

## 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.

ESPOSIZIONE UNIVERSALE DEL 1900  
A PARIGI

## IL PONTE ALESSANDRO III SULLA SENNA

(Veggansi le Tavole VI e VII)

(Continuazione e fine)

## PARTE III.

## Il ponte di servizio scorrevole per la montatura degli archi.

*Generalità.* — Nell'intento che la navigazione sulla Senna durante la costruzione del ponte non avesse ad incontrare difficoltà, il capitolato prescriveva che le armature necessarie alla montatura degli archi fossero tenute sospese da un ponte di servizio lanciato attraverso la Senna, il quale si potesse trasportare lateralmente per trovarsi successivamente al disopra di ciascuno degli archi da montare. Volendosi evitare qualsiasi inconveniente dipendente da piane straordinarie possibili, i binari di scorrimento dovevano essere collocati sopra le spalle. Lo studio particolareggiato del ponte di servizio, e delle relative manovre restava a carico dell'Impresa.

Successivamente si riconobbe che per i bisogni della navigazione bastava si fosse lasciato un passo di 50 metri completamente libero nel bel mezzo dell'alveo.

Per tal modo la parte degli archi vicina all'imposta poteva essere montata per mezzo di armature fisse, ossia sostenute da pali infissi nell'alveo al di fuori della passata centrale, e nel medesimo tempo anche il ponte di servizio scorrevole, pur continuando ad appoggiare in modo permanente sugli spalloni, poteva, durante il periodo della montatura degli archi, quando per l'appunto veniva a dover sostenere il massimo carico, esserne un pochino alleggerito con appoggi intermedi provvisori.

Questa facoltà, di cui ha potuto valersi l'Impresa, se per una parte la obbligava in caso di grosse piene a smontare

e ritirare quelle parti dell'arco che si stessero montando, le permise di potere senza eccesso di spesa costruire il ponte di servizio in modo da prestarsi contemporaneamente alla montatura di due archi consecutivi, con notevole vantaggio sia dal lato della regolarità del lavoro, che da quello della celerità di esecuzione.

La distanza tra i punti d'appoggio estremi sui cavalletti scorrevoli era di 120 metri. Cogli appoggi provvisori intermedi, di cui sopra, la portata totale veniva a suddividersi in tre portate, di 53 metri quella di mezzo, e di m. 33,50 caduna le due laterali.

La travata del ponte scorrevole doveva dunque essere considerata come una travata unica durante lo spostamento trasversale e come una travata continua su tre appoggi durante la montatura degli archi.

In tutti due i casi essa doveva poter sostenere, oltre al proprio peso, l'effetto del vento, la cui pressione orizzontale fu supposta di 120 chg. per metro quadrato, come erasi pure adottata nei calcoli delle armature per i lavori dell'Esposizione del 1889.

I particolari del ponte di servizio vennero studiati nelle officine di Chàlon-sur-Saône dette del Petit-Creusot, per opera dell'ingegnere Rochebois e sotto la direzione del signor Schmidt, Direttore di quelle officine.

*Descrizione del ponte di servizio.* — Consiste di due travi rettilinee a traliccio, lunghe 120 metri tra i ritti estremi e di m. 7,50 di altezza (fig. 38). La distanza fra le due travi, misurata in senso normale alla loro direzione è di m. 5,714. Tale distanza venne adottata per poter mettere a posto due archi consecutivi simultaneamente.

Il peso totale di questo ponte di servizio fu di circa 280 tonnellate.

La sezione delle due travi è a semplice I; la parete del traliccio è a doppio intreccio. I ritti o montanti verticali distano fra loro di m. 3,625 che è la lunghezza della proiezione orizzontale dei cunei degli archi; sul mezzo del ponte i tre intervalli sono di minore lunghezza precisamente come i cunei di chiave dell'arco.

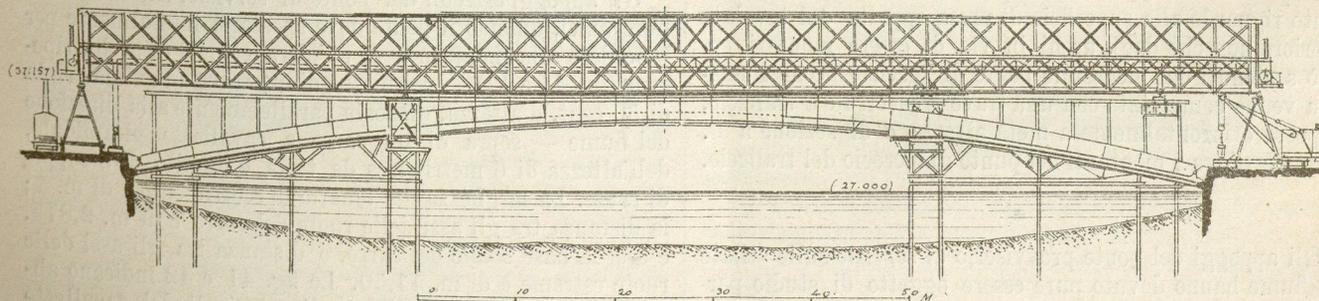


Fig. 38. — Prospetto del ponte di servizio scorrevole per la montatura degli archi.

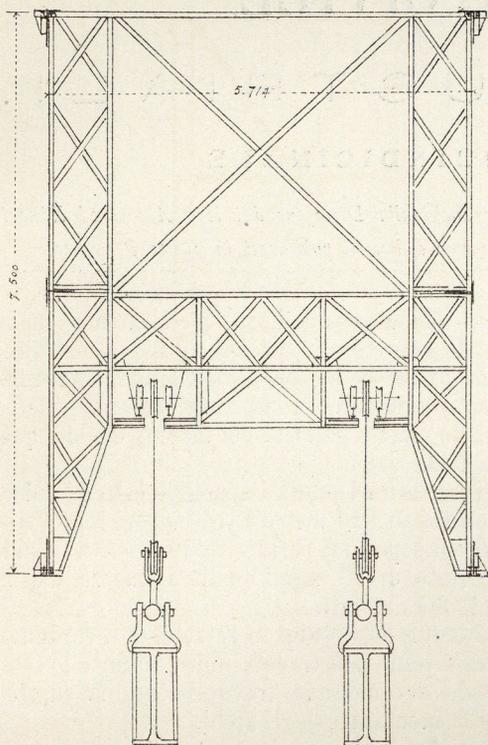


Fig. 39. — Sezione trasversale della travata (Campate laterali).

Le due travi sono rilegate tra loro (fig. 39 e 40) con una serie di quadri in corrispondenza dei ritti verticali, i quali rimangono collegati a metà di loro altezza da una travatura orizzontale. Inferiormente a quest'armatura e contro la faccia interna dei montanti sono collegate le mensole destinate a sorreggere i piccoli binari per far scorrere i carrelli di manovra dei cunei degli archi. Superiormente a quell'armatura i quadri sono controventati da sbarre orizzontali al livello superiore delle piattabande, e da croci di Sant'Andrea; mentre al disotto dell'armatura doveva lasciarsi libero il passo per il trasporto dei cunei o conchi degli archi.

Nelle due campate laterali del ponte, i montanti verticali delle due travi sono inferiormente smussati in modo da venire a terminare sulla piattabanda inferiore della trave propriamente detta (fig. 39).

Invece nella tratta centrale, la parte inferiore di questi montanti, e così pure quella dei quadri di sostegno delle mensole dei binari, sono disposte in modo da poter ad esse raccomandare le aste di sostegno dell'impalcato od armatura sospesa (fig. 43-44). Ed affinché questo sistema nel suo complesso presentasse garanzia sufficiente per resistere ai colpi di vento, il cui effetto poteva essere considerevole, avuto riguardo alla superficie di presa opposta dal tavolato inferiore non che dagli archi in via di essere montati, epperò sostenuti dal medesimo ponte di servizio, così l'ossatura venne completata con una trave trasversale a traliccio, disposta orizzontalmente a metà altezza e di sezione a T, la quale rilega i montanti nel punto di incrocio del traliccio.

\*

Gli appoggi del ponte provvisorio di servizio sulle stilate del fiume hanno dovuto pure essere oggetto di studio particolare. L'apparecchio d'appoggio di ciascuna trave longitudinale riposa su di un robusto seggio (specie di trave ad

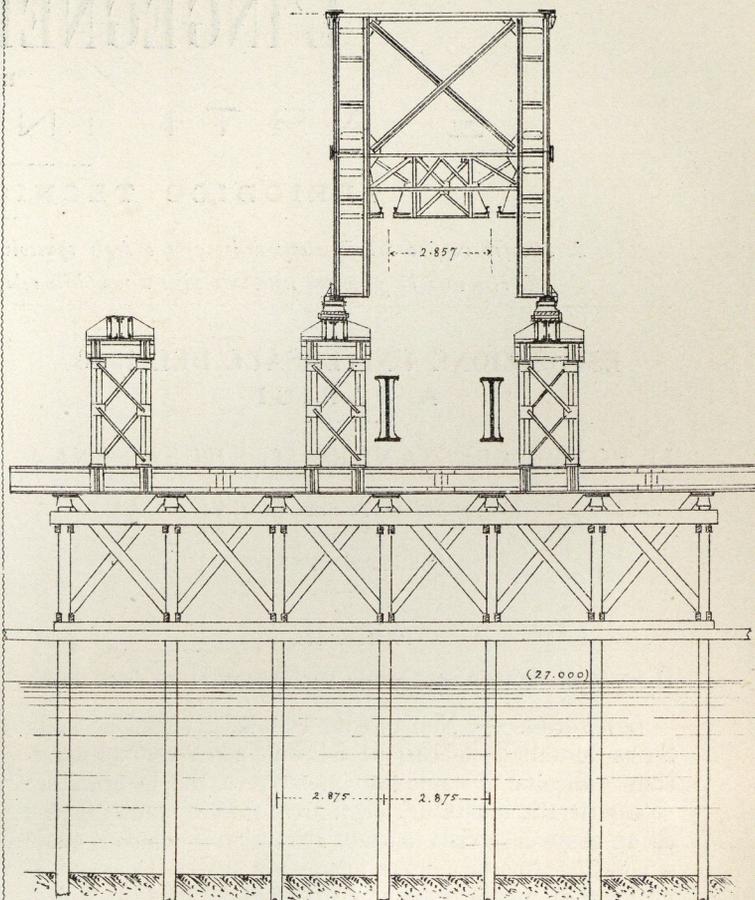


Fig. 40. — Sezione trasversale della travata su di una delle due stilate d'appoggio provvisorio.

anima verticale tripla, disposta parallelamente alla direzione del ponte) che vedesi in sezione sulla fig. 40, portato da un cavalletto metallico che si eleva nello spazio compreso fra due archi sopra di una trave trasversale di base riposante sulle teste dei pali infissi sull'alveo. Questi cavalletti sono smontati appena è ultimata la montatura di una coppia d'archi, e prima di far scorrere lateralmente il ponte di servizio. Tutta questa disposizione dei cavalletti può parere esagerata a prima vista per rispetto al carico verticale che verrebbe a trasmettersi a ben 12 pali (distribuiti in 2 file di 6 pali caduna); ma è stata giudicata necessaria per resistere pure alla pressione del vento, la quale può avere per effetto di notevolmente spostare il punto di applicazione della risultante degli sforzi applicati ai quadri d'appoggio intermediari.

\*

Gli appoggi estremi del ponte di servizio, che diventano pure unici, quando il ponte deve spostarsi lateralmente per procedere alla montatura di un'altra coppia di archi, riposano (fig. 41 e 42) — per mezzo d'una trave ad anima tripla di 50 cent. d'altezza, disposta parallelamente alla direzione del fiume — sopra di un carro a cavalletto piramidale, dell'altezza di 6 metri circa da terra e munito di 5 coppie di ruote. La larghezza del binario di scorrimento è di m. 4; la distanza tra gli assi delle ruote del carro è di m. 2,875, e così la base totale del carro, o distanza tra gli assi delle ruote estreme è di m. 11,50. Le fig. 41 e 42 indicano abbastanza il modo con cui le parti principali del cavalletto sono tra loro riunite e fasciate.

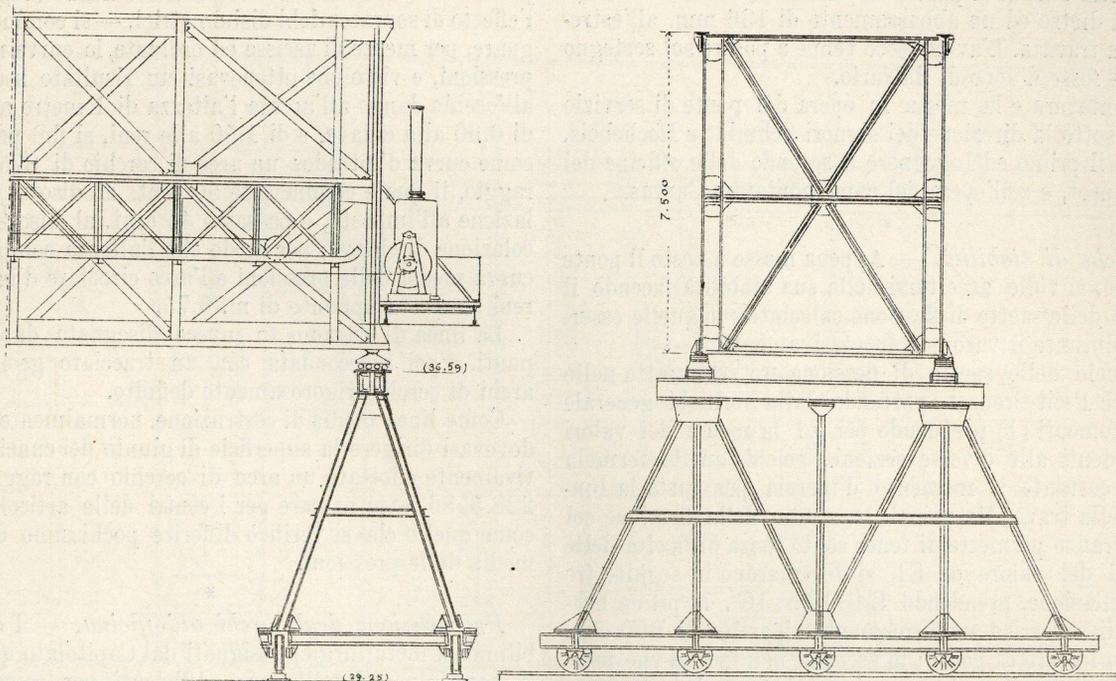


Fig. 41 e 42. — Cavalletto scorrevole, di appoggio delle estremità della travata di servizio.

\*

*Condizioni di stabilità del ponte di servizio.* — Nella costruzione del ponte di servizio si è adoperato esclusivamente l'acciaio laminato per le sbarre di resistenza di qualsiasi forma e dimensione; e l'acciaio fuso per gli apparecchi di appoggio. Come nel caso dei ponti permanenti, l'acciaio laminato doveva resistere ad un carico di rottura di 42 chg. per mmq. con un allungamento del 22 per cento.

Il peso totale del ponte di servizio, ossia di tutta la parte scorrevole, compresi i suoi apparecchi di appoggio, è stato di tonn. 238,5, e aggiungendo i due cavalletti a carro, costituenti gli appoggi di estremità, i due verricelli a vapore e relativa piattaforma di base, ecc., si ebbe un totale di 325 tonn. Durante la montatura degli archi avevasi pure il peso della impalcatura di legno, sospesa ai tiranti verticali, del peso essa sola di 10 tonn.

Il ponte fu calcolato in modo da resistere agli sforzi verticali, ed a quelli di un vento che esercitasse una pressione orizzontale di 120 chg. e nell'ipotesi che l'acciaio lavorasse a 12 chg. per mmq. sotto l'effetto dei carichi verticali, e a 13 chg. sotto l'effetto simultaneo del vento.

Ma il ponte non aveva realmente da sopportare questi sforzi se non nel brevissimo tempo in cui veniva ad essere spostato da una coppia d'archi montata a quella successiva da montare. Oltretutto non era supponibile che si scegliesse una giornata di vento violento per spostare il ponte; e ad ogni modo potevasi togliere il tavolato sospeso alla parte di mezzo.

Per la ragione medesima che ne aveva motivata la costruzione, il ponte di servizio non poteva venire montato sul posto, ma dovevasi montare sulla riva (destra) e poi lanciare al suo posto. Ma per mancanza di spazio non era possibile montare in una volta sola nemmeno un troncone di tale lunghezza da poter superare in una volta sola la totale lunghezza del passo centrale di 53 metri. Onde l'operazione ebbe luogo in tre periodi, e non senza munire la estremità anteriore del ponte di un avambecco leggero di 15 metri di lunghezza.

