

L'INGEGNERIA CIVILE

E

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.

COSTRUZIONI METALLICHE

IL PONTE AD ARCO IN ACCIAIO
DELLE CADUTE DEL NIAGARA E DI CLIFTON (1)

(Veggansi le Tav. I e II)

Notizie storiche. — Il più antico ponte che sia stato lanciato attraverso il fiume Niagara, a valle delle cadute, un semplice ponte sospeso, senza travi di irrigidimento, e con torri in legname, fu costruito nel 1848 da Mr. Charles Ellet; esso ha poi ceduto il posto all'attuale ponte ad arco, costruito per uso della ferrovia.

Successivamente, nel 1850, veniva costruito fra Queenston e Lewiston, da Thomas M. Griffith, su progetto del generale E. W. Serrel, un ponte sospeso con canapi a fili paralleli per strada ordinaria. Esso era lungo 1040 piedi (m. 317) tra le torri e largo 20 piedi (m. 6,09), e si dice sia stato costruito per un carico mobile di 800 tonnellate. Ma nel 1864 i canapi di ormeggio (*wind-guys*) essendo stati levati per impedire che venissero asportati da una piena di ghiacci e non essendo stati sostituiti, subito dopo la soprastruttura sospesa veniva distrutta da un violento uragano.

I canapi rimasero colà sospesi fino al 1898, quando vennero rimossi per far posto ad un altro ponte sospeso nello stesso sito, progettato e costruito da R. S. Buck.

Terzo per ordine di tempo è il famoso ponte sospeso internazionale, di 821 piedi (m. 250,24) di luce, sopportante la ferrovia Grand Trunk (*Grand Trunk Railway*), progettato e costruito da J. A. Roebling negli anni 1853-55. Nel 1877-1878 gli ancoraggi di questo ponte vennero rinforzati; nel 1880 la sua trave di irrigidimento (*stiffening-truss*) in legname venne sostituita con una trave metallica; nel 1886 le torri di ferro vennero sostituite con torri in pietra; queste modificazioni vennero progettate ed eseguite da L. L. Buck. Negli anni 1896-97, in causa delle cresciute esigenze del traffico, questo ponte fu rimosso e lo stesso Buck progettò e costruì in suo luogo un ponte ad arco in acciaio per due binari e a doppio uso, della luce di 550 piedi (m. 167,64), destinato a portare un carico mobile di 10 000 lbs. per piede lineare (tonn. 14 881 per ml.). Ultimata la nuova costruzione, essa venne provata facendo correre da un estremo all'altro della medesima, di fianco l'uno all'altro, due treni pesanti 2400 tonn., ossia circa 6700 lbs. per piede lineare, il massimo carico che potè essere ottenuto. Sotto questo carico la massima inflessione verticale fu di $\frac{13}{16}$ pollici (mm. 20,6) in chiave.

Il quarto, in ordine cronologico, fu ancora un ponte sospeso, della luce di 1268 piedi (m. 386,49), per carri e pedoni, progettato dal compianto Mr. Samuel Keefer nel 1868. Esso attraversava il fiume fra la cascata di Niagara e Clif-

ton, 300 yards a valle della caduta Americana e circa $\frac{3}{4}$ di miglio a valle della grande caduta a ferro di cavallo (*Horse shoe fall*), sulla riva Canadese. E poichè il ponte era così stretto che i carri non potevano darsi il passo, nel 1886 l'ing. L. L. Buck preparò il progetto di allargamento che venne poi eseguito.

Ma i canapi di ormeggio (*storm-cables or wind-guys*), essendo stati messi in opera e regolati nella stagione estiva, avvenne che nel gennaio 1889, durante un forte vento freddo, essi si tesero talmente che un capo di quello contro vento si staccò dall'ancoraggio. La struttura sospesa si inclinò verso la parte sotto vento, tanto da trascinare la briglia superiore della trave d'acciaio contro i tiranti di sospensione, tagliandoli per una lunghezza di 300 piedi dalla riva. I tiranti rimanenti in seguito si rupepo come fossero di refe e la trave d'irrigidimento cadde nel fiume, lasciando intatti i canapi.

L'autore del progetto, recatosi tosto sopra luogo, propose che il ponte dovesse essere ricostruito secondo il medesimo disegno. Il che fu fatto con un'accurata messa in opera dei canapi di ritegno, i quali pertanto non diedero più luogo ad alcun inconveniente.

Il quinto fu il ponte Cantilever, della *Michigan Central Railroad*, progettato da C. C. Schneider e costruito nel 1883, il quale ha una luce di 495 piedi (m. 150,88).

Coll'andare del tempo essendo emersa la necessità di accrescere la potenzialità del ponte sospeso delle cascate di Niagara e di Clifton sovraccennato, al fine di provvedere al passaggio di una ferrovia elettrica a filo aereo, esercita con vetture automotrici, dopo avere studiati vari progetti per allargare e rinforzare il vecchio ponte, e confrontati i preventivi di spesa, l'ing. L. L. Buck venne nel convincimento che sarebbe miglior partito quello di costruire un ponte completamente nuovo.

Ed egli fu incaricato dai proprietari e cioè dalla *Niagara Falls Suspension Bridge Company* e dalla *Clifton Suspension Bridge Company*, di progettare e costruire il ponte ad arco, che forma oggetto di questa Memoria.

Sotto il ponte il fiume è profondo circa 180 piedi (metri 54,86) e la velocità della corrente è di 4-5 miglia per ora (m. 1,8-2,2 al minuto secondo); quindi la costruzione di ponti di servizio era fuori di questione. Quantunque il nuovo arco dovesse avere una luce eccezionale, essa era però appena $\frac{2}{3}$ di quella del ponte sospeso. Il suo costo risultava notevolmente minore della spesa occorrente per allargare e rinforzare il vecchio ponte; e d'altra parte esso veniva a riescire molto più rigido e robusto di un ponte sospeso, che richiede dei canapi di ritegno per assicurarne la stabilità. In considerazione della sua grande portata, e tenuto presente che il piano stradale sul ponte non doveva essere orizzontale ed allo scopo di intercettare il meno possibile la vista delle cascate dai punti a valle, ed infine per ridurre il carico proprio tanto che le membrature potessero sostenersi da sè, fu deciso di fare a reticolato gli archi pro-

(1) Da una Memoria del signor Leffert Lefferts Buck (*Excerpt Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, vol. CXLIV, 1900-1901, Part II).

priamente detti, anzichè i timpani. L'A. dubita se un ponte coi soli arconi a reticolato sia tanto economico come uno coi timpani a reticolato, supposto che sia libera la scelta, e crede anzi che quest'ultima forma può rendersi più elegante dell'altra, quantunque diversi siano i pareri in proposito.

Coi timpani a reticolato l'arco è continuo fino alle imposte, mentre coi soli arconi a reticolato è necessario ripiegare la curva della briglia inferiore presso l'appoggio, allo scopo di concentrare la pressione dell'arco sopra il pernio d'imposta. Inoltre, in un arco con timpani a reticolato, ogni membratura è fatta per coadiuvare la montatura sopportando la sua parte di carico, e, allorchè esso deve essere montato senza ponti di servizio, poco materiale in più è richiesto per collegarlo cogli ancoraggi. Per l'esperienza fatta dei due tipi, l'autore confessa di preferire l'arco con timpani a reticolato nei casi in cui sia possibile di adottarlo.

Descrizione del ponte. — Il ponte ad arco in acciaio delle cascate del Niagara e di Clifton consta di un'arcata principale di 840 piedi (m. 256) e di due luci laterali, di cui quella dalla parte di New-York è di 190 piedi (m. 58) e quella dalla parte del Canada di 210 piedi (m. 64) (fig. 1 della Tav. I).

La luce principale è un arco parabolico a due cerniere, a traliccio, che sopporta il piano stradale col mezzo di montanti verticali, i quali appoggiano sulle briglie superiori dell'arco in corrispondenza ai nodi principali.

Le luci estreme sono travi paraboliche (*bow-string*) rovesciate, con traliccio ad unioni snodate.

Il ponte porta ad un medesimo livello nella parte centrale due binari per ferrovia elettrica a filo aereo, ed ai lati due vie pei carri ordinari, ed esternamente due marciapiedi. La totale larghezza del piano stradale, da asse ad asse delle lungherine di riva, è di 46 piedi (m. 14,03). La disposizione del piano stradale è dimostrata nella fig. 2 della Tav. I; il controventamento orizzontale ai piani delle briglie inferiori e superiore delle lungherine è rappresentato schematicamente nella fig. 3 della Tav. I, e il parapetto si vede nella fig. 4 della Tav. I.

Luce principale. — Era necessario innanzi tutto che le due spalle venissero ad appoggiare sulla roccia compatta, l'arenaria di Medina. Dal lato di New-York la fondazione fu posata direttamente sulla roccia suddetta. Sulla sponda Canadese si fondò sopra uno strato di blocchi e ghiaia insistente sulla roccia medesima (fig. 5 della Tav. I).

Le quantità di muratura impiegate nelle due spalle furono di 1417 yards cubici (mc. 1084) di calcestruzzo e 220 yards cubici (mc. 168,30) di muratura in pietra. Queste limitate quantità indicano come il sito si prestasse bene alla costruzione di un arco.

La massima pressione sui due appoggi di ciascuna spalla è di 4 729 000 lbs. (2145 tonn.). La sua direzione fa un angolo di 44°,30' coll'orizzontale. La massima pressione sugli appoggi (pulvini di imposta) è di 220 lbs. per poll. q. (kg. 15,46 per cmq.) e sul calcestruzzo è di 101 lbs. per poll. quadrato (kg. 7,10 per cmq.). La massima pressione verticale sulle fondazioni è di circa 35 lbs. per pollice quadrato (kg. 2,46 per cmq.). La massima pressione orizzontale sarebbe di circa 150 lbs. per poll. q. (kg. 10,54 per cmq.) sulla superficie verticale della roccia, se non si potesse fare alcun assegnamento sopra la resistenza d'attrito alla base di fondazione prodotta dalla compressione; ma con un coefficiente di attrito di 0,55 per la roccia e di 0,75 per i blocchi e la ghiaia, la resistenza d'attrito sarebbe sufficiente per mantenere in posto gli spalloni col massimo carico imposto. Così la stabilità contro i movimenti orizzontali è doppiamente assicurata. Il coefficiente di sicurezza è quindi

elevato: ma gli spalloni furono costrutti con l'intenzione di provvedere ad un eventuale aumento del 25 % nei carichi.

Il calcestruzzo (*concrete*) fu composto rispettivamente con parti 2, 5 e 9 di cemento Portland americano (*Giant*), di sabbia e di pietrisco. Il calcare albarese (*limestone*) di Chaumont fu adoperato per la muratura in pietra da taglio a corsi. Questa pietra è dura e resistente al gelo. I corsi hanno l'altezza di due piedi (m. 0,61) ed i giunti di 1/2 pollice (cm. 1,27).

La corda dell'arco è di 840 piedi (m. 256) tra i centri dei perni d'appoggio. La monta è di 150 piedi (m. 45,75) dal livello dei centri dei perni al centro (asse) degli arconi in chiave, misurata verticalmente. La luce è divisa in venti quadri (scomparti) principali (*main panels*) di 42 piedi (m. 12,81) l'uno; negli arconi (*ribs*) ciascuno di questi scomparti è diviso in due di 21 piedi (m. 6,405) l'uno. Le travi degli arconi (*rib-trusses*) sono inclinate alla verticale di un angolo di 6°,47'. La distanza trasversale da centro a centro dei perni estremi è di 69 047 piedi (m. 21,06) e da centro a centro delle briglie superiori (*top chords*) in chiave è di piedi 30 253 (m. 9,23).

Le briglie superiori ed inferiori degli arconi (*arch-ribs*) sono collegate con parete verticale piena (*solid web section*) per una tratta di 10 piedi e 6 pollici (m. 3,20) a partire dai centri dei perni d'imposta.

Queste travi ad anima piena e i montanti estremi appoggiano sopra dei cuscinetti in acciaio fuso (*steel castings*), i quali, colla loro superficie tornita, posano sopra dei perni del diametro di 12 pollici (m. 0,305) e della lunghezza di 5 piedi e 10 pollici (m. 1,78). I perni sono sopportati alla loro volta da cuscinetti o pulvini di acciaio fuso, i quali riposano (fig. 6 della Tav. I) sopra dei supporti o zoccoli costituiti di travature composte, in acciaio (*built steel*), disposti in modo da distribuire uniformemente la pressione sopra i piani delle murature delle spalle. Le superficie dei cuscinetti di acciaio sui quali appoggiano le parti estreme degli archi sono inclinate rispetto ai perni in modo da dare l'inclinazione voluta agli arconi, mentre i perni sono normali al piano assiale del ponte.

I pezzi di fusione appoggiati sopra i perni sono solidamente bollonati alle parti estreme degli arconi, e i cuscinetti su cui appoggiano i perni sono bollonati alle scarpe sottoposte. Queste parti di fusione vennero collegate insieme col mezzo di collari a ciascun estremo dei perni per evitare qualsiasi spostamento durante la montatura.

Vi è un doppio sistema di controventi rigidi (*stiff-laterals*) nei piani delle briglie tanto superiori che inferiori (fig. 7 della Tav. I) degli arconi: essi sono rinforzati da collegamenti intermedi per ridurre la loro lunghezza libera. I controventi principali (*main laterals*) sono inoltre sostenuti in corrispondenza ai loro punti d'intersezione col mezzo di montanti verticali (*struts*) e di tiranti diagonali (*diagonal rods*), i quali vengono a cadere nei piani dei nodi secondari.

Vi sono altresì dei tiranti diagonali più robusti in corrispondenza ai nodi principali (fig. 1, Tav. II). Gli sforzi dovuti al vento (sforzi trasversali, *wind-stresses*) dal piano stradale (*floor*) del ponte sono riportati alle due spalle in due modi: 1° in basso, col mezzo delle stillate o colonne verticali o montanti (*bents*) che sopportano la strada (*floor beams*), e quindi per mezzo degli arconi alle spalle; 2° per mezzo del doppio controventamento (*wind bracing*), collocato sotto la via (*floor*), alle sommità delle stillate o montanti (*bents*) estremi, e di qui, per mezzo di questi, alle spalle. Venne supposto che due terzi della pressione del vento seguisse il primo sistema e un terzo l'altro. Le travi di sponda (*facia girders*) del piano stradale formano le briglie (*chords*) del sistema di controventamento al piano

del pavimento; e queste, e le diagonali, vennero calcolate per sopportare la loro parte della pressione del vento, considerandole come costituenti una trave lunga 840 piedi (m. 256) ed alta 46 piedi (m. 14,02), la quale altezza è la distanza da asse ad asse delle dette travi di sponda. I controventi (*laterals*) degli arconi (*ribs*) vennero calcolati come se le due metà dell'arco fossero mensole (*cantilever arms*) della lunghezza ciascuna di 420 piedi (m. 128). I collegamenti (*bracing*) delle stillate verticali (*vertical bents*) sono costituiti di tiranti (*rods*) diagonali regolabili (*adjustable*) e di traverse (*struts*) orizzontali.

Il metodo di calcolo seguito è dato nell'Appendice seconda.

Si noti che nelle tabelle, quivi riportate, il segno (—) indica compressione ed il segno (+) tensione.

Per semplificare e mettere in evidenza quali nodi si debbano caricare per ottenere i massimi momenti e sforzi di taglio in ciascun punto dell'arco, vennero calcolate le seguenti tabelle colle formole (1), (2), (3) (Appendice II).

Esse danno gli sforzi in ciascun nodo relativi al peso *uno*, collocato in un nodo qualsiasi.

Tali valori numerici sono indipendenti dalla monta e dalla luce dell'arco, quindi queste tabelle sono applicabili ad ogni arco parabolico diviso in 20 quadri.

Questo metodo di calcolo non è rigorosamente esatto, poichè suppone costante il momento d'inerzia della sezione dell'arco; ma l'errore è praticamente trascurabile e la variazione del momento d'inerzia non è tale da influenzare sensibilmente gli sforzi, come fu dimostrato in pratica dalle misure degli sforzi nella briglia superiore, fatte durante l'operazione di chiusura dell'arco, altrove descritta.

Luci laterali. — Le due travi a *bow-string* non sono belle.

Esse furono adottate per evitare di dover rimuovere la roccia resistente, su cui poggiano da ciascuna parte del fiume; mentre per far posto a travi più alte sarebbe stato necessario tagliare la roccia, incontrando strati di minore compattezza e resistenza.

La disposizione ed i dettagli delle travate di sponda sono indicati nelle figure 2, 4 e 5 della Tav. II.

Esse travi sono appoggiate a cerniera alla sommità dei montanti estremi dell'arco ed il movimento di dilatazione, tanto dell'arco quanto delle luci estreme, è trasmesso ai rulli collocati sugli appoggi di riva.

Qualità e peso dei materiali. — Il metallo adoperato è acciaio Martin-Siemens basico (*basic open-hearth steel*). Pei perni (*rollers*) fu richiesta una resistenza alla trazione da 65 000 a 73 000 libbre per pollice quadrato (da 45,7 a 51,3 kg. per mmq.). Pei ferri laminati (lamiere e acciai sagomati) i Capitolfati stabilivano una resistenza alla rottura per trazione da 62 000 a 68 000 lbs. per pollice quadrato (da 43,6 a 47,8 kg. per mmq.) ed un limite di elasticità di almeno 33 000 lbs. per pollice quadrato (23,2 kg. per mmq.), ed un allungamento di almeno il 20 0/10 su una lunghezza originaria del provino di 8 pollici (203 mm.).

Il peso del metallo impiegato risulta come segue:

	lbs.	tonn.	0/10
Luce principale:			
Arconi, esclusi i controventi	1 673 356	759,034	46,0
Controventi (<i>laterals</i>) degli arconi	383 522	173,966	10,0
Stillate (montanti [<i>bents</i>]) inclusi i collegamenti trasversali (<i>lateral bracing</i>)	450 577	204,382	12,3
Collegamenti longitudinali (<i>longitudinal bracing</i>)	150 705	68,359	4,1
Supporti alle imposte e scarpe (zoccoli) (<i>skewbacks and shoes</i>)	226 634	102,801	6,1
Piano stradale (<i>floor system</i>)	766 287	347,588	21,0
	3 651 081	1 656,130	100,0

Luce estrema verso New-York	344 862	156,429
Luce estrema verso il Canada	371 733	168,618
Parapetto (<i>hand rail</i>) e feramenta per fissare il pavimento (<i>floor fastenings</i>)	83 048	37,671
Diverse (chiodi ribaditi sul posto [<i>field rivets</i>], ecc.)	81 323	36 888
Totale	4 532 047	2 055,736

Oltre ciò vennero impiegati 246 000 piedi BM (*Board Measure*) di legname pei pavimenti della via.

