

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

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

È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

COSTRUZIONI IDRAULICHE E STRADALI

PER IL PONTE MONUMENTALE UMBERTO I
DA COSTRUIRSI IN TORINO SUL PO
IN SOSTITUZIONE DEL PONTE SOSPESO
« MARIA TERESA »

(Veggansi le Tavole III e IV)

La questione tecnica ed artistica del nuovo Ponte monumentale che la Città di Torino ha deliberato di costruire sul Po, sul prolungamento del Corso Vittorio Emanuele II, in sostituzione all'attuale Ponte sospeso, il quale ha ormai 60 anni di vita (1), non è nuova per i lettori dell'*Ingegneria Civile*.

Nel 1892, nel 1893, nel 1895 e nel 1897 abbiamo seguito e brevemente esposte le diverse fasi della questione, sempre nell'intento di porre tutti i lettori in grado di esaminare da loro stessi e precisamente come i loro colleghi che risiedono a Torino, tutti quegli elementi di fatto e quei dati numerici che valessero a fissare la loro attenzione sul complesso problema.

Gioverà nondimeno, per comodità dei giovani nostri associati, riassumere anzitutto brevemente una storia che ha già due lustri di esistenza e di concorsi, siccome la riassunse anche più brevemente il Sindaco, ingegnere Severino Casana, nella sua Relazione alla Giunta municipale ed al Consiglio (2).

*

La necessità e l'urgenza della sostituzione dell'attuale Ponte sospeso con altro più stabile e meglio rispondente ai bisogni di un traffico intenso che non ammette né limitazioni, né sospensioni temporanee, è cosa di perfetta evidenza e sulla quale si è tutti e da parecchio tempo completamente d'accordo.

Fin dal 1879, quando per la rottura di due gomene fu necessario sospendere per molto tempo il passaggio dei veicoli e l'Amministrazione Comunale credette opportuno di provvedere al riscatto del Ponte dalla Società proprietaria per abolire il pedaggio, farvi le necessarie riparazioni e provvedere meglio alla conservazione del Ponte con cure regolari e continue, l'idea della sostituzione del Ponte sospeso cominciò ad essere accarezzata dalla cittadinanza torinese, sebbene i restauri eseguiti e le opere di mantenimento che si prestano annualmente abbiano reso abbastanza sicuro il transito, ma nei ristretti limiti in cui è mantenuto.

(1) Il Ponte attuale sospeso, costruito nel 1841 da una Società privata, che vi riscuoteva il diritto di passaggio, ha la lunghezza totale di 127 m., la larghezza di m. 6 ed è sorretto da 4 gomene per parte, del diametro di 60 mm. ciascuna composta di 240 fili del n. 18 (V. *Ingegneria Civile*, anno 1892, pag. 177, fig. 174).

(2) Ponte sul Po in sostituzione di quello sospeso. Deliberazione della Giunta municipale, 10 marzo 1901.

Onde incominciò a svolgersi un primo periodo storico, caratterizzato da una serie di private iniziative di studi e proposte non ancora guidate da verun programma prestabilito dalla Civica Amministrazione.

Così l'ing. Givogre del Civico Ufficio Tecnico pubblicava nel 1882 un suo progetto di Ponte metallico a travata rettilinea su più appoggi.

L'ing. Cottrau distribuiva pure in quell'anno, ed in nome dell'Impresa industriale italiana di costruzioni metalliche in Napoli, la fotografia di una vista prospettica di un Ponte ad una sola travata, della luce netta di 124 metri, foggata inferiormente ad arco, superiormente limitata dal profilo longitudinale leggermente convesso della carreggiata, coll'altezza alla chiave di m. 1,80, e timpani a lastra cieca alti all'imposta da 9 a 10 m. (*Ingegneria Civile*, 1892, Tav. XII, fig. 1).

Successivamente la Società Nazionale delle Officine di Savigliano, l'ing. Gioachino Ferria ed altri Ingegneri presentarono diversi altri progetti, nè l'Amministrazione Comunale prese alcuna decisione in proposito prima del 1890, quando venne nominata una prima Commissione composta degli ingegneri Reyceud, Lanino, Guidi e Candellero coll'incarico di esaminare tutti i progetti presentati e stabilire le modalità alle quali dovesse il nuovo Ponte soddisfare, fissando i principali dati planimetrici ed altimetrici da servire di guida allo studio di un progetto definitivo.

La Relazione del luglio 1890 di quella Commissione, giudicando intanto sui progetti ad essa comunicati (Vedi *Ingegneria Civile*, anno 1892, Tav. XII), escludeva quelli ad arcata unica, proponendo un Ponte a tre luci, delle quali la centrale molto più ampia delle laterali.

*

Sulla traccia di queste norme iniziavasi ben tosto un secondo periodo della storia del Ponte con una nuova serie di studi, e molti progetti che vennero trasmessi al Municipio; fra essi ebbe plauso speciale quello dell'ingegnere Ferria a tre archi di muratura, con fronti in granito (V. *Ingegneria Civile*, anno 1892, Tav. XII, fig. 9), il cui elegante modello, nella scala di 1 a 100, veniva acquistato dall'Amministrazione Municipale, con piena libertà però di modificarlo e di farlo o non eseguire.

Nel progetto Ferria erano tre arcate, di cui la centrale con ben 63 metri di corda e m. 10 di saetta, e le laterali con m. 29,50 di corda e m. 7,70 di saetta. Onde una luce libera totale di 122 metri, mentre la Commissione tecnica municipale, che ebbe pure da esaminare quel progetto, dichiarava sufficiente una luce libera di 95 metri.

Intanto l'Ufficio dei Lavori Pubblici veniva incaricato, nel 1892, di redigere, sulle basi caratteristiche del progetto Ferria, un altro progetto, riducendo da m. 63 a soli m. 55 l'ampiezza della luce centrale e riducendo pure a m. 25 la corda delle arcate laterali. Questo progetto, sottoposto nel 1893 al Consiglio Comunale, e dopo varie vicende approvato, ma solo in massima, il 7 aprile, otteneva, in data 11 di-

cembre 1893, dal Genio Civile, voto favorevole alla sua esecuzione.

Intanto il Consiglio Comunale approvava la spesa di lire 350 mila per far luogo agli accessi del Ponte alla sponda destra; ed in tempo relativamente breve procedevansi infatti alle occorrenti espropriazioni, seguite dalle relative demolizioni delle fabbriche.

Ma quando appunto la Giunta municipale aveva stabilito di chiedere al Consiglio Comunale l'approvazione definitiva del progetto e lo stanziamento della relativa spesa di lire 1 900 000 da ripartirsi su cinque esercizi, ecco la Società Nazionale delle Officine di Savigliano presentare un nuovo progetto di Ponte in acciaio, ad una sola arcata di 90 metri di corda, offrendosi di assumere la costruzione al prezzo fisso di lire 1 100 000.

*

La Giunta comunicava al Consiglio, nella seduta del 9 gennaio 1893, insieme alla sua proposta, la nuova offerta della Società di Savigliano, senza entrare nel merito della medesima, mancandovi il tempo di esaminarla.

Ma di fronte al nuovo progetto che offriva in 18 mesi ciò che col progetto approvato dalla Giunta non sarebbesi avuto in meno di tre anni, che risuscitava i desideri di quanti si entusiasmarono all'idea di una sola arcata, che offriva un'economia nella spesa ed esonerava l'Amministrazione dalla responsabilità di rischi maggiori, chi poteva opporsi ad una proposta di sospensiva?

L'Assessore dei Lavori Pubblici, ing. Riccio, di compianta memoria, « accettava, in nome della Giunta il rinvio della » discussione, per studiare ponderatamente e senza il me- » nomo impegno la nuova proposta della Società Nazionale » delle Officine di Savigliano, pur dichiarando nello stesso » tempo di non dividere per quel progetto gli entusiasmi » espressi da alcuni Consiglieri. Deplorava anzi il modo con » cui l'offerta venne presentata, cioè all'ultimo momento, » sebbene la Società avesse agio di farla pervenire assai » prima, avendo essa preso parte spontaneamente ai concorsi » volontari tenutisi nei tre ultimi anni. Dall'altra parte, » soggiunse, l'idea di un Ponte metallico ad una sola arcata » non è nuova; un progetto simile era stato presentato ai » concorsi, *ma non fu accettato dalla Commissione perchè » le imposte riescono troppo basse, e verrebbero a trovarsi » nell'acqua durante le piene.* Doversi stare in guardia contro » l'illusione di un disegno trattato artisticamente. Egli per- » tanto, caldo fautore di un ponte monumentale di pietra, » non poteva che accogliere con grande riserva l'idea rimessa » a galla di un ponte metallico, anche per la grande spesa » di manutenzione che diminuirà assai la differenza defini- » tiva di costo ».

Successivamente, la Giunta, nell'intento di risolvere in modo più completo e soddisfacente per tutti la questione e di fornire elementi al Consiglio Comunale per una più ampia ed esauriente discussione, deliberava di indire un concorso per un Ponte metallico, in base ad un programma in data 4 luglio 1894, che i lettori conoscono (Vedi *Ingegneria Civile*, anno 1894, pag. 128).

*

I progetti di Ponti metallici presentati a quel concorso furono ben 18 (V. *Ingegneria Civile*, anno 1895, Tav. VIII). La Commissione incaricata di esaminarli, composta dei signori Ceppi, Chicchi, Biadego, Pennacchio e Guidi, con sua Relazione del marzo 1895 (V. *Ingegneria Civile*, stesso anno, pag. 114-119), dichiarava:

« Nessuno dei progetti ammessi al concorso rispondere » pienamente per ragioni estetiche, tecniche ed economiche » alle condizioni poste dal programma, e potere perciò con- » siderarsi di valore assoluto ».

Designava però primo, in ordine di merito relativo, quello delle Officine di Saronno e secondo quello degli ingegneri Ovazza e Lombroso. E questi due progetti furono poi premiati: il 1° con lire 3000 ed il 2° con lire 2000.

Le Officine di Savigliano avevano bensì ripresentato il loro progetto, giudicato già favorevolmente da persona singolarmente competente in materia, ma che non poté essere classificato dalla Commissione perchè non conforme ai termini del programma di concorso.

Ciò stante, poichè nessuna decisione poteva prendersi, la Giunta credette di avviare più facilmente la pratica verso una definitiva soluzione deliberando nel novembre 1895 di invitare le Officine di Saronno, le Officine di Savigliano e l'ing. Ferria a compilare un progetto definitivo, ed a presentarlo corredato di un'offerta di esecuzione *à forfait*.

Successivamente con deliberazione presentata al Consiglio nella seduta del 27 novembre 1896 la Giunta proponeva che, revocata l'antecedente deliberazione 7 aprile 1893, con cui si approvava in massima l'accettazione del progetto a tre arcate in pietra da taglio dell'Ufficio Civico dei Lavori Pubblici, si approvasse invece il progetto di Ponte metallico, con unica luce di m. 90, presentato dalle Officine di Savigliano.

Ma la proposta della Giunta non ebbe fortuna.

Dapprincipio il Consiglio Comunale invitava la Giunta a voler nominare una Commissione di persone tecniche perchè esaminasse il nuovo progetto di Ponte in calcestruzzo cementizio ad una sola arcata, della luce di m. 92, ribassata ad un decimo circa, presentato dall'ing. Gioachino Ferria.

La Commissione, nominata nelle persone del cav. ing. Giovanni Bellini di Milano, del cav. ing. Alberto Pennacchio, Capo-servizio del mantenimento della Rete del Mediterraneo a Torino, e del comm. ing. Alessandro Perego, direttore tecnico governativo della ferrovia Faenza-Firenze, nella sua Relazione, pur tributando il dovuto elogio al cav. ing. Ferria per la sua ardita concezione, si pronunciava contraria all'esecuzione per le gravi difficoltà da superarsi nel periodo costruttivo, ed anche perchè risultavano oltrepassati, nel progetto presentato, i limiti di resistenza raggiungibili anche nelle migliori opere di calcestruzzo di cemento.

Quanto al progetto delle Officine di Savigliano, la Commissione lo giudicava perfettamente rispondente in ogni sua parte alle esigenze della stabilità e della pratica, ed anche alle condizioni di estetica richieste dalla località, senza dissimulare però gli inconvenienti inerenti alla struttura metallica, che dichiarò *non potersi evitare salvo che ricorrendo ad un Ponte murario a più arcate*, nel qual caso erano pure da mettersi fra i termini di confronto il maggiore ingombro dello specchio del fiume, il maggior costo ed il maggior tempo richiesto dall'esecuzione.

Ma poichè il decidere fra queste due soluzioni non era nel compito della Commissione, questa astenevasi dal pronunciarsi in merito, lasciandone la cura all'Amministrazione Comunale, conoscitrice dei bisogni della località, delle condizioni dell'erario, dell'*opportunità del momento* e delle predilezioni della cittadinanza.

Le parole *opportunità del momento* erano da riferirsi all'impegno che la Società delle Officine di Savigliano aveva preso di dare l'opera ultimata per l'epoca dell'Esposizione generale italiana del 1898.

La Società degli Ingegneri, che volle pure, come di dovere, occuparsi dell'argomento, aveva affidato anch'essa ad apposita Commissione l'esame del nuovo progetto Ferria, l'unico che le fosse stato comunicato, e dopo animata discussione, concludeva a sua volta votando alla quasi unanimità (presenti ben 70 soci) il seguente ordine del giorno presentato dai soci Guidi, Losio, Reyceud e Sacheri:

« La Società degli Ingegneri ed Architetti, plaudendo ai lodevoli studi dell'ing. Ferria, per sostituire l'attuale ponte Maria Teresa con un Ponte in muratura, che l'Assemblea ritiene in ogni caso preferibile ad un ponte in ferro;

« Riconferma il voto antecedentemente emesso dalla Società per un ponte in muratura, ed esprime voto favorevole al progetto di Ponte a tre arcate, con una centrale di 55 metri di luce, sì e come in prima lettura era stato approvato dal Consiglio Comunale di Torino ».

Nella seduta del 22 gennaio 1897, il Consiglio Comunale approvava in massima la proposta della Giunta per quanto si riferiva all'accoglimento del progetto delle Officine di Savigliano, di un Ponte metallico ad unica luce di m. 90: ma non approvava le proposte esecutive di indole finanziaria, che sole rendevano possibile l'attuazione del progetto stesso.

Ripetuta la votazione pochi giorni dopo, sopra il complesso delle proposte della Giunta, il Consiglio, pur mantenendosi in maggioranza favorevole, non accordava i 41 voti necessari, a termini di legge, per l'approvazione valida.

*

I preparativi dell'Esposizione Nazionale del 1898, ed altre cause essenzialmente d'indole economico-finanziaria, distolsero d'allora in poi, e per parecchio tempo, l'Amministrazione Comunale dal riprendere lo studio della questione del Ponte. Ma nel gennaio 1900, essendosi rinnovate vive istanze nel Consiglio Comunale perchè si addivenisse ad una conclusione, specialmente ritenendosi che, alla occorrente spesa, sarebbe possibile prevedere, in parte, colla entrata straordinaria (di un milione) costituita dal corrispettivo offerto dalle Società Belga e Torinese per la sostituzione del filo aereo agli accumulatori nelle carrozze su tutte le linee tramviarie nelle vie della Città, il Sindaco prometteva in quella occasione di presentare colla massima possibile sollecitudine proposte concrete al Consiglio.

Ed a tale effetto la Giunta nominava, il 6 febbraio successivo, una Commissione composta dei signori Candellero, Ceriana, Demorra, Frescot, Guidi, Reyceud e Vicarij, presieduta dal Sindaco, per riprendere lo studio delle condizioni specialmente altimetriche e planimetriche, a cui dovesse rispondere il nuovo ponte.

Queste nuove condizioni, stabilite nella seduta 13 stesso mese ed approvate dalla Giunta il 16, erano in specie dirette a facilitare lo studio del progetto, poichè veniva stabilito che a vece di fare scendere la carreggiata del Ponte con una livelletta unica dalla quota 224,94 (incrocio coll'asse di Corso Cairoli) alla quota di 221,50 (stradale di Moncalieri) fosse permesso di tenere i due spalloni del Ponte a perfetto livello, mediante sviluppo, dagli accessi di sponda destra, di due rampe lungo lo stradale di Moncalieri, l'una verso valle, della pendenza di 2,6 per cento, e l'altra verso monte, della pendenza di 1,7 per cento; e di due altre discese a cuore colle pendenze del 3,4 e 3,8 per cento in prosecuzione del corso V. E. II. Che inoltre fosse facoltativo un rialzamento di m. 0,50 della livelletta sul mezzo del ponte.

Veniva del pari stabilito che la larghezza del Ponte fosse portata a m. 20, nello scopo precipuo d'imprimere al Ponte quel carattere di monumentalità richiesto da un'opera che volevasi destinata ad onorare e perpetuare la memoria del Re Umberto I, e di fare posto, agli ingressi del ponte, a quattro basamenti con relativi gruppi statuarii che il Municipio aveva successivamente deliberato di collocare ad illustrazione della vita e delle virtù del compianto Sovrano, approvando per essi la maggiore spesa di L. 300 mila.

In base alle precennate nuove condizioni altimetriche e planimetriche, l'Amministrazione Comunale incaricava il

proprio Ufficio dei Lavori pubblici di allestire alcuni progetti di Ponte, e con apposita circolare, in data 8 marzo 1900, avvertiva alcune Ditte costruttrici, e quegli ingegneri che ne avevano manifestato il desiderio, che la Giunta « non dissentirebbe dal prendere in esame quei progetti definitivi che fossero presentati, alla condizione che l'esame del progetto non avrebbe indotto alcun impegno, nè di compenso per il progetto stesso, nè relativamente alla sua esecuzione, e che nel caso di non adozione del progetto, nessuna domanda potrà mai essere presentata contro l'Amministrazione per nessun motivo, neppure per l'applicazione che eventualmente si facesse di dati o di elementi risultanti o ricavati dal progetto stesso.

