costerebbe più di 400 milioni », e per altra parte alle opposizioni dell'on. Biancheri che vuole la linea prosegua per la Nervia e faccia capo a Ventimiglia.

Bisogna dunque che le popolazioni del Piemonte e specialmente Cuneo e Torino che sono le più direttamente interessate, escano da ogni riserva, da ogni dubbio come da ogni equivoco, ed affermino nettamente che si domanda e si vuole il tracciato diretto su Nizza, il solo veramente utile, ed il solo finanziariamente possibile e facile.

Ora che la contea di Nizza dopo lunghi e difficili sforzi è riuscita a vincere le grandi difficoltà che si opponevano alla linea diretta da Nizza al confine italiano, ed ottenne di far cessare l'opposizione del Genio militare, e dal suo Governo ottenne la promessa formale della esecuzione della linea da Nizza sino alla frontiera italiana, l'ing. Durandy invita calorosamente le popolazioni piemontesi a promuovere un grande Comizio e a domandare nettamente al Governo che una *Convenzione internazionale fra i due Governi fissi il punto di congiungimento alla frontiera e stabilisca l'epoca dell'apertura di tutta la linea.*

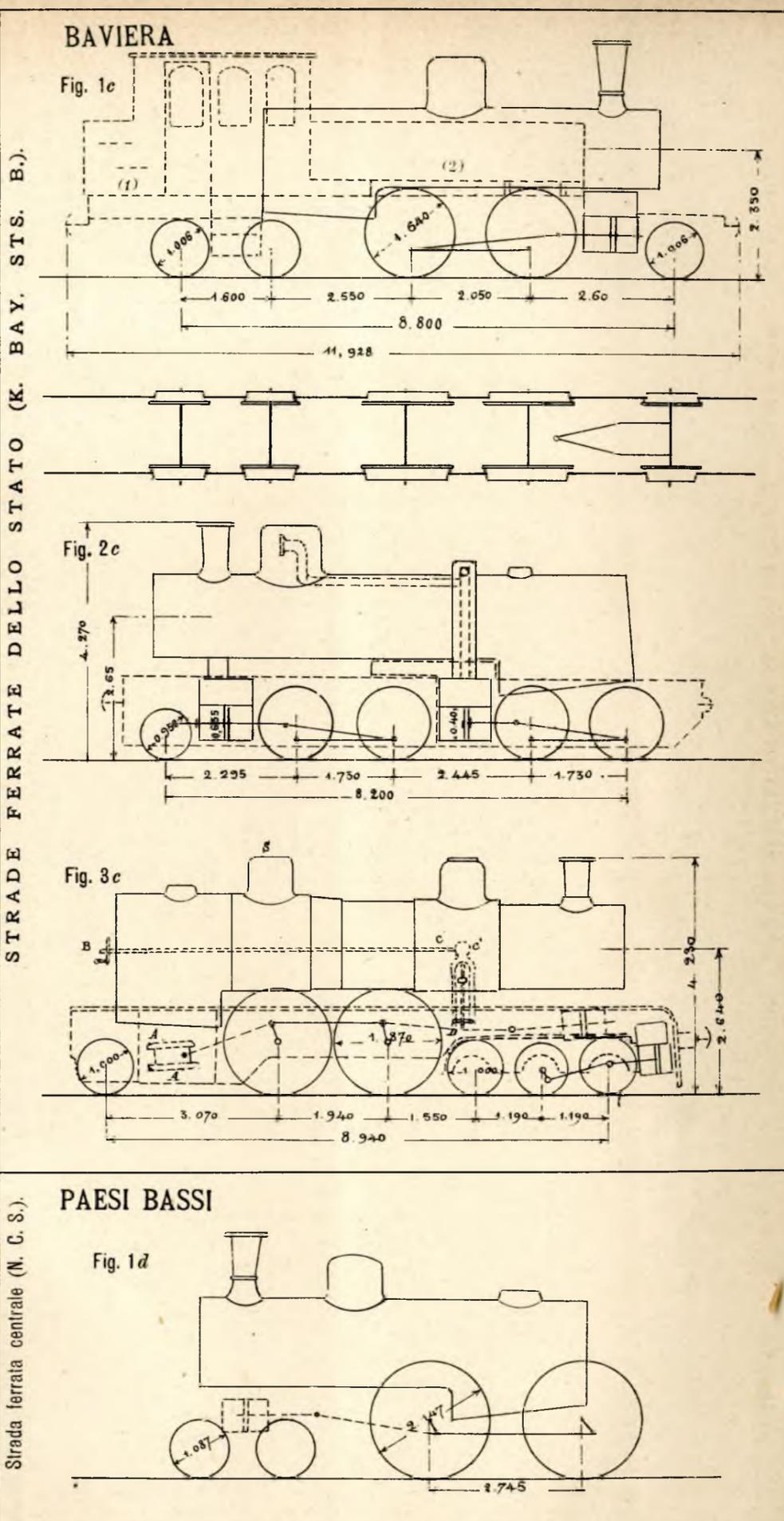
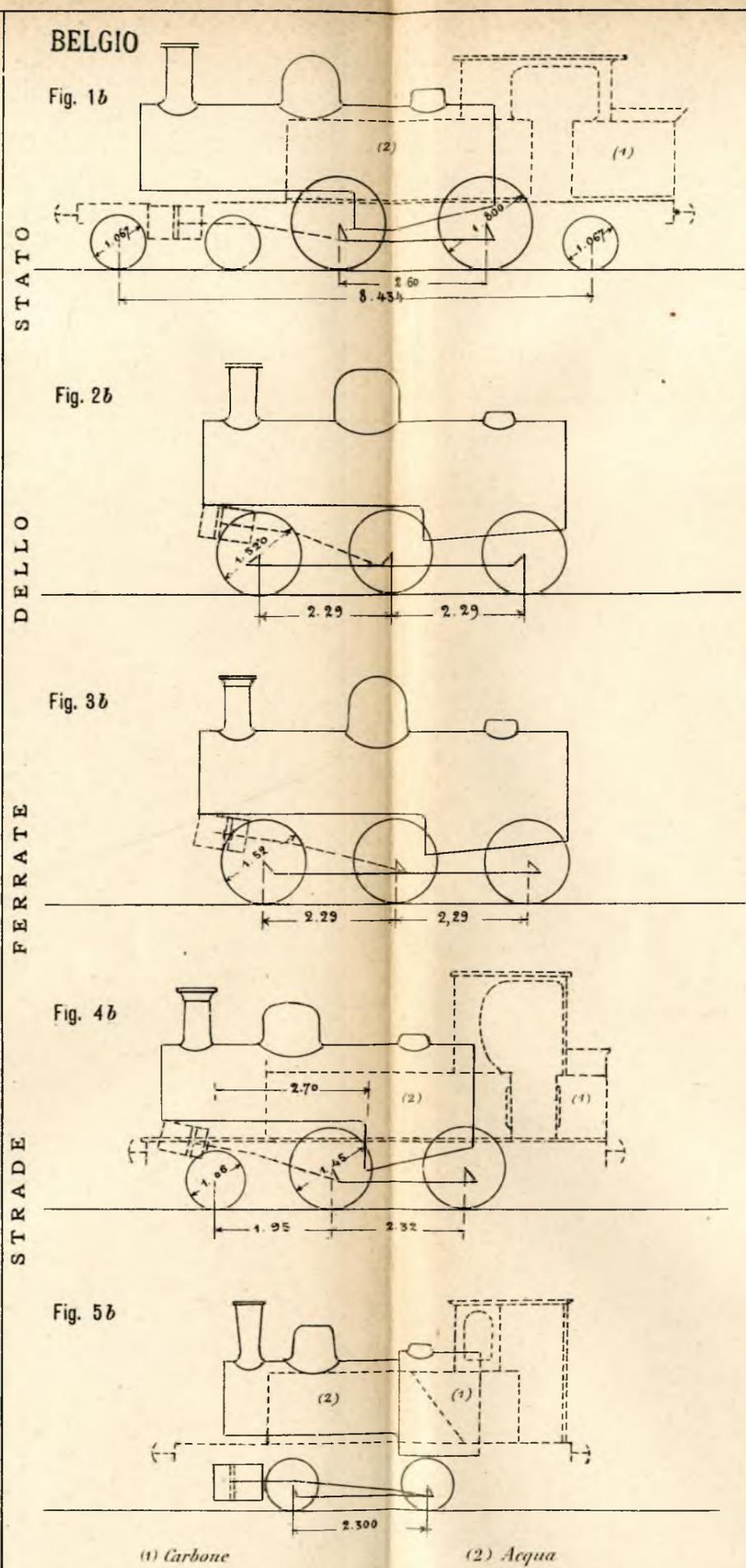
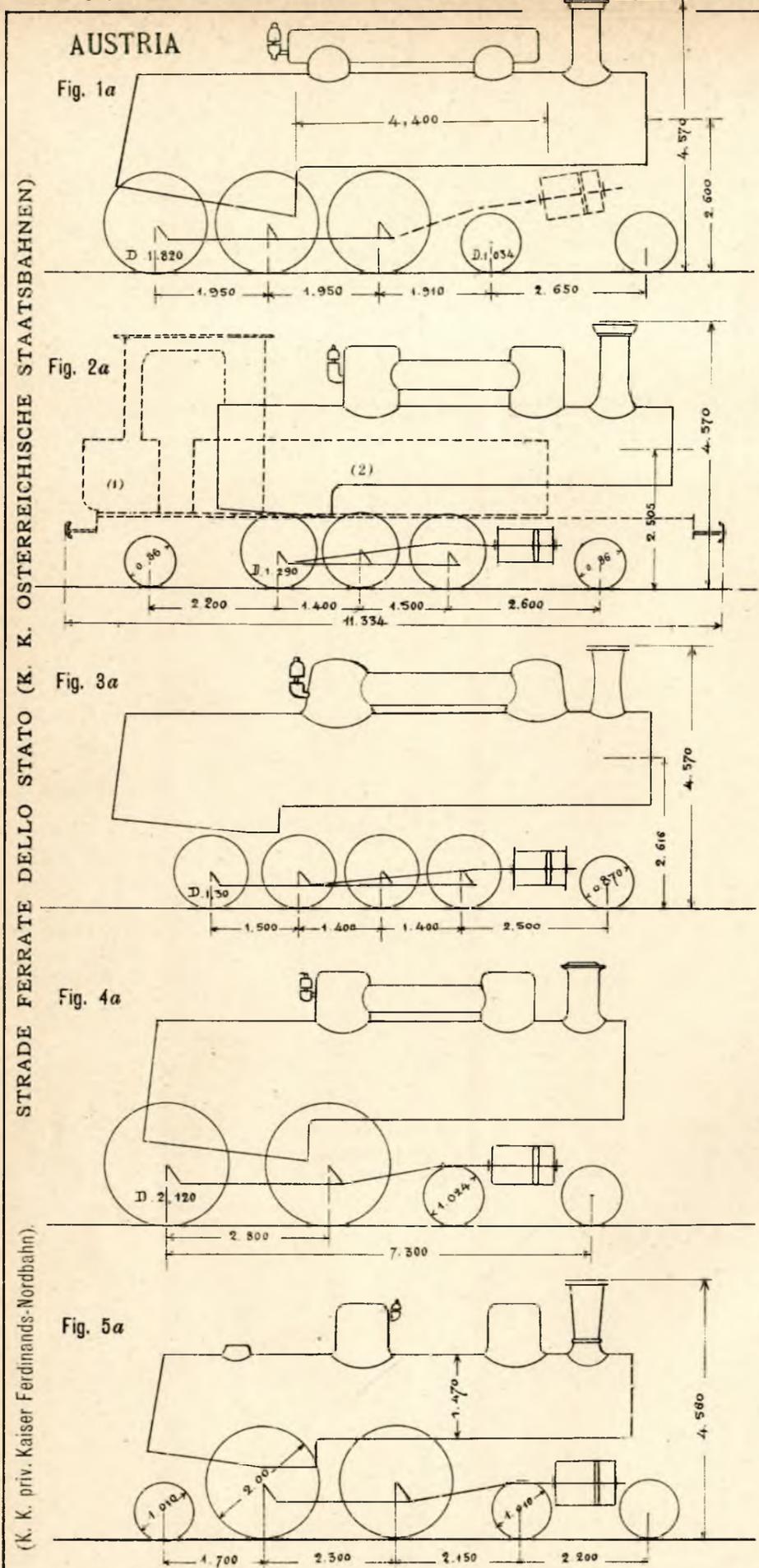
Il Circolo Industrie-Commerciale di Cuneo, accogliendo l'invito, si pose alla testa di questo movimento, mandando alle stampe questa relazione, e noi non dubitiamo che la sua iniziativa troverà buona accoglienza a Cuneo e Torino non solo, ma incontrerà pure le simpatie dei deputati della riviera occidentale ligure, come di tutte le provincie del Regno, onde presto la grande linea internazionale potrà dirsi una grande opera compiuta.