Montatura in opera. — La montatura in opera delle arcate della luce centrale involgeva due problemi principali: primo quello di sostenere la metà degli arconi senza ponti provvisori fino a che fossero arrivati a congiungersi nel mezzo; e il secondo di evitare l'ostacolo del vecchio ponte durante la costruzione del nuovo. Gli assi dei due ponti coincidevano alla sommità del promontorio sulla riva Canadese (V. fig. 8, Tav. II) e divergevano di 13 piedi e 9 pollici (m. 4,19) in corrispondenza allo spallone New-York del grande arco. I livelli dei piani stradali coincidevano dalla parte del Canada; dalla parte di New-York quello del nuovo ponte era di un piede (m. 0,305) più alto. L'altezza degli arconi nel mezzo, era tale che quello verso Nord intersecava e le travi di irrigidimento (*stiffening trusses*) e il piano stradale del ponte sospeso. Bisognava mantenere intatto il vecchio ponte il più possibile, sia per servirsene nella montatura del nuovo, sia per conservare la continuità del passaggio.

La disposizione generale adottata per sostenere la mezza luce dell'arco durante la montatura è indicata nella fig. 8, Tav. II. Due pozzi d'ancoraggio vennero scavati nella roccia solida nei punti H da ciascuna parte del fiume. Questi pozzi avevano 3×6 piedi di sezione orizzontale (0,914×1,829 m.) e circa 16 piedi (m. 4,877) di profondità. Al loro fondo vennero scavate delle camere per ricevere le ancore. Dopo che le ancore e le parti verticali dei tiranti snodati di collegamento (*connecting eye-bars*) furono collocati a posto, i pozzi vennero riempiti di calcestruzzo. I particolari degli ancoraggi e dell'apparecchio di regolazione (*adjusting toggles*) sono indicati nelle figure 6 e 7, Tav. II. I tiranti di collegamento fra gli apparecchi di regolazione (*adjusting toggles*) ed i punti I sono snodati (*eye-bars*). Tra i punti I ed J cioè fino alla sommità del montante o stillata estrema, servono allo scopo le briglie superiori delle luci estreme, le quali vennero calcolate in modo da poter resistere a tutto lo sforzo cui potevano venire sottoposte durante la montatura. Al di là dell'estremo del promontorio le briglie delle travi estreme vennero sostenute su ponti di servizio. Quando gli ancoraggi ed i loro collegamenti furono a posto, vennero costruiti i montanti estremi della luce centrale e collegati poi cogli ancoraggi. Il primo quadro o campata (*panel*) degli arconi, lungo 42 piedi (m. 12,81) fu allora montato in sbalzo da ciascun lato del fiume, appoggiandolo su delle piccole stillate (*bents*) provvisorie costrutte dinanzi alle spalle. Quando queste campate furono finite, vennero congiunti ad esse i primi ancoraggi d'avanzata A, ed a mezzo dei tenditori (*adjusting links*) il peso delle campate venne sollevato dalle stillate provvisorie. Quindi venne costruita in sporto (*built out*) la seconda campata, pure di 42 piedi, e venne congiunta ad essa e quindi regolata la seconda serie B degli ancoraggi di avanzata. Così il lavoro venne continuato dai due lati del fiume fino al mezzo. Tutti questi tiranti d'ancoraggio di avanzata (*fare anchorages*) erano provvisti di tenditori (manicotti di regolazione [*adjusting links*]), fatta eccezione dell'ultimo, G, che si collegava al nodo 14. L'assenza di tenditori nel tirante G rese necessario di regolare gli altri tiranti di ancoraggio in modo da portare i punti I e K più

Arco parabolico con cerniere agli appoggi.

M = m c W, valori di m; c = mezza luce; K = monta.

Punti di divisione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W su 1	+ 0.0832	+ 0.0676	+ 0.0523	+ 0.0402	+ 0.0289	+ 0.0178	+ 0.0084	+ 0.0003	- 0.0066	- 0.0122
» 2	+ 0.0667	+ 0.1359	+ 0.1075	+ 0.0815	+ 0.0580	+ 0.0370	+ 0.0184	+ 0.0023	- 0.0114	- 0.0226
» 3	+ 0.0509	+ 0.1051	+ 0.1634	+ 0.1250	+ 0.0902	+ 0.0590	+ 0.0315	+ 0.0075	- 0.0129	- 0.0297
» 4	+ 0.0359	+ 0.0765	+ 0.1217	+ 0.1715	+ 0.1260	+ 0.0851	+ 0.0489	+ 0.0173	- 0.0097	- 0.0320
» 5	+ 0.0221	+ 0.0498	+ 0.0831	+ 0.1219	+ 0.1663	+ 0.1162	+ 0.0717	+ 0.0328	- 0.0006	- 0.0283
» 6	+ 0.0097	+ 0.0257	+ 0.0480	+ 0.0767	+ 0.1118	+ 0.1532	+ 0.1016	+ 0.0551	+ 0.0155	- 0.0176
» 7	- 0.0013	+ 0.0043	+ 0.0170	+ 0.0366	+ 0.0632	+ 0.0968	+ 0.1374	+ 0.049	+ 0.0394	+ 0.0010
» 8	- 0.0107	- 0.0139	- 0.0097	+ 0.0019	+ 0.0210	+ 0.0475	+ 0.0815	+ 0.1229	+ 0.0717	+ 0.0280
» 9	- 0.0183	- 0.0289	- 0.0318	- 0.0270	- 0.0145	+ 0.0058	+ 0.0338	+ 0.0695	+ 0.1129	+ 0.0641
» 10	- 0.0242	- 0.0406	- 0.0492	- 0.0500	- 0.0430	- 0.0281	- 0.0055	+ 0.0250	+ 0.0633	+ 0.1094
» 11	- 0.0283	- 0.0489	- 0.0681	- 0.0670	- 0.0644	- 0.0542	- 0.0362	- 0.0105	+ 0.0229	+ 0.0641
» 12	- 0.0307	- 0.0539	- 0.0697	- 0.0780	- 0.0790	- 0.0725	- 0.0585	- 0.0371	- 0.0083	+ 0.0280
» 13	- 0.0313	- 0.0556	- 0.0730	- 0.0834	- 0.0868	- 0.0832	- 0.0726	- 0.0551	- 0.0305	+ 0.0010
» 14	- 0.0304	- 0.0545	- 0.0720	- 0.0833	- 0.0882	- 0.0868	- 0.0791	- 0.0649	- 0.0445	- 0.0176
» 15	- 0.0279	- 0.0502	- 0.0670	- 0.0781	- 0.0837	- 0.0838	- 0.0783	- 0.0672	- 0.0505	- 0.0283
» 16	- 0.0241	- 0.0435	- 0.0583	- 0.0685	- 0.0740	- 0.0749	- 0.0711	- 0.0627	- 0.0497	- 0.0320
» 17	- 0.0191	- 0.0347	- 0.0467	- 0.0550	- 0.0598	- 0.0609	- 0.0585	- 0.0525	- 0.0429	- 0.0297
» 18	- 0.0133	- 0.0241	- 0.0325	- 0.0385	- 0.0420	- 0.0430	- 0.0416	- 0.0365	- 0.0314	- 0.0226
» 19	- 0.0068	- 0.0124	- 0.0167	- 0.0198	- 0.0216	- 0.0222	- 0.0216	- 0.0197	- 0.0166	- 0.0122

Arco parabolico con cerniere agli appoggi (continuazione).

V = n W, valori di n.

Intervalli	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W su 1	+ 0.8316	- 0.1559	- 0.1435	- 0.1310	- 0.1185	- 0.1061	- 0.0936	- 0.0812	- 0.0687	- 0.0562
» 2	+ 0.6671	+ 0.6916	- 0.2839	- 0.2594	- 0.2349	- 0.2103	- 0.1858	- 0.1613	- 0.1368	- 0.1123
» 3	+ 0.5086	+ 0.5445	+ 0.5804	- 0.3836	- 0.3477	- 0.3117	- 0.2758	- 0.2399	- 0.2039	- 0.1680
» 4	+ 0.3592	+ 0.4056	+ 0.4520	+ 0.4984	- 0.4552	- 0.4088	- 0.3624	- 0.3160	- 0.2696	- 0.2232
» 5	+ 0.2212	+ 0.2769	+ 0.3325	+ 0.3882	+ 0.4439	- 0.5005	- 0.4448	- 0.3892	- 0.3335	- 0.2778
» 6	+ 0.0966	+ 0.1601	+ 0.2236	+ 0.2871	+ 0.3506	+ 0.4142	- 0.5223	- 0.4588	- 0.3953	- 0.3318
» 7	- 0.0133	+ 0.0565	+ 0.1263	+ 0.1962	+ 0.2660	+ 0.3358	+ 0.4056	- 0.5246	- 0.4507	- 0.3849
» 8	- 0.1068	- 0.0324	+ 0.0420	+ 0.1164	+ 0.1909	+ 0.2652	+ 0.3396	+ 0.4140	- 0.5116	- 0.4372
» 9	- 0.1832	- 0.1060	- 0.0289	+ 0.0483	+ 0.1255	+ 0.2027	+ 0.2799	+ 0.3570	+ 0.4342	- 0.4886
» 10	- 0.2421	- 0.1640	- 0.0859	- 0.0078	+ 0.0703	+ 0.1485	+ 0.2266	+ 0.3047	+ 0.3828	+ 0.4609
» 11	- 0.2832	- 0.2060	- 0.1289	- 0.0517	+ 0.0255	+ 0.1027	+ 0.1799	+ 0.2570	+ 0.3342	+ 0.4114
» 12	- 0.3068	- 0.2324	- 0.1580	- 0.0836	- 0.0092	+ 0.0662	+ 0.1396	+ 0.2140	+ 0.2884	+ 0.3668
» 13	- 0.3133	- 0.2435	- 0.1737	- 0.1038	- 0.0340	+ 0.0358	+ 0.1056	+ 0.1754	+ 0.2453	+ 0.3151
» 14	- 0.3034	- 0.2399	- 0.1764	- 0.1129	- 0.0494	+ 0.0142	+ 0.0777	+ 0.1412	+ 0.2047	+ 0.2682
» 15	- 0.2788	- 0.2231	- 0.1675	- 0.1118	- 0.0561	- 0.0005	+ 0.0552	+ 0.1108	+ 0.1665	+ 0.2222
» 16	- 0.2408	- 0.1944	- 0.1480	- 0.1016	- 0.0552	- 0.0088	+ 0.0376	+ 0.0840	+ 0.1304	+ 0.1768
» 17	- 0.1914	- 0.1555	- 0.1196	- 0.0836	- 0.0477	- 0.0117	+ 0.0242	+ 0.0601	+ 0.0961	+ 0.1320
» 18	- 0.1329	- 0.1084	- 0.0839	- 0.0594	- 0.0349	- 0.0103	+ 0.0142	+ 0.0387	+ 0.0632	+ 0.0877
» 19	- 0.0684	- 0.0559	- 0.0435	- 0.0310	- 0.0185	- 0.0061	+ 0.0064	+ 0.0183	+ 0.0313	+ 0.0438

vicini fra loro di circa 6 pollici (m. 0,152) di quello che importava la lunghezza netta dell'ancoraggio G, e ciò allo scopo di poter inserire l'ultimo pernio (*pin*) di questa catena di ancoraggio. Allorquando il pernio (*pin*) in K fu inserito, tutti gli altri ancoraggi di avanzata (*fare-anchorages*) ven-

nero allentati, e tutto il peso fu riportato in G. La lunghezza dell'ancoraggio di avanzata G, tra J e K, e la posizione dei punti J, fu regolata in modo da lasciare un intervallo libero giusto, sufficiente per lasciar entrare le due porzioni di briglie inferiori centrali. L'appoggio (*bearing*) al

Arco parabolico con cerniere agli appoggi (continuazione).

M = m c W, valori di m; c = mezza luce; K = monta.

Punti di divisione	11	12	13	14	15	16	17	18	19	H.
W su 1	-0.0166	-0.0197	-0.0216	-0.0222	-0.0216	-0.0198	-0.0167	-0.0124	-0.0068	0.0623 × $\frac{c}{K}$ W
» 2	-0.0314	-0.0365	-0.0416	-0.0430	-0.0420	-0.0385	-0.0325	-0.0241	-0.0133	0.12262 »
» 3	-0.0429	-0.0525	-0.0585	-0.0609	-0.0598	-0.0550	-0.0467	-0.0347	-0.0191	0.17970 »
» 4	-0.0497	-0.0627	-0.0711	-0.0749	-0.0740	-0.0685	-0.0583	-0.0435	-0.0241	0.23200 »
» 5	-0.0505	-0.0672	-0.0783	-0.0838	-0.0837	-0.0781	-0.0670	-0.0502	-0.0279	0.27832 »
» 6	-0.0445	-0.0649	-0.0791	-0.0868	-0.0882	-0.0833	-0.0720	-0.0545	-0.0304	0.31762 »
» 7	-0.0305	-0.0551	-0.0726	-0.0832	-0.0868	-0.0834	-0.0730	-0.0556	-0.0313	0.34907 »
» 8	-0.0083	-0.0371	-0.0585	-0.0725	-0.0790	-0.0780	-0.0697	-0.0539	-0.0307	0.37200 »
» 9	+0.0229	-0.0105	-0.0362	-0.0542	-0.0644	-0.0670	-0.0618	-0.0489	-0.0283	0.38594 »
» 10	+0.0633	+0.0250	-0.0055	-0.0281	-0.0430	-0.0500	-0.0492	-0.0406	-0.0242	0.39062 »
» 11	+0.1129	+0.0695	+0.0338	+0.0058	-0.0145	-0.0279	-0.0318	-0.0289	-0.0183	0.38594 »
» 12	+0.0717	+0.1228	+0.0815	+0.0475	+0.0210	+0.0019	-0.0097	-0.0139	-0.0107	0.37200 »
» 13	+0.0394	+0.0849	+0.1374	+0.0968	+0.0632	+0.0366	+0.0170	+0.0043	-0.0013	0.34907 »
» 14	+0.0155	+0.0551	+0.1016	+0.1532	+0.1118	+0.0767	+0.0480	+0.0257	+0.0097	0.31762 »
» 15	-0.0006	+0.0328	+0.0717	+0.1162	+0.1663	+0.1219	+0.0831	+0.0498	+0.0221	0.27832 »
» 16	-0.0097	+0.0173	+0.0489	+0.0851	+0.1260	+0.1715	+0.1217	+0.0765	+0.0359	0.23200 »
» 17	-0.0129	+0.0075	+0.0315	+0.0590	+0.0902	+0.1250	+0.1334	+0.1051	+0.0509	0.17970 »
» 18	-0.0114	+0.0023	+0.0184	+0.0370	+0.0580	+0.0815	+0.1075	+0.1359	+0.0667	0.12262 »
» 19	-0.0066	-0.0003	+0.0084	+0.0178	+0.0289	+0.0402	+0.0523	+0.0676	+0.0832	0.06230 »

Arco parabolico con cerniere agli appoggi (continuazione).

V = n W, valori di n.

Intervalli	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
W su 1	-0.0438	-0.0313	-0.0188	-0.0064	+0.0061	+0.0185	+0.0310	+0.0435	+0.0559	+0.0684
» 2	-0.0877	-0.0632	-0.0387	-0.0142	+0.0103	+0.0349	+0.0594	+0.0839	+0.1084	+0.1329
» 3	-0.1320	-0.0961	-0.0601	-0.0242	+0.0117	+0.0477	+0.0836	+0.1196	+0.1555	+0.1914
» 4	-0.1768	-0.1304	-0.0840	-0.0376	+0.0088	+0.0552	+0.1016	+0.1480	+0.1944	+0.2408
» 5	-0.2222	-0.1665	-0.1108	-0.0552	+0.0005	+0.0561	+0.1118	+0.1675	+0.2231	+0.2788
» 6	-0.2682	-0.2047	-0.1412	-0.0777	-0.0142	+0.0494	+0.1129	+0.1764	+0.2399	+0.3034
» 7	-0.3151	-0.2453	-0.1754	-0.1056	-0.0358	+0.0340	+0.1038	+0.1737	+0.2435	+0.3133
» 8	-0.3668	-0.2884	-0.2140	-0.1396	-0.0662	+0.0092	+0.0836	+0.1580	+0.2324	+0.3068
» 9	-0.4114	-0.3342	-0.2570	-0.1799	-0.1027	-0.0255	+0.0517	+0.1289	+0.2060	+0.2832
» 10	-0.4609	-0.3828	-0.3047	-0.2266	-0.1485	-0.0703	+0.0078	+0.0859	+0.1640	+0.2421
» 11	+0.4886	-0.4342	-0.3570	-0.2799	-0.2027	-0.1255	-0.0483	+0.0289	+0.1060	+0.1832
» 12	+0.4372	+0.5116	-0.4140	-0.3396	-0.2652	-0.1908	-0.1164	-0.0420	+0.0324	+0.1068
» 13	+0.3849	+0.4547	+0.5246	-0.4056	-0.3358	-0.2660	-0.1962	-0.1263	-0.0565	+0.0133
» 14	+0.3318	+0.3953	+0.4588	+0.5223	-0.4142	-0.3506	-0.2871	-0.2236	-0.1601	-0.0966
» 15	+0.2778	+0.3335	+0.3892	+0.4448	+0.5005	-0.4439	-0.3882	-0.3325	-0.2769	-0.2212
» 16	+0.2232	+0.2696	+0.3160	+0.3624	+0.4088	+0.4552	-0.4984	-0.4520	-0.4056	-0.3592
» 17	+0.1680	+0.2039	+0.2399	+0.2758	+0.3117	+0.3477	+0.3836	-0.5804	-0.5445	-0.5086
» 18	+0.1123	+0.1368	+0.1613	+0.1858	+0.2103	+0.2349	+0.2594	+0.2839	-0.6916	-0.6671
» 19	+0.0562	+0.0687	+0.0812	+0.0936	+0.1061	+0.1185	+0.1310	+0.1435	+0.1559	-0.8316

centro delle briglie inferiori si fece sopra un pernio di 12 pollici (m. 0,305) e quando le briglie inferiori e le diagonali dei quadri 19 e 20 furono a posto e i perni inseriti, gli apparecchi di regolazione (*closing-toggles*) T vennero allentati, e le due metà dell'arco vennero portate a poggiare sul pernio

centrale. Tutte le sbarre a snodo (*eye-bars*) e le saette (*counters*) delle due travate estreme vennero utilizzate negli ancoraggi provvisori.

L'apparecchio di regolazione (*closing-toggle*) consisteva di un quadrilatero articolato, colla sua diagonale più lunga

coincidente coll'asse delle catene di ancoraggio (fig. 6, Tav. II). Sulla sua diagonale più corta era collocata una vite destra e sinistra (*right-and left-hand screw*) del diametro di 9 pollici, girante in due robuste madreviti di ghisa.