« I calcoli dovevano essere istituiti in base ad un carico uniformemente distribuito di kg. 500 per mq., tanto sulla carreggiata, quanto sui marciapiedi, e la pavimentazione era prescritta di prismi di granito della Balma (sienite) per la carreggiata e di lastroni di pietra per i marciapiedi.

« L'assuntore del Ponte, entro tre mesi dalla data del contratto, sarà in obbligo di avere costruito un ponte provvisorio sul fiume nella porzione che sarà *concordata* col Municipio, ed in condizioni da servire al transito quale ora ha luogo sul Ponte sospeso.

« Il Ponte attuale sospeso dovrà rimanere proprietà del Municipio; la demolizione ed il trasporto dei materiali del ponte da farsi pure a cura e spese del Municipio. Le spalle ed i muri d'alzaia saranno demoliti o modificati a cura e spese dell'assuntore della nuova opera.

« Colla costruzione del Ponte completo e degli spalloni, dovrassi pure consegnare compiuto il primo tratto del muro di accompagnamento per una lunghezza complessiva nel senso della corrente di m. 40.

« La posizione dello spallone a sponda sinistra dovrà conformarsi esattamente a quanto è segnato sugli uniti schemi (fig. 19 e 20), mentre a sponda destra sarà determinata dalla maggiore o minore ampiezza che verrà assegnata alla luce del Ponte.

« Assolutamente libero ai concorrenti di assegnare al nuovo Ponte una, due o tre luci, nel quale ultimo caso, sta la prescrizione di assegnare alla luce centrale una larghezza non inferiore a m. 50.

« Il progetto dovrà essere accompagnato da un'offerta di esecuzione *à forfait* in una somma a corpo, comprese e convenute tutte le eventualità prevedibili ed imprevedibili; e quindi: le fondazioni a qualunque profondità fino ad incontrare il fondo assolutamente solido, oppure ridotto tale con palificazioni a regola d'arte ed impiegando tutti i mezzi necessari, non escluso il sistema dei cassoni pneumatici; la costruzione del ponte provvisorio e la sua conservazione in buono stato d'uso fino all'apertura al pubblico del nuovo Ponte ».

L'Amministrazione, infine, esprimeva il desiderio che progetto ed offerta fossero presentate *entro due mesi*: ma se il concorrente credesse di avere assolutamente bisogno di maggior tempo, era invitato a darne sollecito avviso, perchè la Giunta potesse farsene carico, ove lo credesse del caso.

*

Chiusosi il concorso col 31 dello scorso dicembre, i progetti presentati risultarono nel bel numero di 17, dei quali 7 ad una sola arcata, 5 a due e 5 a tre arcate.

Ma il modo vario col quale furono presentati, gli uni con semplici schizzi, altri disegnati, ed altri acquarellati in prospettiva, altri infine in modello, e quasi tutti in proporzioni differenti, non permetteva, a primo colpo d'occhio, di mettere a confronto gli svariati progetti, anche solo in ordine alla maggiore o minore eleganza di ciascuno di essi, e quindi al probabile effetto estetico.

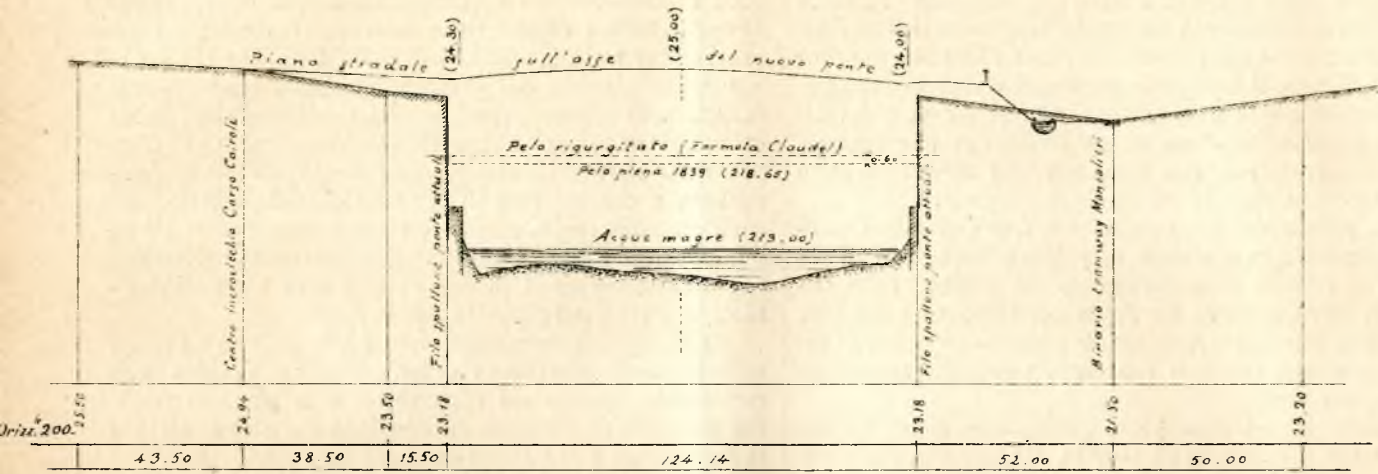


Fig. 19. — Profilo sull'asse del nuovo Ponte. — Scala di 1 a 2000 per le lunghezze e di 1 a 500 per le altezze. NB. Le quote segnate sul piano stradale del Ponte sono le massime ammissibili.

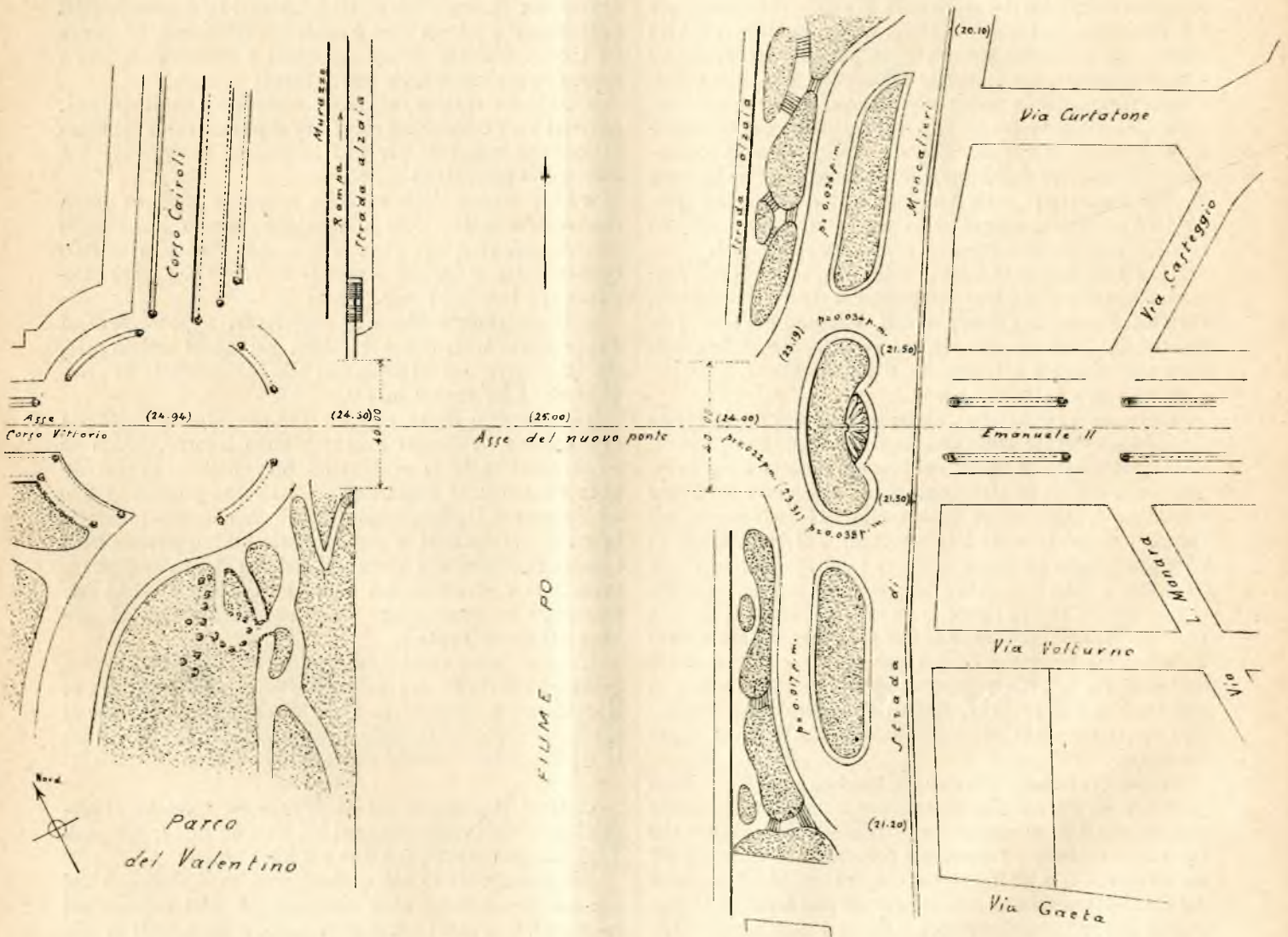


Fig. 20. — Ponte Umberto I in sostituzione del Ponte sospeso Maria Teresa sul Po a Torino. Planimetria della località. — Scala di 1 a 2000.

Fu quindi savio divisamento quello di fare disegnare i prospetti di tutti i ponti nella scala unica di 1 : 500 e di presentarli in album allegato alla Relazione del Sindaco ed al deliberato della Giunta, agli onorevoli Consiglieri.

Le Tavole III e IV, annesse alla presente Memoria, riproducono quei medesimi prospetti, riuniti insieme per modo da presentare a confronto nella Tav. III tutti i progetti di Ponti ad una sola arcata, e nella Tav. IV i Ponti di due e di tre arcate.

Trattandosi poi di opera monumentale, nella quale deve essere grandemente interessata l'estetica, onde non abbiano a soffrirne la bellezza ed importanza della località e l'opera stessa abbia ad essere degna dell'Augusto Monarca a cui dev'essere intitolata, la Giunta cominciava dal richiedere alla Commissione d'Ornato un voto di classificazione dei progetti in ordine al migliore effetto estetico.

Inoltre, trattandosi di opera importantissima che presenta speciali difficoltà, l'Amministrazione credette necessario di sottoporre i singoli progetti all'esame di persona di indiscutibile competenza, la quale riferisse in ordine alla stabilità; senonchè per guadagnare tempo, trattandosi di lunghe verifiche con rifacimento di calcoli e diagrammi di resistenza, non tutti i progetti hanno potuto essere esaminati dalla medesima persona ed essere perciò giudicati con quell'unico criterio, come se tale esame fosse stato deferito ad un'unica Commissione, nella quale le medesime indiscutibili competenze fossero state collettivamente rappresentate.

Finalmente veniva ancora incaricato l'ingegnere-capo del Servizio Tecnico Municipale dei Lavori Pubblici di riferire in merito ai progetti presentati, sulla durata dell'opera secondo i diversi sistemi di costruzione proposti: sul costo di costruzione *à forfait* preventivato e richiesto, sulle spese di mantenimento, e sul rigurgito che i diversi ponti proposti presenterebbero nel caso di una piena di altezza uguale a quella del 1839, che è la massima conosciuta. Ed a facilitare il confronto delle opere metalliche colle opere murarie, e ad avere i dati necessari per l'apprezzamento della durata e del costo di manutenzione dei ponti in ferro, erasi pure in precedenza officiato dalla Giunta il prof. ing. G. Colombo dell'Istituto Tecnico Superiore di Milano a rispondere ad alcune domande generiche sulla durata e sul costo di manutenzione dei Ponti metallici.

Dietro esame di tutte queste Relazioni e colla scorta di tanti ed utili elementi, presentiamo anzitutto ai lettori una breve e riassuntiva rassegna di tutti i progetti presentati, incominciando da quelli ad una sola arcata, poi venendo ai progetti di Ponte a due arcate, e per ultimo ai Ponti di tre arcate.

A. — PONTI AD UNA SOLA ARCATA.

1. — *La Società Nazionale delle Officine di Savigliano* presentò (Tav. III, fig. 1) un progetto di Ponte ad arco metallico colla luce di m. 89 fra i centri delle imposte e la monta di m. 7,26 equivalente ad $\frac{1}{12}$ circa della luce.

La grande arcata è costituita da 8 arconi principali binati, essendo cioè ogni arcone composto di due travi a doppio T con parete verticale a traliccio.

Gli arconi sono a tre cerniere, due alle imposte ed una in chiave; quelli intermedi distano fra loro di m. 2,50 da asse ad asse; gli estremi distano dai loro prossimi di m. 3,08.

L'altezza della sezione trasversale degli arconi varia da m. 0,80 presso l'imposta, a 0,60 presso la chiave e raggiunge nei punti intermedi un valore massimo di m. 1,20; il che darebbe una media di m. 0,87 circa, equivalente ad $\frac{1}{100}$ circa della luce.

Sopra l'estradosso degli arconi, a distanze normali di m. 3,40 nel senso longitudinale, e di m. 2,50 nel senso tra-

sversale del Ponte sorgono ritti o montanti, i quali reggono alla loro estremità superiore le travi trasversali della via. A questa sono fissati i lungheroni in ferro, distanti m. 1,25 che portano i ferri *zorés* su cui posa il pavimento stradale. I ferri *zorés* sono disposti trasversalmente nella parte centrale, cioè sotto la carreggiata, e longitudinalmente in corrispondenza dei marciapiedi.

Il pavimento della carreggiata è di conci di sienite posati su letto di calcestruzzo; quello dei marciapiedi laterali di lastre di beola, pure su letto di calcestruzzo.

Dai calcoli dell'ingegnere-capo dell'Ufficio Tecnico Municipale risultando che l'arcata unica di m. 89 delle Officine di Savigliano, produrrebbe un rigurgito di m. 0,64 sul livello di m. 218,65 della massima piena, se ne deduce che nel caso in cui si rinnovasse una piena come quella del 1839, le cerniere d'imposta rimarrebbero sott'acqua per la profondità di m. 2,80 e con esse rimarrebbe sott'acqua una certa parte delle origini dell'arco.

La Commissione d'Ornato, la quale in adunanza del 20 febbraio 1901, espresse il suo parere che sotto il punto di vista dell'estetica, e specialmente tenuto conto del luogo, fossero da preferirsi i progetti di ponte senza pile nel letto del fiume, esaminati i sette progetti ad arco unico, classificava in quarta linea il progetto delle Officine di Savigliano.

Delle condizioni di stabilità fu incaricato di riferire l'ingegnere G. Biadego, Capo-servizio delle costruzioni presso la Società Italiana per le strade ferrate del Mediterraneo, e la sua Relazione, in data 3 febbraio 1901, conferma i calcoli delle Officine di Savigliano e conclude per le buone condizioni di stabilità degli arconi, essendochè gli sforzi massimi non superano che leggermente i 10 kg. per mmq., e gli sforzi di taglio massimi non raggiungono kg. 3,10. Riconosce che anche nei riguardi delle deformazioni sotto l'azione dei sopraccarichi accidentali, la forma degli arconi è stata opportunamente scelta, e solo esprime l'avviso che i ferri *zorés*, costituenti l'impalcato stradale, venissero accostati di più fra loro, o se ne aumentasse la sezione in modo da ridurne gli sforzi unitari al di sotto di 8 kg. per mmq., e ciò in vista dei forti carichi isolati che potrebbero venire a gravitare sulla carreggiata.

Il prezzo di esecuzione *à forfait* richiesto dalle Officine di Savigliano, è di L. 1 178 000 con esenzione di qualsiasi dazio doganale per tutti i materiali di esecuzione, il quale si può valutare in circa di L. 47 000; altre L. 45 000 dovendosi calcolare per la costruzione del ponte provvisorio, la costruzione del nuovo ponte avrebbe importato in totale la spesa di L. 1 270 000. Per la lunga pratica, acquistata nella costruzione di grandiose opere metalliche, la Società ha potuto certamente compilare con speciale esattezza i suoi calcoli di previsione, e d'altronde per l'interesse morale della medesima di riuscire aggiudicataria del nuovo Ponte, non vi è motivo di credere che essa abbia esagerato nei computi, il che del resto sarebbe eziandio provato dal fatto che per progetti analoghi l'offerta riuscì di poco diversa.

2. — Altro Ponte metallico ad una sola arcata è quello presentato dagli ingegneri *Sapegno* e *Parodi*, i quali hanno pure dato alla stampa una loro Relazione in data gennaio 1901, e ce ne favorirono copia.

Il loro progetto (Tav. III, fig. 2), è intitolato: *Variante al progetto del 1894*, del quale progetto la Commissione giudicatrice aveva dichiarato non privo di giusto encomio quel tentativo di arcata ellittica, certamente seducente dal lato estetico.

Il nuovo progetto presentato verrebbe ad essere costituito da una grande arcata di m. 85 di luce, fiancheggiata da due cunicoli in muratura di m. 9,50 di luce caduno.

Le pile e le spalle, progettate in muratura di pietrame rivestita con conci di pietra da taglio, hanno la spessorezza di m. 9,60 e di m. 4 rispettivamente al piano d'imposta, con leggeri ingrossamenti alla base. Le fondazioni sono proposte del medesimo sistema degli altri Ponti sul Po, ossia una base di calcestruzzo appoggiata ad una adeguata palificata, senza escludere, ove si trovasse necessario, di ricorrere ai cassoni ad aria compressa.

La grande arcata metallica fu tracciata in modo che in nessuna parte abbia il metallo ad essere raggiunto dalle acque del fiume, anche nel caso di una piena dell'altezza di quella del 1839, rigurgitata inoltre di quanto è dovuto al restringimento di sezione prodotto dal nuovo Ponte.

La parte portante della grande arcata è costituita da 12 travature reticolari ad arco, a tre cerniere; otto di esse reggono la carreggiata, e le altre quattro, alquanto rialzate, i marciapiedi. E così mentre le semiellissi assiali del contorno inferiore delle armature reticolari vennero stabilite tutte con l'asse maggiore orizzontale alla quota di m. 217,80, le armature di sostegno della carreggiata hanno la monta di m. 5,875 e quelle di sostegno dei marciapiedi hanno la monta di m. 6,375.