Lo sviluppo industriale del Piemonte, in specie di Torino, troverà nel Mezzogiorno, per quella linea, un mercato nuovo che potrà essere un'era di prosperità.

G. SACHERI.

(1) Pubblicata nel periodico « Il Politecnico », vol. XLVIII.

(2) 1898, pag. 177.



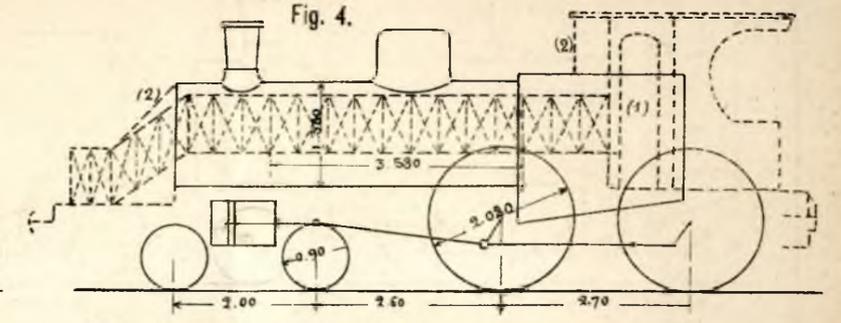
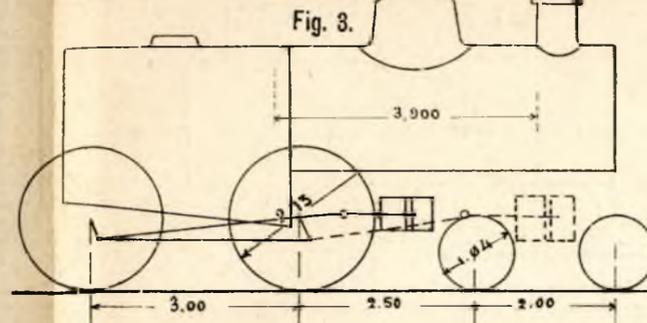
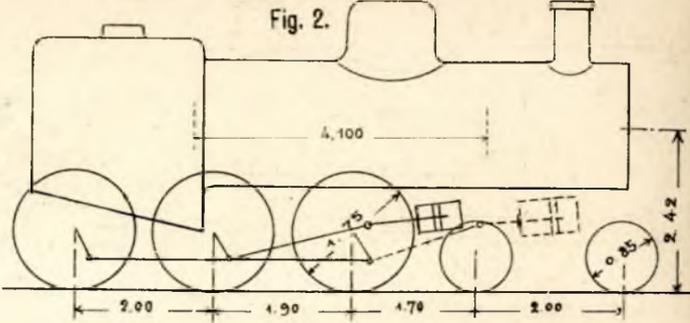
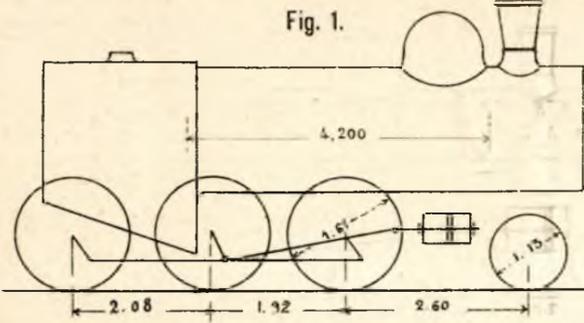
FRANCIA

STRADE

FERRATE

« DU MIDI »

STRADE FERRATE DELLO STATO



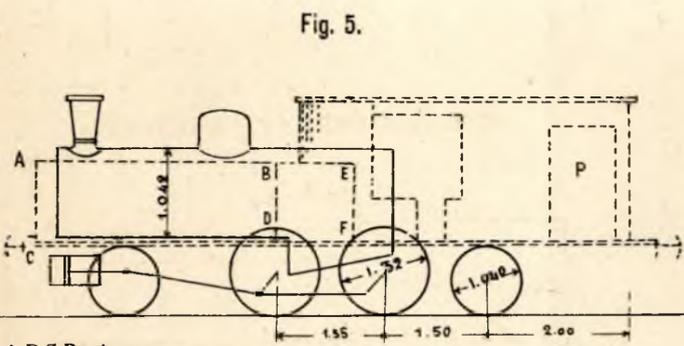
(1) Porta d'accesso alla balconata.  
(2) Corazza frangivento.

