

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO BIMENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

COSTRUZIONI STRADALI

IL NUOVO PONTE SUL PO LUNGO LA STRADA CARREGGIABILE VERRUA SAVOIA-CRESCENTINO.

Appunti dell'Ing. CESARE CORAZZA
Direttore dei Lavori

(Veggansi le Tavole VII e VIII)

Premesse. — La Legge 23 luglio 1881, col comprendere nell'omnibus stradale, quale opera sussidianda dallo Stato, in ragione della metà del relativo costo, anche un ponte sul Po fra Trino e Crescentino, soddisfece secolari legittime aspirazioni di popolazioni, le quali, si può dire, anelavano a detto ponte fino dal 1705, cioè fin da quando l'antico, collegante Verrua-Savoia a Crescentino, veniva distrutto dal Vendôme, duce dell'esercito francese di Luigi XIV, guerreggiante contro Vittorio Amedeo II, che aveva messo il suo campo alla Rocca di Verrua.

Se facile tornò al legislatore stabilire, con larga frase, che il nuovo ponte dovesse sorgere in località intermedia fra Trino e Crescentino, Comuni situati ambidue sulla sinistra del Po, non altrettanto facile riuscì, all'atto pratico, trovare fra detti estremi il sito che potesse convenevolmente rispondere agli interessi delle tre Provincie di Torino, Novara, Alessandria, a vantaggio comune delle quali la legge segnalava deliberato il ponte.

Animate dalle migliori intenzioni, sorrette da cospicui concorsi di Comuni, le Amministrazioni di dette tre Provincie addivennero alla risoluzione del problema relativo all'ubicazione del ponte, decidendo di costruirne due, l'uno a Trino, l'altro fra Verrua-Savoia e Crescentino; dimostrando così come si ispirasse ai reali bisogni locali l'onorevole Faldella, quando, discutendosi alla Camera dei Deputati l'Omnibus stradale nella tornata 11 maggio 1881, sosteneva che fra gli esistenti ponti di Chivasso e di Casale, distanti fra loro chilometri 45, non di un solo, ma di due dovesse lo Stato decretare la esecuzione.

Di comune accordo fra gli enti cointeressati si escogitò tale una formula di concorsi che permise la costruzione del ponte di Trino a carico delle Provincie di Novara e d'Alessandria, di quello fra Verrua e Crescentino a spese delle Provincie di Torino e di Novara, ritenuti applicabili a quest'ultimo i benefici della Legge 1881 col relativo sussidio governativo.

E così due ubertose regioni — il vinifero Monferrato e l'irriguo Agro Verellese — ricche d'importanti scambievoli prodotti, vennero fra loro collegate da due ponti in muratura gettati attraverso il Po che le divide, ed aperti al pubblico, quello di Trino nel principio del 1896 (*), quello fra Verrua e Crescentino il 17 settembre 1899.

Ubicazione e disposizione del ponte. — Lo sprone su cui sorge il castello di Verrua-Savoia, di fronte all'abitato di Crescentino, è il sito indicato da natura per gettare un manufatto di collegamento dei due territori, nonostante l'ampiezza quivi del Po, causa la confluenza della Dora Baltea.

Ed in detta località, press'a poco corrispondente a quella dove sorgeva l'antico ponte, apposita Commissione tecnica

governativa, d'accordo colle Provincie interessate, fissò l'ubicazione del nuovo, che il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici stabili dovesse presentare una luce prossima a metri 400, misurati al piano d'imposta, con pile e spalle inclinate del 1:20; sebbene l'Ufficio Tecnico della Provincia di Torino avesse ritenuta sufficiente una luce di metri 315, sul dato d'una portata massima del Po, calcolata in mc. 6650, e di un rigurgito di m. 0,60; portata eccedente di mc. 700 quella massima complessiva del Po a Chivasso e di Dora a Saluggia, ritenuta rispettivamente dall'Amministrazione dei Canali Demaniali, di mc. 2800 e di mc. 3150 al 1".

Lo scrivente, incaricato della compilazione del progetto — e così pure in seguito della direzione dei relativi lavori — sulle basi delle Prescrizioni governative suindicate, traendo partito di precedenti studi già fatti allestire al riguardo dalle Amministrazioni interessate, preventivo per la costruzione del ponte, relativi accessi e difese, una spesa complessiva di L. 1 096 989. Il progetto approvato dagli Enti cointeressati venne messo all'appalto il 4 marzo 1897 e deliberato all'Impresa Rosazza Gustavo di Torino col ribasso del 7,15 0/0.

Opere annesse al ponte. — Come risulta dalla planimetria generale (fig. 119) le opere accessorie richieste dalla costruzione del ponte furono le seguenti, richiamate sulla fig. 119 colle stesse lettere:

- a) Un pignone a monte contro lo spillone di sinistra;
- b) Due accessi, uno a sponda sinistra, in parte rivestito di muratura, collegante il manufatto con l'abitato di Crescentino e quindi colla strada provinciale Torino-Mortara per Verolengo, che attraversa detta città; l'altro, a sponda destra, di allacciamento alla strada comunale Brusasco-Crescentino sboccante sulla nazionale di Casale;
- c) Opere di munimento della sponda destra del Po, per arresto di pericolosa lunata manifestatasi;
- d) Ricostruzione a forma di collo d'oca di un tratto di argine rovinato a sponda destra delle acque del Po, per ributtare la corrente che si era aperto un braccio molto attivo, rasentante, anche sul lato ovest, il colle di Verrua;
- e) Costruzione di un argine ortogonale presso la cascina Ravanara, a sbarramento del braccio di Dora Morta e per direzione delle acque al ponte;
- f) Opere di munimento della sponda sinistra di Dora, di fronte a detto argine.

Principali dimensioni del ponte ed accessori:

Lunghezza del ponte dall'uno all'altro estremo dei parapetti	m.	462,42
Larghezza fra le faccie esterne dei timpani	»	7,50
Larghezza da filo a filo interno dei parapetti metallici a sbalzo	»	7,60
Luci	N.	18
Corda delle arcate	m.	21
Saetta (1/7 della corda)	»	3
Altezza delle pile sopra risega	»	5,40
Elevazione del marciapiede sulla risega	»	9,96
Spessore delle pile: All'imposta	»	2,50
» » Alla base	»	3,04
Spessore delle pile-spalle: All'imposta	»	5,00
» » Alla base	»	5,54
Spessore delle spalle: All'imposta	»	6,00
» » Alla base	»	6,27
Spessore dell'arcata: Alla chiave	»	1,00
» » All'imposta	»	1,25
Lunghezza dei muri di ritorno	»	12,46

(*) Vedi *Ingegneria Civile*, anno 1896.

Spessore dei muri di ritorno in sommità	m.	1,20
» » al piano della risega di fondazione »		2,00
Lunghezza dell'accesso destro	»	2021,47
» » sinistro	»	1157,24
Larghezza delle strade d'accesso fra ciglio e ciglio »		7,00
Lunghezza del pignone a monte del ponte		94,54
Larghezza del pignone in sommità	»	3,00
Lunghezza del tratto d'argine ricostruito a sponda destra del Po	»	146,44
Larghezza in sommità	»	3,00
Lunghezza dell'argine di sbarramento di Dora Morta a Ravanara		359,00
Larghezza in sommità	»	3,00

Al ponte venne assegnata larghezza maggiore che le strade d'accesso, per metterlo, fin d'ora, nelle condizioni volute per il passaggio d'una tramvia.

Fondazioni. — La risega di fondazione venne stabilita alla quota 146,64 sul livello del mare, e così di alcun poco inferiore al piano di magra (146,74). Le pile, pile spalle e spalle vennero fondate ad aria compressa, facendo uso dei cassoni, con altezza libera, fra l'orlo del coltello ed il soffitto della camera di lavoro, di m. 2,10, e le cui varie parti, in acciaio, vennero calcolate in modo che sotto la pressione d'un prisma di muratura in mattoni di m. 7 d'altezza, il metallo non avesse a lavorare a più di Cg. 9 per mmq.

Prima di iniziare la muratura sul cassone, se ne riempirono gli spazi prismatici triangolari interni (crinolino) con muratura di mattoni, in malta cementizia, spianando con calcestruzzo i vani fra l'uno e l'altro trave d'armatura esterna al soffitto, fino a tale altezza, da poter ancora impostare sul trave un arco di mattoni di m. 0,26 di spessore, a monta molto ribassata.

Sul cassone così preparato, man mano discendeva, si elevavano le murature, in mattoni, ancorate, mediante opportuni tiranti, al cielo del cassone e difese all'ingiro da una incamicatura in lamiera di ferro di mm. 2,3 di spessore, prolungata fino al piano di risega.

Raggiunta dalla camera di lavoro la profondità voluta, il letto dell'escavazione venne reso perfettamente orizzontale, e quindi vi si versò uno strato di m. 0,70 di spessore di calcestruzzo in malta cementizia, proseguendo poi nella colatura di calcestruzzo ordinario in malta idraulica finchè gli operai potevano rimanere nel cassone per batterlo e per spingerlo contro gli addentellati delle murature in mattoni del crinolino. Quando gli operai erano obbligati a sortire dal cassone si proseguiva a colare un calcestruzzo molle, di formazione uguale a quello per le cappe dei ponti, fino a riempimento completo del cassone, riprendendo il calcestruzzo ordinario per la colmatura dei camini.

Con opportuni assaggi si era determinato l'andamento altimetrico dello strato di marna pliocenica sottostante al terreno alluvionale; ed in progetto si calcolò che i cassoni avessero ad internarsi di m. 0,80 nello strato marnoso. All'atto di costruzione, riscontrato che la presenza di detriti fossili concorreva a ridurre di alquanto il grado di naturale compattezza dello strato marnoso, si mantenne la prescrizione dell'internamento di m. 0,80 del cassone della marna, ma subordinatamente alla condizione che il minimo della distanza fra il coltello e la risega avesse ad essere non minore di m. 5 per la spalla sinistra e le cinque pile successive, non minore di m. 6 per il rimanente.

Si iniziarono le fondazioni a cominciare dalla spalla di sinistra, procedendo verso la destra; e la minima profondità raggiunta colle medesime fu di m. 5, la massima di m. 8,40 sotto risega.

La natura del sottosuolo risulta dal profilo geognostico sull'asse del ponte (fig. 5, Tav. VIII). I cassoni, nella loro discesa, attraversarono strati di potenza perfino di mezzo metro, di fossili del pliocene marino, in istato di eccezionale conservazione; e lenti di calcare conchigliifero di tenacità straordinaria, le quali si dovettero frantumare a colpi di punta.

Con opportune manovre di gravitazione sul cielo dei cas-

soni si è potuto ridurre a quantità insignificanti le deviazioni dei medesimi dalla prefissa linea di loro discesa: tre di questi (pile 2^a, 8^a e 15^a), probabilmente in conseguenza delle pressioni laterali della marna, gonfiatasi in contatto dell'acqua, non poterono farsi discendere fino alla quota voluta. Nè con escavazioni subacquee praticate, per qualche metro di profondità nel terreno, all'ingiro della pila, nè col carico di catoste di mattoni resi saturi d'acqua, nè con repentine interruzioni nella condotta dell'aria compressa con contemporanea apertura delle comunicazioni fra l'interno e l'esterno del cassone tornò possibile farlo scendere oltre la quota 138,61 per la pila 2^a, oltre 140,84 per la pila 8^a, oltre 138,88 per la pila 15^a. Ma poichè la pressione del terreno contro le pareti del cassone era a tenuta d'aria, si proseguì nello scavo fino a m. 0,37 sotto il coltello del cassone della 2^a pila, m. 0,42 dell'8^a, m. 0,36 della 15^a, e così le rispettive fondazioni poterono raggiungere le prescritte quote di 138,24, 140,42, 138,52.