Risultando dai calcoli dell'ingegnere Rochebois (1) che il lavoro del metallo durante l'operazione del varo della travata poteva arrivare a chg. 15,8 per mmq., fu pure presa la precauzione di costruire su di uno zatterone una pila di legno galleggiante e di raccomandare lo zatterone fra quattro pali infissi nell'alveo, al disotto della parte a sbalzo della travata durante il varo, nell'intento di venire in aiuto alla medesima, in caso di qualche avaria per effetto del materiale o della montatura.

Per tener conto dell'abbassamento dell'estremità della travata che rimaneva a sbalzo durante l'operazione del varo, l'estremità dell'avantreno fu tenuta rialzata di 20 centim.

\*

*Durata delle operazioni.* — Il progetto del ponte di servizio venne presentato alla fine di gennaio del 1898; il lavoro dei ferri incominciò nelle officine di Chàlon in aprile, ed i primi tronconi di travata arrivarono alla riva della Senna verso la metà di luglio.

La montatura della travata sul posto incominciò il 22 luglio. Ne fu varata una prima parte il 20 agosto; si proseguì l'operazione l'8 settembre, ed al 30 settembre la travata raggiungeva la sponda opposta.

Le tre operazioni hanno avuto luogo senza incidenti, e non durarono che una mezza giornata. La navigazione non fu interrotta che durante la seconda operazione e per sole due ore, dalle 5 alle 7 del mattino.

Lo scorrimento della travata era ottenuto per mezzo di due verricelli, i quali operavano su due paranchi raccomandati alla stilata della riva destra.

Gli apparecchi di scorrimento erano a bilanciare, con due o quattro rulli ad asse fisso secondo il peso che dovevano sorreggere.

La ossatura del ponte ha resistito benissimo a tutte le operazioni. Quando avevasi di sbalzo la maggior parte della travata si constatò un abbassamento di 16 mm. sull'ap-

(1) Vedasi la nota n. V: *Stabilité du pont pendant le varo*, nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1898, 2° trim., pag. 277-284.

poggio della stilata di partenza, un altro di 5 mm. sull'appoggio di dietro ed un abbassamento di 136 mm. all'estremità della travata. L'avambecco venne a posare sul sostegno senza che fosse d'uopo di rialzarlo.

La montatura e la messa in opera del ponte di servizio si fecero sotto la direzione dei signori Schmidt e Rochebois, Direttore il primo ed Ingegnere il secondo delle officine del Petit-Creusot, e coll'opera del capo montatore Camus.

\*

*Verifiche di stabilità.* — Appena messo a posto il ponte di servizio, si volle accertarsi della sua stabilità facendo il confronto delle saette di flessione calcolate con quelle osservate sia durante il varo, sia successivamente.

Il calcolo delle saette di flessione era stato fatto nello studio del Petit-Creusot, partendo dalla formola generale dei tre momenti (1) prendendo per EI la media dei valori corrispondenti alle diverse sezioni, poichè quella formola suppone costante il momento d'inerzia per tutta la lunghezza della trave. Ma poichè lo studio della flessione col metodo grafico permette di tener conto senza difficoltà delle variazioni del valore di EI, si disegnarono in seguito tre curve di flessione, prendendo  $E = 16 \times 10^9$ , la prima nell'ipotesi di un carico uniformemente ripartito di 900 chg. per metro lineare di ponte; la seconda nell'ipotesi che fosse caricata la trave centrale in ragione di 1000 chg.; la terza nell'ipotesi di due pesi concentrati di 20 000 chg. disposti simmetricamente sui punti d'appoggio. E con tali elementi potè essere a rigore tracciata la curva di flessione della trave, quando la parte centrale si trovasse sovraccaricata dalle armature sospese in ragione di 360 chg. per metro corrente.

Le osservazioni fatte quando la travata riposava liberamente sui soli appoggi estremi, e non sopportava alcun sovraccarico, diedero per la sezione di mezzo una saetta di flessione di 244 mm., la quale non sarebbe che gli 84/100 della saetta calcolata.

Quando il carico portato dalla travata centrale si elevò a tonn. 26,5 corrispondente esattamente ad un sovraccarico di 250 chg. per metro corrente di travata, la saetta per la sezione di mezzo risultò di 278 mm., ossia nel rapporto di 81/100 della saetta calcolata.

L'aumento di flessione osservato per effetto del sovraccarico (278 — 244 = 34 mm.) non essendo stato che i 4/5 di quello che avrebbe dovuto essere, si spiegò l'anomalia col fatto che il sovraccarico non era direttamente applicato alle travi, ma ad un sistema che offre per sè stesso una certa rigidità, e che poteva ripartire l'effetto del sovraccarico stesso sopra una lunghezza maggiore di quella della travata centrale.

Si sono osservate pure le saette di flessione quando il ponte era sostenuto dagli appoggi intermedi e portava il carico dei cunei componenti due archi contigui del ponte definitivo. La flessione osservata per la sezione di mezzo è stata di 249 mm., e quella calcolata in tali condizioni era di 247 mm.

#### PARTE IV.

##### Costruzione degli archi e della sovrastruttura metallica del ponte.

*Tracciamento degli archi.* — La fibra neutra di un arco a tre cerniere dovendo razionalmente assecondare le curve delle pressioni ed il metallo dovendo distribuirsi simmetricamente intorno a codesta fibra neutra, in modo da presentare un rigonfiamento alle reni, o per meglio dire nei

(1) Questo calcolo trovasi esposto nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1898, 4° trimestre, da pag. 119 a 122.

punti in cui i momenti inflettenti diventano maggiori sotto l'effetto di sovraccarichi disimmetrici, — si cominciò col disegnare, per mezzo di ascisse ed ordinate, la curva media delle pressioni, e visto che ottenevasi un risultato soddisfacente all'occhio dando all'arcata l'altezza di 1 metro all'imposta, di 0,90 alla chiave, e di 1,50 alle reni, si finì per tracciare come curva d'intrados un arco di cerchio di 275 metri di raggio, il quale cominciasse 50 cent. al disotto dell'articolazione all'imposta, e passasse 45 cent. al disotto dell'articolazione di chiave; per modo che l'altezza compresa fra la curva media delle pressioni e l'arco circolare d'intrados alle reni risultava appunto di m. 0,75.

La linea di estrados fu invece disegnata dapprima per punti, e poi assecondata con un tracciato geometrico ad archi di cerchio rigorosamente definito.

Come linea media di costruzione, normalmente alla quale dovevasi dirigere la superficie di giunto dei cunei, fu definitivamente adottato un arco di cerchio con raggio di metri 228,5586 fatto passare per i centri delle articolazioni, siccome quello che si verificò differire pochissimo dalla curva media delle pressioni.

\*

*Preparazione degli archi all'officina.* — I cinque stabilimenti metallurgici designati dal Capitolato quali aventi il materiale e l'intelligenza sufficienti per essere fornitori dell'acciaio fuso, hanno tutti partecipato alla formazione degli archi. Trattandosi di ben 2400 tonn. di acciaio fuso, il lavoro fu distribuito fra di essi, procedendosi nella numerazione dei 15 archi da monte a valle, ogni acciaieria dovendo essere impegnata alla fornitura di uno o più archi, ma completi.

##### Acciaierie:

Châtillon et Commentry . . . . .	4 archi	1°, 8°, 12° e 15°
Marine et chem. de fer (Saint-Chamond) . . . . .	4 »	2°, 6°, 10° e 14°
Creusot . . . . .	3 »	3°, 7° e 13°
Saint-Étienne . . . . .	2 »	4° e 9°
Firminy . . . . .	2 »	5° e 11°.

\*

*Archi intermedi.* — La forma della sezione degli archi intermedi è quella del I simmetrico (fig. 2 della Tav. VI e fig. 4, sez. *ab*), la quale è egualmente vantaggiosa, sia per riguardo alla resistenza ai momenti di flessione, sia dal punto di vista della facilità della fondita.

Per gli archi di fronte non apparve abbastanza decorativa, e fu preferita la forma quale appare dalla fig. 2 della Tav. VI, e dalla fig. 4, sez. *cd*, tuttochè conducesse ad una spesa notevolmente maggiore.

Per tutte due le forme, la larghezza delle piattabande fu limitata a m. 0,60 per evitare l'incurvamento ed altre difficoltà di fondita. Così pure, per le necessità della fondita, gli spessori non potevano scendere al disotto di 50 mm. Epperò, non volendosi rendere inutilmente pesante il ponte, la distanza degli archi, che nel progetto di massima era stabilita di m. 2,50, fu portata a m. 2,857, riducendo il numero degli archi da 17 a 15.

La lunghezza dei cunei era stata limitata dalla considerazione degli effetti del ritiro della materia dopo la fondita. La mezza corda dell'arco fu pertanto divisa in sedici parti, di cui quattordici eguali fra loro presentano la lunghezza di m. 3,625; le due parti estreme riescendo quindi di minore lunghezza. La lunghezza dei cunei dell'arco varia quindi da m. 3,615 a 3,725; il restringimento o ritiro della materia in tal caso può arrivare fino ad 8 centimetri, donde la necessità di precauzioni speciali per evitarne fenditure od altri inconvenienti durante il raffreddamento.

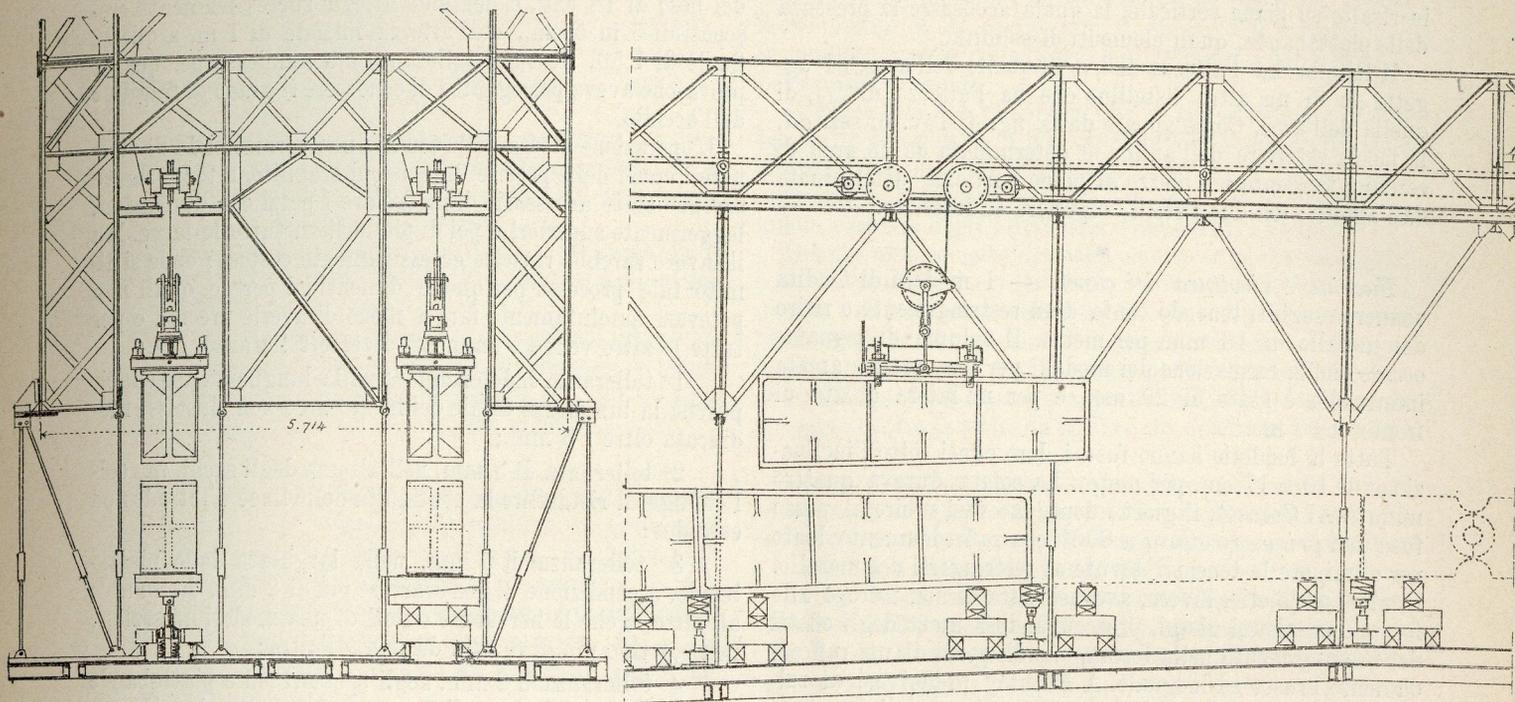


Fig. 43 e 44. — Particolari della posa in opera dei cunei dell'arco.

Come meglio appare dalla fig. 45 qui nel testo, ogni cuneo degli archi intermedi è terminato alle due estremità da una parete di giunto rettangolare che ha la larghezza di tutta la sezione; oltre che alle estremità le piattabande sono pure riunite insieme ed all'anima centrale in due punti intermedi da nervature verticali, che sono di 10 centimetri più in dentro della verticale che unisce le due piattabande. Altre nervature triangolari, o d'angolo, intermedie, come vedesi sulla figura, rilegano le piattabande all'anima centrale ed alle pareti terminali di giunto.

L'anima verticale ha lo spessore costante di 50 mm. per tutti i cunei; lo spessore delle piattabande cresce nei cunei, dall'imposta alla chiave, da mm. 52,5 a 55 ed a 60 mm.; lo spessore delle nervature e delle pareti di giunto è di 40 mm.

Le superficie di contatto delle pareti di giunto di due cunei contigui sono munite di risalti accuratamente fatti passare al lavoro della pialla; questi risalti presentano 120 millimetri di larghezza in corrispondenza dell'anima verticale, e 100 mm. in corrispondenza delle due piattabande. Leggeri risalti, della larghezza di mm. 52,5, accompagnano il filo esterno delle pareti di giunto, ma non vengono a con-

tatto, dovendo rimanere un vuoto di 2 mm. tra loro in ogni giunto.

I cunei sono riuniti tra loro col mezzo di 12 chiavarde del diametro di 35 mm. Per facilitare la montatura, ogni giunto ha due chiavarde di precisione (*boulons broches*) che non presentano giuoco; le altre chiavarde hanno un giuoco di mezzo millimetro.

La divisione dei giunti negli archi non corrisponde con quella degli assi dei ritzi verticali, o montanti, della sovrastruttura metallica che sostiene il tavolato del ponte.

\*

*Archi di fronte.* — Per gli archi di fronte (fig. 46), la sezione fu studiata in modo che l'arco stesso apparisse come fatto tutto d'un pezzo, e si è riusciti a nascondere affatto le chiavarde d'unione d'un cuneo coll'altro adottando la sezione ad  $\Gamma$  coll'anima verso l'esterno leggermente convessa, pur lasciando correre, all'intradosso ed all'estradosso, una lista

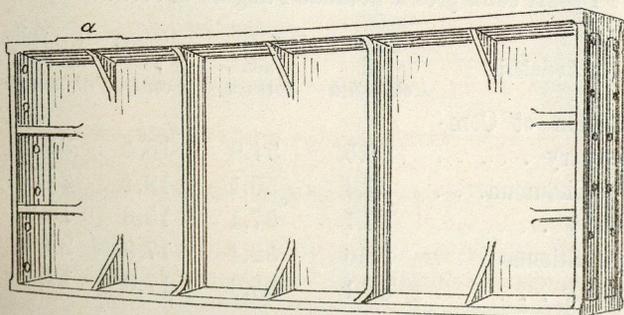


Fig. 45. — Veduta in prospettiva di uno dei cunei costituenti gli archi intermedi del Ponte.

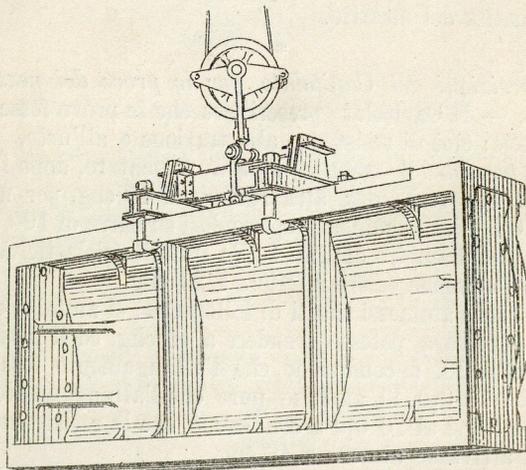


Fig. 46. — Veduta in prospettiva, dalla parte interna, di uno dei cunei dell'arco di fronte.

in risalto su piano verticale, la quale accusasse la presenza delle piattabande, quali elementi di solidità.

