DI AGRICOLTURA

37. BIADEGO G. B. - Del Ponte Nuovo sull'Adige a Verona in un solo arco di m. 90 e di altri ponti in ferro in arco ed a travi rette fondati su pali a vite. Verona, Münster, 1885, in-8, p. XXVI-527, m. pelle (mancano le 28 tav.) Berruti (Tor) 1969 2000

1730 BIADEGO G.B. - Del ponte nuovo sull'Adige e
2 Verona in un solo arco di m. 90 e di altri ponti in ferro in arco ed a travi rette fondati su pali e vite. Aggiuntevi memorie e documenti su antichi ponti in muratura romani e medievali a grandi luci, nonchè sul fiume Adige e le sue piene. Verona, 1885, in-8, cop. varese, pp. XXVI, 527. Mancano le 28 tavv. Ricca la parte storica.
Forni (Bol) 1976 L. 15.000

608. **BIADEGO G.B.** - Del nuovo ponte sull'Adige a Verona e di altri ponti in ferro in arco. 8° pp. XI, 527 (privo di cop. ant.) Verona, Münster 1885. Vallerini (Pom) 1981 L 25000
3

227.80

CARLONI
ACCADEMIA
BIBLIOTECA
AGR. SC. LETT.
4
d
31
VERONA

MONOGRAFIE TECNICHE

*G. B. BIADEGO*

DEL

# PONTE NUOVO SULL'ADIGE

## A VERONA

IN UN SOLO ARCO DI M. 90

E DI

## ALTRI PONTI IN FERRO IN ARCO

ed a travi rette fondati su pali a vite

*Aggiuntevi memorie e documenti su antichi ponti in muratura romani e medievali a grandi luci; nonchè sul Fiume Adige e le sue piene.*

CON 28 TAVOLE

VERONA
**LIBRERIA H. F. MÜNSTER**
(G. GOLDSCHAGG *Succ.*)
1885.

ACCADEMIA DI AGRICOLTURA SCIENZE E LETTERE
VERONA

PROPRIETÀ LETTERARIA

Torino — Tip. e Lit. Camilla e Bertolero.

ALLA MEMORIA

DI

ALBERTO CASTIGLIANO

Lascito del Marchese
FELICE CARLOTTI
all'Acc. Agr. Sc. e Lett.
di Verona

Il giorno 27 ottobre 1884 una mestissima e numerosa schiera di amici e di ammiratori accompagnava all'estrema dimora la salma di Alberto Castigliano, ingegnere delle Strade Ferrate dell'Alta Italia. Sul volto di tutti leggevasi dipinto non solo il profondo dolore per la immensa iattura che avevano fatto la patria e la scienza, ma benanco lo sbalordimento; poichè la disgrazia era avvenuta con una rapidità fulminea e quando tutti erano le mille miglia lontani dal sospettare quanto si sarebbe avverato. Ancor pochi giorni prima il nostro Castigliano con quella sua assiduità coscienziosa ed esemplare accudiva alle mansioni del proprio ufficio; ancor pochi giorni prima con quel suo sorriso così dolce e soavemente simpatico accoglieva gli amici e i colleghi, largo sempre a tutti de'suoi lumi e dei suoi preziosi consigli; ancor pochi giorni prima attendeva pure

colla sua attività instancabile e colla sua mente sempre fresca e vigorosa ai suoi lavori, che andavano crescendo tanta e sì bella fama al suo nome, anche al di là della ristretta cerchia delle Alpi.

Chi avrebbe detto allora che la morte crudele ce lo avrebbe rapito nel fiore degli anni e nel vigore della mente, quando tanto ancora si ripromettevano da lui la scienza e la patria, e quando aveva raggiunto una splendida posizione sociale?

Povero Castigliano!

Colla sua morte s'era spenta, è vero, una gran luce, una attività ed un'energia rare, una intelligenza sovrana; ma ci era anche stato rapito un uomo di cuore, un vero carattere, in una parola, uno di quegli uomini eletti che si rendono, per le loro squisite doti, cari e simpatici a tutti. In questi tempi, in cui i veri e forti caratteri sono così rari, era con un sentimento di infinita amarezza che se ne vedeva scendere nella tomba a soli 35 anni uno che ne realizzava in grado così alto l'ideale più puro. Non è mia intenzione, nè lo spazio me lo consente, di tessere qui le lodi di A. Castigliano come scienziato. Se le forze mi basteranno lo farò altrove. Lo scopo mio è ora semplicemente di mettere in fronte a questo libro dedicato alla sua memoria due parole di ricordo quale tributo d'amicizia ed a sfogo dell'animo oppresso dal dolore.

La memoria delle virtù di cui era adorno è scolpita con caratteri incancellabili nell'anima di quanti lo conobbero. Ma a chi non ebbe questa buona ventura, possono, nella loro semplicità, dare un'idea di quale grande e delicato

animo fosse dotato, e di qual tesoro d'affetti fosse ricco il suo cuore, le tre dediche seguenti.

Il primo suo lavoro (la tesi di laurea), che è come il germe de' suoi successivi, e che rivelò il suo altissimo ingegno, è indirizzato alla sua veneranda madre:

A TE MADRE MIA
NELLA CUI COSTANZA
HO IMPARATO LA COSTANZA
QUESTO POVERO OPUSCOLO
DEDICO.

Queste parole scolpiscono il carattere fermo ed energico dell'uomo che aveva con pertinacia lottato, e lottava ancora contro l'avversa fortuna; e coglieva allora i primi allori nel campo della scienza e i primi frutti del suo lavoro.

Quando poi un altro affetto era venuto ad occupare il suo cuore ben fatto, e ad allietare la sua esistenza, egli sacrò ad esso, associandolo con gentile pensiero al suo primo amore, la principale sua opera (*Théorie des systèmes élastiques*) colla affettuosa dedica:

« *A mon épouse chérie, dont les vertus domestiques et la tendresse filiale pour ma mère vénérée, font le bonheur de mes jours* ».

Non senza sentirsi uno schianto al cuore, può leggersi la dedica del suo ultimo importantissimo scritto, la *Teoria delle molle:*

« *Alla memoria della mia diletta bambina* EMILIA, *che morbo violento mi ha recentemente rapita, consacro queste povere fatiche, fatte mentre ancora brillavano le sue grazie infantili e mi beavano le sue carezze* ».

A tanta esuberanza d'affetto e ad una rara modestia il Castigliano accoppiava una purezza di sentimento squisitissimo. Dove egli viveva maggiormente era nel regno dello spirito, nei campi interminati dell'ideale. Nella importante Memoria che lesse nel 1875 all'Accademia delle Scienze di Torino (*Nuova teoria dei sistemi elastici*), egli scriveva:

« *Non io per certo potrei rettamente giudicare dell'utilità delle mie ricerche, ma per quanto piccola essa sia, ne sarò lieto ugualmente, perchè le gioie del lavoro e l'intima soddisfazione che si prova nelle ricerche del vero, mi sono più che bastevole compenso alle mie fatiche* ».

Alla memoria indimenticabile di un così caro e prezioso amico dedico questo volume, povero ma sincero tributo d'affetto. E poichè non mi è quì consentito di discorrere della natura ed importanza de' suoi lavori, còmpito che

del resto fu già e con molta competenza da altri disimpegnato, credo opportuno riferire almeno, a vantaggio dei lettori, qui di seguito l'elenco de' suoi scritti.

Ed a questo aggiungo anche l'indicazione di quelle Necrologie di cui m'è riuscito avere notizia.

## Elenco degli scritti dell'ingegnere Alberto Castigliano.

*Intorno ai sistemi elastici.* Dissertazione presentata da Castigliano Alberto alla Commissione esaminatrice della R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri in Torino per ottenere la laurea di ingegnere civile, 1873. — Torino, V. Bona, 1875 (52 pag.).

*Intorno alla resistenza dei tubi alle pressioni continue e ai colpi d'ariete.* Memoria di Castigliano A. — Torino, 1874, G. B. Paravia (35 pag.). — (Estratto dagli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. IX).

*Intorno all'equilibrio dei sistemi elastici.* Memoria di Castigliano A. — Torino, 1875, G. B. Paravia (46 pag.). — (Estratto dagli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. X)

La Memoria ha la data del 27 dicembre 1874.

*Nuova teoria intorno all'equilibrio dei sistemi elastici.* Memoria di A. Castigliano. — Torino, 1875, G. B. Paravia (162 pag.). — (Estratto dagli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. XI).

*Formole razionali ed esempi numerici per il calcolo pratico degli archi metallici e delle vôlte a casse murali,* di A. Castigliano. — Torino, 1876, Camilla e Bertolero (18 pagine e 2 tavole). — (Estratto dal periodico L'Ingegneria civile e le arti industriali, anno II).

*Applicazioni pratiche della teoria sui sistemi elastici.* — Milano, 1878, Civelli (140 pagine con 10 tavole). — Pubblicazione fatta a cura dell'Amministrazione delle Ferrovie Alta Italia (Ufficio d'arte).

*Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications*, par A. Castigliano. — Turin, 1880, A. F. Negro. Un volume de 480 pag. avec 1 atlas de XV pl.

L'autore quando la morte lo colse, nel 1884, stava preparando una seconda edizione di questa sua magistrale opera.

*Descrizione ed uso di un micrometro moltiplicatore* per misurare gli allungamenti e gli accorciamenti prodotti dai carichi nelle costruzioni metalliche. — Milano, 1881, Civelli (15 pag. ed 1 tav.). — Pubblicazione fatta a cura dell'Amministrazione delle Ferrovie Alta Italia (Ufficio d'arte).

*Descrizione ed uso di un nuovo aritmografo.* — Memoria di Alberto Castigliano. — Milano, tipografia e litografia degli ingegneri, 1881 (16 pagine e 2 tavole). — (Estratto dal Politecnico, giornale dell'ingegnere, architetto ed industriale, vol. XXIX).

*Descrizione ed uso di un nuovo aritmografo.* Memoria di A. Castigliano. — Torino, Camilla e Bertolero, 1881 (16 pagine e 2 tavole). — (Estratto dal periodico L'Ingegneria civile e le arti industriali, anno VII).

L'aritmografo Castigliano fu anche costrutto dall'officina del Tecnomasio a Milano.

*Intorno ad una proprietà dei sistemi elastici.* Memoria di A. Castigliano. — Torino, E. Loescher, 1882 (12 pag.) — (Estratto dagli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. XVII).

*Esame di alcuni errori che si trovano in libri assai reputati.* Memoria di A. Castigliano. — Milano, 1882, tipografia e litografia degli ingegneri (opuscolo di 19 pag.). — (Estratto dal Politecnico, giornale dell'ingegnere, architetto civile ed industriale, vol. XXX).

La Memoria ha la data del novembre 1881.

*Alcune considerazioni sopra i ponti in ferro*, dell'ingegnere A. Castigliano. — Milano, 1882. — È inserita negli Atti del Collegio degli ingegneri ed architetti in Milano (1882), p. 44-51.

Contiene due memorie: l'una tratta: *Dell'influenza dello scorrimento traversale sulla inflessione delle travi rettilinee*; l'altra: *Degli sforzi e delle inflessioni che hanno luogo nei ponti in ferro contenenti quattro travi longitudinali, quando il carico non è simmetrico rispetto all'asse longitudinale del ponte.*

*Manuale pratico per gli ingegneri*, di A. Castigliano (con tavole illustrative). — Torino, A. F. Negro.

Parte prima. — Raccolta delle tavole numeriche che spesso occorrono nei calcoli. — Un volume di pag. 96 (1882).

Parte seconda. — Geometria e trigonometria. Misura delle

vôlte. Topografia e livellazione barometrica. Meccanica. — Un volume di 119 pagine, con 2 tavole (1883).

PARTE TERZA. — Resistenza dei materiali. Con una tavola. — Un volume di 120 pagine (1884).

La PARTE QUARTA, rimasta incompiuta per la morte dell'autore, dovea trattare della *stabilità delle costruzioni*. Di questa parte l'autore lasciò compiuto il manoscritto delle *opere in muratura*, che dovevan formare i primi capitoli, e che comprendevano i muri di sostegno e manufatti in genere. Lasciò appena incominciato il capitolo delle opere metalliche.

*Intorno ai muri di sostegno delle acque.* Memoria dell'ingegnere Alberto Castigliano. — Con tavola (7 pag.). — Milano, 1884. — (Estratto dal Politecnico, giornale dell'ingegnere, architetto ed industriale, vol. XXXII).

*Monografie tecniche attinenti all'ingegneria. Teoria delle molle*, di A. Castigliano. — Con figure. — A. F. Negro, Torino, 1884 (pagine 100, con una tavola).

*Strade ferrate dell'Alta Italia. — Studio intorno alle condizioni della Cassa Pensioni:* compilato per incarico e secondo le istruzioni dell'Ingegnere in Capo della Manutenzione e dei Lavori. — Milano, 1882, Civelli (50 pag.).

È firmato: Ing. A. CASTIGLIANO.

*Strade ferrate dell'Alta Italia. — Studio intorno alle condizioni della Cassa Pensioni.* Appunti al lavoro statistico del cav. FOCHESATO: compilato per incarico e secondo le istruzioni dell'Ingegnere in Capo della Manutenzione e dei Lavori. — Milano, 1882, Civelli (9 pag. e 2 prospettij.

È firmato: Ing. A. CASTIGLIANO.

*Strade ferrate dell'Alta Italia. — Complemento allo studio intorno alle condizioni della Cassa Pensioni:* compilato per incarico e secondo le istruzioni dell'Ingegnere in Capo della Manutenzione e dei Lavori. — Milano, 1883, Civelli (39 pag.).

Ha la data di Milano, 7 dicembre 1882, ed è firmato: Ing. A. CASTIGLIANO.

## Elenco degli scritti che parlano di Alberto Castigliano.

*Necrologia* stampata nel giornale La Perseveranza del 27 ottobre 1884.

*In morte dell'ingegnere Alberto Castigliano.* Discorsi pronunziati sulla sua tomba. — Milano, 1884, Civelli.

La prefazione è dell' avvocato G. Tarozzi. I discorsi sono del comm. S. Mantegazza, del cav. E. Bignami-Sormani, dell'ingegnere C. Bovone, di L. Buffoli e dell'ingegnere P. Colombo.

*Commemorazione di Alberto Castigliano*, letta dall'ingegnere Crotti Francesco nella seduta 21 dicembre 1884 del Collegio degli ingegneri ed architetti di Milano. — (Estratto dagli Atti del Collegio, Milano, 1884).

*Necrologia — Alberto Castigliano*, nato 9 novembre 1847, morto il 25 ottobre 1884. — Trovasi nel fascicolo di novembre 1884 del periodico L'Ingegneria civile e le arti industriali — (Torino, 1884, Camilla e Bertolero). — È firmata G. S. (Giovanni Sacheri).

*L'ingegnere Alberto Castigliano.* Necrologia. — Fu stampata nel Corriere Astigiano del 29 ottobre 1884. — È firmata G. (Annibale Gavazza).

# PREFAZIONE

Un po' di prefazione è sempre necessaria ad un libro; ed è poi tanto più necessaria in questo caso in cui vuolsi presentare al pubblico un lavoro che contiene molte cose messe insieme ma che non hanno fra loro un intimo nesso. Il presente volume ebbe origine da modesti principii. Avevo cominciato dall'idea di pubblicare una *Memoria sul Ponte Nuovo in ferro costrutto recentemente sull'Adige, a Verona, che è in un solo arco di m. 90;* ponte che presenta una qualche singolarità per la sua forma speciale e nuova, e che per di più è finora, a quanto io mi sappia, l'arco di maggior luce che sia stato costrutto in Italia. Nella sua bella Relazione sopra i progressi fatti dalla Ingegneria in Italia, quali figuravano all'Esposizione di Milano del 1881, il prof. Celeste Clericetti, pur ricordando il Ponte

in arco di m. 90 sul Cellina, lamentava, che in fatto di costruzioni in ferro, gli ingegneri italiani non si sapessero sciogliere dalla *routine* invalsa delle travi rettilinee, e non adottassero la forma ad arco più razionale e più elegante. L'egregio professore avea in massima ragione. Il rimprovero fu ripetuto anche all'Esposizione di Torino del 1884; anzi, un periodico d'oltremonte, la *Revue Suisse*, nella rassegna che il signor Numa Droz vi fece di quella Mostra Nazionale, ci diede addirittura una patente d'incapacità, asserendo che in Italia, non solo non si costruiscono ponti in arco, ma non si conoscono nemmeno le teorie di Culmann e Ritter pel calcolo dei medesimi. Il nostro è, a dir vero, un ponte in arco nel più rigoroso senso della parola; ed è pure in arco l'altro ponte costrutto nel 1878 sul *Torrente Cellina, presso Montereale nel Friuli, in una sola luce di metri 83*. Di ambedue questi ponti vi erano disegni alla predetta Esposizione, e convien proprio dire che l'illustre Capo del Dipartimento di Agricoltura e Commercio del Governo Svizzero, e già Presidente del Comitato per l'Esposizione di Zurigo, ne abbia fatto un esame assai sommario. Su questo ultimo ponte di Montereale si pubblicò una Monografia con calcoli e disegni nel 1880, della quale è ora esaurita l'edizione; ragione per cui si credette opportuno riprodurla nel presente volume. E ciò tanto più che questo ponte risponde

ad un sistema, se non nuovo nella forma, tale certo pel procedimento adottato nel calcolo. Un tale sistema di costruzione fu anche recentemente seguìto in Francia, per due ponti della ferrovia di circonvallazione di Parigi, come può vedersi dai *Nouvelles Annales de la construction* dell'Opperman (Mars, 1885). La nuova forma di costruzione viene ivi indicata col nome di *Ponti in arco a timpani rigidi* (*). Parecchi altri ponti in arco furono non ha guari costrutti in Italia, e più precisamente sulle ferrovie Novara-Pino e Gallarate-Laveno. Benchè sieno di luci più modeste, se ne fa pure qui un breve cenno allo scopo e di rendere l'esposizione più completa, e di dare anche un'idea del loro sistema di costruzione.

---

(*) I due ponti sono i seguenti:

1. *Ponte sulla Strada Nazionale n. 1 da Parigi a Calais.*

Ha 28 metri di corda e metri 2.80 di freccia. Come costruzione è identico al ponte sul Cellina. Porta 2 binarii, ed è costituito da 4 arconi. L'altezza in chiave degli archi è di m. 0.40. Il peso totale della parte metallica del ponte è di 68.000 Ch., equivalente a 2351 Ch. per m. l. di corda. Il costo è di L. 29.000, cioè di L. 1002 a m. lin. Le prove si fecero con 2 locomotive a 4 assi accoppiati, pesanti ciascuno 13 tonnellate, seguite dai rispettivi *tenders*. L'inflessione media sotto il sopracarico fu di 14 mm.

2. *Ponte sul Canale dell'Ourcq.*

Ha metri 21.60 di corda e metri 1.84 di freccia. Il peso totale è di 61.000 Ch., equivalente a 2824 Ch. a m. l. di corda. Il prezzo è di L. 24000, equivalente a L. 991 a m. l. pure di corda. È obliquo. La sua struttura è identica a quella del precedente. Alle prove si ebbe una freccia media di 10 mm. (Vedi *Nouvelles Annales de la construction* de C. A. Opperman. Mars, 1885).

Alcuni ponti in arco per sovrapassaggi, assai svelti ed eleganti, costrusse lungo il Canale derivato dall'Adige a scopi industriali, che si sta ora costruendo a Verona, l'egregio e carissimo mio amico l'Ing. E. Carli.

Queste notizie sui ponti in arco costituiscono la *Parte prima* del libro.

La parte seconda discorre di ponti a travi diritte, ma con fondazioni di pali a vite. Scopo della medesima principalmente è di offrire i dati e i ragguagli, raccolti durante la costruzione di detti ponti, relativi a questo genere di fondazioni, eseguite, in generale, in terreni piuttosto difficili. Sei sono i ponti de' quali si tratta in questa *seconda Parte*, vale a dire:

il ponte a 3 luci sull'Adige, detto *Garibaldi*, a Verona;

il ponte a 5 luci sull'Adige, detto *Aleardi*, pure a Verona (Tav. IX ad XI);

il ponte ad 11 luci sull'Adige a Zevio, detto *Ponte Perez* (Tav. XII a XIV);

il ponte a 5 luci sull'Adige ad Albaredo;

il ponte a 3 luci sull'Adige a Pescantina;

il ponte a 5 luci sul Lago di Mantova, detto *Ponte Molini*.

Alle singole monografie sui detti ponti abbiam fatto seguire un'esposizione del metodo in generale di fondazione con pali a vite ed a piatto, accompagnata ed illustrata da cenni storici e disegni.

Non riuscirà agevole al lettore il comprendere come da queste premesse sia sorta la *Parte terza* del libro, che tratta di antichi ponti in muratura, alcuni dei quali a grandi luci. La prima idea è stata quella di dare il disegno ed alcuni cenni sul *Ponte Nuovo* di Verona che fu distrutto dalla piena del settembre 1882. Le ricerche fatte per scoprire le origini e le vicende di questa bella opera medievale, condussero a scovare buon dato di notizie sugli altri antichi ponti esistenti sull'Adige pure a Verona. Di qui il proposito d'illustrare il *Ponte Pietra* (di cui una parte si conserva ancora che data dall'*epoca romana*), indi il *Ponte Navi* scaligero. Venne poi spontanea l'idea di compiere l'esposizione ristampando ritoccata ed accresciuta una Memoria, già esaurita, sul *Ponte militare di Castelvecchio*, opera rimarchevole per l'ampiezza eccezionale d'una sua arcata di m. 48,70, e per la sua imponente mole bella e severa. Quest'ultima circostanza fece correr il pensiero ad altro ponte ancor più memorabile per l'ampiezza della sua apertura, quello di *Trezzo sull'Adda*, che era in cotto in una sola luce di m. 72,25: miracolo di ardimento, anzi, come lo dice il Clericetti, il più grandioso arco in muro che mai sia stato eretto poco dopo quello di Castelvecchio (1370-1377) e distrutto nel 1416 dal Carmagnola. Di tutti questi ponti si dà il disegno nelle Tavole XV a XX dell'Atlante.

La *Parte quarta* del volume discorre dell'*Adige e delle sue piene*.