Per la compressione dell'aria funzionavano in cantiere due coppie di compressori; l'una a doppio, l'altra a semplice effetto, provati a 4 atmosfere, capaci di dare mc. 12 d'aria al l' alla tensione di 1 atmosfera, messi in azione da due locomobili, di cavalli nominali 10 ciascuna, azionanti contemporaneamente una dinamo per l'illuminazione, con 60 lampade da 16 candele, dell'interno dei cassoni e del cantiere.

I lavori di fondazione ad aria compressa, condotti in modo da avere sempre giorno e notte due cassoni in funzione, durarono dal 6 luglio 1897 al 1° ottobre 1898, con brevi interruzioni dovute ad esigenze del servizio e al sopraggiungere di piene.

I muri di ritorno degli spalloni, pure in mattoni, vennero fondati su calcestruzzo, colato fra paratie, a cielo scoperto.

Spalle, pile e pile-spalle. — Le diciotto arcate vennero suddivise in tre riparti eguali, coll'intercalare ogni sei luci una pila-spalla.

Pile, semipile, pile-spalle hanno il rostro a monte rivestito in pietra da taglio, rivestimento non ripetuto a valle per ragioni di economia.

I rostri si elevano di m. 0,36 oltre la linea d'imposta all'estradosso e riescono terminati da cornice e sovrastante cappello a superficie conica, col quale fa corpo il basamento della lesena sostenente i pilastri, in pietra da taglio, di contegno del parapetto metallico.

Il piede delle pile, semipile, e pile-spalle nel punto di distacco dalla risega di fondazione, venne munito di uno zoccolo in pietra da taglio.

Al piano della risega d'ogni pila, ritenuto di 600 Cg. il sopraccarico per ogni mq. di ponte, si ha una pressione di Cg. 322868 e così le murature al piede delle pile risentono una pressione unitaria di Cg. 10,62 per cmq.

I calcoli di stabilità, cui vennero sottoposte le spalle e le pile-spalle, rassicurano sulla sufficienza, in rapporto al rovesciamento, delle dimensioni loro assegnate in progetto.

Armature degli archi. — Secondo il Capitolato d'appalto l'Impresa provvide alla simultanea posa in opera di sei armature, costrutte a catena secondo il tipo medesimo adottato per il ponte di Trino (V. *Ingegneria Civile*, 1896, Tav. XIII, (fig. 1 e 2).

Dove tornò possibile mettere la risega all'asciutto, si posarono sulla medesima i ritti di sostegno delle due travi orizzontali, racchiudenti fra loro i cunei pel disarmo. Dove l'asciugamento non tornò possibile si raccomandarono le armature a mensole disposte come nella figura 5 della Tav. VIII.

Ai cavalletti venne prescritto di dare un sovrizzo di metri 0,20 in più della freccia assegnata in progetto agli archi, e ciò per far fronte all'inevitabile cedimento, che mediamente si verificò: di mm. 65 nelle armature sotto il carico, di altri mm. 79 nell'arco, in seguito al disarmo, cui si procedette in media dieci giorni dopo la chiusura della volta, lasciando questa qualche giorno più o meno armata secondo la stagione correva più o meno umida.

Il cantiere venne collegato colla stazione ferroviaria di Crescentino, mediante binario Decauville, sul quale i trasporti si compirono con cavalli. Di analogo binario si servi

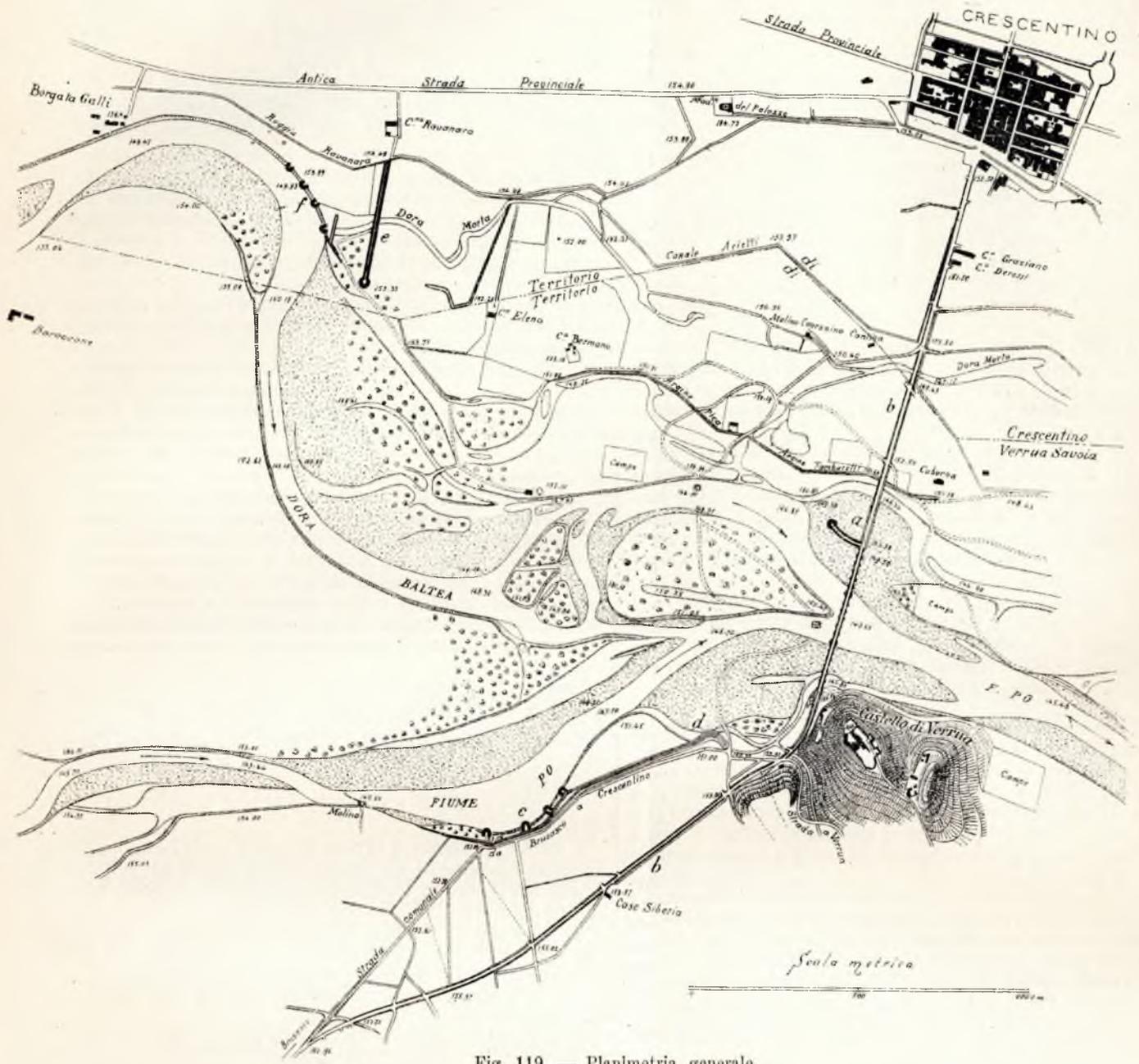


Fig. 119. — Planimetria generale.

l'Impresa pel carico dei tamburi delle volte, facendolo gravare, con apposita intelaiatura in legno sugli appoggi murari e sulla mezzaria e sul terzo delle armature degli archi.

Nel mattino del 9 luglio 1898 s'iniziò il carico della armatura per la quarta arcata. Alla ripresa del lavoro dopo il mezzodi, e mentre si scaricava sul manto il primo vagoncino di mattoni, ed un secondo si era appena arrestato contro il precedente, si manifestò un leggero movimento longitudinale, da sinistra a destra, nell'armatura, cui fece immediato seguito il rovesciamento della medesima sul lato a monte.

L'inchiesta subito aperta così dalla Direzione che dall'Autorità giudiziaria, essendosi avuti 7 operai feriti, tutti però in seguito pienamente guariti, non riesci a mettere in chiaro la causa della rovina.

Questa probabilmente è la risultante d'un complesso di cause da ricercarsi: forse nel carico, che per essere ai suoi inizi riesciva non uniformemente distribuito; forse nelle oscillazioni prodotte nell'armatura, dalla corsa piuttosto accelerata del secondo vagonetto e dal brusco repentino arresto del medesimo; fors'anco, come sostenne l'Impresa, con dati non del tutto fuor di proposito, in un rallentamento dei cunei di testa a monte, il quale non avrebbe potuto essere

casuale, in quanto ogni coppia di cunei era munita di apposite grappe di contegno.

Comunque, poichè le praticate constatazioni misero in evidenza la lodevole lavoratura e buona qualità dei materiali componenti l'armatura: e che le annotazioni nei libretti della Direzione stavano a prova dell'opera di coscienzioso controllo da questa esercitato sull'armatura nel mattino stesso del giorno di sua rovina, l'inchiesta si chiuse senza conseguenze.

All'infuori di quella suaccennata nessun'altra disgrazia ebbe a verificarsi nel corso del lavoro.

Arcate. — Fissato lo spessore dell'arcata, colle solite formule empiriche, dedotte dalla osservazione delle costruzioni esistenti, in m. 1 alla chiave, in m. 1,25 all'imposta, si è proceduto alla verifica della stabilità, nella ipotesi che ad opera finita dovesse gravitare sul ponte un sovracarico di Cg. 600 per mq. uniformemente distribuito, che la linea d'estradosso corrisponda ad una curva di raggio unico, anzichè a tratti d'arco concentrici all'intradosso (fig. 5, Tav. VII), considerando l'arcata come un arco elastico incastrato alle estremità, e scegliendo nel senso delle generatrici una porzione di un metro della volta nell'interno.

I risultati ottenuti pei giunti alla chiave, all'imposta e per altri cinque, risultanti dalla divisione d'una semiarcata in parti di eguale lunghezza sono i seguenti:

	Altezza dei giunti	Distanza della curva delle pressioni dal mezzo dei giunti	Pressioni in Cg. per cmq.	
			all'intradosso	all'estradosso
Chiave	1.00	— 0.08	3.38	10.14
1° giunto	1.02	— 0.08	3.51	9.76
2° »	1.04	— 0.08	3.98	9.41
3° »	1.07	— 0.05	4.67	7.68
4° »	1.11	+ 0.02	6.79	5.55
5° »	1.17	+ 0.13	10.67	1.73
Imposta	1.25	+ 0.33	18.38	— 4.33

La curva delle pressioni si mantiene dentro al terzo medio dell'arco della chiave fin presso la metà circa dell'ultimo giunto, dove ne esce per avvicinarsi all'intradosso dal quale all'imposta dista di m. 0,30 e così di un quarto della totale altezza del giunto.

Per quel tratto di volta la pressione non si ripartisce su tutta l'estensione del giunto, ma vi si manifestano sforzi di tensione verso l'estradosso, il cui valore massimo è di Cg. 4,33 per cmq., non sortente così da quei limiti che in pratica soglionsi ammettere per archi a monta depressa, tenuto conto della coesione di una buona malta e dell'azione che, in aiuto alla volta, spiega il sovrastante rinfianco.