Tutte queste armature non sono però prolungate fino al piano di detti assi maggiori, ma furono impostate superiormente alla linea di massima piena rigurgitata, di cui sopra, formando opportunamente la parte rimanente dell'arco con grossi blocchi di pietra, incorporati ai piedritti. Epperò gli archi metallici di carreggiata hanno effettivamente la corda di m. 82,53 e saetta di m. 4,275, e gli archi dei marciapiedi la corda di m. 83,03 e saetta di m. 4,775.

Questi archi reticolari sono divisi in 20 scomparti per mezzo di ritzi verticali, o montanti, che distano di m. 4,05 da asse ad asse; delle diagonali discendenti verso la mezzzeria dell'arcata completano la travatura triangolare.

L'altezza teorica delle travature al vertice è di m. 0,85 per quelle di carreggiata e di m. 0,60 per quelle dei marciapiedi. I nodi del corrente inferiore sono situati sopra un'ellisse avente il suo asse maggiore in corrispondenza dell'imposta apparente dell'arcata. Il corrente superiore per ogni semiarco è costituito da una poligonale.

La pavimentazione della carreggiata, della larghezza di m. 12, stabilita dal programma, è fatta di prismi di granito della Balma, dello spessore medio di cm. 15, disponendo a guisa di rotaia un pezzo longitudinale della larghezza di cm. 40 per ciascheduna armatura, e riempiendo gli intervalli con conci della larghezza di cm. 20. I primi di tali pezzi poserebbero direttamente sulle armature; i secondi sarebbero sostenuti mediante lamine dello spessore di mm. 6 in acciaio, ricurve all'insù, a volta di padiglione, con monta di cm. 7, fissate nel senso longitudinale sull'ala inferiore dei ferri a Z del contorno superiore delle armature e trasversalmente su quello di altri appositi ferri a Z.

In ordine all'estetica la Commissione d'Ornato classificò in seconda linea il progetto degli ingegneri Sapegno e Parodi, e quindi con preferenza su quello delle Officine di Savigliano, che riuscì classificato il quarto.

In ordine alla stabilità fu delegato a riferire il chiarissimo professore Guidi, il quale con sua Relazione in data 26 febbraio 1901, espresse il parere che gli autori del progetto avevano troppo scarsamente valutato il peso dell'impalcatura. Onde al prof. Guidi risulterebbe un aumento negli sforzi massimi degli archi reggenti la carreggiata, e verrebbe raggiunto lo sforzo unitario di tonn. 1,23 per cq. che sorpassa il limite ammissibile.

Il prof. Guidi ritiene del pari eccessiva la deformabilità proveniente dall'enorme ribassamento degli archi e della piccola altezza delle travature. Vero è che gli ingegneri

Sapegno e Parodi a questo riguardo asseriscono nella loro Relazione che trattandosi di travature reticolari, anziché di veri archi metallici, la curva del contorno inferiore può impunemente essere ribassatissima, e tanto da essere rettilinea, o perfino incurvata in senso contrario. Ma, come giustamente fa osservare il prof. Guidi, qui si tratta di archi reticolari formati di due metà articolate fra loro a cerniera, ed articolate a cerniera pure alle imposte, per cui tale sistema che non potrebbe mai restare in equilibrio se le tre cerniere fossero sopra una medesima retta, sarà tanto più deformabile quanto più depressa è la monta e piccola l'altezza della travatura.

Risulta pertanto dai calcoli del prof. Guidi, che soltanto per il peso proprio della costruzione, gli archi, per es., dei marciapiedi, subirebbero un abbassamento al vertice di non meno di cm. 32. Ammesso pure che nella montatura dell'arcata metallica si dia una corrispondente sopraelevazione per modo che a costruzione disarmata il vertice di ogni asse abbia la quota calcolata, non potrà mai evitarsi l'effetto nocivo prodotto dal carico accidentale e da una variazione di temperatura. Per il primo si produrrà un abbassamento di cm. 20; per una diminuzione di temperatura di 30° si avrebbe un abbassamento di cm. 15. E le due cause potrebbero anche cospirare. Una deformabilità così rilevante, oltre che riuscire sgradevole ai viandanti, comprometterebbe a lungo andare la stabilità dell'opera; ne conseguirebbe infatti un notevole aumento della spinta orizzontale, circa del 10 per cento in causa dell'eccessivo ribassamento degli archi e gli sforzi già eccessivi di talune aste verrebbero ancora ad aumentare.

Venne infine osservato che la disposizione dei lastroni di granito direttamente posati sui correnti superiori delle travature principali non è favorevole alla buona conservazione, mentre si renderebbe pure malagevole la eventuale posa di rotaie per tramvie.

Per l'esecuzione di questo progetto si presentarono le offerte di due Ditte importanti, delle quali l'una chiede L. 1 550 000 e l'altra L. 1 275 000, mentre tutte due dichiarano che farebbero eseguire la parte metallica dalle Officine B. Kohler di Savona.

I concorrenti non danno alcuna spiegazione circa la notevole differenza di tali due offerte, riferendosi al medesimo progetto, senza variazioni di sorta. Prendendo quindi per buona l'offerta minore, essa non può ravvisarsi esagerata, anche perchè conforme a quella proposta dalla Società delle Officine di Savigliano per il proprio progetto di Ponte metallico, la quale offerta se si tien conto del ponte di servizio e del rimborso del dazio arriva, come vedemmo, a circa L. 1 270 000.

3. — L'ingegnere *Giuchino Ferria*, il quale presentò progetti per il caso di una, di due, e di tre arcate, finì per il caso del Ponte ad una arcata sola, a limitare la sua proposta su di un Ponte ad un'arcata di m. 88 e due cunicoli laterali di m. 10, presentato nel gennaio 1901, quale variante al progetto antecedentemente presentato (Tav. III, fig. 3), nel quale la luce del Ponte era fissata di m. 90.

Nel progetto Ferria la grande arcata è formata con sei costoloni di granito, di sezione trasversale costante (metri $1,10 \times 2$) ed aventi per asse un arco di cerchio di m. 88 di corda, e m. 8,80 di saetta. Questi costoloni sorreggono per mezzo di pilastri pure di granito, aventi sezione quadrata di m. 0,75 di lato, una soprastruttura, formata con voltine di calcestruzzo di cemento, sulla quale per il tratto destinato alla carreggiata, insiste la massicciata. Una serie di lastroni di pietra, dello spessore di cm. 8 gettati fra i costoloni e muniti di tiranti formano il controventamento.

Il prof. Guidi, chiamato a riferire sulle condizioni di stabilità di tale arcata, pur facendo le debite riserve sulla sua costruttibilità, stante la eccezionale arditezza dell'opera, e pur supponendo come dice l'autore, che gli arconi di granito che trovansi sotto la carreggiata, durante il periodo costruttivo si comportino come articolati a cerniera alle imposte ed in chiave, e ad opera compiuta invece si comportino come incastrati, trovò che nei giunti inclinati di $6^{\circ}30'$ alla verticale, per effetto soltanto del peso proprio della costruzione si verifica in ogni arcane una pressione totale normale di 1425 tonn., agente con uno spostamento dall'asse geometrico (eccentricità) di cm. 14, il che dà luogo ad una pressione unitaria massima all'estremità di 92 kg. per cq.

Il carico accidentale esteso a mezza arcata produrrebbe negli stessi giunti all'estradosso una pressione unitaria di 23 kg. per cq. Un abbassamento di temperatura nell'interno della massa granitica di soli 10° vi produce ancora una pressione di 17 kg. per cq.

In tutto, adunque, 132 kg. per cq. Ed una pressione ancora maggiore si verifica all'intradosso dei giunti d'imposta, dove si ha per il peso proprio uno sforzo di 70 kg. per cq., a cui è da aggiungersi per il carico accidentale su mezza arcata lo sforzo di 37 kg. e per un abbassamento di temperatura di 10° altri 49 kg., onde in tutto 156 kg. per cq. Niun dubbio che questi sforzi vanno riguardati come eccessivi, sia pure per una struttura di granito; epperò è giustificata la conclusione del prof. Guidi che questo progetto, per riguardo alle questioni statiche, richiede di essere alquanto modificato ed assoggettato ad uno studio più accurato e completo.

La Commissione d'Ornato, chiamata a riferire in ordine all'estetica, aveva classificato in terza linea questo progetto.

In quanto alla spesa, la Relazione dell'ing. Prinetti, capo dell'Ufficio Municipale dei Lavori Pubblici, ritiene che il prezzo proposto di L. 1 200.000 non sia esagerato, essendo molto inferiore a quello per altri progetti di Ponti di granito, ma soggiunge che nella struttura ideata ad arconi o fascioni e pilastri di granito si impiega molto minor materiale, perchè la volta non è piena; epperò, oltre alla questione della stabilità, havvi pure a temere che l'opera non presenti quel carattere di monumentalità che si desidera.

In quanto al rigurgito che verrebbe prodotto dal Ponte Ferria ad una sola arcata nel caso di una piena come quella del 1839, esso non sarebbe che di m. 0,65, perfettamente ammissibile in pratica.

*1

4. — I *Fratelli Gianoli* presentarono un primo loro progetto di Ponte di granito e muratura ad una sola arcata di m. 82 di luce (Tav. III, fig. 4) impostata su due robuste spalle, sulle quali sono aperti due passaggi per le vie alzaie.

La grande arcata si compone d'una volta centrale in muratura, impostata al livello delle acque magre, e che raggiunge in chiave (all'intradosso) la quota di m. 9,60 sulla linea d'imposta; e di due arconi in granito che costituiscono le fronti e sono collegati all'anello centrale da larghe strombature per raccordare la superficie d'intradosso della volta centrale al contorno inferiore degli arconi.

L'anello centrale, che è di struttura mista, cioè di tutto granito verso le imposte e per il resto di fascioni in granito fiancheggiato da zone in mattoni, con opportuni addentellati per assicurare la solidarietà della massa, ha uno spessore in chiave di m. 1,80, ed alle imposte di m. 2,60.

I due arconi di fronte presentano la singolarità, in linea estetica poco accettabile, di superare in chiave l'altezza del piano stradale, e di riescire, col loro profilo, tangenti alla linea superiore del parapetto, coprendone la continuità per un quarto almeno della totale sua lunghezza. Ma per tal modo si è tentato di risolvere il problema di presentare una

maggior luce all'imbocco, necessaria per creare un invito alla corrente, mentre l'aumento di freccia che si è potuto ottenere con quest'artificio ne migliora le condizioni di stabilità.

La decorazione esterna degli arconi di fronte, quale appariva da grandioso ed elegante modello di tutto il ponte, fatta con stemmi e dischi alternati, fu giudicata, per il suo volume esagerato, meno appropriata a far valere la grandiosità e l'arditezza della grande arcata.

La Commissione d'Ornato, per quanto esclusivamente propensa ad un Ponte ad una sola arcata, e preferibilmente ai progetti di struttura murale anzichè alle costruzioni metalliche, classificava ultimo questo progetto dei Fratelli Gianoli.

In ordine alla stabilità, l'ing. Elia Ovazza, professore nella Scuola degl'Ingegneri di Palermo, ebbe a riferire, che nell'ipotesi di un carico esteso a tutto il Ponte di 600 kg. per mq., i valori degli sforzi massimi verrebbero ad oscillare per la muratura di mattoni da kg. 32,3 a 43,8, e per la parte in granito da kg. 65 a 113,2.

Col sovraccarico accidentale limitato ad una sola metà del Ponte, assumendo il valore di 2,5 per il rapporto dei due moduli di elasticità (muratura di mattoni e granito), gli sforzi massimi risulterebbero di kg. 28,4 per la muratura di mattoni e di kg. 98 per il granito, mentre, anche volendo secondare lodevoli audacie, gli sforzi massimi non dovrebbero allontanarsi dai valori di kg. 20 per i mattoni e di kg. 70 per il granito.

Dovendosi poi ancora tener conto degli effetti di un abbassamento di temperatura, si provocherebbero sforzi di troppo vicini a quelli di rottura. Onde il prof. Elia Ovazza conchiudeva la sua Relazione in data 1° marzo 1901, sul primo progetto Gianoli, dicendo: « trattarsi d'un concetto ardito, degno di considerazione, la cui realizzazione richiederebbe però non piccole modificazioni al progetto per poter confidare sulla stabilità dell'opera in qualsiasi evento ».

In ordine alla spesa, i Fratelli Gianoli chiedevano, per il loro Ponte di granito e di muratura ordinaria, la somma di L. 1 725 000, oltre il dazio dei materiali e la spesa del ponte provvisorio, per cui, volendo tener conto di queste due cause di aumento, la spesa totale venne giudicata dall'Ufficio dei Lavori Pubblici salire almeno a L. 1 845 000.

Avendo l'Ufficio predetto fatto lo studio di un Ponte in condizioni analoghe, ma di solo granito, con relativo calcolo della spesa, ebbesi motivo di ritenere alquanto esagerata la cifra esposta dai signori Gianoli, perchè molto superiore a quella del progetto dell'Ufficio; sebbene i Fratelli Gianoli, non avendo impiegate le cerniere, e avendo dovuto dare al loro arco dimensioni maggiori, ed inoltre avendo a provvedere al difficile lavoro della strombatura, sia razionale il supporre un maggiore impiego di granito e di mano d'opera.

Infine il progetto Gianoli, quale fu presentato, avrebbe dato luogo ad un rigurgito di massima piena di ben m. 1,15; onde anche per questo rispetto ritenesi che il progetto avrebbe dovuto essere modificato.

*

5. — Successivamente gli stessi *Fratelli Gianoli* hanno presentato una variante al primo progetto (Tav. III, fig. 5), colla quale, innalzando di qualche poco il livello stradale, che nel primo progetto era stato mantenuto a m. 224,80, e modificando sensibilmente le disposizioni degli arconi di fronte, riuscirono ad ottenerli interamente sottostanti al piano stradale, soddisfacendo così alla desiderata continuità del parapetto. Eliminarono altresì tutto il colonnato decorativo intorno all'essedra dei due accessi, ed ingrandendo i sottopassaggi per le vie alzaie fino a 9 metri, ottennero di poter ridurre l'altezza di rigurgito a 68 centimetri. Infine, con un'opportuna correzione costruttiva interna, si stu-

diarono di ridurre gli sforzi unitari massimi pel granito al disotto del limite di 70 kg. per cq.

In riguardo all'estetica, la Commissione d'Ornato che aveva, come si disse, classificato in sesta linea il primo progetto dei Fratelli Gianoli, ritenne bensì migliorato il progetto variante, ma non lo classificò che in quinta linea, per quanto i proponenti avessero dichiarato d'essere disposti ad introdurre tutte le modificazioni in ordine artistico che loro si volesse indicare.

In quanto alla stabilità ebbe a riferire in via d'urgenza il prof. Baggi della Scuola d'Applicazione degl'Ingegneri di Torino, il quale, con Relazione del 22 marzo 1901, osservò che per un abbassamento di temperatura di 10° si verificherebbero ancora nell'arco, supposto privo di cerniere, sforzi massimi eccedenti quelli generalmente ammessi dai più prudenti costruttori. Quando invece si adottassero le articolazioni a cerniera in chiave ed alle imposte, e, occorrendo, si modificasse convenientemente l'arco, le massime resistenze non oltrepasserebbero i limiti ordinari di prudenza ammessi.

Finalmente, quanto alla spesa, le soppressioni dei colonnati agli accessi, e le modificazioni apportate al progetto nella parte costruttiva hanno condotto ad una considerevole economia, ond'è che gli autori del progetto « stimando sufficiente compenso l'onore di potersi chiamare gli artefici di un'opera di tale fatta », presentavano, in data 16 marzo, al Municipio, la loro offerta a corpo per L. 1 570 000, ivi compresa la spesa per il ponte provvisorio.

*

6. — L'ing. Gio. Antonio Porcheddu presentò un primo progetto di Ponte ad un'arcata di 90 metri (Tav. III, fig. 6), da costruirsi in cemento armato, sistema Hennebique, e che s'imposta su due robusti spalloni nei quali sono ricavati due modesti passaggi allo scopo di non interrompere la continuità delle vie alzaie. L'arcata dovrebbe essere formata di fascioni aventi circa m. 2,50 di spessore all'imposta, e rastremantisi verso la chiave. Una serie di pilastri che s'innalzano sull'estradosso degli arconi debbono sostenere il piano stradale; anche i pilastri e l'impalcato portante il piano stradale sarebbero da costruirsi in cemento armato, sistema Hennebique. Le parti viste degli spalloni sarebbero rivestite di granito.

Il Ponte venne rappresentato anche in prospettiva con una grande veduta dal piazzale di sponda sinistra, magnificamente disegnata a matita. Allo stesso modo è disegnata in grande una delle fronti esterne delle decorazioni monumentali alle testate che nella parte interna portano gruppi statuari.

Il progetto era molto artisticamente presentato, attalchè la Commissione d'Ornato, chiamata a riferire dal lato dell'estetica, non esitò a classificarlo in prima linea.

Senonchè trattavasi d'un progetto presentato in modo soltanto dimostrativo; epperò mancando affatto le indicazioni dei ferri che dovrebbero armare la grande arcata e tutte le strutture di cemento armato, compreso l'impalcato che deve reggere la carreggiata, mancando pure qualsiasi Relazione, il prof. Guidi, chiamato a riferire sulla stabilità di un'opera così ardita e colossale e nuova, rispose che per mancanza di dati e di elementi relativi al progetto, gli era impossibile istituire qualunque studio al riguardo. Devesi tuttavia far osservare che coll'offerta presentata l'ing. Porcheddu obbligavasi di costruire un anello del nuovo Ponte comprendente i due arconi a monte del Ponte sospeso attuale, il quale avrebbe così continuato a servire per il transito come attualmente. Costrutto l'anello l'Amministrazione Comunale vi avrebbe fatte eseguire le prove con un sopraccarico pari a una volta e mezza quello prescritto. E ove non riuscisse

possibile raggiungere la stabilità voluta, l'Impresa obbligavasi a restituire le cose nel pristino stato.