Dopo quella del 1882, che può ben dirsi la massima di cui si ha certa memoria, il Comune di Verona mise a concorso il quesito dei mezzi più adatti onde salvare la città dalle inondazioni dell'Adige. Fu quella un'occasione in cui questo fiume così importante venne un po' studiato; ed io trassi profitto dal risultato de' rilievi praticati in allora sul medesimo dai valenti Ingegneri che risposero a quell'appello, per redigere questi cenni. Ai profili longitudinali del pelo di piena dell'Adige (1882) aggiunsi parecchie sezioni trasversali del fiume, rilevate in località ed epoche diverse. Esse possono dar un'idea delle variazioni subite dall'alveo nei rispettivi periodi di tempo.

Nella città di Verona trovansi sparse qua e là delle iscrizioni, sia grafite sui muri, sia incise su tavole di pietra, le quali ricordano le piene più celebri che la funestarono. Ne feci una speciale raccolta, disponendole in ordine in modo da ottenere, unitamente agli accenni storici relativi, che trassi dai cronisti (alcuni dei quali inediti), come una cronologia delle inondazioni del fiume Adige a Verona. Confrontando fra loro questi dati si possono anche dedurre i rapporti di elevazione che corrono fra le piene più ragguardevoli. Questa raccolta è riuscita assai voluminosa ed abbondante; e parmi non debba essere priva

d'interesse, anche perchè lo studio dei fenomeni e delle circostanze tutte che accompagnarono le piene passate può servire, intanto che non sia provveduto ad un radicale riparo, di utile ammaestramento per difendersi e premunirsi nelle avvenire.

Un argomento di capitale importanza per lo studio del fiume Adige, è quello della portata del fiume. Furono in proposito fatte diverse ricerche sperimentali; alcune delle quali vennero a suo tempo pubblicate per le stampe; altre sono inedite. Raccolsi il tutto in apposita Memoria.

Per rendere l'esposizione meno incompiuta, premisi alcuni cenni generali sul fiume Adige, tratti dalle pregevoli pubblicazioni fatte dal Ministero dei Lavori Pubblici nel 1878, 1881 e 1884 in occasione delle Esposizioni di Parigi, Milano e Torino rispettivamente, e da altre Monografie. Misi in fine alcune notizie e riflessioni sul tanto discusso quesito della sistemazione dell'Adige a Verona; riflessioni messe allo scopo unico di scuotere, se ve ne fosse mai il bisogno, l'apatia che suol dominare pur troppo gli animi dei più. Servono a corredo di questa Parte IV le Tavole XXI a XXVIII dell'Album.

Tutto ciò che è in questa *Parte quarta* presento al pubblico non certo colla pretesa d'aver fatto una *Monografia sul fiume Adige*, ma coll'intenzione piuttosto di iniziarla: contento

se le imperfezioni del mio lavoro spingeranno altri, che ne ha in mano i mezzi, a mandare ad effetto un così bello, utile e desiderato lavoro. Con che si renderà un servizio preziosissimo in ispecie alla città di Verona, portando in un più largo campo la discussione sul vitale quesito dei modi più adatti e più economici (giacchè questo della spesa è uno dei nodi più difficili dell'arduo problema) per salvare dalle inondazioni del fiume codesta così bella e altra volta così fiorente città.

Al termine del volume misi un elenco delle fonti che trovansi citate nel medesimo. Avrei dovuto mettere anche un altro elenco: quello, cioè, di tutti i carissimi amici e delle egregie e gentili persone che mi furono larghe di aiuto e di notizie, specialmente nel raccogliere i dati contenuti nella Parte IV. Ma poichè l'enumerazione riuscirebbe troppo lunga, mi limito a rendere qui a tutti le più vive azioni di grazie.

Genova, 15 febbraio 1885.

# PARTE I

## PONTI IN FERRO AD ARCO

### MEMORIE TRE

(Tavole I-VIII)

MEMORIA I. — *Il ponte ad arco sull'Adige a Verona* (Ponte Umberto I) *in una sola luce di metri 90, costrutto a sostituzione del caduto Ponte Nuovo.*

## I. — Cenni storici.

La piena del settembre 1882, oltre agli altri gravissimi danni che arrecò alla città di Verona, fece anche cadere due ponti sull'Adige, di cui l'uno detto il Ponte Nuovo, in muratura; l'altro chiamato il Ponte Aleardi, in ferro, con stillate metalliche fondato su pali a vite.

Alla ricostruzione del Ponte Nuovo fu decretato dal Comune di provvedere con un ponte in ferro in una sola campata. Scopo della presente Memoria si è quello di offrire le notizie principali intorno a questo ponte, che ora è già costrutto.

Prima però daremo alcuni cenni sul ponte caduto, del quale anzi riproduciamo il disegno in apposita tavola (Tavola XV).

Il cronista Pietro Zagata dice nel brano che si riporta in appendice che nel 1335 bruciò il ponte nuovo che era di legname e che l'anno seguente fu fatto in pietra. Questo fatto risulta anche da un documento che riproduciamo più avanti, sotto il n. 23, tra le note della Parte III, nonchè dalla continuazione della Cronaca del Parisio (Muratori, S. VIII).

Il Moscardo, nella sua storia di Verona dice che nel 1299 si fecero in pietra i fondamenti e le pile del Ponte Nuovo, ed aggiunge che prima era di legno.

Ed altrove soggiunge che i fratelli Scaligeri lo completarono poi costruendolo per intero in pietra sopra le pile fatte fabbricare da Alberto Scaligero. Lo stesso Alberto vi aveva fatto costrurre dalla parte destra del fiume una torre che portava l'arma Scaligera.

Il Dalla Corte dice anche lui nella sua storia di Verona che nei primi dell'anno 1336 fu rifatto il Ponte Nuovo in pietra; le stesse cose dette dal Moscardo erano state scritte nelle sue *Antichità Veronesi* da Onofrio Panvinio.

Il Venturi nella sua storia di Verona, pur ripetendo le stesse cose dette di sopra, aggiunge che il ponte fu danneggiato nel 1439 e rifatto. Nel principio del secolo decimosesto minacciava rovina. Risulta infatti che fu ristaurato nel 1529, come dice la lapide da lui riportata.

Anche le cronache pubblicate dal Biancolini dicono che del ponte rovinarono due archi nel 1512.

Il Da Persico nella sua descrizione di Verona, dopo aver detto anche lui che nel 1299 si fecero le pile in pietra sotto Alberto Scaligero, aggiunge che il ponte si intitolò *Nuovo*, rispetto agli altri due preesistenti. Dice pure che nel 1539 fu riordinato sul disegno del Sanmicheli, poichè sin dal 1512 era caduto.

Ma il Da Persico sbaglia l'anno: doveva dire nel 1529 come il Venturi, e difatti Francesco Foscarini e G. Zane furono governatori di Verona nel 1529 e non nel 1539. Il Gritti poi fu doge dal 1523 al 1538.

Il Da Persico dunque, e prima di lui il Maffei e il Biancolini (*Serie*. 1760 a pag. 62) asserirono che il ponte fu riordinato sopra il disegno del Sanmicheli. Ma questo lavoro del Sanmicheli non si trova ricordato da nessuno dei suoi biografi; nessun documento si trovò in proposito nè nell'*Archivio dei Frari a Venezia*, nè negli *Archivi dei Rettori Veneti a Verona*, nè nell'*Archivio della Magnifica Città di Verona*. Anche il cav. A. Bertoldi nella sua memoria: « Michele Sanmicheli al servizio della Repubblica Veneta », (Verona, 1874) scrive:

« Credeva con tali ricerche di trovare documenti che riguardassero il Ponte Nuovo, cominciatosi quando era qui Podestà Giovanni Emo (1526-1528) e compiutosi nel 1529. In questo Archivio comunale esistono alcuni atti intorno ai ponti della città, ma nessuno che riguardi il Ponte Nuovo ».

La piena del 1757 che fece cadere due archi del Ponte Navi e guastò quello della Pietra, lo aveva poco danneggiato, come risulta dalle scritture che riportiamo più avanti nella Parte III.

## II. — Progetti di ricostruzione del Ponte.

Quando si trattò dunque di fare un nuovo progetto di ponte, varie questioni si presentarono innanzi tutto: la prima e principale risguardava l'ampiezza della luce; la seconda l'ubicazione da darsi al manufatto.

Dopo il disastro non era rimasto dubbio alcuno che il ponte dovesse farsi in una sola luce. Questa necessità che si sentiva ora, era stata riconosciuta sino dal 1758 dall'architetto Saverio Avesani, nella sua scrittura che riportiamo nella Parte III, dove dice « *sarebbe desiderabile che tutti li Ponti in questa Città fossero d'un arco solo* ». Ma ciò che restava da stabilire si è se avesse dovuto mantenersi la luce del ponte rovinato, oppure se fosse necessario aumentarla.

Ora il nuovo ponte doveva evidentemente soddisfare innanzi tutto a queste due condizioni:

1° Avere il piano della strada ad una altezza conveniente al disopra del livello della massima piena del 1882 in modo da presentare un tale franco sopra il detto livello da metterlo al sicuro dal pericolo di essere raggiunto e travolto da analoghe piene dell'Adige;

2° Avere una luce così ampia ed essere per tal modo ubicato da potere senza difficoltà coordinarsi ai provvedimenti necessari per la sistemazione del corso del fiume Adige in questa località, la quale è certo quella del tronco urbano in cui di tale sistemazione e rettifica dell'alveo si sente maggiormente il bisogno.

*Quota del piano stradale.* — Da una accuratissima livellazione eseguita dall'ingegnere Enrico Carli, allo scopo di collegare il piano delle rotaie della stazione ferroviaria di Porta Nuova a Verona collo zero dell'idrometro di S. Gaetano, risulta che il segno della guardia normale all'idrometro predetto è alla quota di metri 53,008 sopra il comune marino.

La piena del 17 settembre 1882 arrivò a metri 4,50 sopra guardia, e cioè alla quota 57,508 all'idrometro di S. Gaetano.

La magra ordinaria all'idrometro predetto è a m. 51,008 e la massima magra è a metri 50,408. La distanza fra il detto idrometro e il Ponte Nuovo (caduto) è di metri 188,50. Qui l'acqua raggiunse alla sponda destra, a monte la quota di metri 58,10 ed a valle di metri 57,62. Tenuta buona la

seconda si ha un dislivello di metri 0,112 fra i due peli di piena al ponte e a S. Gaetano.

La quota della guardia al Ponte Nuovo presa a base del progetto si ritenne a metri 53,100.

Avvertesi che presso la sponda sinistra la piena si alzò a monte di metri 0,20 di più che alla destra, vale a dire che si ebbe la quota di metri 58,30: ciò avvenne, perchè il filone batteva a sinistra.

La differenza di livello fra i due peli d'acqua a monte e a valle durante la piena al Ponte Nuovo era evidentemente dovuta al rigurgito prodotto dal ponte medesimo. Al quale proposito deve osservarsi che il ponte in muratura presentava nel suo insieme un assai considerevole ingombro, come può vedersi dal disegno. Fu presa nel Progetto come quota di massima piena quella di metri 57,62, verificatasi alla sponda sinistra a valle; poichè evidentemente una volta che si faceva il ponte in una sola luce e si rimoveva l'ingombro cessava la ragione del rigurgito. Questa quota poi fu diminuita di 0,32 e tenuta di m. 57,30, essendosi ammesso che questa tenue diminuzione si possa ottenere colla sistemazione dell'alveo e col suo allargamento di m. 20 circa.

Il piano stradale sulla mezzaria del ponte fu tenuto nel Progetto esecutivo alla quota 58,65, per cui se si tien conto che è di 0,20 lo spessore della massicciata e di 0,40 l'altezza dei traversoni, ne risulta che nella mezzaria del ponte si doveva avere fra l'altezza della massima piena e il piano inferiore della travata un intervallo o franco di metri 0,75.

*Luce del ponte.* — Fissata così la quota del piano stradale, rimane a determinarsi l'ampiezza dell'apertura.

Osservo innanzi tutto che la luce fra gli spalloni in muratura del caduto Ponte Nuovo, misurata direttamente dall'ing. Donatelli, risultò di metri 69,46.

Dopo l'inondazione del 1882 il Comune di Verona bandì un concorso invitando gl'ingegneri a presentare un progetto di sistemazione dell'Adige nel Tronco Urbano; sistemazione che avrebbe dovuto contemplare anche tutti i provvedimenti atti a salvare la città da ulteriori inondazioni.

Fra i diversi progetti presentati furono da apposita Commissione, composta del professore Domenico Turazza, del professore Gustavo Bucchia e dell'ingegnere deputato Alberto Cavalletto, scelti come migliori quelli degli ingegneri Enrico Carli, Camis-Cavaleri, e Tullio Donatelli.

Le larghezze d'Adige assegnate all'alveo sistemato in ciascuno di questi progetti sono le seguenti:

Progetto Carli, metri 90.

Progetto Camis e Cavalleri, metri 100.
Progetto Donatelli, metri 91.

Osservo subito che due di questi progetti sono quasi d'accordo nell'assegnare la larghezza dell'alveo. L'altro progetto la fissò di metri 100 in base ai risultati di alcuni calcoli istituiti per dedurre la portata di massima piena, sulla cui attendibilità la Commissione predetta elevò qualche dubbio. Riportiamo questi calcoli in appendice.

La medesima Commissione ritenne anch'essa accettabile la luce di metri 90.

I progetti per la sistemazione dell'Adige contemplano il provvedimento di racchiuderlo fra muraglioni, e la suddetta larghezza di metri 90 ritenevasi compresa fra i cigli superiori dei medesimi. Il concetto generale dei detti progetti di sistemazione era pressochè il medesimo; essi variavano solo in alcuni particolari. È però degna di nota la circostanza che nella tratta compresa tra il ponte della Pietra e il ponte Navi l'andamento delle sponde dell'alveo sistemato è pressochè identico in tutti e tre. Una tale concordanza ci ha fatti più sicuri nel fissare la posizione del manufatto in modo che lo si potesse quandochesia raccordare coi muraglioni predetti o in generale coll'alveo sistemato. Tale raccordo è indicato nella Planimetria generale Tav. IV.

*Tipo di travatura più adatto.* — Una volta fermata la massima di fare un ponte in una sola luce di metri 90, restava da scegliere il tipo più conveniente di travatura metallica.

Prima si presentava la forma della trave rettilinea. Ma questo genere di travatura, che finora fu quasi sempre adottato nei ponti in ferro in Italia, non solo ha lo svantaggio di rispondere assai male alle esigenze dell'estetica, ma ha anche quello di essere poco economico.

Ed è questo il motivo per cui i tedeschi, così accurati e rigorosi nei loro studi, muovono dei giusti appunti alle nostre costruzioni metalliche.

Nè si può certamente obbiettare, come fanno taluni, che essendovi maggior massa di metallo vi sia anche maggior solidità e durata; poichè questo non è veramente il caso; nè tale parmi sia l'obbiettivo che deve proporsi il costruttore, ma bensì quello di ottenere col minimo impiego di materiale la necessaria solidità e durata mediante la più razionale scelta della forma della costruzione.

Altra soluzione era quella di un ponte sospeso; ma non mi parve da preferirsi, sia per le forti oscillazioni a cui i ponti di questa forma vanno soggetti, come anche per le

difficoltà di costruzione a cui nel caso presente avrebbe dato luogo, in causa delle condizioni speciali della località nella quale andava collocato.

Invece mi è parso fosse il caso di pensare ad un ponte in arco. Nota il Culmann nella sua classica opera *Die graphische Statik* essere questa la più razionale forma di costruzione dal punto di vista dell'utilizzazione del metallo. E non a torto parmi il professore Clericetti nella sua Relazione sulla Esposizione di Milano del 1881 consiglia gli ingegneri italiani a sciogliersi dalla *routine* invalsa delle travi rettilinee e ad adottare nelle loro costruzioni la forma ad arco come quella che anche dal lato estetico è preferibile.

Queste due ragioni, di economia l'una e di estetica l'altra, parevami dovessero ricercarsi e prevalere poi in modo speciale nel caso presente, sia per le condizioni disgraziate fatte al nostro Comune dalla recente inondazione, sia perchè il ponte andava collocato nell'interno di una città e in un punto molto bello e pittoresco.

Con che però non voglio dire che le considerazioni estetiche dovessero far dimenticare e porre in non cale le esigenze dell'idraulica; cosa che in parte sarebbe avvenuta se si fosse adottato un ponte ad arco della forma ordinaria tutto sottoposto alla strada. Poichè in tal caso una gran parte della costruzione sarebbe caduta nella sezione d'efflusso, la quale sarebbe stata per tal guisa dall'arco stesso e dai timpani notevolmente diminuita ed ingombrata, con manifesto pericolo pel nuovo ponte. Si avrebbe poi avuto un altro inconveniente; ed è, che siccome l'imposta si doveva tenere ad un livello più basso della guardia normale, sarebbe avvenuto di necessità che ogni tanto si sommergesse molta parte del manufatto in ferro con danno evidente di questo materiale.

Infine deve notarsi che facendo un arco sottoposto alla via la monta non avrebbe potuto a meno di riuscire d'un valore molto tenue (un sedicesimo circa) rispetto alla luce e che perciò l'arco sarebbe diventato assai pesante; essendo noto, che sino ad un certo punto il peso di questo genere di travature decresce coll'aumentarne la monta.

Per tutti questi motivi ho scelto la forma di travatura che vedesi rappresentata nel disegno. È costituita da due archi che si impostano poco al disotto del piano della strada e vi rimangono per una piccola parte, ma poi si portano al disopra della medesima. L'impalcato stradale è sostenuto da sottili montanti verticali, fissati all'arcone principale.

Tutti questi montanti sono collegati insieme da un trave

longitudinale o lungherone a traliccio, che ha l'altezza di m. 0,60, ed a cui s'attaccano le travi trasversali. Queste ultime reggono la massicciata, sostenuta da ferri zorès.

Con questo sistema di travatura si vengono a soddisfare le esigenze economiche perchè si realizza la forma ad arco; lo stesso dicasi per le esigenze idrauliche, poichè la medesima è così combinata da non portare un sensibile ingombro nell'alveo e neppure da offrire un dannoso ostacolo al corso delle acque.

Quanto all'estetica il giudizio dei più si è quello che non sia stata molto religiosamente rispettata; vi sono anche taluni pochi che la pensano diversamente. È certo però che il ponte, sepolto come ora è fra le case, è in condizioni assai sfavorevoli per essere giudicato.

Non mi consta che un tale partito di travatura sia stato adottato finora in altre analoghe costruzioni in Italia.

*Dati diversi.* — La larghezza utile del ponte è internamente di metri 8; vi sono poi dei marciapiedi esterni sostenuti da mensole larghi un metro per ciascuno.

La larghezza della strada tra i parapetti nel ponte in muratura caduto era di circa metri 7,50, dei quali complessivamente due erano occupati dai marciapiedi; per cui la larghezza della carreggiata era di metri 5,50. Le condizioni quindi del nuovo manufatto vengono sotto questo punto di vista migliorate. Ma del resto la larghezza di m. 7,50 non diede mai luogo a nessuno inconveniente benchè molto attivo fosse il passaggio di pedoni e di carri su questo ponte.

I marciapiedi esterni si sono aggiunti non solo per rendere il ponte più comodo, ma anche per offrire ai visitatori la possibilità di ammirare a loro agio il bellissimo panorama che si gode da questo ponte. Di più essi costituiscono come un rifugio nel caso vi sia un qualche pericolo nella parte interna.

Vuolsi infine osservare che, se pure in caso di piena contro il ponte venissero a cozzare dei poderosi galleggianti, essi non potrebbero che guastare la parte inferiore della travatura, che è la meno importante, e non potrebbero recare danno sensibile al grande arcone che è la parte essenziale, poichè nella parte centrale egli rimane a molti metri sopra il pelo delle acque.

E anche nel caso che il militare volesse interrompere il passaggio sul ponte, ciò potrebbe ottenersi agevolmente demolendo l'impalcato inferiore e lasciando quindi intatto l'arcone superiore.

Prima di aggiungere ulteriori particolari sulla travatura

metallica del ponte diremo qualche cosa sopra l'ubicazione del medesimo. Ma prima ancora faremo un cenno delle quote d'imposta degli arconi.

*Quote d'imposta.* — Il centro dell'imposta degli arconi era nel Progetto primitivo alla quota 55,10 m. Essendo, come si è detto, la *guardia* alla quota 53,10, si aveva un franco di m. 2,00 sopra la medesima. In questa maniera si otteneva che il ponte non venisse tocco dalle acque nemmeno nella sua parte inferiore, anche durante le ordinarie escrescenze del fiume.

E infatti le altezze medie del pelo d'Adige rilevate all'idrometro di S. Gaetano in Verona nei mesi d'estate e d'autunno pel decennio 1868-1877 sono le seguenti:

| Mese di | Quinquennio 1868-1872 sotto guardia norm. | Quinquennio 1873-1877 sotto guardia norm. | Decennio 1868-1877 sotto guardia norm. |
|---|---|---|---|
| Maggio | 0,82 | 1,13 | 0,98 |
| Giugno | 0,64 | 0,24 | 0,44 |
| Luglio | 0,95 | 0,42 | 0,69 |
| Agosto | 1,07 | 1,01 | 1,04 |
| Settembre | 1,46 | 1,46 | 1,46 |
| Ottobre | 1,26 | 1,69 | 1,48 |
| Novembre | 1,65 | 1,82 | 1,73 |

La detta quota d'imposta fu nell'esecuzione tenuta a metri 54,55 in seguito a speciale concessione del Ministero dei LL. PP.

*Ubicazione del manufatto ed accessi.* — La questione dell'ubicazione si connette intimamente con quella del rialzo del piano stradale e coll'altra degli accessi.

Mancando un rilievo esatto della località si fece rilevare un apposito piano quotato all'ing. T. Donatelli (V. Tav. IV).

Il partito che fu scelto fu quello di mettere il nuovo ponte press'a poco nella posizione del ponte caduto, spostandolo però sulla riva sinistra, alquanto verso valle. Tale soluzione ha il vantaggio di utilizzare gli accessi attuali.

Il ponte viene così ad essere un poco obliquo rispetto alla direzione della corrente, ma questa non è una circostanza di molto peso trattandosi che è in una sola luce. Bene inteso che gli spalloni sono retti.

Altro inconveniente è quello che il ponte non si presta ad infilare esattamente la direzione dei progettati muraglioni; ma si può tuttavia raccordare coi medesimi senza difficoltà per mezzo di un dolce flesso.