La massima pressione che si verifica all'intradosso del giunto d'imposta in Cg. 18,38 per cmq. riesce compatibile col grado di resistenza dei mattoni adoperati, i quali alle prove, cui vennero ripetutamente sottoposti, non s'infransero che sotto pressioni superiori ai 200 Cg. per cmq.

Le 18 arcate furono costruite in giorni 147, compresi fra il 30 giugno ed il 24 novembre 1898.

La chiusura delle arcate alla chiave si compì, formando la serraglia di m. 1 di larghezza con tanti archi sovrapposti, formati di un mattone di punta, l'altro di fianco, collegati l'un l'altro, e ciò per evitare i grossi spessori di malta nei giunti all'estradosso, e per facilitare ai muratori il lodevole compimento dei volti.

Le arcate poggiano su cuscinetti in pietra da taglio. La muratura a tergo di questi, a riempimento fra l'uno e l'altro, venne compiuta con mattoni a due sabbie posati sul fianco, disposti all'asciutto, quasi a contatto, colando fra i medesimi malta cementizia molto liquida, allo scopo di ridurre all'estremo limite possibile la grossezza delle connesure e dare maggiori garanzie di immobilità ai cuscinetti sotto la pressione degli archi.

La Tavola VIII nelle figure 1, 2, 3, 4 mostra la disposizione data ai mattoni, nella formazione degli archi, e l'artificio usato, frammischiando ai mattoni ordinari a due sabbie altri di m. 0.183 di lunghezza, per conseguire, in modo facile per i muratori, lo sfalsamento dei giunti.

Per render l'arco di aspetto più slanciato nelle armille frontali, come generalmente si pratica in simili casi, venne tenuto dello spessore costante di m. 0.88.

Dopo rinfiancata, con calcestruzzo magro, l'arcata venne munita di cappa, formata da uno strato di m. 0,09 di calcestruzzo di ghiarella e malta cementizia, debitamente battuto e quindi liscio col dorso della cazzuola, ricoperto infine con un intonaco di m. 0,01 di spessore di malta cementizia, pure a sua volta battuta e liscia.

Piano viabile. — Il piano viabile è costituito da una carreggiata centrale a Mac-Adam e da due marciapiedi laterali, in pietra, rialzati sul piano della massicciata e da questa divisi dall'interposizione di due cunette di scolo rivestite in ciottoli.

Data la notevole lunghezza del ponte si è creduto di preferire, per comodità del transito, la inghiaia al ciottolato, facilmente soggetto a guasti, alla cui riparazione non sempre basta l'opera del cantoniere.

Sui muri di ritorno si costrussero parapetti murari; in corrispondenza degli archi parapetti metallici (dei quali si rilevano i particolari nella Tav. VIII, fig. 8), del peso di Cg. 45.05 per m. l., raccomandati a pilastri in pietra da taglio insistenti sulle pile e semipile.

La maggior sporgenza data alla lesena centrale delle pile, spalle, permise di ricavare, sulle medesime, a monte e a valle, piazzette di rifugio, molto opportune data la lunghezza del ponte.

Opere d'arte minori. — Tutti i manufatti attraversanti l'argine stradale a sponda sinistra vennero costruiti con luci limitate, specie in altezza, onde abbiano a bastare per il solo sfogo delle acque ordinarie e resti così evitato il pericolo di atirare, in tempo di piena, per detti ponticelli, correnti laterali di qualche importanza.

Per garantire la stabilità dei medesimi, risultano tutti muniti d'arco rovescio e di canna a luce libera di alquanto maggiore dell'imboccatura a monte.

Il più importante di tutti i ponticelli è quello su Dora morta, di m. 4,50 di luce all'imbocco, m. 4,90 all'interno, con piedritti di m. 0,85 d'altezza all'imbocco, m. 1,05 all'interno, con arco avente m. 0,60 di spessore e freccia di metri 0,90 sul quale insiste alla chiave un'altezza di m. 2,50 di terrapieno.

Invece di ricorrere ad opere di consolidamento del terreno, poco resistente, sul quale il manufatto cadeva, lo si fondò molto più economicamente, su una platea generale di calcestruzzo, con sottostante zatterone in rovere, composto da doppia fila, l'una normale all'altra, di travicelli, fra loro debitamente distanziati e ben collegati. La costruzione ha fatto buona prova, poichè non ostante le piene verificatesi, ed il carico notevole, il manufatto non ha dato il minimo segno di cedimento.

Materiali impiegati. — Si usò in tutte le costruzioni calce idraulica in polvere di Palazzolo, che dopo 18 ore dal suo impasto ed immersione nell'acqua riusciva a sopportare l'ago di Vicat, caricato del peso di grammi 300 e dopo ore 21 reggeva al peso di grammi 700.

Dal letto di Po si trassero la sabbia e le pietre pel calcestruzzo.

I mattoni provennero in massima parte dalle fornaci della Torrazza (Comune di Verolengo): una parte di quelli a due sabbie venne fornita inoltre dalle fornaci di Crescentino e di Brusasco.

Si adoperarono cementi di Casale a lenta presa, reggenti l'ago di Vicat caricato di grammi 700, dopo due ore dal loro impasto ed immersione nell'acqua.

Per le malte ordinarie si adoperarono Cg. 150 di calce di Palazzolo e m. c. 0,45 di sabbia.

Per i volti le malte si composero con Cg. 200 di calce di Palazzolo e m. c. 0,35 di sabbia.

La malta cementizia conteneva 925 Cg. di cemento per ogni m. c. di sabbia.

I calcestruzzi, colati sempre all'asciutto, si confezionarono: Per le fondazioni: — Calce di Palazzolo Cg. 100, sabbia m. c. 0,30, pietrisco m. c. 0,35, ghiaia m. c. 0,35.

Per i rinfianchi ai volti: — Cg. 200 di calce di Palazzolo, m. c. 0,30 di sabbia, m. c. 1,35 di ghiaia.

Le cappe vennero eseguite con smalto idraulico, composto di Cg. 200 di calce di Palazzolo, sabbia m. c. 0,225, ghiarella m. c. 0,40, ben battuto in opera e quindi ricoperto con uno strato di cemento a lenta presa di m. 0,01 di spessore.

A termini di Capitolato la pietra da taglio doveva per intero provenire dalle cave di Borgone (Susa). Per accelerare il lavoro, l'Impresa propose ed ottenne di limitare la pietra di Borgone alle riseghe di fondazione, ai cuscinetti delle volte, ai rivestimenti dei rostri fino al piano inferiore della cornice di loro coronamento: sostituendo da detto piano in su alla pietra di Borgone (*gneiss*) il granito bigio d'Alzo, mediante un compenso di poco più di 4000 lire. I cappucci ed il sovrastante basamento alla risega di sostegno dei pilastri, ai quali vien raccomandata la ringhiera del ponte, sono in un sol pezzo.

Nei rivestimenti agli argini, si impiegò in genere calcestruzzo fino al piano d'acqua; pietrame di Borgone, in malta, sino al livello delle piene ordinarie, ciottolato in calce fino a m. 0,80 sopra le massime piene, calcolate in base al rigurgito prodotto dal ponte.

I presidii a difesa delle sponde così di Dora che di Po vennero compiuti con sacchi di maglie di ferro zincato, della forma d'un elissoide di rivoluzione del diametro maggiore di m. 1,50 e col minore di m. 0,80. L'involucro di filo di ferro zincato del diametro di mm. 2 pesava in media Cg. 3,50, presentava capacità di mezzo m. c. di ciottoli, di dimensioni non minori di m. 0,15.

Le difese corrisposero allo scopo di loro esecuzione: oggidì di fronte alla sponda di Po e di Dora in corrosione, si sono manifestati già dei depositi di ghiaia.

Alle difese di burghie si aggiunsero dei parziali rivestimenti di sponda colle tele metalliche Serrazanetti: composte di una doppia rete di filo di ferro zincato, di cui la superiore è disposta in modo da formare dei semicilindri che vanno riempiti con ghiaia.

Il sistema si presenta molto razionale, di spedito e facile impiego anche in presenza dell'acqua, ed ha fatto buona prova in seguito a piene.

Tutti i vani risultanti dall'escavazione occorsa per fare luogo alle fondazioni dei rivestimenti agli argini e al pignone, vennero in gran parte colmati con burghie: disposte a cumuli, distanziate l'un dall'altro, lungo il piede dell'argine stradale; collocate di seguito l'une alle altre, e per vari strati, lungo il piede del pignone.

I massi di roccia, in parte ricavati dalla collina di Verrua, in parte tratti dalle cave di Murisengo, vennero impiegati solo nella formazione d'un presidio a monte della spalla destra del ponte sul Po.

La profondità che venne data ai cassoni, la compattezza del suolo su cui posano, parve potessero dispensare dalla formazione di consimili gettate all'intorno delle altre fondazioni del ponte.

La massicciata del ponte sul Po venne costituita per intero con pietrisco serpentino tratto dal Po e sottoposta ad artificiale costipamento col rullo; quella delle strade d'accesso in due strati, l'inferiore di ghiaia vagliata, il superiore di pietrisco pur serpentino.

I parapetti in ferro del ponte vennero verniciati con una doppia mano di antiruggine *Bessemer*, le altre costruzioni metalliche con minio e biacca.

Per ragioni d'economia si omise, così in progetto come nella sua esecuzione, qualsiasi opera di decorazione al ponte: la parte decorativa è rappresentata dalla pietra da taglio, impiegata solamente nelle parti della costruzione che richiedono massima resistenza, o che si trovano maggiormente esposte a deperimento per effetto, o delle acque correnti, o degli agenti atmosferici o per eventualità dipendenti dal pubblico transito.

Importo dei lavori. — Nel seguente quadro vien messo in evidenza il costo particolareggiato dei lavori quale risulta dal progetto appaltato e quale riesce accertato dai registri di contabilità.

Si verificò così un'economia di 76,000 lire sulle previsioni di progetto.

La costruzione del solo ponte sul Po importò, al netto del ribasso d'asta, una spesa di L. 634,405.03, quindi:

- di L. 180,50 per mq. di piano viabile;
- di L. 1372 per ml. di ponte;
- di L. 1678 per ml. di luce libera.

Questi dati, confrontati col costo di analoghe costruzioni compiute così in Italia che all'estero, mostrano che pel nuovo ponte sul Po tra Verrua e Crescentino si è verificato un *minimum* di spesa.

Da quanto si è andato esponendo si può inoltre dedurre come le fondazioni ad aria compressa in presenza dell'acqua riescano, così per l'economia che per la sicurezza e speditezza del lavoro, di gran lunga preferibili a quelle a ciclo scoperto, poggianti su palificazioni.