L'Ingegnere-capo del Civico Ufficio dei Lavori Pubblici valutò che il rigurgito di massima piena per il ponte progettato dall'ing. Porcheddu sarebbe stato di m. 0,73, onde occorrerebbe qualche lieve variazione che valesse a ribassarlo almeno a 0,60.

In quanto alla spesa di costruzione, l'ing. Porcheddu chiese la somma *à forfait* di L. 1 325 000, colle fondazioni sino a m. 5,00 di profondità sotto le magre e coll'offerta di eseguire, come si disse, un anello di prova a garanzia della stabilità.

Ma, come fa osservare nella sua Relazione l'ing. Prinetti, non sarebbe possibile discutere utilmente intorno al costo probabile dell'esecuzione di questo progetto, perchè non si conoscono nè le dimensioni dei ferri, nè le composizioni dei calcestruzzi, e difettano eziandio altre opere analoghe colle quali istituire qualche confronto. Per quanto è a conoscenza del Civico Ufficio dei Lavori Pubblici, il ponte di maggiori dimensioni finora costruito dall'Hennebique è quello di Châtellerault, della larghezza di m. 8, e con tre luci, due di 40 m. ed una centrale di m. 50.

Questo Ponte importò la somma complessiva di L. 175 000, corrispondente a sole L. 152 al mq. di superficie stradale. Ora il progetto in esame pel quale si chiedono L. 1 325 000, avendo la larghezza stradale di m. 22 compresi i parapetti, verrebbe a costare in ragione di L. 460 al mq. di superficie stradale. Il prezzo molto maggiore si spiega facilmente colla molta maggiore importanza del manufatto che si tratterebbe di costruire, che ha dimensioni veramente eccezionali. Ma da tutto ciò non può aversi neppure un qualche lume circa il vero probabile costo dell'opera, mentre, per poterlo valutare con qualche approssimazione, occorrerebbe conoscere tutti i particolari di esecuzione, i quali non furono comunicati.

*

7. — Lo stesso ing. Porcheddu, in unione al signor geometra P. V. Bellia, presentò un altro progetto di Ponte ad una sola arcata maggiore ancora del progetto precedente, ossia della luce netta di m. 95,90, da costruirsi pure in cemento armato sistema Hennebique (Tav. III, fig. 7). Ne fu presentata una buona rappresentazione plastica, ed un'altra prospettiva in acquarello.

La decorazione di questo Ponte è opera dell'ing. commendatore Giacomo Salvadori, e la Commissione d'Ornato, classificando in prima linea questo progetto insieme a quello precedente, riteneva evidentemente i due progetti meglio rispondenti di tutti gli altri presentati al Concorso, alle esigenze imprescindibili dell'estetica, essendochè sia l'uno che l'altro ponte, sebbene costrutti in cemento armato ed aventi lo slancio e la sveltezza di un'arcata metallica, trarrebbero dal rivestimento in granito delle spalle, e dal parapetto pure di granito, nonchè dalla pietra artificiale delle fronti delle arcate, il voluto carattere di monumentalità. Nulla del resto impedirebbe di rivestire in granito anche le arcate frontali.

Ma non essendo stato neppure questo progetto accompagnato dagli occorrenti particolari di costruzione e dai relativi calcoli, non era possibile pronunziarsi *a priori* in ordine alla sua stabilità.

I proponenti però obbligavansi, come per il caso precedente, ed ove la scelta fosse caduta su questo progetto, di presentare i documenti di calcolo necessari, ed a costruire entro nove mesi un anello di prova a monte del Ponte sospeso attuale.

Il prezzo di esecuzione *à forfait* venne chiesto in lire 1 200 000, comprese le fondazioni sino a 5 metri di profondità sotto le magre e la costruzione dell'anello di prova.

Questo Ponte essendo stato progettato della larghezza di m. 20, il prezzo di esecuzione domandato sarebbe in ragione di L. 440 il mq. di superficie stradale.

*

B. — PONTI A DUE ARcate.

L'idea di fare un Ponte a due arcate, che da bel principio, quando venne enunciata, parve ai più inaccettabile e strana, è stata nondimeno presa in seria considerazione, come lo provarono i quattro progetti presentati, dei quali anzi uno venne studiato dal Civico Ufficio dei Lavori Pubblici.

L'idea delle due arcate era venuta quando i canottieri non avendo ancora, siccome adesso fanno, limitato il loro campo a valle dell'attuale ponte sospeso, asserivano d'aver bisogno di grande ampiezza di visuali; ma d'altra parte erasi osservato che trovandosi il filone del fiume più verso la sponda sinistra, tutte le imbarcazioni passavano in una striscia di fiume contro questa sponda della larghezza non maggiore di 40 metri.

Ma la Commissione d'Ornato, in ordine al migliore effetto estetico del nuovo Ponte, tenuto anche conto del luogo in cui il medesimo dovrà essere costruito, espresse il proprio avviso decisamente contrario ad una pila centrale, la quale avrebbe per effetto di dissestare maggiormente l'alveo del Po, incanalandone le magre quasi tutte sotto l'arco di sinistra e facendo interrire l'altra metà dell'alveo.

Essa avrebbe pure espresso l'opinione che la pila centrale « toglierebbe troppa parte della vista del paesaggio di sfondo del Po », e ne concluse che i progetti a due arcate dovessero essere scartati, qualunque potesse essere il loro merito sotto altri rispetti.

Ciò nondimeno è prezzo dell'opera l'espone brevemente i principali dati dei progetti di Ponte a due arcate stati presentati.

*

1. — L'ing. *Gio. Antonio Porcheddu* presentò un progetto di Ponte a due arcate, o per dir meglio, a due mezz'arcate (Tav. IV, fig. 1), aventi ciascuna la luce di m. 47,50, da costruirsi in cemento armato, sistema Hennebique.

La larghezza del Ponte è di m. 22, ma verso il mezzo esso si allarga fino a raggiungere sulla pila la larghezza di 32 metri; ed in mezzo al Ponte, sopra la grande pila da cui si slanciano verso le rive le due mezz'arcate, è progettata la statua di Re Umberto a cavallo.

Mancano ancor qui i particolari di costruzione ed i calcoli di stabilità.

L'importo complessivo dell'esecuzione, come risulta da regolare offerta, sarebbe di L. 850 000 colle fondazioni fino a 5 m. di profondità sotto le magre e coll'offerta di eseguire un primo anello di prova a monte del Ponte attuale da servire poi di passaggio provvisorio. Quest'offerta corrisponderebbe a L. 340 per mq. di superficie stradale.

*

2. — L'architetto *R. D'Arconco* insieme all'ingegnere *Gioachino Ferria* presentarono un progetto di Ponte a due arcate di m. 51 di luce (Tav. IV, fig. 2) da costruirsi con fascioni di granito e sovrastruttura cementizia.

In quest'originale tipo di Ponte concepito e svolto con senso d'arte, si vede l'impronta geniale, sempre caratteristica, dell'architetto D'Arconco. Un progetto quasi identico all'attuale era già stato esposto dal D'Arconco al pubblico torinese in uno splendido disegno fin dal 1893 presso la Società Promotrice di Belle Arti.

L'ing. Ferria non vi ha portato che le occorrenti modificazioni nell'ossatura, studiandosi di renderne, mediante l'ap-

plicazione del suo sistema costruttivo, più semplice e più facile l'esecuzione.

La pila centrale è basata su due enormi blocchi di fondazione, e su questi si elevano due colossali pilastri della sezione di m. 7 × 8. Fra questi due pilastri si apre, nel senso trasversale al fiume, un cunicolo, che è pure praticabile alle barche.

Il Ponte sopra la pila si allarga in due ampi piazzali, sui quali potranno trovar posto, senza recare ingombro al pubblico passaggio, due gruppi statuari decorativi. Altri piazzali analoghi si trovano presso le due spalle.

Il prof. Baggi che ebbe a farne un esame sommario, stante la brevità del tempo e l'urgenza, riferì in data 1° marzo 1901 potersi concludere che teoricamente in base ai dati assunti dagli Autori, che dovrebbero però essere alquanto modificati, le arcate progettate corrispondano ai requisiti richiesti per la stabilità. Dato però il sistema costruttivo proposto dagli Autori, il prof. Baggi riteneva indispensabile qualora il progetto dovesse essere fra i prescelti, di procedere ad un esame più minuto, su progetto esecutivo.

Per questo progetto erano richieste lire 1 300 000 per una costruzione con fascioni e rivestimento di granito, e sovrastruttura di calcestruzzo cementizio. Il quale importo non venne ritenuto eccessivo dalla Relazione dell'ingegnere-capo Prinetti, risultando anzi inferiore a quanto si potrebbe dedurre, confrontando questo progetto con altri da eseguirsi di granito, ed avuto riguardo all'eccezionale sviluppo della pila centrale.

*

3. — Lo stesso ingegnere *Ferria* aveva presentato assai tempo prima un altro progetto di Ponte a due arcate più ampie, cioè di m. 55 di luce con m. 8,60 di saetta (Tav. IV, fig. 3).

Ogni arcata è costituita in modo identico dell'arcata centrale della medesima luce del Ponte a tre archi, presentato pure dall'ing. Ferria (Tav. IV, fig. 5); epperò, in quanto alla struttura ed alla stabilità, ci riferiamo a ciò che sarà detto più innanzi parlando di tale progetto.

La richiesta per l'esecuzione *à forfait* era di L. 950 000 per le arcate con fascioni di calcestruzzo e di L. 1 100 000 per le arcate con fascioni di granito, i quali preventivi furono ritenuti abbastanza adeguati a quelli calcolati per un ponte analogo dall'Ufficio Tecnico Municipale dei Lavori Pubblici.

*

4 e 5. — L'Ufficio Tecnico Municipale dei Lavori Pubblici presentò due progetti di Ponte a due arcate di m. 50 di luce, di cui il primo è rappresentato dalla fig. 4 della Tav. IV, ed il secondo non ne differisce che per essere state soppresse le strombature e per avere adottato le cerniere alla chiave ed alle imposte degli archi.

Del resto, in tutti due i progetti, gli archi sono stati progettati di calcestruzzo cementizio, con o senza rivestimento di granito, a scelta dell'Amministrazione.

L'ing. Vittorio Baggi, professore di costruzioni nella Regia Scuola d'Applicazione degl'Ingegneri di Torino, che fu incaricato di esaminare i due progetti, trovò per il primo progetto (Tav. IV, fig. 4) che prendendo una larghezza di Ponte di m. 2,83 corrispondente alla distanza da asse ad asse di due file consecutive di pilastri e considerando l'arco come una trave elastica perfettamente incastrata, la curva delle pressioni nei due casi del sovraccarico esteso a tutta l'arcata, ovvero limitato a mezza arcata, presenta un buon andamento senza mai uscire dal terzo medio. La pressione unitaria ha il suo massimo in corrispondenza del giunto di chiave, e risulta di 32 kg. per cq. nell'ipotesi del sovraccarico dissimmetrico.

Per le spalle, la pressione unitaria massima alla risega di fondazione è di kg. 5,6 per cq., ed alla base delle fondazioni è di kg. 6,2. La pressione media su detta base è di kg. 4,1 per cq. Quanto allo scorrimento, vi sarebbe stabilità al piano della risega di fondazione: non così per le sezioni orizzontali all'altezza dell'imposta. Onde converrebbe aumentare l'altezza della spalla ed apparecchiare opportunamente la muratura all'imposta.

Per la pila, la pressione media è di kg. 8,55 per cq. alla risega di fondazione, e di kg. 7,14 alla base delle fondazioni.

Nell'altro progetto senza strombature, ma cogli archi a tre cerniere, la pressione massima, col sovraccarico esteso a tutta l'arcata, risulterebbe all'estradosso in chiave di kg. 26,4, ed all'imposta, pure all'estradosso, di kg. 26,3, i quali carichi non eccedono i limiti ammissibili. Col sovraccarico limitato a mezza arcata, la tensione massima risulterebbe di kg. 29,3 per cq. in prossimità dell'imposta.

Per le spalle, la risultante delle forze esterne al piano della risega di fondazione formerebbe colla verticale un angolo maggiore dell'angolo d'attrito, che per le murature può assumersi mediamente di 35°. Onde, ad evitare qualsiasi pericolo di scorrimento, converrà apparecchiare opportunamente la muratura, sia con corsi radiali, sia con grossi conci di pietra, posti verticalmente dietro il cuscinetto d'imposta. Converrà inoltre limitare superiormente la spalla con un piano orizzontale all'altezza di m. 5,60 dalla risega di fondazione, anzichè con un piano inclinato.

Alla base di fondazione la risultante verrebbe a passare fuori del terzo medio, ma anche facendo astrazione della resistenza delle malte alla tensione, si viene ad avere una pressione massima di kg. 9,9 per cq., che si potrebbe benissimo far sopportare dai pali messi più fitti in corrispondenza dello spigolo esterno.

Per quanto infine riguarda la pila, le dimensioni risultano sufficienti; la pressione massima non supera i 7 kg. per cq. che si potrà far portare da conveniente numero di pali.

Il rigurgito, nel caso di una massima piena come quella del 1839, venne calcolato di m. 0,68 e 0,53 rispettivamente per il primo ed il secondo progetto, il che spiega la variante adottata per quest'ultimo della soppressione delle strombature, e conseguentemente dell'introduzione delle articolazioni a cerniera alla chiave ed alle imposte.

Il primo progetto importerebbe la spesa di L. 1 050 000 col rivestimento di granito, e di L. 990 000 senza il rivestimento.

Il secondo progetto importerebbe la spesa di L. 910 000 col rivestimento di granito, e di L. 850 000 senza il rivestimento.

Considerati dal punto di vista della decorazione, questi due progetti sono apparsi invero d'una semplicità anche soverchia, dato il carattere di monumentalità che dovrebbe avere il Ponte Umberto I, sebbene le due arcate del secondo progetto si presentino singolarmente slanciate e non prive di eleganza.

*

C. — PROGETTI DI PONTI A TRE ARCADE.

L'indeterminatezza del programma circa il numero delle luci da assegnarsi al Ponte fece sì che, ad eccezione dei progetti di Ponte metallico, i concorrenti si studiassero di presentare progetti ad una, a due ed a tre arcate.

Nel caso delle tre arcate era per altro indicato che la luce centrale si desiderava di maggiore ampiezza, fra i 50 ed i 55 metri. Ed è perciò che, studiate le condizioni statiche dell'arcata centrale per il Ponte a tre luci, alcuni se ne

servivano pure, come abbiamo veduto, per allestire il progetto di Ponte a due luci con pila centrale.

I progetti di Ponte a tre arcate sono essenzialmente quattro

*

1. — L'ingegnere *Gioachino Ferria* che da tanti anni ha studiato questo Ponte e che ha già compilati tanti progetti e di tutti i sistemi, oltre al progetto di Ponte a tre arcate, approvato già una volta ed acquistato dal Municipio, e per il quale ha presentato l'offerta di un'impresa per l'esecuzione in granito *à forfait* mediante la somma di 1 300 000 lire, presentò altro progetto più conforme alle varianti portate dal nuovo programma, un progetto di Ponte a tre archi con arcata centrale di 55 m. di luce e due laterali di m. 25 (Tav. IV, fig. 5). Il Ponte era stato ideato per essere eseguito in calcestruzzo cementizio, ma, come rilevasi da una lettera in data 18 marzo 1901, pubblicata sui giornali, l'ing. Ferria avrebbe poi ritirato tutti i progetti relativi a tale esecuzione dopo la dedica del Ponte alla memoria di Re Umberto, facendo offerte per la struttura in granito ed in cemento rivestito di granito.

Ad ogni modo il progetto Ferria del luglio 1900 consta di un'arcata centrale di 55 m. di corda e m. 8,60 di saetta e di due arcate laterali di m. 25 di corda con m. 7,20 di saetta. Però, costruttivamente le arcate, per un'altezza di m. 3,60 sul livello delle magre, sono ottenute con prolungamento ed opportuna rastremazione dei piedritti, talchè le volte reali hanno le dimensioni seguenti:

Arcata centrale, corda m. 50; saetta m. 5,00
Arcate laterali, » » 22; » » 3,67

Le tre arcate sono costituite da 7 costoloni con sezione costante di m. 1 × 1,20 per l'arcata centrale e di m. 1 × 0,80 per le laterali.

Questi costoloni sono collegati da doppio ordine di voltine di m. 0,20 di spessore, le une in prossimità dell'estradosso, le altre dell'intradosso, lasciando fra le due voltine un vano di m. 0,60 di altezza.

L'asse geometrico dei costoloni è un arco circolare, del raggio di m. 65 per l'arcata centrale, e di m. 18,30 per le laterali.

Queste arcate verrebbero, secondo l'autore del progetto, eseguite in modo che i loro costoloni, durante la costruzione completa del manufatto, e quindi per il peso proprio totale, si comportino come archi articolati a cerniera alle imposte ed alla chiave, mentre dopo finito questo periodo *costruttivo*, che l'autore chiama *provvisorio*, verrebbero chiuse le soluzioni di continuità e l'arco si comporterebbe nel periodo *definitivo* come monolitico e solidale alle imposte.

La costruzione effettiva dei costoloni si farebbe poi col sussidio di certe *sottili centine di ferro* destinate a portare una prima corona di muratura, la quale, cooperando colle centine di ferro, permette di fare una seconda corona e così via, per modo che in definitiva la volta risulterebbe costruita, come dice l'autore, *senza armatura*.

Il prof. Guidi, incaricato dal Municipio di riferire in merito alla stabilità di questo ponte, nella sua Relazione del 12 febbraio 1901, lasciata da parte ogni questione relativa al periodo costruttivo, nel quale le suddette sottili centine di ferro dovranno pur supplire all'ufficio importantissimo dell'armatura, e supponendo che il periodo costruttivo possa essere felicemente superato, dichiara di avere studiate le condizioni di stabilità dell'arcata centrale considerando un costolone colle sue semi-volte adiacenti, ossia in tutto una larghezza di Ponte di m. 2,83 situata sotto la carreggiata, ed essergli risultato che i giunti più cimentati, ossia quelli inclinati di 16 gradi alla verticale, presenterebbero un'ecce-

tricità di sforzo di cm. 32,4 (distanza della curva delle pressioni in quel giunto dall'asse geometrico dell'arcata).