Questa medesima forma di apparecchio di regolazione (*toggle*) e la stessa vite destrorsa e sinistrorsa furono pure adoperate dall'autore nella costruzione del ponte in arco di acciaio per ferrovia sul fiume Niagara. Le viti venivano girate a mano col mezzo di un argano, e per tal guisa la diagonale più corta poteva essere accorciata e la più lunga allungata e viceversa. Quando i triangoli inferiori delle campate centrali dell'arco furono completi e furono messi a posto i perni al nodo 20 inferiore, le due metà degli archi rimasero ancora come due mensole indipendenti (*cantilevers*), finchè, allentando gli apparecchi di regolazione (*closing-toggles*), e allungando i loro diametri maggiori, i punti I si mossero verso il fiume, gli estremi delle due metà degli archi si accostarono, e l'appoggio al centro fu tutto sul pernio centrale. Gli arconi allora resistevano come archi a tre cerniere (*three hinged arcs*). Essi vennero convertiti in archi a due cerniere mediante l'interposizione fra le briglie superiori di torchi idraulici (*hydraulic jacks*), mediante i quali si allontanarono le briglie superiori fino ad impartire loro la spinta corrispondente al carico morto che gli archi allora portavano. La forma e disposizione del nodo superiore ed inferiore alla chiave è dimostrata nella fig. 2, Tav. II. Delle pareti (*diaphragms*) vennero inchiodate alle briglie superiori all'interno, e contro di esse i torchi esercitavano la loro pressione. I torchi idraulici principali, (*the main hydraulic jacks*) furono disposti in modo da agire orizzontalmente. La pressione venne applicata ad essi col mezzo di ordinari torchi idraulici da circa 30 tonn., che lavoravano verticalmente (fig. 3, Tav. II). Mentre gli arconi (*ribs*) insistevano sulle tre cerniere si aveva un vano di circa 3 pollici (m. 0,076) tra gli estremi delle briglie superiori nel centro. Questo vano corrispondeva esattamente a quello calcolato. Allo scopo di dare alle briglie superiori la spinta che dovevano sopportare nell'arco a due cerniere si doveva esercitare una pressione al centro di esse di 375 000 lbs. (tonn. 170,1) per mezzo dei torchi su ciascuna briglia superiore; e i vani dovevano essere portati, mercè la pressione diretta, a 6 pollici (m. 0,152). Questa pressione e le corrispondenti aperture (vani) erano stati calcolati in precedenza, tenendo il debito conto della temperatura; dei manometri (*pressure gauges*) per indicare la pressione erano stati applicati ai torchi principali (*main jacks*), e la pressione venne rilevata accuratamente. La portata dei piccoli torchi non fu sufficiente per mettere in grado i torchi principali (*main jacks*) di portare il vano a 6 pollici in una sola volta. Quindi si rese necessario di ripetere l'applicazione della pressione parecchie volte. I manometri registrarono 375 000 lbs. (t. 170,100) esattamente quando il vano raggiunse i 6 pollici. I vani vennero mantenuti col mezzo di spessori (*shims*) provvisori, finchè si ebbero i blocchi di acciaio fuso definitivi piallati al preciso spessore. Si era previsto di applicare la pressione di 375 000 lbs. (tonn. 170,1) a ciascuna briglia e di rilevare poi i vani che si sarebbero avuti; l'esatto spessore quindi del blocco definitivo di acciaio fuso non fu stabilito finchè non fu finita l'operazione dell'allargamento. Passarono diversi giorni prima che la pressione venisse di nuovo applicata per mezzo dei torchi allo scopo di liberare gli spessori (*shims*) provvisori e permettere l'inserzione dei blocchi definitivi. Quando tutto ciò fu compiuto, i manometri registrarono nuovamente 375 000 lbs. nel punto dove i riempimenti provvisori erano rimasti liberi. Si fa menzione dei risultati di questa operazione per mettere in evidenza l'esattezza dei calcoli, della lavorazione d'officina e dei rilievi del terreno

(*field measurements*). Questa disposizione speciale venne adottata per ottenere che risultassero esattamente ripartiti gli sforzi tra le briglie superiori ed inferiori, malgrado qualsiasi difetto di accuratezza del lavoro. Senza di ciò una giusta ripartizione può difficilmente essere assicurata in un arco a due cerniere, anche ponendo ogni miglior cura sia nella lavorazione che nella posa; perchè in un arco a due cerniere si ha una sovrabbondanza di membrature ed una effettiva ripartizione degli sforzi è necessaria allo scopo di assicurare che ogni membratura porti la competente porzione di carico.

Per le ragioni già dette era importante di conservare il vecchio ponte il più possibile. Le gru (*travellers*) per la montatura del nuovo ponte furono collocate sulle briglie superiori della trave di irrigidimento del vecchio ponte, sul piano del quale tutti i materiali vennero trasportati dalle sponde fino alle gru. Si era trovato che vi sarebbe stata una intersezione tra la briglia inferiore del ponte sospeso e la briglia superiore dell'arco a partire da presso il nodo 14 da ciascuna parte del fiume. Allo scopo di togliere di mezzo le briglie inferiori della trave di irrigidimento (*stiffening truss*) senza diminuire di troppo la stabilità del ponte sospeso, si era progettato di costruire una briglia ausiliaria sotto il piano stradale del ponte sospeso e collegata colla trave rigida (fig. 11 nel testo), ma quando si raggiunse il nodo 16 dalla

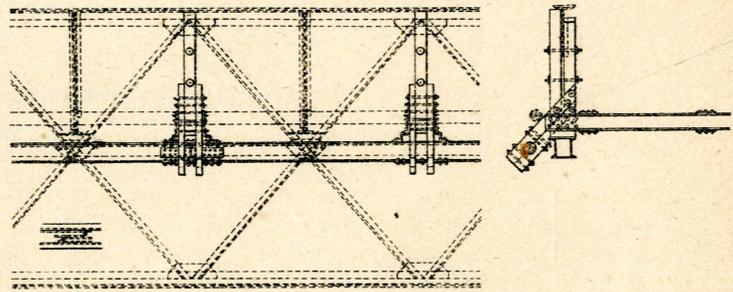


Fig. 11. — Briglia ausiliaria sotto il piano stradale del vecchio ponte sospeso.

parte del Canada e il nodo 17 dalla parte di New-York, si decise di togliere tutta intera la trave rigida, eccettuata la sua briglia superiore, e così pure il piano stradale (*floor system*) del vecchio ponte insieme alla briglia ausiliaria, a partire dai detti nodi fino al centro e di far portare le gru e un piano stradale provvisorio direttamente dai canapi. Le briglie superiori della vecchia trave rigida vennero conservate intatte per servire da binario per le gru. Nonostante la rimozione della trave rigida il vecchio ponte dimostrò una rimarchevole resistenza sotto l'azione del vento e dei carichi isolati prodotti dalle gru, le quali pesavano circa 25 000 lbs. (kg. 11 340) ciascuna. Il disegno generale delle gru e il modo di funzionamento sono indicati nella fig. 12 nel testo. Dopo che gli arconi furono completati e regolati (*adjusted*), fu messa in opera l'orditura stradale (*floor system*) a partire dal centro del ponte e andando verso le sponde. Le gru continuarono ad essere portate dalle briglie superiori della vecchia trave rigida.

Nel mezzo, i canapi del ponte sospeso passavano sotto le briglie superiori dell'arco, e si aveva così un serio impedimento tra i canapi a valle e l'orditura della via (*floor framing*) e controventi degli arconi (*rib-laterals*) del nuovo ponte. Naturalmente i canapi non potevano essere rimossi finchè non fosse stata rimossa interamente la trave rigida e que-

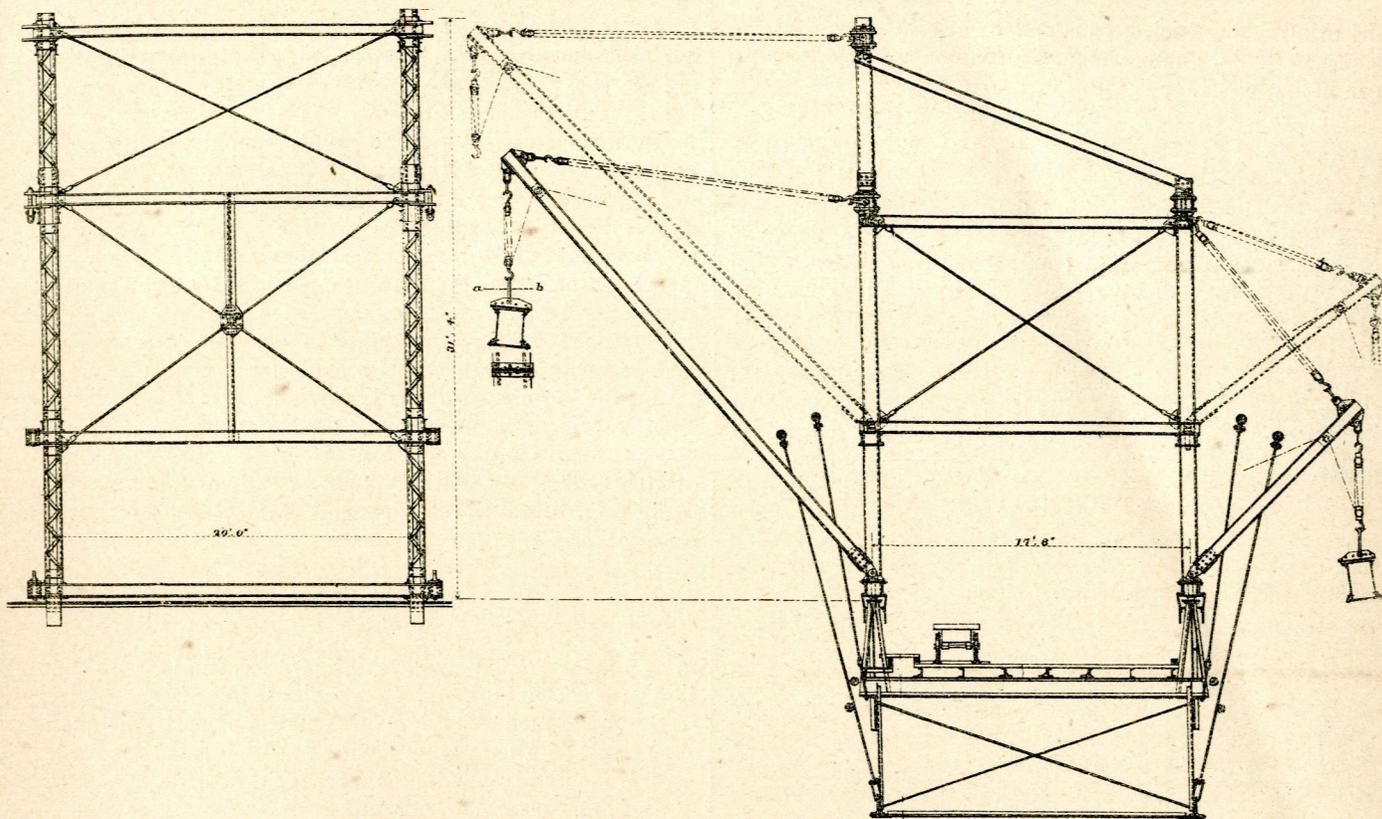


Fig. 12. — Gru per la montatura del nuovo ponte.

st'ultima era necessaria, sia per mantenere il passaggio, sia pel trasporto dei materiali. In conseguenza si tralasciò di porre in opera alcuni controventi (*laterals*) superiori degli arconi nella mezzaria, e fu costrutta un'orditura provvisoria pel pavimento attorno ai canapi. Quando il piano stradale fu completato da una parte del ponte, i canapi vennero tagliati nel mezzo e rimossi. È interessante il notare che questi canapi vennero utilizzati nel ponte sospeso attraverso il fiume Niagara tra Queenston e Lewiston costruito nel 1899. Levati d'opera dal vecchio ponte, dopo 11 anni di servizio, essi non mostrarono segni nè di arrugginimento, nè di deterioramento. Dopo la rimozione dei canapi si potè mettere in opera il piano stradale definitivo e i controventi mancanti. Le travi trasversali (*floor-beams*) e le lungherine (*stringers*) vennero poste in opera per un quadro (*panel*) alla volta; venendo rimossi 42 piedi della vecchia trave rigida ad ogni volta per far posto al nuovo ponte. Un piccolo ponte mobile venne adoperato per superare il vano tra il vecchio ponte e il nuovo, mentre ciascuna campata veniva rimossa o costrutta.

Piena di ghiacci del 22 gennaio 1899. — Durante l'inverno, e specialmente nel gennaio e febbraio, quando dominano i venti d'occidente, grandi quantità di ghiaccio vengono giù dal lago Erie sulle cascate, e formano, nella stagione più rigida, una massa che si estende dalla caduta di Horse-shoe fino quasi alla testa delle rapide di Whirlpool. Queste pile di ghiaccio hanno al disopra delle acque una altezza fino a 25 piedi, e una profondità da 30 a 80 piedi. D'ordinario il loro movimento secondo corrente nel sito del ponte era limitato al terzo medio del fiume, in causa dei forti gorgi che formavano controcorrente ai lati. I livelli delle massime piene e i movimenti del ghiaccio vennero studiati prima di fissare la luce dell'arco e l'altezza degli spalloni, in relazione alle peggiori condizioni in precedenza co-

nosciute, in modo da essere preservati dai pericoli delle piene di acqua e del ghiaccio; ma il 22 gennaio 1899 avvenne una piena di ghiacci che sorpassò ogni precedente. Il banco di ghiaccio, solidamente attaccato alle due sponde, fu investito da una forte corrente di ghiacci che scendeva lungo il fiume, la portata del quale era grandemente aumentata da un rigido e continuato vento di sud-est che soffiava sui laghi. Verso le 4 pomeridiane il canale per cui l'acqua del fiume passava sotto i ghiacci si ostruì, e in pochi minuti l'acqua, presso la testa del campo di ghiaccio, salì all'altezza da 25 a 30 piedi (7,62-9,14 m.) sul suo livello al ponte, e cominciò a tracimare (versarsi) sopra la massa di ghiaccio ad una certa distanza sotto le cascate. La pressione fece sì che tutta la massa di ghiaccio si mise in moto secondo corrente. Non solo il ghiaccio si ammucchiò (*piled*) sopra le murature degli spalloni, ma esso venne spinto contro la parte metallica dell'arco, fino all'altezza della briglia superiore al nodo 2, da ciascuna parte del fiume. Quando esso raggiungeva le briglie degli arconi, veniva tagliato come da un coltello, e veniva depositato in grandi masse sopra le membrature della trave sopracorrente e i controventi inferiori. Il ponte tremolò da un estremo all'altro quando il ghiaccio cozzò contro di esso, ma non si mosse. Il masso di ghiaccio (*pack*) avanzò per 250 piedi (m. 76,20) in circa 10 minuti, dopo di che il canale al disotto del ghiaccio si aperse, e l'acqua si abbassò colla stessa rapidità con cui si era alzata. Da ciascuna parte del fiume un controvento principale (*main lateral*), e un controvento di rinforzo (*sublateral*), quattro pezzi in tutto, vennero malamente piegati. Gli spalloni non soffersero danni, e nessun altro guasto si ebbe. Le membrature piegate vennero intanto raddrizzate e più tardi sostituite. Durante l'estate successiva, per prevenirsi contro l'eventualità di simili guasti per l'avvenire, vennero costrutte delle robuste dighe in muratura attorno agli spalloni, estendendole il più possibile, e i controventi

dei primi due quadri, nel piano delle briglie inferiori da ciascuna parte del fiume, vennero, anzichè a traliccio, eseguiti con anima piena.

Durata dei lavori. — Il lavoro di fondazione venne incominciato il 24 settembre 1895 e finito nel giugno 1896. L'erezione della soprastruttura fu incominciata il 1° marzo 1898; le prime carrozze automotrici (*trolley cars*) passarono sul nuovo ponte il 30 giugno 1898, e la costruzione fu tutta finita il 10 agosto 1898. Il più lungo periodo continuo durante il quale il transito fu sospeso fu di circa tre giorni; il tempo complessivo di interruzione fu di circa sette giorni.

La celerità e precisione colla quale il ponte fu costruito si dovettero in gran parte alla Casa costruttrice Pencoyd Iron Works. Tutto il lavoro fu eseguito sotto la direzione di Mr. R. S. Buck.

APPENDICI.

APPENDICE I.

Carichi (fig. 13 nel testo).

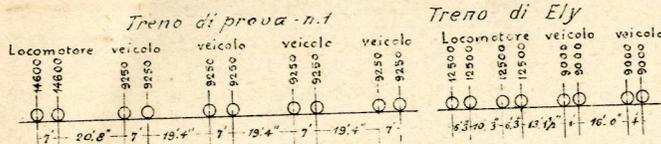


Fig. 13.

Travate di riva (laterali). — Sulla strada carrettiera (*carriage-ways*) e sui marciapiedi laterali, 90 lbs. per piede quadrato (440 kg. per mq.); sui binari della ferrovia un locomotore (*motor*) e quattro veicoli rimorchiati (*trailers*) per ciascun binario.

Arcata centrale pegli sforzi negli arconi (ribs). — Sulle vie carrettiere e sui marciapiedi: 50 lbs per piede quadrato (244 kg. per mq.); sui binari ferroviari un treno costituito di locomotore e di quattro veicoli rimorchiati per ciascun binario, nel caso che esso dia luogo a sforzi maggiori; oppure un carico uniformemente distribuito sopra l'intera luce, corrispondente a treni composti di un locomotore e di un veicolo di rimorchio (*Ely train*), a distanza di 200 piedi (*200 feet apart*) fra loro e su ciascun binario (fig. 14 nel testo).

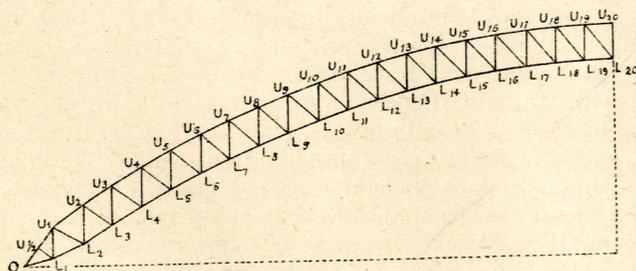


Fig. 14.

Impalcato stradale e montanti delle stillate (floor system and posts of bents). — Sulla via carrettiera e marciapiedi: 100 lbs. per piede quadrato (488 kg. per mq.); sui binari della ferrovia un motore e un veicolo di rimorchio (*Ely train*) per ogni binario.

Vento. — La pressione del vento venne assunta in 200 lbs. per piede lineare (297,5 kg. per ml.), delle quali 70 lbs. (141 kg. per m.) vengono riportate fino alle estremità (*ends*) per mezzo dei controventi della via (*floor laterals*), e la parte rimanente viene riportata giù pei montanti all'arco, e di qui, lungo gli arconi, alle imposte (*shewbaks*).

La pressione del vento sui montanti delle stillate (*posts of bents*) e sulle membrature degli arconi (*rib members*), venne assunta di 30 lbs. per piede quadrato (146,5 kg. per mq.) sulle proiezioni verticali di queste membrature moltiplicate per $1\frac{2}{3}$. Alla pressione del vento, alla sommità delle stillate (*bents*), fu aggiunta la pressione (*thrust*) orizzontale dovuta al carico mobile applicato su una sola metà del ponte (*being on one side of bridge only*).

Gli sforzi nelle traverse dei controventamenti (*lateral struts*) sono ottenuti con uno sforzo iniziale (*initial stress*) di 10 000 lbs. per pollice quadrato (kg. 7,03 per mmq.), applicato a tutti i tiranti diagonali (*lateral ties*) collegati colle medesime.

Temperatura. — Gli sforzi dovuti alla temperatura sono determinati in base ad una pressione (*thrust*) sugli appoggi (*shewbaks*) di 270 lbs. per pollice quadrato (0,20 kg. per mmq.) della sezione delle briglie riportata al centro dell'arco (*of chord section at centre of arch*).