Il listello ha l'altezza di  $\frac{1}{12}$  di quello dell'arco, ed aggetta su di un altro listellino che ha l'altezza di  $\frac{1}{24}$  di quella dell'arco. Come appare dalla fig. 4, Tav. 6, sez. *cd*, la faccia esteriore dell'anima è determinata da un arco di cerchio tangente nel mezzo al piano verticale determinato dall'aggetto dei due listelli, superiore ed inferiore.

\*

*Fusione e ricottura dei cunei.* — I modelli di fondita vennero eseguiti tenendo conto d'un restringimento o ritiro del metallo di 18 mm. per metro. Il volume di legname occorso nella formazione dei modelli per una mezza arcata intermedia è stato di 20 mc., è per un'intera arcata di fronte di 50 mc.

Tutte le fonderie hanno fuso i loro cunei sotto l'inclinazione di 10 a 17 cm. per metro. La colata durava quattro minuti. Al Creusot, il giorno dopo, facevasi subire al pezzo fuso una *prima ricottura* a 800° con raffreddamento lento per eliminare le tensioni dovute al restringersi del metallo. In altre acciaierie, invece, avevasi cura di non toccare alle forme per alcuni giorni, preoccupandosi meno degli effetti del restringimento nella forma, che di quelli di un raffreddamento brusco ed ineguale. A Firminy preferivasi di rallentare il getto della colata quando arrivavasi ai due terzi della fusione, e di lasciar raffreddare lentamente il pezzo nella propria forma per quattro o cinque giorni.

Ad ogni modo la ricottura, oltre ad eliminare le azioni molecolari latenti dovute a ciò che il raffreddamento dei contorni che sono a contatto della forma è sempre più rapido di quello della parte interna, aveva pure per effetto di togliere la cristallizzazione che potrebbesi produrre col raffreddamento nell'interno della massa. E quest'operazione della ricottura fu oggetto di particolare attenzione in tutte le acciaierie. Al Creusot ed a Firminy, nell'intento di prevenire la cristallizzazione e di accrescere la finezza della grana, si fece pure subire una specie di tempra parziale al metallo, ossia abbassavasi bruscamente la temperatura da 1000° a 600° con aprire le porte del forno; poi, richiudendole ermeticamente, compievasi il raffreddamento lento in 45 ore. Onde l'operazione completa della ricottura esigeva da 80 a 85 ore.

Al Creusot, invece, dove erasi già ottenuta una prima ricottura, la seconda compievasi in 26 a 28 ore al più.

Uscendo dal forno a ricuocere, i cunei venivano puliti a colpi di martello, e intanto procedevasi ai saggi di prova della qualità del metallo.

\*

*Prescrizioni del Capitolato per le prove dei pezzi di fondita.* — Il Capitolato prescriveva che le prove fossero di due specie: cioè di resistenza alla trazione e all'urto.

Alla *trazione* il metallo doveva presentare, dopo la ricottura, una resistenza alla rottura di 45 chg. per mmq. col 12 0/10 d'allungamento operandosi su barre di 100 mm. tornite, del diametro di mm. 13,8; il limite d'elasticità non doveva d'altronde essere inferiore a 24 chg.

Ma furono ammessi limiti di tolleranza; si ammise che il carico di rottura potesse scendere a 42 chg. ed il limite di elasticità a 22, a condizione che l'allungamento fosse almeno del 15 0/10. Si ammise pure che l'allungamento potesse limitarsi al 10 0/10 a condizione che la resistenza alla rottura arrivasse almeno a 48 chg.

In quanto all'*urto*, le prove dovevano farsi con barre d'acciaio di sezione quadrata, di 30 cm. di lato, e di 20 cm. di lunghezza; distanza fra i punti d'appoggio, cent. 16. Ogni pezzo doveva sopportare senza rompersi l'urto d'un maglio

del peso di 18 chg. cadente da altezze successivamente crescenti di 5 in 5 cm., dall'altezza iniziale di 1 m. a quella finale di 1,50. Nessuna tolleranza era ammessa per questa prova che aveva per oggetto di conoscere il grado di fragilità dell'acciaio.

L'operazione stessa della fondita non permettendo di ottenere i cunei delle precise dimensioni stabilite, a tutto rigore sarebbe stato necessario di modellare i pezzi con dimensioni leggermente superiori e poi di piallarli su tutte le facce. Ma il lavoro sarebbe riuscito eccessivamente costoso; onde si limitò tale processo per quelle dimensioni per le quali non potevasi assolutamente fare a meno di averle precise, e per tutte le altre vennero ammesse diverse tolleranze, cioè:

1° tolleranza indeterminata sulla lunghezza dei cunei, purchè la lunghezza totale del mezzo arco non riuscisse modificata oltre i 5 mm.;

2° tolleranza di 5 mm. nell'altezza degli archi, ma coll'obbligo di ristabilire la continuità delle linee d'intrados ed estrados;

3° tolleranza di 5 mm. nella larghezza delle piattabande, a condizione di non scartare più di 2 mm. da un arco all'altro, e che le nervature od ali di una medesima sezione non scartino più di 3 mm. da una all'altra;

4° tolleranza di 2 mm. negli spessori delle piattabande e dell'anima verticale, e di 5 mm. negli spessori delle pareti terminali di giunto;

5° tolleranza di 5 mm. sulla regolarità della superficie piana dell'anima nel tratto compreso fra due nervature, e di 8 mm. su tutta la lunghezza del cuneo.

Queste tolleranze sulle dimensioni dovevano avere per conseguenza logica una tolleranza sul peso dei pezzi, che fu stabilita del 5 0/10 del peso teorico in più od in meno, senza che la tolleranza sulla totalità della fornitura possa oltrepassare il 3 0/10.

Naturalmente tutte queste tolleranze, e con esse le difficoltà di addivenire a ritocchi sul cantiere, obbligarono a fare tutte le verifiche per l'accettazione all'officina, donde l'obbligo imposto alle cinque acciaierie di procedere alla montatura di ogni mezzo arco, su di apposita piattaforma arcuata, prima della spedizione.

\*

*Risultati delle prove di saggio del metallo all'acciaieria.*

— La prova alla trazione eseguvasi per ogni cuneo su tre saggi torniti, e quella dell'urto parimenti su tre barre. Ma quest'ultima prova, per la quale a tenore del Capitolato stimavasi buono il metallo quando i pezzi resistevano senza rompersi ad undici colpi di maglio, non essendosi ritenuta completa, venne prescritto ai controllori di seguitare per un certo numero di pezzi anche al di là dell'11° colpo, e fino alla rottura, e nel caso in cui questa non avvenisse, di rompere i pezzi colla pressa notando l'angolo di rottura.

Acciaierie	Limite di elasticità	Resistenza alla rottura	Allung. per cento	N° medio dei colpi di maglio
Châtillon et Com- mentry . . . . .	28,5	54,9	16,4	31
Saint-Chamond. . .	27,4	50,1	19,4	24,5
Creusot . . . . .	36,7	67,1	15,8	15,8
Saint-Étienne . . .	28,6	52,4	17,9	22,8
Firminy . . . . .	34,1	55,6	17,0	17,5

Una dimostrazione evidentissima dell'influenza della ricottura si potè avere all'acciaieria di Firminy, paragonando i risultati ottenuti sui due archi 5° ed 11°.

	Limite d'elasticità	Resistenza alla rottura	Allungamento per 100
Arco 5°	35,5	57,5	15,8
Arco 11° in media	32,8	54,7	18,3
Id. ultimi cunei	30,3	52,6	22,3

La differenza è dovuta al fatto che, essendosi nel corso della fornitura riconosciute difettose alcune operazioni di ricottura, erasi proceduto alla costruzione d'un nuovo forno meno esposto al raffreddamento rapido.

La differenza riesce tanto più sensibile se si riguarda la media dei risultati ottenuti nelle prove relative agli ultimi cunei fabbricati.

Anche le prove all'urto hanno dato risultati migliori, e nell'arco 11°, su diciassette prove, tredici diedero il rifiuto al 21° colpo, e l'angolo medio di rottura alla pressa scese a 72°, mentre per l'arco 5° era appena arrivato a 128°.

\*

Quanto infine agli spessori, dal complesso delle osservazioni devesi indurre la quasi impossibilità di arrivare ad una precisione assoluta. Ebbesi a verificare che nelle piattabande arrivavasi assai facilmente a variazioni di 4 a 5 mm. Questi divari non condussero a ricusare i pezzi, poichè quasi generalmente riscontravasi compensazione, dal punto di vista della resistenza, grazie ad un aumento nello spessore dell'anima verticale.

Onde i signori Résal ed Alby, nella loro particolareggiata Relazione inserita nelle *Annales des ponts et chaussées*, ne traggono la conclusione che il voler adottare pezzi d'acciaio fuso di spessori troppo piccoli, difficili a potersi realizzare con precisione, condurrebbe a farne aumentare il prezzo in modo notevolissimo.

La piallatura e la rettificazione delle facce di giunto, la esecuzione dei fori per le chiavarde, la montatura provvisoria dell'arco ed il finimento delle parti insieme riunite erano le operazioni successive, tra le quali è da notarsi la piallatura, come quella che più preoccupava per il tempo le officine, stante il numero limitato di macchine capaci di fare un lavoro soddisfacente su pezzi cotanto voluminosi. Onde era il tempo della piallatura quello da cui principalmente dipendevano i termini della consegna.

\*

*Articolazioni.* — La fig. 4 della Tav. VI dà sufficiente idea, tanto per il mezzo arco intermediario (parte a sinistra) quanto per il mezzo arco di fronte (parte a destra) della forma data ai cunei speciali destinati a fare da cuscinetti ai perni cilindrici costituenti la cerniera.

La fig. 47 nel testo offre due prospettive di uno di questi cunei per gli archi intermedi.

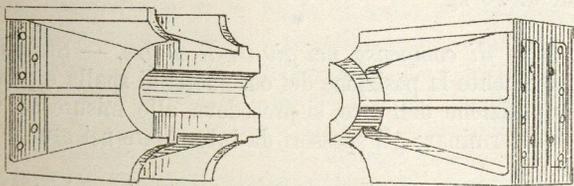


Fig. 47. — Cuscinetto alla chiave di un arco intermedio.

La piattabanda all'intrados e quella all'estrados vengono ad incurvarsi ed avvicinarsi al collarino, confondendosi colla massa metallica del medesimo. Lo spessore del collarino è di 120 mm. per quello di chiave, e di 150 per quelli d'imposta; la lunghezza è di 800 mm. per tutti.

Per evitare in elevazione lo sgradevole effetto di vedere le piattabande inflettersi ed avvicinarsi al collarino, furono desse munite di ali, di 60 mm. di spessore, il cui profilo è in prolungamento colla linea dell'intrados e dell'estrados, per appagar l'occhio.

Il cuneo alla chiave corrisponde a una divisione orizzontale della corda di m. 1,20. Quello all'imposta corrisponde ad una divisione orizzontale della corda di m. 1,80 e presenta per la lunghezza di m. 1,10 una sezione identica a quella corrente degli altri cunei componenti l'arco.

Quanto al cuscinetto di spalla contro la pietra da taglio, come fa chiaramente vedere la fig. 4, Sez. AA della Tav. VI, mentre nelle vicinanze dell'articolazione si riproduce simmetricamente la disposizione del cuneo contiguo, l'allargamento poi continua verso la spalla per modo che dalla larghezza di m. 0,80 si arriva a quella di 1,30; e la faccia di appoggio contro la pietra da taglio è un quadrato di m. 1,30.

\*

I cunei portanti i cuscinetti per l'arco di fronte non si allargano come quelli degli archi intermedi, onde i perni di articolazione non misurano in lunghezza che m. 0,60, che è la larghezza delle piattabande dell'arco.

La fig. 48 nel testo dà la prospettiva del cuneo per l'articolazione all'imposta, visto dalla parte esteriore; la figura 49 dà la prospettiva del cuscinetto di spalla veduto pure esternamente.

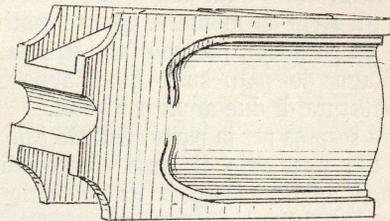


Fig. 48. — Cuneo con articolazione per l'imposta dell'arco di fronte.

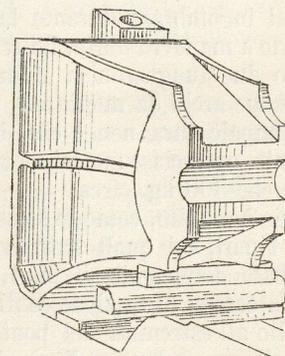


Fig. 49. — Cuscinetto di spalla per l'arco di fronte.

Questo cuscinetto di spalla per l'arco di fronte non differisce da quello per gli archi intermedi se non perchè è sopra l'allargamento dalla parte interna, come chiaro apparisce dalla fig. 4, Sez. BB della Tav. VI. Quindi la larghezza della superficie d'appoggio contro la pietra da taglio è ridotta da 1,30 a 0,95, restando di 1,30 l'altezza.

Come appare poi dalla fig. 49, il cuscinetto di spalla porta pure, venuta di fondita, la parte femmina del perno d'appoggio del primo ritto verticale, o montante che sostiene il tavolato metallico del ponte, mentre gli altri ritto vengono col loro piede a combaciare su risalti piallati sulla faccia d'estrados dei cunei dove corrispondono, e vi sono uniti per mezzo di chiavarde. Nella fig. 45 vedesi in *a* uno di questi risalti.

\*

Per i perni cilindrici delle articolazioni si riconobbe la convenienza d'impiegare un acciaio di qualità superiore, che meglio assicurasse da qualsiasi difetto di omogeneità, e quindi all'acciaio semplicemente fuso e ricotto fu sostituito l'acciaio battuto quando soddisfacesse alle seguenti condizioni, cioè: per barre della lunghezza normale di 100 mm. e del diametro di mm. 13,8:

Resistenza a rottura per trazione chg. 60 per mmq.  
 Limite di elasticità . . . . . » 40 »  
 Allungamento minimo . . . . . 18 0/0;

che inoltre barre di sezione quadrata di cm. 3 di lato resistessero all'urto di quindici colpi di maglio (del peso di 18 chg.) da m. 2,75 d'altezza.

Per il metallo delle chiavarde e madreviti era stabilito che la resistenza alla rottura per trazione fosse di 38 chg. col 3 0/0 di tolleranza in più od in meno, e l'allungamento del 28 0/0.

\*

*Montatura degli archi.* — Come già si disse parlando del ponte di servizio, la centinatura destinata a fare di armatura agli archi era divisa in tre parti; quella di mezzo era sospesa al ponte di servizio; le due laterali erano sostenute da quattro file di pali infissi nell'alveo (fig. 33); leentine riposanti su queste stilate sono in numero di 4, distanti fra loro di m. 2,857, due delle quali si trovano a perpendicolo sotto gli archi da montare. Questeentine, spinte da erik e tirate da paranchi, possono farsi strisciare sulle filagne e controfilagne dei pali, sulle quali appoggiano, per servire alla montatura di due archi per volta.

L'impalcatura sospesa per la parte centrale, è quale risulta dalle fig. 43 e 44; una serie di travi trasversali leggere, fatte da due ferri ad E, è sospesa da una serie di sei tiranti verticali e due obliqui. Ciascun tirante può essere allungato od accorciato, essendo interrotto nel mezzo, e le teste filettate a vite in senso contrario. Questo numero, in apparenza eccessivo, di tiranti permette di sopprimerne qualcuno che venisse ad ingombrare durante la manovra dei cunei, e di ristabilirlo a manovra finita. Le travi trasversali anzidette sostengono due lungheroni a I immediatamente sotto a ciascuno dei due archi da montare.

Il peso di quest'impalcatura non è che di 500 kg. per metro lineare di ponte, onde ciascuno de' sei tiranti verticali non ha da sostenere che 300 kg. circa.