Un'altra soluzione si era presentata come assai opportuna, ed era quella di mettere il ponte in direzione normale ai detti muraglioni facendone cadere una spalla nella località della rovinata Pescheria (V. Planimetria). Ma questo partito avrebbe avuto un inconveniente, di dover rinunciare al fabbricato medesimo che serve opportunamente al mercato del pesce; inconveniente tanto più grave inquantochè non si aveva alla mano un altro fabbricato da sostituirvi altrettanto comodo come l'attuale.

Altro inconveniente di questo progetto era di dover sostenere in parte le strade d'accesso con muri, e di sotterrare molte porte di case.

Il ponte come fu disposto viene col suo spallone destro a cadere in parte sotto le case che esistono all'estremità della via d'accesso proveniente da Piazza Indipendenza; sulla riva sinistra la deviazione lo porta ad imboccare meglio l'altro accesso di via S. Tommaso.

Per quanto risguarda le condizioni altimetriche l'accesso sulla riva destra viene a trovarsi in ottime condizioni, poichè non occorre fare alcun rialzo.

Sulla riva sinistra si viene ad avere invece un rialzo di circa un metro all'estremità del ponte. Ma i raccordi si ottengono facilmente con rampe che non superano la pendenza del 5,00 0[0 sulla via principale di S. Tommaso e del 6 0[0 sulle due laterali.

Si osserva infine che con tutti questi rialzi degli accessi non si viene ad ostruire nessuna porta di bottega nè di case. Si ha solo un gradino al principio della via di S. Tommaso in corrispondenza ai così detti Portici.

*Altra soluzione.* — Una terza soluzione era stata proposta e consisteva nell'approfittare degli spalloni attuali per impostare sopra di questi un arco della luce complessiva del ponte caduto, cioè di metri 72. Questo progetto avrebbe dovuto naturalmente considerarsi come una cosa affatto provvisoria; e presupponeva che molto tempo dovesse passare prima che venissero attuati i provvedimenti per lo allargamento e la sistemazione dell'alveo dell'Adige nel Tronco Urbano. Esso importava la spesa di sole L. 125000; e siccome il gran ponte di 90 metri veniva a costare circa L. 300000, così si veniva ad ottenere intanto un'economia di L. 175000.

Un tale ponte sarebbe stato certo più elegante dell'altro, poichè tutto sottoposto alla strada. Avrebbe avuto però l'inconveniente di avere le imposte molto basse e di essere non infrequentemente sommerso dalle acque.

Questo progetto ammetteva, come si disse, un'ipotesi che

avrebbe fatto torto agli Amministratori del Comune; l'ipotesi cioè che si dovesse di molto tempo ritardare l'esecuzione dei provvedimenti per la regolazione dell'Adige. Per questo motivo principalmente fu respinto; e fu adottato dal Consiglio Comunale nella sua seduta delli 25 aprile 1883, presieduta dal sindaco avv. Guglielmi, ad unanimità, l'altro della luce di 90 metri, quasi come una solenne conferma dei sentimenti da cui era animata tutta la Rappresentanza Comunale, di voler cioè attuare i provvedimenti più efficaci per salvare Verona dalle inondazioni.

Per quanto infine riflette la luce di 72 metri essa avrebbe potuto tollerarsi intanto che si fosse lasciato attivo il Canale così detto *dell'acqua morta*.

### III. — Esecuzione.

Passiamo ora a descrivere più diffusamente il progetto prescelto.

Innanzi tutto va osservato che la strada sul ponte segue nel senso longitudinale un arco di circolo e va quindi alzandosi verso la mezzaria.

Questo arco di circolo viene ad avere una freccia di metri 1,10 sopra una corda di metri 86,80. La pendenza media della via sul ponte risulta quindi del 2,50 per 0[0.

Con questa disposizione di travatura si è guadagnato un rialzo di m. 1,10 sulla mezzaria del ponte; tenendo così d'altrettanto più basso il piano stradale all'estremità del medesimo.

In complesso con questo progetto si è ottenuto di rialzare il piano stradale senza aumentare, anzi diminuendo, le pendenze sulla via principale; e senza sotterrare nessuna porta o bottega.

I vantaggi del medesimo sono tanto più apprezzabili se si pensa che sulla riva sinistra avcasi pur qui una pendenza del 5,5 0[0 e in qualche punto del 6 0[0: che al ponte Navi si ha tutt'ora e su non breve tratta, una pendenza del 5,50 0[0 e che al Ponte della Pietra si ha il 6,50 0[0.

Tale vantaggio si deve in gran parte ripetere dalla forma speciale della costruzione e dall'avere fatto il ponte di una sola luce.

L'ampiezza dell'arco fra i centri delle imposte è di metri 88,80. Fra le murature sotto il toro si ha la luce di metri 86,80.

La luce di metri 90,40 intercede invece fra i muri delle spalle rientranti dietro le imposte.

Fra i muretti estremi a para-ghiaia si ha invece una luce di metri 91,72.

Venendo ora a descrivere il ponte nei suoi particolari incomincieremo innanzi tutto dalle murature.

*Murature.* — Queste sono costituite da due enormi spalloni della lunghezza di metri 14 nel senso trasversale, e della larghezza o spessore di metri 10.

La parte in fondazione è costituita di un dado di calcestruzzo alto m. 1,00 fatto con calce idraulica di Palazzolo in ragione di 350 chilogrammi di calce per ogni metro cubo di ghiaia. Non occorsero palificazioni nè casseri.

Per dare la forma al dado di calcestruzzo si rivestì lo scavo con semplici tavole. Il calcestruzzo non fu gettato tutto in una sola volta; ma a riprese in ragione dell'ultimazione dello scavo.

Il terreno su cui si fondò e che trovasi alla quota 46.00, fu di ghiaia compatta sulla riva destra e di ghiaia commista a sabbia sulla riva sinistra. Si limitò lo scavo a questa quota (7,10 m. sotto G. N.) perchè si era verificato che la massima escavazione d'Adige alla passerella in legno, costrutta un po' più a valle, era stata di m. 5,50 sotto G. N. E notisi che qui il fondo era ed è sempre in uno stato di speciale escavazione per lo sbalzo che vi producono i ruderi del ponte caduto. E si osservi inoltre che una volta allargato l'alveo, il fiume tenderà piuttosto ad alzare il suo letto, che ad escavarlo maggiormente.

Fu detto che non occorsero casseri; e difatti il terreno era così compatto ed impermeabile da non lasciar penetrare l'acqua nello scavo delle fondazioni, quantunque lo scavo fosse al disotto del pelo dell'acqua del fiume. La muratura sopra lo smalto fu fatta in pietrame ordinario e malta idraulica fino alla quota 49,00 metri. A questa altezza si collocò sopra la muratura uno strato di lastre di S. Ambrogio grosse 0,30 metri.

La muratura sopra la quota di m. 49,30 e fino al piano superiore dei pulvini d'imposta fu fatta tutta in pietra da taglio con malta di calce idraulica. La pietra era delle cave di Quinzano della migliore qualità, esclusa quella della valle, e la parte della muratura in vista venne rivestita con pietra da taglio delle cave di S. Ambrogio lavorata in parte a bugnato ed in parte a punta mezzana. I pezzi di pietra della muratura interna venivano sbozzati e ridotti a forme di parallelepipedi aventi l'altezza di metri 0,45 ed in complesso un volume non minore di metri cubi 0,15. Ad ottenere un perfetto collegamento in piano orizzontale i pezzi venivano disposti alternati;

per collegare poi ciascun corso col successivo si collocavano per ogni corso 12 pezzi alti 0,90 in modo quindi che ne prendessero due. Tale muratura veniva compensata col prezzo netto di L. 19,35 il metro cubo.

Meritano infine d'essere ricordati i grandi pulvini d'imposta in pietra di S. Ambrogio del volume ciascuno di metri cubi 4.50.

Per quanto riflette in particolare la condotta del lavoro di costruzione delle murature è a ricordarsi quanto segue.

Alla spalla destra che era esposta alle escrescenze del fiume si fece una tura con doppia fila di pali battuti, e con palancole, la quale partiva dal pilastro estremo della casa subito a monte del manufatto (casa Cainer), e si protendeva a valle fino all'angolo della Pescheria: questa tura veniva a recingere la pila ancor in piedi del ponte caduto.

Verso il termine dello scavo di fondazione di questa spalla si ebbero alcune piccole filtrazioni, le quali vennero esaurite con una pompa a mano.

Una parte di questa spalla andava costrutta sotto le due case fiancheggianti l'accesso al ponte; per il che si dovettero premettere opportune sotto-murazioni.

La costruzione di questa spalla rese necessaria la demolizione della pila e dell'arco rimasto in piedi del vecchio ponte in muratura. Si è conservata invece parte del vecchio spallone, sottomurandolo però onde dare al medesimo una fondazione egualmente profonda come in tutto il resto della spalla.

La pila rimasta in piedi del vecchio ponte, e che restava fuori dell'area occupata dalla nuova spalla, fu demolita fino al piano della magra; la parte rimasta della medesima, servirà così di riparo allo spallone del nuovo Ponte.

Nello escavo della spalla sinistra, la quale veniva a trovarsi di circa 20 metri più addentro della vecchia spalla, non si trovò acqua: un pozzo vicino allo escavo aveva il pelo d'acqua di 3 metri più basso del pelo d'Adige. Ciò avea fatto già presumere prima che s'iniziasse il lavoro, cosa che si avverò poi, che nello scavo della spalla non si sarebbe trovata acqua di filtrazione dell'Adige.

L'escavo di questo spallone veniva fatto molto vicino a casa Da Lisca: ma questa casa non ebbe a subir danno e per le precauzioni prese, e perchè si sono trovate sotto le botteghe profonde cantine a volto.

Per stabilire una comunicazione fra le due rive fu costrutto subito fino dal dicembre (1883) il ponte di servizio, il quale più tardi doveva servire per la montatura delle travate.

Il lavoro si fece nella stagione invernale (novembre 1883, aprile 1884). La temperatura però fu abbastanza mite, tanto che l'acqua non avendo mai gelato, nelle fondazioni si potè non solo colare lo smalto, ma benanco continuare senza interruzione la rimanente muratura. La posa in opera del *béton* si iniziò alla fine del dicembre 1883: essendosi in fine di ottobre incominciati i lavori di demolizione e d'escavo. Alla metà di marzo: a destra si era al piano di posa de' pulvini, i quali si misero subito dopo a posto: a sinistra c'erano già. Ai primi di aprile la montatura degli arconi era a buon punto; tanto che prevedendosi prossima la loro chiusura, e non essendo complete tutte le murature dietro i pulvini, se ne sollecitò l'ultimazione per evitare che gli arconi sollevandosi pel calore sulle centine, e gravitando tutti sulle imposte, non le sfiancassero.

Durante il lavoro si fecero esperimenti sulla presa della malta fatta colla calce di Palazzolo; e la si trovò di qualità soddisfacente. Un cubetto del lato di 5 centimetri dopo 2 mesi con molta difficoltà si potè spezzare a colpi di martello.

La mano d'opera impiegata nel lavoro agli ultimi del dicembre 1883, quando esso non era giunto al massimo sviluppo, era di:

| | |
|---|---|
| Muratori . . . . . | N. 12 |
| Manovali . . . . . | » 14 |
| Terraiuoli . . . . . | » 32 |

Ai primi di febbraio la mano d'opera era la seguente:

| | |
|---|---|
| Muratori . . . . . | N. 22 |
| Manovali . . . . . | » 37 |
| Tagliapietre . . . . | » 14 |

*Terreno incontrato negli scavi di fondazione.* — Spalla destra:

| | | |
|---|---|---|
| Quota di guardia normale . . | m. | 53,10 |
| Fondo Adige alla quota. . . | » | 51,35 |
| Sabbia fino alla quota . . . | » | 49,80 |
| Ghiaia fino alla quota . . . | » | 46,00 di fondazione |

Spalla sinistra:

| | | |
|---|---|---|
| Quota di guardia normale . . | m. | 53,10 |
| Piano stradale a . . . . . | » | 56,60 |
| Materiale di riporto fino alla quota | » | 53,90 |
| Limo fino a . . . . . | » | 51,10 |
| Ghiaia fino alla quota . . . | » | 46,00 di fondazione |

*Opere di sistemazione e difesa.* — Sulla riva destra non occorsero opere di difesa, essendo qui la riva fiancheggiata

da case, e la spalla trovandosi rientrante dalla linea delle medesime, e quindi da loro difesa. E difatti questo spallone, colla vicina pila, resistette anche all'ultima piena non ostante fosse fondato ad una quota superiore a quella del ponte attuale, vale a dire a m. 50,00. Sulla sponda sinistra aveasi indifesa la riva nella tratta a valle occupata dalle case rovinate in seguito all'ultima piena. In seguito a che la via Sanmicheli che era interna, venne ad essere direttamente esposta al fiume. A sostegno e difesa della medesima, dopo demolite completamente le case, venne qui costrutta una scarpa rivestita di pietrame posto su letto di smalto, e colle commessure suggellate con cemento idraulico. La scarpa venne fermata al piede con una corona di pali fitti, rilegati fra loro con filagne. (V. Planimetria, Tavola IV).

Si è già detto che dalla parte sinistra il ponte veniva allargato di circa 20 m. In questa tratta naturalmente doveasi scavare il terreno fino a raccordarsi col fondo del fiume. Ma per la vicinanza di casa Da Lisca non si eseguì lo scavo completo nella tratta fra la vecchia spalla e la nuova; ma invece lo si limitò a m. 53,10 (guardia normale) in corrispondenza alla detta casa, aumentandolo poi con una continua cadente, in modo che giungesse a m. 1,00 sotto guardia (52,10) subito a valle della spalla. Questa parte di alveo venne rivestita con uno strato di *béton* grosso 0,40 metri. Si lasciò inoltre in piedi lo spallone del vecchio ponte.

### IV. — Travata metallica.

*Arconi ed annessi* (Tav. I, II e III). — Andiamo ora a parlare con particolare diffusione della costruzione in ferro. La parte essenziale della costruzione è costituita da due grandi arconi principali, della luce, come si disse, di metri 88,80 misurati fra i centri delle imposte. Questi arconi, non avendo potuto essere collocati tutti al disotto della strada, s'impostarono bensì sotto la medesima alla quota 54,55, vale a dire, a metri 1,45 sopra guardia; ma alla distanza orizzontale di metri 8 circa dalle imposte, passano al disopra della strada medesima, arrivando nella mezzaria del ponte all'altezza di metri 5,90 sopra la strada predetta.

Gli arconi lasciano fra loro una via libera di metri 8,00: distano da asse ad asse di metri 8,70. Vi sono poi i marciapiedi esterni larghi m. 1,00, per cui, verso le estremità, dove gli arconi passano al di sotto, la strada è larga metri 11,40.

I detti arconi hanno una sezione traversale di forma a

cassetta, con due pareti verticali a traliccio, costituite di ferri angolari. Le piattabande orizzontali sono quattro delle dimensioni di 700×12,5 mm.; sono unite alle anime verticali di 250-12 per mezzo di cantonali di 90-90-12 mm. Anche esternamente, e in corrispondenza ai ferri angolari interni, vi sono degli altri ferri angolari di 90-90-12; quelli di sotto servono per l'attacco dei montanti che sostengono la strada; quelli di sopra si posero per rendere simmetrica la sezione.

La strada viene sostenuta da travi trasversali foggiate ad arco, aventi verso le loro imposte o, a meglio dire, punti d'attacco, l'altezza di metri 0,40. Lo spessore della massicciata è di metri 0,20, per cui la differenza di livello fra il piano della strada e il piano inferiore dei travi a cui si attaccano le traverse è di metri 0,60.

Le dette travi traversali sono collegate ai grandi arconi per mezzo di tiranti verticali di sezione ad *U*. Questi ferri ad *U* sono composti di due ferri d'angolo, uniti insieme ad un traliccio pure costituito da ferri d'angolo; l'altezza della sezione di tali montanti, essendo di metri 0,70, essi non possono a meno di riuscire molto rigidi nel senso trasversale, mentre appaiono assai leggeri. La distanza da asse ad asse di questi montanti, e quindi delle traverse, è di metri 2; distanza che non è lecito sorpassare trattandosi di sostenere il massicciato cogli ordinari ferri zorès.

Tutti i punti d'attacco delle travi trasversali vengono collegati fra loro da due grandi travi a cassetta, le cui pareti, tanto verticali che orizzontali, sono a traliccio; l'altezza di questi travi è di metri 0,60, la loro larghezza è di metri 0,70. Si sono date loro tali dimensioni onde avessero molta rigidità nel senso verticale ed orizzontale; la qual cosa era assai importante, trattandosi che questi travi dovevano costituire insieme colle traverse un tutto rigido, il quale resistesse anche ad eventuali urti nel senso della corrente. Questa rigidità data all'ossatura metallica che sostiene i travi trasversali, deve anche servire a raggiungere l'intento importantissimo di eliminare, per quanto è possibile, le oscillazioni orizzontali. Ma a tale scopo servono oltre a ciò anche i controventi orizzontali, e lo speciale sistema delle traverse.

Come si vedrà dai calcoli di resistenza, le traverse si considerano come incastrate alle loro estremità. Ma tale condizione si verifica per quelle collocate verso le estremità del ponte; ma non è interamente realizzata per quelle centrali. Per impedire in quest'ultime una soverchia oscillazione e inflessione, si è aggiunto uno speciale sistema di tiranti, il quale ottiene due scopi: primo quello di impedire le dette

oscillazioni ed abbassamenti; e l'altro di far convergere il peso stesso della traversa a mantenere la perfetta verticalità dei montanti d'attacco. Ciò riesce evidente alla semplice inspezione del disegno; poichè i tiranti essendo applicati esternamente sotto le mensole, la loro azione tende a far girare il montante nel senso contrario al movimento di rotazione che gli fa subire il carico della traversa.

Due serie vi sono di controventi orizzontali: la prima serie è costituita da quelli che sono applicati direttamente ai grandi arconi; l'altra è di quelli che collegano insieme i longheroni, di cui si disse di sopra, i quali riuniscono fra loro gli attacchi delle traverse. Quanto ai primi controventi, si osserva che essi sono applicati nella parte centrale del ponte per un'estesa di metri 32; poi vengono interrotti perchè altrimenti chiuderebbero l'accesso sulla strada; si ritrovano poi di nuovo nella parte degli arconi che resta tutta sotto la strada. I controventi della parte centrale consistono di numero 9 travi trasversali dell'altezza di metri 0,50; vi sono poi dei controventi diagonali costituiti da ferri d'angolo delle dimensioni di 100—100—12: questi ferri sono sufficienti a resistere e ad impedire le oscillazioni orizzontali. Siccome però non avrebbero rigidità sufficiente per sostenersi, vista la forte luce che hanno, furono sostenuti a metà della loro ampiezza per mezzo di un trave longitudinale, il quale collega fra loro le mezzarie delle traverse. Le traverse superiori sopra citate vengono attaccate direttamente agli arconi, ma si raccordano coi montanti col mezzo di lamiere e cantonali ricurvi; e in tal guisa si ottiene in corrispondenza a queste traverse come altrettanti telai indeformabili nel senso trasversale, i quali contribuiscono anch'essi alla rigidità della travatura.

Nella parte degli arconi che resta tutta al disotto della via vi sono tre traverse di collegamento e in corrispondenza all'appoggio v'ha un telaio indeformabile costituito da due traverse orizzontali, da due montanti verticali sulle imposte e da due ferri diagonali delle dimensioni indicate nel disegno.

In apposita planimetria è indicata la distribuzione di tutti questi controventi.

L'altra serie di controventi, di cui si è detto di sopra, esiste al piano inferiore delle travi trasversali. Per ogni traversa vi sono due ferri d'angolo di 80—80: 10, disposti nel senso traversale, i quali servono come da catena; di più vi sono dei ferri diagonali incrociati delle dimensioni di 80—80—10, i quali al loro incontro si fissano ai precedenti ed hanno così un sostegno intermedio.

*Marciapiedi.* — I marciapiedi sono sostenuti da travicelli in ferro, sui quali è fissata una lamiera di ferro striata. Gl' interni hanno una larghezza di metri 1 per ciascuno; gli esterni sono pure larghi metri 1. Su quasi tutto il ponte gli uni sono in comunicazione cogli altri e, tenuto conto della larghezza di metri 0,70 degli arconi, si ha quindi complessivamente pei pedoni una larghezza di metri 2,70.

I marciapiedi esterni sono difesi da un robusto parapetto alto metri 1,10.

*Massicciata della strada.* — Come fu detto, la massicciata viene sostenuta dai ferri zorès; essa è resa continua con quella sulla spalla per mezzo di apposita lamiera in ferro, la quale scorre sopra un paraghiaia di vivo quando il ponte si dilata o si ritira pelle variazioni di temperatura. Essa è così composta: sopra i detti ferri venne disteso uno strato di calcestruzzo, formato con calce idraulica e ghiaia un poco minuta; su questo strato vennero collocati dei pezzi di pietrisco calcare, bene serrati fra di loro e disposti in modo da avere i loro spigoli più acuti e le parti più scabrose al di sopra. Su questo pietrisco venne distribuita della ghiaia e pietrisco calcare minuto, il quale s'internò e riempì i vani che restavano fra i pezzi di pietrisco. Fatto ciò vi si passò sopra con un grosso rullo, il quale spianò gli spigoli e scabrosità del pietrisco, schiacciò e compresse la ghiaietta, e formò così una compatta massicciata.

*Montatura degli arconi.* — La montatura della travatura in ferro s'iniziò ai primi di marzo 1884; agli ultimi di aprile era in complesso ultimata. Il 10 maggio 1884 si disarmarono gli arconi. Come vedesi fu condotta molto rapidamente.

Messi a posto i pezzi d'imposta completi, la montatura degli arconi procedette dalle due imposte verso la chiave uniformemente, onde evitare deformazioni nelle centine e nel palco di servizio. Si misero a posto prima i pezzi dell'intrados, onde riconoscere e verificare innanzi tutto l'esattezza del tracciamento degli arconi. Poi si montò il traliccio degli arconi; ed infine il pezzo ad U superiore o di estrados.

Durante la montatura si verificavano le altezze dei montanti verticali degli arconi sul piano stradale, onde assicurarsi che gli archi avessero la forma voluta; si trovò tutto regolare; la curva dell'arco si presentava all'occhio continua, senza gobbe nè deformazione di sorta.