Qui nella Memoria originale seguono i prospetti nei quali sono riportati gli sforzi massimi e le sezioni adottate per le diverse membrature dell'arco, briglie diagonali e montanti.

Si ritiene superfluo riportare tutti gli sforzi e le dimensioni traducendoli nel sistema metrico decimale; soltanto si riportano qui sotto i lavori unitari del materiale relativi alle sezioni più sollecitate dalle briglie dell'arco:

- 1° Briglia superiore; Barra U 7-U 8;
Sforzo massimo $S_{max} = 634\ 609$ kg.;
Area della sezione $\Omega = 59\ 901$ mmq.;
Lavoro unitario $R = 10,6$ kg. per mmq.
- 2° Briglie inferiori: Barra L 11-L 12;
 $S_{max} = 558\ 313$ kg.;
 $\Omega = 53,661$ mmq.;
 $R = 10,4$ kg. per mmq.

APPENDICE II.

Gli sforzi negli archi vennero calcolati col metodo dato dal prof. Ch. E. Greene (*). Questi calcoli sono basati sulle seguenti formole (fig. 15 nel testo):

$$H = \frac{1 - n^2}{2} \times \frac{5(5 - n^2)}{32} \times \frac{cW}{K}; \quad (1)$$

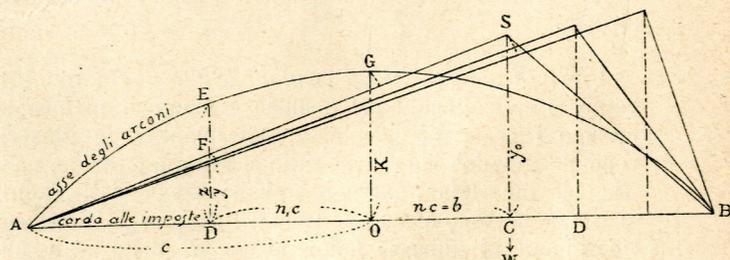


Fig. 15.

(*) *Trusses and Arches analyzed and discussed by Graphical Methods*, CHARLES E. GREENE, A. M., Professor of Civil Engineering, University of Michigan, Part III, New-York, 1888.

dove indicano:

H = la pressione (*thrust*) orizzontale all'appoggio (*abutment*) dovuta ad un carico W posto ad una distanza nc dal centro (mezzaria) della luce O;

c = O B mezza luce dell'arco;

n = frazione della semiluce c , che indica la distanza del peso W dal centro della luce O;

K = monta dell'arco O G.

$$M = H(y - z) \tag{2}$$

dove (fig. 16 nel testo):

M è il momento di flessione in un punto qualsiasi della luce, dovuto al carico W distante nc dal centro della luce;

y = ordinata del poligono delle forze (*load polygon*) al punto dove si verifica il momento M. Questa è uguale a:

$$y_0 = \frac{32}{5(5 - n^2)} K$$

al punto di applicazione del carico W;

z = ordinata dell'asse dell'arco al punto del momento di flessione M distante $n_1 c$ dal centro O della luce, ossia:

$$V = P_1 - Y_1 = \frac{1(1 - n_1^2) K}{2c} - \frac{c \pm b W}{c} - \frac{2KH}{c} \tag{3}$$

dove (fig. 16 nel testo):

V è lo sforzo di taglio (*shear*) all'appoggio di sinistra (*at left abutment*), dovuto al carico W;

P_1 = è la reazione verticale dell'appoggio sinistro dovuto al carico W;

Y_1 = è la reazione verticale ad un appoggio necessaria ad ottenere, composta colla spinta orizzontale H, per un carico W, che la corrispondente reazione risultante all'appoggio riesca tangente all'asse dell'arco parabolico.

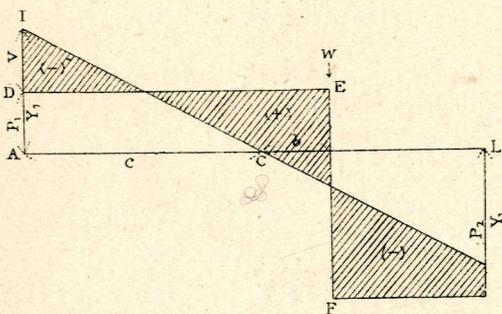


Fig. 16.

Coi dati forniti dalle formole (2) e (3) possono dedursi gli sforzi di taglio e i momenti di flessione in tutti i punti dell'arco per ogni carico, insieme ai loro rispettivi segni. La spinta orizzontale agli appoggi può ottenersi colla formola (1). Coi dati suddetti è facile il determinare gli sforzi nelle diverse membrature dell'arco.

G. B.

ELETTROTECNICA

SULL'INDUTTANZA PRESENTATA DAI CONDUTTORI CAVI.

È noto che la corrente alternata, col crescere della frequenza, tende a passare in vicinanza della superficie del conduttore, e per alte frequenze la corrente passa dentro una crosta cilindrica tanto più sottile quanto maggiore è la frequenza stessa. Ne segue che nella porzione interna del conduttore la corrente si può ritenere praticamente nulla. E gli è per ricordare questo risultato che gli Inglesi diedero al fenomeno il nome di *skin effect* (*), effetto della pelle.

Questo effetto può avere un'importanza pratica quando la sezione del conduttore è molto grande, giacchè allora conviene far uso, per non avere materia inerte, di conduttori cavi senza che la resistenza effettiva ne venga aumentata.

In questo caso la formola:

$$L = 2l \left\{ \log. \text{ip.} \frac{4l}{D} - 0,75 \right\},$$

nella quale:

l è la lunghezza del conduttore pieno,

D il suo diametro,

L il coefficiente di autoinduzione,

non è più adatta per i conduttori cavi.

Scopo di questa nota è quello di dare l'espressione di L anche per i conduttori cavi.

Consideriamo un filo conduttore cavo avente per sezione retta una corona circolare nella quale d sia il diametro della circonferenza interna e D il diametro di quella esterna. Del filo se ne consideri una porzione l , tale che le frazioni:

$$\frac{d}{l}, \frac{D}{l}$$

siano trascurabili.

Si riferisca il conduttore, che supporremo rettilineo, ad un sistema di assi ortogonali Oy, Oz, Ow , assumendo Oz, Ow nel piano di una delle basi estreme coll'origine nel centro della base e l'asse Oy coincidente coll'asse del filo.

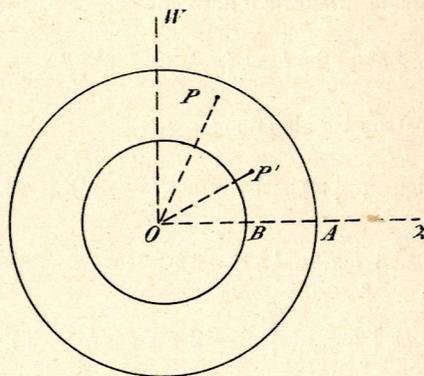


Fig. 17.

Sia i l'intensità della corrente, distribuita uniformemente in una sezione qualunque che, in un dato istante, percorre il conduttore. Noi dobbiamo considerare questo come composto di un numero infinito di fili elementari paralleli all'asse, ed aventi ciascuno una sezione infinitamente piccola, cosicchè, prendendo in esame i due che passano per i punti P e P' di coordinate (y, z, w) (y', z', w') la loro energia mutua è data dall'espressione:

$$\frac{i^2}{\pi^2 (x_2^2 - x_1^2)^2} dx \cdot dx' \cdot dx'' \cdot dx''' \int_0^l \int_0^l \frac{dy dy'}{\sqrt{(y-y')^2 + k^2}},$$

(*) Cfr. GALILEO FERRARIS, *Lezioni di Elettrotecnica*, pagina 339.

nella quale si è posto :

$$x = OP ; x' = OP' ; \alpha = \text{ang } P \hat{O} z ; \alpha' = \text{ang } P' \hat{O} z,$$

$$x_1 = OB ; x_2 = OA ;$$

$$k^2 = (z - z')^2 + (w - w')^2 = x^2 + x'^2 - 2 x x' \cos (\alpha - \alpha').$$

Ora :

$$\int_0^l \frac{dy}{\sqrt{(y-y')^2 + k^2}} =$$

$$= \log. \text{ip.} \frac{\{y' + \sqrt{y'^2 + k^2}\} \{l - y' + \sqrt{(l-y')^2 + k^2}\}}{k^2},$$

e poichè $\frac{k}{l}$ è trascurabile, si può ritenere che :

$$\int_0^l \frac{dy}{\sqrt{(y-y')^2 + k^2}} = \log. \text{ip.} \frac{4 y' (l-y')}{k^2}.$$

Teniamo fisso il filo elementare che si proietta in P' e facciamo la somma di tutte le energie mutue di esso cogli altri fili elementari; detta somma è :

$$\frac{l^2}{\pi^2 (x_2^2 - x_1^2)^2} x' dx' \cdot d\alpha' \left\{ \int_0^{2\pi} d\alpha \int_{x_1}^{x_2} x dx \int_0^l \log. \text{ip.} [4y'(l-y')] dy' - \right.$$

$$\left. - \int_0^{2\pi} d\alpha \int_{x_1}^{x_2} x dx \int_0^l \log. \text{ip.} k^2 dy' \right\},$$

ed a cagione di :

$$\int_0^l \log. \text{ip.} [4y'(l-y')] dy' = 2l (\log. \text{ip.} 2l - 1),$$

essa diventa :

$$\frac{l^2}{\pi^2 (x_2^2 - x_1^2)^2} x' dx' \cdot d\alpha' \left\{ 2\pi (x_2^2 - x_1^2) (\log. \text{ip.} 2l - 1) - \right.$$

$$\left. - \int_{x_1}^{x_2} \int_0^{2\pi} x \log. \text{ip.} \{ x^2 - 2 x x' \cos (\alpha - \alpha') + x'^2 \} d\alpha \cdot dx \right\}.$$

Dal calcolo integrale è noto che se $a \geq b$, si ha :

$$\int_0^{2\pi} \log. \text{ip.} \{ a^2 - 2 a b \cos (\alpha + \beta) + b^2 \} d\alpha = 4\pi \log. \text{ip.} a.$$

Nel nostro caso abbiamo :

$$\int_{x_1}^{x_2} \int_0^{2\pi} x \log. \text{ip.} \{ x^2 - 2 x x' \cos (\alpha - \alpha') + x'^2 \} dx \cdot d\alpha =$$

$$= \int_{x_1}^{x_2} x dx \int_0^{2\pi} \log. \text{ip.} \{ x^2 - 2 x x' \cos (\alpha - \alpha') + x'^2 \} d\alpha +$$

$$+ \int_{x_1}^{x_2} x dx \int_0^{2\pi} \log. \text{ip.} \{ x^2 - 2 x x' \cos (\alpha - \alpha') + x'^2 \} d\alpha ;$$

quindi nel 1° termine del 2° membro, essendo $x' > x$, si ha :

$$\int_0^{2\pi} \log. \text{ip.} \{ x^2 - 2 x x' \cos (\alpha - \alpha') + x'^2 \} d\alpha = 4\pi \log. \text{ip.} x',$$

e nel 2° termine del 2° membro, essendo $x > x'$, si ha pure :

$$\int_0^{2\pi} \log. \text{ip.} \{ x^2 - 2 x x' \cos (\alpha - \alpha') + x'^2 \} d\alpha = 4\pi \log. \text{ip.} x,$$

cosicchè risulta :

$$\int_{x_1}^{x_2} \int_0^{2\pi} x \log. \text{ip.} \{ x^2 - 2 x x' \cos (\alpha - \alpha') + x'^2 \} dx \cdot d\alpha =$$

$$= 2\pi (x'^2 - x_1^2) \log. \text{ip.} x' + 4\pi \int_{x_1}^{x_2} x \log. \text{ip.} x dx =$$

$$= 2\pi \{ x_2^2 \log. \text{ip.} x_2 - x_1^2 \log. \text{ip.} x_1 \} - \pi (x_2^2 - x_1^2).$$

Quindi per l'espressione dell'energia si ottiene:

$$\frac{li^2}{\pi (x_2^2 - x_1^2)^2} x' dx' \cdot d\alpha \{ 2 (x_2^2 - x_1^2) (\log. \text{ip.} 2l - 1) -$$

$$- 2 x_2^2 \log. \text{ip.} x_2 + 2 x_1^2 \log. \text{ip.} x_1 + x_2^2 - x_1^2 \}.$$

Integrando quest'ultima espressione rispetto alle variabili x' , α' tra i limiti x_1 ed x_2 , 0 e 2π , si ricava l'energia mutua di tutti i filetti elementari due a due componenti il conduttore; solo devesi osservare che nel processo d'integrazione l'energia mutua tra due filetti viene contata due volte, e perciò il risultato della doppia integrazione esprime il doppio dell'energia reale intrinseca del filo conduttore, cioè esprime L^2 , dicendo, come d'uso, L il coefficiente di auto-induzione del filo cavo.

Ne risulta quindi che :

$$L = l \left\{ 2 (\log. \text{ip.} 2l - 1) - \frac{2 x_2^2 \log. \text{ip.} x_2}{x_2^2 - x_1^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{4 x_1^2}{(x_2^2 - x_1^2)^2} \int_{x_1}^{x_2} x' \log. \text{ip.} x' dx' + \frac{x_2^2}{x_2^2 - x_1^2} - \frac{x_2^2 + x_1^2}{2(x_2^2 - x_1^2)} \right\}.$$

ovvero :

$$L = l \left\{ 2 \log. \text{ip.} 2l - \frac{3}{2} - \frac{x_1^2}{x_2^2 - x_1^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{2 x_1^2}{(x_2^2 - x_1^2)^2} (x_2^2 \log. \text{ip.} x_2 - x_1^2 \log. \text{ip.} x_1) - \frac{2 x_2^2}{x_2^2 - x_1^2} \log. \text{ip.} x_2 \right\}.$$

Ponendo, in luogo di x_1 , x_2 , rispettivamente $\frac{d}{2}$, $\frac{D}{2}$, si ha :

$$L = l \left[2 \log. \text{ip.} 2l - \frac{3}{2} - \frac{d^2}{D^2 - d^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{2 d^2}{(D^2 - d^2)^2} \left(D^2 \log. \text{ip.} \frac{D}{2} - d^2 \log. \text{ip.} \frac{d}{2} \right) - \right.$$

$$\left. - \frac{2 D^2}{D^2 - d^2} \log. \text{ip.} \frac{D}{2} \right].$$

Ponendo $d = 0$, ed osservando che :

$$\lim_{d \rightarrow 0} d^2 \log. \text{ip.} \frac{d}{2} = 0,$$

si ricava la nota formola che dà l'induttanza di un filo conduttore cilindrico piano :

$$L = 2l \left\{ \log. \text{ip.} \frac{4l}{D} - 0,75 \right\}.$$

Ing. DIOFERO NEGROTTI.

TECNOLOGIA MECCANICA

SOPRA IL CALCOLO DEI ROTISMI NELLA COSTRUZIONE DELLE VITI AL TORNIO.

Nel calcolare i numeri dei denti delle ruote conduttrici e delle ruote condotte da applicarsi al tornio per costruire una vite di dato passo, si possono presentare dei casi nei quali torna molto utile l'impiego del regolo calcolatore e di un metodo grafico.

Indicando con p il passo della vite da costruirsi e con p' il passo della vite parallela di un tornio, con a, b, c, \dots , i numeri dei denti delle ruote conduttrici, con a', b', c', \dots , i numeri dei denti delle ruote condotte occorrenti per trasmettere il movimento dall'albero principale alla vite parallela, si ha la seguente relazione :

$$\frac{p}{p'} = \frac{a \cdot b \cdot c \dots}{a' \cdot b' \cdot c' \dots} \quad (1)$$

Si possono dare diversi casi:

a) Il passo della vite parallela ed il passo della vite da costruirsi sono espressi in mm.;

b) Il passo della vite parallela è espresso in mm. ed il passo della vite da costruirsi è espresso in frazione di pollice inglese;

c) Il passo della vite parallela è espresso in frazione di pollice ed il passo della vite da costruirsi è espresso in mm.;

d) Il passo della vite parallela ed il passo della vite da costruirsi sono espressi in frazione di pollice.

1. — Consideriamo il primo caso. Sono noti i termini del rapporto che costituisce il primo membro della relazione (1). Per determinare i fattori $a, b, c \dots, a', b', c' \dots$, che costituiscono col loro prodotto i termini del secondo rapporto, basta scomporre p e p' rispettivamente nel prodotto di due o più fattori a seconda del numero delle ruote con cui si deve costruire la vite. Si considerano poi tante frazioni separatamente, prendendo indifferentemente un fattore del numeratore ed uno del denominatore. Si prendono come numeri dei denti delle ruote conduttrici e condotte i numeratori e denominatori delle frazioni equivalenti, quando questi numeri figurano fra quelli della serie di ruote disponibili per quel dato tornio. Per la decomposizione in fattori si possono moltiplicare, se occorre, p e p' per lo stesso numero.

Può darsi il caso che p e p' non si possano convenientemente decomporre in fattori; si sostituisce allora al rapporto

$\frac{p}{p'}$ un rapporto approssimato che si possa facilmente trasformare nel prodotto di due o più rapporti.

Il regolo calcolatore si presta facilmente ed in modo spedito in questa operazione, nella quale si procede nel modo seguente:

Letto p in una delle scale superiori della parte fissa del regolo, vi si porta in coincidenza p' letto in una delle scale superiori della parte scorrevole: le divisioni del regolo che si corrispondono sul fisso e sullo scorrevole, o che meno si scostano, si possono prendere rispettivamente come numeratore e denominatore di frazioni equivalenti a $\frac{p}{p'}$; si sceglierà

il rapporto espresso dai numeri che più convengono per potere scomporre il rapporto dato nel prodotto di due o più altri rapporti.

Per sostituire a $\frac{p}{p'}$ un rapporto approssimato può tornare

ancora conveniente il metodo grafico seguente:

Si consideri un triangolo rettangolo ABC (fig. 18). Divisi i due cateti AB e BC nello stesso numero di parti eguali, per esempio in 10, si congiunga A coi punti di divisione del lato BC , e dai punti di divisione del cateto AB si conducano delle rette parallele a BC ; i segmenti di queste parallele, contati a partire dal lato AB , intercettati dalle congiungenti A coi punti di divisione di BC , hanno rispettivamente coi segmenti corrispondenti contati sopra BC , lo stesso rapporto che le distanze delle parallele dal vertice A hanno col lato AB . Se il lato AB è proporzionale al passo p' della vite parallela, e se le distanze delle parallele da A sono proporzionali ai passi p delle vite da costruirsi, riesce evidente come i numeri che misurano i segmenti di cui sopra si è detto sono i termini dei

rapporti equivalenti a $\frac{p}{p'}$.