Indicazione dei lavori	Ammontare dell'opera	
	Preventivo	Consuntivo
Materie d'imprestito per argini di difesa L.	4.107,63	6.336,14
Scavi di fondazione all'asciutto e subacquei »	37.815,20	45.935,02
Fondazioni ad aria compressa, scavo e muratura compreso »	315.901,57	325.160,34
Paratie »	34.728,14	28.473,44
Calcestruzzo »	30.320,71	43.384,38
Muratura di mattoni »	135.714,33	135.842,74
» di pietrame a secco »	1.156,07	81,12
» di pietrame in calce »	25.845,61	11.118,63
Cappa sui volti »	6.913,27	6.437,76
Calcestruzzo magro per rifianchi e riempimenti »	9.791,79	11.139,70
Pietra da taglio »	128.656,24	122.241,73
Selciati a malta ed a secco »	6.905,90	6.069,92
Gettate in massi e burghie »	74.764,05	73.061,61
Massicciata »	18.637,48	18.684,10
Parapetti metallici »	30.430,08	28.072,11
Armature ai volti dei manufatti minori »	236,02	216,12
Ghisa per tubi e griglie »	2.107,76	2.087,57
Riempimenti, seminagioni, rivestimenti di zolle, barriere, termini »	13.103,05	10.230,37
Movimenti di materie a corpo	55.925,25	55.925,25
Armature al ponte sul Po a corpo »	29.000,00	29.000,00
Indennità all'Impresa a corpo »	25.428,91	25.428,91
Totale lavori appaltati L.	987.489,06	984.926,96
A dedurre il ribasso d'asta in ragione del 7,15 0/0 »	70.605,47	70.422,28
Residuo ammontare dell'appalto al netto del ribasso d'asta. L.	916.883,59	914.504,68
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE.		
Espropriazioni »	16.500,00	15.102,72
Imprevisti »	61.500,00	—
Lavori ad economia »	9.000,00	2.150,60
Sorveglianza e direzione »	22.500,00	17.949,42
Spese varie »	—	73,30
Totale generale L.	1.026.383,59	949.780,72

Ultimazione. — Il tempo utile per l'ultimazione dei lavori consegnati il 30 giugno 1897 scadeva col 31 dicembre 1899. Invece, grazie alla sollecitudine dell'Impresa, il 17 settembre 1899 potè festeggiarsi, a cura dei Comuni di Verrua, Crescentino e Brusasco, l'inaugurazione del ponte sul Po col l'intervento di S. E. il ministro Boselli, di S. E. il sottosegretario di Stato Chiapusso, e con largo concorso delle Autorità Governative, Provinciali e Comunali delle Provincie di Torino, Novara, Alessandria e col 15 novembre 1899 si rilasciava all'Impresa il certificato di ultimazione dell'opera, la quale riesci completa un mese e mezzo prima della scadenza del termine portato dal contratto d'appalto, in conseguenza d'una condotta dei lavori, lodevole, intelligente e sollecita da parte dell'impresario Rosazza Gustavo e suoi rappresentanti e soci, Fogliotti geom. Giovanni e Bellia geom. Pier Vincenzo, dei quali tutti indistintamente è debito di giustizia constatare inoltre la costante correttezza di rapporti colla Direzione, la deferenza ai suoi ordini.

Se non sempre le idee di questa, nell'interpretazione del Capitolato, poterono collimare con quelle dell'Impresa — il che non deve far meraviglia in un'opera di tanta importanza — pur tuttavia la divergenza delle opinioni non fu d'ostacolo all'accordo, sui provvedimenti a prendersi, perchè ogni questione di contabilizzazione vertente potesse venir sottoposta al giudizio del collaudatore col maggior corredo possibile di dati e schiarimenti, accertati in contraddittorio.

NOTIZIE

Sul riscaldamento a vapore degli abitati. — Una Memoria del prof. Kinealy di St.-Louis nel fascicolo di luglio dell'*Heating and ventilation*, che si pubblica a New York e Chicago, inteso a provare la maggiore convenienza di scaldare gli ambienti abitati con vapore a pressione inferiore a quella di un'atmosfera, anzichè a pressioni più elevate, ha richiamato l'attenzione del chiarissimo prof. R. Ferrini dell'Istituto tecnico superiore di Milano, che ne forma oggetto di una breve nota nel giornale *Il Politecnico*.

Il prof. Kinealy, che non aveva dapprima prestato molta fede a quanto asserivano in proposito i costruttori di caloriferi, ebbe occasione di persuadersene, quando nello scorso marzo fu chiamato in unione ai signori Wm. H. Bryan ed E. C. Parker ad eseguire esperimenti a tale riguardo.

Tali esperimenti si fecero alla metà di marzo, con temperature esterne varianti da 6 a 17 centigradi, in una camera di m. 3,30 per 4,20 e dell'altezza di m. 4,80, circondata su tre lati da un vasto stanzone da cui era separata da pareti di muro di 23 cent. di spessore, mentre nel quarto lato verso strada il muro era grosso 70 cent. In questo esisteva una finestra di m. 1,65 per m. 2,1. Spalancando la porta e le finestre dell'attiguo stanzone, ottenevasi nella camera una temperatura assai vicina a quella esterna.

La temperatura della camera era indicata da due termometri contigui sospesi ad una delle pareti a m. 1,5 dal pavimento, dei quali uno aveva la bolla nuda e l'altra cinta da uno schermo contro la radiazione. Le indicazioni del secondo termometro essendosi mantenute costantemente inferiori di appena 5 diciottesimi di grado centesimale rispetto al primo termometro, mentre la temperatura della camera veniva elevata a 5 centigradi e mezzo sopra la esterna, il prof. Ferrini incidentalmente trova in ciò la conferma dello scarso effetto della radiazione termica in confronto del contatto dell'aria calda nel produrre lo scaldamento di un ambiente.

La stufa a vapore consisteva in un serpentino di 10 spire, con una superficie scaldante di mq. 3,72. Il vapore, generato ad una pressione di 5 atmosfere a 5 1/2, prima di entrarvi, attraversava un separatore, poi una valvola di riduzione che ne abbassava la pressione ad 1/3 di atmosfera, quindi un altro separatore. L'acqua di condensazione del vapore nel serpentino veniva raccolta in apposito recipiente, donde la si estraeva di tanto in tanto per pesarla. Naturalmente, perchè il vapore potesse affluire nel serpentino, bisognava prepararvi e mantenervi il vuoto che si produceva con apposita macchina del signor Paul. Con una valvola speciale si poteva poi regolare la pressione nel serpentino portandola e tenendola, durante ciascuna prova, al grado che si voleva.

Nel seguente prospetto sono riassunti i risultati ottenuti da esperienze eseguite in ore diverse di tre giorni consecutivi. Il prof. Kinealy avendo osservato che durante una di tali esperienze la temperatura esterna subì un decremento continuato in complesso di 5 centigradi e mezzo, senza che se ne risentisse punto l'andamento della temperatura nella camera sperimentale, ne attribuisce il fenomeno al calore previamente assorbito dai muri d'ambito e restituito allora in parte a supplemento di quello emesso dal serpentino. La quale spiegazione collima perfettamente colla teoria del prof. Ferrini sul modo di comportarsi, nello scaldamento, dei muri che circoscrivono gli ambienti abitati.

Prova	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
Pressione nel serpentino atm.	0.34	0.68	1	1.34	1.68	1.34
Durata delle prove . . . ore	2	2	1	1	2	2
Temperatura esterna centg.	13.3	17.5	11.25	7.7	6	7.9
» interna	25.6	29.4	30.6	31.6	32	28.3
» del vapore nella stufa centg.	75	89	100	109	115.5	109
Vapore impiegato all'ora Kg.	2.057	2.878	3.886	5.280	5.943	5.575
» per ogni grado di differenza tra la temperatura interna ed esterna . . gr.	167	211	201	221	228	273
Vapore condensato per ora e per ogni grado di differenza fra la temp. del vapore e quella dell'ambiente . gr.	44	48	56	68	71	69

Un'altra circostanza da notare è che le prove 4^a e 6^a con eguale pressione nel serpentino, vennero fatte, la prima mentre il serpentino era vuoto, e l'altra invece scacciandone l'aria coll'irruzione del vapore.

Il prof. Kinealy ritiene che i risultati sperimentali su riferiti provino il vantaggio dell'impiego del vapore a basse pressioni, anche inferiori ad un'atmosfera, per il riscaldamento delle abitazioni, e adduce a conferma del suo giudizio, una serie di esperimenti consimili eseguiti a Washington nel successivo mese di maggio sotto la direzione del signor C. W. Baird, ingegnere-capo della marina degli Stati Uniti, scar-

tandone però alcuni perchè compiuti in condizioni non comparabili a quelle degli altri o per altre ragioni.

« Quale la causa del proclamato vantaggio? (soggiunge il prof. Ferrini). Non si può attribuirlo al maggior numero di calorie abbandonate dal vapore nel condensarsi quando la sua temperatura è più bassa, perchè non basta a gran pezza a spiegare le differenze dei risultati ottenuti nelle diverse prove. Il prof. Kinealy propone due spiegazioni: una che quanto più caldo è il serpentino, tanto più calda relativamente è l'aria che, rasentandolo, sale a contatto del soffitto; più elevata quindi la media temperatura dell'ambiente, maggiore il suo eccesso sulla temperatura esterna e di conseguenza il disperdimento del calore e la massa di vapore che deve condensarsi per supplirvi. L'altra è che il vuoto preparato e mantenuto nel serpentino assicura la continuità di contatto della sua superficie interna col vapore, laddove quando l'aria, come suole accadere, ne viene espulsa dall'efflusso del vapore, è presumibile che la sua eliminazione non riesca completa, e che delle bollicine d'aria rimaste qua e là aderenti alla superficie metallica, scemino l'efficacia della superficie scaldante. E ne adduce a conferma la maggiore condensazione verificatasi nella 6^a prova in confronto della 4^a. Tuttavia si può far osservare che la massa di vapore condensata per ora e per ogni grado di eccesso della temperatura del vapore su quella dell'ambiente riuscì quasi la stessa nei due casi e che quindi anche il coefficiente di trasmissione risulta praticamente identico per l'uno e per l'altro.

« La convenienza, per diversi riguardi, di adoperare negli apparecchi di riscaldamento il vapore a pressioni di poco superiori ad 1 atmosfera è riconosciuta già da qualche tempo dai nostri ingegneri, tanto che, quando la distanza tra la caldaia ed i locali da riscaldare, impone di produrre e distribuire il vapore a 3, 4 o 5 atmosfere, non mancano di abbassare, colle valvole riduttrici, la pressione ad un'atmosfera e qualche decimo, prima di immetterlo nei corpi scaldanti. Però a nessuno venne in mente finora di spingere la riduzione fino al disotto di un'atmosfera. Resta da esaminare se ciò torni opportuno, come tenderebbero a dimostrare gli esperimenti di S. Louis e di Washington.

« Una obiezione che si affaccia subito è la necessità di una macchina che produca e mantenga il vuoto negli apparecchi scaldanti, altrimenti il vapore non potrebbe affluirvi. Ci importa una notevole complicazione oltre le spese di acquisto e di esercizio della macchina, che ovviamente va contrapposta all'utile reale o presunto dell'impiego del vapore a pressioni così basse. Aggiungiamo le eventuali sospensioni di lavoro per guasti della macchina, il costo delle sue riparazioni e della manutenzione, e il dubbio sulla convenienza definitiva apparirà più che legittimo. Certo che per un piccolo impianto, come quello degli esperimenti riferiti, la complicazione e la spesa accennate potranno avere poca importanza; ma non potrà dirsi altrettanto nel caso pratico dell'impianto che deve servire ad un palazzo, ad un ospedale, ad un teatro.