STRADE

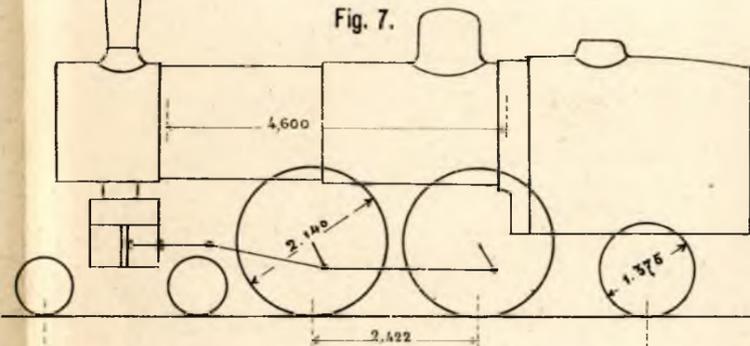
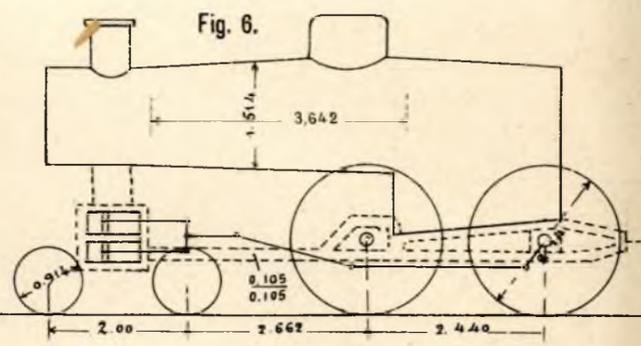
FERRATE

DELLO

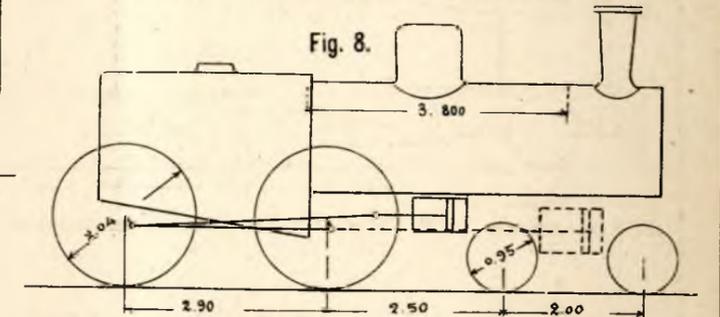
STATO



ABCD Acqua.  
BEFD Carbone. P Porta laterale scorrevole del bagagliaio.



STRADE FERRATE « OUEST »

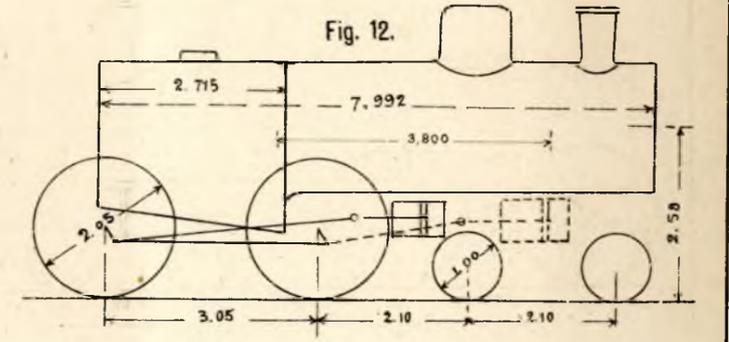
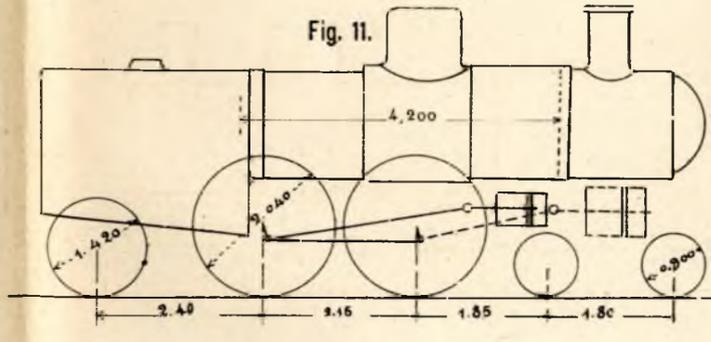
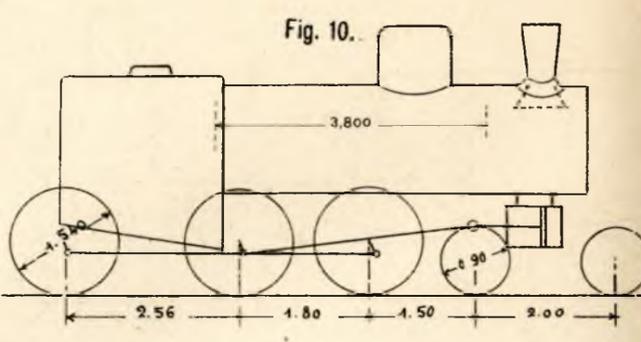
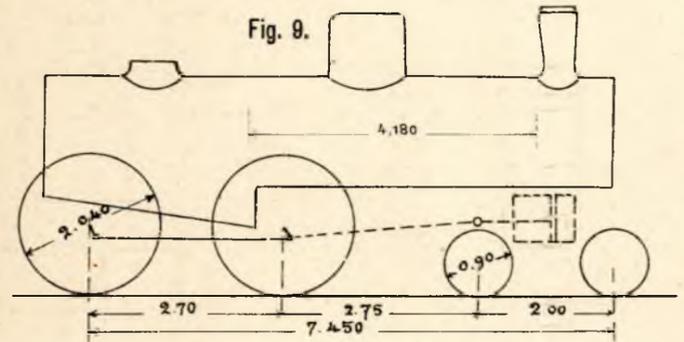