Conviene disegnare sopra un foglio di carta millimetrata un triangolo ABC rettangolo ed isoscele, e prendere di lunghezza eguale ad 1 cm. ciascuna delle 10 divisioni di AB , supposto che il passo della vite parallela sia di 10 mm. Riesce allora facile, sopra l'orizzontale corrispondente al passo della vite da costruirsi, trovare un punto che coincida, o che poco si discosti dal punto d'intersezione di una delle rette inclinate partenti da A con una retta verticale del foglio. Si legge in corrispondenza di quel punto il numero che si riferisce alla divisione millimetrica a partire dal cateto AB , ed il nu-

mero che si riferisce al segmento intercettato dalla retta inclinata sopra BC ; il rapporto fra i due numeri si può sostituire a $\frac{p}{p'}$.

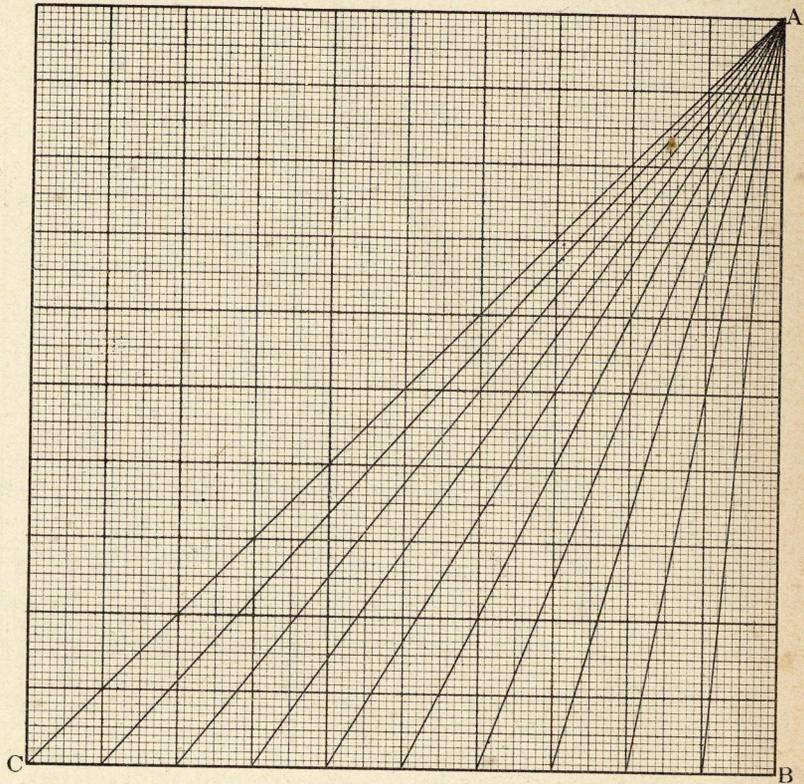


Fig. 18.

La fig. 18 che fu costruita supponendo il passo p' di 10 mm. non si presta con sufficiente esattezza al calcolo grafico del

rapporto $\frac{p}{p'}$ specialmente per piccoli valori del passo p in causa della vicinanza delle linee convergenti ad A ; inoltre ogni divisione principale di AB essendo suddivisa in 10 parti, non si può stimare colla voluta approssimazione il punto per cui deve passare la retta orizzontale corrispondente ad un dato passo. Conviene perciò costruire separatamente tante figure per ciascuna delle divisioni principali segnate sopra AB , e prendere, per rappresentare ognuna di queste divisioni, un segmento uguale ad AB . La costruzione di tali figure riesce facilissima e spedita facendo uso di carta millimetrata.

Per costruire, per es., la figura relativa all'intervallo 1-2 (fig. 19) si può procedere nel seguente modo. Preso un segmento verticale $A'B'$ eguale a 10 cm. per rappresentare l'intervallo 1-2, le rette inclinate che partono dai punti della orizzontale passante per A' e corrispondenti alle divisioni dei centimetri, devono incontrare l'orizzontale passante per B' in punti che distano fra di loro di 2 in 2 cm.; riesce poi facile intercettare delle rette intermedie.

La fig. 20 corrisponde all'intervallo 3-4. Nelle figure 19 e 20 i numeri corrispondenti alle rette inclinate (denominatori dei rapporti) si debbono leggere sopra l'orizzontale superiore; inferiormente si debbono leggere i numeri che corrispondono ai numeratori dei rapporti.

Alcuni esempi numerici spiegheranno l'uso delle figure.

La serie di ruote annesse ad un tornio, la cui vite parallela ha il passo di 10 mm., è così composta:

Numero di denti: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 115, 120, 127, 140, 150.

Si vogliono calcolare i numeri dei denti di due ruote conduttrici e di due ruote condotte per costruire una vite del passo di mm. 1,61.

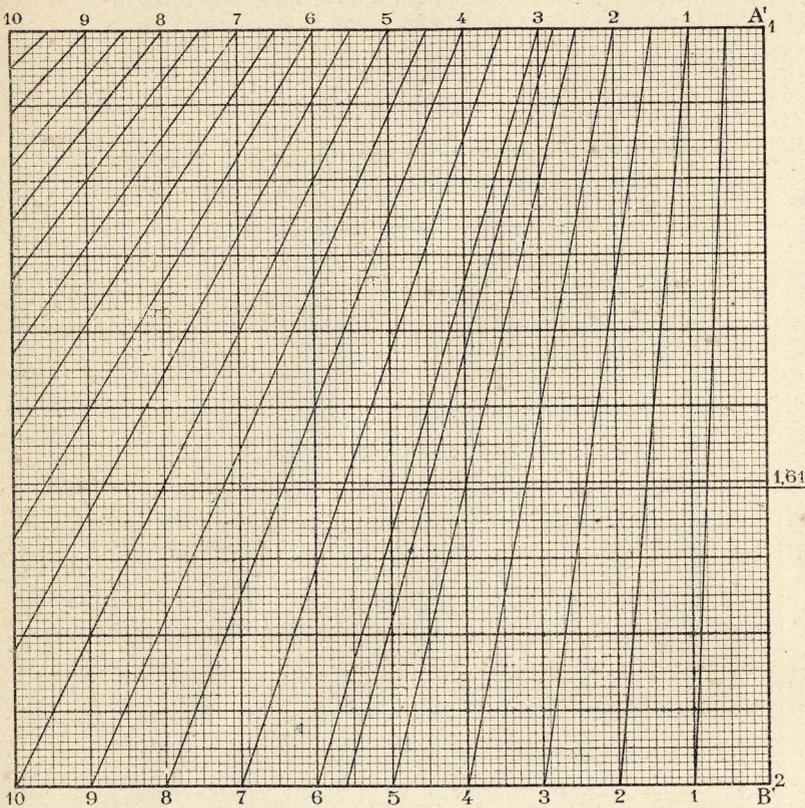


Fig. 19.

La retta orizzontale per 1,61 (fig. 19) incontra la retta inclinata corrispondente a 280 sulla verticale a cui corrisponde 45, per cui:

$$\frac{1,61}{10} = \frac{45}{280} = \frac{50 \times 45}{100 \times 140}$$

Possiamo prendere come conduttrici le ruote di 50 e 45 denti e come condotte le ruote di 100 e 140 denti. Risulta allora per la vite il passo di:

$$\frac{50 \times 45 \times 10}{100 \times 140} = 1,607,$$

passo che differisce da quello proposto di mm. 0,003.

Si voglia costruire collo stesso tornio una vite del passo di mm. 3,83: trovare le due ruote conduttrici e le due ruote condotte occorrenti.

La retta orizzontale che passa per 3,83 (fig. 20) incontra la retta inclinata a cui corrisponde 12 sulla verticale corrispondente a 4,6, per cui:

$$\frac{3,83}{10} = \frac{46}{120} = \frac{115 \times 30}{100 \times 90}$$

Possiamo prendere come conduttrici le ruote di 115 e 30 denti e come condotte le ruote di 100 e 90 denti. Il passo della vite risulta allora di:

$$\frac{115 \times 30 \times 10}{100 \times 90} = 3,833.$$

Le stesse figure costruite per il passo della vite madre eguale a 10 mm. possono servire anche nei casi in cui il passo stesso abbia valori differenti. La retta orizzontale deve allora passare, non per il punto corrispondente al passo della vite da costruirsi, ma per il punto corrispondente al prodotto $p \times \frac{10}{p'}$, dove p e p' hanno il solito significato.

Nella relazione $\frac{p}{p'} = \frac{a \cdot b \cdot c}{a' \cdot b' \cdot c'}$ i numeri dei denti delle ruote conduttrici e quelli delle ruote condotte variano col

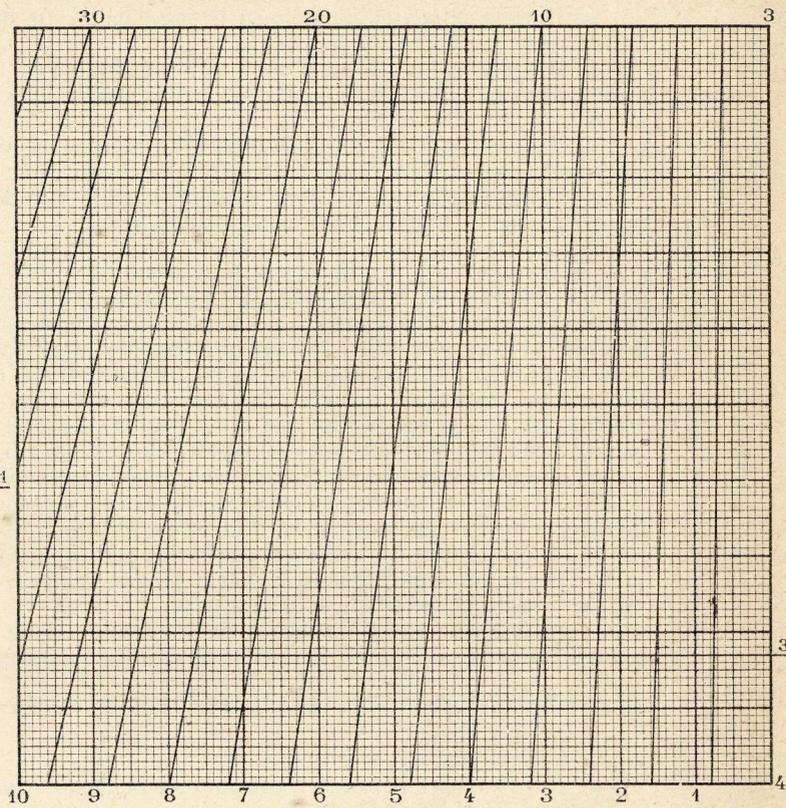


Fig. 20.

variare del passo della vite da costruirsi. Può darsi il caso che per qualche tornio uno dei rapporti $\frac{a}{a'}$ rimanga costante

qualunque sia la vite da costruirsi. Si verifica questo quando la prima ruota conduttrice applicata all'albero principale del tornio e che imbocca colle ruote del triangolo d'inversione, non ha lo stesso numero di denti della ruota applicata all'alberetto parallelo sopra il quale viene pure collocata la seconda ruota conduttrice.

Sia, per es. (fig. 21), A l'albero principale del tornio a cui è applicata la prima ruota conduttrice a avente, per esempio, 30 denti, 1 e 2 siano le due ruote del triangolo d'inversione (ruote oziose), a' la prima ruota condotta avente, per esempio, 40 denti; sia B l'alberetto parallelo sopra il quale si colloca la seconda ruota conduttrice b , b' la seconda ruota condotta; c e c' le altre due ruote, conduttrice e condotta, di cui la c' collocata sopra la vite parallela V. Nello scrivere la relazione (1) bisogna in questo caso porre:

$$\frac{p}{p'} = \frac{30 \cdot b \cdot c}{40 \cdot b' \cdot c'}$$

da cui:

$$\frac{40 \cdot p}{30 \cdot p'} = \frac{b \cdot c}{b' \cdot c'} \tag{2}$$

La (2) ci può fornire, in modo analogo alla (1), o esattamente o in modo approssimato, i numeri dei denti delle ruote conduttrici e delle ruote condotte che, unite alle ruote, conduttrice e condotta, di 30 e 40 denti, permettono di costruire una vite di dato passo p .

2. — Il passo della vite parallela sia espresso in mm. ed il passo della vite da costruirsi in frazione di pollice; generalmente è dato il numero dei filetti contenuti nel pollice che è uguale a mm. 25,4.

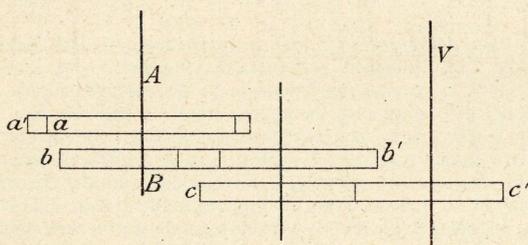
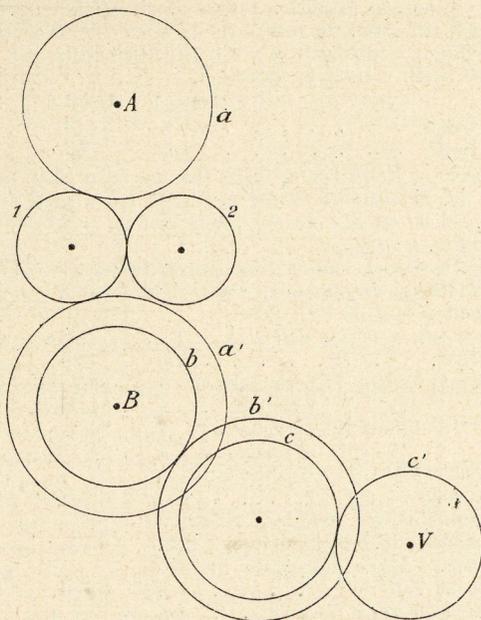


Fig. 21.

Se n è il numero dei filetti contenuti nel pollice per la vite da costruirsi, sarà:

$$p = \frac{25,4}{n} = \frac{127}{5 \cdot n'}$$

quindi:

$$\frac{127}{5} \times \frac{1}{n} = \frac{a \cdot b \cdot c}{a' \cdot b' \cdot c'} \quad (3)$$

Ricorrendo ad uno dei procedimenti indicati al n. 4, potremo sostituire al rapporto $\frac{1}{n}$ il prodotto di due o più rapporti, e tenendo conto anche del rapporto $\frac{127}{5}$ potremo scegliere le ruote conduttrici e condotte convenienti.

Ai torni con vite a passo decimale è di solito unita la ruota di 127 denti, la quale trova generalmente impiego quando si debbono costruire viti il cui passo è espresso in frazione di pollice.

3. — Il passo della vite parallela sia espresso in frazione di pollice ed il passo della vite da costruire sia dato in mm.

Se n' è il numero dei filetti contenuti nel pollice per la vite parallela, si ha:

$$p' = \frac{127}{5 \cdot n'}$$

quindi:

$$\frac{5}{127} \times \frac{n'}{1} = \frac{a \cdot b \cdot c}{a' \cdot b' \cdot c'} \quad (4)$$

caso analogo al precedente.

Se fra le ruote della serie non figura quella di 127 denti basta eseguire le operazioni indicate nel primo membro delle espressioni (3) e (4) in modo da ottenere un solo rapporto e saremo nel caso generale come se p e p' fossero espressi in mm.

4. — Il passo della vite parallela e quello della vite da costruirsi sono espressi in frazione di pollice.

Se n ed n' rappresentano i numeri dei filetti contenuti nel pollice rispettivamente per le due viti, si ha:

$$p = \frac{25,4}{n}, \quad p' = \frac{25,4}{n'}$$

quindi:

$$\frac{p}{p'} = \frac{n'}{n} = \frac{a \cdot b \cdot c}{a' \cdot b' \cdot c'} \quad (5)$$

caso che rientra evidentemente nel primo.

5. — Può alcune volte presentarsi il problema seguente:

Con date ruote conduttrici e con date ruote condotte si costruisce al tornio una vite di dato passo. Si tratta di determinare il passo della vite parallela.

Dalla relazione (1) si deduce:

$$p' = p \frac{a' \cdot b' \cdot c'}{a \cdot b \cdot c}$$

la quale risolve il problema.

Supponiamo, per es., che le ruote a ed a' del tornio (fig. 21) abbiano rispettivamente 30 e 40 denti e supponiamo che con una ruota conduttrice di 72 denti e con una condotta di 42 si costruisca una vite di 7 filetti per pollice. Determinare quanti filetti contiene per pollice la vite parallela.

Detto x questo numero, si ha:

$$\frac{p}{p'} = \frac{30 \times 72}{40 \times 42} = \frac{25,4}{x} = \frac{x}{7}$$

da cui:

$$x = 9.$$

La vite parallela del tornio contiene 9 filetti per pollice.

La sostituzione di un rapporto approssimato conveniente al rapporto dato fra i passi si può ottenere mediante le frazioni continue. Si svolge il rapporto dato in frazione continua e si cerca quella ridotta, il cui valore differisce dal rapporto dato di una quantità trascurabile. L'impiego del regolo calcolatore e del metodo grafico a cui ho accennato facilita la risoluzione di un problema che frequentemente si presenta nell'esecuzione delle viti al tornio.

Novara.

Ing. GIOVANNI POZZI.

NOTIZIE

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

Lunghezza dell'avanzamento	Lato Nord (Briga)	Lato Sud (Iselle)	Totale
Al 30 settembre 1901 . . .	m. 5733	4397	10130
Nel mese di ottobre . . .	» 211	—	211
» novembre . . .	» 197	29	226
» dicembre . . .	» 194	2	196
Al 31 dicembre 1901 . . .	m. 6335	4428	10763

*

Nel mese di *ottobre*, dal lato Nord, il progresso medio della perforazione, attraverso i soliti schisti cristallini, raggiunse la media giornaliera di m. 6,80.

Ma dal lato Sud l'irruzione delle acque nei cunicoli di ambedue le gallerie, di cui abbiamo dato notizia a pag. 301 (anno 1901), non accennando a cessare, la perforazione meccanica nel cunicolo della galleria principale non ha più potuto funzionare, ed ha dovuto essere sospesa per tutto il mese. Per agevolare lo sfogo delle acque e diminuirne la pressione si è aperto un cunicolo trasversale di comunicazione fra le due gallerie, in vicinanza alle loro fronti d'attacco, e verso il mezzo di esso se ne scavò un altro parallelo a quelli delle due gallerie; inoltre nella galleria principale si provvide pure all'apertura di un cunicolo di sommità per raggiungere la fronte d'attacco e dare alle acque un altro sfogo. Nel cunicolo della galleria parallela si è potuto, dopo pochi giorni, riprendere lo scavo a mano, e il 25 ottobre vi fu riattivata la perforazione meccanica, raggiungendo così l'avanzamento di quello della galleria principale, e ciò nell'intento di contribuire a smaltire le acque affluenti in quest'ultimo cunicolo.

Il numero medio totale degli operai è stato di 3220, cioè 1838 a Briga e 1482 ad Iselle, dei quali 1221 lavoravano in galleria dall'imbocco Nord e 1014 da quello Sud, cifre ambedue superiori a quelle del mese precedente, e che dimostrano che ad Iselle, ove, per forza maggiore, la perforazione meccanica è stata quasi interamente sospesa, si è applicata l'opera degli operai a spingere con maggiore attività le altre fasi del lavoro.