« D'altronde si può ammettere, senza nuove e più accurate indagini, l'entità del beneficio quale appare dagli esperimenti in discorso? Parecchie considerazioni inducono a sospendere il giudizio. Anzitutto quello della stazione in cui vennero compiuti, in particolare a Washington; è ovvio che, quanto è minore il divario tra le temperature interna ed esterna, tanto maggiore è l'importanza degli errori di lettura sui risultati che se ne deducono. E, a proposito di questo divario, era legittimo senz'altro di adottare come temperatura dell'ambiente quella rilevata a contatto di una parete, ed a m. 1,50 sul pavimento? Poi il piccolo numero e la brevità delle prove. Ancora, l'acqua di condensazione che si raccoglieva per pesarla, corrispondeva proprio alla totalità del vapore condensato, o ne restava una parte, non proporzionale a questa, aderente alla superficie interna del serpentino? Il sospetto che i risultati esposti, circa la condensazione alle pressioni più elevate, siano esagerati, emerge ancora più forte desumendone la legge colla quale doveva crescere dall'una all'altra delle prove di S. Louis il coefficiente di trasmissione del serpentino. Rammentiamo perciò la formola di Regnault:

$$q = 606,5 - 0,695 t,$$

dove q significa le calorie emesse da un chg. di vapore saturo a t nel condensarsi, rimanendo alla stessa temperatura. In relazione alle prime cinque prove, ne dedurremo i valori corrispondenti che seguono:

$$\begin{aligned} \text{per } t = 72^{\circ} \text{ c.} & \quad 89 \quad 100 \quad 109 \quad 115,5 \\ \text{» } q = & \quad 556,5 \quad 544,6 \quad 537 \quad 530,7 \quad 526,5 \end{aligned}$$

« Orbene, moltiplichiamo la massa di vapore condensata per ora e per ogni grado di eccesso della temperatura del vapore su quella dell'ambiente, registrate nell'ultima riga del prospetto, per i valori di q corrispondenti alle rispettive temperature del vapore, e avremo le calorie trasmesse dal serpentino all'ambiente per ora e per ogni grado dal detto eccesso di temperatura. Dividendo infine i prodotti per l'area, mq. 3,72 della superficie riscaldante, ne dedurremo i valori del suo coefficiente di trasmissione, quali emergono dalle successive sei prove. Questi sono per ordine:

$$6.6 \quad 7 \quad 8.1 \quad 9.7 \quad 10 \quad 9.8$$

« Incrementi così rapidi del coefficiente di trasmissione col crescere delle differenze di temperatura tra il fluido scaldante e lo scaldato, esorbitano affatto dai risultati sperimentali finora conosciuti; nè si possono attribuire alla rimanenza di bolle d'aria, perchè nei primi cinque esperimenti e considerati il vuoto era sempre mantenuto nel serpentino, e, nel

resto, prendendo in considerazione la 6^a prova, dove ciò non avveniva, il coefficiente di trasmissione risulterebbe espresso dal numero 9,8 e quindi superiore e non inferiore a quello dedotto dalla 4^a prova.

« Se i risultati del prof. Kinealy meritano conferma, almeno per l'entità delle cifre che li rappresentano, quelli ottenuti a Washington sono assai meno accettabili oltre che per l'impropria stagione in cui si eseguirono, anche per le condizioni locali. Anche là si operava in una cameretta a terreno che era cinta da pareti di muro, meno però da un lato dove invece un assito la separava da una bottega di falegname. Si assumeva come temperatura atmosferica la media di quelle osservate da una parte all'esterno e dall'altra nella bottega, benché differissero talvolta di alcuni gradi ».

Il prof. Ferrini colle surriferite considerazioni chiama l'attenzione dei tecnici su tale argomento, ed invita coloro che vi hanno interesse a studiarlo con metodi migliori affini di arrivare a qualche risultato di pratica importanza.

(Il Politecnico).

Risultati dell'applicazione del sistema di ventilazione Saccardo alla Galleria del S. Gottardo. — La Direzione ed il Consiglio d'Amministrazione della Rete Ferroviaria del S. Gottardo hanno allegato alla loro Relazione sull'andamento dell'esercizio di quella rete durante il 1898, un Rapporto sugli impianti eseguiti presso l'imbocco Goeschene della grande galleria, per attivarvi la ventilazione artificiale, secondo il sistema dell'ing. Saccardo, che è in attività da alcuni mesi, e che ha dato ottimi risultati. Le conclusioni di quel rapporto tornano a grande lode di quel distintissimo nostro ingegnere.

Gli impianti fatti a Goeschene, secondo le indicazioni dell'ingegnere Saccardo, consistono in due ventilatori gemelli, a forza centrifuga, del diametro di 5 metri, con palette curve, di ferro, della larghezza di 40 centim., montati su di un medesimo albero orizzontale del diametro di 180 mm., alla distanza di m. 4,00 l'uno dall'altro.

L'aria esterna entra nella camera murata dei ventilatori per mezzo di grandi vuoti lasciati nelle pareti al disotto del tetto ed arriva ai ventilatori attraverso aperture circolari del diametro di m. 2,40 costituite da massicci di pietra artificiale, che si adattano esattamente alle palette dei ventilatori.

Provvisoriamente, come era stato fatto a Pracchia, il movimento dei ventilatori è dato per mezzo di una locomotiva funzionante come macchina fissa, essendovi, sull'albero e nel bel mezzo fra i due ventilatori, una puleggia a gole per trasmissione con funi. Ma l'esercizio dei ventilatori colla forza del vapore riesce molto costoso, per il combustibile e la mano d'opera che vi si devono impiegare; inoltre la macchina di locomotiva non riesce ad imprimere regolarmente e di continuo ai ventilatori più di 90 giri al minuto. Onde la Società intende ora sostituire alla forza del vapore quella idraulica per mezzo di una turbina, o interponendola direttamente fra i ventilatori sul loro albero, o ricorrendo alla trasmissione elettrica, e collocando egualmente su quell'albero un motore elettrico.

La camera dei ventilatori comunica colla galleria mediante due grandi canali a volta, costruiti in muratura, di conici scalpellati, rivestiti da uno strato ben liscio di malta di cemento. La camera anulare, nella quale, a 10 metri di distanza dall'imbocco della galleria, vengono immessi i due canali, ha la parete interna, involupante la sagoma normale di carico, formata con lamiera di 5 mm., e quella esterna, che costituisce un allargamento della sezione della galleria, è di solida muratura. Questa camera anulare è cilindrica per la lunghezza di m. 6,80, poi si restringe conicamente per una lunghezza di m. 1,90, e la parete interna, che è di lamiera, si prolunga dentro la galleria per una lunghezza di 7 metri circa. Affinché l'aria possa circolare anche sotto le rotaie, per una lunghezza di m. 6,45 i binari sono sostenuti da travicelli metallici.

Sin dal giorno 16 marzo di quest'anno, in cui sono stati per la prima volta messi in azione i ventilatori, si riscontrarono i più favorevoli risultati. Benché i ventilatori non facessero che 70 giri, una corrente d'aria, proveniente dal Sud, è stata convertita in una corrente Nord-Sud di m. 2,80 al minuto.

Una corrente naturale Nord-Sud di m. 2 è stata aumentata fino a m. 4, facendo i ventilatori 100 giri al minuto; ed in altri casi si è pure invertita la corrente Sud-Nord in una corrente artificiale in direzione inversa di sufficiente velocità.

In seguito a codesti risultati la Società si è determinata a provvedere in modo definitivo all'impianto per la forza motrice, e così quando i motori definitivi daranno modo di far dare ai ventilatori 120 giri al minuto, si otterranno correnti anche di maggiore velocità.

Intanto è ormai accertato che gli apparecchi funzionano senza interruzione e senza richiedere altro che le cure dell'ordinaria manutenzione; la galleria è molto rapidamente sgombrata dal fumo, il quale non può più addensarsi; è sparito il disgustoso puzzo di muffa, che prima si aveva; epperò la sorveglianza e i lavori di mantenimento in galleria si eseguono in molto migliori condizioni, e si può pure ritenere che, in virtù di una buona ventilazione, sarà molto accresciuta la durata dei materiali d'armamento nell'interno della galleria.

La spesa, fino ad ora incontrata, per le opere d'impianto dei ventilatori Saccardo a Goeschene, che è stata di L. 180,000, compreso il compenso dovuto all'inventore, dovrà essere ancora sensibilmente accresciuta per l'impianto della forza motrice idraulica. Ma di fronte all'importanza della galleria e del traffico, che vi si esercita, i vantaggi, che mediante quelle opere sono stati ottenuti per la sicurezza e la regolarità dell'esercizio, non possono certo ritenersi conseguiti a troppo caro prezzo.

(Giornale del Genio Civile).

BIBLIOGRAFIA

I.

P. BÖTTGER. — Die Canalisation von Zoppot. — Estratto dalla « Zeitschrift für Bauwesen », anno 1899. — Opuscolo di pag. 7 e 2 tav. — Berlin, Wilhelm Ernst e Sohn.

Non rare volte accade, nello studio che s'intraprende per provvedere una città di canalizzazione, che si è incerti sul sistema da adottare e, per fare una scelta si analizzano i vantaggi e gli inconvenienti degli uni e degli altri in astratto. Questa è cattiva pratica; si devono, invece, ben studiare le condizioni speciali della città o abitato, dove la canalizzazione vuolsi costruire, inquantochè da esse dipende in gran parte la maggiore o minore convenienza di applicazione dei vari sistemi. Così, per esempio, nei piccoli centri, generalmente le acque meteoriche trovano uno scolo facile e regolare alla superficie; e se anche per tale scolo occorresse una sistemazione particolare, questa può farsi in condizioni buone, senza che sia necessario di ricorrere ad una canalizzazione sotterranea; quindi si verrebbe ad adottare il sistema a canalizzazione distinta, senza bisogno di costruire una rete di canali bianchi, e, per conseguenza, l'applicazione riuscirebbe assai economica.

Il tenere distinte le acque meteoriche da quelle domestiche, è anche, dal punto di vista igienico, molto opportuno; ciò, pur troppo, non è sempre possibile nelle grandi città, dove per lo smaltimento di tali acque è necessario ricorrere senz'altro ai canali sotterranei, in causa delle enormi distanze e dell'estensione dell'abitato. Tuttavia la città di Torino per le sue condizioni particolari, fa eccezione, e ci offre uno splendido e nuovo esempio di canalizzazione separata, che ha presentato notevole economia di costruzione, e che funziona colla massima regolarità e con piena soddisfazione, sia dal lato tecnico che da quello dell'igiene. Ma nei piccoli centri soprattutto, la circostanza di poter fare a meno della costruzione dei canali bianchi, permette di usufruire di uno dei principali vantaggi del sistema separatore, in quantochè i canali destinati alle sole materie nere e acque domestiche, non abbisognano più di grandi dimensioni, ma possono restringersi considerevolmente; il che influisce assai sulla spesa, poichè, quando le dimensioni sono minori, anche l'esecuzione può farsi in modo più economico, e una quantità di apparecchi e disposizioni speciali può eliminarsi.

Altri vantaggi sono:

a) la costanza della portata; quando si devono smaltire anche le acque meteoriche, non si può fare calcolo sopra una portata costante, ed è necessario assegnare ai canali una luce tale, che permetta lo scolo libero e senza inconvenienti in occasione di grandi temporali e acquazzoni straordinari, come non si verificano che una o due volte l'anno, e non sempre;

b) che tutto l'impianto può eseguirsi in proporzioni ben più modeste;

c) il nessun pericolo di inondazione per effetto di rigurgiti, che sempre possono verificarsi, ad onta dei punti di scarico nella rete generale;

d) campi di depurazione delle acque con estensione ben minore, e possibilità di servirsi del liquido come fertilizzante, perchè non troppo diluito.