In quei giunti si svilupperebbe per effetto soltanto del peso proprio della costruzione uno sforzo unitario massimo di compressione di 86 kg. per cmq. all'estradosso ed uno sforzo di tensione di 15 kg. per cmq. all'intradosso. Onde sarebbe superfluo ricercare ancora l'aumento che verrebbe prodotto negli sforzi interni dal carico accidentale, come pure da una variazione di temperatura. Gli sforzi massimi totali risulterebbero certamente inammissibili per la natura del materiale con cui l'autore proponevasi di fabbricare la volta, essendo già eccessivi quelli sopra indicati, prodotti esclusivamente dal peso proprio.

Ma se il progetto, come fu presentato, non offrirebbe sufficiente garanzia di stabilità, non è però nè impossibile nè difficile di modificarlo e completarlo, soprattutto cercando di distribuire meglio i carichi sulla volta per modo che la curva delle pressioni si avvicini veramente all'asse geometrico dell'arcata.

Così pure non si dovrà tralasciare di assoggettare ad accurato studio anche il periodo costruttivo.

*

2. — L'altro progetto pure a tre arcate colle stesse corde e saette di quello precedente, da costruirsi in calcestruzzo cementizio ma non più a costoloni separati, ma a volta piena per tutta la larghezza del ponte e colle fronti in granito, il quale progetto rimonta al maggio 1896, e fu ripresentato, come già si disse, coll'offerta à forfait di lire 1 300 000, fu pure sottoposto all'esame dell'egregio prof. Guidi, e dalla stessa Relazione in data 12 febbraio 1901 si deducono i seguenti risultati:

L'asse geometrico dell'arcata centrale, anzichè circolare come nel progetto precedente, sarebbe una curva che riferita alla tangente ed alla normale per il vertice, avrebbe prossimamente per equazione: $y = 0,0093 x^2 + 0,033 x$.

Lo spessore della volta centrale è di m. 1 in chiave, di m. 1,10 alle imposte e di m. 1,30 alle reni.

Le tre arcate sarebbero provviste di articolazioni a cerniera alle imposte ed alla chiave, da servire non soltanto nel periodo costruttivo, come per il progetto precedente, ma anche ad opera compiuta.

Fatte anche qui le più ampie riserve sulla garanzia di stabilità durante il periodo costruttivo e supponendolo felicemente superato; e studiando l'equilibrio di una striscia di arcata centrale della larghezza di m. 2,80, risulta che la curva delle pressioni prodotta dal peso proprio della costruzione si discosta alquanto dall'asse geometrico dell'arco. Nei giunti più cementati, che sono quelli inclinati a 16 gradi alla verticale si verifica un'eccentricità di cm. 18 ed uno sforzo unitario massimo di compressione di 46,2 kg. per cmq.

Negli stessi giunti il carico accidentale sopra di mezza arcata produce pure all'estradosso uno sforzo di compressione di 6,7 kg. per cmq.

Finalmente un abbassamento di temperatura, per il quale avvenga una rotazione della cerniera al vertice, può dar luogo in causa dell'attrito opposto dalla cerniera stessa, ad uno spostamento della spinta risultante, e ad una coppia il cui momento determinerebbe un altro sforzo di compressione all'estradosso di kg. 5,5 per cmq.

In totale dunque uno sforzo unitario massimo di 58 kg. per cmq., senza tener conto degli sforzi secondari che possono essere generati dall'urto delle acque di piena.

Ora è fuori dubbio che un tale sforzo va riguardato come eccessivo, ove si tratti di costruzione in calcestruzzo cementizio, mentre non è impossibile modificare il progetto in modo da ridurlo notevolmente.

L'offerta di esecuzione per i due progetti, quando ben inteso nel primo progetto si costruissero fascioni di granito, e nel secondo si adottasse pure il rivestimento di granito, sarebbe rispettivamente di lire 1 100 000 e 1 300 000. Le quali offerte furono per altro ritenute dall'Ufficio Tecnico Municipale dei Lavori Pubblici piuttosto elevate in confronto di quelle di altri concorrenti per Ponti a tre archi dello stesso sistema, ed in condizioni poco differenti.

*

3. — L'Ufficio Tecnico Municipale ha presentato anche esso un progetto di Ponte a tre archi, di calcestruzzo cementizio (Tav. IV, fig. 6).

L'arco centrale ha 50 metri di luce ed i due laterali ne hanno 25 ciascuno. La larghezza del Ponte è di m. 20 nel mezzo, ma il Ponte va allargandosi alquanto ad imbuto verso gli imbocchi.

Su questo progetto fu chiamato a riferire, dal lato della stabilità, il prof. Vittorio Baggi, il quale con sua Relazione in data 30 febbraio 1901 ammise che la curva delle pressioni presentava un buon andamento; che la massima pressione unitaria risulta di kg. 28,5 per cmq. nell'ipotesi del sovraccarico su tutta l'arcata, e che nell'ipotesi del sovraccarico dissimmetrico sarà anche piccolo l'aumento. Le arcate laterali sono in condizioni anche migliori.

Quanto alle spalle la pressione massima che alla risega di fondazione è di kg. 4,7 per cmq. si eleva alla base delle fondazioni a kg. 7,2; ma la pressione media in detto piano di base non è che di kg. 4,24. Anche la stabilità allo scorrimento è sufficientemente verificata. Per la pila la pressione media è di kg. 7,7. Onde il prof. Baggi conclude che il progetto soddisfa convenientemente alle condizioni di stabilità.

Ma certamente il progetto avrebbe d'uopo di essere migliorato dal lato dell'estetica, per ciò che si riferisce alla parte architettonica e decorativa, onde abbia a rivestire quel carattere di monumentalità che si desidera in un Ponte in quella località e per di più dedicato a ricordare le virtù civili e militari del compianto Sovrano.

Il rigurgito in caso di una massima piena pari a quella del 1839 risulterebbe per questo ponte di m. 0,61, epperò in limiti ammissibili.

L'importo dell'esecuzione di questo Ponte col rivestimento in granito è stato preventivato nella somma di 1 120 000 lire, compresa la somma occorrente per il ponte provvisorio; ma su tale preventivo non sarebbe computato il dazio dei materiali, il quale si può valutare tra le 45 e le 50 mila lire. Del resto i calcoli fatti devono ritenersi abbastanza rassicuranti, perchè appoggiati anche alle risultanze degli importi di altri Ponti costruiti sul Po dall'Ufficio stesso.

*

4. — L'ingegnere Gio. Antonio Porcheddu in unione al signor Pier Vincenzo Bellia presentò pure il suo progetto di Ponte a tre arcate da costruirsi, non occorre dirlo, in cemento armato, sistema Hennebique. L'arco centrale (fig. 7, Tav. IV), ha 60 metri di luce, ed è fiancheggiato da due arcate Cantelever di m. 25 caduna. La larghezza del ponte è di metri 20.

Ma anche questo progetto non fu presentato che in modo puramente dimostrativo, ond'era impossibile istituire alcuno studio al riguardo.

Il prezzo d'esecuzione à forfait domandato è di lire 700 000, colle fondazioni sino a metri 5 di profondità sotto le magre, e quindi corrisponderebbe a lire 268 per mq. di superficie stradale. Al quale riguardo non è fuori luogo l'osservazione dell'Ingegnere-capo del Civico Ufficio Tecnico che il Ponte di Chatellerault, a tre luci, colla centrale di m. 50 e le due laterali di m. 40, costruito dall'Hennebique,

importò la somma complessiva di lire 175 000, essendo della larghezza di m. 8, per cui la spesa di costruzione sarebbe rimasta limitata a L. 152 per mq. di superficie stradale.

5. — La Ditta *Froté et Westermann* di Zurigo, molto favorevolmente conosciuta per lavori diversi eseguiti in cemento armato, ha presentato essa pure un progetto di Ponte in cemento armato, a tre arcate, la centrale di m. 50 di luce e le laterali di m. 28 (fig. 8, Tav. IV).

Esternamente questo Ponte ha tutta l'apparenza dei ponti ordinari in muratura, coi timpani pieni. Internamente è un'ossatura tutta caratteristica delle costruzioni in cemento armato.

Una soletta generale, spessa cm. 20, sostiene la massicciata ed i marciapiedi. Essa è a sua volta sostenuta da 11 nervature longitudinali, le quali hanno soltanto lo spessore di cm. 20 ed un interasse di m. 2,03. Le due nervature esterne rimpiazzano i muri di fronte; le altre rimangono all'interno e sono perciò invisibili.

Queste nervature impostano sulle arcate costituite da solette ricurve, il cui spessore varia da cm. 25 alla chiave, a cm. 60 all'imposta.

Tale costruzione corre continua sulle pile ed è poi impostata a cerniera contro le spalle al livello della soletta inferiore.

Onde meglio equilibrare la spinta esercitata contro le pile dall'arcata centrale, gli spazi compresi fra la soletta superiore, l'arcata inferiore e le nervature longitudinali, verrebbero parzialmente riempiti nelle arcate laterali da un ballast che ne aumenterebbe il peso.

Il prof. Guidi, incaricato dal Municipio di esaminare il progetto dal lato della stabilità, nella sua Relazione in data 12 marzo 1901, trovò lodevoli, perchè geniali e razionali, le disposizioni costruttive, ed i calcoli di stabilità condotti pure in modo lodevole, sebbene abbastanza complicati e non pertanto aventi solo un carattere di massima, ma sufficienti ad ogni modo a dimostrare che la soluzione proposta non è impossibile.

Tali calcoli si basano sopra alcune ipotesi semplificative, che per un progetto definitivo non potrebbero adottarsi. Anche i dati da cui partirono gli autori del progetto per stabilire i carichi da cui sarebbe gravato il Ponte non sono accettabili. Così uno spessore di massicciata di soli 20 cm. di ghiaia, deve ritenersi insufficiente, mentre si esige una pavimentazione di granito di circa 15 cm. di spessore con un sottoposto strato di ghiaia di almeno 10 cm.

Per il calcolo della soletta superiore, nel valutare il peso proprio della costruzione non si sarebbe tenuto conto della massicciata, e si assunse come carico accidentale più sfavorevole la pressione di una ruota del peso di 4 tonn., mentre non convenendo escludere il passaggio del rullo compressore a vapore si doveva tener conto di un carico accidentale almeno doppio.

Anche le variazioni di temperatura, di cui non tengono conto gli Autori del progetto, verrebbero ad aggravare notevolmente le condizioni statiche dell'opera.

Volendo tener conto di tutte queste circostanze e pure ammettendo in via di prima approssimazione, come hanno fatto gli Autori del progetto che l'arcata centrale possa riguardarsi come perfettamente incastrata alle estremità, mentre invece in causa della deformazione delle arcate laterali e delle pile, essa si comporterà solo come imperfettamente incastrata, il prof. Guidi rilevò che lo sforzo massimo alla compressione del cemento armato, calcolato dagli Autori in kg. 39,9, salirebbe a kg. 44 nel caso di un sovraccarico completo. E lo sforzo di tensione nei ferri che armano

la soletta superiore, calcolato dagli Autori in corrispondenza delle pile in 930 kg. sul cmq. salirebbe a 1200 kg. e tenendo conto di una variazione di temperatura di 10° salirebbe a 1600 kg. sul cmq.

Onde senza procedere a più minuziose verifiche di stabilità, risulta dimostrato che « le dimensioni adottate in questo progetto di massima dovrebbero essere opportunamente modificate in un progetto definitivo, affinché il Ponte presenti quel grado di stabilità che devesi pretendere in opere di tal genere, pur prescindendo dalla questione pregiudiziale se sia opportuno per un'opera che vuol essere doppiamente monumentale e per le sue dimensioni e per la località e destinazione, ricorrere al nuovissimo sistema di costruzione, abbenchè il medesimo abbia già dato ottime prove in svariate e riuscitissime applicazioni ».

Il prezzo *à forfait* che la Ditta *Froté et Westermann* ha presentato di lire 1 030 000 è parso abbastanza fondato non solo per la garanzia della Ditta offerente, ma anche perchè tale prezzo è in regolare rapporto con quelli offerti o calcolati per altri Ponti dello stesso sistema.

*

6. — L'architetto *Raimondo D'Aronco* ha pure presentato un suo progetto di Ponte a tre arcate coll'arco centrale di m. 60 di luce, e due archi laterali di soli m. 16. Ma come il progetto constava di un semplice schizzo riprodotto al ferro-prussiato, e senza offerta, non ne fu tenuto calcolo.

*

Il risultato del Concorso. — Dopo avere così passati in rassegna tutti i progetti presentati al Concorso, crediamo di avere i lettori con noi assenzienti nel concludere anzitutto che, avuto riguardo alle difficoltà non comuni dello studio di un progetto con un programma indeciso e colle altre condizioni volute dalla Giunta, si è nondimeno finito per raccogliere una serie abbastanza numerosa di progetti, quasi tutti veramente notevoli sia dal punto di vista artistico, sia dal punto di vista costruttivo, per quanto nessuno dei progetti presentati presentasse in sé tanti pregi da poter essere stimato di gran lunga superiore agli altri e pienamente rispondente al concetto di un Ponte monumentale da dedicarsi alla memoria del Re Umberto I.

Dei progetti presentati non fu fatta una vera esposizione pubblica, ma chiunque poteva togliersi la curiosità ritirando il permesso di visitarla dal Gabinetto del Sindaco.

Ma la maggiore agitazione ebbe luogo non si tosto si conobbe per i giornali il voto che la Giunta aveva deliberato di presentare all'approvazione del Consiglio Comunale.

La Giunta Municipale, nella sua seduta del 10 marzo, aveva preso la seguente deliberazione:

- 1° Di adottare il concetto di un Ponte ad unica luce;
- 2° Di prendere atto che dei progetti presentati ad unica luce solo quello delle Officine di Savigliano risponde alle esigenze di una stabilità assoluta e garantita fin d'ora;
- 3° Di proporre al Consiglio Comunale l'accettazione di questo progetto colla spesa relativa di L. 1 270 000, compreso l'importare del ponte provvisorio e quello del dazio sui materiali;

4° Di domandare al Consiglio l'autorizzazione di introdurre, previo avviso di speciale Commissione artistica, quelle aggiunte e modificazioni alle parti decorative delle spalle e dei timpani od armille che fossero per risultare necessarie per metterlo in armonia colle opere quali saranno deliberate dal Consiglio in applicazione della spesa di lire 300 000 già approvata nella seduta consigliare 21 dicembre 1900, e ciò con una maggiore spesa che non debba eccedere le L. 50 000;

5° Di proporre al Consiglio Comunale la conferma degli stanziamenti fatti colla deliberazione stessa per lire 300 000, nonchè la destinazione a quest'opera della somma di L. 1 000 000 a corrispondersi dalla Società tramviaria Belga e Torinese; mandando a stanziare nei bilanci 1904 e 1905 l'eccedenza della spesa in L. 320 000 e così la cifra di L. 160 000 per ognuno dei predetti esercizi;

6° Di richiedere al Consiglio stesso un voto esplicito che determini i criteri secondo i quali dovrebbero essere fatti nuovi studi, qualora non riuscissero approvate tali proposte.

Dal 10 marzo al 25 stesso mese, nel qual giorno ebbe luogo la discussione al Consiglio Comunale, si ebbero non poche manifestazioni della pubblica opinione, essenzialmente contrarie alla proposta di un Ponte metallico.

Il *Circolo degli Artisti*, il 21 marzo, dopo animata discussione, votava in circa 120 intervenuti, con soli 7 voti contrari, il seguente ordine del giorno dello scultore cav. Leonardo Bistolfi:

« L'assemblea del *Circolo degli Artisti*, in omaggio al proposito che è nella coscienza della cittadinanza di avere nel Ponte Umberto I un'opera monumentale, lamenta che l'Amministrazione Municipale non abbia fatto quanto avrebbe dovuto per assicurare il miglior contributo di progetti in un grande e serio Concorso bandito con criteri d'arte; e, coerente a sue precedenti manifestazioni, si dichiara per intanto assolutamente contraria al voto della Giunta proponente il Ponte in ferro ».

La *Società degli Ingegneri ed Architetti*, in seguito a lunga discussione tenutasi in due sedute generali consecutive, il 22 e 23 marzo, mandava a comunicare il seguente ordine del giorno al Sindaco, che ne diede lettura al Consiglio Comunale:

« La Società degli Ingegneri ed Architetti di Torino,

« 1° Riconoscendo che il progetto di Ponte monumentale Umberto I sul Po, proposto dalla Giunta Municipale all'approvazione del Consiglio, non presenta i requisiti artistici e tecnici che si convengono a tale opera, fa voti che l'Amministrazione Comunale sospenda ogni decisione al riguardo e bandisca immediatamente un regolare Concorso su larghe basi, giovandosi dell'opera di una Commissione tecnico-artistica, sia nel fissarne le modalità, come nel giudicarlo;

« 2° Fa voti che tale Concorso sia indetto tanto per tre arcate, con una centrale di luce non inferiore ai m. 50, quanto per un Ponte ad un'arcata sola;

« 3° Ritene che un Ponte a due arcate con una pila nel mezzo, specialmente se grande, porterebbe con sè il pericolo gravissimo di spostare sempre più il filone verso la sponda sinistra e favorire l'interrimento verso la sponda destra;

« 4° Ritene non sia indispensabile la struttura in ferro per superare la larghezza del fiume con un'arcata sola, ed inoltre che per considerazioni di economia nazionale, di estetica e per riguardo alla durata dell'opera, dato il suo carattere monumentale, sia meno consigliabile la struttura metallica;

« 5° Infine, fa voti perchè l'Amministrazione Comunale ritorni sulla sua determinazione relativa alla decorazione del Ponte, ed esprime il desiderio che si faccia il possibile affinchè la parte costruttiva di quest'opera risulti ben fusa insieme colla decorativa ».