I lungoni inferiori e le traverse si montarono sul palco di servizio dopo aver messo a posto i montanti verticali. A tal uopo il piano del ponte di servizio era tenuto a un

metro circa sotto il piano della strada sul ponte. Gli era stata data però una curvatura parallela a quella della via sul ponte.

*Ponte di servizio e centine.* — Diamo uno schizzo nella Tav. III, del ponte di servizio e delle centine che servirono alla montatura della travatura metallica. Vi si impiegarono:

Di legname . . . . . m. c. 350
Di ferro . . . . . chil. 5,300

Le stillate sono composte ciascuna di 4 colonne, costituite da 4 pali aggruppati e ben collegati fra loro: nel centro di ciascuna colonna vi ha un palo di ferro del diametro di m. 0,10, con punta acciaiata e foggiata a tronco di piramide. La massima infissione nel fondo dei pali in ferro fu di metri 5. I pali in ferro furono adoperati per poter penetrare attraverso i ruderi del vecchio ponte in muratura rovinato.

I pali di legno in totale sono 32, di cui 16 lunghi 8 m. e 16 lunghi m. 6; il loro diametro è di 30 centimetri. Il martino che servì all'infissione pesava 400 chil. e aveva una volata di 5 m.

*Disarmo del Ponte.* — Per effettuare il disarmo del ponte si è approfittato dell'innalzamento che subiva in conseguenza dell'aumento di temperatura. Si è tenuto un processo analogo a quello seguito pel Ponte sul Cellina a Monreale nel Friuli e che abbiamo descritto nella monografia su quel ponte pubblicata nel 1880 e che riproduciamo di seguito alla presente.

Il disarmo si fece il 10 maggio 1884 a mezzogiorno. I cunei erano allentati in chiave, e di qui si cominciò l'operazione. Ai fianchi i cunei stringevano; e quando si levarono anche questi, l'arco si sollevò in chiave di circa mm. 7.

Per aver un'idea dell'influenza della dilatazione prodotta dalla temperatura, determiniamo qui di seguito l'innalzamento che corrisponde in chiave ad una differenza di 50° centigradi.

Gli elementi dell'arco alla temperatura di origine sono:

$$R = 103{,}568$$

essendo

$$c = 88{,}80$$
$$f = 10{,}00$$

quindi Angolo al centro $\varphi = 50^{\circ}\ 46'\ 14''$
Sviluppo . . $S = 91{,}773$ m.

Maggiore sviluppo per un aumento di temperatura di 50°

$$S' = 91{,}8286$$

Angolo al centro $\varphi' = 51^{\circ}\ 13'\ 49''$.
Nuova freccia $f' = 10{,}093$.

Si ha quindi un'elevazione in chiave di 93 mm., vale a dire di mm. 1,86 per ogni grado C. Vedremo più oltre come questo valore riesca confermato per altra via.

*Prove di resistenza dei ferri.* — I ferri prima d'essere lavorati furono sottoposti a prove di rottura per trazione, ed alle prove cosidette di lavorazione. Vennero cioè piegati a caldo ed a freddo, a caldo fino al contatto delle faccie, a freddo sino ad un angolo circa di 30° senza rompersi.

Quanto alle prove di rottura, i ferri angolari di 90—90—12 e le piattabande di 700—12 degli arconi si ruppero da 34 a 36.20 Ch. per mmq. Le anime invece di 250—12 e i ferri ad angolo dei tiranti verticali si ruppero a 43.10 e 42.50 Ch. per mmq. La sezione dei primi ferri era maggiormente fibrosa, il che viene indicato dai risultati stessi delle prove. Evidentemente i coefficienti di rottura indicano la maggiore dolcezza del ferro pei primi.

## V. — Calcoli di resistenza.

*Premesse.* — Si mandano innanzi alcuni dati generali.

| | | |
|---|---|---|
| Luce fra il vivo delle spalle | m. | 86,80 |
| Corda dell'arco fra i centri d'imposta | » | 88,80 |
| Raggio dell'arcone | » | 103,568 |
| Monta degli arconi | » | 10,00 |
| Angolo al centro | 50° | 46' 14'' |
| Altezza dell'arco fra i cantonali | m. | 1,30 |
| Distanza fra gli assi degli archi | » | 8,70 |
| Larghezza totale del Ponte fra i parapetti | » | 11,40 |
| Larghezza della strada interna | » | 8,00 |
| Monta dell'arco che segue la curva della strada corrispondente alla corda di m. 88.80 | » | 1,155 |
| Raggio id. | » | 856,71 |
| Monta id. corrispondente alla luce di 86.80 (luce fra le murature) | » | 1,10 |
| Quota del piano d'imposta al centro degli arconi | » | 54,55 |
| Quota del vertice degli arconi sull'asse | » | 64,55 |
| Quota del segno di guardia o zero dell'idrometro al Ponte Nuovo | » | 53,10 |
| Quota del piano stradale nel mezzo del ponte | » | 58,65 |
| Id. alle estremità sopra le imposte | » | 57,455 |
| Come caposaldo per le quote si è presa la soglia della chiesa di S. Tommaso che ha sopra la comune marea la quota | » | 55,665 |
| Quota dello zero dell'Idrometro di S. Gaetano | » | 53,008 |

Il Consiglio superiore dei LL. PP. prescrisse che i ferri soggetti a sforzi di flessione non dovessero subire, quando il ponte era tutto caricato, uno sforzo per mmq. superiore a 6 Ch., e quelli soggetti a sforzi di taglio superiore a 5 Ch. Fu pure prescritto dal predetto Consiglio Superiore dei Lavori pubblici che il sovracarico fosse tenuto di 400 Chilog. per metro quadrato, ed esteso alla larghezza complessiva netta del ponte che è di metri 10,00, compresi quindi i marciapiedi interni e esterni, non però la zona occupata dai travi stessi. Nei calcoli fu tenuta invece la larghezza di m. 11,40. Tale misura è evidentemente esagerata poichè la zona occupata dagli arconi non può essere che in piccola parte del ponte occupata dai pedoni. Ma si è voluto eccedere nella stabilità, assumendo pel carico 560 Ch. a metro c. di più di quelli prescritti, onde avere la piena certezza, che, non ostante circostanze imprevedute, gli sforzi desunti saranno sempre, nell'ipotesi di carico ammessa nei calcoli, inferiori a quelli che effettivamente si verificano in pratica.

Il sopracarico per metro lineare di ponte risulta quindi

$$11.40 \times 400 = 4560 \text{ Chilog.}$$

Il carico permanente risulta dal peso proprio della travata, compresi i ferri zorès e i marciapiedi, più dal peso della massicciata. Dalla misurazione risultò che tutto il ponte doveva pesare 380 tonnellate; si prese quindi come base del calcolo un peso a metro corrente di

$$\frac{380000}{90} = 4220 \text{ Chilog. in cifra tonda.}$$

A cui aggiungendo il peso della massicciata di 2220 Chilog. si ha il peso proprio totale di 6440 Chilog.

Peso totale quindi per due arconi

$$4560 + 6440 = 11000 \text{ Chilog.}$$

e per un arcone si ha

$$p = 5500 \text{ Chilog. per m}^{\text{o}} \text{ c}^{\text{o}}.$$

*Calcolo degli archi. Formole generali e dati principali.* — Gli archi del ponte vennero progettati ad imposta cilindrica. Si suppone che il peso che gravita su ciascun arco sia uniformemente distribuito rispetto alla sua corda; cosicchè, detto $p$ il carico totale per m. l. di proiezione d'arco, sarà

$$p = \frac{11000}{2} = 5500$$

Ora chiamando

$2l$ la corda dell'arco medio fra i punti d'appoggio.
F la sua freccia.
$\Omega$ l'area ed I il momento d'inerzia della sezione trasversale dell'arco.

Q la spinta orizzontale sulle spalle.
Si ha

$$Q = \frac{p l^2}{2F}\left[1 - \frac{\frac{I}{\Omega}\left(1 + \frac{4F^2}{3l^2}\right)}{\frac{8}{15}F^2 + \frac{I}{\Omega}}\right]$$

Sostituendo in questa formola

$$l = \frac{88,8}{2} = 44,4 \quad F = 10,00 \quad \frac{F}{l} = 0,225 \quad \frac{l^2}{2F} = 98,568$$

e assumendo per sezione trasversale dell'arco quella rappresentata nella Tavola II per la quale si ha

$$\Omega = 0,106192$$
$$I = 0,043620$$

e quindi

$$\frac{I}{\Omega} = 0,411$$

si ottiene per esprimere la spinta orizzontale

$$Q = 98,568 \,.\, p(1 - 0,0082)$$
$$Q = 97,76 \,.\, p$$
$$Q = \mathbf{537680}$$

Considereremo due casi: nel 1°, supporremo che tanto il carico permanente quanto il sopraccarico sieno distribuiti uniformemente sull'intero arco; nel 2°, che il sopraccarico sia distribuito soltanto sul semi-arco di sinistra ed il carico permanente sull'intero arco. Si troverà la spinta orizzontale in ciascuno dei due casi facendo la somma di quella dovuta al solo carico permanente con quella dovuta al solo sopraccarico applicando il principio della sovrapposizione degli effetti.

*Massimi sforzi che hanno luogo nell'arco quando il sopraccarico è distribuito su tutta la sua lunghezza.* — Chiamando $p_1$ il carico permanente per m. l. di proiezione oriz-

zontale dell'arco e $p_2$ il sopraccarico, si dovrà considerare in tal caso il peso totale $p_1 + p_2 = p$ per m. l., onde la spinta orizzontale sarà

$$Q = 97{,}76\,(p_1 + p_2)$$

e la reazione verticale alle estremità

$$R = 44{,}40\,(p_1 + p_2)$$

Ora se si chiamano con $x$ ed $y$ le coordinate di un punto qualunque dell'asse dell'arcone e con $\varphi$ l'angolo che la sezione corrispondente a quel punto fa colla verticale, è chiaro che il momento di flessione, la pressione normale e lo sforzo di taglio in quella sezione saranno espressi dalle formole seguenti:

$$M = Qy - Rx + \frac{1}{2}(p_1 + p_2)x^2$$

$$P = Q\cos\varphi + [R - (p_1 + p_2)x]\operatorname{sen}\varphi$$

$$S = Q\operatorname{sen}\varphi - [R - (p_1 + p_2)x]\cos\varphi$$

ossia sostituendo a Q ed R i loro valori in funzione di $p_1 + p_2$

$$M = \left[97{,}76\,.\,y - 44{,}40x + \frac{1}{2}x^2\right](p_1 + p_2)$$

$$P = [97{,}76\,.\cos\varphi + (44{,}4 - x)\operatorname{sen}\varphi](p_1 + p_2)$$

$$S = [97{,}76\,.\operatorname{sen}\varphi - (44{,}4 - x)\cos\varphi](p_1 + p_2)$$

Ponendo in queste formole

$$p_1 + p_2 = \frac{6440}{2} + \frac{4560}{2} = \mathbf{5500}$$

e applicandole alle sezioni 0, 1, 2 . . . . . 6, che dividono l'arco in sei parti eguali, si otterranno pei momenti di flessione, per le pressioni normali e pegli sforzi di taglio in dette sezioni, i valori esposti nelle colonne 2ª, 3ª e 4ª del quadro seguente; dividendo i momenti di flessione per le pressioni normali corrispondenti, risulteranno i numeri della 5ª colonna, i quali esprimono le distanze dei centri delle sezioni corrispondenti, e servono quindi a descrivere la curva dei centri di pressione. Applicando poscia la formola

$$R = \frac{P}{\Omega} \pm \frac{M\nu}{I}$$

nella quale P, M, Ω ed I hanno il significato già definito e $v = 0{,}790$ esprime la distanza delle fibre estreme della sezione dal suo asse neutro, si otterranno le pressioni per $m^2$, tanto all'intradosso quanto all'estradosso nelle sezioni considerate i cui valori sono trascritti nelle colonne 6ª e 7ª; finalmente a mezzo dell'espressione

$$\frac{G.S.d\sqrt{2}}{4I\omega}$$

nella quale S ed I hanno il significato già noto, $d = 1{,}20$ esprime la lunghezza della diagonale del quadrato formato dalle sbarre del traliccio, $\omega = 0{,}002016$, l'area della sezione retta di una sbarra e $G = 0{,}033570$, il momento statico della sezione trasversale dell'arco, si calcoleranno gli sforzi per $\overline{m}$ nelle sbarre del traliccio i cui valori sono esposti nella 8ª colonna del quadro seguente:

ACCADEMIA DI AGRICOLTURA SCIENZE E LETTERE - VERONA

| Sezioni | Momenti di flessione | Pressioni normali | Sforzi di taglio | Curva dei centri di pressione | Pressioni per m² all'intradosso | Pressioni per m² all'estradosso | Sforzi per m² nelle sbarre del traliccio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0 | 0 | 590315 | +10153 | 0 | 5 559 000 | 5 559 000 | 1 644 500 |
| 1 | +45265 | 576785 | + 1771 | +0,078 | **5 940 000** | 4 612 000 | 287 000 |
| 2 | +43560 | 562815 | — 2222 | +0,078 | 6 000 000 | 4 511 000 | 360 000 |
| 3 | +18755 | 552255 | — 3866 | +0,034 | 5 540 000 | 4 860 000 | 626 000 |
| 4 | —12265 | 544060 | — 3855 | —0,023 | 4 901 000 | 5 345 000 | 624 500 |
| 5 | —35530 | 539715 | — 2156 | —0,066 | 4 440 000 | 5 726 000 | 349 500 |
| 6 | —44440 | 537680 | 0 | —0,083 | 4 258 000 | 5 868 000 | 0 |

Il massimo coefficiente nella sezione (1) è calcolato col sopraccarico prescritto dal Ministero.

*Massimi sforzi che hanno luogo nell'arco quando il sopraccarico trovasi soltanto sulla metà di sinistra.* — Applicando il principio della sovrapposizione degli effetti, la spinta orizzontale sarà

$$Q_1 = 97{,}76\left(p_1 + \frac{p_2}{2}\right)$$

$$Q_1 = \mathbf{426230}\ \text{Ch.}$$

Le reazioni verticali agli appoggi saranno
a sinistra

$$R_1 = 44{,}40 \cdot p_1 + \frac{3}{4} \cdot 44{,}40 \cdot p_2 = 218890$$

a destra

$$R_2 = 44{,}40 \cdot p_1 + \frac{1}{4} \cdot 44{,}40 \cdot p_2 = 168280$$

Conoscendo la spinta orizzontale $Q_1$ e le reazioni $R_1$ ed $R_2$ dei due appoggi, e osservando che sul mezzo arco di sinistra si ha il peso $p_1 + p_2$ per m. lin., e sul mezzo arco di destra soltanto il peso $p_1$ si può calcolare il momento di flessione, la pressione normale e lo sforzo di taglio nelle sezioni 0, 1, 2. . . . 6 *pel mezzo arco di sinistra* colle formole

$$M_{(s)} = Q_1 y - R_1 x + \frac{1}{2}(p_1 + p_2)x^2$$

$$P_{(s)} = Q_1 \cos\varphi + R_1 \operatorname{sen}\varphi - (p_1 + p_2)x \operatorname{sen}\varphi$$

$$S_{(s)} = Q_1 \operatorname{sen}\varphi - R_1 \cos\varphi + (p_1 + p_2)x \cos\varphi$$

e *pel mezzo arco di destra* colle formole

$$M_{(d)} = Q_1 y - R_2 x + \frac{1}{2} p_1 x^2$$

$$P_{(d)} = Q_1 \cos\varphi + R_2 \operatorname{sen}\varphi - p_1 x \operatorname{sen}\varphi$$

$$S_{(d)} = Q_1 \operatorname{sen}\varphi - R_2 \cos\varphi + p_1 x \cos\varphi$$

indi si potrà facilmente determinare per ciascuna di queste sezioni la distanza del centro di pressione dal centro di sezione, le pressioni per $\overline{m^2}$ tanto all'intradosso quanto all'estradosso e gli sforzi per $\overline{m^2}$ nelle sbarre del traliccio. I risultati di questi calcoli sono raccolti nel quadro seguente:

| | Sezioni | Momenti di flessione | Pressioni normali | Sforzi di taglio | Curva dei centri di pressione |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Semi-arco di sinistra col sopraccarico | 0 | 0 | 478920 | —15043 | 0,000 |
| | 1 | —113745 | 462560 | —14311 | —0,246 |
| | 2 | —210390 | 448680 | —10362 | —0,470 |
| | 3 | —265885 | 437760 | — 3768 | —0,608 |
| | 4 | —263000 | 430210 | + 4336 | —0,611 |
| | 5 | —188210 | 426310 | +14770 | —0,441 |
| | 6 | — 35210 | 426230 | +25308 | —0,083 |
| Semi-arco di destra senza sopraccarico | 0 | 0 | 457220 | +30687 | 0,000 |
| | 1 | +185540 | 450080 | +17959 | +0,412 |
| | 2 | +279430 | 443400 | + 6975 | +0,630 |
| | 3 | +295595 | 437480 | — 2532 | +0,676 |
| | 4 | +243650 | 432600 | —10858 | +0,563 |
| | 5 | +131980 | 428760 | —18234 | +0,308 |
| | 6 | — 35210 | 426230 | —25308 | —0,083 |

*Effetto delle variazioni di temperatura.* — Se l'arco vien posto in opera alla temperatura $t$ è chiaro che variando questa in seguito da $t$ a $t'$, esso tenderà a modificare la lunghezza della sua corda e non potendo dilatarsi in causa della resistenza delle spalle eserciterà sulle medesime una spinta che si aggiungerà a quella prodotta dai carichi. Tale spinta alla temperatura $t'$ è data dalla formola

$$Q_t = \frac{E I \alpha (t' - t)}{\frac{8}{15} F^1 + \frac{I}{\Omega}}$$

dove le lettere I, Ω, F hanno il significato già definito, $\alpha = \frac{1}{82500}$ è il coefficiente di dilatazione del ferro per un grado centigrado di aumento della temperatura, ed E è il

coefficiente di elasticità del ferro che si assume di 20 000 000 000 kg., per cui risulta

$$Q_t = 196{,}86(t' - t).$$

Si otterrà così il momento di flessione, la pressione normale e lo sforzo di taglio in una qualunque delle sezioni 0, 1, 2... 6 facendo uso delle formole

$$M_t = Q_t \cdot y$$
$$P_t = Q_t \cdot \cos\varphi$$
$$S_t = Q_t \cdot \operatorname{sen}\varphi$$

colle quali si comporrà il quadro seguente:

| Sezioni | Momenti di flessione | Pressioni normali | Sforzi di taglio |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | 0 | $177{,}76(t' - t)$ | $84{,}45(t' - t)$ |
| 1 | $594{,}9(t' - t)$ | $183{,}67(t' - t)$ | $70{,}87(t' - t)$ |
| 2 | $1085{,}7(t' - t)$ | $188{,}40(t' - t)$ | $57{,}30(t' - t)$ |
| 3 | $1470{,}3(t' - t)$ | $192{,}13(t' - t)$ | $43{,}31(t' - t)$ |
| 4 | $1746{,}5(t' - t)$ | $194{,}70(t' - t)$ | $28{,}94(t' - t)$ |
| 5 | $1913{,}1(t' - t)$ | $196{,}47(t' - t)$ | $14{,}57(t' - t)$ |
| 6 | $1968{,}6(t' - t)$ | $196{,}86(t' - t)$ | 0 |

Se la temperatura media alla quale l'arco vien montato è di 15°, e se i limiti tra i quali può variare la medesima sono $+ 40°$ e $- 10$ è chiaro che per considerare questi due casi limiti bisognerà fare nel 1° caso $(t' - t) = 40 - 15 = + 25$ e nel 2° caso $(t' - t) = - 10 - 15 = - 25$; sommando i risultati che così si ottengono con quelli dianzi ottenuti nel caso del sopraccarico sul mezzo arco di sinistra si otterranno

i momenti di flessione, le pressioni normali e gli sforzi di taglio nei casi che si abbia quella disposizione di carico e che la temperatura sia di $+40°$ o di $-10$. Bisognerà solo osservare, che siccome i momenti di flessione dovuti alla sola variazione della temperatura sono positivi per $t'=40$ e negativi per $t'=10°$, così i massimi momenti, tenuto conto del carico e della temperatura, avranno luogo sul mezzo arco carico per $t'=-10°$ e sul mezzo arco scarico per $t'=+40°$.

Nel quadro seguente sono esposti i risultati finali aggiuntivi i massimi sforzi del ferro per $\overline{m}^2$ in ciascuna sezione.

| | Sezioni | Momenti di flessione | Pressioni normali | Sforzi di taglio | Curva dei centri di pressione |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Semi-arco carico alla temperatura di $-10°$ | 0 | 0 | 474470 | —17154 | 0,000 |
| | 1 | —128620 | 457970 | —16082 | —0,281 |
| | 2 | —237530 | 443970 | —11794 | —0,535 |
| | 3 | —302640 | 432950 | — 4850 | —0,700 |
| | 4 | —306660 | 425340 | + 3612 | —0,721 |
| | 5 | —236040 | 421390 | +14406 | —0,560 |
| | 6 | — 84425 | 421310 | +25308 | —0,202 |
| Semi-arco scarico alla temperatura di $+40°$ | 0 | 0 | 461670 | +32800 | 0,000 |
| | 1 | +200410 | 454670 | +19730 | +0,441 |
| | 2 | +306570 | 448110 | + 8410 | +0,684 |
| | 3 | +332350 | 442280 | — 1450 | +0,751 |
| | 4 | +287310 | 437470 | —10130 | +0,657 |
| | 5 | +179810 | 433670 | —17870 | +0,415 |
| | 6 | — 14005 | 431160 | —25308 | —0,032 |

*Calcolo delle travi traversali.* — Come si è detto, le travi traversali sono costituite di un trave a sezione variabile, avente il profilo inferiore od intradossale foggiato ad arco. Sono rinforzate da un sistema di tiranti e da due colonnette, come è indicato nella Tavola III.

*a) Sopraccarico di 400 ch. per m. q.* — Il sopraccarico prescritto dal Consiglio Superiore è sempre quello di 400 ch. per m. q. di ponte.