STRADE FERRATE

« OUEST »

STRADE FERRATE « NORD »

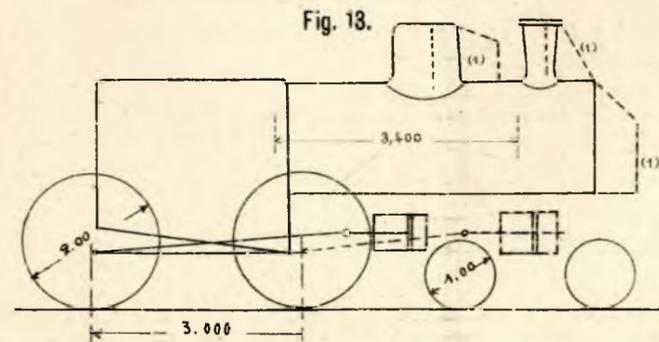
STRADE FERRATE « EST »



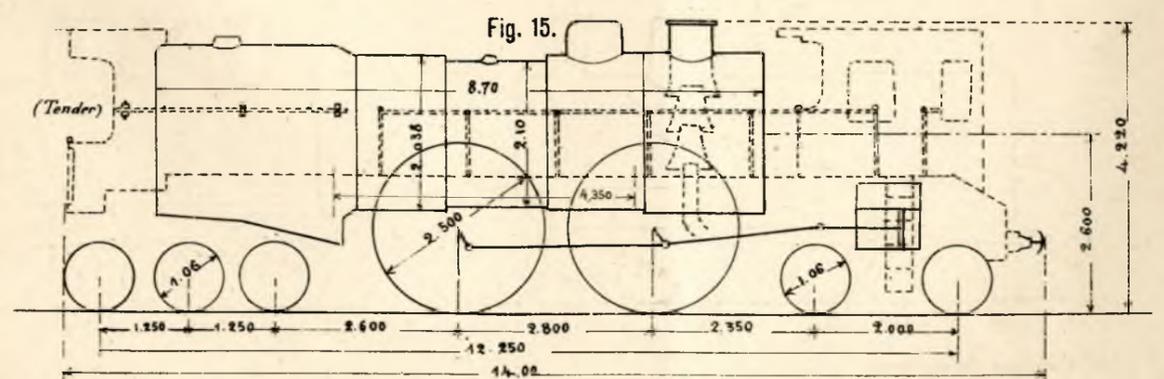
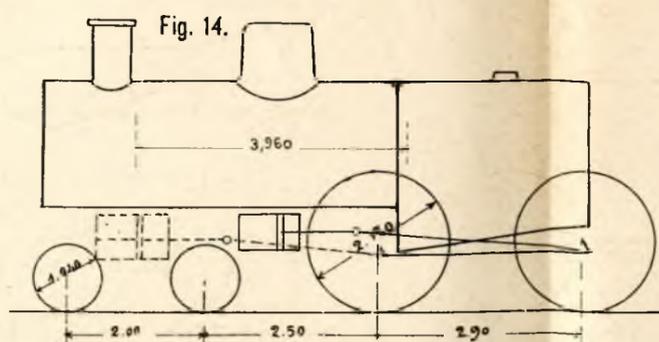
S. F. « PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE »

STRADE FERRATE « PARIS-ORLÉANS »

SOCIETÀ PER LO STUDIO DEI TRENI INTERNAZIONALI



(1) Corazza frangivento.

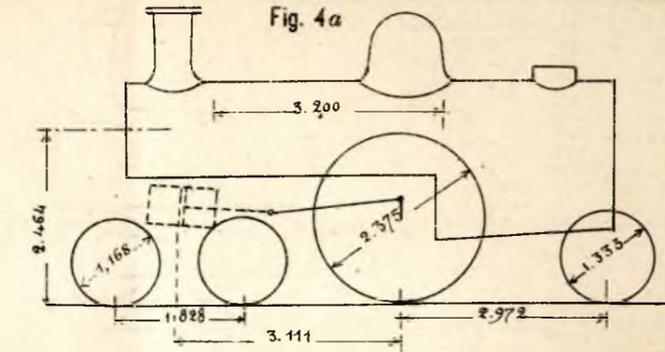
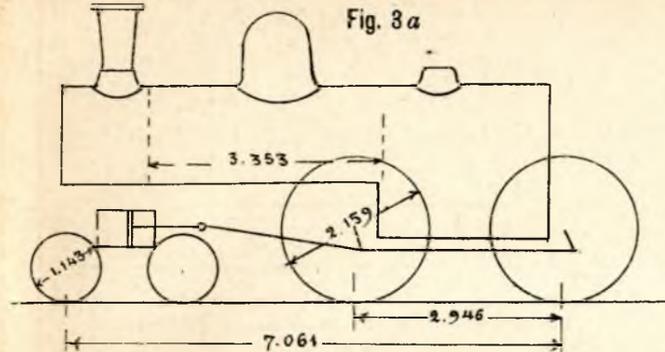
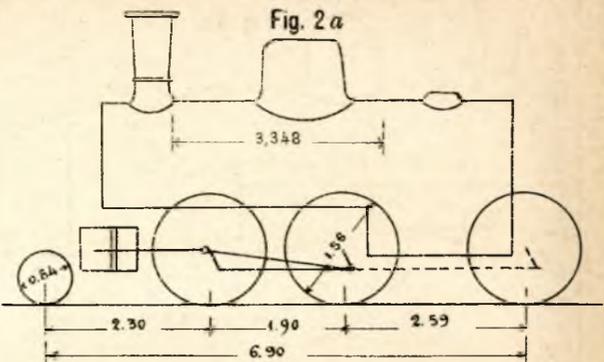
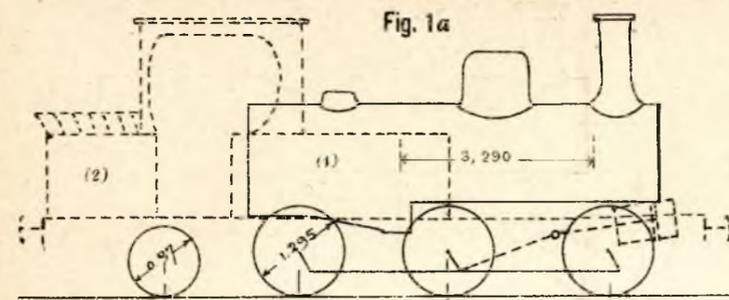