La discussione avvenuta nel Consiglio Comunale non ha aggiunto gran che a quanto si sapeva.

Alle querimonie perchè la Giunta non abbia indetto un vero Concorso con tutta la pubblicità necessaria, rispose il

Sindaco che alla Giunta non poteva importare l'averne un gran numero di progetti che sulla carta potessero anche offrire una bella immagine di Ponte, ma erasi proposta di promuovere la presentazione di progetti d'opera da costruirsi effettivamente, accompagnati perciò non solo da disegni, ma eziandio da serie proposte di esecuzione. Che pertanto si limitò ad invitare coloro che presumeva essere in grado di rispondere alle condizioni ora cennate, ed alle eventuali dimenticanze si è sopperito col prorogare il termine della presentazione dei progetti. Onde non credeva siavi stata persona desiderosa ed in grado di partecipare all'invito che non l'abbia potuto fare.

La grande maggioranza dei consiglieri che hanno preso la parola si trovarono concordi nell'ammettere che il Corso Vittorio Emanuele, che è già una delle più importanti, se non addirittura la prima arteria della città, è destinato col tempo a ben maggior transito ed a sempre crescente importanza; che un Ponte metallico, di durata necessariamente limitata, male corrisponderà ai bisogni del transito ed a quella monumentalità che tutti vollero dare all'opera quando votavasi con tutto il cuore la somma di lire trecento mila in aggiunta a quella già fissata per il nuovo Ponte, per dedicarlo alla venerata memoria di Umberto I. Ma poichè i fondi esistono, doversi fare un Ponte che duri trecento o quattrocento anni, e non solo più di 40 anni.

Lo stesso ordine del giorno che fu sottoscritto dal Conte Di Sambuy e da altri otto Consiglieri i quali avevano in animo di approvare la proposta della Giunta, invitava « a far proporre in linea tecnica da apposita Commissione la convenienza di porre le cerniere al disopra delle piene », il che per un Ingegnere significa rigetto puro e semplice del progetto presentato e della relativa offerta di esecuzione, poichè la diminuzione della sassetta dell'arco in quelle proporzioni conduce ad una serie di difficoltà per evitare le troppo forti oscillazioni, e turba tutta l'economia dell'impresa, aumentando enormemente il costo dell'opera.

L'ordine del giorno Di Sambuy cadeva con 23 voti favorevoli e 37 contrari dati per appello nominale. E con esso cadevano tutte le proposte della Giunta, ad eccezione dell'ultima, da essa inserita per doveroso riguardo al Consiglio e per l'eventualità appunto verificatasi che il Consiglio si pronunciasse contrario al Ponte in ferro.

Successivamente il Consiglio Comunale accoglieva la nuova proposta della Giunta di indire un Concorso per un Ponte monumentale da eseguirsi con una o tre arcate costruttivamente in pietra da taglio e colle spalle, e nel caso delle tre arcate colle pile, rivestite pure in pietra da taglio; venne pure stabilito che il Ponte dovesse avere l'ampiezza stradale di m. 22, e che l'offerta di esecuzione *à forfait* dell'opera, compreso il ponte provvisorio, non avesse a superare le lire 1 800 000, esclusi però da tale somma i quattro gruppi statuari, per cui il Consiglio ha precedentemente riservato la somma di lire 300 000.

La Giunta ha quindi nominato una Commissione per la compilazione del programma di Concorso, e che dovrà poi essere quella giudicatrice dei premi da ripartirsi in ragione di merito fra i concorrenti.

Onde ci riserviamo di far conoscere fra breve ai lettori le precise condizioni del programma, mentre tutti i dati e risultati che abbiamo creduto di raccogliere, serviranno, ne siamo convinti, a facilitare lo studio e lo sviluppo del programma a coloro che, anche lontani da Torino, volessero accingersi a trovare la difficile ma seducente ed importante soluzione definitiva del grandioso Ponte Umberto I.

G. SACHERI.

NOTIZIE

La caduta di un tratto del muraglione del Tevere in Roma.

— L'ing. comm. Alessandro Betocchi tenne la sera del 4 marzo 1901 alla Società degli Ingegneri ed Architetti in Roma, della quale è vicepresidente, una conferenza sulla caduta avvenuta di un tratto del muro di sponda del Tevere urbano, per effetto di una impetuosa piena avvenuta negli ultimi giorni di novembre scorso e dei primi del dicembre successivo e sulle cause alle quali deve essere attribuito tale disastro, nonchè sui provvedimenti da prendersi per assicurare alla Capitale del Regno quei vantaggi e quella sicurezza che la Nazione ha diritto di ritenere di averle procurato colla cospicua somma che il Parlamento ha per tale oggetto assegnata.

Il disastro che nel primo momento si asseriva ingente, perchè, oltre al tratto di muro effettivamente caduto, si affermavano pericolanti e prossimi a cadere nello stesso modo, molti altri tratti del muro stesso tanto a destra quanto a sinistra del fiume, e lesionati in più punti i nuovi ponti, passato il panico del primo momento, e considerate con mente calma e serena le vere e reali condizioni delle opere già eseguite, fu constatato che il danno si riduce unicamente alla perdita di circa 150 metri lineari del muraglione, in sponda destra, compreso fra i ponti Garibaldi e Cestio.

Quanto alle cause, alle quali tale disastro deve attribuirsi, il prof. Betocchi non intende prevenire o pregiudicare in modo alcuno il giudizio che ne darà la Commissione nominata dal Ministero dei Lavori Pubblici e presieduta dal senatore Cremona, ma di esporre semplicemente il suo personale modo di vedere, quale unico superstita della Commissione per il Tevere del 1871, al quale pertanto ei ritiene incomba il dovere di dimostrare che il deplorato disastro non sarebbe avvenuto se i provvedimenti proposti dalla Commissione predetta, ed approvati dal Ministero, fossero stati fedelmente ed integralmente eseguiti.

Ora è che in attesa dell'autorevole giudizio della Commissione incaricata dall'autorità superiore di ricercare e riconoscere le cause e le responsabilità del disastro, il prof. Betocchi crede opportuno di rispondere intanto alle supposizioni ed accuse della sbrigliata fantasia del pubblico e della stampa periodica, facendo anzitutto osservare che dal momento che i materiali componenti il muro crollato non si presentano disgregati e disciolti, e — dopo tutte le intemperie cui sono esposti — costituiscono altrettanti monoliti che richiederebbero tempo parecchio e fatica non piccola per demolirli, ciò dimostra ad evidenza che la costruzione da parte dell'Impresa fu ottima ed accurata sotto ogni riguardo, e da parte del personale del Genio Civile preposto alla direzione dei lavori fu scrupolosamente invigilata.

Che inoltre per informazioni attinte da chi ha avuto parte nelle eseguite esplorazioni delle fondazioni, non esservi dubbio che la profondità alla quale era stata effettivamente spinta la fondazione, non che la sezione dell'eseguito muraglione, corrispondono pienamente e perfettamente alle misure prescritte in contratto; e che per conseguenza anche per questa parte, l'operato dell'Impresa e quello del personale del Genio Civile preposto alla direzione dell'opera, di cui si tratta, risultano pienamente giustificati.

Rimane ancora a considerare gli addebiti che sono stati fatti per asseriti difetti tecnici o di concetto, sia in riguardo alle dimensioni assegnate alla sezione del muro caduto, sia in riguardo alla profondità alla quale fu prescritto di spingere la relativa fondazione.

Ma le dimensioni assegnate alla sezione del muraglione corrispondono pienamente ed abbondantemente alle condizioni di stabilità, qualunque sia la formola od il metodo grafico con cui si vogliono verificare le grossezze assegnate, quando ben inteso tengasi conto delle condizioni vere e reali del caso in questione, non già di quelle che non potrebbero verificarsi.

Ed infine per quanto riguarda la profondità alla quale fu prescritto di spingere e fu realmente spinta la fondazione, se la Commissione confermerà ciò che fin da ora è nella persuasione di tutti (specialmente dopo quanto si è potuto apprendere da coloro che hanno prestata l'opera alle verifiche fin qui fatte); e cioè se la Commissione confermerà che il disastro è avvenuto per scalzamento del fondo protratto per parecchi metri di profondità al disotto del piano infimo di fondazione del muro caduto, è ben chiaro che resterà così dimostrato che nelle circostanze nelle quali venne a trovarsi esposto il muro in parola, in un momento di una piena così forte ed impetuosa, la profondità assegnata a detta fondazione era e fu sufficiente.

Vero è che l'esperienza non aveva potuto prima d'ora far conoscere quali profondità potessero raggiungere gli scalzamenti ed i gorgi che il Tevere urbano è capace di produrre nel proprio alveo in date località, sotto date condizioni di altezza d'acqua, di velocità, di corso, ecc. E che pertanto questo prezioso elemento mancava agli ingegneri del Genio Civile preposto alla sistemazione del Tevere urbano, il cui letto fino a pochi anni fa era assolutamente reso incorrodibile alle piene, anche le più grandi e straordinarie, a causa dei ruderi degli antichi ponti rovesciati dalle piene, di quelli delle mura Aureliane e di altri molti e grandi edifici fronteggianti il fiume stesso abbattuti in oc-

casione di fazioni guerresche o caduti per impeto delle acque; ruderi che funzionando come altrettante briglie o platee, non solo non permettevano al Tevere di produrre sul tratto urbano alcun gorgo od escavazione, ma neppure di assettare il proprio alveo in ragione dell'altezza della colonna d'acqua sovraincombente.

Mentre adunque sarebbe stato scusabile l'errore, il prof. Betocchi crede invece di far osservare che l'ingente aumento di spesa che avrebbe importato una maggior profondità di fondazione estesa a tutta intera la lunghezza complessiva dei muraglioni sarebbe riescito interamente superfluo, qualora i lavori di sistemazione fossero stati effettivamente e completamente eseguiti in conformità dei provvedimenti consigliati dalla Commissione del 1871.

E qui l'illustre conferenziere incomincia dal riassumere brevemente e per sommi capi le principali e più attendibili proposte ventilate dopo la memoranda piena del 1870, incominciando da quelle state esaminate e vaghate nella magistrale relazione che su tale argomento il chiarissimo idraulico, senatore Carlo Possenti, Presidente di quella Commissione, rassegnava al Ministero sotto la data 18 febbraio 1871.

Ricorda per le prime le proposte dello stesso Possenti, il quale limitava i lavori da farsi nel tronco urbano del Tevere allo sgombramento dell'alveo dai ruderi che lo rendevano incapace di qualunque naturale escavazione; all'allargamento delle principali strozzature; ed a poche altre opere fra cui l'aumento della luce di scarico di alcuni ponti; e si proponeva di ottenere che il livello di una piena eguale a quella del 1870 scendesse di 4 metri all'idrometro di Ripetta, ossia non superasse l'altezza di m. 13,22, inoffensiva per la città di Roma, calcolando che si sarebbe potuto raggiungere quell'intento con tre accorciamenti della complessiva lunghezza di m. 7035 da operarsi mediante drizzagni nelle tre più sentite svolte che il corso del Tevere presenta a valle di Roma.

Il qual progetto, dice il Betocchi, era il solo e vero progetto esclusivamente idraulico, il solo meritevole di piena e completa adesione, ed anche il più economico di tutti. Ma con quel progetto le sponde del Tevere sarebbero rimaste quali erano trent'anni fa. Invece si volevano i muraglioni.

Il prof. Betocchi ricorda pure, ma per lasciar tosto da parte, tutti i progetti presentati parte nel 1871 e parte dopo il risveglio della questione nel 1875, ed i quali implicavano una generale o parziale deviazione dell'attuale corso urbano del Tevere, limitandosi a dire che siffatti progetti, quand'anche fossero stati riconosciuti esenti da difetti d'indole tecnica od economica, e ne fosse stata proposta l'approvazione, avrebbero egualmente naufragato per le opposizioni della benemerita classe degli archeologi, i quali sono pur riusciti allora ad impedire la soppressione di un breve ramo di Tevere presso l'Isola Tiberina, donde lo sconcio dell'attuale interrimento di quel ramo; e da quattro anni a questa parte resistono all'attraversamento della cloaca massima col collettore di sinistra, alla quale resistenza la cittadinanza romana va debitrice dell'inondazione recentemente sofferta nella parte di Roma posta a sinistra del Tevere, che è quanto dire nella Roma centrale, al Pantheon, al Foro Romano ed in tante altre cospicue località.

Altra categoria di proposte aveva per oggetto la deviazione totale, o semplicemente locale dello sbocco dell'Aniene in Tevere; ma sia perchè in generale la piena dell'Aniene passa per Roma prima che sopraggiunga quella degli influenti superiori, che sono in maggior numero e costituiscono la parte principale della piena del Tevere, sia per altri motivi, la Commissione non poté riconoscere in simili progetti i vantaggi preconizzati dai rispettivi proponenti.

Nè miglior fortuna ebbe presso il Consiglio Superiore dei LL. PP. il progetto dell'Ufficio tecnico municipale, secondo cui, con notevole economia nella spesa, proponevasi di ribassare in parte il livello delle piene mediante raccorciamenti del genere di quelli proposti dal senatore Possenti, e di difendere per il resto la città con arginate in terra con scarpate, al pari di quelle dell'alveo del fiume, inclinate a 45° e rivestite di pietra.

Invece è noto che la Commissione del 1871 presentava la sezione normale che riteneva necessaria per correggere i difetti ai quali riconosceva dovute le inondazioni di Roma, assegnando all'alveo del Tevere urbano la costante larghezza di m. 100 misurata alla sommità dei muri di sponda, ma disegnava a dritta ed a sinistra del fiume, al piede del muro, una banchina larga 15 metri, da costruirsi ad un livello superiore a quello delle acque ordinarie.

Sventuratamente questa banchina, nella esecuzione dei muri, è stata omessa, non potendosi considerare quella eseguita altro che come una semplice risega del relativo muro.

Ora è questo appunto il peccato di omissione che ha permesso che le acque di piena scalzassero il fondo per parecchi metri di profondità sotto il piano infimo di fondazione di quel tratto di muro che trovandosi privo di qualunque sostegno ha dovuto cedere sotto l'azione del proprio peso.

Imperocchè, se davanti al muro, che è caduto, vi fosse realmente esistita una banchina larga 15 metri, prima che il gorgo prodotto dalla piena giungesse ad estendersi sotto la fondazione del detto muro, avrebbe dovuto scalzare e far crollare la detta banchina, i cui

materiali avrebbero già, di per sè soli, servito a saziare, se non in tutto, almeno in gran parte il gorgo stesso. Ad ogni modo l'opera di demolizione sarebbe stata avvertita e si avrebbe potuto ricorrere a saziare con altri materiali il gorgo, ed impedire che si estendesse sotto il muro di sponda.

Al quale proposito il Betocchi ricorda che nella memoranda piena del Po che minacciò di distruggere Casalmaggiore, un così grave disastro venne scongiurato saziando il gorgo di ben 18 metri di profondità, che si era prodotto a piè dell'abitato. E le piene del Po sono ben più potenti e di ben più lunga durata di quelle del Tevere, e la fronte minacciata era molto più estesa di quella di cui ora si parla.

Se al piede dei muri di sponda fossero effettivamente state costruite le rispettive banchine larghe 15 metri, ben altri vantaggi si sarebbero ottenuti; poichè la sezione del Tevere presenterebbe due alvei distinti; l'alveo di magra e l'alveo di piena. Nel primo le acque raccolte in uno spazio minore di quasi un terzo di quello attuale, esalrebbero a maggior altezza, e col maggior fondale renderebbero più facile, in acque magre, la navigazione, che deve considerarsi come uno dei maggiori vantaggi che Roma ha diritto di ritrarre dal Tevere e dai lavori che in esso si eseguono con tanto grave dispendio.

Le stesse banchine si presterebbero per le operazioni di imbarco e di sbarco alle quali non si possono prestare gli attuali embrioni di banchine.

Il filone della corrente, anche quando il Tevere montasse in piena, sarebbe richiamato verso il mezzo dell'alveo, perchè ivi si verificerebbe la linea di massima profondità, e quindi nelle svolte, anche le più risentite, lo spirito della corrente (come dicevano i nostri antichi maestri d'idraulica) non andrebbe ad investire così violentemente le sponde, come oggi fa.

Finalmente sarebbero evitati gli insabbiamenti, cui l'odierno andamento vagante del filone in acque magre, in uno spazio eccessivamente grande, dà luogo.

E quindi il prof. Betocchi concluse che il muro di sponda nel tratto del Tevere urbano non sarebbe caduto se non fosse stata rimandata ad altra epoca la costruzione della relativa banchina. Onde è necessario che si corregga l'omissione e si costruisca la banchina, non solo nel detto tratto di muro rovinato, ma su tutta la estensione del Tevere urbano. E così facendo non solo si difenderanno i muri già costruiti e quei tratti che ancora restano a costruirsi, senza bisogno di preoccuparsi della profondità delle loro fondazioni; ma di più se ne otterranno gli altri vantaggi sopra enumerati.

Oltre a questo delle banchine altro peccato d'omissione sarebbe pure stato commesso e, soggiunge il Betocchi, anche più grave. Il quale nella circostanza della recente piena avrebbe potuto riuscire più funesto a Roma, che non lo stesso disastro avvenuto.

Come nell'interno di Roma è stato impedito alle acque del Tevere in piena di sortire dall'alveo mediante i muri di sponda, così a monte delle mura urbane fino ai sassi di S. Giuliano è stato, con argini di terra, impedito, tanto a dritta che a sinistra, lo sversamento di dette acque sulla grande pianura latistante.

Questi argini, per quanto costruiti con dimensioni abbondanti, e con ogni maggior diligenza, sono però sempre argini di terra; ed un cedimento, un sormonto, una topinara, un fontanaccio prodotto da una causa qualunque non avvertita, sono altrettante cause che possono dare luogo ad una rota.

Se disgraziatamente ciò fosse avvenuto a destra, noi avremmo veduta una gran parte della piena del Tevere prender corso lungo la via Trionfale ai Prati di Castello, e non potendo rientrare in Tevere presso il Castel S. Angelo, come fece nel 1870, l'avremmo veduta invadere e percorrere furiosamente la Lungara ed il Trastevere fino a rientrare nel fiume a Ripa Grande o nelle adiacenze di Porta Portese.