Il ponte di servizio è munito, come le stesse fig. 43 e 44 dimostrano, di due binari, sui quali scorrono dei carrelli a quattro ruote, con base d'appoggio di m. 1,80 da asse ad asse, e sono mossi da catena di trazione continua, che s'avvolge ad un verricello all'estremità del ponte, e passa all'altra estremità su di una puleggia di rinvio. Girando il verricello a vapore in un senso o nell'altro, il carrello si avvanza o retrocede.

Il movimento nel senso verticale dei cunei è ottenuto col mezzo di una fune d'acciaio, che passa (fig. 44) sulle due puleggie del carrello e porta sospesa una terza puleggia mobile, al cui asse è applicato il peso. Una delle estremità di questa fune è fissata ad un punto verso la metà del ponte, e l'altra va ad avvolgersi sul tamburo di un verricello a vapore. Gli ordini ai due verricelli a vapore sono dati col mezzo del fischietto e con fischi convenzionali.

Tralasciamo per brevità alcuni interessanti particolari di costruzione del carrello, delle puleggie a gola, che si aprono in due per ricevere ed abbracciare la fune, e così pure dell'apparecchio col quale ogni cuneo dell'arco viene afferrato e tenuto sospeso. Se ne trovano disegni e descrizione particolareggiata sulle *Annales des ponts et chaussées*, 1899,

1° trim., pag. 194-197. Per mezzo di tali disposizioni i cunei non solo vengono trasportati nel punto designato, ma possono essere presentati colla voluta inclinazione e collocati nella loro posizione precisa.

L'operazione più delicata è la posa in opera del cuscinetto di spalla, e questa veniva fatta dal capo-montatore in persona, e non è che per mezzo di non pochi tentativi e servendosi di squadre speciali nelle due direzioni, che egli riesciva a trovare la posizione esatta.

Occorreva per queste sole operazioni di verifica una giornata intera per i quattro cuscinetti di spalla dei due archi. Le manovre per la posa in opera dei cunei successivi si facevano più spedite, bastando lasciar scorrere dolcemente la faccia del cuneo da montare su quella del cuneo precedente, ed al momento in cui i fori delle chiavarde corrispondevano, introdurre provvisoriamente due barre dalle estremità leggermente coniche; successivamente si sostituiscono ad esse due cilindri esattamente calibrati, per avere la coincidenza esatta dei fori, dopo di che, si introducono senza difficoltà le dodici chiavarde; infine, con biette di legno sotto il cuneo, lo si assicura per bene sull'armatura e si passa al cuneo seguente. Tutte queste manovre erano assai spedite; impiegavasi assai meno tempo a mettere a posto un cuneo che non a nettare per bene i risalti delle superficie di giunto per far vivo il metallo e cospargerli di grasso. In due giorni si mettevano a posto i cunei di due archi dall'imposta alla chiave; ma si richiedeva poi una giornata intera per verificare le proiezioni delle articolazioni ed assicurarsi che il piano d'appoggio del cuscinetto di spalla contro la pietra da taglio fosse preciso e ad un tempo che la spinta che esso esercita fosse pressochè nulla.

Quando erasi verificato che ciò avveniva, si procedeva alla colatura del cemento liquido purissimo tra la faccia di appoggio del granito e quella del cuscinetto di spalla. La miscela del cemento con acqua potabile è operazione che va prolungata fino ad ottenere una melma liquida omogenea. Colando il cemento, l'acqua in eccesso prende ad uscire attraverso lo stoppaccio dei giunti, ovvero risale al livello superiore, e la si discaccia versando da un punto determinato nuovo cemento liquido a più riprese e per due ore dal principio dell'operazione. Dopo di che si lascia al cemento di consolidarsi, e per 48 ore si ha cura di non disturbare la presa colla minima vibrazione.

A questo proposito sono stati fatti esperimenti alla Scuola di Ponti e Strade su cilindretti di cemento colati in vasi di vetro, chiusi alla loro base da stoppaccio, e segati a diverse altezze dopo quattro giorni di presa. Ne risultò che i segmenti superiori erano più leggeri e meno resistenti; la resistenza alla rottura per schiacciamento risultò variare da 28 a 56 kg. per centimetro quadrato, mentre la carica corrispondente alla spinta dell'arco, all'atto del disarmo, non era che di 16 kg.

\*

*Spessori di compenso nei giunti di chiave.* — Stabilita definitivamente la posizione dei cuscinetti di spalla e precisata la posizione dell'arco, si procedeva alle misure necessarie a determinare gli spessori da intercalare nei giunti di chiave.

Ammettendo che un arco il quale riposi su biette di legno portate da una piattaforma elastica, riceva su tutta la sua lunghezza reazioni uguali al peso che insiste sulle biette medesime, e che non ha quindi tendenza a deformarsi, si denotava il livello dell'asse di articolazione di chiave e la temperatura del ponte. Con questi elementi si calcolava la distanza che sarebbe rimasta libera, supponendo il ponte ricondotto alla temperatura di 10° ed al livello che esso doveva occupare teoricamente a quella temperatura.

Il calcolo può farsi facilmente, notando che per 1° di temperatura, la metà di un arco si allunga di m. 0,00065 e la chiave si eleva di m. 0,00535. Ed essendo m. 35,79 la quota teorica sul mare dell'articolazione del ponte a 10° di temperatura,  $\Delta h$ , ( $h - 35,79$ ) la differenza di altezza, e  $\Delta t$ , ( $t - 10^\circ$ ) la differenza di temperatura; e dicendo  $e$  lo spazio misurato ed  $E$  lo spessore da intercalare che si cerca, questo spessore è dato da:

$$E = e - \left( \frac{\Delta h}{0,00535} - \Delta t \right) 0,00065 \times 2.$$

Onde evitare perdite di tempo, i costruttori erano obbligati a tenere pronta nel cantiere una provvista di spessori variabili e tagliati delle dimensioni richieste, e preventivamente forati in modo da poter formare qualsiasi spessore a meno di mezzo millimetro.

Malgrado tutte le precauzioni, siccome la precisione matematica non è di questo mondo, così avvenne sempre che, misurando la distanza dei punti inferiori della superficie concava del collarino che deve ricevere il perno di articolazione sulla faccia a monte e sulla faccia a valle dell'arco, si verificava in generale un divario che oscillò da mm. 0,2 a mm. 2,5. Quest'inconveniente è stato attribuito alla quasi impossibilità di ottenere in ciascun giunto un ugual grado di serratura delle chiavarde che sono presso alla faccia inferiore appoggiata sulle biette, e di quelle che sono invece più vicine alla superficie libera. Onde per assicurarsi, malgrado tale difetto di parallelismo, del contatto perfetto dei collarini contro il perno, si rimediava alla differenza pialando, e intercalando, uno o due spessori leggermente a cuneo.

\*

*Disarmo di una coppia d'archi.* — Per procedere al disarmo, incominciavasi dal controventare i due archi tra di loro in due modi: cioè cerchiandoli insieme con tiranti di ferro tondo, mantenuti in tensione da chiavarde ad ogni distanza orizzontale di m. 3,625, perchè i due archi non scartassero l'uno dall'altro; e poi sbadacchiandoli internamente con saettoni di legno di 16 cent., disposti a croci di S. Andrea, le une in piani verticali, le altre in piani paralleli alla fibra media degli archi, affinchè i due archi non si avvicinarono tra loro.

Nel giorno che precedeva il disarmo si collocavano sotto gli archi 48 binde a vite, 12 per ogni mezzo arco; era prescritto fossero munite di dinamometro, ed erano graduate fino a 16 tonnellate, essendo la loro corsa totale di 10 cent.

Per procedere al disarmo, cominciavasi dal mettere le binde sotto carico, in modo che esse accusassero presso a poco il peso corrispondente alla sezione alla quale erano applicate. Questa carica era compresa fra 5 e 6 tonn. per le binde vicine alla chiave, e fra 7 ad 8 tonn. per quelle vicine alle reni. La presenza nelle binde di molle a disco dinamometriche facilita pure assai la ripartizione dei carichi. Si tolgono in seguito le biette di legno, s'introduce il perno di chiave, sollevando il ponte, se è necessario, per facilitare l'operazione, ed operando su tutte le binde in modo da conservare a ciascuna la propria carica. Infine, si calano le binde poco alla volta, operando alternatamente su ciascuno degli archi e diminuendo la reazione prima da 5 a 4 tonn. sul primo arco, poi da 5 a 3 sul secondo; successivamente da 4 a 2 sul primo, e così di seguito.

L'operazione è compiuta in meno di due ore.

Si procede allora col livello a verificare se gli archi si trovano all'altezza voluta. In caso contrario, bisogna risolvere gli archi e cambiare gli spessori. Quest'operazione essendo occorsa per la seconda coppia di archi, non richiese più di quattro ore.

A questo proposito vuolsi notare che nel calcolo degli spessori entra la temperatura del metallo, la quale non è possibile conoscere che approssimativamente. Un errore di 2 a 3° è probabile, e la variazione corrispondente del livello alla chiave può arrivare a 15 mm.

\*

*Durata dei lavori per la montatura di due archi.* — Il disfacimento, il trasporto e la ricostruzione dei cavalletti costituenti gli appoggi intermediari del ponte di servizio durante la montatura degli archi, era pure lavoro assai lungo, che incominciava col disarmo degli archi. Vi si impiegavano in media 8 giorni, che era il tempo presso a poco necessario per la montatura, sugli archi disarmati, della soprastruttura in acciaio battuto.

In totale, il tempo impiegato per la montatura completa di un paio di archi, a partire dal giorno del disarmo del paio precedente, risultava così distribuito:

Spostamento del cavalletto d'appoggio . . .	giorni	7
Scorrimento laterale del ponte di servizio . . .	»	2
Posa del cuscinetto di spalla e trasporto dei cunei componenti l'arco . . . . .	»	2
Unione dei cunei . . . . .	»	2
Operazioni per regolarne la posizione . . . . .	»	2
Fissazione del cuscinetto di spalla e controventi provvisori agli archi . . . . .	»	4
Disarmo . . . . .	»	1
Totale . . . . .		giorni 20

In realtà, tenendo conto di mezze giornate occupate nel riposo festivo, o perdute per cattivo tempo, occorsero da 22 a 25 giorni per ogni paio d'archi, facendo astrazione dal tempo più d'una volta perduto nell'attendere la provvista dei pezzi in acciaio battuto per la soprastruttura (timpani e tavolato), che sovente obbligava a sospendere il lavoro.

Ad ogni modo, la regolarità e la perfetta riuscita di tutte le operazioni di montatura degli archi tornano a grande onore delle Officine del Petit Creusot, dove vennero studiati e realizzati gli apparecchi impiegati, non meno che delle 5 acciaierie le quali somministrarono i 15 archi completi.

\*

*Messa in opera della sovrastruttura metallica.* — Col disarmo dell'arco non è ancora ultimato il ciclo delle operazioni di montatura. Ma nel tempo stesso in cui si incominciano a scomporre e trasportare i pilastri metallici che servirono di appoggio intermediario al ponte di servizio durante la posa in opera dei cunei dell'arco, si provvede alla messa in opera dei quadri di ritegno trasversali tra i due archi o controventi e dei lungheroni; il tutto in acciaio laminato (fig. 2 e 3 della Tav. VI).

Per ridurre al minimo il peso morto, si è fatto in modo di avvicinare il più possibile la carreggiata stradale alle traverse del ponte. Queste poi si sono dovute progettare con non meno di 173 tipi; ciò ben anche a cagione dell'obliquità. Volendosi ovviare agli effetti della dilatazione nei controventi, sonosi disposte giunture elastiche mediante molle speciali, le quali agiscono solo quando le tensioni o pressioni raggiungono un limite determinato.

\*

La *pavimentazione* della carreggiata è di legno, dello spessore di 12 centimetri, che è quello adottato per tutte le nuove strade della città di Parigi; il suo peso per metro quadrato, tenuto conto del grado di umidità, può essere ritenuto di 114 kg.

Il sottostrato elastico, composto di un centimetro di cemento e di 4 centimetri di asfalto, raggiunge un peso per mq. di 115 kg.

La lamiera di fondo che si appoggia sulle traverse, ha lo spessore di un centimetro ed è rinforzata ad ogni 82 centimetri da ferri ad  $\sqcup$ . Compresi i coprigiunti e la chiodatura, si ha un peso totale per m. q. di 100 kg.

Onde il peso della *carreggiata* del ponte deve ritenersi in cifra tonda di 330 kg. per metro quadrato.

Per i *marciapiedi*, avendosi uno spessore di 15 centimetri di asfalto del peso per metro quadrato di 37 kg., uno spessore di cemento di 6 centimetri, del peso per metro quadrato di 138 kg.; ed infine una lamiera sottostante di 8 centimetri rinforzata con ferri Zorès a m. 1,94 di distanza, ed in tutto del peso di 108 kg. per metro quadrato, ne segue che il peso totale della pavimentazione per i marciapiedi è di 283 kg. per metro quadrato.

\*

*Prove di resistenza.* — Risulta dai giornali, ma ci mancano tuttora relazioni particolareggiate, che le prove di resistenza cominciarono l'11 dicembre 1899. Il sovraccarico regolamentare per le prove di peso morto doveva essere di 400 kg. per metro quadrato: fu pertanto disteso uno strato di sabbia di fiume asciutta, dello spessore di 25 centimetri sulla carreggiata e di 35 centimetri sui marciapiedi, per tener conto del peso dei parapetti.

E per le prove di peso scorrevole, doveva farsi passeggiare il rullo compressore n. 1 della città di Parigi, il quale ha una base di ruote di m. 4,20, essendo caricate quelle anteriori dal peso di kg. 11 334 e le posteriori dal peso di kg. 20 666; i centri di gravità delle due ruote anteriori distano fra loro di m. 0,810, quelli delle ruote posteriori di m. 2,110.

Ritourneremo con maggiori particolari appena ci sarà dato di conoscerli.

## PARTE V.

### Decorazione architettonica monumentale del ponte.

Sulla ossatura d'acciaio del ponte e su quella murale delle sue spalle spettava agli architetti Cassien-Bernard e Cousin (1) di progettare una decorazione che bene armonizzasse colle grandi e severe linee della costruzione metallica e cogli antichi murazzi del lungo Senna, e nel tempo stesso rivestisse il carattere di un'opera monumentale, tale da prendere il suo posto nella storia mondiale dell'arte e da tramandare degnamente ai posteri il ricordo dell'Esposizione universale del 1900.

Non fu che dopo lunghi studi e molteplici tentativi che i signori Cassien-Bernard e Cousin riuscirono a fare del ponte dei signori Alby e Résal, un'opera d'arte veramente squisita che ha riscosso l'ammirazione ed il plauso di tutti gli artisti del mondo, dove non si saprebbe se più lodare l'estetica perfezione di ogni più minuto particolare o la mirabile armonia che lega insieme l'ampiezza delle linee e il fasto insuperato dell'ornamentazione. Tant'è che vi è stato fra noi un critico distinto il quale argutamente scrisse che *la Repubblica Francese aveva con questo ponte compiuto un'opera imperiale.*

(1) Il signor Cassien-Bernard, che successe a Ch. Garnier quale architetto dell'Opéra, è un lavoratore indefesso, di molta erudizione e di pari audacia nelle sue concezioni, onde è reputato in Francia tra i più grandi artisti contemporanei. Insieme al Cousin, giovane, ma degnissimo suo collaboratore, aveva preparato un progetto per il piccolo Palazzo, che la Giuria, pure preferendo il progetto Géralt, aveva molto apprezzato. Epperò i signori Cassien-Bernard e Cousin ebbero, a titolo di compenso, il difficile ed importante incarico di studiare la decorazione del ponte Alessandro III.



Fig. 50. — Il Ponte Alessandro III. — Prospettiva dalla sponda sinistra verso i Campi Elisi.

Nell'esame forzatamente sommario che ci proponiamo di fare, coll'aiuto della Tav. VII e della fig. 50 nel testo, dei motivi della decorazione del ponte Alessandro III, distingueremo tre parti principali, ossia: la parte metallica dell'arco, le spalle murali del ponte e la parte superiore veramente monumentale de' suoi accessi.

\*

*Decorazione della parte metallica del ponte.* — Il problema di lasciare apparenti le grandi linee della costruzione, e di trovare nel medesimo tempo un motivo ornamentale nuovo o quanto meno adatto alla circostanza, non era facile, e l'abilità colla quale è stato svolto il programma della decorazione rivela nel suo più alto grado il genio artistico dei loro autori.

La ornamentazione del ponte fu studiata nello stile di Luigi XIV. A quel tempo la mitologia greco-romana era di prammatica in tutte le arti.