*

Nel mese di *novembre*, dal lato Nord, la galleria d'avanzamento ha attraversato gli schisti cristallini fino al km. 6 e poi incontrò il gneiss schistoso del masso centrale. Il progresso medio della perforazione meccanica è stato di m. 6,57 per giornata di lavoro; le acque provenienti dal tunnel avevano la portata di 112 litri al secondo.

Dal lato Sud si poté riprendere il lavoro l'11 novembre colla perforazione a mano, e riattivare la perforazione meccanica il 15; ma verso la fine del mese, e più precisamente il 23 novembre, dopochè eransi attraversati 22 metri di calcare saccaroide affatto asciutto, si entrò in una roccia decomposta ed umida, (schisti calcarei), tenera e spingente con enormi pressioni; per cui si fu obbligati a sospendere di bel nuovo la perforazione meccanica e ad avanzare col solo piccone armando il cunicolo con robusti quadri, prima di larice e poi di rovere. Ma, dopo alcuni giorni, questi quadri cominciarono a deformarsi, nè riuscendo proficua l'opera di puntellarli e rinforzarli, venne sospeso lo scavo di avanzamento, e fu deciso di rinnovare le armature con robusti quadri formati da travi metalliche a doppio T, alte 46 cm. e rivestite di legname. Intanto si seguì a smaltire le acque che continuarono ad uscire nella enorme quantità di 860 litri al secondo.

*

Nel mese di *dicembre*, dal lato Nord, il progresso dello scavo attraverso il gneiss calcareo è stato soddisfacentissimo, cioè di m. 6,26 al giorno. Ma i lavori sono stati sospesi per 74 ore in causa del Natale e della festa di Santa Barbara (4 dicembre), patrona dei minatori, durante la quale festa si fece fare la verifica dell'asse del tunnel; epperò il progresso dello scavo per giornata di effettivo lavoro è riuscito in media di m. 6,93. L'acqua effluente da quell'imbocco si mantiene nelle consuete proporzioni di circa 100 litri al secondo.

Dal lato Sud, invece, l'avanzamento è stato pressochè nullo, a cagione delle enormi pressioni del micascisto calcare decomposto e della necessità di ricorrere alle armature metalliche. L'irruzione d'acqua in questa galleria, manifestatasi sulla fine di settembre, si mantenne sempre nella enorme quantità di 874 litri al secondo; ma essendo stata incanalata, non riuscì più di per sè stessa di grave ostacolo ai lavori. Anche dal lato Sud, festeggiandosi il giorno di Santa Barbara, ebbe luogo la verifica dell'asse del tunnel con ottimi risultati.

*

Dall'ultimo Rapporto trimestrale (n. 13) della Società ferroviaria Jura-Simplon al Consiglio federale svizzero, si ricavano i seguenti altri dati riferentisi all'ultimo trimestre del 1901:

A tutto il 31 dicembre 1901 lo stato dei diversi lavori in galleria dai due imbocchi era il seguente:

	Lato Nord (Briga)	Lato Sud (Iselle)	Totali
Cunicolo d'avanzamento . . ml.	6 335	4 428	10 763
» parallelo »	6 194	4 473	10 667
Galleria in calotta »	5 441	3 643	9 084
Allargamenti »	5 352	3 740	9 092
Scavo totale mc.	259 458	181 533	440 991
Muratura di rivestimento . ml.	5 109	3 469	8 578
Id. id. mc.	51 137	35 688	86 826

Il numero delle perforatrici Brandt impiegate per ogni attacco è sempre di tre da ogni imbocco, sia per il cunicolo d'avanzata n. I, sia per il cunicolo parallelo, tunnel n. II. Ed il numero degli attacchi nel trimestre, durante il quale si ebbero 89 giornate di lavoro a Briga, e solamente 7 e 23, rispettivamente per i tunnel I e II, ad Iselle, è stato il seguente:

	Tunnel I	Tunnel II	Totale
Briga	463	448	911
Iselle	15	56	71

Occorsero a Briga per n. 9256 fori da mina fatti a macchina 27 860 kg. di dinamite; e per n. 91 838 fori a mano dello scavo in calotta e dello strozzo, nonchè per la galleria parallela, 22 155 kg. di dinamite.

Ad Iselle si consumarono rispettivamente, per 915 fori fatti a macchina, 2118 kg. di dinamite, e per 80 000 fori a mano, kg. 8567 di dinamite.

Temperatura media dell'aria	a Briga	a Iselle
All'esterno cg.	3,90	4,30
All'avanzata tunnel I: perforazione »	28,7	21,1
» » sgombero »	31,0	—
» tunnel II: perforazione »	26,8	19,7
» » sgombero »	29,7	—

Volume medio d'aria introdotto in galleria nelle 24 ore mc.

2 552 560	2 386 000
-----------	-----------

Pressione media dell'aria all'uscita dai ventilatori, in colonna d'acqua mm.

173	61
-----	----

Volume d'acqua introdotto giornalmente nelle gallerie mc.

1 700	1 035
-------	-------

Sua temperatura iniziale cg.

7,7	3,7
-----	-----

Pressione media dell'acqua iniziale ed alla fronte d'attacco atn.

94-76	78-65
-------	-------

Volume d'acqua uscente dalla galleria al 1° litri

93	874
----	-----

*

Natura della roccia e sua temperatura. — Dal lato Nord la galleria d'avanzamento per tutta la lunghezza dal km. 5,733 al km. 6,335 attraversò un complesso di terreni abbastanza uniformi, costituiti essenzialmente da gneiss schistoso passante al micascisto; è una roccia grigia brunastra con due miche, l'una grigia (sericite) e l'altra bruna giallastra (biotite). Qua e là trovasi intercalato lo schisto cloritico con anfibolo, e talvolta con granati. Nè mancarono di quando in quando vene di quarzite, come ai km. 6,244 e 6,261.

La direzione degli schisti è costantemente trasversale all'asse della galleria, con pendenza generale a Nord Ovest che varia da 35 a 50°.

La roccia porta ovunque tracce di una forte spinta e di una laminazione potente; i piani di scorrimento sono numerosi, sia nel gneiss schistoso, sia al contatto di esso colle intercalazioni di schisto anfibolico.

La roccia attraversata dal lato Nord essendo estremamente secca, continua a verificarsi un aumento nella temperatura interna. Per la temperatura della roccia in fori di m. 1,50 di profondità a qualche decina di metri dalla fronte d'attacco si hanno le seguenti osservazioni:

A m. 5 600	34°,1	(16 settembre)	e	31°,5	(16 ottobre)
» 5 800	35°,4	(17 ottobre)	e	32°,8	(13 novembre)
» 6 000	36°,8	(13 novembre)	e	33°,4	(12 dicembre)
» 6 200	39°,0	(14 dicembre)	e	36°,4	(26 dicembre)

Secondo il profilo delle isogotermiche tracciato nel 1895, era prevista una temperatura di 34° al 6° km, e di 36°,40 al 7° km. Ma, come vedesi, si è già arrivati a 39° al km. 6,200. L'altezza del terreno sovrapposto non è che di 1100 metri, ond'è che fino alla cresta della Forchetta, che ha la quota media di 2200 metri, ossia fino al km. 8,500, l'aumento di temperatura sarà anche più rapido per rimanere poi pressochè costante fino al punto culminante, ossia al km. 9,300. Bisogna dunque attendersi tra i km. 7,500 e 9,000 una temperatura di 44 o 46°.

L'effetto della potente ventilazione sulla temperatura della roccia risulta dalla differenza tra la prima e la seconda osservazione, ottenendosi in media un abbassamento di 3°.

Dal lato Sud, dopo 22 metri di calcare cristallino bianco, grigiastro o listato, si riscontrò al km. 4,419 uno strato di roccia frantumata, tenera; uno schisto micaceo calcare, a grossa grana, completamente decomposto. La parete di contatto col calcare che la precede è una faglia ben netta, la quale spiega pure lo stato di triturazione estrema di questo scisto calcare. Lo schisto è tenero, pieno di grandi pagliuzze di mica grigia argentata, talcoso al tatto, mescolato di calcare bianco polverulento: il tutto impregnato d'acqua, talchè, smosso col piccone, si riduce allo stato di poltiglia.

Per aspetto e composizione pare corrisponda alla zona schistosa bianca che separa, all'altezza di Teggiolo, i due strati di calcare, sebbene là la roccia sia molto più micacea, meno calcare e ricca di granati. Parrebbe quindi che debbasi incontrare un secondo banco di calcare dopo avere attraversato questo schisto frantumato.

La temperatura interna della roccia risultò non solo più bassa a misura dell'avanzamento, ma anche in un medesimo punto andò diminuendo di settimana in settimana, come si vede dalle seguenti osservazioni:

A metri 3500:	A metri 4000:
26°,4 (12 maggio)	26°,5 (23 luglio)
26°,8 (20 giugno)	25° (25 settembre)
25°,2 (3 ottobre)	24°,6 (3 ottobre)
24°,8 (27 ottobre)	24°,3 (25 ottobre)
23°,6 (14 novembre)	23°,2 (14 novembre)
A metri 4200:	A metri 4400:
22°,5 (4 settembre)	17°,2 (25 novembre)
21°,8 (25 settembre)	16°,8 (5 dicembre)
21°,2 (3 ottobre)	16°,5 (17 dicembre)
20°,5 (25 ottobre)	16°,2 (23 dicembre)

Invece di una temperatura di 33 a 37°, abbiamo dunque al km. 4.400 una diminuzione di 21 a 22°. Il quale fenomeno è senza dubbio in relazione colle acque sotterranee, le quali andarono anch'esse raffreddandosi a misura che coll'apertura di nuovi orifizi andava aumentando il loro volume.

Il raffreddamento delle acque sotterranee ed il loro contemporaneo aumento di durezza, essendochè divennero di più in più gessose (circa 1 gr. per litro) è un fenomeno generale che dipende da una modificazione fondamentale di regime del bacino sotterraneo delle sorgive. L'enorme pressione che parecchie di queste sorgive dimostrarono al principio della loro apparizione è prova dell'esistenza di un bacino sotterraneo nelle fessure del gneiss e del calcare, specialmente di quest'ultimo, per la facilità con cui l'acqua riesce ad allargare per corrosione le fessure acquifere. Si comprende benissimo di quale straordinaria perturbazione può essere causa l'apertura di un tunnel, aprendo all'acqua delle vie a 700 metri circa al disotto della superficie del bacino sotterraneo, che trovavasi dapprima in una stabilità di equilibrio sotto l'azione delle sole correnti della circolazione interna. L'efflusso andrà necessariamente crescendo coll'accrescersi del numero delle aperture. Ma dal principio di novembre, non essendosi più prodotte nuove aperture, la quantità d'acqua è rimasta pressochè costante, cioè fra gli 800 e 900 litri al l'. Coll'abbassarsi però del livello superiore dell'acqua nel bacino sotterraneo ne verrà una decrescenza rapida nel volume delle sorgive, ed il raffreddamento continuo e crescente delle acque è la prova migliore che il bacino va esaurendosi.

Queste acque non provengono nè dal lago di Avino, nè dalla Cairasca, come si è potuto constatare colle materie coloranti: ma sono acque piovute sulla superficie del Teggolo e nella vallata dell'Alpe di Vallé. Questa superficie raccoglie acqua bastante di piogge e di nevi da poter alimentare una sorgente di 100 litri al l'. Orbene, un gruppo di sorgenti di tale importanza esisteva appunto all'Alpe Nembro, sulla riva destra della Cairasca, a 1300 metri d'altitudine. Queste sorgenti, che apparivano ancora abbondanti il 29 ottobre 1901, erano completamente cessate prima del 20 novembre, il che prova l'esistenza d'una falda liquida sotterranea, la quale sfiora a 1300 m. almeno.

L'influenza esercitata dal traforo prova inoltre la grande estensione di quella rete di canali sotterranei, poichè il tunnel dista orizzontalmente più di due chilometri da quelle sorgenti e trovasi di 650 metri più basso del loro livello. La comunicazione a tale profondità col bacino sotterraneo si spiega col lavoro di corrosione dell'acqua; la circolazione morta, che dalla superficie va probabilmente sino a parecchie centinaia di metri al disotto del tunnel, ha luogo per effetto del calore sotterraneo che fa salire l'acqua calda verso la superficie, come avviene in un termosifone. In questo modo si spiegano le differenze di temperatura dei diversi filoni d'acqua, anche a poca distanza gli uni dagli altri. Vi devono essere correnti salienti d'acqua calda ed altre discendenti d'acqua fredda; e la differenza nella durezza si spiega pure col passaggio dell'acqua attraverso rocce alternatamente calcari e gessose. Quanto poi al raffreddamento generale, esso proviene evidentemente dall'abbassamento rapido della falda liquida, relativamente stagnante, e dalla sostituzione di cadute d'acqua, le quali arrivano direttamente dalla superficie e con maggiore rapidità. Quando il serbatoio sarà completamente vuotato, le vene d'acqua avranno il loro minimo di temperatura.

Se, come pare, le sorgenti di Nembro sono le sole ad alimentare la falda sotterranea, il volume dell'acqua uscente dal tunnel dovrà tosto o tardi ridursi a 100 o tutt'al più 150 litri al l'. Questo è certo però che il volume d'acqua che raccogliasi attualmente nelle due gallerie è eccezionale e che non potrà mantenersi più che non duri il vuotamento del serbatoio sotterraneo.

All'avanzata della galleria principale l'evacuazione dell'acqua si fa per mezzo d'un eiettore. A partire dal km. 4.429 fu posata una condotta di 25 cm. di diametro, che trasporta l'acqua nella galleria parallela al km. 4.300. Per spingere l'acqua dalla galleria principale nella galleria parallela, si disposero inoltre tre eiettori nella trasversale esistente al km. 4.400, due nella trasversale al km. 4.300 e due

ancora nella trasversale al km. 3900. I tre eiettori al km. 4400 essendo insufficienti, fu pure installata una pompa centrifuga.

Nella galleria parallela vennero sospesi i lavori d'avanzamento il 20 dicembre, e ne fu chiusa la fronte di testa al km. 4.458,462 con un massiccio di calcestruzzo dello spessore di 4 metri.

(Rapport trimestriel, n. 13).

Utilizzazione della ginestra nella fabbricazione della carta.

— La ginestra comune (*Spartum scoparium* di Linneo) che cresce in Italia dagli Apennini toscani fino all'estrema Sicilia, nelle regioni più aride e ove è impossibile qualsiasi altra coltivazione, è una pianta assai nota per la resistenza della sua fibra, superiore per finezza e per bontà alla canapa ed al lino.

Gli abitanti delle Maremme, della Basilicata e della Calabria estraggono alla meglio la fibra dagli steli della ginestra facendola seccare al sole e macerare come la canapa, e ne fanno cordami, tele grossolane per biancherie e vestimenta, chiamate appunto ginestrine.

La medesima pianta è pure usata per far scope, al che sono convenientissimi i suoi ramicelli gracili, folti, lunghi, tenaci e flessibili ad un tempo, tali da servire inoltre a legare le viti e le spalliere.

Gli armenti ne brucano volentieri i giovani rami; i polli ne mangiano avidamente i semi. Dal fusto e dai rami della ginestra si può inoltre ottenere una bella lacca gialla, e da gran tempo nelle isole dell'Arcipelago greco si usa la ginestra per tingere in giallo i tessuti di seta. Finalmente la ginestra è pure adoperata in alcuni paesi nella concia del cuoio, e le sue ceneri contengono molta potassa.

Un ettare di terreno potrebbe produrre in media, secondo il professore Carlo Neppi, 130 quintali di steli verdi fibrosi del valore sul luogo di produzione di lire 1 al quintale. Deducendo quindi la quota di ammortamento delle spese in lire 80 per la semina della ginestra (il cui ceppo vive comunemente 20 anni), e lire 26 per le spese di falciatura ed altre imprevedute, rimangono pur sempre lire 100 per ettare di reddito netto annuo.

Ma occorre perciò che l'industria sappia ricavare dalla ginestra una pratica ed importante utilizzazione, tale da assicurare un largo impiego di questa fibra. E sono perciò di particolare interesse gli studi che ora si fanno in Italia per ridurre la ginestra in pasta di carta, quali li riferisce il dottore M. Scavia, preposto al gabinetto di assaggio per le carte del R. Museo Industriale Italiano.

Da molto tempo erano stati fatti tentativi per fabbricare carta con fibre di ginestra. Recentemente il sig. Clemente Scopinich Persichetti sarebbe riuscito con un suo sistema, per il quale si è munito di attestato di privativa, a superare le difficoltà che si opponevano, e ad utilizzare non solo la parte esterna dello stelo, ma pur anche quella interna, ottenendo così una resa in carta considerevole.

Le prime esperienze si sono fatte nella cartiera a mano della Ditta C. Collini di Sigillo (Umbria) ed il campione di carta che fu presentato all'assaggio si dimostrò assai resistente alla rottura ed allo sgualcimento, ma non però tale da potersi ritenere quale tipo perfetto di fabbricazione. Occorreva cioè migliorare l'imbiancamento delle fibre, le quali ritenevano ancora troppo della tinta giallastra propria della ginestra; ottenere un impasto più omogeneo; escludere la presenza di frammenti eterogenei, ed eliminare ogni traccia di ferro. Ma il signor Persichetti continuò nel senso ora indicato le sue ricerche e riuscì in seguito a produrre un tipo di carta assai migliore, per quanto si riferisce all'omogeneità dell'impasto.

Secondo i calcoli dell'inventore, per la lavorazione di 1000 kg. al giorno di steli essiccati di ginestra si esigerebbero 7 operai, ossia una spesa di circa lire 18, ed il costo delle sostanze occorrenti per i diversi trattamenti ammonterebbe a lire 115.

Per lavorare dieci quintali al giorno occorrono: una trinciatrice con elevatore, due cilindri speciali, un torchio idraulico, un appa recchio per lavaggio, una molazza ed una macchina a cartoni, del costo complessivo di L. 20.000 oltre la messa in opera. A muovere il detto macchinario occorrono 17 cavalli, con una spesa d'esercizio di lire 17 al giorno.

Dice inoltre l'inventore che 100 kg. di steli verdi di ginestra dopo essiccati si ridurrebbero a kg. 52 circa; così il costo di 10 quintali di steli essiccati sarebbe di lire 30 che aggiunte a lire 150 preventivate per la lavorazione formerebbero lire 180.

Da esperienze eseguite nella cartiera Collini di Sigillo si avrebbe nella produzione dell'impasto la resa del 42 0/0, ossia qualche cosa più che i due quinti.

Ora, sempre secondo l'inventore, 1000 kg. di detti steli renderebbero più di kg. 1833 di pasta umida, e kg. 777 di carta; quindi il quintale di pasta lavorata in carta costerebbe lire 23,16.

Inoltre le infusioni, che occorrono per rendere gli steli essiccati di ginestra atti alla trasformazione in pasta da carta, renderebbero per residuo un liquido verde nella quantità di circa 1800 litri per ogni 1000 kg. di steli seccati. Questo liquido, analizzato nel laboratorio chimico della Scuola professionale di Prato, fu trovato contenere molte sostanze utilizzabili nella fabbricazione del sapone.

Da tutto ciò conclude il dott. M. Scavia che gli studi sulla utilizzazione della ginestra in pasta da carta furono condotti con serietà e giunsero a risultati abbastanza soddisfacenti, tali da consigliare un esperimento industriale.