Se invece la rotta fosse avvenuta a sinistra, avremmo veduta questa colluvie di acqua incanalarsi, come fece nel 1870, lungo la via Flaminia, e quindi lungo il Babuino, il Corso e la via di Ripetta; e non potendo più rientrare in Tevere a Ripetta, come nel 1870, l'avremmo veduta, non solo invadere, ma prender corso lungo tutta la parte centrale della città, per andare a rientrare in Tevere alle falde dell'Aventino.

Ora, a così triste eventualità, sia pure lontana, non sarebbesi ancora provveduto coll'istituire, come è precettivamente prescritto per tutti i tratti arginati di fiume, un magazzino costantemente ed abbondantemente provveduto di sacchi, di stuoie, di carriere, di pale, di torcie, di fanali e di tutto ciò che possa occorrere in caso di pericolo.

Essere adunque pur necessario che non si dimentichi il precetto che i tratti di fiume arginati debbono avere i rispettivi magazzini idraulici.

(Annali della Società degli Ingegneri in Roma).

NECROLOGIA

Poggi prof. comm. Giuseppe

ARCHITETTO FIORENTINO — 1810-1901.

Nella grave età di novanta anni, ma con tutta la freschezza della sua intelligenza e delle sue antiche energie fisiche, si è spento in Firenze l'architetto GIUSEPPE POGGI, autore dei lavori di ingrandimento di quella capitale, compiutisi dal 1864 al 1877.

Dove rifugge in modo particolare il suo carattere di artista è nel tracciato e nelle opere del Viale dei Colli, nella sistemazione e negli edifici delle piazze Beccaria, Cavour, Vittorio Emanuele e San Niccolò.

I muraglioni, la loggia e il piazzale Michelangelo al Viale dei colli, un complesso di ardue costruzioni idrauliche, le scalinate di accesso alla Torre San Niccolò e molte altre opere di utilità e di abbellimento pubbliche e private rimangono tuttavia a provare la versatilità e la genialità del suo intuito nel risolvere i più intricati problemi di vita moderna con il più giusto rispetto all'antico.

Il Poggi si dimostrò poi in tutta la sua vita patriota nel più completo senso della parola, perchè se ebbe ad offrire colle armi alla mano la esistenza della sua gioventù nelle battaglie dell'Italico riscatto; si assorbì tutto in un lavoro il più intenso, il più coscienzioso quando fu dato a lui l'incarico di provare che Firenze non intendeva di essere la degna capitale d'Italia solo col dispiegare la magnificenza de'suoi monumenti antichi; portò sempre il più largo contributo di mente e di cuore nel promuovere la causa della verità e della giustizia sia nelle incombenze e nelle commissioni alle quali fu chiamato ripetutamente dalla fiducia del Governo, sia nelle alte cariche amministrative e rappresentative che vollero affidargli i suoi concittadini.

In un poderoso lavoro dato alle stampe (1) con descrizioni, disegni, dati di costo e di statistica e numerosi documenti di ogni fatta. Egli rese conto del suo operato nell'*Ingrandimento di Firenze* e, nella prefazione, rispecchia il suo animo dove dice: « io sento che l'unico » motivo pel quale ho risoluto di scrivere nasce dal dovere. È un » debito il rendere conto del proprio operato, quando le opere sono » fatte per il pubblico e dal pubblico: è un debito verso l'arte che » si professava, verso i grandi antichi che innalzarono in Firenze mo- » numenti immortali, verso la posterità che ha bisogno di conoscere » il vero dei fatti per pronunciare un libero giudizio; ed è finalmente » anche un debito di doverosa riconoscenza verso la Magistratura » Comunale che onorò l'artista di un tanto incarico ».

Ben a ragione Guido Carrocci nella sua *Arte e Storia* parlando di lui conclude che « Firenze ha perduto con Giuseppe Poggi uno dei suoi migliori cittadini, l'arte uno dei suoi cultori più benemeriti ».

C. CASELLI.

BIBLIOGRAFIA

Dott. MICHELANGELO SCAVIA. — *L'analisi chimica quale controllo del gas d'illuminazione.* — Op. in-8° di pag. 23. Estratto dalla *Rivista tecnica* del Regio Museo industriale italiano. — Torino, 1901.

Nelle convenzioni, che i Municipi stabiliscono o rinnovano colle Società private per l'esercizio dei più importanti servizi pubblici, vien data sempre più larga parte alle garanzie ed ai metodi di controllo che debbono provare costantemente la bontà della produzione ed il retto andamento dell'esercizio. Municipi e Governi hanno istituito a questo scopo appositi laboratori e gabinetti per ricerche scientifiche d'indole specialissima.

Fra i servizi più importanti avvi senza dubbio la pubblica illuminazione col gas di litantrace, e fin dai primi tempi d'esercizio delle grandi Società erano frequenti i dissidi coi consumatori per il cattivo gas fornito.

Il celebre fisico Dumas, che nel 1861 era a capo dell'Amministrazione parigina, introdusse, in collaborazione col Régnault nei capitoli d'appalto colla « Compagnie Parisienne », che dal 1855 aveva il privilegio di illuminare Parigi, e ne ha tuttora il monopolio fino al 1905, quelle garanzie di controllo, che l'avanzamento della scienza permetteva allora di stabilire.

Il Dumas ed il Régnault, modificando un apparecchio di Foucault, fecero dal Déleuil costruire un nuovo fotometro, che porta il loro nome, e che per la convenzione stipulata allora, fu e continua ad essere adottato dall'Ufficio fotometrico principale di Parigi.

In Italia la prima Compagnia per l'illuminazione a gas fu attivata a Torino nel 1838, nel 1839 Venezia e nel 1845 Milano e Verona illuminarono le loro vie; quindi Genova, Firenze, Livorno, Palermo e ultima Roma nel 1853. In tutti i contratti conchiusi al-

(1) *Sui lavori per l'ingrandimento di Firenze.* — Relazione di GIUSEPPE POGGI, 1864-1877. — Vol. in-8° grande di p. 374. — Firenze, Barbera, 1882.

lora e rinnovatisi in questi ultimi anni tra i Municipi italiani e le Società si copiarono in grandissima parte i capitoli della città di Parigi, soprattutto per quanto si riferisce ai metodi da seguirsi per stabilire il valore del gas prodotto. Parigi e Dumas facevano testo.

Anche negli ultimi capitoli della città di Torino, andati in vigore col 1° gennaio 1899, è sempre riservata alla *fotometria* la parte più importante fra i metodi di controllo del gas, giusta le norme stabilite dal Dumas nel 1861, essendochè i metodi pure adottati per la verifica della depurazione del gas riguardano apparecchi sicuramente semplici e di uso corrente, ma di nessuna esattezza, nè assoluta, nè relativa, fondati sul cambiamento di colore di cartine, passibili di ogni errore, capaci solo di contrassegnare una enorme alterazione del gas.

Anche i processi fotometrici, allo stato attuale della scienza, sono sempre assai imperfetti, benchè fondati su leggi rigorose, ed hanno il massimo inconveniente di essere subordinati a quell'organo così variabile e capriccioso che è l'occhio dell'uomo, per cui l'osservatore è assolutamente l'interprete dei risultati ottenuti col fotometro.

Per queste ed altre ragioni, presso le più importanti città estere, e nella stessa Parigi, alle ricerche fotometriche si andò via via associando l'analisi chimica del gas illuminante, essendovi maggiore sicurezza di controllo nel determinare la percentuale di ciascuno dei componenti del gas-luce. Col variare di essi, restando uguale la pressione, varia nello stesso rapporto il potere illuminante del gas. Perciò la misura della pressione e l'analisi chimica di parte o di tutti i principali componenti del gas, sono dati assolutamente attendibili, tali da escludere, anche con vantaggio, la determinazione quotidiana della densità, del titolo e del potere illuminante del gas.

Ma, secondo quanto risulta all'ing. Scavia, nessuna delle più importanti città italiane stabilisce fra le garanzie di controllo dei suoi capitoli, anche più recenti, l'analisi chimica quantitativa del gas d'illuminazione. Al più, alcune città, fra le quali Torino, hanno fatto ampia riserva di poter determinare la qualità del gas, oltre che coi metodi prescritti, anche con tutti quei sistemi che possono essere creduti più opportuni.

L'analisi chimica dei gas, nata coi *Gasometrische Methoden* di Roberto Bunsen, è ora pervenuta a rigorosa esattezza di scienza ed a vera praticità di risultati colle opere del Winkler, del Bunte, del Lunge, dell'Hempel.

Dai semplici apparecchi dell'Honigmann e del Winkler, si passò a quello di Orsat-Lunge, di esattezza ancora molto relativa; poi a quelli di Fischer, Drehschmidt, Jaeger ed in fine alla buretta di Buete ed alla pipetta di Hempel per le ricerche generali sui principali componenti del gas-luce; apparecchi tutti nei quali si misura per differenza il volume di un gas assorbito da una sostanza, avente tale affinità chimica con esso, da farlo entrare in reazione e sottrarlo alla miscela primitiva degli altri gas. Molti altri metodi poi sono stati proposti per speciali determinazioni del benzene, e di minime tracce di gas deleteri in quello illuminante; e si è ormai ben lontani dalle semplici cartine di tornasole od all'acetato di piombo, prescritte per il riscontro dei vapori ammoniacali o dell'idrogeno solforato.

Nelle città di maggiore importanza d'Inghilterra e soprattutto di Germania si crearon, particolarmente presso istituti scientifici, *laboratori speciali per le ricerche chimiche sul gas d'illuminazione*. In essi, oltre ad esperienze d'indole puramente scientifica, oltre alle analisi del gas cittadino, si eseguono anche perizie chimiche sui campioni di gas inviati periodicamente dalle altre città o comuni della provincia, dove non si possono eseguire serie prove di controllo. In questi laboratori si rivolge pure con profitto il campo di studi e d'indagini alla grande industria; cosicchè ormai il controllo più sicuro del buon andamento di molte lavorazioni, si riduce ad una semplice analisi di gas nei diversi stadi e momenti.

Nello scorso anno l'ing. Scavia avendo eseguito per incarico del prof. E. Rotondi nel laboratorio di chimica industriale, l'analisi del gas luce prodotto dalle due Società torinesi, ora ne pubblica i risultati, e questi risultati pone a confronto con quelli avuti da alcune grandi città estere col cortese appoggio del Ministero degli Esteri. Qui riassumiamo tutti quei risultati in un quadro per norma dei nostri lettori.

Composizione centesimale volumetrica del gas-luce.

Componenti	Torino		Berlino	Monaco (Baviera)	Budapest	Berna	Parigi	New-York	Londra
	Italiana	Consumat.							
Anidride carbonica CO ²	1,50	1,14	3,0	2,3	2,33	2,5	1,79	2,5	0,60
Idrocarburi pesanti C ⁶ H ⁶ , C ² H ² , C ³ H ⁴	3,25	3,00	4,2	4,5	4,88	4,5	4,94	15,5	3,47
Ossigeno O	0,52	0,90	0,4	0,0	0,20	tracce	0,0	0,5	0,49
Ossido di carbonio CO	6,31	4,37	10,1	8,6	5,88	6 a 7	8,21	27,0	6,23
Azoto N	1,80	5,12	2,6	2,8	0,71	3	2	2,0	3,23
Idrogeno H	55,83	55,68	50,3	49,4	51,32	47	50,10	35,0	52,22
Metano CH ⁴	31,06	29,90	29,4	32,4	34,68	36	33,03	17,5	33,76

In generale si lamenta anche all'estero ciò che viene pure lamentato in Italia, che mentre si è giunti ad aumentare il rendimento in gas nella distillazione dei carboni, e conseguentemente si è potuto avere un ribasso, talvolta fortissimo, nel prezzo del gas, tuttavia se ne è peggiorata talmente la qualità che il ribasso risolvesi sovente in un maggiore aggravio per il consumatore.

Se si confrontano poi le statistiche dell'Estero colle nostre, troviamo che in Italia è ancora assai limitato l'uso di questo combustibile.

In Francia nel 1878 si produssero 382 milioni di mc. di gas e 617 milioni nel 1888. La sola Parigi, che nel 1855 consumava 41 milioni di mc. raggiunse nel 1890 la cifra di 308 milioni.

In Londra nel 1896 si consumarono 788 milioni di mc. di gas.

In Italia nel 1899 ebbero una produzione totale di 195 milioni di mc. con 117 officine in azione, che impiegarono 4500 operai. Contro una spesa in acquisto di carboni di lire 25 052 000 si ricavarono dalla vendita del gas lire 38 347 000, oltre a lire 16 868 000 dalla vendita dei prodotti secondari (coke, catrame, acque ammoniacali).

Sette città in Italia hanno un'officina comunale per la produzione del gas, tra le quali Vicenza, che chiuse l'esercizio del 1899 con un attivo di lire 208 684 contro un passivo di lire 205 425 vendendo ai privati il gas a lire 0,22 il mc.

Tre città sole, Brescia, Bergamo e Parma, negli ultimi tempi, esclusi i recenti rincari, pagavano il gas per la pubblica illuminazione a lire 0,20 il mc.; otto città da lire 0,12 a lire 0,13, tra le quali Torino, che consumò nel 1899, per uso pubblico e privato, mc. 31 837 188 di gas. Pei privati a Torino il prezzo fu, nel 1899, di lire 0,15 il mc., più lire 0,5 di tassa. A Milano il prezzo si mantenne, nel 1898, a lire 0,14, con una produzione totale di metri

cubi 46 141 855. Tutte le altre città pagavano prezzi superiori: Roma, lire 0,18; Messina, lire 0,20; Palermo, lire 0,22; Napoli, Bologna, Firenze, lire 0,25, e così via fino ad un massimo per città minori, di lire 0,35 il mc.

La scoperta del becco Auer ha prodotto una non indifferente e profittevole trasformazione nei processi d'illuminazione.

L'utilità della carburazione del gas, ossia del suo artificiale arricchimento in idrocarburi pesanti, è scemata dopo l'introduzione delle lampade ad incandescenza. Perciò gli studi sono ora diretti ad ottenere gas che abbia un elevato potere calorifico.

Sotto quest'aspetto il gas d'acqua, o gas povero, prodotto dalla decomposizione del vapor acqueo a contatto col coke rovente si presenterebbe di molto inferiore al gas ordinario di litantrace, perchè il primo non sviluppa che da 2400 a 2600 calorie, mentre quest'ultimo ne sviluppa da 4800 a 5000.

Però non dovendoci più preoccupare del potere illuminante, cioè della ricchezza in idrocarburi, e non essendo perciò legati alla qualità del carbone da gasificare, come per lo addietro, il problema si riduce a produrre il maggior volume di gas. A questo riguardo il gas d'acqua risulta il più promettente, bastando 600 kg. di coke per ottenere 1000 mc. di gas, mentre occorrerebbero 3500 kg. di litantrace per lo stesso volume.

Onde se si pensa agli altri vantaggi e specialmente alla minore spesa di mano d'opera ed al lavoro meno penoso, si vede come ad onta dell'inconveniente di contenere oltre al 20 per cento di ossido di carbonio, onde è giustamente ritenuto pericoloso per la pubblica igiene, il gas d'acqua possa avere il sopravvento e per produzione di forza motrice, e per riscaldamento, ed anche per la pubblica e privata illuminazione. L'esempio della città di New-York può essere più eloquente di qualsiasi argomentazione.

G. SACHERI.

Fig. 1. — Ponte metallico della Società Nazionale delle Officine di Savigliano.



Fig. 2. — Ponte metallico degli Ing. G. Sapegno ed A. Parodi.

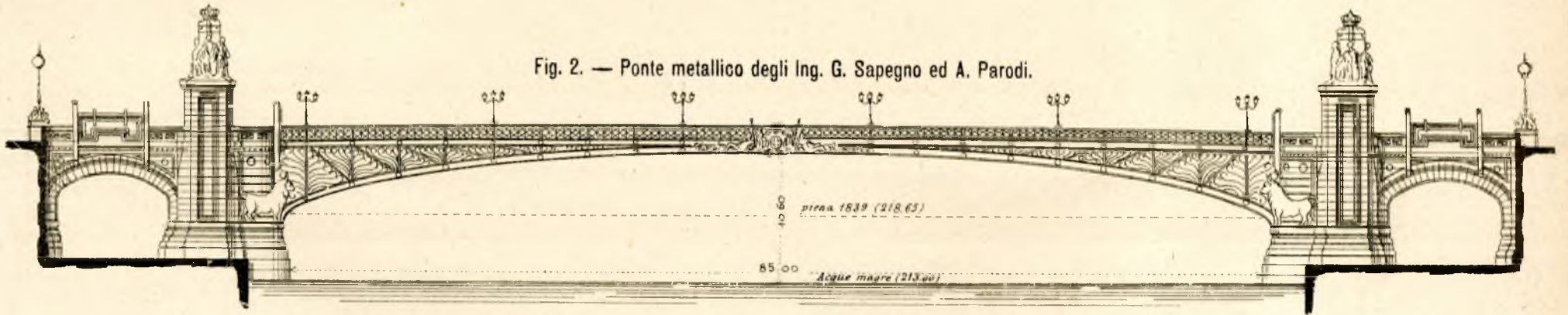


Fig. 3. — Ponte ad arco con fascioni di granito (Ing. Gioachino Ferria).