GRAN BRETTAGNA « BARRY RAILWAY »

« GREAT NORTHERN RAILWAY »

« LONDON-NORTH WESTERN-CALEDONIAN RAILWAY »

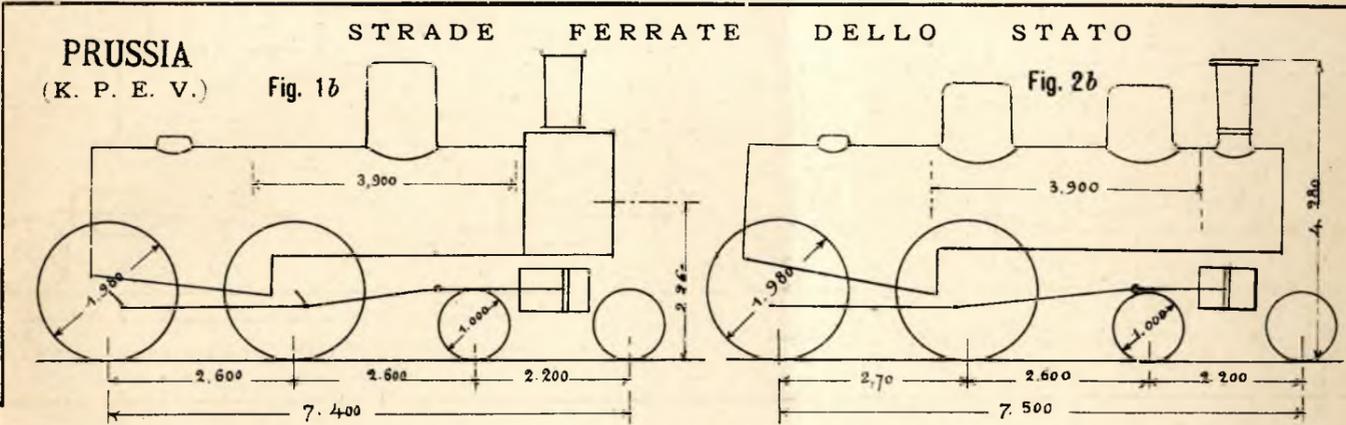
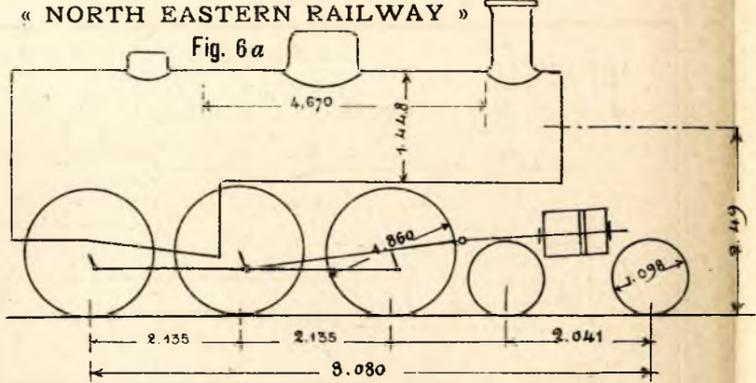
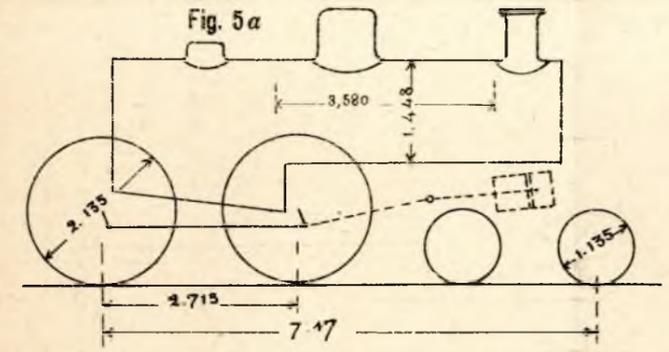
« MIDLAND RAILWAY »