Perciò anche nell'ornamentazione dell'arco predominano elementi fluviali o marini; alghe e fiori lacustri, coralli, conchiglie e simili si chiamarono ad adornare il ferro, che venne dipinto in grigio chiaro. E tutto ciò senza togliere nulla alla sveltezza che è propria della struttura metallica. Che anzi l'arco rimane segnato netto colle sue linee di intrados e di estrados, che ne mostrano il magistero e l'arditezza, ed appena un fregio ondulato di poco rilievo dello stesso colore grigio con qualche leggera doratura, serpeggia sulla superficie convessa dell'anima centrale per tutto lo sviluppo dell'arco dall'imposta alla chiave.

Le tre cerniere, alla chiave ed alle imposte, sono state anch'esse distinte, quali punti principali della costruzione, da un riccio marino contornato da una stella di mare.

La cornice di coronamento del ponte, la cui linea superiore segna il livello del marciapiede (fig. 2 e 3 della Tav. VI), ricorre sopra di un timpano (fig. 3 della Tav. VII) costituito da una serie di archi ellittici sostenuti da pilastri o montanti, i quali appoggiano direttamente sull'arco. Una ricca ghirlanda a festoni, che scende nel vuoto degli archi ellittici suddetti, ricorre per la maggior parte della lunghezza del ponte, accavalcandosi nei punti d'appoggio superiori ad un mascherone o ad una rosetta alternativamente; questa ghirlanda viene a mancare soltanto nella parte centrale, in cui la linea di estrados dell'arco passa tangente alla base della cornice. Onde i festoni, avvicinandosi alla parte centrale, si trasformano e vengono insensibilmente perdendosi nell'assottigliarsi e riducendosi a poco più di una linea geometrica nelle vicinanze del giunto di chiave.

La ghirlanda fu modellata sui disegni dei signori Cassien-Bernard e Cousin nello studio di plastica del signor Abel Paulin, il cui genio artistico è stato soventi volte messo a prova in tutti i più minuti particolari dell'ornamentazione. E molti elogi invero sono stati fatti al signor Paulin per la fantasia, varietà e novità di partiti decorativi, applicati come nel fregio dell'arco, così nei festoni e nei capitelli dei montanti, i quali hanno per volute due conchiglie a spirale formanti cornucopie da cui escono frutti dorati.

Il parapetto del ponte, costituito da colonnine o balaustri, anch'essi resi più eleganti con qualche doratura, trovansi interrotto, in corrispondenza dell'asse dei montanti del timpano, alternatamente da un riquadro e dal piedestallo di un lampadario elettrico a tre braccia. Cosicché questi lampadari riescono distribuiti lungo il parapetto alla vicinissima distanza di m. 7,25 l'uno dall'altro, corrispondente a due degli interassi fra i montanti del timpano. Questi lampadari, di cui la fig. 11 della Tav. VII offre un particolare, come pure il corrimano del parapetto, sono fusi in bronzo.

Sopra la chiave dell'arco, dalle due fronti, il parapetto

del ponte porta come decorazione esterna un colossale gruppo allegorico di rame martellato della totale lunghezza di 9 m.; un grande stemma dorato fiancheggiato da due naiadi ignude che accarezzate da pesci, sorrette da un timone o dal remo e cogli otri, da cui scaturiscono le onde, debbono personificare la Senna e la Neva (fig. 12, Tav. VI); pregevole composizione dello scultore Récipon, al quale erano state pure allagate le quadriglie di coronamento del grande Palazzo. In una fronte campeggia lo stemma della città di Parigi, nell'altra lo stemma moscovita. Trattandosi di un'opera intitolata ad Alessandro III, della quale erasi fatta la posa della prima pietra il 7 ottobre 1896 con cerimonia solenne dallo Czar di Russia, Nicola II, era ben naturale che il ponte portasse alla sua sommità un documento che ricordasse ai posteri l'alleanza franco-russa, che veniva con quell'atto suggellata.

Contro il parapetto, e precisamente sulle verticali segnate dall'asse delle cerniere d'imposta (fig. 2 e 3 della Tav. VII), quasi a limitare le due estremità del ponte, ma essenzialmente per coprire la interruzione del timpano, è stato aggiunto un grande cartoccio, esso pure in rame martellato. Tutti questi lavori sono stati eseguiti sotto la direzione del signor Monduit, dalla Ditta Pérignon, Vinet e Comp., alla quale è pure dovuta l'esecuzione in rame martellato delle opere d'arte le più colossali, come la fontana monumentale di Lione, la ricostruzione della colonna Vendôme e la statua colossale dell'Indipendenza degli Stati Uniti d'America.

I colonnini del parapetto, la cornice del ponte, le ghirlande dei timpani ed i montanti sono stati fusi in ghisa dalla Società degli Stabilimenti Durenne, aventi la specialità dei lavori in ghisa decorativa.

I lampadari in bronzo sul parapetto vennero aggiudicati ai fratelli Lacarrière.

\*

*Decorazione architettonica delle spalle.* — Per il rivestimento delle murature grezze costituenti gli spalloni del ponte al di sopra delle basse banchine, erasi stabilito di comune accordo fra gli ingegneri e gli architetti del ponte di adoperare il granito dei Vosgi. La pietra da taglio granitica colla quale venne apparecchiato il masso per il piano d'imposta dell'arco metallico (fig. 1, Tav. VI) ed il rivestimento degli spalloni dalla risega di fondazione fino al piano delle basse banchine, era stata precedentemente aggiudicata alla Ditta Frèrejean e Vautrin, e proveniva dalle cave di Saint-Stails, presso la frontiera, e da queste cave furono pure tratte le pietre per il rivestimento di tutta la spalla fino al cornicione e questo compreso.

Le fig. 1 e 2 della Tav. VII, e la fig. 50 nel testo meglio di qualsiasi descrizione, rappresentano in pianta, in elevazione ed in prospettiva, riprodotta da fotografia, il modo ingegnoso e movimentato con cui vennero insieme collegati il gran voltone di sottopassaggio della via che seconda la riva del fiume, il sottobasamento dei grandiosi quattro piloni decorativi, destinati a rendere monumentali gli accessi del ponte, ed infine il grandioso scalone di discesa dal piano del ponte a quello delle basse banchine, riunito al sottobasamento predetto con un grazioso voltone che gira di un quarto di cerchio per sostenere il parapetto in curva del terrazzo superiore.

Il grosso bugnato, che costituisce il rivestimento delle murature, dà l'impressione imponente della massa e della stabilità dell'opera.

Ai fianchi dell'imposta dell'arco, contro il pilastro che fa da spalla al voltone di passaggio alla strada delle basse banchine, sorge un grosso delfino (fig. 2 della Tav. VI), che posa la testa su di un basamento di sezione circolare, ed arriva, colla coda drizzata, fin sotto al cornicione del ponte.

Il grosso delfino è scolpito nella stessa pietra granitica del paramento, e serve come di passaggio dalla massa murale alla parte metallica del ponte.

\*

*Decorazione monumentale degli accessi.* — Due piloni per parte, occupanti in base un'area di m.  $3,50 \times 5$  ed elevantisi a 18 metri d'altezza, costituiscono il motivo principale dell'ornamentazione monumentale degli accessi del ponte. La fig. 50 nel testo ce li fa vedere a loro posto in prospettiva. I particolari architettonici trovansi abbastanza delineati nella fig. 2 della Tavola VII. Delle sculture, oltre la figura predetta, ci danno pure sufficiente idea le fig. 4 a 7 e la 10 della medesima Tavola.

I piloni sono costituiti da un massiccio di sezione quadrata e da quattro colonne agli angoli, con capitello dorico. Una ricca trabeazione, con fregio a fogliami, sorregge un gruppo allegorico in bronzo dorato, di 5 metri d'altezza. Questi quattro gruppi, di forma squisita ed elegante, e di forma molto più spigliata che dal disegno possa apparire, rappresentano ciascuno un cavallo alato condotto da una Fama. Così sulla spalla destra del ponte abbiamo le due Fame, quella delle arti e quella delle scienze, modellate dal celebre Frémiet; sulla spalla sinistra la Fama del commercio, del Granet, e quella delle industrie, dello Steiner.

Nella parte anteriore del basamento dei quattro piloni sono quattro grandi statue sedute, scolpite in pietra, con fregi in bronzo, destinate a rappresentare la Francia nelle sue quattro epoche più memorabili. Guardano il corso della Regina la Francia romana o di Carlomagno (fig. 4), dello scultore Alfredo Lenoir, e la Francia dell'epoca moderna (figura 5), dello scultore Michel. Sulla spalla sinistra guardano l'Hotel degli Invalidi la Francia del Rinascimento (figura 7), dello scultore Coutan, e la Francia di Luigi XIV, (fig. 6), dello scultore Marqueste.

Le imboccature agli scaloni per scendere sul *quai* sono fiancheggiate, dalla parte verso il fiume (fig. 2), da vasi di marmo bianco con ghirlande e fogliami, e dall'altra parte dal gruppo colossale di un leone guidato da un genio, che nella fig. 2 riesce coperto dall'obelisco coi lampioni, ma del quale rimane bene precisata la posizione sulla planimetria (fig. 1 della Tav. VII) e la forma nella prospettiva della fig. 50 nel testo. I quattro leoni uscirono dallo studio degli scultori Dalou e Gardet.

A metà del parapetto che insiste sul voltone di sottopassaggio alla via del *quai*, vi sono graziosissimi genii con attributi nautici (fig. 2, 8 e 9), scolpiti da Massoule e Morice.

Una corona di putti genialissimi attornia la base dei grandi lampadari con cinque lanterne elettriche (fig. 2 e 11), posti alle estremità verso l'arco delle spalle murali, veri capolavori di artistica eleganza del Gauquié.

Infine, quattro grandi obelischi del medesimo granito, ma lucido, muniti alla base di quattro lampadari e collocati all'estremità del parapetto del muro contro terra che fiancheggia gli scaloni, completano l'enumerazione delle parti architettoniche e decorative degli accessi monumentali del ponte.

I quattro piloni e le quattro statue della Francia sono in pietra calcarea di Chauvigny, ad eccezione dello zoccolo di base a livello dei marciapiedi, che, al pari dei parapetti sopra le spalle e di quelli per gli scaloni, sono in pietra da taglio delle cave dell'Echaillon (Isère).

\*

*Il costo del ponte.* — Ancora non conosciamo il consuntivo della spesa; ma si sapeva che il ponte Alessandro III avrebbe costato, in parte allo Stato ed in parte alla ferrovia dell'Ovest, che votò il proprio concorso nell'interesse della nuova stazione degli Invalidi, la bella somma di 6 milioni.

In questi 6 milioni la decorazione architettonica non enterebbe che per un milione solo. Ed anche questa spesa non è straordinaria, avuto riguardo al gran numero di gruppi di scultura e di decorazioni che lo abbelliscono.

Certamente non mancano altri ponti egualmente ed anche più colossali, i quali hanno costato meno. Ma è fuori dubbio che il ponte Alessandro III, e dal punto di vista della scienza delle costruzioni e da quello non meno importante dell'arte moderna, vale assai più di quanto può avere costato, ed i lettori ci sapranno, speriamo, buon grado di avere sommariamente esposto tutti i dati tecnici e gli accorgimenti di costruzione che dalle molteplici e sparse Memorie, a diverse riprese pubblicate durante l'esecuzione dei lavori, ci fu dato raccogliere.

G. SACHERI.

## DISPOSIZIONI TECNICO-AMMINISTRATIVE

### LA NUOVA LEGGE SULLE BONIFICHE (1).

Il nuovo testo unico della legge sulle bonifiche fu, con decreto reale, approvato e la Sotto-Commissione, incaricata di compilarne il regolamento, ha terminato ormai il proprio compito.

Con questa legge si volle riordinare e coordinare una infinità di disposizioni legislative, tuttora in vigore, alcune delle quali rimontano alla prima metà del secolo, emanate da quasi tutti i Governi che si succedettero nelle varie regioni del nostro paese, e inaugurare una nuova era per la esecuzione delle grandi opere di bonifica riconosciute e prevedute dalla Legge del 18 giugno 1899, che saranno studiate e progettate in adempimento di essa, opere per le quali, in 25 anni, si spenderanno circa 250 milioni di lire.

V'è chi obietta che, mentre mancano i capitali per coltivare regolarmente le nostre terre già appoderate, per intensificarne la produzione, è una contraddizione impegnare lo Stato, e, di conseguenza, le Provincie, i Comuni e i proprietari interessati, obbligati a rimborsarcelo parzialmente, in una così grossa spesa, per rendere possibile in altre terre una regolare coltivazione, ciò che poi richiederà altri ingenti capitali fissi e di esercizio; ma si dimentica che qui v'è di mezzo una grande questione di igiene e che, oltre tutto, il nostro territorio coltivabile, per effetto della straordinaria montuosità del paese, non è poi tanto esteso quanto si crede generalmente.

La nuova legge, in sostanza, tende ad organizzare uno sforzo poderoso e complessivo, per affrettare il compimento delle opere di bonifica in corso, per assicurare il sollecito compimento delle opere nuove, che essa prevede, e di altre minori non ancora determinate con precisione; per l'insieme delle quali possa, nel primo quarto del nuovo secolo, portarsi a buon fine la redenzione generale delle nostre terre bisognevoli di bonificazione.

L'importanza igienica, agraria ed economica di questa veramente colossale intrapresa non ha bisogno di essere posta in rilievo.

Uno dei vantaggi particolari della nuova legge consiste nell'aver, abbandonando i progetti particolari, stabilito un piano generale di bonificazione, i cui benefici si svolgeranno equamente e contemporaneamente a vantaggio di tutte le regioni interessate, senza pericolo di preferenze e di postponizioni ingiuste.

La serietà degli intenti che la legge si propone è dimostrata anche dalla entità dei mezzi finanziari posti a disposizione delle bonifiche da eseguirsi, come pure dalla novità dei congegni, per i quali si assicura che questi debbano servire interamente allo scopo cui sono intesi, e anzi possano accrescersi senza maggior danno del bilancio, rendendo pure possibile l'acceleramento delle opere, senza variare gli stanziamenti già irrevocabilmente ripartiti in venticinque esercizi.

(1) Dalla *Rivista d'igiene e sanità pubblica*.

Salvo che per i primi tre, nei quali questi si limitano a circa 8 milioni, sono oltre 10 milioni che si spenderanno annualmente per le bonifiche generali, senza che debbasi, ad ogni tratto, ricorrere al Parlamento per nuove opere e nuovi fondi.

Lo Stato anticiperà la intera spesa, della quale circa 90 milioni saranno rimborsati dalle Provincie, dai Comuni e dai proprietari interessati.

Alle une e agli altri si accorderanno lunghe ratizzazioni per questi rimborsi; ma, in compenso, questi non potranno mancare in fatto, perchè gli enti locali dovranno rilasciare all'uopo corrispondenti delegazioni sulle sovraimposte fondiarie, mentre i proprietari vi saranno tenuti con la stessa procedura dell'imposta immobiliare.

Perchè le eventuali deficienze di fondi disponibili non trattessero lo Stato dal procedere alle bonifiche, pur disposte per legge, con la considerata sollecitudine, era stato pensiero della Commissione parlamentare incaricata di esaminare il disegno di legge, di costituire una Cassa speciale delle bonifiche, a somiglianza di quella che esisteva nelle provincie meridionali, istituita dal Governo borbonico, e poi soppressa.

Ma, per non moltiplicare gli organismi, si tenne fermo il concetto che tutte le somme già stanziare per le bonifiche, tanto in corso, quanto nuove, se non occorresse erogarle immediatamente in pagamento di lavori compiuti, non dovesse rimanere nelle casse dello Stato, ma versarsi senza ritardo alla Cassa dei depositi e prestiti, perchè potessero fruttare a vantaggio delle stesse bonifiche.

Così tutti i residui di bilanci delle bonifiche in corso — e sono molti milioni — dovranno affluire a questa Cassa in un periodo determinato, ed egualmente affluirvi, a rate quadrimestrali, le somme nuove da stanziarsi nei venticinque esercizi, circa dieci milioni per anno.

La Cassa dei depositi verrà così ad amministrare tutti i fondi delle bonifiche, mano mano siano stanziati, indipendentemente dall'andamento dei lavori; e, con una parte di quei 10 milioni, con gli avanzi eventuali delle varie opere e con gli interessi, si farà pure luogo alla formazione di un fondo di riserva, che potrà salire presto a parecchi milioni, e che servirà a vari scopi, e principalmente a fronteggiare le spese impreviste, quelle di acceleramento e quelle per le opere di bonifica di seconda categoria, poste per due decimi a carico dello Stato, non comprese nello stanziamento generale dei 250 milioni.