Quindi, tanti e tali vantaggi che possono giustificare financo delle spese per la migliore sistemazione dello smaltimento superficiale delle acque meteoriche.

Nè hanno grande importanza le obiezioni che si fanno a questo sistema, col ritenere:

1° che lo smaltimento superficiale delle precipitazioni, comporta lo spazzamento di tutti i detriti e delle immondizie delle strade, le quali vanno così a intorbidare i corsi d'acqua naturali che le ricevono;

2° che per la canalizzazione si viene a perdere il vantaggio che tali acque possono arrecare, contribuendo a pulire i canali e ad asportare le materie solide e i depositi.

Infatti, circa la prima obiezione è evidente che in un temporale, i corsi d'acqua sono già torbidi, e l'aggiunzione delle acque pluviali che cadono sopra una città di poca estensione, come è il caso in considerazione, non può aumentare di gran che l'intorbidamento; le materie travolte vengono smaltite colle torbide naturali, prima che possano essere causa di grande inquinamento.

Per la seconda obiezione si osserva che ogni canalizzazione nera senza l'immissione di acqua potabile od altra, non è igienica, nè re-

golare; perchè ha bisogno di quest'acqua e spesso di pulimenti meccanici per essere tenuta sgombra. L'introduzione delle acque meteoriche non può supplire a quella, e tanto meno in quantochè le piogge non avvengono che a periodi, con intervalli più o meno lunghi, mentre la necessità di sgombrare delle materie solide è continua, anzi, più sentita nell'estate, quando le precipitazioni sono in minore quantità. Quindi un sistema di fognatura senza l'aiuto di acqua, è sempre deficiente e difettoso, e l'azione delle acque meteoriche non può fare le veci di quella; per conseguenza non vi è necessità di ricorrere ad essa.

Un'applicazione rimarchevole di questi principii è stata fatta nel villaggio di Zoppot, dove la canalizzazione sotterranea non riceve in alcun modo acque nè meteoriche, nè freatiche, quindi non serve punto a fognare, ma esclusivamente allo smaltimento delle acque domestiche e delle materie delle latrine. Zoppot giace in amena posizione sul Mar Baltico ed appartiene al distretto di Danzig; è uno dei soggiorni balneari più frequentati; da 8 a 10000 bagnanti vi accorrono annualmente, e nel luglio 4000 soggiornano di continuo; la sua popolazione stabile è di 8000 abitanti circa. Ma appunto per fare fronte all'aumento che si verifica nella stagione dei bagni, si sentì il bisogno di costruire la canalizzazione, che ora, da quasi un anno e mezzo, funziona nel modo il più soddisfacente. Nella Memoria da noi annunciata il consigliere intimo P. Böttger dà una completa descrizione di questo impianto, che, sebbene non abbracci che 160 ettari di estensione, e quindi sia uno dei più piccoli, pure tuttavia, per motivi sopra esposti, offre un certo interesse.

L'abitato si estende parallelamente alla spiaggia del mare per due chilometri circa e consta di una prima zona, la cui altitudine non oltrepassa da uno a due metri il pelo medio del mare; in qualche punto il terreno è financo torboso; e di una seconda zona di più recente costruzione, separata dalla prima da una ripa, ed elevata da 8 a 15 metri sul pelo medio del mare. Le acque freatiche vengono determinate da una corrente sotterranea proveniente dalla catena di colline Oliva ad occidente, e che qui raggiunge il mare; esse oscillano in altezza di circa un metro col variare del livello marino; in qualche punto affiorano alla superficie del terreno e bene spesso, dopo piogge durature, superano dovunque il pelo del mare, tenute in collo da questo. Nella seconda zona, o Zoppot superiore, le condizioni freatiche sono migliori; la falda acquea si mantiene a circa 4 e 6 metri al di sotto del suolo.

Una serie di torrentelli e rii, discendenti dalle vicine alture, con direzione quasi parallela fra loro, attraversano il paese e vanno a gettarsi in mare.

La difficoltà di costruire delle fogne assolutamente stagne nelle condizioni descritte; l'abusiva introduzione delle acque luride nei torrentelli attraversanti l'abitato; il bisogno di smaltire una gran quantità di acqua di latrina, poichè, dopo che il villaggio era stato dotato di acqua potabile in abbondanza, moltissimi, specialmente nelle case che si affittano ai forestieri, avevano trasformati gli antichi in cessi all'inglese; fecero presto sentire la necessità di una canalizzazione per l'allontanamento delle acque domestiche e dei rifiuti; senza di che la falda acquea sotterranea sarebbe andata progressivamente sempre più inquinandosi; e le acque dei torrentelli, intorbidite dalle materie luride che trascinavano, costituivano una minaccia continua contro l'igiene pubblica.

Il sistema adottato esclude, come si è detto, le acque meteoriche. Si ammise per abitante e per giorno una quantità di 100 litri di acque luride da smaltirsi; e, in vista dell'aumento della popolazione, si supposero 10000 abitanti. Con tutto ciò i calcoli non fornirono che un diametro massimo di metri 0,40 per condotti estremi; per cui non si costruirono dei canali murati, ma si adottarono dappertutto tubi di ghisa, resistenti a una pressione di 5 atmosfere. Le congiunzioni si resero impermeabili nel solito modo con corda e piombo, e il risultato fu ottimo, poichè in nessun punto, anche dove si trovavano immersi per oltre un metro nella falda acquea, questa riuscì a penetrare nei tubi.

In vista delle pendenze minime che si dovettero adottare, si portò una cura tutta particolare nella messa in opera dei tubi, affinché i tratti fra i singoli pozzetti di visita (distanti di 70 m. circa) fossero in rettilineo tanto orizzontalmente quanto verticalmente.

È noto che, di tempo in tempo, occorrono delle lavature sussidiarie; per queste si disposero in undici punti della rete entrate particolari, per immettervi l'acqua dei torrentelli e provocare una rapida e momentanea lavatura, con grande vantaggio pel funzionamento della canalizzazione. In questo modo l'acqua potabile non venne punto toccata e la sua quantità lasciata inalterata, della quale nella stagione dei bagni il bisogno è grandissimo.

Le acque di Zoppot superiore, per la loro altitudine si poterono facilmente guidare sui campi di depurazione con la sola gravità, mentre per quelle di Zoppot inferiore occorre l'impianto di una stazione di trombe, e così le due canalizzazioni sono perfettamente distinte fra loro. Le acque di quest'ultima si raccolgono in un pozzo di grandi dimensioni, la cui posizione è stata scelta così che i tubi più profondi non oltrepassano la profondità di m. 2,50 al di sotto della falda freatica

media. Esso ha la capacità totale di 345 mc. e utilizzabile di mc. 165, ossia fino al tubo d'immissione, capacità sufficiente per contenere tutte le acque luride di una intera notte, anche nelle epoche del massimo concorso di forestieri; per cui le trombe non lavorano che poche ore al giorno.

Il tubo che trasporta le acque ai campi di depurazione ha la resistenza di 15 atmosfere; due trombe, ognuna delle quali è in grado di elevare 70 mc. d'acqua lurida per ora, provvedono a questa manovra e sono animate ciascuna da una macchina a vapore indipendente dall'altra.

Quando il contenuto del pozzo raggiunge il limite stabilito, una disposizione elettrica particolare ne avverte automaticamente il macchinista.

Tutte queste disposizioni sono descritte dall'A. e disegnate nelle due tavole annesse alla sua Memoria.

Le acque di Zoppot superiore si raccolgono in un serbatoio di compensazione; da dove vanno a riunirsi con quelle che provengono dal pozzo centrale delle trombe, e insieme si avviano al campo di depurazione. Ben inteso che mediante disposizioni speciali si è cercato di evitare tutti gli inconvenienti che sono soliti a prodursi, quali: rigurgiti, false strade, ecc.

Il campo di depurazione ha un'estensione di ettari 12,5; ma per ora 5 ettari solamente servono e bastano allo scopo. Il bacino di divisione delle acque d'irrigazione ha una posizione tale, che potrà servire per tutta la superficie da irrigarsi ulteriormente. Per la filtrazione delle acque basta uno strato di terreno dello spessore di un metro; qui però, in causa della falda freatica, a soli m. 0,50 di profondità si dovette praticare nella parte bassa un fosso di scolo, nel quale le acque sotterranee vanno al mare, e così la falda freatica è stata abbassata fino ad oscillare fra m. 1 e 1,50. Le acque luride dopo di essere state filtrate non hanno bisogno di venire raccolte in fosso speciale per scolare, esse raggiungono la falda sotterranea e con essa vanno al mare. In tal modo si viene a utilizzare per l'agricoltura il terreno che per la sua natura sabbiosa prima non aveva mai dato prodotto di sorta.

Le spese della costruzione ammontano a L. 406401 così ripartite:

Impianto di macchine per le trombe	L. 100883
Rete di tubi	» 239754
Bacini di raccolta e di compensazione, fabbricati per le macchine, ecc.	» 37929
Campo di depurazione	» 15410
Varie.	» 12425

Totale come sopra. L. 406401

L'esercizio e la manutenzione costano annualmente lire 13375, senza il combustibile per le macchine che il Municipio fornisce in economia; poichè serve anche per una lavanderia annessa e per lo stabilimento dei bagni; e non è nota la quantità per singoli servizi; tenendo conto anche di questo la spesa ascende a lire 16250 e per una popolazione di 10000 abitanti viene a L. 1,625 per testa e per anno.

La produzione del campo di depurazione darà un introito che diminuirà assai la spesa suddetta, ma di essa ancora non è possibile precisare l'entità.

La canalizzazione cominciò a funzionare dal 1° marzo 1898; nell'estate successivo e ancora maggiormente nel trascorso anno 1899, i vantaggi per tutto l'abitato furono sensibilissimi, cosicchè la soddisfazione fu generale.

Teramo, 26 settembre 1899.

GAETANO CRUGNOLA.

II.

Notes et formules de l'Ingénieur, du Constructeur-Mécanicien, du Métallurgiste et de l'Electricien. — Op. in-16°, di pag. 1478, con 880 figure nel testo. — 12ª edizione, E. Bernard et Comp. — Paris, 1900.

Questo manuale, di cui la Ditta editrice ci presenta la 12ª edizione, fa, come i lettori sanno, la giusta parte alla teoria propriamente detta, alle applicazioni della scienza, ed allo studio puramente pratico, al quale ultimo hanno pur troppo l'abitudine di abbandonarsi buona parte di professionisti.

Oltre alla meccanica, vi troviamo sufficientemente trattate la fisica, la chimica, la metallurgia, l'elettrotecnica nelle loro più moderne applicazioni.

Il capitolo relativo agli ascensori è l'ultimo lavoro del sig. L. A. Barré, che la morte sorprese il 3 giugno 1899 mentre lavorava ancora con grande attività con altri collaboratori intorno alla nuova edizione del manuale.

Segnaliamo in particolar modo ai lettori il capitolo degli automobili, il formulario di balistica e costruzione delle polveri piriche, tutta la elettrotecnica tratta dalle *Notes et formules d'électricité industrielle*, di Robert P. Bouquet; ed il dizionario tecnologico in tre lingue, francese, inglese e tedesca, che completa il manuale.

G. S.

Fig. 1. — Prospetto generale visto a monte — Lunghezza totale m. 462,42.