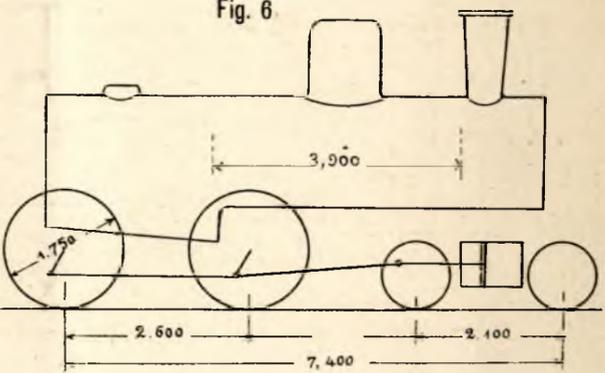
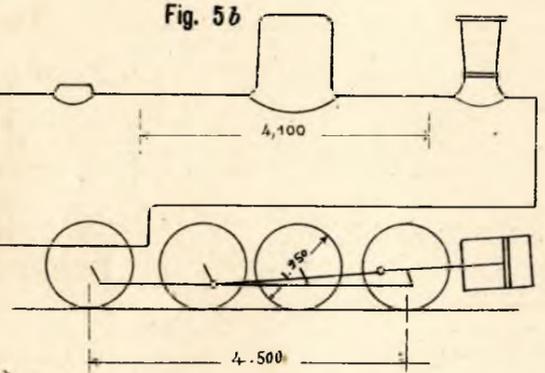
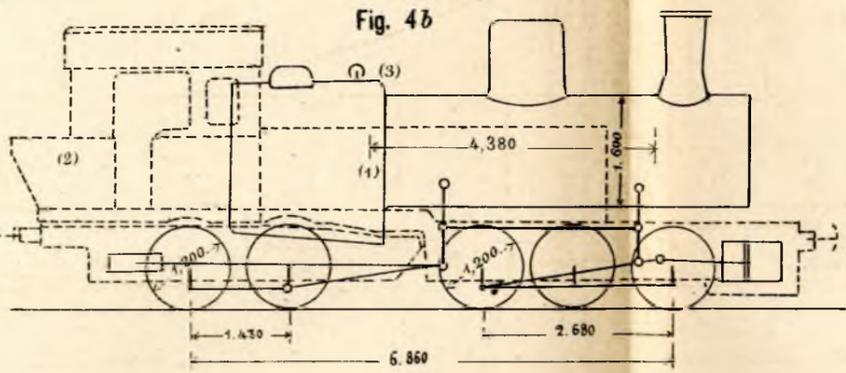
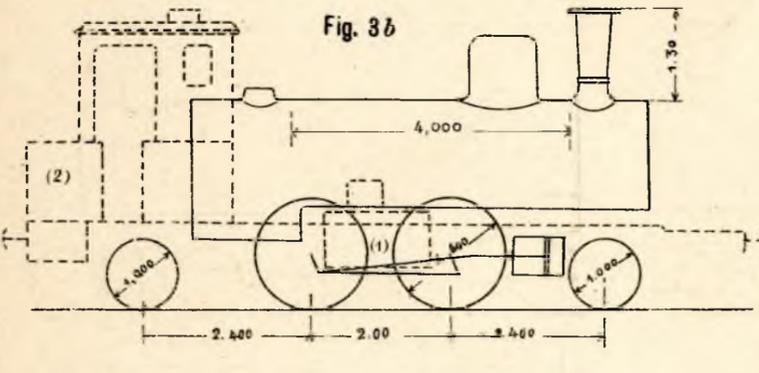
(1) Acqua.  
(2) Carbone.

« GREAT EASTERN RAILWAY OF ENGLAND »

« NORTH EASTERN RAILWAY »

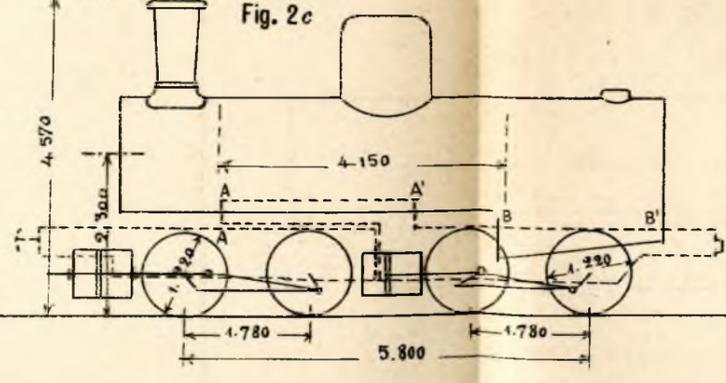
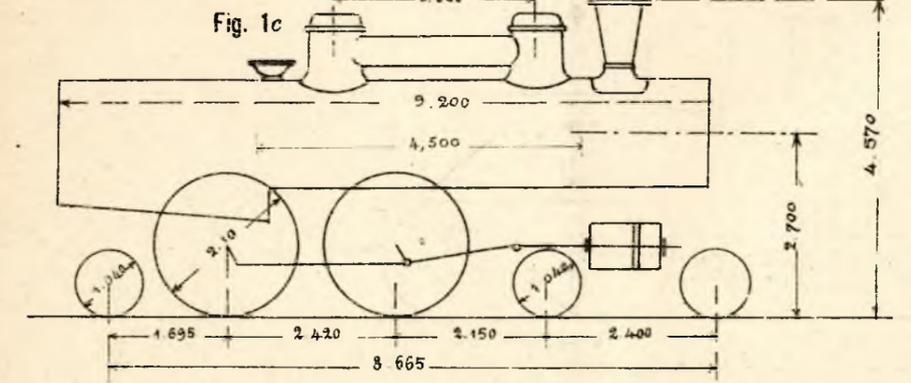