Le accidentalità che accompagnano sempre lo svolgimento di queste opere grandiose importano che, nonostante le previsioni più diligenti, le somme stanziare non bastino. In questo caso, non infrequente, si dovrebbe ricorrere ancora al Parlamento per altre somme.

Questa necessità sarà prevenuta a mezzo del fondo di riserva, al quale si potrà attingere indistintamente per far fronte alle deficienze di qualsiasi opera, appartenente a qualsiasi regione.

Spendere altri 250 milioni per le bonifiche, dopo tutti quelli che si sono già spesi in queste opere, è molto; ma spenderli in 25 anni, se è imposto dalle condizioni del bilancio, può non rispondere a legittime impazienze ed a gravi interessi locali.

In queste eventualità, la legge ammette che le opere possano essere anticipate, a condizione che siano assunte da Consorzi, i quali dimostrino di avere i mezzi a ciò necessari, mutuati da Casse di risparmio o da altri enti, ovvero da procurarsi con emissioni di titoli, a che sono già autorizzati dalle leggi vigenti.

Il rimborso di questi mutui e titoli dovrà coincidere con gli stanziamenti di bilancio e quindi la restituzione dei capitali mutuati sarà certa.

Quanto agli interessi da pagarsi su questi fino all'ammortamento, essi, nei limiti del 4 0/10, potranno essere soddisfatti sul fondo di riserva, senza aggravio maggiore nè per lo Stato, nè per i Consorzi.

Però la necessità dell'acceleramento dovrà essere dimostrata e inconcussa, per non aggravare il fondo oltre la sua comportabilità.

Sullo stesso fondo sarà inoltre pagata, come accennammo, la quota di due decimi della spesa totale delle opere di seconda categoria, posti a carico dello Stato.

Nel nuovo regime e con i nuovi mezzi si provvede adunque a tutti i bisogni delle bonificazioni, anche al loro acceleramento, se necessario, senza che più occorra legiferare sulla materia e sollecitare altri fondi dal Parlamento.

G. P.

## NOTIZIE

**Galleria del Sempione.** — *Progresso dei lavori.* — Dal seguente prospetto risulta il progresso degli scavi d'avanzata, dai due imbocchi della grande galleria del Sempione, nel primo trimestre del 1900:

Lunghezza dell'avanzamento	Lato Nord (Briga)	Lato Sud (Iselle)	Totale
Al 31 dicembre 1899 . . . . .	m. 2300	1566	3866
Nel mese di gennaio . . . . .	» 161	150	311
» febbraio . . . . .	» 132	122	254
» marzo . . . . .	» 177	154	331
Al 31 marzo 1900 . . . . .	m. 2770	1992	4762

\*

Nel mese di gennaio il progresso medio giornaliero della perforazione meccanica è stato di m. 5,19 a Briga e di m. 4,84 ad Iselle. Epperò dal lato Sud il lavoro utile giornaliero, che nel mese precedente era risultato di m. 4,67, è andato progressivamente aumentando, malgrado che siasi continuato ad incontrare lo gneiss di Antigorio asciutto; ed è manifesta la tendenza ad uguagliare l'avanzamento dell'altro imbocco, dove gli scavi continuano ad aprirsi nello schisto calcareo.

Il numero medio giornaliero di operai è pure aumentato, ma assai più sui lavori all'esterno che non in galleria. Infatti esso è stato nel mese, complessivamente per i due imbocchi, di 3011, dei quali 1115 all'esterno e 1896 in galleria, mentre nel dicembre quel numero era stato di 2706, di cui 941 all'esterno e 1765 in galleria.

\*

Nel mese di febbraio il progresso giornaliero medio degli scavi è disceso a m. 4,71 a Briga ed a m. 4,36 ad Iselle: ossia si è verificata ad ambedue gli imbocchi una diminuzione di m. 0,48 nel progresso medio giornaliero della perforazione meccanica; della quale diminuzione non è dato rilevare la ragione dal bollettino mensile ufficiale, nel quale si legge soltanto che gli scavi incontrano sempre a Briga lo schisto calcareo, e ad Iselle lo gneiss d'Antigorio, duro ed asciutto.

\*

Nel mese di marzo gli scavi nel cunicolo d'avanzata della galleria principale hanno ripreso il loro andamento normale. L'avanzamento medio giornaliero è stato a Briga di m. 5,71, e ad Iselle di m. 4,97, e quindi in complesso di m. 10,03.

Dal lato Nord gli scavi hanno continuato ad incontrare schisti calcari, con filtrazioni d'acqua assai abbondanti, ammontanti in media a 49 litri il secondo. All'imbocco Iselle, nei primi giorni del mese, allo gneiss d'Antigorio è succeduto uno schisto calcareo ricco di mica. L'incontro di questa roccia era stato previsto nel profilo geologico: però ad una distanza assai minore dall'imbocco.

Il numero medio giornaliero di operai impiegati nei lavori è considerevolmente aumentato, poichè nel marzo esso è stato di 3589, di cui 1389 lavoravano all'esterno e 2200 in galleria; onde si nota con soddisfazione che, in confronto al gennaio, il numero degli operai occupati in galleria è aumentato di più di 300. Dall'imbocco Nord essi vennero trasportati ai cantieri di lavoro per mezzo di treni fino dal principio del mese, e lo stesso si farà certo in breve anche ad Iselle.

\*

Il sesto rapporto trimestrale della Direzione delle ferrovie del Giura-Sempione, nel quale è reso conto dei lavori del traforo, nel primo trimestre del corrente anno, ha pure in allegati la descrizione ed i disegni della perforatrice Brandt, nonchè i tipi che dimostrano, in tutti i loro particolari, le condotte d'acqua dal Rodano sul versante Nord, e dalla Diveria su quello Sud, per fornire di forza motrice i due cantieri di Briga e di Iselle. Questa forza effettiva, che agisce sulle turbine, è al massimo di cavalli-vapore 2230 a Briga, e di cavalli-vapore 2050 ad Iselle.

Al 31 marzo ultimo, mentre gli scavi della galleria d'avanzata presentavano, in complesso per i due imbocchi, una lunghezza di m. 4762, quelli della galleria sussidiaria, o parallela, erano arrivati a m. 4476: gli scavi d'allargamento a m. 2374 in sezione completa, e le murature di rivestimento a m. 1678. Queste due ultime fasi del lavoro rimangono dunque ancora al disotto delle previsioni del programma. Anche gli scavi d'avanzata, sebbene siano sempre in considerevole anticipazione sulle cifre che si deducono dal programma, hanno avuto nell'ul-

timo trimestre un progresso alquanto meno rapido che nei precedenti, essendosi scavati 470 m. a Briga e 426 ad Iselle, cioè m. 9,95 dai due imbocchi, ogni ventiquattro ore.

Delle gallerie trasversali, se ne trovavano 13 completamente aperte dal lato di Briga, l'ultima alla progressiva 2500, e si lavorava alla 14<sup>a</sup>, 200 m. più avanti. Verso Iselle ne erano aperte 8 soltanto, e si erano cominciati gli scavi della 9<sup>a</sup> alla progressiva 1900. La lunghezza totale di queste gallerie era di m. 220,5, di cui 67 m. erano stati scavati nel corso del trimestre.

Si continua la perforazione meccanica soltanto nei cunicoli delle due gallerie, con tre perforatrici per ciascuna; e il volume degli scavi eseguiti in quei cunicoli essendo stato a Briga di mc. 5349, con un consumo di kg. 25 252 di dinamite, e ad Iselle essendosene consumati kg. 20 471 per mc. 4777 di scavi, ne risulta che il consumo medio di dinamite per ogni mc. di scavo è stato a Briga di kg. 4,72 e ad Iselle di kg. 4,29. Esso è dunque considerevolmente diminuito a quest'imbocco, ove nel trimestre precedente era stato di di kg. 4,96, mentre invece all'attacco nord si è verificato un notevole aumento, essendo stato di soli kg. 4,06 per mc. il consumo di dinamite da quel lato nel precedente trimestre. La Relazione non dà alcuna spiegazione di questo fatto notevole; si può però arguire che esso dipenda dal gran numero di sorgenti che nell'ultimo trimestre si sono incontrate negli scavi dei due cunicoli al nord, mentre al sud lo gneiss d'Antigorio è sempre asciutto, e in diversi tratti schistoso e meno compatto.

Così pure la profondità media dei fori da mina è stata a Briga di m. 1,85 in luogo di m. 2,05; mentre dal lato Iselle essa è leggermente aumentata da m. 1,26 a m. 1,28. Il tempo impiegato a Briga per avanzare di un metro nei due cunicoli è stato di ore 1,53', e ad Iselle di ore 2,30'; mentre nel passato trimestre questo tempo era stato di ore 1,34', e ore 2,32' rispettivamente. Per il caricamento delle mine e lo sgombrò delle materie sono occorse a Briga ore 3,46' e ad Iselle ore 2,18' per ogni metro cubo.

Gli scavi a mano eseguiti a Briga hanno raggiunto il volume di mc. 13 088, e ad Iselle di mc. 10 392; e siccome vi si sono consumati rispettivamente kg. 9140 e kg. 8317 di dinamite, il consumo medio per mc. è stato a Briga di kg. 0,70, ad Iselle di kg. 0,80 per metro cubo.

Il numero di giornate di 8 ore degli operai, che hanno lavorato in galleria, è stato nel corso del trimestre di 98 343 a Briga e di 78 900 ad Iselle. Nei lavori esterni sono state impiegate 46 890 giornate a Briga e 29 055 ad Iselle: onde in media hanno lavorato giornalmente nei cantieri Nord 1653 operai ed in quelli Sud 1208, in totale 2861.

La temperatura media dell'aria, nei cunicoli d'avanzata, ha variato a Briga da 23°,6 a 25°,8 e ad Iselle da 23°,3 a 28°. Però nei cantieri delle murature, quella temperatura era a Nord di 19 gradi, a Sud di 21. Il volume d'aria introdotta giornalmente in galleria è stato a Briga di mc. 578 600 e ad Iselle di mc. 448 070.

Quanto agli impianti esterni, nel corso del trimestre si sono ingranditi alcuni dei fabbricati esistenti, sicchè a Briga l'area totale coperta è ora di mq. 6860. Vi si è finito di montare una turbina di 600 cavalli con una coppia di pompe ad alta pressione, mentre ad Iselle si è montata una turbina di 600 cavalli con una eguale coppia di pompe. Le officine sono state pure provvedute di nuove macchine utensili, ed è stata estesa ed ampliata l'illuminazione elettrica. A Briga si è stabilito un torchio per fabbricare dei conci in cemento di 0,35×0,10×0,20.

Due disgrazie mortali hanno avuto luogo nel corso del trimestre, l'una a Briga, l'altra ad Iselle, nelle manovre dei treni, per imprudenza degli operai che ne rimasero vittime. Un sorvegliante della Società cadde da un'impalcatura in galleria, rimanendo in cura per 20 giorni.

L'uso dei bagni, che non è obbligatorio, si va tuttavia propagando fra gli operai, ed a Briga ne hanno in media profittato 470 al giorno.

Nel corso del trimestre gli operai italiani dei cantieri di Briga hanno spedito dagli uffici postali di Briga e di Naters 2333 vaglia per un importo di L. 90117,38 ad uffici postali italiani.

(Journal de Genève).

**Quantità di combustibile occorrente al riscaldamento degli abitati.** — Secondo il signor J. Orpizewski, che ha pubblicato nella « Rivista Tecnica di Varsavia » una importante Nota sulla quantità di combustibile necessaria a riscaldare un locale, la perdita di calore di un dato ambiente, che è appunto quella che dev'essere controbilanciata dal riscaldamento, non dipende dal volume della sala, ma essenzialmente dalla quantità delle superficie di raffreddamento, cioè dalla somma delle superficie delle pareti esterne, delle porte e delle finestre, nonchè dalla differenza della temperatura dell'aria interna su quella esterna.

Volendo quindi determinare la quantità di combustibile necessaria (e quindi la spesa) per riscaldare un appartamento, bisogna anzitutto determinare le perdite di calore alle quali il medesimo trovasi esposto.

La differenza di temperatura tra l'aria interna e quella esterna può determinarsi prendendo la media delle temperature invernali

della località considerata; — così, per esempio, per il Cantone di Vaud sarebbesi larghi ammettendo la temperatura media esterna di 2° centigr. sotto zero, — mentre per l'interno si esige in generale la temperatura di 16° centigr., onde si ha la differenza di 18°.

Indicando con *n* il coefficiente della perdita di calore per metro quadrato di superficie e per ora, si hanno per *n* i seguenti valori dedotti da esperimenti:

Muri dello spessore di . . . . . m.	0,90	0,75	0,60	0,45
Valori di <i>n</i> . . . . . calorie	0,70	0,80	1,00	1,20

Abbiamo inoltre per:

Finestre a doppia vetriata . . . . .	<i>n</i> =	calorie 2,20
Finestre semplici e porte vetrate . . . . .	<i>n</i> =	» 4,00
Porte . . . . .	<i>n</i> =	» 2,00
Pavimenti . . . . .	<i>n</i> =	» 1,00
Soffitti . . . . .	<i>n</i> =	» 0,60

La quantità *Q* di calore perduto all'ora sarebbe dunque data dalla somma dei prodotti delle diverse superficie *s* di raffreddamento moltiplicate ciascuna per il relativo coefficiente *n* e per la differenza di temperatura *τ*, ossia avremmo:

$$Q = \sum \tau s n \text{ calorie.}$$

La quale perdita deve essere compensata da egual numero di calorie somministrate all'ambiente per mezzo del riscaldamento, aumentando però questo numero del 20 per cento, volendo tener conto delle perdite dovute alle fughe d'aria attraverso le fessure di porte e finestre, che non sono mai a perfetta tenuta d'aria.

Dicendo pertanto *P* il peso in kg. del combustibile, legna o carbone, ed essendo *C* il numero delle calorie che sviluppa 1 kg. di combustibile bruciando, ossia avendosi:

per il legno	<i>C</i> =	calorie 2800;
» il litantrace	<i>C</i> =	» 6600 a 7700;
» il coke	<i>C</i> =	» 7400;

e adottando infine 0,65 come coefficiente medio di rendimento del calorifero, la quantità di combustibile necessaria per un mese d'inverno sarebbe quindi:

$$P = \frac{0,65 \tau \sum s n}{1,20 C} \times 24 \times 30.$$

Applicando, per esempio, la formola ad una stazione ferroviaria, del tipo che sono sulle linee della Broye, per le quali le sale di servizio a pian terreno sono riscaldate a coke e l'appartamento del Capostazione al piano superiore è riscaldato a legna, la quantità di coke e di legna occorrente verrebbe calcolata nel seguente modo:

Perdite di calore delle superficie di raffreddamento a piano terreno:

Muri esterni di m. 0,60 . . . . .	91 mq. × 1 =	91 calorie
N. 5 finestre 1 × 2 <sup>m</sup> . . . . .	10 » × 4 =	40 »
N. 4 porte vetrate 1,50 × 3 <sup>m</sup> . . . . .	18 » × 4 =	72 »
Pavimenti . . . . .	58 » × 1 =	58 »
		Totale 261 calorie

Il piano superiore essendo anch'esso riscaldato, non devesi tener conto per il piano terreno delle superficie dei soffitti.

Quindi la quantità di coke occorrente al riscaldamento del piano terreno della stazione sarà per un mese:

$$P = \frac{18 \times 0,65 \times 261}{1,20 \times 7,400} \times 24 \times 30 = 248 \text{ kg.}$$

Per il piano superiore avremmo analogamente:

Muri esterni di 0,45 . . . . . mq.	104,40 × 1,20 =	125,3 calorie
N. 9 finestre di 0,90 × 1,80 . . . . .	14,60 × 4 =	58,4 »
Soffitti . . . . .	58,00 × 0,6 =	34,8 »
		Totale 218,5 calorie

$$P = \frac{18 \times 0,65 \times 218,5}{1,20 \times 2800} \times 24 \times 30 = 548 \text{ kg.}$$

Per il riscaldamento di quella stazione ferroviaria occorreranno dunque 248 kg. di coke e 548 kg. di legno pino al mese.

(*Soc. Vaudoise des Ing. et des Arch.*).