Fig. 2. — Pianta del ponte ad opera finita.

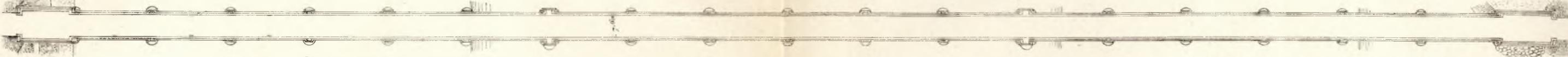


Fig. 3. — Prospetto a monte verso la spalla sinistra.

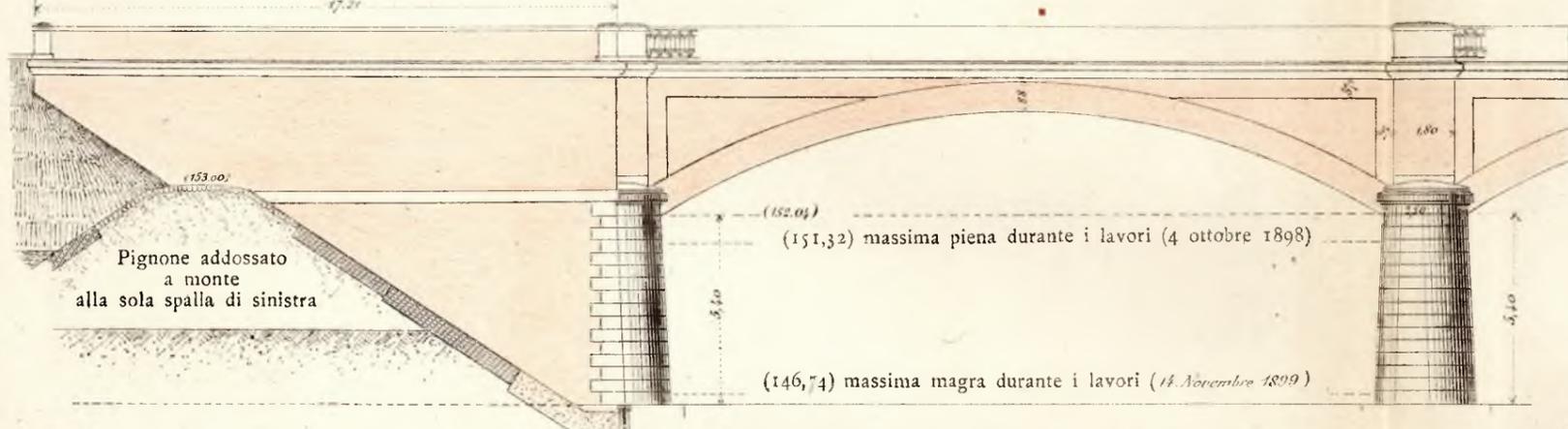


Fig. 4. — Pila-spalla a monte.

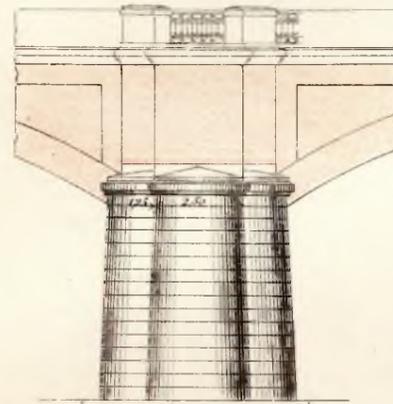


Fig. 10, 11. — Elevazione a valle di una pila e di una pila-spalla.

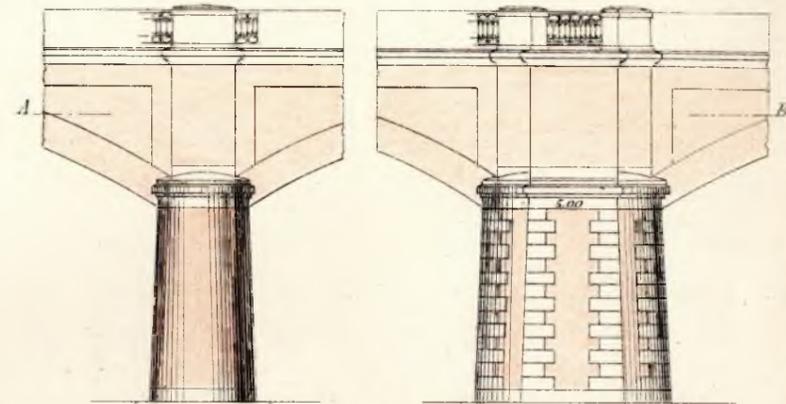


Fig. 5. — Sezione longitudinale verso la spalla.

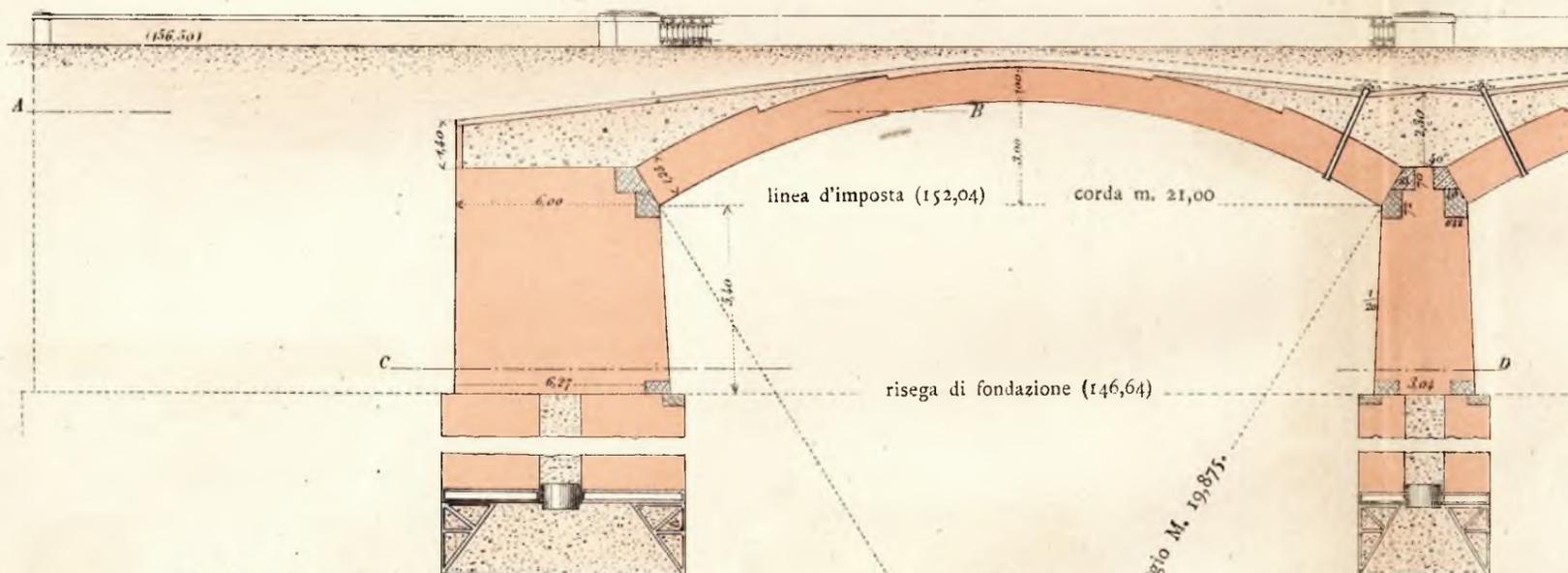


Fig. 8, 9. — Sezione trasversale presso una pila-spalla e pianta di questa.

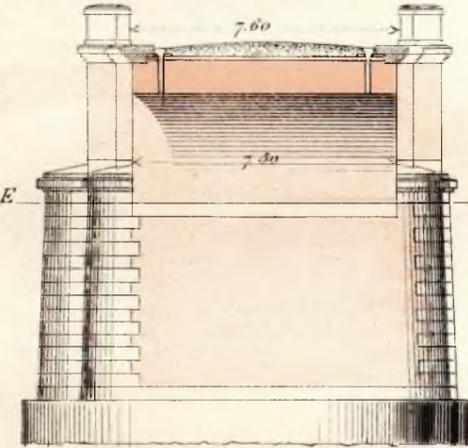


Fig. 12, 13. — Pianta al piano AB e ad opera finita di una pila e di una pila-spalla.

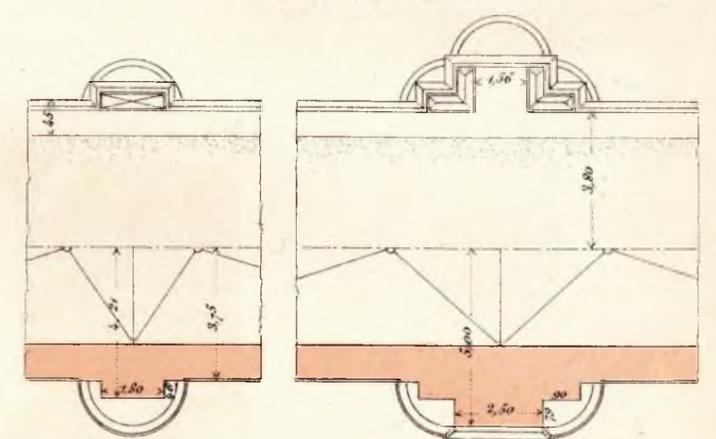


Fig. 6. — Pianta di una spalla.

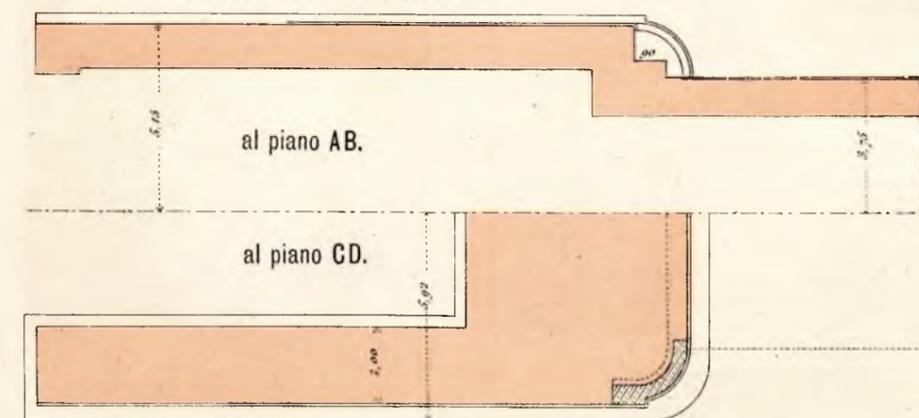


Fig. 7. — Pianta di una pila.

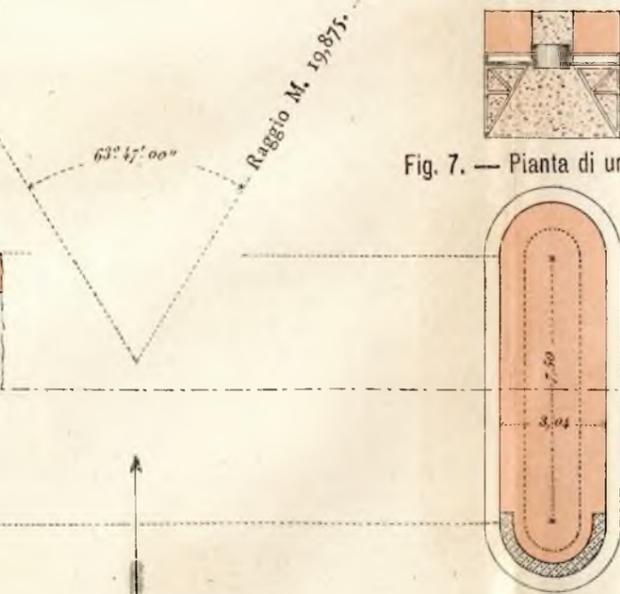


Fig. 16, 17. — Particolari della pila.