STRADE FERRATE DELLO STATO

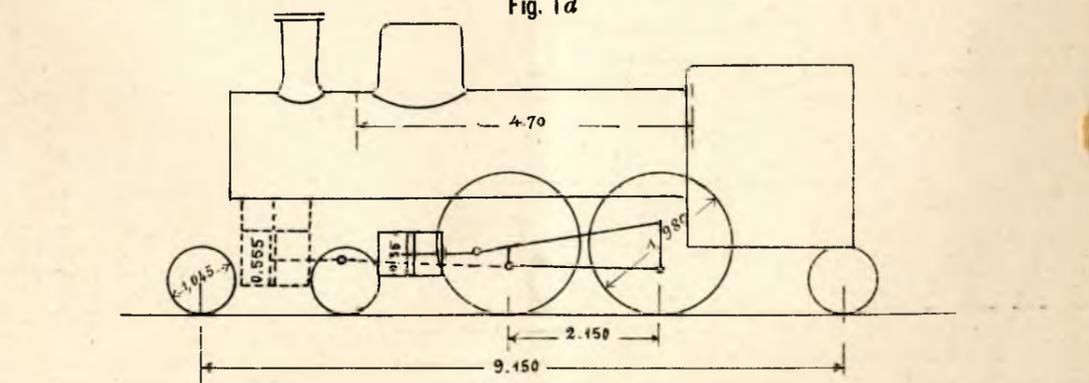


(1) Acqua. (2) Carbone. (3) Campana.

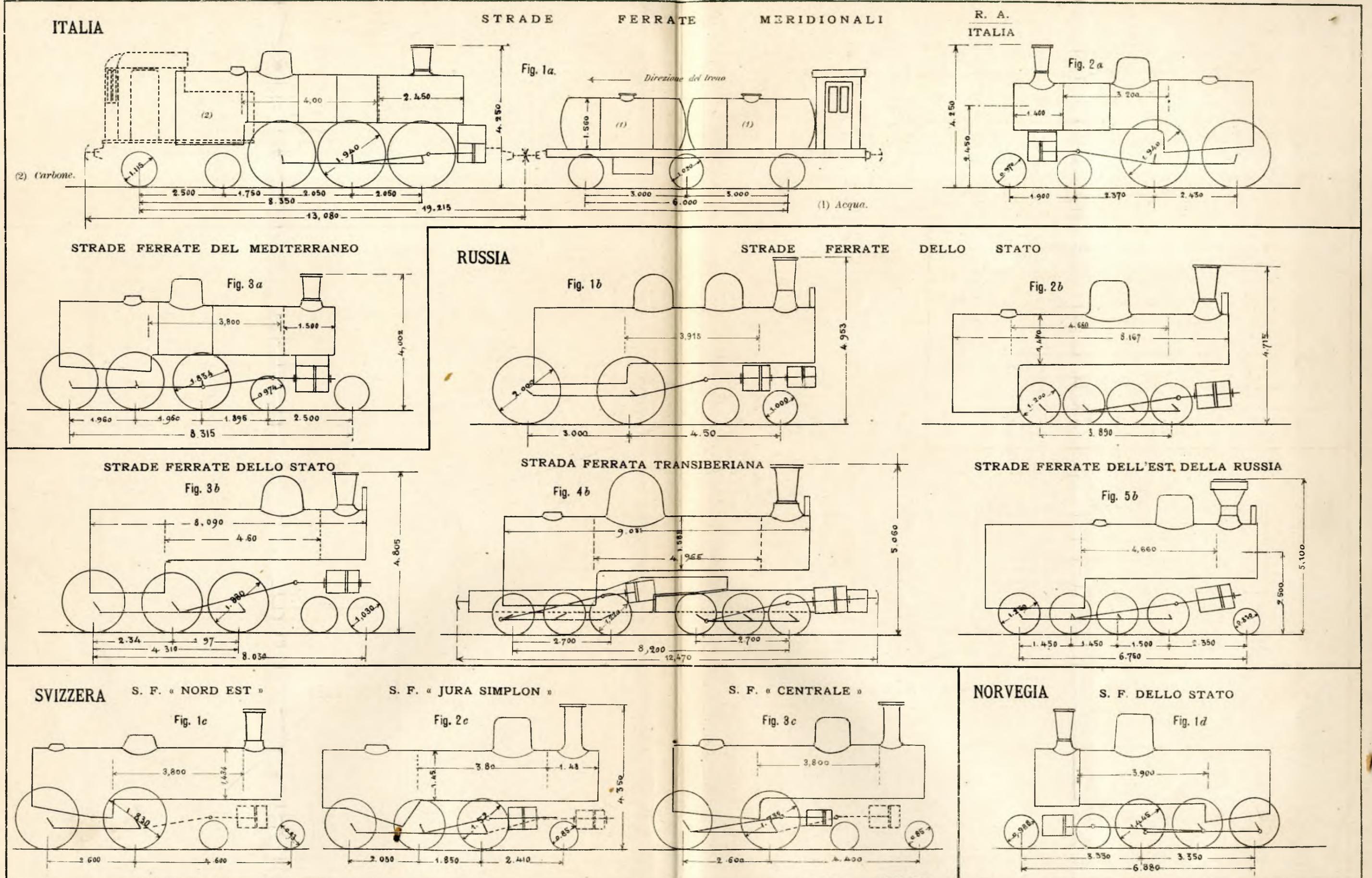
UNGHERIA STRADE FERRATE DELLO STATO (OSZTÁLY-MAGYAR KIRÁLYI ÁLLAMVASUTAK)



SASSONIA STRADE FERRATE DELLO STATO (K. SÄCHS. STS. E. B.)



Torino. Tip-Lit. Canilla e Bertolero di N. Bertolero, editore.



Torino, Tip. Lit. Camilla e Bertolero di S. Bertolero, editore.

I PIURECENTI TIPI DI LOCOMOTIVE IN SERVIZIO SULLE PRINCIPALI FERROVIE D'EUROPA. — TAV. IV: — Italia, Russia, Svizzera, Norvegia.