**La trazione elettrica per le ferrovie in Francia.** — Come già si fece in Italia, il Ministro francese dei Lavori Pubblici ha costituito, nel febbraio scorso, una Commissione speciale di tecnici incaricata di esaminare le questioni relative all'applicazione della trazione elettrica alle ferrovie, nel presente e soprattutto nell'avvenire. Crediamo interessante di pubblicare la Relazione a tale effetto presentata dal Direttore delle ferrovie al Ministero dei Lavori Pubblici, ed approvata dal Ministro, non solo per l'importanza sempre vitale della questione, ma perchè in essa si prendono in considerazione gli esperimenti fatti ed in corso in Italia e se ne loda la iniziativa.

L'applicazione della trazione elettrica alle grandi reti ferroviarie in esercizio solleva delle difficoltà tecniche ed economiche che, quantunque studiate in ogni paese con ardore, non sono ancora risolte, e che, a vero dire, non possono esserlo che progressivamente, con esperimenti fatti sopra una grande scala perchè si possa trarne dei risultati realmente pratici e concludenti.

Senza entrare nei particolari delle difficoltà tecniche, si può far osservare che le soluzioni, che sono così ben riuscite per le tramvie, non convengono più alle grandi linee; queste ultime esigono, nella maggior parte dei casi, dei treni relativamente pesanti, delle velocità elevate, dei motori di grande potenza alimentati da correnti intense, tutte condizioni che non realizzano agevolmente gli organi del tramway ordinario.

In quanto alle difficoltà economiche, esse sono facili a comprendere; le Amministrazioni delle nostre grandi reti sono portate a temere soprattutto una estensione precipitata di un sistema nuovo, la riforma di un materiale di valore considerevole, una spesa non meno considerevole per impianti che, forse a loro volta, saranno prontamente rifatti se non si sono attesi i risultati di esperienze abbastanza prolungate.

Il problema è dappertutto studiato sopra basi varianti secondo il diverso regime delle ferrovie in ogni paese.

In America ed in Svizzera, si immaginarono e si esperimentarono delle soluzioni che sembrano, in certi casi, pratiche e soddisfacenti, che sono certamente chiamate a perfezionarsi rapidamente.

In Italia, si fanno degli esperimenti sulle due grandi reti del Mediterraneo e dell'Adriatico (1).

In Francia, le nostre grandi Compagnie studiano l'impiego dell'elettricità sopra qualche linea nuova; linee metropolitane a traffico intenso o linee di montagna, come quella dal Fayet a Chamounix; ma i rapporti stretti che legano in Francia le Compagnie allo Stato non lasciano loro la libertà di azione che caratterizza le imprese americane.

In certe regioni l'impiego economico della trazione elettrica dipende essenzialmente dalla buona utilizzazione delle forze idrauliche dei corsi d'acqua e da una utilizzazione razionale dell'energia per i bisogni dell'industria e per quelli della trazione sulle ferrovie. L'esempio delle difficoltà che incontra, per una soluzione di questa natura, la concessione della rete di interesse generale da Saint-Georges de Commiers a La Mure ed al Gase, attualmente in corso, dimostra che è indispensabile di studiare misure provvisorie chiamate a rimediare alle lacune della legislazione attuale, ed in pari tempo ricercare, dal punto di vista dell'interesse delle ferrovie, le basi di una nuova legislazione.

(1) La Commissione Governativa italiana incaricata di studiare il problema dell'applicazione elettrica alle ferrovie in generale, e particolarmente alle linee d'interesse locale, aveva concluso doversi la questione risolvere mercè opportuni esperimenti dei seguenti sistemi:

1. Trazione elettrica con vetture ad accumulatori, del tipo Planté;
2. Trazione elettrica con vetture ad accumulatori, del tipo Pescetto;
3. Trazione elettrica con filo aereo e corrente trifase ad alto potenziale;
4. Trazione elettrica a terza rotaia, con corrente continua.

L'esperimento del sistema di trazione con accumulatori, del tipo Planté, studiato della Società esercente la Rete Mediterranea, è già stato applicato sulla linea Milano-Monza, limitatamente però al servizio dei viaggiatori.

La Società Adriatica propone di applicare il sistema di trazione con accumulatori, del tipo Pescetto, alla linea Bologna-San Felice, pel solo servizio dei viaggiatori. Questo esperimento avrà principio tra breve, e sarà fatto interamente con applicazione delle automotrici elettriche.

Il sistema di trazione con filo aereo e corrente trifase ad alto potenziale sarà pure sperimentato, per cura della Società Adriatica, sulle linee Lecco-Colico-Sondrio e Colico-Chiavenna, aventi uno sviluppo complessivo di 106 chilometri. Sarà questo l'esperimento più completo, comprendendo il trasporto delle merci e quello dei viaggiatori, ed associandosi in esso al servizio ferroviario la produzione di energia per usi industriali.

Il sistema di trazione a terza rotaia con corrente continua si sperimenterà finalmente sulla linea Milano-Gallarate-Varese-Porto Ceresio, a cura della Società Mediterranea. Questo esperimento sarà per ora limitato al servizio dei viaggiatori, ma tutto è predisposto perchè, in caso di buoni risultati, possa applicarsi alle merci e venire contemporaneamente esteso alle linee confluenti di Arona e di Laveno.

Con tali esperimenti lo Stato italiano potrà nel breve volgere di alcuni anni, e senza rischi in caso di insuccesso, avere una norma utilissima e sicura in materia di trazione elettrica, non solo per giudicare del miglior sistema da adottare sulle nostre ferrovie, ma anche del vantaggio maggiore o minore che la nuova forza motrice può portare ai grandi e piccoli traffici, e perciò del grado di sviluppo al quale può essere condotta nell'interesse delle nostre comunicazioni e della nostra attività commerciale.

Tutte queste ricerche sono già state fatte in Italia; Commissioni speciali sono state nominate nel corso degli anni 1897 e 1898, ed hanno presentato nel 1899, le loro conclusioni sopra tutti i punti che indicheremo. Il lavoro preparatorio di queste Commissioni ha permesso al Governo italiano di formulare il programma di esperimenti di trazione elettrica che saranno intrapresi prossimamente sulle grandi reti dell'Adriatico e del Mediterraneo.

Questi esperimenti saranno fatti sopra una lunghezza di 348 km. di linee e coi diversi sistemi di trazione elettrica conosciuti fino ad oggi: accumulatori, corrente trifase ad alta tensione con filo aereo, correnti continue trasmesse da una terza rotaia (sistema Ganz e Thomson-Houston).

Mercè la realizzazione di questo programma, il Governo italiano spera di essere sufficientemente illuminato sui vantaggi e gli inconvenienti della trazione elettrica quando dovrà prolungare le convenzioni ferroviarie dopo il 30 giugno 1905.

Le condizioni in cui gli esperimenti saranno fatti, non sono onerose per lo Stato che non corre alcun rischio e già, sopra quasi tutte le grandi linee italiane, le due questioni connesse dell'impiego della trazione elettrica e della messa in riserva delle forze idrauliche necessarie, sono studiate e preparate.

La situazione particolare dell'Italia che, da una parte, trae dall'estero tutto il carbone che consuma e dall'altra, possiede nelle regioni delle Alpi e degli Appennini, forze idrauliche considerevoli, spiega senza dubbio fino ad un certo punto il sopravvento che essa prende sul nostro paese per ciò che concerne la trazione elettrica sulle ferrovie.

In Francia, tuttavia, circostanze recenti sembrano indicare che il momento di studiare a nostra volta gli stessi problemi è venuto. Mentre si imporranno presto delle importanti forniture di carbone e di materiale, di locomotive soprattutto, sembra opportuno esaminare se non sarebbe possibile utilizzare per far fronte alle necessità del traffico in via di accrescimento, le cadute d'acqua delle nostre regioni montuose.

Cercando di utilizzare questa ricchezza ad uno scopo di interesse generale ed a riservare alle imprese di utilità pubblica il posto che loro è dovuto, lo Stato non può sognare, d'altronde, ad intralciare in alcun modo lo sviluppo dell'industria ed a scoraggiare gli sforzi dell'iniziativa privata, nella quale deve trovare, invece, un concorso indispensabile al successo dell'opera che si prefigge.

Reputo che una Commissione potrebbe utilmente in Francia, come in Italia, coordinare gli sforzi attualmente isolati, e preparare le soluzioni nuove.

Il suo programma, limitato ai soli interessi delle ferrovie sarebbe il seguente:

I. — *Esperimenti da intraprendere per l'applicazione della trazione elettrica.* — Quali sono gli esperimenti di trazione elettrica realizzati, progettati o studiati sulle diverse reti ferroviarie francesi? Questi esperimenti sono sufficienti? Rispondono essi a ciò che si fa od a ciò che si sta per fare negli altri paesi? In qual senso e su quali punti sarebbe il caso di incoraggiarne degli altri?

II. — *Revisione delle Convenzioni o dei Regolamenti.* — Le convenzioni che legano le Compagnie ferroviarie sono di natura da permettere ed incoraggiare lo sviluppo normale della trazione elettrica? Quali sono le convenzioni speciali che potrebbero essere utili? Quali sono le modificazioni od aggiunte che converrebbe introdurre nei capitoli d'onere e nei regolamenti d'esercizio?

III. — *Utilizzazione delle forze idrauliche.* — È il caso di completare o di modificare, dal punto di vista degli interessi delle ferrovie, la legislazione che regola l'utilizzazione industriale dei corsi d'acqua?

Quali misure provvisorie converrebbe prendere in attesa di leggi nuove, per riservare alle ferrovie, nelle « migliori condizioni economiche », le forze idrauliche necessarie?

Nell'apprezzamento delle « migliori condizioni economiche » non si terrà soltanto conto degli interessi delle imprese di trasporti, ma anche degli interessi solidali dello sviluppo industriale e sociale delle popolazioni.

Questa Commissione potrebbe, se lo giudicasse utile, dividersi in tre Sotto-Commissioni.

La Commissione composta di 25 membri e tre segretari sarà presieduta dal Deputato Berthelot, relatore del progetto di legge sulle distribuzioni dell'energia.

(*Monitore delle strade ferrate*).

**Gli automobili elettrici.** — In una conferenza che il dott. Kallmann ha tenuto recentemente all'Associazione elettrotecnica germanica sull'applicazione della elettricità agli automobili, sarebbe giunto alla conclusione che non vi sia molto da sperare circa l'applicazione degli accumulatori elettrici. Il dott. Kallmann, il quale è stato membro della giuria per l'Esposizione di automobili tenutasi a Berlino, ed ha avuto quindi l'opportunità di studiare i vantaggi e gli inconvenienti degli automobili ad accumulatori, avrebbe concluso che gli attuali ac-

accumulatori sono ancora troppo pesanti, troppo costosi e di troppo breve durata.

Le conclusioni del dottor Kallmann sembrerebbero, a prima vista, confermate dal fatto che circa due anni fa si impiantò a Londra un servizio pubblico di vetture elettriche ad accumulatori, e che tale servizio è già stato abolito perchè l'esercizio non era remunerativo. Ma l'insuccesso del tentativo di Londra serve soltanto a dimostrare che nelle circostanze speciali in cui l'impianto era stato fatto e nel modo in cui era stato risolto nei suoi particolari il problema meccanico, l'automobile elettrico non era pratico; e non proverebbe che mediante un accurato studio dei dettagli meccanici e con un conveniente prezzo della corrente di carica, non si possa costruire un automobile elettrico rispondente a tutte le condizioni tecniche ed economiche che si possono ragionevolmente richiedere.

E che il problema non sia di impossibile soluzione, come la conferenza del dott. Kallmann potrebbe far credere, risulta da un articolo pubblicato nell'*Electrical World* del 23 dicembre 1899 dai signori Entz e Maxim, nel quale è descritto l'automobile elettrico che ha recentemente battuto il *record* del più lungo percorso effettuato in automobile elettrico con una sola carica della batteria.

Il veicolo fu costruito dalla Columbia and Electric Vehicle Co. e la batteria di accumulatori dalla Electric Storage Battery Co. Le ruote anteriori hanno cm. 81 di diametro e le posteriori cm. 91; tutte, con raggi d'acciaio e solidi cerchi di gomma, girano su supporti a sfere. La distanza fra i due assi è di cm. 166. L'ossatura della vettura è di legno e il movimento è trasmesso alle ruote posteriori da un motore chiuso con sospensione a molla, analoga a quella dei motori per i tram elettrici.

Il motore avvolto in serie è costruito per una capacità di 25 amper a 80 volts e 1000 giri al minuto. Il peso totale del veicolo pronto al servizio è, senza batteria, di kg. 533; colla batteria, di kg. 968; coi due passeggeri e gli accessori, di kg. 1160.

La batteria è composta di 48 elementi montati in quattro casse separate di 12 elementi ciascuna; ciascun elemento contiene 11 piastre. Ciascuna delle quattro casse di elementi misura cm. 94 in lunghezza, cm. 20 in larghezza e cm. 32 in altezza; il peso dell'intera batteria montata e pronta al servizio è di kg. 435; la capacità della batteria, scaricata a 22 amper, è di 154 amper-ora.

La prima prova di questo veicolo ebbe luogo il 15 novembre 1899 e consistette in una corsa preparatoria da Camden (presso Filadelfia) ad Atlantic City, da dove doveva poi ripartire per la corsa ufficiale. La distanza che è di km. 110, fu percorsa in 6 ore e 4 minuti. Il consumo totale di energia fu di 9,17 kilowatt-ora; quindi assumendo per il rendimento della batteria il valore, non eccessivo, di 85 0/100, l'energia da comprare per fare questo percorso risultò di 12,3 kilowatt-ora, il che equivale a 112 watt-ora per chilometro colla velocità media di chilometri 18,2.

All'arrivo ad Atlantic City la batteria non era ancora scarica, e il giorno seguente, 16 novembre, senza essere stata ricaricata, la vettura percorse altri 42 km. nei dintorni della città, portando così il percorso fatto con una sola carica a km. 152.

Dopo di ciò si diede alla batteria una carica di 190 amper-ora e l'indomani, 17 novembre, si effettuò la corsa ufficiale, percorrendo 80 chilometri da Atlantic City verso Camden e tornando dopo una fermata di 11 minuti al punto di partenza, senza dare alla batteria nessuna carica lungo il percorso.

I risultati di questa corsa furono i seguenti:

Distanza percorsa: km. 160.

Tempo impiegato: 7 ore e 45 minuti.

Velocità media: km. 20,6 all'ora.

Tensione della batteria alla fine della corsa: 78 volts con 22 amper di scarica.

Scarica totale: 13,6 kilowatt-ora.

Carica totale: 20,9 kilowatt-ora.

Il migliore *record* precedente per distanza percorsa in automobile elettrico, con una sola carica degli accumulatori, era quello corso fra Parigi e Rouen su una distanza di km. 136 con una velocità media di km. 18 all'ora e con una batteria del peso di kg. 906.

(*Giornale dei Lavori Pubblici*).

## BIBLIOGRAFIA

### I.

**Il Codice del Perito misuratore**, degli Ing. MAZZOCCHI e MARZORATI. — Raccolta di norme e dati pratici per la misurazione e valutazione d'ogni lavoro edile. Pronuario per preventivi, liquidazioni, collaudi, perizie, arbitramenti ad uso degli ingegneri, architetti, assistenti, impresari. ecc. — Op. in-16° (Manuali Hoepli) di pag. 498, con 166 figure nel testo. — Milano, 1900. — Prezzo lire 5,50.

Sotto la comodissima forma di un Manuale, e col titolo di Codice del Perito misuratore, gli ingegneri Mazzocchi e Marzorati, favorevolmente noti nella pratica dell'arte acquistata in molteplici lavori di

architettura e costruzioni, hanno pazientemente raccolto i più essenziali dati tecnici, coordinati e commentati le principali norme per la misura e la valutazione dei lavori edilizi; riunendo così in piccolo volume tutto ciò che trovasi disseminato sia nelle leggi o regolamenti per gli appalti dei lavori pubblici, sia nei capitoli e relativi elenchi dei prezzi di Uffici tecnici di pubbliche e private amministrazioni, sia infine nei più riputati commentari italiani ed esteri.

Il tecnico che deve in qualità di ingegnere dare progetti, o compilare preventivi, o proporre stipulazioni di appalti e di contratti — od in qualità di Direttore o di Assistente, o di Imprenditore attendere all'esecuzione, alla misura ed alla liquidazione dei lavori — od infine in qualità di perito o di arbitro decidere di vertenze nella valutazione di opere, trova in questo manuale per così dire condensato il risultato dell'esperienza dei tecnici più valenti e provetti, e può dal medesimo desumere criteri e dati, sia per la migliore disposizione e condotta dei lavori, sia per la più razionale ed equa interpretazione dei patti contrattuali.