Si ha dunque

| | | |
|---|---|---|
| Carico permanente . . | ch. | 810 |
| Sopraccarico $400 \times 2 =$ . | » | 800 |
| Carico totale . . . . | p = | 1610 ch. |

Ora si chiamino
T la tensione del primo tirante (alla radice)
$T_1$ la tensione del tirante orizzontale
$T_2$ la pressione della colonnetta
M il momento di flessione al punto d'attacco della traversa, dovuto alla condizione dell'attacco.

Ciò premesso, il calcolo della traversa si fa nel modo seguente: Innanzi tutto si esprimono i valori di $T_1$ e $T_2$ in funzione di T. Poi si divide metà del solido in quattro parti eguali e chiamando con (0) (1) (2) (3) (4) le successive sezioni a partire dall'appoggio, si esprimono i momenti di flessione rispettivi $M_0$ $M_1$ $M_2$ $M_3$ $M_4$ in funzione dei carichi, e di M e di T che sono le incognite. Fatto ciò si desume con questi dati il lavoro di deformazione del sistema, e da questo poi si deducono le equazioni che permettono di determinare i valori delle incognite.

Ecco il processo del calcolo:

*Sopraccarico di 400 ch. per* $\overline{m}^2$.

$p = 1610.$ $\quad R = 4{,}00 \times 1610 = 6440$ ch.
$T_1 = 0{,}991.T$
$T_2 = 0{,}119.T$

*Momenti di flessione.*

$M_0 = M + 0{,}33.\ T$
$M_1 = M + 0{,}50.\ T - 5635$
$M_2 = M + 0{,}66.\ T - 9660$
$M_3 = M + 0{,}776.T - 12075$
$M_4 = M + 0{,}787.T - 12880$

*Espressione generale del lavoro di deformazione.*

$145474\ M^2 + 82460\ T^2 + 105694\ (2MT) - 1585580400\ (2M) - 1177295000(2T)$

Equazione derivata rispetto ad M:

$$145474.M + 105694.T = 1585580400$$

Equazione derivata rispetto a T:

$$105694.M + 82460.T = 1177295000$$

Da cui:

$$M + 0,727.T = 10900$$
$$M + 0,780.T = 11150$$

Onde:

$$0,053.T = 250$$
$$T = 4717$$
$$T_1 = 0,991.T = 4675$$
$$T_2 = 0,119.T = 561,5$$
$$M = 7470$$

*Massimi sforzi dei tiranti per* $mm^2$

$$\frac{T}{\omega} = 1,75 \text{ Ch.}$$

$$\frac{T_1}{\omega_1} = 1,73 \text{ »}$$

$$\frac{T_2}{\omega_2} = 0,20 \text{ »}$$

*Massimi sforzi della traversa.*

| Sezioni | Momenti di flessione | Massimi sforzi all' intradosso per $m^2$ | Massimi sforzi all' extradosso per $m^2$ |
|---|---|---|---|
| 0 | +18110 | 4842245 | 1305400 |
| 1 | + 8450 | 2490500 | 1045000 |
| 2 | + 1910 | 1361750 | 834750 |
| 3 | — 1800 | 1236200 | 1879200 |
| 4 | — 3300 | 527830 | 813835 |

*b) Sopraccarico del tram.*

Vogliamo ora considerare le condizioni della traversa nel caso che sia caricata di due locomotive del tram, a 2 assi, pesanti 14 tonn. (vedi schizzo della locomotiva e del treno

nella Tav. X). Supposto che un asse della locomotiva insista sulla traversa, e che le due locomotive sieno disposte simmetricamente rispetto all'asse della medesima, e distino tra loro nel senso traversale di m. 3,50 da asse ad asse (2 m. distanza delle più vicine rotaie) si ha per ogni asse un carico di ch. 4400. Questi carichi isolati danno nella sezione di mezzo un momento massimo di flessione

$$M = 19800 \text{ ch.}$$

che corrisponde ad un carico uniformemente distribuito

$$p' = \frac{8\,M}{l^2} = 2475$$

essendo $l = 8$ m.

Il carico permanente è $p'' = 745$

Quindi il carico totale $p = 3220$

Ciò premesso, ecco il dettaglio del calcolo:

*Momenti di flessione.*

$$R = 4{,}00 \times 3220 = 12880 \text{ ch.}$$

$$\cos\beta = \sqrt{\frac{3{,}50}{0{,}42^2 + 3{,}50^2}} = 0{,}991 \qquad T_1 = 0{,}991.T$$

$$sen\beta = \sqrt{\frac{0{,}42}{0{,}42^2 + 3{,}50^2}} = 0{,}119 \qquad T_2 = 0{,}119.T$$

$$M_0 = M + 0{,}330.T$$
$$M_1 = M + 0{,}50.T - 11270.$$
$$M_2 = M + 0{,}66.T - 19320.$$
$$M_3 = M + 0{,}776.T - 24150.$$
$$M_4 = M + 0{,}787.T - 25760.$$

*Espressione del lavoro di deformazione.*

$$\frac{2\times 1{,}00}{2\times 3.E}\left[\frac{M_0^2}{I_0}+\frac{4\,M_1^2}{I_1}+\frac{2\,M_2^2}{I_2}+\frac{4\,M_3^2}{I_3}+\frac{M_4^2}{I_4}\right]+$$

$$+\,2\times\frac{1}{2E}\left[\frac{3{,}53.T^2}{\omega}+\frac{1{,}108.T_1^2}{\omega_1}+\frac{0{,}099.T_2^2}{\omega_2}\right]$$

*Sezioni dei ferri.*

Tirante T 2 (75 — 18) $\omega = 0{,}0027$

» $T_1$ 2 (75 — 18) $\omega_1 = 0{,}0027$

» $T_2$ (a croce) $\omega_2 = 0{,}00282.$

*Lavoro di deformazione per flessione.*

$$L = 145474.\,M^2 + 77201.\,T^2 + 105694.2MT - 3171160800.\,2M - 2354590000.2T$$

*Lavoro di deformazione dei tiranti.*

$$\frac{3}{E}\left[\frac{3{,}53.T^2}{\omega}+\frac{1108.T^2}{\omega_1}+\frac{0{,}099.T^2}{\omega_2}\right]=$$

$$=\frac{1}{E}\left[3922.T^2+1231.T^2+105.T^2\right]=\frac{1}{E}.5258.T^2$$

*Espressione generale del lavoro di deformazione.*

$$145474.\,M^2 + 82460.\,T^2 + 105694.\,2MT - 3171160800.\,2M - 2354590000.2T.$$

Equazione derivata rispetto ad $M_0$:

$$145474.M + 105694.T = 3171160800.$$

Equazione derivata rispetto a T:

$$105694.M + 82460.T = 2354590000.$$

Da cui:

$$M + 0{,}727.T = 21800$$
$$M + 0{,}780.T = 22300$$

Quindi:

$$0{,}053.T = 500.$$

$$T = \frac{500}{0{,}053} = 9434$$

$$T_1 = 0{,}991.T = 9350$$

$$T_2 = 0{,}119.T = 1123$$

$$M = \mathbf{14940}$$

*Massimi sforzi dei tiranti per* $mm^2$.

$$\frac{T}{\omega} = \frac{9434}{2700} = 3{,}50 \text{ Ch.}$$

$$\frac{T_1}{\omega_1} = \frac{9350}{2700} = 3{,}46 \text{ »}$$

$$\frac{T_2}{\omega_2} = \frac{1123}{2820} = 0{,}40 \text{ »}$$

*Massimi sforzi della traversa.*

| Sezione | Momenti di flessione | Massimi sforzi all'intradosso per $m^2$ | Massimi sforzi all'estradosso per $m^2$ |
|---|---|---|---|
| 0 | +18110 | 5900000 | 2610800 |
| 1 | + 8450 | 4981000 | 2090000 |
| 2 | + 1910 | 2723500 | 1669500 |
| 3 | — 1800 | 2472400 | 3758400 |
| 4 | — 3300 | 1055660 | 1627670 |

*Calcolo dei travicelli dei marciapiedi.* — Carichi:

Peso proprio = 300 Ch. in cifra rotonda.
Sopraccarico = 200 Chg.

Totale 500 Chg. a ml.

La distanza fra i travi trasversali d'appoggio è di m. 2,00, quindi il momento di flessione massimo è

$$M=\frac{500\times\overline{2.00}^{2}}{8}=250 \text{ Chilogrammetri.}$$

Momento d'inerzia della sezione resistente costituita da due cantonali di 50—50—6, essendo l'altezza di m. 0,20, è

$$I=0.000008.5$$

Coefficiente di resistenza alla flessione

$$R=\frac{250\times0.10}{0.0000085}=2.94 \text{ Chg. al mmq.}$$

Sforzo di taglio massimo

$$N=\frac{500\times2}{2}=500 \text{ Ch.}$$

Area della sezione resistente

$$\omega=600 \text{ mmq.}$$

Coefficiente di resistenza al taglio

$$R=0.83 \text{ Ch. al mmq.}$$

*Calcolo dei montanti verticali.* — Questi montanti sono disposti alla distanza di m. 2.00.

Carichi:

| | | |
|---|---|---|
| Ghiaia e zorès $400\times6\times2=$ | . . . | Ch. 4800 |
| Traverse, longherine, ecc. = | . . . | » 2840 |
| Sopraccarico $400\times11,40\times2=$ (rotondo) | . | » 9360 |
| | Totale | Ch. 17000 |

Area della sezione resistente (4 cantonali di 80—80—10)

$$\omega=6000 \text{ mmq.}$$

Sforzo di trazione massimo

$$R=\frac{17000}{6000}=2.83 \text{ Ch. al mmq.}$$

*Calcolo del lungherone longitudinale.* — Il lungherone subisce uno sforzo di taglio, prodotto dal peso della via e dal sopraccarico, in corrispondenza agli attacchi delle travi trasversali.

Carico massimo:

$$\frac{8500\times 2}{2}=8500 \text{ Ch.}$$

Area della sezione resistente (4 cantonali di 70-70-9)

$$\omega=4720 \text{ mmq.}$$

Sforzo di taglio massimo

$$R=\frac{8500}{4720}=1.80 \text{ Ch. al mmq.}$$

*Calcolo dei controventi.* — I controventi, tanto trasversali che diagonali, possono calcolarsi dover resistere alla spinta orizzontale delle traverse. Così giovano anche a meglio assicurare la stabilità delle medesime.

Lo sforzo massimo è quindi

$$Q=40100 \text{ Ch.}$$

La sezione resistente è costituita da due ferri d'angolo normali e da due diagonali. Si ha quindi

$$\omega=4\left(\frac{100-100}{12}\right)=9024 \text{ mmq.}$$

quindi il massimo sforzo di tensione è

$$R=\frac{40100}{9024}=4.44 \text{ Ch. al mmq.}$$

*Calcolo delle mensole dei marciapiedi.* — Per maggior sicurezza si suppone sieno costituite da 2 ferri d'angolo di 70-70-9.

Si ha:

Momento d'inerzia della sezione

$$I=0.000090$$

Momento di flessione massimo

$$M=(400\times 2)\frac{1.00}{2}=400 \text{ Ch.}$$

Coefficiente di resistenza massima agli sforzi di flessione

$$R=\frac{400\times 0.20}{0.000\,090}=0.88 \text{ Ch. per mmq.}$$

Massimo sforzo di taglio

$$N=400\times 2=800 \text{ Ch.}$$

Area della sezione resistente

$$\omega = 2360 \text{ mmq.}$$

Coefficiente di resistenza agli sforzi di taglio

$$R = \frac{800}{2360} = 0.34 \text{ Ch. per mmq.}$$

*Calcolo dei ferri zorés.* — Il carico sostenuto dai ferri zorès è il seguente:

| | |
|---|---|
| Peso permanente | Ch. 2400 |
| Sopraccarico . . | » 2400 |
| Totale | Ch. 4800 a m. l. |

Momento massimo di flessione

$$m = \frac{4800 \times \overline{2.00}^2}{8} = 2400 \text{ Ch.}$$

Il valore di $\frac{I}{z}$ per ciascuno dei zorès è

$$\frac{I}{z} = \frac{0{,}000\ 000\ 996\ 5}{0{,}0375} = 0{,}000\ 026\ 600$$

I ferri zorès destinati a sostenere la massicciata stradale essendo in numero di 21, il coefficiente di resistenza per cadauno sarà

$$R = \frac{2400}{21 \times 0{,}000\ 026\ 60} = 4{,}30 \text{ Ch. per mmq.}$$

*Calcoli degli appoggi in ghisa.* — Gli appoggi sono fatti evidentemente di forma tale, da rendere la pressione centrale. Si compongono di una sella di ghisa che riceve l'estremo dell'arcone, il quale si restringe in questo punto, presentando una forma trapezia, L'appoggio dell'arco è ridotto ad una larghezza di 0,50 m. per 0,70 di lunghezza. La sella dalla parte opposta presenta una forma di perno; e riposa in un cuscinetto pure di ghisa che riceve la sua parte foggiata a cilindro.

La pressione risultante è di circa 590 tonn., la superficie d'appoggio dell'arco sulla sella è di

$$500 \times 700 = 35\ 0000 \text{ mm. q.}$$

quindi una pressione di

$$\frac{590\ 000}{35\ 0000} = 1.70 \text{ ch. per mm. q.}$$

La superficie di contatto del perno che appoggia sul cuscinetto può ritenersi di

$$0.250 \times 700 = 175000 \text{ mm. q.}$$

Quindi una pressione di

$$\frac{590\ 000}{175\ 000} = 3.40 \text{ per mm. q.}$$

La sella di ghisa subisce anche uno sforzo di flessione. Infatti essa è nella condizione di un solido di sezione variabile appoggiato nella sua mezzaria, e caricato d'un peso uniformemente distribuito. Tale peso è di

$$\frac{590\ 000 \text{ ch.}}{0.50} = 1180\ 000 \text{ ch. per m. l.}$$

Ammessa l'ipotesi più sfavorevole, che cioè l'appoggio sia concentrato in un punto, si ha un momento di flessione

$$M = \frac{295\ 000 \times 0.25}{2} = 36\ 900 \text{ Ch.}$$

La sella ha in corrispondenza al punto d'appoggio uno spessore di 0,325.

Quindi

$$\frac{I}{n} = 0.0123$$

Si ha così un coefficiente di resistenza

$$R = \frac{36\ 900}{0.0123} = 3.00 \text{ ch. per mm. q.}$$

*Calcoli di resistenza degli spalloni.* — Una speciale figura nella Tavola III indica graficamente la condizione di stabilità degli spalloni. Si vede che la risultante della spinta rimane a m. 3,50 dallo spigolo esterno della spalla, vale a dire alla distanza dal medesimo di oltre 1/3 della larghezza della spalla che è al piano della risega di fondazione,

$$\frac{10.00}{3} = 3{,}333 \text{ m.}$$

La massima pressione verticale sulla base di fondazione risulta

$$P = 1700 \text{ tonn.}$$

La superficie premuta è

$$\omega = 10 \times 14 = 140{,}00 \text{ m. q.}$$

quindi un coefficiente di resistenza per m. q.

$$R = \frac{P}{\omega} = 1.2100^{Ch.}$$

e quindi Ch. 1,21 per cent. q.

*Calcolo del sopraccarico corrispondente* ai treni del tramway a vapore (2 binari). — Nella Tavola III è calcolato graficamente il massimo momento di flessione prodotto sulla travata da un treno di Tram a vapore; tale treno si suppone trainato da 2 locomotive del peso di tonn. 14, a 2 assi; seguite da carri pure a 2 assi lunghi m. 6,90, pesanti a carico completo Ch. 9000 (V. anche Tav. X).

Il massimo momento di flessione ottenuto è

$$m = 1\,440\,000^{Ch.}$$

e il carico $p$ a metro corrente che risponde a tale momento è

$$p = \frac{8\,m}{l^2} = 1460 \text{ Ch. a m. c.}$$

Essendo

$$l = 88 : 80\,m.$$

Si raddoppia questo carico per 2 binari e si ha quindi

$$2\,p = 2920 \text{ Ch.}$$

Evidentemente questo sopraccarico è inferiore a quello che si ottiene applicando i 400 Ch. per m. q. di ponte, avendosi in tal caso

$$400 \times 11{,}40 = 4560 \text{ Ch. per m. lineare.}$$

Il detto valore del momento di flessione massimo $m$, si può dedurre anche analiticamente col metodo seguente: il quale mentre dà una conferma del risultato ottenuto, dimostra quanto il primo metodo sia più elegante e sollecito.

*Determinazione della posizione che deve occupare il sopraccarico sulla piattaforma stradale perchè si produca il massimo momento di flessione.* — Si suppone la strada attraversata

da 2 binari di tramvia e il carico mobile composto di 2 locomotive susseguite da 12 carrozze. La disposizione schematica dei pesi è indicata dalla figura citata della Tavola III; il calcolo è fatto per un binario.

Detta $v$ la distanza che il centro di gravità del carico mobile ha dal punto d'applicazione del 1° peso; $a_1\ a_2\ a_3 \ldots$. $a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}$ e $a_{25}$ le distanze dei pesi dal punto d'applicazione del 1°; la posizione del carico è determinata dalla distanza $x$ del 1° peso dall'appoggio sinistro e il centro di gravità G a mezzo dell'equazione dei momenti

$$(22.\mathrm{P} + 4\mathrm{P}_1)\, v = \mathrm{P}\,(a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_{21}) + \mathrm{P}_1\,(a_{22} + a_{23} + a_{24} + a_{25})$$

ossia dalla

$$127 \,.\, v = 4.5 \times 779 : 9 + 7 \times 312.16$$

donde

$$v = \frac{5694.67}{127} = 44.84$$

La reazione X sull'appoggio sinistro è data dall'equazione

$$\begin{aligned} \mathrm{X}\, l = {} & \mathrm{P}\,(l - x) + \mathrm{P}\,(l - a_1 - x) + \mathrm{P}\,(l - a_2 - x) \ldots + \\ & + \mathrm{P}\,(l - a_{21} - x) + \ldots\ldots\ldots + \mathrm{P}_1\,(l - a_{25} - x) = \\ & = (22.\mathrm{P} + 4\mathrm{P}_1)\, l - (22.\mathrm{P} + 4\mathrm{P}_1)\, x - \mathrm{P}(a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_{21}) \\ & - \mathrm{P}_1\,(a_{22} + a_{23} + a_{24} + a_{25}) = (22\,\mathrm{P} + 4\,\mathrm{P}_1)\,(l - x - v) \end{aligned}$$

ossia

$$\mathrm{X} = 127 \left( l - \frac{44.84 + x}{88.80} \right)$$

Tale valore di X è compreso fra due limiti che corrispondono l'uno ad $x = o$ e l'altro ad $l - a_{25} = 88.8 - 81.11 = 7.69$; ora il momento massimo di flessione dovendo cadere in uno dei punti d'applicazione dei pesi, e d'altra parte lo sforzo di taglio dovendo cambiare di segno nel passare dalla sezione antecedente alla sezione susseguente a quella in cui succede il massimo, siccome per $x = o$ si ha

$$\mathrm{X} = 62.86$$

e inoltre

$$62{,}86 - 13 \times 4.5 = +4.36 \qquad 62.86 - 14 \times 4.5 = -0.14$$

e per

$$x = 7.69$$
$$\mathrm{X} = 51{,}94$$

e nel tempo stesso

$51.94 - 11 \times 4.5 = +2.44 \quad 51{,}94 - 12 \times 4.5 = -2.06$

così ne segue che fra i limiti estremi considerati il massimo momento può al più cadere in uno dei 4 punti d'applicazione dei pesi 11°, 12°, 13° e 14°. Ora se $k$ è il numero corrispondente al punto d'applicazione del peso in cui cade il massimo assoluto, si ha per tal punto

$$M = X(x + a_{k-1}) - P\,a_{k-1} - P(a_{k-1} - a_1) - \\ - P(a_{k-1} - a_2) \ldots . - P(a_{k-1} - a_{k-2})$$

funzione in cui il 1° termine varia solo con $x$ e quindi il massimo corrisponde al massimo del prodotto

$$X(x + a_{k-1} = 127\,l - \left(\frac{v+x}{l}\right)\left(x + a_{k-1}\right) = \\ = \frac{127}{l}\left(l - v - x\right)\left(x + a_{k-1}\right)$$

il qual prodotto avendosi che la somma dei due fattori variabili è una quantità costante, il massimo corrisponderà all'eguaglianza dei due fattori cioè

$$x = \frac{l - v - a_{k-1}}{2}$$

In allora basterà per avere il massimo assoluto determinare per caduno dei punti d'applicazione 11°, 12°, 13° e 14° la quantità $x$ X e M e scegliere così quel valore di $x$ che dà per M il più grande valore; si ha così

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| pel peso 11° | $x = 4.73$ | X = 56.00 | M = 1378.27 |
| » » 12° | $x = 3.78$ | X = 57.40 | M = 1323.54 |
| » » 13° | $x = 1.28$ | X = **61.09** | M = **1438.22** |
| » » 14° | $x = 0.33$ | X = 62.36 | M = 1356.81 |

Donde si vede che il *massimo assoluto* corrisponde al punto d'applicazione del peso 13° per $x = 1.28$.

Si può così ritenere

$$X = 61000 \text{ Kg.}$$
$$M = 1440000 \text{ Kg.}$$

$$p = \frac{8\,M}{l^2} = \frac{8 \times 1440}{88.8^2} = \frac{1\,1520000}{7885.44} = 1460 \text{ Kg.}$$

(però per metro lin. di binario).

### VI. — Notizie diverse.

*Ditta costruttrice.* — Il ponte fu accollato alla ditta Miani, Venturi e C. di Milano, la quale assunse il lavoro col ribasso del 10,10 sui prezzi d'appalto.

Il lavoro delle murature ed accessi fu eseguito dal signor Luigi De Bonis di Verona per conto della Ditta suddetta.

Il contratto fu stipulato in data 30 luglio 1883. La consegna dei lavori venne fatta il 21 agosto 1883.

*Dati di peso e di costo.* — Il costo preventivo del ponte, era secondo i calcoli il seguente:

| | | |
|---|---|---|
| Travatura metallica | L. | 212,700 |
| Murature e massicciata | » | 47,300 |
| Costo del ponte | L. | 260,000 |
| Accessi ed opere di difesa | L. | 5,000 |
| Espropriazioni | » | 20,000 |
| Imprevisti | » | 15,000 |
| Totale costo | » | 300,000 |
| Opere di presidio e di sistemazione e compensi diversi | L. | 100,000 |
| Totale | L. | 400,000 |

Il peso preventivato dell'impalcatura era di 380 tonnellate, il quale veniva a corrispondere a 4300 Ch. a metro corrente.