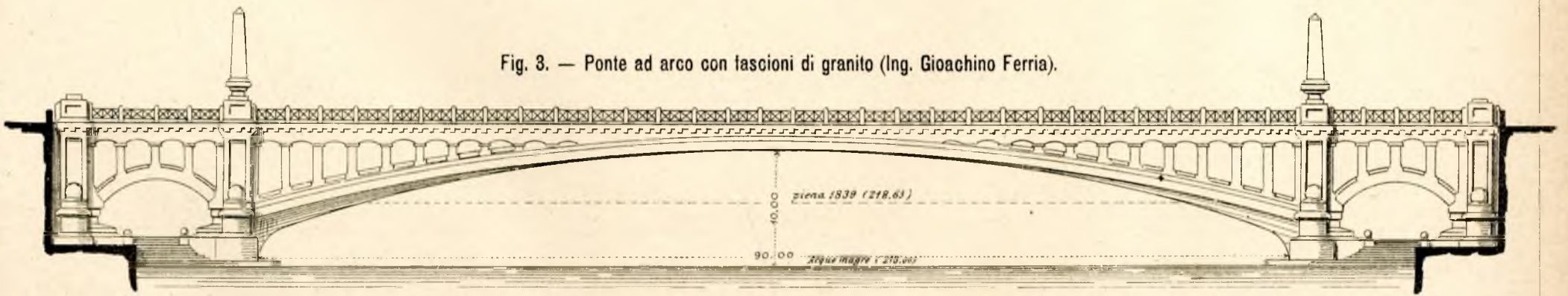


Fig. 4. — Ponte ad arco di granito e muratura (Ing. G. Gianoli e fratello).

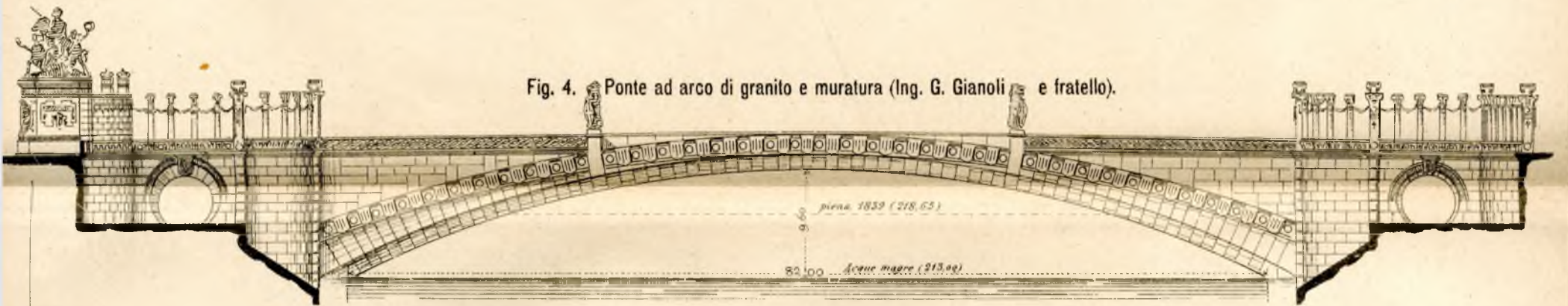


Fig. 5. — Ponte ad arco di granito e muratura (variante) (Ing. G. Gianoli e fratello).

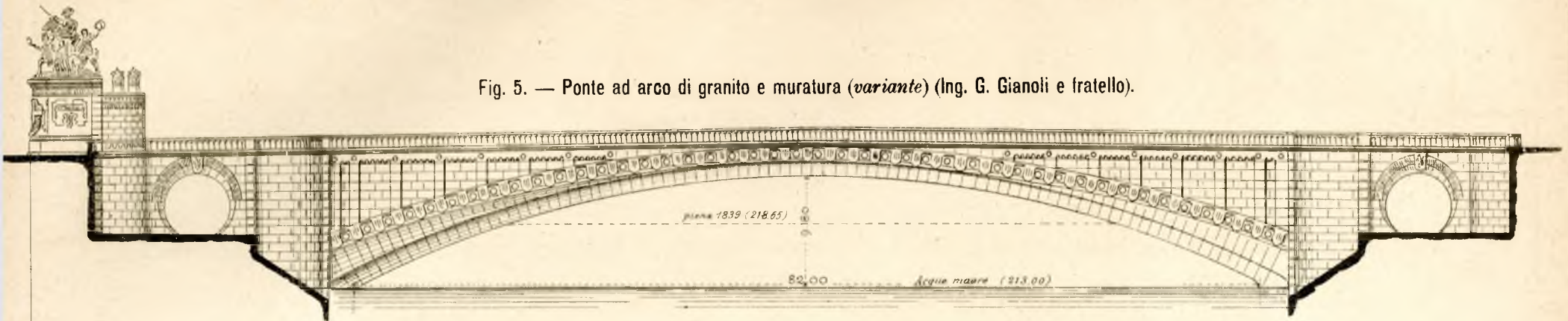


Fig. 6. — Ponte di calcestruzzo armato, sistema Hennebique (Ing. G. A. Porcheddu).

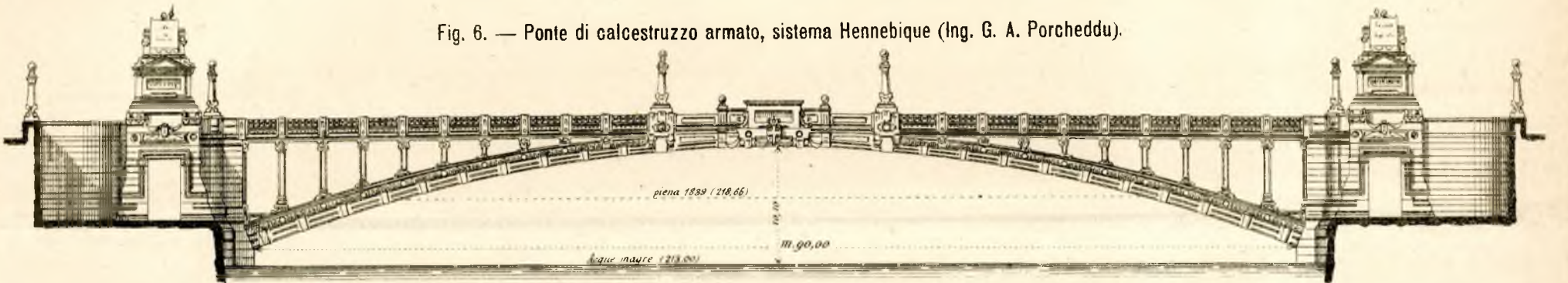
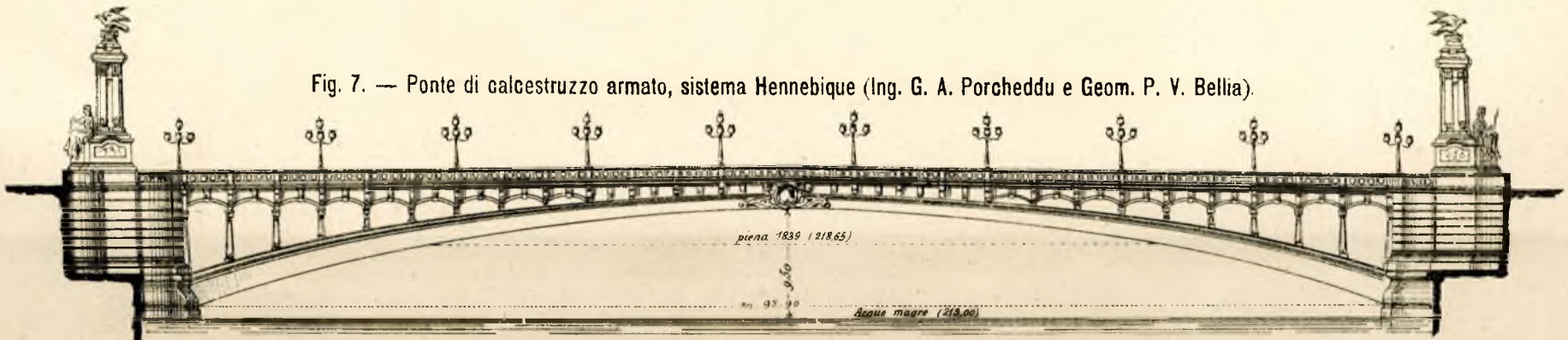


Fig. 7. — Ponte di calcestruzzo armato, sistema Hennebique (Ing. G. A. Porcheddu e Geom. P. V. Bellia).



Scala di 1 a 500

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

Fig. 1. — Ponte a due archi di calcestruzzo armato, sistema Hennebique (Ing. G. A. Porcheddu)

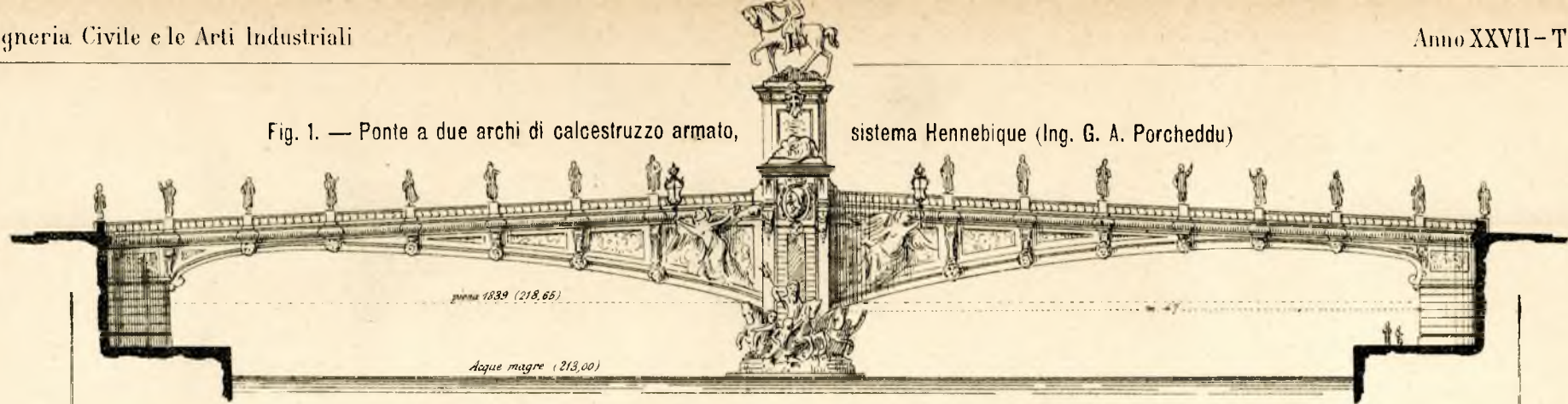


Fig. 2. — Ponte a due archi con fascioni di granito e sovrastruttura cementizia (Arch. R. D'Aronco ed Ing. G. Ferria)

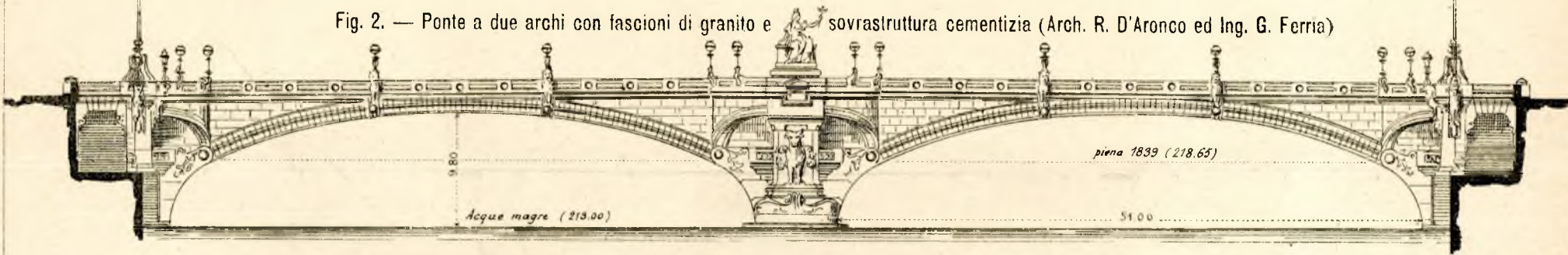


Fig. 3. — Ponte a due archi di calcestruzzo cementizio dell'Ing. Gioachino Ferria.

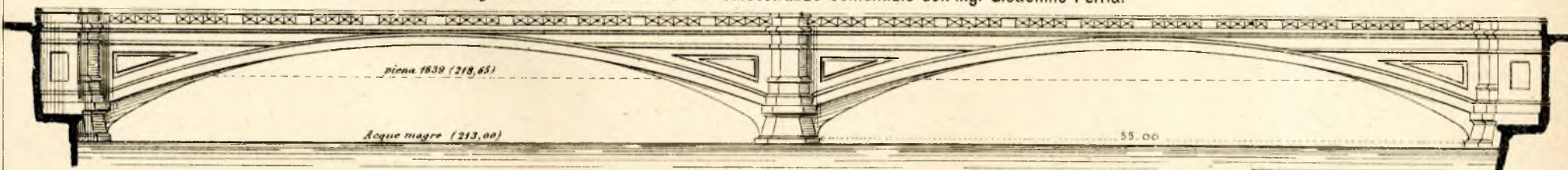


Fig. 4. Ponte a due archi di calcestruzzo cementizio dell'Ufficio Tecnico Municipale.

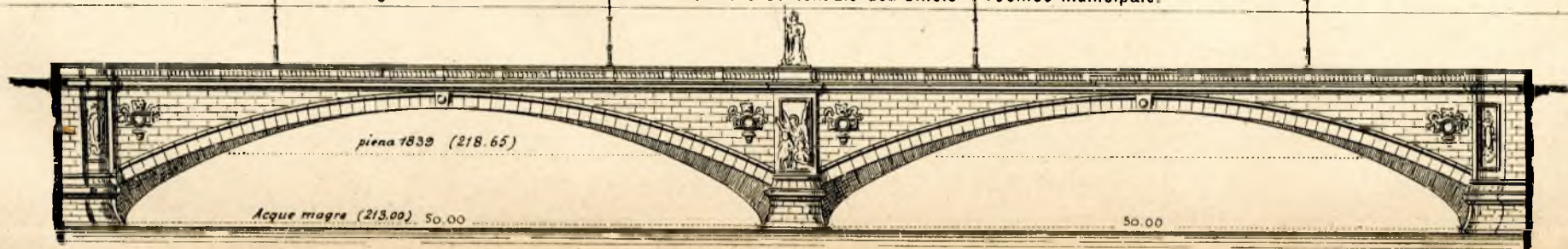


Fig. 5. — Ponte a tre archi di calcestruzzo cementizio dell'Ing. Gioachino Ferria.

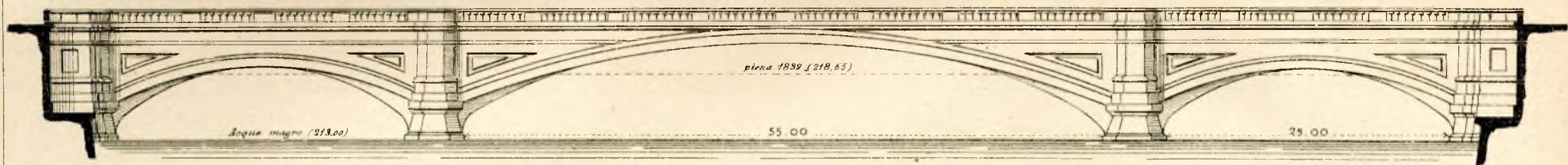


Fig. 6. — Ponte a tre archi di calcestruzzo cementizio dell'Ufficio Tecnico Municipale.

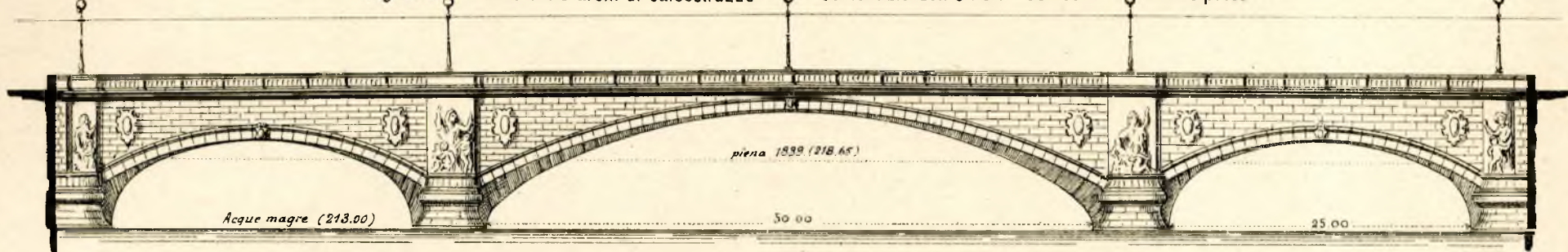


Fig. 7. — Ponte a tre archi di calcestruzzo armato, sistema Hennebique (Ing. G. A. Porcheddu e Geom. P. V. Bellia).

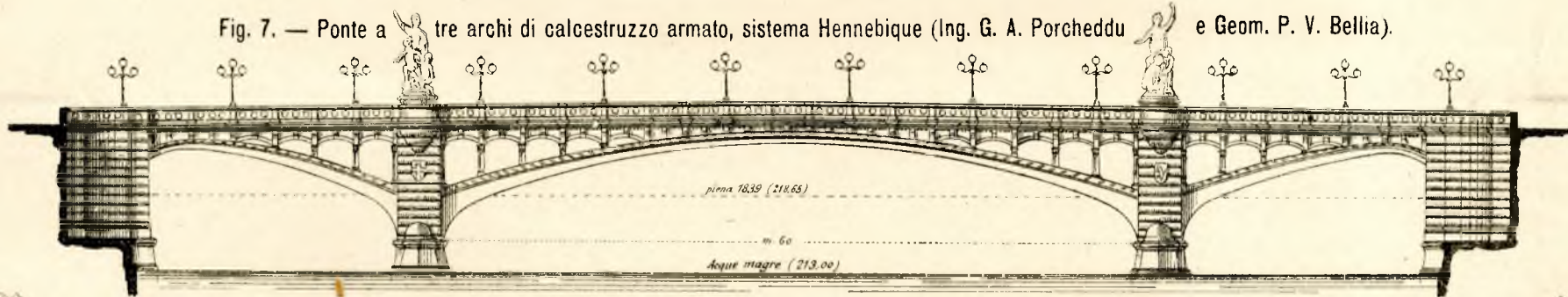


Fig. 8. — Ponte a tre archi di cemento armato (Ing. Froté e Westermann, Zurich).