(La Rivista Tecnica).

BIBLIOGRAFIA

GIOVANNI VACCHETTA. — **Del nuovo stile decorativo.** — Discorso per la inaugurazione degli studi nel R. Museo Industriale italiano in Torino. — Op. in 8° di pag. 8. Estratto dalla *Rivista Tecnica*.

L'avvenimento che Torino si prepara a celebrare in quest'anno l'Esposizione internazionale di Arte decorativa moderna, comechè designato ad avere per le industrie artistiche nostre una certa influenza e fors'anche una certa importanza, non poteva passare inosservato né ad una istituzione come quella del Museo che si fa promotrice zelante di ogni gruppo industriale, né al prof. Vacchetta che Direttore della Scuola Superiore d'ornato nel Museo Industriale è stato pure uno dei più validi cooperatori dell'Architetto D'Aronco nello studio delle decorazioni delle gallerie dell'edificio principale di questa esposizione. Ond'è che invitato dalla Presidenza del Museo a tenere il discorso inaugurale degli studi fece ottima cosa intrattenendo i suoi allievi e quanti erano intervenuti alla solenne funzione sul nuovo stile decorativo, o per dir meglio sul nuovo indirizzo dell'arte decorativa moderna.

Le grandi Esposizioni della metà del secolo ora decorso hanno luminosamente provato quanto giovi a molti prodotti dell'industria il vestirsi di una forma artistica elevata, e le statistiche della produzione hanno a loro volta confermata la importante verità.

L'Inghilterra è stata la prima, fra le nazioni industriali moderne a notare l'importanza del fatto, e a dedicarsi con sforzi poderosi ad elevare la propria educazione estetica, e ne seguì nelle sue industrie artistiche una mirabile rifioritura.

Nell'ultima Esposizione mondiale di Parigi l'arte si affermò in modo così preponderante ed esteso, da non lasciarci oltre dubbiosi sulla necessità di rivolgere ad essa, anche presso di noi, tutta la nostra attenzione e le cure più affettuose.

Il prof. Vacchetta dopo avere spiegato per quali motivi il paese nostro sia rimasto indietro sulla via, dove non il genio o la naturale inclinazione all'arte, ma solo un fermo e tenace volere aggiunto alla maggiore ricchezza, portarono le altre nazioni; dopo avere dimostrato colla storia dell'arte ne' suoi diversi periodi come il gusto estetico sia stato sempre compagno indivisibile di altri elementi, ricchezza e potenza, e svolgasi di preferenza presso il popolo più progredito, e di là irradii sugli altri, seguendo fedelmente le vicende della civiltà, di cui l'arte è forse la più genuina espressione, soggiunge che allo spirito moderno profondamente indagatore non poteva sfuggire l'anomalia, che l'Europa attuale, per tanti versi inoltrata nella civiltà, si trovasse per quello dell'arte inferiore ad età e paesi meno progrediti, che vantavano ciascuno un'arte propria, la quale bene rispecchiava la loro epoca e ne serbò documenti inalterabili per le età future.

Ed è perciò con viva compiacenza che si salutò l'aurora della nuova arte; la quale risplendette dapprima ad occidente in Inghilterra, e di là, festeggiata specialmente dai giovani, si diffuse nel Belgio, nella Germania, in Austria: arrivò alla lontana America, ed ora si affaccia a noi, genti latine, che avvolte nel mantello delle nostre gloriose tradizioni, ci troviamo quasi sopraffatti dal movimento rapido compiutosi altrove.

Da noi, dice il Vacchetta, un inizio di arte decorativa nuova era sorto fra il dilagare in arte della scuola verista; ma non sorretto ancora dalle idealità che in altre regioni d'Europa già guadagnavano le menti di alcuni precursori, il cosiddetto stile floreale doveva ridursi ad una miserevole, benché abilissima, riproduzione di fiori naturali. Le originalissime, inaspettate creazioni degli artisti giapponesi recarono a cotesta prima forma un nuovo elemento di variazione. Altro elemento di impulso al nuovo indirizzo traevansi dall'osservazione e dall'imitazione dei vaghissimi aggruppamenti floreali del medioevo e dei nostri quattrocentisti, affermandosi sempre più il predominio della pianta, dei rami, delle foglie sui fiori. I motivi di questa decorazione si arricchirono ancora di un nuovo fascino col significato allegorico che accompagnano la scelta del fiore e le sue speciali disposizioni. E poichè da tale modo di intendere la decorazione floreale era breve il passo alle rappresentazioni prevalentemente simboliche, il fiore intervenne solo più ad integrare il pensiero dell'artista, accompagnando quasi sempre la rappresentazione della figura umana.

La rapida evoluzione che compì questo stile floreale è, secondo il Vacchetta, la migliore dimostrazione della poco organica sua consistenza; nè esso potrà avere quella lunga durata che altri si pensa.

E qui il Vacchetta magistralmente soggiunge: « La natura, bellissima in sé, nei suoi elementi e nelle combinazioni loro, non è sempre bella per l'arte; è necessario che l'anima, la personalità dell'artista vi si rilevi con una giusta e caratteristica stilizzazione. Agli artisti d'oltre monti, ed in ispecie a quelli della Germania e dell'Austria, dobbiamo appunto l'iniziativa coraggiosa di tale stilizzazione profonda ed originale e l'inizio di tendenze nuove, non solo nella decorazione floreale, ma in tutte le altre forme che l'arte riveste. Varie scuole ed artisti poderosi concordano tutti, seguendo questa legge, nel semplificare, nel sintetizzare, nel geometrizzare le forme caratteristiche degli elementi naturali. Fiori, foglie, frutti irrigidiscono i loro contorni, raggruppansi in masse frondose regolari e simmetriche sulle larghe e semplici pareti che son chiamati ad ornare; gli steli, i rami, i virgulti che le portano, si allungano, s'incurvano, s'intrecciano, a loro volta, secondo leggi che non sono le vere: ma quanta grazia, quanta originalità nei flessuosi ondeggiamenti, negli intrecci capricciosi, nelle strane disposizioni di essi! E tanta l'acquiescenza, anzi la simpatia, a cotali forme stilizzate che, in quei paesi, non si esita ad introdurre una regolarizzazione simile a correzione persino della natura reale, ed occorre così di trovare, in giardini, pianticelle tenute a ricreazione della vista sotto forme regolari di sfere, di coni, di piramidi, e siepi e pergolati tagliati a forme regolarmente geometriche.

« Nè tale stilizzazione basta. Le leggi del chiaro-scuro sono infrante; non più parvenza di rilievo; non più ombre portate; non giuoco di riflessi. Il colore stesso si semplifica; sono tinte piatte, uniformi, tranquille; non forti contrasti di toni, solo gradazioni armoniose di colorazione, sfumature leggere e vaporose.

« Di tali maniere di tradurre le forme naturali si giovano mirabilmente procedimenti tecnici di esecuzione, che quasi erano andati in disuso. L'intarsio, il mosaico, lo smalto, i vetri piombati, il lavoro del cuoio rivivono. Il colore ritorna a dar vita alla statua; il bassorilievo a sposarsi alla pittura.

« Ma se distogliamo il nostro sguardo dalla sola ornamentazione floreale — che è oramai quanto rimane ancora di antico nell'arte recentissima — di quanta meraviglia resteremo colpiti, vedendo sparite tante altre forme e singolarità, delle quali solo qualche anno indietro avremmo giurato impossibile il tramonto e della morte delle quali molti ancora non sanno darsi pace.

« In architettura non più frontoni, trabeazioni, cornici, modanature; non più scanellature nelle colonne; non più capitelli. I modiglioni, le mensole, i pannelli, i cassettoni han fatto il loro tempo.

« Questi stessi elementi, che si a lungo signoreggiarono ancora il mobile e tanti altri oggetti ancora più minuti, sono ora da essi, ed a molto miglior ragione, sbanditi, per venire sostituiti da semplicissime superfici or piano, or seguenti le forme che rivestono; ora continue, altra volta interrotte, come la sola convenienza e la comodità richiedono: arricchite di motivi ornamentali, liberi, semplici, spontanei. I canoni imposti dall'abitudine cedono dappertutto il campo all'ispirazione sempre viva dell'artista. Ai motivi floreali se ne aggiungono altri, fatti di sole linee sinuose, serpeggianti, di ondeggiamenti bizzarri, di volute e di spire come di fumo, di involuppi come di capelli femminili. Altrove occorrono intrecciamenti geometrici di fili sottili; tele di ragni sapienti; voli d'uccelli; inseguimenti d'animali, che si rincorrono nei fregi; il tutto nelle maniere le più originali.

« Finalmente la figura umana, eternamente eguale e sempre varia, prende anch'essa atteggiamenti nuovi che non avremmo indovinato possibili: arricchisce e colla sua presenza nobilita ciò che tocca; attira a sé e a sé concentra l'attenzione degli osservatori, anche meno sensibili.

« Tutto ciò ci viene, come già dissi, d'oltr'Alpi, Germania ed Austria stanno a capo del nuovo indirizzo; l'Inghilterra continua nella sua maniera più fine e sentimentale; il Belgio, la Francia tengono dietro.

« Da noi una timidezza eccessiva, una incertezza incresciosa ci trattiene titubanti fra la tradizione ed il fascino che emana potente dalla nuova maniera. I giovani vi corrono incontro pieni di slancio, ma di inesperienza; i vecchi si afferrano ancora ai sistemi antichi pur porgendo sorrisi alla nuova venuta ».

L'ardita e coraggiosa iniziativa della Esposizione torinese sarà come il lampo rischiaratore, e non sarà senza frutto, e se anche l'industria italiana dovesse apparire su questa nuova via, inferiore a quella di altre nazioni, il che non crediamo, non mancherà l'Esposizione dell'arte nuova di esserci di sprone a riguadagnare il tempo perduto, e a riportare in prima linea sulla via del progresso, ma sempre da tutte le altre distinta per originalità e buon gusto, la gloriosa arte nuova italiana.

G. SACHERI.

Fig. 1. — 1:1440.

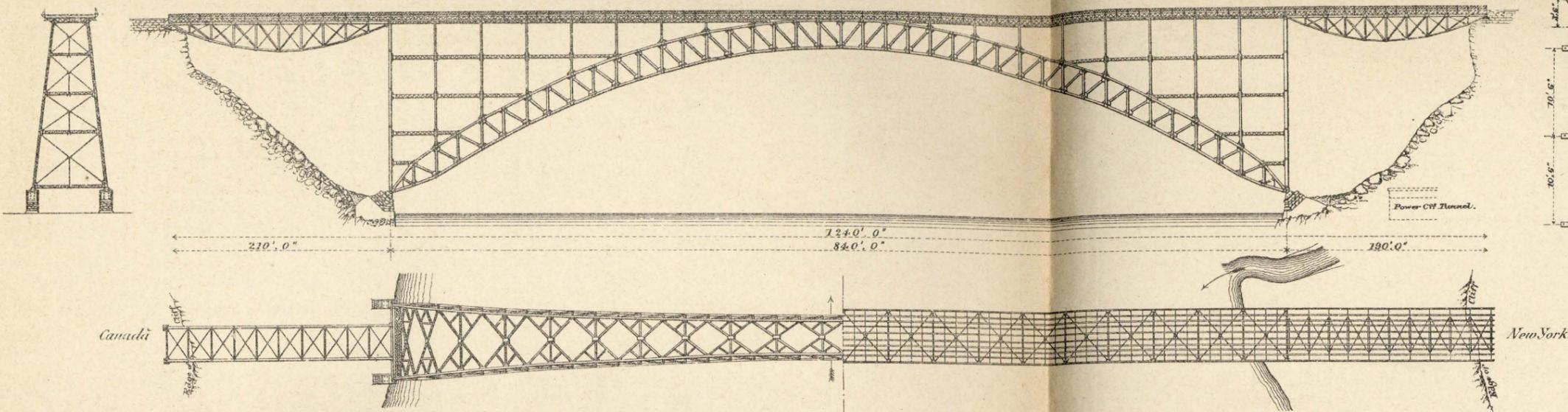


Fig. 2. — 1:192.

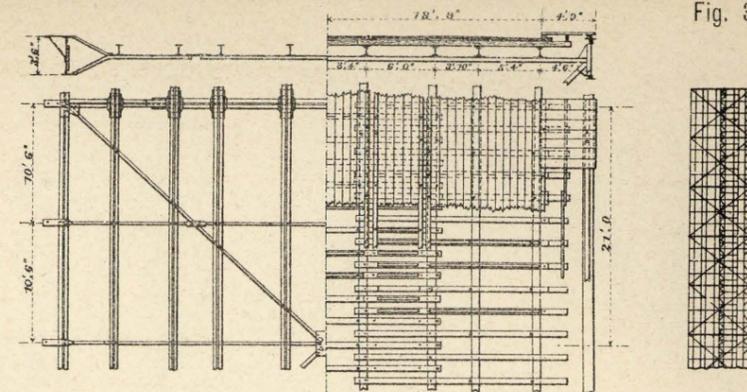


Fig. 3.

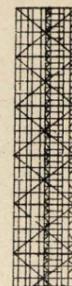


Fig. 4. — 1:96.

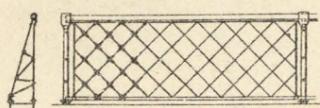


Fig. 5. — 1:480.

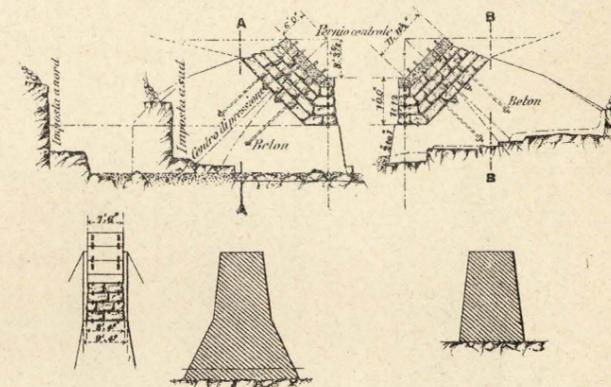


Fig. 6. — 1:96.

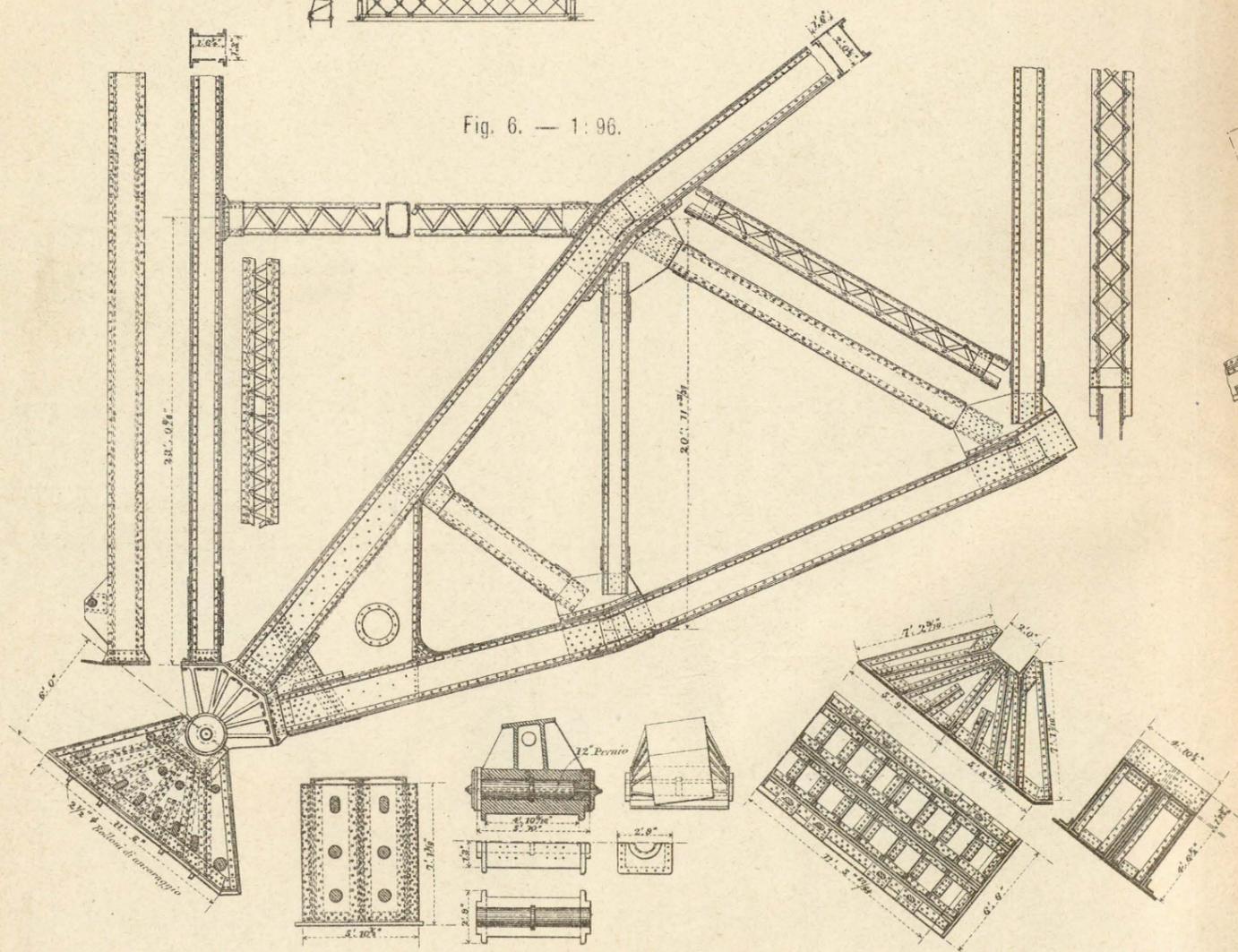
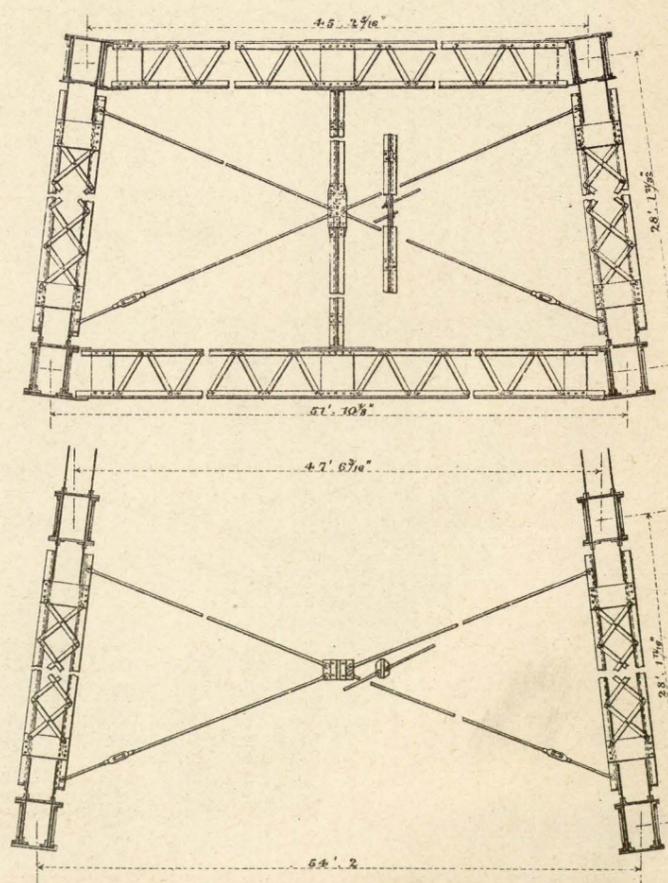
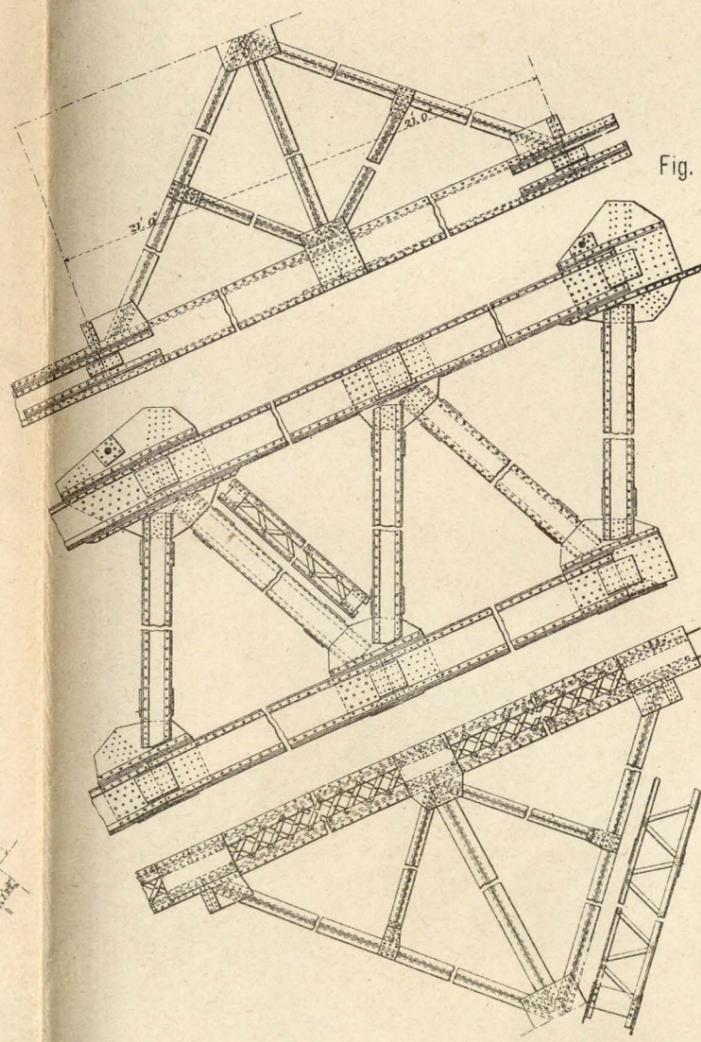