Enumerate in un primo capitolo, le unità legali, i metodi di misura, e le approssimazioni e tolleranze sia nelle misure stesse che nelle calcolazioni; — caratterizzate le diverse specie di contratti, e specificati i documenti molteplici che a seconda della natura del contratto si richiedono, il manuale tratta sommariamente in altrettanti capitoli, delle norme e modalità delle *liquidazioni* dei lavori, toccando delle partite controverse per varianti al progetto o nei materiali, per aumento o diminuzione di lavoro, per opere impreviste o rincaro nei prezzi, od accidenti e danni di forza maggiore; — dello scopo e dei metodi del *collaudo* dei lavori; — della *mano d'opera* con tutte le questioni inerenti all'orario, alle giornate di pioggia, al lavoro notturno, od a quello diurno con illuminazione artificiale, al lavoro festivo, agli obblighi reciproci tra imprese ed operai, agli infortuni sul lavoro; — della valutazione nei diversi casi delle *spese generali*; — della classificazione e costo delle *opere provvigionali*; — delle diverse specie di *noli* e loro valutazione; — dei *trasporti* di materiali o macchine e simili.

In altrettanti capitoli vengono in seguito trattati i lavori di terra per strade, canali, gallerie, fondazioni, ecc.; gli esaurimenti, le palficazioni, i pozzi, le opere murali, i lavori in pietra da taglio, i lavori in legno, le opere metalliche, le impalcature, le coperture, i soffitti, i pavimenti, gli intonachi, i lavori di asfalto, in cemento, le opere di fognatura, le tinteggiature e pitture, i lavori di finimento delle fabbriche, come porte, finestre, vetri, verniciature, decorazioni, opere da fontaniere, da lattoniere, fumista, gazista ed elettricista.

In ognuno dei sovra enumerati capitoli si trovano i prezzi unitari, i metodi di misura, le norme ed i procedimenti più essenziali.

G. S.

### II.

ADOLFO FRIZZI. — **Raccolta di cinquanta Tavole di Architettura**, riunite a ricordo dell'Esposizione Generale Italiana e di quella d'Arte Sacra, in Torino, nel 1898. — Torino, Tip.-Lit. Camilla e Bertolero, 1900. — Prezzo Lire 5.

Con nostro rincrescimento, per esigenza di prestabilito numero di fascicoli, dovemmo, due mesi or sono, chiudere la nostra *Rivista Tecnica dell'Esposizione 1898* senza poter trattare dei lavori di architettura esposti: ecco perchè ci affrettiamo ad annunciare questa nuova pubblicazione dello stesso solerte editore cav. Bertolero, la quale, può dirsi, colmi in qualche modo quella lacuna e ci induce a raccomandarla volentieri ai lettori nostri. Tanto più che dessa è il risultato di diligente raccolta del nostro illustratore e collaboratore per la parte artistica fino dal 1883; di lui quindi non diremo, ma piuttosto del recente lavoro suo. Sono 50 Tavole in formato di cm. 24 X 32, precedute da un indice descrittivo, breve ma succoso, che completa bene il volume. Mai opere architettoniche erano state più sparpagliate per ogni cantuccio di quel che si verificasse nel 1898 a Torino; il Frizzi ha pescato un poco dappertutto e ci presenta le opere di 22 autori od espositori. Delle Tavole, 28 si riferiscono alla Mostra generale, 21 a quella di Arte Sacra; nello stesso rapporto i soggetti riflettenti l'architettura moderna rispetto a quella di altre età. Fra gli autori troviamo il Molli, che ebbe il gran premio in denaro; l'Avenati ed il Reyend, che ebbero la medaglia d'oro; il Torres, che meritò quella d'argento; il Boggio, il Rigazzi, il Tamagno, che furono distinti con menzione.

Il Frizzi è stato molto vario nella sua scelta e ce ne dà per tutti i gusti, avendo scelto diversi e preziosi esempi di costruzioni le più disparate. Così contiamo 11 chiese, 3 cappelle funebri, 4 padiglioni, 3 ville, una scuola, ecc. Molte Tavole sono di particolari che possono venire in acconcio. Quanto alla riproduzione artistica di quei lavori desideriamo lasciarne giudici coloro stessi che ne faranno acquisto. Solo avvertiamo che le Tavole tutte sono tratte dalle Annate VIII, IX e X delle *Memorie di un Architetto*, simpatico periodico diretto e compilato dal prof. Frizzi medesimo. Ed aggiungiamo come il raccoglitore, sempre esatto ed accurato, qui si sia compiaciuto di riprodurci con quasi matematica precisione alcuni degli schizzi e disegni a penna esposti, così che sembra rivedere gli originali. Citeremo a questo riguardo le interessanti Tavole relative agli architetti Basile, Torres, Premoli e Tamagno.

G. SACHERI.



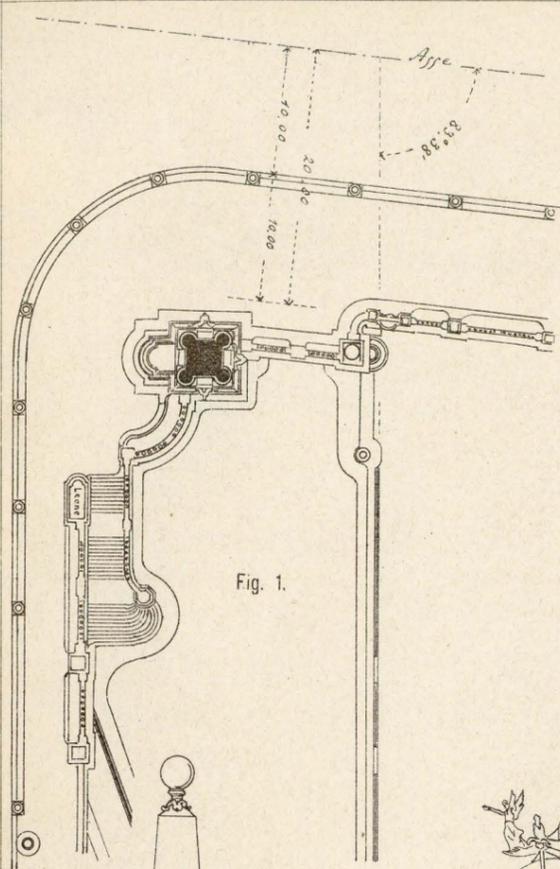


Fig. 1.

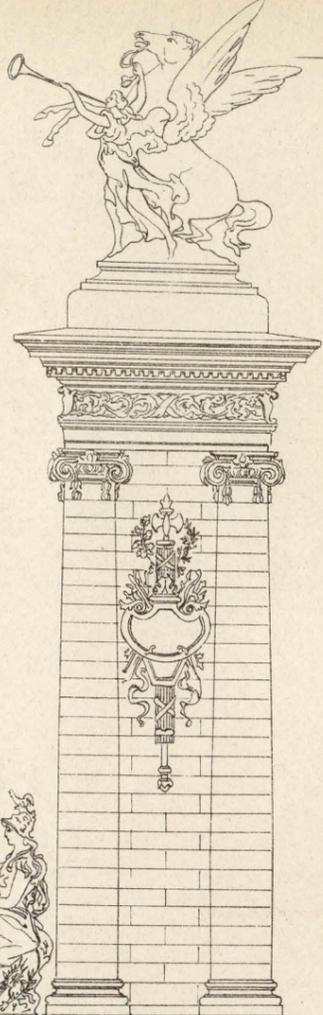


Fig. 2. — Prospetto laterale di una spalla (Arch. Cassien-Bernard e Cousin).

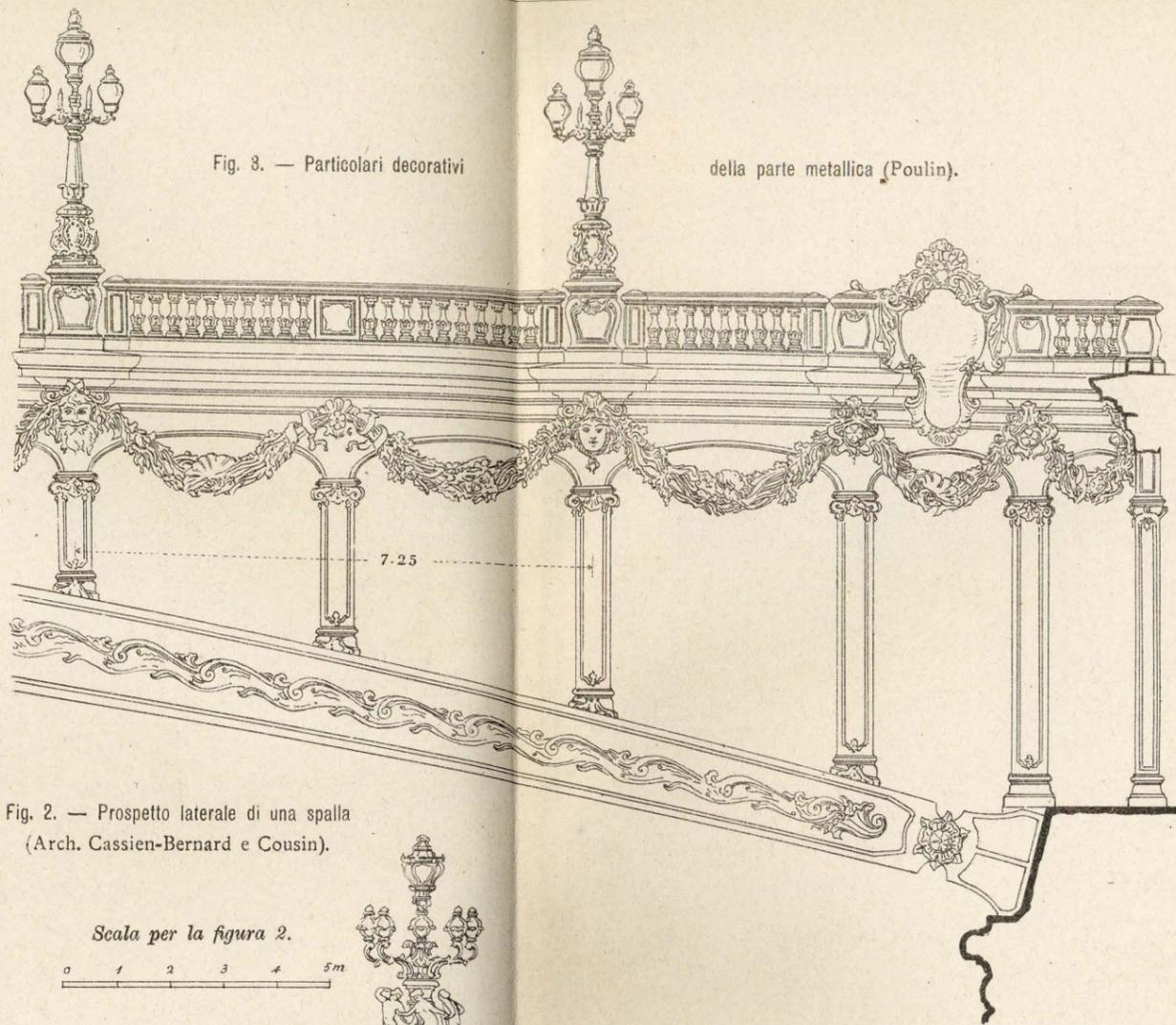


Fig. 3. — Particolari decorativi

della parte metallica (Poulin).

Scala per la figura 2.

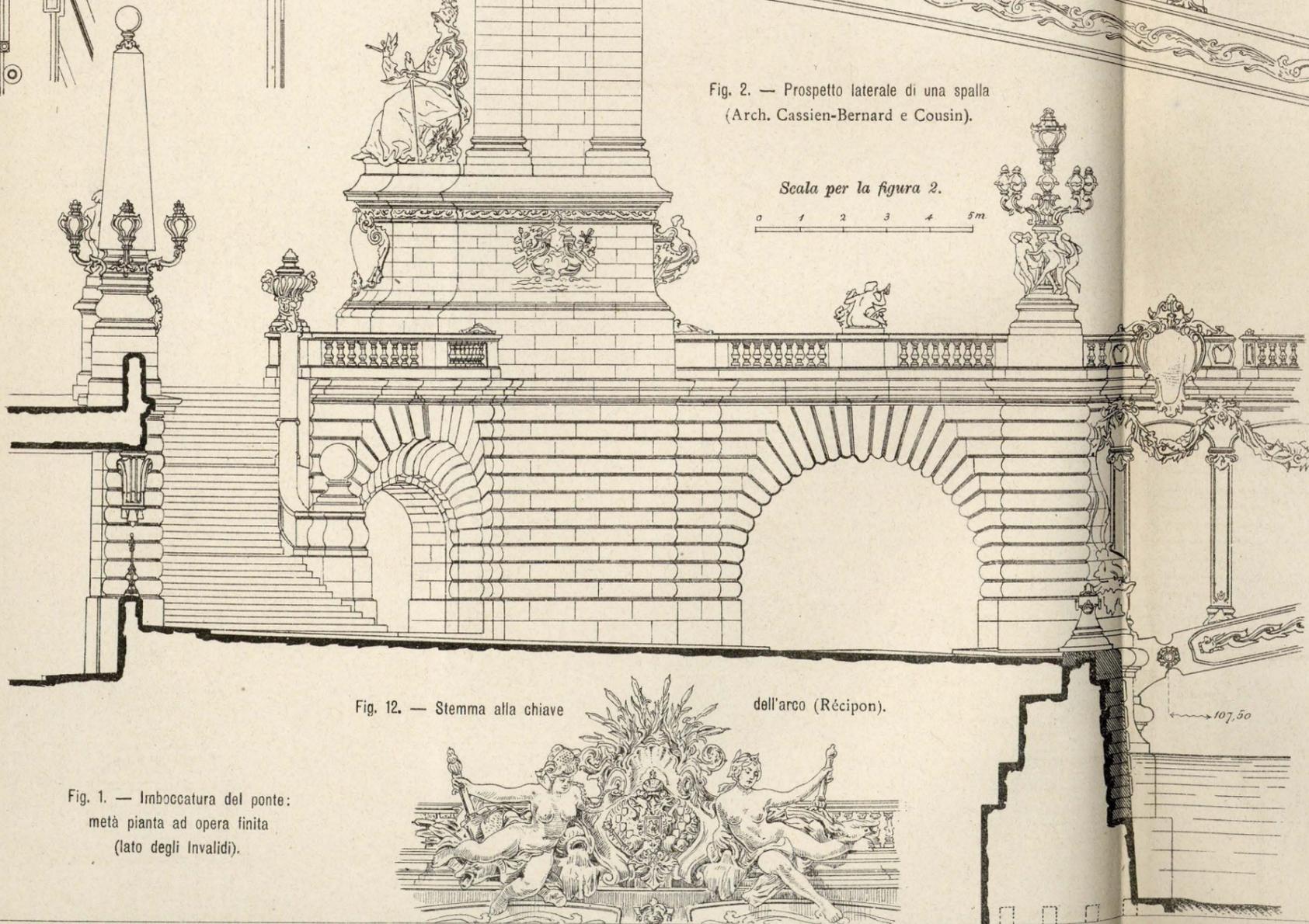
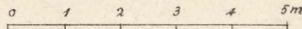


Fig. 12. — Stemma alla chiave dell'arco (Récipon).

Fig. 1. — Imboccatura del ponte: metà pianta ad opera finita (lato degli Invalidi).

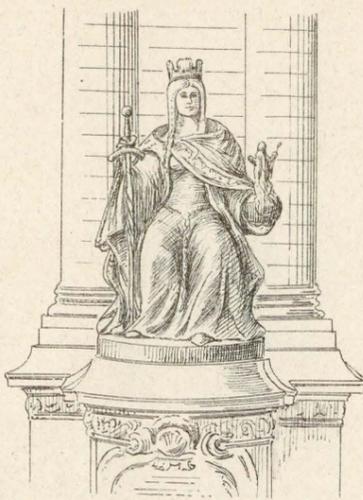


Fig. 4. — La Francia romana (Lenoir).



Fig. 5. — La Francia contemporanea (Michel).



Fig. 6. — La Francia di Luigi XIV (Marqueste).



Fig. 7. — La Francia del rinascimento (Coutan).



Fig. 8 e 9. Putti sul parapetto delle spalle (Massoule e Morice).



Fig. 10. Pegaso e fama di coronamento sui piloni (Frémiet, Steiner e Granet).



Fig. 11. — Lampadario sulle spalle (Gauquié).