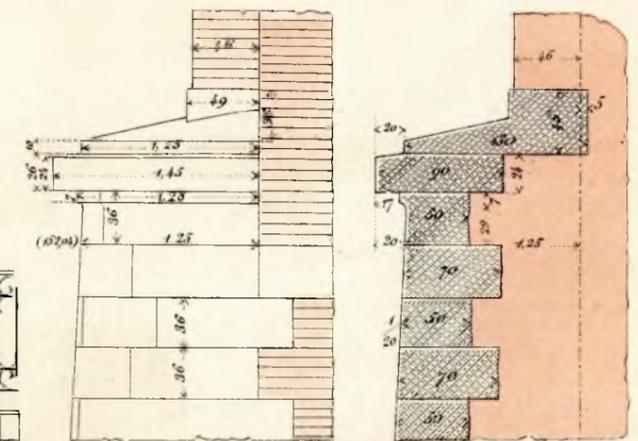
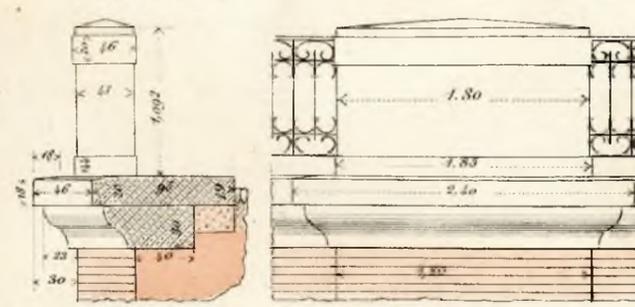


Fig. 14, 15. — Particolari del cornicione di coronamento.



Scala di 1:1150 per le figure 1 e 2.
» 1:200 » 3 a 13.
» 1:50 » 14 a 17.

Fig. 1, 2, 3 e 4. — Prospetto e Sezioni trasversali dell'arco — Scala di 1 : 10.

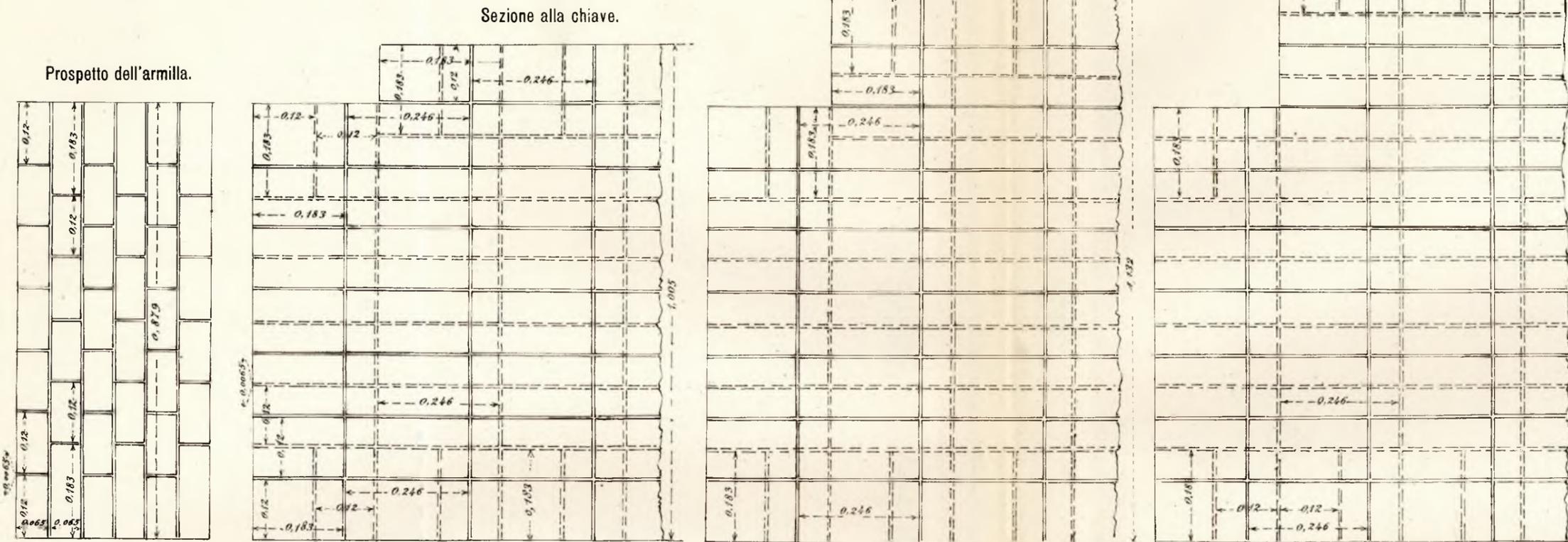


Fig. 5. — Particolare degli appoggi delle armature nelle pile circondate dall'acqua. Scala di 1 : 40.

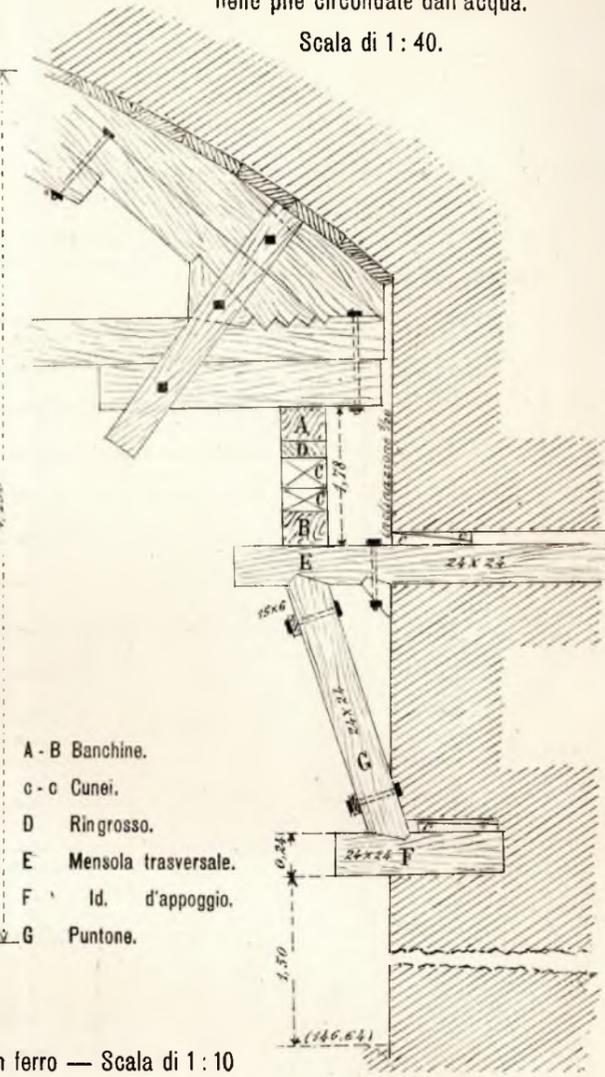


Fig. 6. — Profilo geognostico sull'asse del ponte. Scala di 1 : 2000 per le distanze e di 1 : 200 per le altezze.

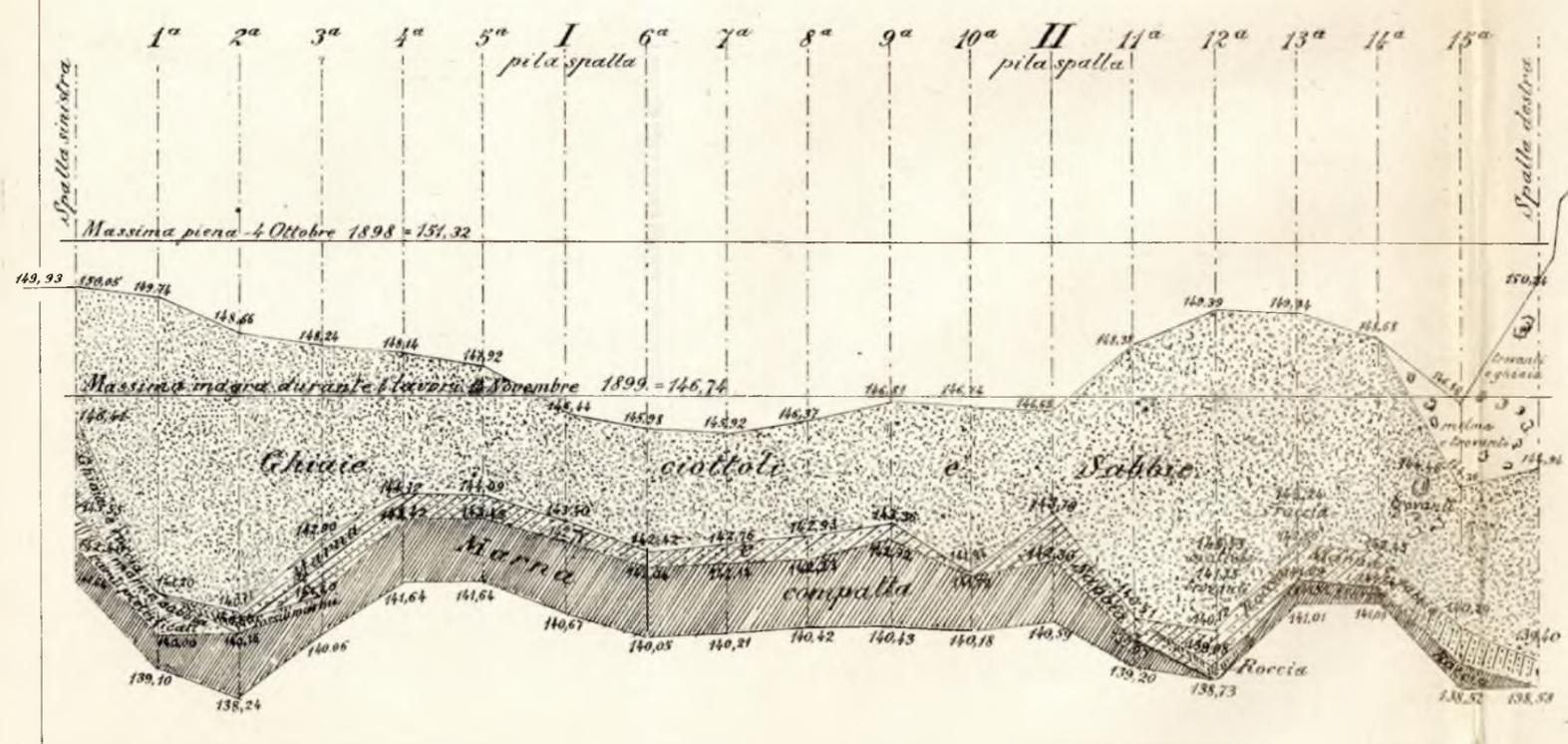


Fig. 7. — Particolari del parapetto in ferro — Scala di 1 : 10