Questo peso era così distribuito:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Travi principali | 194,000 | ossia il | 51 | 0/0 |
| 2. Longoni inferiori | 24,000 | » | 6 | » |
| 3. Montanti verticali | 15,000 | » | 3.5 | » |
| 4. Telai rigidi | 8,000 | » | 2 | » |
| 5. Controventi | 16,000 | » | 4 | » |
| 6. Travi traversali | 43,000 | » | 11 | » |
| 7. Marciapiedi | 40,000 | » | 11 | » |
| 8. Zorès | 13,000 | » | 9 | » |
| 9. Parapetti | 10,000 | » | 2.5 | » |
| Totale | 380,000 | ossia il | 100.00 | 0/0 |

Si osserva che i grandi arconi rappresentavano la metà circa del peso totale.

I prezzi unitarii delle diverse opere erano i seguenti:

1. Escavi compresa la eventuale demolizione dei muri (il materiale restando di proprietà dell'Impresa), al metro cubo L. 1,90.

2. Compenso per asciugamenti negli scavi di fondazione da pagarsi quando la profondità d'acqua permanente nello scavo sia di 0,30 m. o superiore, al m. cubo di scavo L. 8.

3. Ghiaia vagliata in opera L. 2,50 al m. c.

4. Smalto in opera (m. cubi 0,50 di calce per ogni metro cubo di ghiaia) al m. c. L. 10,00.

*NB.* Le malte sono fatte con 350 Ch. di calce idraulica di Palazzolo per ogni metro cubo di sabbia.

5. Muratura ordinaria di pietrame (tufo) di Avesa o di Quinzano (escluso quello della Valle) e malta di calce idraulica come sopra, al m. c. L. 10.

6. Muratura speciale del detto pietrame fatta con pezzi squadrati di volume non inferiore a 0,15 m. c. e malta di calce idraulica come sopra, al m. c. L. 21,50.

7. Pietra da taglio delle migliori cave di Domegliara o di altre località della Provincia di Verona lavorata in opera

*a*) se lavorata a punta grossa al m. c. L. 60.
*b*) » » mezzana al m. c. L. 80
*c*) » » fina al m. c. L. 100.
*d*) » a martellina doppia L. 120.

*NB.* Si compensa il volume effettivo in opera.

8. Ferro in opera lavorato e verniciato a 2 mani di minio e 2 di biacca (compresa ogni spesa di palchi, centine, ecc). al Ch. L. 0,55.

9. Ghisa in opera per qualsiasi lavoro lavorata, ecc., come sopra al Ch. 0,40.

10. Piombo in opera al Ch. L. 1.

11. Acciaio fuso al crogiuolo pei perni e cunei degli appoggi (in opera) al Ch. L. 1.50

A questi prezzi va quindi applicato il ribasso d'asta del 10,10 0/0.

Dovendo il lavoro del ponte eseguirsi in vicinanza e sotto alle case, erano a carico dell'Impresa non solo le sottomurazioni, ma anche i compensi ai rispettivi proprietari pegli eventuali danni alle medesime.

Il Comune di Verona aveva l'obbligo di dare all'Impresa le aree per deposito di materiali. Tale consegna fu fatta con verbale 30 ottobre 1883.

Il rivestimento delle murature delle spalle, che era

tutto in pietra di Domegliara, veniva pagato come pietra da taglio. Il contratto colla Ditta assuntrice venne stipulato il 30 luglio 1883. La consegna dei lavori venne fatta il 21 agosto 1883: il lavoro doveva essere ultimato pel 30 aprile 1884. Il Comune aveva l'obbligo di consegnare le aree per la costruzione delle testate entro l'ottobre 1883. Tale consegna venne fatta il 30 ottobre 1883.

*Costo effettivo finale dei lavori.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ferro | Ch. 389567 | a L. 0,55 | L. | 214261,85 |
| Ghisa | » 30065,64 | » 0,40 | » | 12026,25 |
| Piombo | » 1715 | » 1,00 | » | 1715,00 |
| Acciaio | » 2200 | » 1,50 | » | 3300,00 |
| | | | L. | 231303,10 |
| | Meno il ribasso del 10,10 % | | » | 23361,60 |
| 1. | Importo parte metallica . | | L. | 207941,50 |
| 2. | Murature pegli spalloni comprese le opere accessorie e di presidio | | » | 90608,50 |
| | Costo totale del Ponte | | L. | 298550,00 |
| 3. | Lavori addizionali . . | | » | 10000,00 |
| 4. | Esproprii . . . . | | » | 77000,00 |
| | Totale cogli esproprii | | L. | 385550,00 |

Il costo del ponte risulta quindi di circa L. 310000, nelle quali sono incluse le opere accessorie e di presidio. Si osserva che alcune delle opere accessorie non si riferiscono propriamente al ponte ma si resero necessarie in seguito ai guasti prodotti dalla piena dell'Adige del 1882. Lo stesso dicasi di molte spese di espropriazione.

*Peso effettivo della travata metallica.* — Il peso effettivo della travata metallica ed accessorii è dato dalla tabella seguente:

| | | | Totale | % |
|---|---|---|---|---|
| *a* | Arconi principali . . . | Kg. | 180928 | 43,2 |
| *b* | Longheroni inferiori . . . | » | 21804 | 5,2 |
| *c* | Travi trasversali inferiori e tiranti | » | 46962 | 11,1 |
| *d* | Telai . . . . . | » | 2440 | 0,6 |
| *e* | Montanti per l'attacco delle travi trasversali . . . . . | » | 15058 | 3,6 |
| *f* | Traverse superiori di collegamento e longherine centrali di collegamento | » | 6890 | 1,5 |
| *g* | Controventi diagonali degli archi principali superiori ed inferiori . | » | 4001 | 1,0 |
| *h* | Controventi inferiori dei longheroni | » | 15275 | 3,6 |
| *i l* | Marciapiedi, longherine, mensole, ecc. | » | 52325 | 12,5 |
| *m* | Parapetto (Ferro e ghisa) . . | » | 21439 | 5,1 |
| *n* | Ferri zorès ed accessorii . . | » | 38391 | 9,0 |
| *o* | Ghisa (Appoggi) . . . | » | 13600 | 3,2 |
| *o'* | Id. ornamentale per stemmi . | » | 442 | 0,1 |
| *p* | Acciaio (Perni e cunei) . . | » | 2200 | 0,5 |
| *q* | Piombo . . . . . | » | 1715 | 0,4 |
| *r* | Viti di fondazione . . . | » | 148 | 0,03 |
| | Totale complessivo | Kg. | 423548 | 100,0 |

In questa Tabella sono notati i procenti che riguardano ciascuna parte.

È a notarsi che il peso delli arconi rappresenta il 43 % del peso totale.

Fra le parti accessorie il peso maggiore è rappresentato dalle traverse, e dai marciapiedi in ferro, colle rispettive lungherine. Anche i ferri zorès e il parapetto rappresentano una bella quota: gli uni il 9 % e l'altro il 5%. I controventi tanto superiori che inferiori e telai rappresentano il $(0,6 + 1,5 + 1,10 + 3,6) = 6,7$ %. Piccola cosa sono i montanti per l'attacco delle travi trasversali 3,6 %; e se uniti al longone inferiore rappresentano il $(3,6 + 5) = 8,6$ %.

Il carico a metro corrente è di 4660 Ch.

Una trave rettilinea della luce di 90 metri avrebbe pesato non meno di 5800 Ch. a m. c., vale a dire il 25 % circa di più.

Osserviamo ai riguardi del parapetto che il suo peso è di 122 Ch. a metro corrente. Le colonnette pesano 50 Ch. l'una. Il corrimano Ch. 17,50 a metro corrente.

## VII. – Prove di resistenza.

*Prove statiche.* (V. Tav. V). — Le prove di resistenza della travata metallica del Ponte Nuovo ebbero luogo nei giorni 29 e 30 agosto 1884.

Le prove fatte il giorno 29 furono le statiche, e consistettero nell'applicazione sul ponte di un carico di 400 chilogrammi a m. q. L'applicazione del carico cominciò alle 5 del mattino e terminò alle 11 ant. Furono applicati in corrispondenza al longarone inferiore della travata, nella mezzaria, gli apparecchi scriventi (3 a rotismo ed 1 a tavoletta fissa) onde rilevare tutti i movimenti che la travatura subiva durante le prove. Anzi gli apparecchi furono applicati alle ore 3 pom. del giorno 28, e mantenuti a posto fino alle 5 antim. del giorno 30 agosto. Essi segnarono in questo intervallo di tempo tutti i movimenti che l'arco subì non solo per effetto del carico, ma anche delle variazioni di temperatura. Con due termometri campione applicati sugli arconi in chiave, si rilevarono anche le temperature nei diversi momenti delle osservazioni. Una descrizione di questi apparecchi si dà nella Memoria III di questa Parte I del volume. Vedi anche la Tavola VI.

La tavola V dà non solo il diagramma dei movimenti dell'arco, ma benanco quello delle temperature. È a notarsi che il giorno 29 si ebbe il cielo un po' nuvoloso, mentre il giorno 28 brillava e batteva il sole cocente.

Dal diagramma si vede che il giorno 28 il ponte si alzò dalle ore 3 pom. in cui si applicarono gli apparecchi, fino alle 4,30 pom., alla qual'ora si ebbe la massima temperatura. Cominciò quindi ad abbassarsi, e continuò durante la notte dal 28 al 29 e fino alle 5 del mattino del 29, alla quale ora aveasi una temperatura di 16°. Dalle 5 ant. alle 6 ant. la temperatura non si elevò che di 1°; e il carico fece quindi ancora abbassare il ponte in chiave. Dalle ore 6 ant. in poi il ponte cominciò ad alzarsi, non ostante che il caricamento a quest'ora fosse arrivato a circa metà. Continuò così nonostante il carico aumentasse e fosse poi completo, il che avvenne alle ore 11,30 ant. Il carico si lasciò fino alle ore 3,30 pom.; a quest'ora si cominciò a scaricare, ed alle 6 pom. il ponte era completamente scarico.

Dopo che il carico fu completo (ore 11,30 ant.) il ponte continuò ad alzarsi ancora fino alle ore 1,30 pom. A quest'ora il cielo si coperse di nubi; e la travatura si abbassò e continuò ad abbassarsi fino alle 3 pom. Pare che in questo

intervallo la temperatura essendo rimasta pressochè costante, prevalesse l'azione del carico. Alle 3 pom. il ponte tornò a risalire, essendo sempre il carico completo, e continuò fino alle 6 pom., alla qual'ora il carico era tutto levato. Alle 6 pom. cominciò la discesa, evidentemente per effetto della perdita di calore, e continuò fino alle 5 ant. del successivo giorno 30 agosto: come vedesi dal diagramma, il ponte tornò alla medesima posizione in cui si trovava alla stessa ora ed alla stessa temperatura il giorno 28 antecedente.

Dai calcoli che diamo più sotto rilevasi che per effetto del carico, a temperatura costante, il ponte avrebbe dovuto abbassarsi di 26,6 millimetri circa.

Dai calcoli rilevasi inoltre che la temperatura doveva aver per effetto di diminuire il detto abbassamento di millimetri 9,5 circa per ogni aumento di temperatura di 5° C.

Ora se il ponte fosse rimasto scarico alle ore 3,30 p. circa del giorno 29, doveva risalire alla posizione medesima che occupava il giorno 28 antecedente alle ore 3 pom.; poichè a queste due ore rispettivamente nei due giorni suddetti verificossi pressochè la medesima temperatura

Invece vediamo dal diagramma che a questa temperatura di 32°, il ponte carico si trovava a millimetri 15,5 sotto il punto al quale trovavasi alla stessa temperatura scarico. Questo abbassamento è evidentemente dovuto all'azione del carico. Ma il carico avrebbe dovuto far discendere il ponte di 26,6 millimetri. Dunque la differenza in meno di 11 millimetri è da imputarsi alla temperatura. E siccome alla variazione di 1° corrisponde un innalzamento di mm. 1,86, così la detta differenza corrisponde a

$$\frac{11}{1.86} = 6° \text{ C.}$$

Questa differenza corrisponde a quella che si verificò tra le temperature massima e minima riscontrate all'ombra nelle 24 ore trascorse dalla sera del 28 alla sera del 29 agosto 1884. E infatti rilevo dalle osservazioni metereologiche tenute dal Dr. Bertoncelli all'Osservatorio dell'Accademia Agraria di Verona:

Giorno 28 agosto 1884.

Temperatura minima della notte (27-28) . . 13°,5 C.
Id. massima id. (28) . . 23°,5 C.

Giorno 29 agosto 1884.

Temperatura minima della notte (28-29) . . 17°,2 C.
Id. massima id. (29) . . 23°,2 C.

È veramente notevole questa coincidenza.

Le temperature notate nella tavola sono quelle rilevate sugli arconi in chiave ed all'estrados; ma evidentemente non rappresentano la temperatura media di tutto il ponte.

Diffatti, alle ore 6 pom. del 29 si ha una temperatura di 26°, alle 5 ant. del 30 si hanno 16°,50: differenza 9°,5. A questa differenza di temperatura corrisponde un abbassamento di 18 millimetri.

Si ha quindi:

$$\frac{18}{9.5} = 1.90 \text{ millimetri}$$

per ogni grado.

Alle 7 pom. del giorno 28 si rilevò la temperatura di 22°. Alle 5 ant. del 29 si ebbe + 16°,5. Differenza 5°,5. Vi corrisponde un abbassamento totale di millimetri 15 e per ogni grado C.:

$$\frac{15}{5.5} = 2.73 \text{ millimetri.}$$

Considerando invece l'intervallo tra i 35° delle ore 4,30 pom. e i 16°,5 delle ore 5 ant., si ha:

$$\frac{26.5}{18.5} = 1.44 \text{ millimetri}$$

per grado. Si ha in media 2,08 millimetri.

Riportiamo ora qui sotto i calcoli relativi alla freccia teorica di inflessione.

*Calcolo della freccia d'inflessione dell'arco colla formola di Castigliano. Ipotesi della temperatura costante.*

$$\eta = \frac{f}{E\Omega}(Q + pf) - \left(\frac{5}{12} fl^2 + \frac{\Delta f}{F\Omega}\right)\left(Q - \frac{pl^2}{2f}\right)$$

o anche

$$\eta = \frac{f}{E\Omega}(Q + pf) - \frac{1}{EI}\left(\frac{5}{12} fl^2 + \frac{G\, d\, V_2\, f}{2\omega}\right)\left(Q - \frac{pl^2}{2f}\right)$$

dove è

$f = 10{,}00$ m. freccia dell'asse dell'arco
$l = 44{,}4$ semicorda » »
$\Omega = 0{,}090064$ sezione dell'arco (costante).
$I = 0{,}038415$ momento d'inerzia id. id.
$G = 0{,}029275$ » statico id. id.

$\omega = 0{,}002016$ sezione di una sbarra del traliccio
$d = 1{,}20$ diagonale del traliccio
$p =$ carico per m. l. di proiez. orizz. dell'asse dell'arco
$Q =$ spinta orizzontale
$E = 16 \times 10^9$ coefficiente d'elasticità del ferro.

1° caso. — *Carico permanente sull'intero arco.*

$$p_1 = 3220 \qquad Q_1 = 314787$$
$$\eta_1 = 0{,}00241 + 0{,}0353 = 0{,}03771.$$

2° caso — *Sopraccarico sull'intero arco.*

$$p_2 = 2280 \qquad Q_2 = 222893$$
$$\eta_2 = 0{,}0017 + 0{,}02499 = 0{,}02669.$$

3° caso. — *Carico permanente e sopraccarico sull'intero arco.*

$$p = 5500 \qquad Q = 537680$$
$$\eta = 0{,}0041 + 0{,}0603 = 0{,}0644.$$

Questo risultato si verifica coi due precedenti.
Difatti si ha $\eta = \eta_1 + \eta_2 = 0{,}03771 + 0{,}02669 = 0{,}0644$.

*Calcolo della freccia d'inflessione dell'arco colla formola del Bresse.*

La formola è la seguente:

$$f = \frac{25}{16} \times \frac{p \rho^3}{E \Omega}$$

dove è

$\rho = 103{,}568$ raggio medio dell'arco
$\Omega = 0{,}090064$ sezione dell'arco
$E = 16 \times 10^9$ coefficiente di elasticità
$p =$ carico per metro l. di corda.

1° caso. — *Carico permanente sull'intero arco.*

$$p_1 = 3220$$
$$f_1 = 0{,}000011639 \times 3220 = 0{,}0375.$$

2° caso. — *Sopraccarico sull'intero arco.*

$$p_2 = 2280$$
$$f_2 = 0{,}000011639 \times 2280 = 0{,}0265.$$

3° caso. — *Carico permanente e sopraccarico dell'intero arco.*

$$p = 5500$$
$$f = 0{,}000011639 \times 5500 = 0{,}0640.$$

*Confronto fra i risultati delle due formole.*

| | Carico permanente sull' intero arco | Sopraccarico sull' intero arco | Carico permanente e sopraccarico dell'intero arco |
|---|---|---|---|
| Castigliano.. | 0,03771 | 0,02669 | 0,0644 |
| Bresse..... | 0,0375 | 0,0265 | 0,0640 |

*Calcolo della freccia d'inflessione dell'arco tenuto calcolo delle variazioni di temperatura.*

*Freccia d'inflessione ed aumento di spinta per un aumento di temperatura di* 15°.

$$Q_t = \frac{EI\,\alpha\,(t' - t)}{\frac{8}{15} f^2 + \frac{I}{\Omega}} = 139{,}00 \times 15 = +2085$$

(dove $\alpha = \frac{1}{82500}$ coefficiente di dilatazione del ferro).

1° caso. — *Carico permanente sull'intero arco.*

$p = 3220 \quad Q = 314787 \quad Q_t = +2085$
$\eta_1 = 0{,}0024 + 0{,}0070 = 0{,}0094.$

2° caso. — *Carico permanente e sopraccarico sull'intero arco.* } + 15°.

$p = 5500 \quad Q = 537680 \quad Q_t = +2085$
$\eta = 0{,}004 + 0{,}032 = 0{,}036.$

*Freccia d'inflessione per un aumento di temperatura* di 10°.
*Aumento di spinta* $Q_t = 139 \times 10 = +1390$.

1° caso. — *Carico permanente sull'intero arco.*

$p = 3220 \quad Q = 314787 \quad Q_t = +1390$
$\eta_1 = 0{,}0024 + 0{,}0165 = 0{,}0189.$

2° caso. — *Carico permanente e sopraccarico sull'intero arco.* } + 10°.

$p = 5500 \quad Q = 537680 \quad Q_t = +3390$
$\eta = 0{,}00412 + 0{,}04144 = 0{,}04556.$

*Freccia d'inflessione per un aumento di temperatura di* 5°.
*Aumento di spinta* $Q_t = 139 \times 5 = +695$.

1° caso. — *Carico permanente sull'intero arco.*

$p = 3220 \quad Q = 314787 \quad Q_t = +695$
$\eta_1 = 0{,}0024 + 0{,}0259 = 0{,}0283.$

2° caso. — *Carico permanente e sopraccarico sull'intero arco.*

$p = 5500 \quad Q = 537680 \quad Q_t = +695$
$\eta = 0{,}0041 + 0{,}0509 = 0{,}0550.$

} + 5°.

*Freccia d'inflessione per una diminuzione di temperatura di* 15°.
*Diminuzione di spinta per una diminuzione di temperatura di* 15°. $Q_t = 139{,}00 \times (-15) = -2085$.

1° caso. — *Carico permanente sull'intero arco.*

$p = 3220 \quad Q = 314787 \quad Q_t = -2085$
$\eta_1 = 0{,}0024 + 0{,}0636 = 0{,}066.$

2° caso. — *Carico permanente e sopraccarico sull'intero arco.*

$p = 5500 \quad Q = 537680 \quad Q_t = -2085$
$\eta = 0{,}0041 + 0{,}0886 = 0{,}0927.$

} — 15°.

*Freccia d'inflessione per una diminuzione di temperatura di* 10°. *Diminuzione di spinta* $Q_t = -139 \times 10 = -1390$.

1° caso. — *Carico permanente sull'intero arco.*

$\eta_1 = 0{,}0024 + 0{,}0542 = 0{,}0566.$

2° caso. — *Carico permanente e sopraccarico sull'intero arco.*

$\eta = 0{,}0041 + 0{,}0792 = 0{,}0833.$

} — 10°.

*Freccia d'inflessione per una diminuzione di temperatura di* 5°. *Diminuzione di spinta* $Q_t = -139 \times 5 = -695$.

1° caso. — *Carico permanente sull'intero arco.*

$\eta_1 = 0{,}0024 + 0{,}0448 = 0{,}0472.$

2° caso. — *Carico permanente e sopraccarico sull'intero arco.*

$\eta = 0{,}0041 + 0{,}0697 = 0{,}0738.$

} — 5°.

*Riassunto dei risultati.*

| Variazioni di temperatura | Freccia d'inflessione tenuto conto delle variazioni di temperatura di contro col | | Freccia a temp.ra costante | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Freccia corrispondente al | |
| | carico permanente | carico totale | carico solo | carico e sopraccarico |
| +20° | 0,0000 | | | |
| +15° | 0,0094 | 0,0360 | 0,037 | 0,064 |
| +10° | 0,0189 | 0,0456 | | |
| +5° | 0,0283 | 0,0550 | | |
| —20° | 0,0754 | 0,102 | | |
| —15° | 0,0660 | 0,0927 | 0,037 | 0,064 |
| —10° | 0,0566 | 0,0833 | | |
| —5° | 0,0472 | 0,0738 | | |

*NB.* — I valori precedenti rappresentano le inflessioni dovute ai carichi e all'influenza delle variazioni di temperatura in più o in meno indicata, che avvengono dal principio al termine del carico.

Dobbiamo osservare per ultimo una cosa:

Nel Verbale delle prove, è notato che l'abbassamento massimo verificatosi fu di 10$^{mm}$ circa. Or ecco come risultarono questi 10$^{mm}$: per rilevare la freccia si adottarono i consueti biffini a *coulisse*. Questi furono posti in opera la sera del 28 alle 7 pom. e vennero debitamente marcati e sigillati, onde assicurarsi che non venissero spostati durante la notte. Ma durante la notte invece dei biffini si abbassò il ponte come può vedersi dalla Tavola V. Dalle ore 5 ant. alle 6 si abbassò ancora per effetto del carico, poi si alzò; quindi calò di nuovo. I 10$^{mm}$ furono osservati alle 3 pom., quando incominciò lo scarico.