Fig. 7. — 1:96.



(Minutes of Proceedings of the Inst. of Civil Engineers, Vol. CXLIV, 1900-01, Parte II)

NB. Le quote sono espresse in piedi e pollici inglesi.

Fig. 1. — 1:96.

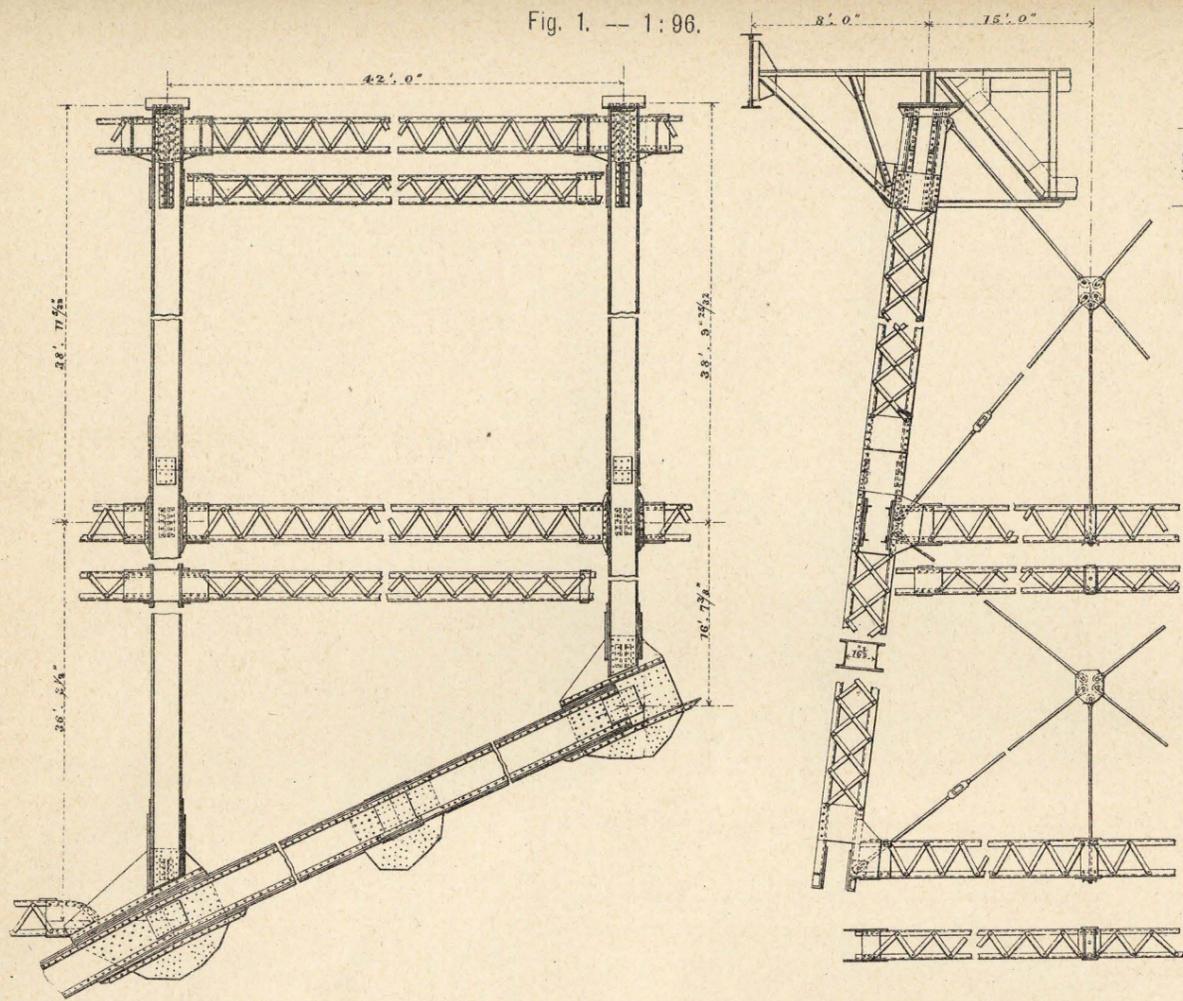
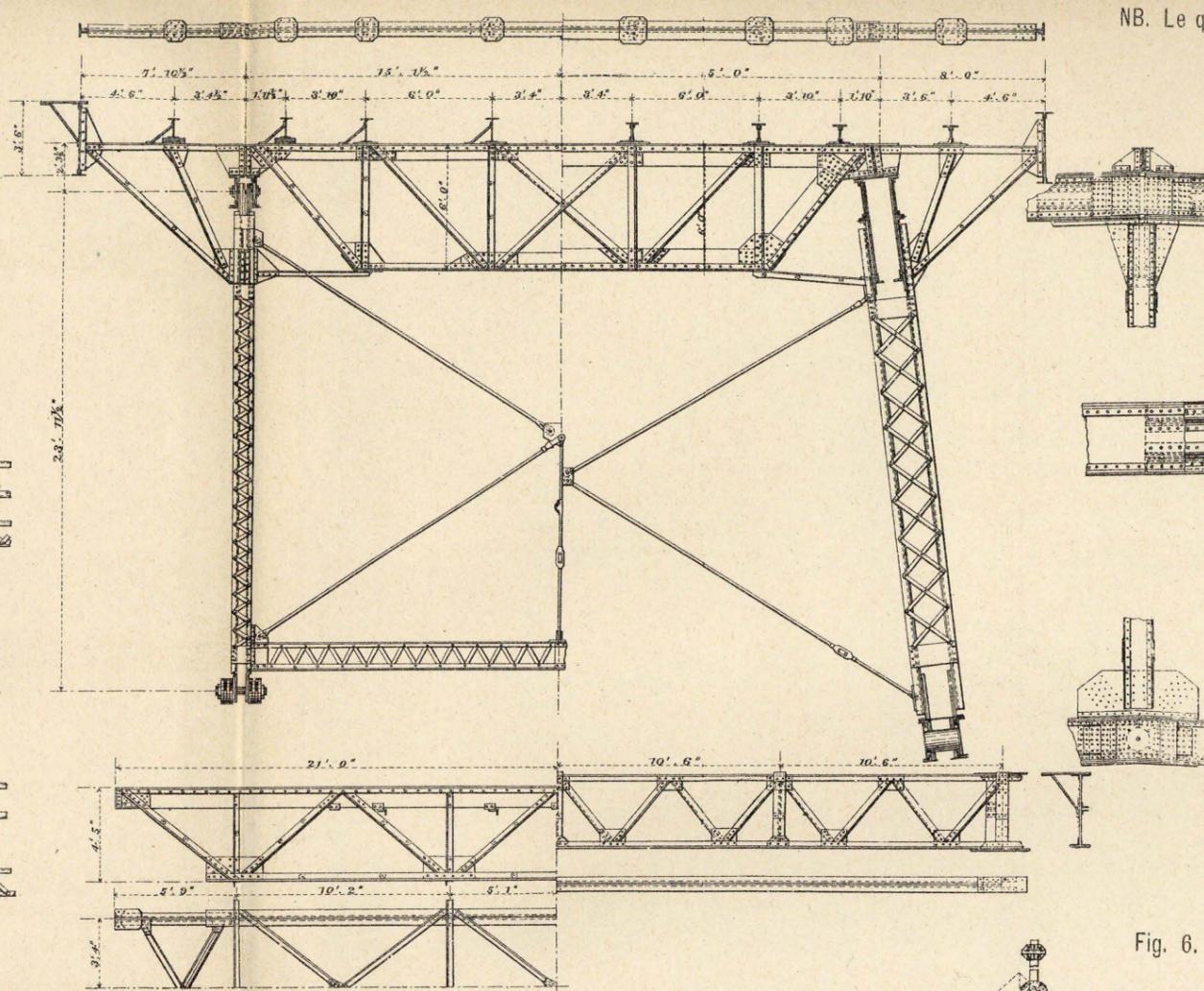


Fig. 2. — 1:96.



NB. Le quote sono espresse in piedi e pollici inglesi.

Fig. 3. — 1:62.

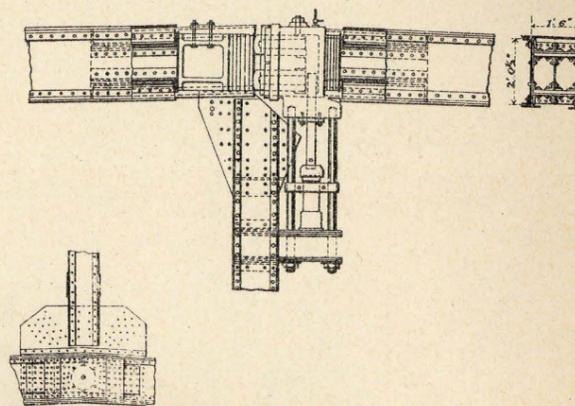


Fig. 4. — 1:96.

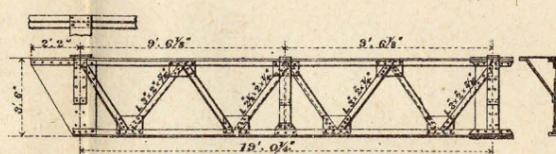
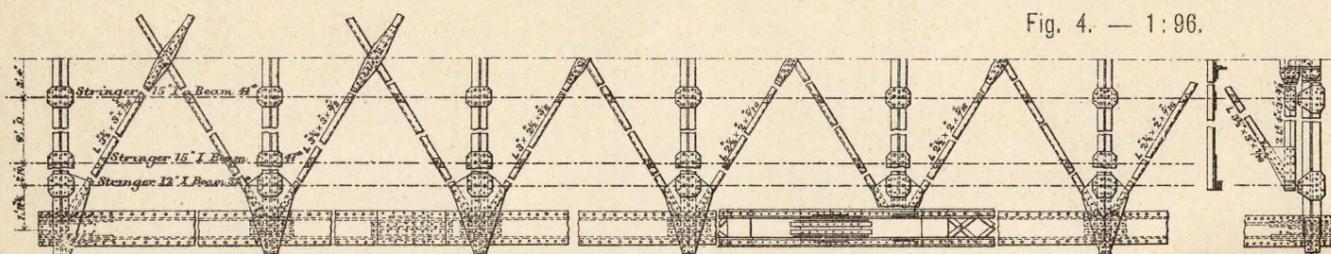


Fig. 5. — 1:48.

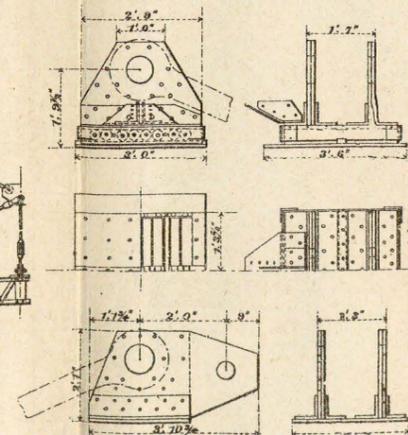


Fig. 6. — 1:192.

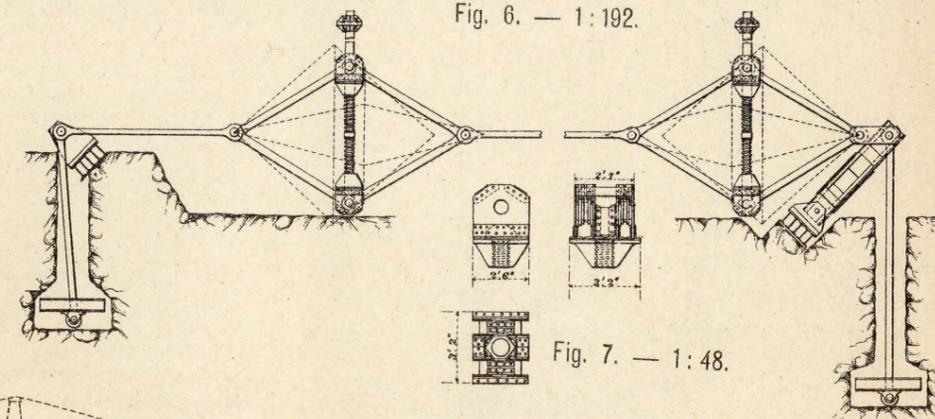


Fig. 7. — 1:48.

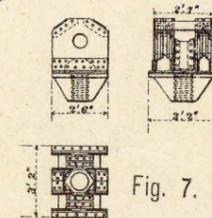
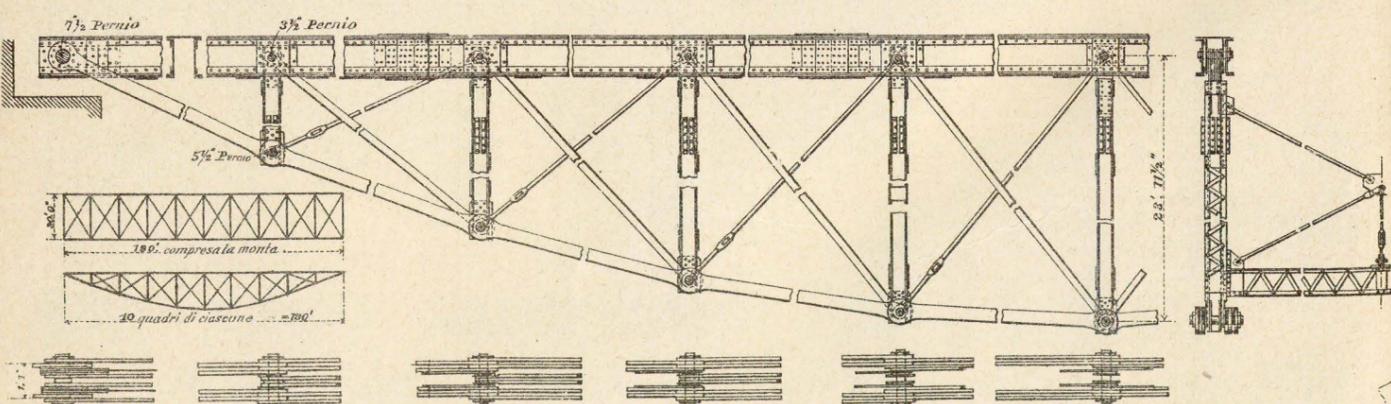
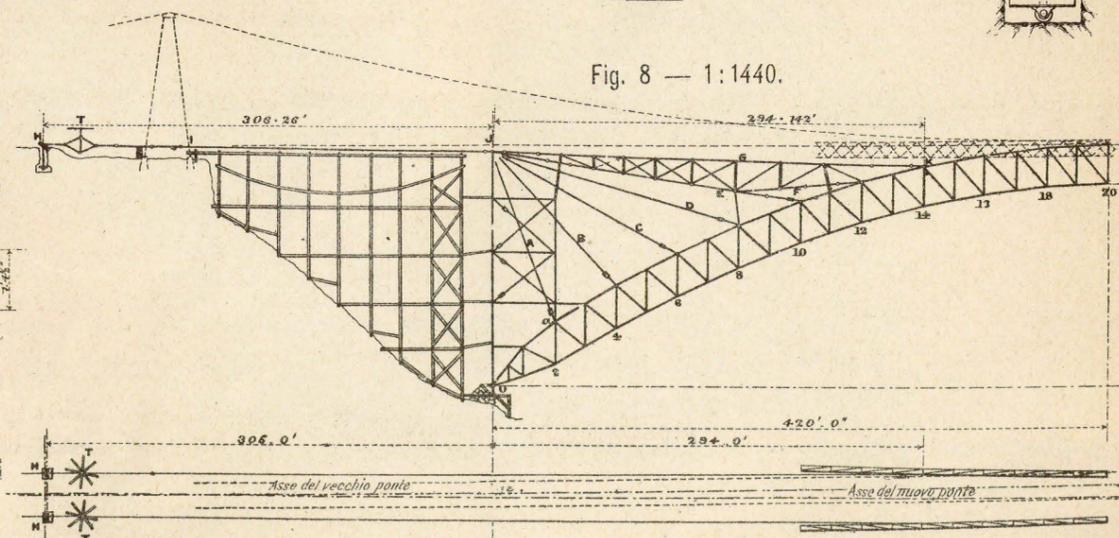


Fig. 8. — 1:1440.



(Minutes of Proceedings of the Inst. of Civil Engineers, Vol. CXLIV, 1900-01, Parte II)