Esaminando i diagrammi si vede che questi 10$^{mm}$ sono precisamente la somma algebrica di tutti questi viaggi in su e giù che il ponte fu costretto a fare, per effetto delle diverse variazioni di temperatura combinate all'azione del carico.

*Prove dinamiche.* — I risultati delle prove dinamiche, che si fecero il giorno 29 agosto, sono pure raccolti nella tavola V.

Le dette prove consistettero nel far passare sul Ponte delle carrozze ad uno e due cavalli, degli omnibus a due cavalli carichi di persone; e infine dei carri o *bare* (nome speciale che si dà a Verona ai carri di grosso carico) del peso complessivo di ch. 2500 ciascuno. Queste bare erano tirate da quattro cavalli, si fecero passare prima nel medesimo senso, poi in senso contrario, facendole sostare nel mezzo del Ponte. Dai diagrammi vedesi come le oscillazioni tanto verticali che orizzontali sieno state tenuissime. Le orizzontali poi sono inapprezzabili. E ciò è tanto più meritevole d'attenzione, in quanto che il Ponte viene ad essere costituito in ultima analisi di una impalcatura sospesa ad un arco. E non era certo da attendersi che un tale sistema di travatura desse oscillazioni molto meno sensibili di quelle che si hanno dai ponti a travate rettilinee. Si noti che gli apparecchi erano collocati nella mezzaria del lungherone inferiore, nel sito cioè dove le oscillazioni dovevano essere più sensibili. Va pur notato che la massicciata era in cattivissimo stato, il che dava origine ad urti e trabalzi frequenti. Oggi che la massicciata si è regolarizzata, non si sente alcuna oscillazione al passaggio anche di grossi carichi i quali raggiungono talvolta le 6 e 7 tonnellate.

Ai punti d'appoggio od imposte degli arconi si collocarono degli apparecchi scriventi a tavoletta fissa per mettere in evidenza il movimento di rotazione che gli archi stessi subivano: la traccia rilevata non fu che di mezzo millimetro.

Verona, novembre 1884.

# NOTE

## Nota I.

**Brano di Relazione dell'Ing. Donatelli,** *da cui risultano le ragioni per le quali nel suo progetto di sistemazione del tronco urbano del fiume Adige ha assegnato all'alveo la larghezza normale di m. 91.*

« Per determinare le dimensioni della sezione da assegnarsi al fiume Adige nell'interno della città bisognerebbe conoscere la sua portata durante le massime piene. Mi venne comunicato un calcolo secondo il quale l'Adige durante l'ultima piena avrebbe avuto una portata colossale.

Non impugno la veridicità e la precisione di quel calcolo, ma pure non la ammetto. Anzi mi astengo dallo scrivere il numero che indicherebbe la portata calcolata, inquantochè credo, che l'autore abbia fatto questo lavoro per mera curiosità, o sia oggetto di studio, piuttostochè per valersene nei casi pratici.

E per verità quando vedo il fatto verificatosi a proposito del Tevere pella cui piena del 1870, pure avendo a disposizione una grande massa di rilievi esattissimi ed appositamente eseguiti ne venne dal Giordano calcolata la portata di mc. 2500, dal Possenti in mc. 2800, dal Natalini in mc. 3765, dal Filopanti in mc. 4000, ed infine dal Baccarini in m. 4575, sono indotto a credere coll'insigne idraulico Turazza non potersi porre molta fede nelle formole idrauliche stabilite per il caso di moto uniforme in alveo regolare applicate al caso di piena, non essendo possibile a nessuna teoria di rappresentare il moto delle acque in questo stato.

Si potrebbe tuttavia tentare di conoscere con una certa approssimazione la portata di piena dell'Adige considerando qualche tronco ab-

bastanza regolare, come ne abbiamo a valle ed a monte di Verona, ma è certo che per giungere a questo risultato sarebbe necessario avere esattissimi e dettagliati rilievi sia altimetrici, che planimetrici, per eseguire i quali sarebbe indispensabile una forte spesa, molto tempo, ed acque basse.

Forse la regolarità del corso dell'Adige in alcuni tronchi può dare risultati abbastanza soddisfacenti, ma per arrivare a tanto bisognerebbe calcolare la portata sopra gli elementi di parecchi tronchi.

Non potendo per le ragioni suesposte basarmi sopra la portata del fiume per assegnargli la conveniente sezione, ho dovuto ricorrere a criteri pratici.

L'Adige nel suo ingresso in città ha la larghezza di metri 106

| | | |
|---|---|---|
| al Ponte di Castel vecchio . . . . | » | 112 |
| » » Garibaldi . . . . | » | 76 |
| » della Pietra . . . . . | » | 91 |
| » Nuovo (misura normale) . . . | » | 70 |
| alla Caserma Trezza . . . . . | » | 48 |
| al Ponte Navi . . . . . | » | 65 |
| al Ponte Aleardi . . . . . | » | 90 |

La larghezza media dell'Adige adunque nei punti considerati è di metri 82,25.

Ci si opporrà, che la larghezza costante di un fiume deve misurarsi là dove esso scorre liberamente e non dove è contenuto da manufatti, che alle misure prese tra S. Anastasia ed il Ponte Navi bisognerebbe aggiungere la larghezza che avrebbe smaltito le acque del canale delle Seghe e di tutte le correnti secondarie dell'isola di S. Tommaso, che infine anche in città l'Adige ha in moltissimi punti una larghezza ben maggiore della media calcolata. Alle quali osservazioni rispondo poter essere maggiormente perniciosa una larghezza troppo forte che non una troppo esigua, poichè la prima può in tempi di piene minori disporre tortuosamente il filone, e quindi produrre escavi oppure depositi là dove meno si crede, mentre una larghezza esigua si risolve in un leggerissimo rialzo di pelo — non potersi dare molta importanza alla corrente del canale delle Seghe come quella che era impedita dall'arco ristretto del Ponte dell'Acqua Morta in gran parte ostruito dall'ammasso di travi e tavole trasportatevi a monte, nè potersi dare molta importanza alle correnti secondarie dell'Isola di S. Tommaso perchè non molto alte, continuamente impedite nel loro corso da cambiamenti bruschi di direzione.

Conchiudendo ci pare che adottando pella larghezza normale del fiume Adige regolarizzata la misura del Ponte Pietra che corrisponde a m. 91, si provveda largamente al regolare deflusso delle piene anche maggiori di quella verificatasi in questo ultimo anno. E per verità, la rimozione di tutti gli ostacoli, la regolarità della corrente, il parallelismo delle sponde ci sembra che valgano ben più di qualche metro di maggiore larghezza ».

NOTA II.

## Collaudo ed osservazioni diverse.

Il collaudo del ponte venne eseguito il giorno 5 settembre 1884 da una Commissione nella quale entrava, per parte del Genio civile, l'Ing. capo cav. Parolini di Verona, e per parte del Comune l'Ing. Vincenzo Soldati di Torino.

Nel Verbale di collaudo non v'ha cosa che meriti d'essere riferita: salvo che si rilevarono le quote effettive della costruzione, e si trovarono essere le seguenti:

Spalla destra:
Risega d'imposta . . . . a m. 0,62 sopra G. N.
Lembo inferiore piattabande a m. 3,80 id.
Spalla sinistra:
Risega d'imposta . . . . a m. 0,88 id.
Lembo inferiore piattabande a m. 4,06 id.
Mezzaria del ponte:
Lembo inferiore piattabande a m. 4,91 id.

Veramente il ponte non ha piattabande sotto il longherone; ma credo si debba intendere che il profilo inferiore del longone medesimo si trovava a quelle quote.

Il Verbale aggiunge che, giusta i voti emessi sui progetti del ponte dal Consiglio superiore dei LL. PP., il livello della massima piena del 1882 fu ritenuto di m. 4,40 sopra Guardia N.°

Aggiunge inoltre che le dette piattabande risultavano quindi a destra soggiacenti al detto livello di massima piena di m. 0,60 e a sinistra di m. 0,34; e nella mezzaria poi lo superavano di m. 0,51.

Infine dice che, secondo le prescrizioni ministeriali, le piattabande inferiori dei longheroni doveano trovarsi alle estremità m. 0,65 sotto G. N., e nel centro m. 0,45 sopra. Per cui, conchiude, il ponte soddisfa con esuberanza alle prescrizioni ministeriali.

La guardia normale al Ponte Nuovo fu ritenuta nel progetto avere la quota di m. 53,10; desunta in base al profilo di M. P. dell'Ing. Carli. Sono in relazione alla medesima le altre segnate nella Planimetria generale (V. Tavola IV). Sono pure in relazione a questa quota di m. 53,10 per la G. N. le quote seguenti rilevate con molto scrupolo ad opera finita, e che riferiamo, perchè possono tornare utili.

| | |
|---|---|
| Quota soglia S. Tommaso (caposaldo) . . . . . | 55,665 m. |
| Longherone estremo superiore a sinistra. . . . . | 57,390 m. |
| Id. id. id. a destra . . . . . | 57,060 m. |
| Piano superiore del toro a destra . . . . . | 53,340 m. |
| Id. id. id. a sinistra . . . . . | 53,660 m. |

Segno di Guardia marcato al ponte durante i lavori

| | |
|---|---|
| a destra . . . . . | 52,75 m. |
| a sinistra . . . . . | 52,77 m. |

Secondo questi dati si avrebbe:

Risega d'imposta (piano toro) a destra . . 0,590 sopra G. N.
Id. id. id. a sinistra . . 0,890 id.

Quote: Lembo inferiore travatnre:

a destra 57,06 − (0,07 + 0,60) = 56,39 m.
a sinistra 57,39 − (0,07 + 0,60) = 56,72 m.

Quindi:

Lembo inferiore travature a destra . a m. 3,64 sopra G. N.
Id. id. id. a sinistra . a m. 3,95 id.

Alle predette quote si aggiungano le due seguenti:

Marciapiede di Casa da Lisca verso il Ponte Nuovo:

*a*) Estremo orientale . . . . . 56,748 m.
*b*) Estremo occidentale. . . . . 57,663 m.

La quota 53,76 per la G. N. al ponte venne fissata mentre l'Adige era allo stato di magra; e probabilmente per causa degli escavi conseguenti dalla presenza dei ruderi del vecchio ponte, riuscì più bassa dell'altra di m. 53,10 presa a base del Progetto e desunta dal profilo di m. piena come sopra si è detto.

MEMORIA II. — *Il ponte in ferro ad arco di una sola luce di metri 83, costrutto sul torrente Cellina a Montereale (Friuli)* (Tavole VII e VIII).

Ci siamo decisi a pubblicare questa Memoria del Ponte ad arco in una sola luce di metri 83, costrutto sul torrente Cellina a Montereale, perchè ci parve che potesse interessare le persone dell'arte, così per l'ampiezza dell'apertura, di metri 83, la maggiore che esiste in Italia, come anche perchè il ponte nel concetto che lo ha informato, presenta un tipo speciale e nuovo di *costruzione ad arco*, e il calcolo ne è stato messo sotto un punto di vista speciale. Diciamo tipo nuovo di *costruzione ad arco* e non di costruzione in generale, poichè la novità a nostro avviso consisterebbe appunto non tanto nella forma, quanto nell'aver introdotto nelle resistenze anche il longone superiore, che porta direttamente il tavolato stradale ed il traliccio che forma i timpani, e nell'aver quindi considerato come resistente tutto il sistema che costituisce il ponte; scostandosi per tal guisa dal metodo ordinariamente seguito, che tien conto del solo arco inferiore, e che ai timpani non attribuisce altro ufficio che quello di trasmettere il carico dal longone superiore all'arco inferiore.

Più avanti svilupperemo con maggiore ampiezza questo concetto, a cui qui si è accennato di volo per giustificare l'espressione adoperata di sopra.

Questo ponte, che per la sua ampiezza segna certo un progresso nell'arte delle costruzioni in ferro in Italia, fu costrutto nel 1878 per coraggiosa iniziativa ed a spese del Municipio di Montereale, sussidiato dal Governo e dalla Provincia d'Udine. Doveva servire non solo come passaggio da una riva all'altra del torrente Cellina, ma anche a portar l'acqua potabile al Comune di Montereale da una sorgente

situata sulla riva sinistra. Esso serve quindi di ponte e di acquedotto.

Il ponte si trova nel sito d'una gola dove il torrente ha fondo in ghiaia e ciottoli e fianchi in roccia. Le imposte del ponte sono quindi in roccia. La violenza delle acque che vi corrono rapidissime sconsigliava dal porre degli ingombri nell'alveo, e perciò s'è abbracciato il partito d'una sola luce.

In origine il ponte doveva servire semplicemente come passerella; ma poi si è pensato di utilizzarlo anche pel passaggio di muli e carri da montagna, limitando però il carico di questi a 3 tonnellate. E gli si è data quindi la larghezza di metri 3.

Il ponte consta di due soli archi. Ogni arco è composto essenzialmente d'un trave inferiore incurvato ad arco di circolo (arco propriamente detto, che diremo arco principale) e d'un trave o longone superiore, pure incurvato, ma leggermente, ad arco di circolo di raggio eguale a 1000 metri. Ambidue questi travi sono a doppio T, di sezione asimmetrica per l'inferiore e simmetrica pel superiore. Essi sono collegati in sistema da un traliccio formante i timpani e costituito da montanti verticali e saette inclinate, in modo da formare fra loro due un solo sistema resistente. Al qual uopo le barre dei timpani sono molto rigide, ed hanno dimensioni convenienti e proporzionate allo scopo. Di più esse si attaccano direttamente sulle anime dei due longoni, e così l'attacco riesce più completo e veramente solido. In prossimità alla chiave (a metri 10) i due travi suddetti vanno a confondersi in uno solo di sezione, pure a doppio T, e ad anima piena; l'altezza della sezione in questo sito è variabile, e va diminuendo fino alla chiave, dove si riduce a m. 0,40.

L'altezza del longone superiore è pure di 0,40, costante; quella del longone inferiore, ad arco principale è di metri 0,46.

Al longone superiore sono fissate le travi trasversali. Su queste appoggiano i longoni di larice; su cui sono distese le tavole in doppio strato, e diagonalmente; e di queste è costituito il piano stradale.

I due archi, dei quali resta costituito il ponte, sono collegati insieme nel senso trasversale da croci di S. Andrea, che formano controvento verticale. Sono pure uniti fra loro da due sistemi di diagonali, che formano controvento nel senso orizzontale; l'un sistema collega insieme i longoni superiori; l'altro gli inferiori. La pianta generale della travatura dimostra la distribuzione di questi due sistemi di

controventi, ed indica anche la posizione delle croci di S. Andrea verticali.

Come si vede, tutte le membrature del ponte sono state collegate in ogni senso. Ed i collegamenti sono tutti in ferri rigidi, e ciò si è fatto allo scopo che non solo avessero a resistere agli eventuali sforzi, ma anche non oscillassero, al passaggio dei carichi mobili.

Ma con ciò non erasi ancor provveduto a tutto. Un'altra questione importantissima, di cui era pur necessario preoccuparsi e seriamente, era quella di opporsi con efficacia mediante una larga base alle spinte laterali, specie del vento. A ciò non poteva evidentemente bastare la tenue larghezza dell'appoggio di soli metri 3. Vi si è provveduto con due puntoni, i quali si distaccano a circa $^1/_3$ degli archi inferiori a partire dall'imposta, e vanno ad appoggiare sulla roccia sulla medesima linea degli appoggi degli archi principali. La distanza del loro punto d'appoggio da quello degli archi è di metri 2,70. Per cui la base del ponte è così portata a metri 8,40; vale a dire, si è quasi triplicata.

Questi appoggi dei puntoni sono collegati in sistema con quelli degli archi. Come può vedersi dal particolare, sono tutti d'una medesima forma, e combinati in modo che la loro base sia molto stretta. La posizione precisa dell'appoggio viene regolata mediante cunei.

Si è tenuta la base così stretta perchè si considerano come formanti perno di rotazione di ciascuna metà del ponte, quando il medesimo subisce analoghi movimenti per effetto della dilatazione.

Il longone superiore, invece, quello cioè che porta direttamente il piano stradale, ha un appoggio piano, e così combinato (veggasi il particolare) che gli permette di muoversi liberamente nel senso longitudinale, senza spostarsi però nel senso trasversale.

Ora ecco il perchè di tutte queste disposizioni.

È evidente che un arco appoggiato su due imposte fisse, quando deve dilatarsi a motivo dei cangiamenti di temperatura è obbligato a svilupparsi per via di rialzo. Ora siccome nel nostro sistema i timpani rigidi non permettono le deformazioni delle parti laterali, così è necessario che l'arco si rialzi piegandosi (verso l'estradosso) nella parte centrale, e girando attorno agli appoggi. Per questo motivo si è data poca altezza a questa parte centrale dell'arco. E così la piegatura avviene più facilmente per la maggiore flessibilità.

D'altra parte, gli appoggi così stretti alle imposte permet-

tono il rialzo dell'arco, senza che si sposti in modo sensibile il centro di pressione, vale a dire, restando la pressione pressochè centrale. E per vero, se si avesse un appoggio molto largo, avverrebbe che quando l'arco si rialza, la pressione si porti tutta sullo spigolo superiore, e quando s'abbassa, invece, sull'inferiare, producendo lo schiacciamento o dell'una o dell'altra parte. È naturale che si sono dovuti fare molto robusti i nostri appoggi, appunto perchè essendo così stretti, concentrano la pressione. E perciò i cunei sono di acciaio. La pressione viene ripartita sopra un cuscino largo di ghisa, suggellato sopra un voluminoso macigno di forma regolare, il quale è stato incastrato nella roccia con ogni precauzione, regolarizzando prima con cemento i piani di posa e suggellando le commessure pure con cemento.

Il rialzo dell'arco alla chiave produce in pari tempo il rovesciamento delle estremità superiori verso le spalle. Il qual movimento, aggiunto all'altro della dilatazione longitudinale, propria del longone superiore, dimostra la necessità di lasciare libera l'estremità dove esso appoggia. Perchè diversamente la dilatazione recherebbe troppo gravi guasti sia alla muratura, sia alla travatura.

L'estremità del longone superiore può muoversi anche nel senso verticale. Un congegno speciale applicato all'estremità della trave medesima permette che detti movimenti si eseguiscano senza nessun disturbo od alterazione al piano stradale. E la ghiaia medesima della massicciata si presta a queste differenze. Il particolare di questo congegno può vedersi a parte disegnato nella tavola VIII.

I timpani, come fu detto, sono collegati agli archi in modo da farne una sola travatura. Si capisce infatti che l'arco principale se dovesse resistere da solo, quando è sottoposto ad un carico più o meno regolare, subirebbe degli sforzi rilevanti, tali che lo deformerebbero sensibilmente, se non avesse dimensioni molto forti. Ma se si approfitta delle barre dei timpani per collegarlo in modo assoluto col longone superiore, dando a queste barre le condizioni volute, acchè tale condizione sia soddisfatta, si verrà così a formare una sola travatura di un'altezza molto maggiore, la quale, offrendo dei momenti d'inerzia delle sezioni trasversali, molto grandi, potrà con dimensioni esigue delle singole parti, e per conseguenza con poco metallo, resistere agli sforzi di deformazione. Questo risultato è specialmente sensibile quando si viene a considerare l'arco caricato per porzioni limitate della sua lunghezza. Gli spostamenti della

curva delle pressioni nella parte che corrisponde ai timpani (parete verticale a traliccio) sono tali che l'arco, quantunque resista facilmente al carico completo su tutto il ponte, viene messo in questo caso in condizioni pessime di resistenza. Per il che si è verificato in qualche ponte in cui non si è tenuto conto di ciò, che le deformazioni hanno prodotto la rottura delle barre costituenti i timpani.

I calcoli dimostrano appuntino pel nostro caso speciale la verità di quanto si è asserito in via generale.

Eccone difatti i risultati.

Nel caso in cui si considera come resistente il solo arco inferiore e nell'ipotesi di tutto il ponte sopraccaricato, si ha un coefficiente di resistenza massimo di chil. 11,48 (estradosso a metà dell'arco). Si verificano pure dei coefficienti di resistenza, in prossimità di chilogr. 9,78, 8,21 sempre all'estradosso; ed in chiave si hanno chilogr. 8,15 all'intradosso. Ciò che v'ha di singolare in questo caso è che nelle sezioni tra l'imposta e la (4) la curva delle pressioni si sposta verso l'estradosso; verso la chiave si porta verso l'intradosso. Il che sembra un controsenso. Ma vuolsi riflettere che tra le sezioni (0) — (4) la sezione resistente è debolissima; mentre invece diventa molto più robusta nel tronco (4) — (6), dove i due longoni confondendosi in uno solo, forza è considerare un'altezza di sezione molto maggiore.

Questo fatto però va attribuito anche ad un'altra causa più importante della precedente e più decisiva: vale a dire, alla forma dell'asse dell'arco che ha una curvatura decrescente dalla chiave verso l'imposta. La cosa deve parere certamente strana; e per rimuovere ogni dubbio sull'esattezza dei calcoli abbiamo voluto capacitarcene maggiormente col ripetere il calcolo dell'arco, ma considerando che il suo asse sia una curva ad un solo raggio, quella cioè avente la corda di metri 83 e la saetta di m. 10,82. Il calcolo ha risposto alle previsioni; in tal caso i segni dei momenti si invertono e sono positivi verso l'imposte, negativi verso la chiave.

Che l'influenza della sezione variabile (maggiore verso la chiave e minore verso l'imposte) sia piccola, ce ne assicura un altro calcolo, che pure abbiamo instituito, e nel quale si suppone che la sezione dell'arco sia costante ed eguale a quella d'imposta. In tal caso i segni de' momenti restano come quelli ottenuti nel calcolo fatto sulle dimensioni del Progetto.

Nel caso poi in cui si considera solo metà ponte soprac-

caricato, si hanno dei coefficienti di resistenza che salgono persino a chil. 38,70 e 44,45 per millim. quadrato (sezione 1ª e 3ª, estradosso della metà carica). Si hanno pure coefficienti di 29,80 (sezione 3ª intradosso, metà carica), 29,49 (sezione 4ª estradosso), ecc.

Nella metà scarica il maggior coefficiente è di chilogrammi 26,66 (sezione 3ª estradosso).

Il carico permanente è di chilogrammi 600 a m. l.; ed il sopraccarico è di chilogrammi 450 pure a metro lineare. Il primo è quindi minore; circostanza che torna favorevole alla parte scarica.

Ora se si fa invece l'ipotesi in cui si considera come resistente tutto il sistema, le pressioni unitarie si riducono nei limiti normali. Difatti nel caso di tutto il ponte sopraccaricato, si ha la pressione massima all'imposta di chilogrammi 7,67 per millimetro quadrato, e non passa poi nelle altre sezioni i chilogrammi 7,30 per millimetro quadrato. e notisi che all'imposta la sezione è rinforzata, ed ha quindi una superficie maggiore di quella introdotta nel calcolo.

Nel caso che si è pur considerato di metà ponte caricato, si ha una pressione massima di chilogr. 8,75 per millim. quad. nella sezione (5) della metà sopraccaricata. All'imposta abbiamo in tal caso una massima pressione di chilogrammi 6,29 e alla chiave 5,41 all'estradosso.

Nella metà scarica la pressione massima è di chil. 6,83 per millimetro quad. nella sezione (3) all'intradosso. Poi abbiamo anche 6,61 nella sezione (5) pure all'intradosso.

Riesce quindi confermato quanto si accennava di sopra, sulla necessità di studiare la costruzione in modo da potere tener conto di tutto il sistema come resistente per avere una soluzione economica.

Alla presente Memoria vanno uniti alcuni disegni del ponte (V. Tavole VII ed VIII). Vi è rappresentato un prospetto generale della travatura, una pianta, ed alcuni de' particolari più importanti, come gli appoggi di cui s'è discorso disopra. Sono messi pure in evidenza i telai che costituiscono il controvento verticale. Ve ne sono sei. Due alle imposte, e questi formano sistema anche coi puntoni; due sono a metri 11,50 dalle imposte, gli altri due sono a metri 10 dalla chiave.

Un particolare rappresenta anche la sezione trasversale del ponte in chiave; ed un altro lo schema del tracciato.

A proposito di quest'ultimo è a notarsi, che l'asse dell'arco inferiore (arco principale) è una curva circolare a 3 centri. Per metri 10 di corda in corrispondenza alla chiave

abbiamo un arco di circolo di raggio eguale a 60 metri; gli altri due archi hanno il raggio di m. 95,90. Ciò si è fatto evidentemente per aumentare l'altezza della sezione presso la chiave in una ragione più rapidamente crescente, in grazia della maggiore curvatura dell'arco. E ciò, aumentando la curvatura dell'asse dell'arco in chiave, ha dato origine al risultato a cui si accennava di sopra.

È necessario dire anche una parola sulle centine che servirono alla costruzione del ponte. Esse sono state costrutte assai robuste, e presentavano un eccesso di solidità in confronto di quella dei ponti ordinari di servizio che si adoperano per la montatura delle travi rettilinee. Ma fu così disposto onde non si avesse a verificare la menoma deformazione durante la montatura degli archi metallici. Perchè diversamente ne sarebbe risultata una difficoltà grandissima nelle operazioni di montatura, e forse una imperfetta costruzione incompatibile col sistema particolare di questo manufatto.

Malgrado la spesa grande che hanno richiesto le centinature, e le operazioni di montatura più delicate che pei ponti a travi rettilinee, tuttavia l'economia che si è fatta sulla quantità di metallo impiegato, in grazia del tipo adottato, ha compensato molto largamente le maggiori spese suaccennate. Questo tipo risulta per tale ragione molto economico, in confronto di ogni altra travatura di egual luce.

È però vero che oltre alle difficoltà della montatura, la costruzione stessa dei ponti in arco presenta molto maggiore difficoltà di quella delle travi rettilinee. Ragione per cui vediamo generalmente preferito quest'ultimo sistema, e specialmente quando non si hanno da attraversare spazi molto estesi, e senza punti d'appoggio intermedii. Sono pure adoperate di preferenza, e con ragione, le travi rettilinee, ogniqualvolta il carico essendo mobile, è molto grande in confronto del peso permanente, del ponte medesimo. Poichè in tal caso si verificano dei momenti di flessione molto sensibili, nel caso di carico non completo su tutta la lunghezza del ponte; e si verificano pure delle oscillazioni sensibilissime al passaggio dei carichi.

Ultimata la montatura del ponte, se ne fecero le prove di resistenza.

Ma prima di queste il ponte aveva spontaneamente offerto una prova della sua stabilità. Poichè, come fu più volte osservato durante la montatura, esso si sollevava sopra le centine, per effetto della dilatazione, in conseguenza degli aumenti di temperatura.

La prima prova fu fatta con un carico morto di chg. 860 al m. l., che equivaleva ad un carico di circa 300 chg. al metro quadrato. Sotto questo carico l'arco diede in chiave una massima inflessione di millim. 13.

Si fece pure una prova col carico mobile, facendo passare sul ponte un carro tirato da due buoi, e portante un carico di due metri cubi di ghiaia; il tutto equivalente ad un carico isolato di chg. 5000. La flessione avuta in chiave, fu di 11 millim.

I quali ottimi risultati, dati dal manufatto, la cui costruzione fu eseguita in modo assolutamente conforme a tutti i particolari del progetto, possono indicare se nello studio del medesimo si è seguita una buona strada. Ma è pur necessario ricordare quanta parte nella riuscita d'un lavoro abbia la perfetta esecuzione di tutti i suoi particolari, e la buona organizzazione del lavoro in generale, il che, come i risultati ci dimostrano, non ha mancato nel caso presente.

Dopo le notizie precedenti, null'altro resterebbe, a complemento, che offrire i dati sul peso della travatura. Ma vogliamo aggiungere una osservazione, la quale farà certo piacere a chi prende a cuore lo sviluppo delle nostre industrie, ed è che il ponte fu costrutto in Italia (1).

I pesi sono distribuiti così:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Archi inferiori | Chil. | 22 513,80 | cioè il | 34 | % |
| Longoni superiori | » | 10 870,60 | » | 16,5 | » |
| Timpani . . . | » | 13 390,00 | » | 20 | » |
| Travi trasversali . | » | 4 625,00 | » | 7 | » |
| Controventi . . | » | 11 353,35 | » | 17 | » |
| Parapetti . . . | » | 2 258,00 | » | 3,5 | » |
| Accessorii . . . | » | 1 189,25 | » | 2 | » |
| Totale . . . | Chil. | 66 200,00 | cioè il | 100 | % |

È da osservarsi in questo quadro la tenue quota delle travi trasversali, la quale dipende dalla poca larghezza del ponte.

Ma quello che salta subito all'occhio, e che non può a meno di sorprendere, è la rilevantissima parte di peso assorbita dai controventi e collegamenti. Questo accenna alla nota caratteristica della costruzione; tutti i pezzi sono col-

(1) Lo eseguì l'impresa Galopin-Süe, Jacob e C. di Savona, a cui fu accollato dal Municipio di Montereale.

legati fra loro in modo, che nessuno lavora isolatamente; una deformazione impegna la resistenza di tutte le parti, le quali vi si oppongono con perfetta solidarietà.

È in questo modo che costituiscono (almeno a quanto può giudicarsi dai risultati) un insieme rigido, capace, non ostante l'esiguità delle dimensioni delle singole parti, e della leggerezza dell'insieme, di resistere non solo alle azioni dei carichi, ma anche alle oscillazioni prodotte dal passaggio dei veicoli, ed agli urti del vento, il quale soffia con molta violenza nella gola in cui giace il ponte.

E poichè questa osservazione riassume il concetto fondamentale del nostro lavoro, la poniamo qui in fondo, quasi a suggello del medesimo.

*Calcoli di resistenza.* — Si fanno due ipotesi: nella prima si considera come resistente il solo arco inferiore, e questa si fa per dimostrare a quanto salirebbero le pressioni massime, se dovesse resistere da solo: nella seconda si considera come resistente tutto il sistema.

I dati generali dell'arco sono:

| | | |
|---|---|---|
| Luce . . . . | metri | 83,00 |
| Saetta . . . . | » | 10,82 |

Pel tracciamento dell'asse dell'arco veggasi lo schema, nella Tav. VIII.

I carichi sono così distribuiti:

| | Per 2 archi | Per 1 arco |
|---|---|---|
| Peso permanente | Chil. 1200 | Chil. 600 |
| Sopraccarico . . | » 900 | » 450 |
| Carico totale | Chil. 2100 | Chil. 1050 |

Il sopraccarico di 900 chilogr. al metro lineare corrisponde a 300 chilogr. per metro quadrato, essendo il ponte largo metri 3.

Il metodo seguito nei calcoli è quello esposto dall'ingegnere Castigliano nella sua recente opera: *Théorie des systèmes élastiques.* Turin, 1880; esteso anche ai travi di sezione variabile.

1ª *Ipotesi.* — Si considera come resistente il solo arco inferiore.

*Considerazioni generali.* — Le ragioni esposte nella Memoria giustificano l'ipotesi che facciamo di considerare come centrale la pressione nella sezione d'imposta. Perciò essendo eguale a zero il momento di flessione in questo sito, l'unica incognita a trovarsi è la spinta orizzontale Q.

Il metodo che si segue nel ricercarla consiste in ciò: prima si determina il lavoro di deformazione del sistema, trascurando come di poco rilievo, la parte dovuta agli sforzi di taglio. Poi si deriva l'espressione di questo lavoro rispetto a Q, e si manda a zero la derivata per esprimere essere nullo lo spostamento del centro della sezione all'imposta nella direzione di questa forza. Questa equazione ci dà il valore di Q.

Con questo valore si sono trovati quelli dei momenti di flessione, e delle pressioni in ciascuna delle sezioni in cui si è diviso l'arco.

Per fare il presente calcolo si è diviso l'arco in sei parti. La sezione è costante dalla (0) (imposta) alla (4). Dalla (4) alla (6) la sezione si è dovuta di necessità considerare come variabile; poichè subito dopo il longone od arco inferiore va a confondersi col longone superiore. Si è quindi applicata una formola per dedurre il lavoro di deformazione del tronco (0) a (4); poi un'altra per dedurre l'altro della sezione (4) alla (6).

Ricordiamo la formola generale che dà il lavoro di deformazione d'un sistema:

$$L = \Sigma \frac{M^2}{I} + \Sigma \frac{P}{\Omega}$$

dove si è già ommesso il fattore costante che scompare nella derivata.

In questa formola è:

$$\Sigma \frac{M^2}{I} = \frac{1}{3}\left(\frac{M_0^2}{I_0} + 4\frac{M_1^2}{I_1} + 2\frac{M_2^2}{I_2} + 4\frac{M_3^2}{I_3} + \ldots\ldots \frac{M_n^2}{I_n}\right)$$

$$\Sigma \frac{P^2}{\Omega} = \frac{1}{3}\left(\frac{P_0^2}{\Omega_0} + 4\frac{P_1^2}{\Omega_1} + 2\frac{P_2^2}{\Omega_2} + 4\frac{P_3^2}{\Omega_3} + \ldots\ldots \frac{P_n^2}{\Omega_n^2}\right).$$

Ciò premesso ecco i dati generali della questione:

| Sezione | CENTRO DELLA SEZIONE | | Angolo ($\alpha$) della sezione colla verticale | | Momento d'inerzia I | Area della sezione $\Omega$ | *OSSERVAZIONI* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ascisse | ordinate | sen $\alpha$ | cos $\alpha$ | | | |
| 0 | 0,00 | 0 | 0,436 | 0,900 | 0,000 395 | 0,012 050 | Le ascisse dei centri delle sezioni sono contate sulla corda a partire dal centro dell'imposta. |
| 1 | 6,50 | 3,07 | 0,367 | 0,930 | » | » | |
| 2 | 13,23 | 5,68 | 0,296 | 0,956 | » | » | Le ordinate sono pure riferite alla corda passante per l'imposta. |
| 3 | 20,13 | 7,77 | 0,222 | 0,975 | » | » | |
| 4 | 27,17 | 9,33 | 0,149 | 0,989 | 0,000 550 | 0,019 890 | |
| 4 bis | » | 9,73 | 0,110 | 0,994 | 0,011 168 | 0,027 314 | La sezione (4 bis) è la sezione 4 considerata come la prima sezione del tronco (4-6). |
| 5 | 34,30 | 10,54 | 0,076 | 0,997 | 0,002 487 | 0,021 560 | |
| 6 | 41,50 | 10,82 | 0,00 | 1,00 | 0,000 714 | 0,020 358 | |

I risultati del calcolo sono dati dalla tabella seguente:

| Sezione | Momento di flessione Chil. | Pressione normale Chil. | Pressioni per mill. quad. (massime) intradosso Chil. | Pressioni per mill. quad. (massime) estradosso Chil. | Centro di pressione | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 95 320 | 7,91 | 7,91 | 0 | Gli spostamenti positivi del centro di pressione indicano un avvicinamento del medesimo all'intradosso e i negativi all'estradosso. |
| 1 | — 735 | 92 350 | 7,32 | 8,21 | —0,007 | |
| 2 | — 3 008 | 90 300 | 6,13 | 9,78 | —0,033 | |
| 3 | — 5 487 | 88 060 | 4,80 | 11,48 | —0,062 | |
| 4 | — 5 260 | 86 200 | 2,60 | 7,20 | —0,061 | |
| 4bis | 28 656 | 85 900 | 4,58 | 0,05 | 0,333 | |
| 5 | 18 400 | 85 100 | 6,58 | 0,52 | 0,216 | |
| 6 | 13 250 | 84 790 | 8,15 | —0,03 | 0,156 | |

2° *Caso.* — Si considera il sopraccarico sulla sola metà sinistra del ponte.

I dati generali sono i medesimi del caso precedente; si riportano quindi senz'altro i risultati del calcolo:

| Sezioni | Momento di flessione | Pressioni normali | Pressioni per mill. quad. (massime) intradosso | Pressioni per mill. quad. (massime) estradosso | Centri di pressione | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | metà di sinistra (carica) | | | |
| 0 | 0 | 78 970 | 6,55 | 6,55 | 0 | Ripetasi l'osservazione della tabella precedente. |
| 1 | —26 150 | 75 460 | — 5,66 | 25,46 | —0,346 | |
| 2 | —44 470 | 72 860 | —14,21 | 38,70 | —0,610 | |
| 3 | —52 640 | 69 924 | —29,80 | 44,45 | —0,753 | |
| 4 | —47 796 | 68 213 | —12,23 | 29,49 | —0,701 | |
| 4bis | —21 150 | 67 920 | 1,43 | 4,78 | —0,311 | |
| 5 | —13 360 | 66 987 | 1,18 | 5,61 | —0,200 | |
| 6 | 10 428 | 66 620 | 6,40 | — 0,02 | 0,157 | |
| | | | metà destra (scarica) | | | |
| 0 | 0 | 69 824 | 5,71 | 5,71 | 0 | |
| 1 | 24 993 | 69 663 | 17,17 | —12,58 | 0,358 | |
| 2 | 39 670 | 69 043 | 23,83 | —23,39 | 0,575 | |
| 3 | 43 977 | 67 800 | 25,66 | —26,66 | 0,650 | |
| 4 | 39 584 | 67 243 | 16,31 | —18,24 | 0,590 | |
| 4bis | 66 232 | 67 206 | 5,77 | — 4,70 | 0,986 | |
| 5 | 42 200 | 66 750 | 9,18 | — 4,82 | 0,632 | |
| 6 | 10 428 | 66 620 | 6,40 | — 0,02 | 0,157 | |

2ª *Ipotesi*. — Si considera come resistente tutto il sistema.

Mutano in questo caso i dati della questione, i quali perciò si riassumono nella seguente tabella:

| Sezione | CENTRO DELLA SEZIONE | | Angolo ($\alpha$) della sezione colla verticale | | Momento d'inerzia I | Area della sezione $\Omega$ | *OSSERVAZIONI* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ascisse | ordinate | sen $\alpha$ | cos $\alpha$ | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,944 | 0,000 395 | 0,012 050 | Ripetasi l'avvertenza dell'altra tabella. |
| 1 | 6,50 | 5,80 | 0,26 | 0,964 | 0,234 117 | 0,019 474 | |
| 2 | 13,23 | 7,48 | 0,22 | 0,976 | 0,103 353 | 0,019 474 | La sezione 4 bis non esiste nel caso presente, confondendosi colla (4). |
| 3 | 20,13 | 8,86 | 0,15 | 0,988 | 0,037 368 | 0,019 474 | |
| 4 | 27,17 | 9,73 | 0,110 | 0,994 | 0,011 168 | 0,027 314 | |
| 5 | 34,30 | 10,56 | 0,075 | 0,997 | 0,002 487 | 0,021 558 | |
| 6 | 41,50 | 10,82 | 0,00 | 1,000 | 0,000 714 | 0,020 358 | |

Ciò premesso, ecco i risultati del calcolo:

| Sezione | Momento di flessione Chil. | Pressione normale | Pressioni per millim. quad. all'intradosso | Pressioni per millim. quad. all'estradosso | Centro di pressione |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 94 287 | 7,67 | 7,67 | 0 |
| 1 | 217 890 | 89 482 | 7,30 | 0,31 | 2,43 |
| 2 | 134 130 | 87 264 | 7,01 | 0,41 | 1,54 |
| 3 | 68 470 | 85 100 | 6,57 | 0,76 | 0,806 |
| 4 | 8 485 | 83 880 | 3,50 | 2,17 | 0,101 |
| 5 | — 3 460 | 83 038 | 3,34 | 4,50 | — 0,042 |
| 6 | — 9 150 | 82 720 | 1,30 | 6,93 | — 0,110 |

2° *Caso.* — Si considera sopraccarica la sola metà sinistra dell'arco. I risultati ottenuti sono i seguenti:

| Sezione | Momento di flessione | Pressione normale | Pressioni per millimetro quadrato all'intradosso | Pressioni per millimetro quadrato all'estradosso | Centro di pressione |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mezzo arco a sinistra (carico) | | |
| 0 | 0 | 75 760 | 6,29 | 6,29 | 0 |
| 1 | 145 680 | 72 400 | 5,52 | 0,85 | 2,012 |
| 2 | 63 370 | 69 970 | 4,79 | 1,68 | 0,905 |
| 3 | 56 20 | 67 600 | 3,66 | 3,16 | 0,083 |
| 4 | — 36 910 | 66 270 | 0,57 | 6,42 | — 0,557 |
| 5 | — 30 470 | 65 370 | — 1,36 | 8,75 | — 0,466 |
| 6 | — 7 100 | 65 000 | 1,04 | 5,41 | — 0,110 |
| | | | mezzo arco a destra (scarico) | | |
| 0 | 0 | 69 577 | 5,78 | 5,78 | 0 |
| 1 | 196 820 | 68 110 | 5,94 | — 0,38 | 2,89 |
| 2 | 147 510 | 67 030 | 6,24 | — 1,07 | 2,20 |
| 3 | 102 240 | 66 030 | 6,83 | — 1,95 | 1,549 |
| 4 | 50 470 | 65 470 | 4,92 | — 3,10 | 0,771 |
| 5 | 25 100 | 65 100 | 6,61 | — 1,71 | 0,386 |
| 6 | — 7 100 | 65 000 | 1,04 | 5,41 | — 0,110 |

3ª *Ipotesi.* — I risultati ottenuti nella 1ª ipotesi ci hanno indotto a ricercare anche quali sarebbero, nel caso di tutto il ponte carico, i segni dei momenti, se si considerasse l'asse dell'arco inferiore, costituito da una curva corrispondente ad una corda di 83 metri e ad una monta di metri 10,82, avente quindi il raggio di m. 85. Diviso l'arco in sei parti, e consideratolo per maggiore semplicità a sezione costante eguale a quella che si mantiene nella più lunga tratta del medesimo, ed avente quindi $I = 0{,}000\,395$ ed $\Omega = 0{,}012\,050$, si sono trovati i risultati seguenti:

| Sezioni | Ascissa del centro della sezione rispetto all'imposta | Ordinate del centro della sezione rispetto alla corda | Momenti di flessione | Pressioni normali | Curva delle pressioni |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 92 750 | 0 |
| 1 | 6,45 | 3,25 | 7 494 | 89 770 | 0,084 |
| 2 | 13,15 | 6,55 | 55 308 | 86 960 | 0,636 |
| 3 | 20,06 | 8,07 | — 571 | 85 234 | — 0,007 |
| 4 | 27,12 | 9,59 | — 8 608 | 83 405 | — 0,103 |
| 5 | 34,28 | 10,51 | — 14 300 | 82 390 | — 0,175 |
| 6 | 41,50 | 10,82 | — 16 226 | 82 066 | — 0,198 |

Si vede che in tale ipotesi la curva delle pressioni si sposta verso la chiave, dove il momento è negativo.

4ª *Ipotesi.* — Dopo il calcolo fatto precedentemente siamo ritornati su quello instituito sui dati del Progetto, ma considerando la sezione dell'arco come costante. Infatti sembra che dovrebbero essere due gli elementi che influiscono sul risultato ottenuto: l'uno, la forma della curva, asse dell'arco; l'altro, la maggiore sezione che l'arco ha presso la chiave in confronto di quella che ha in tutta la parte rimanente.

Ecco i risultati anche di questo calcolo, essendo anche qui come sopra:

$$I = 0{,}000\,395 \text{ ed } \Omega = 0{,}012\,050.$$

| Sezione | Momento di flessione | Pressione normale | Curva delle pressioni |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 95 250 | 0 |
| 1 | — 980 | 92 270 | — 0,010 |
| 2 | — 3 463 | 90 220 | — 0,038 |
| 3 | — 6 104 | 87 562 | — 0,070 |
| 4 | — 6 006 | 86 163 | — 0,070 |
| 5 | + 4 002 | 85 035 | 0,047 |
| 6 | 12 380 | 84 710 | 0,146 |

I segni dei momenti restano i medesimi come nel caso del Progetto; e la curva delle pressioni ha il medesimo andamento.

I risultati dimostrano dunque che l'influenza prevalente viene dalla forma dell'asse dell'arco.

Verona, aprile 1880.

MEMORIA III. — *Apparecchi scriventi per le prove delle travature metalliche* (Tavola VI).

*Premesse.* — I presenti apparecchi servono a rilevare non solo gli abbassamenti delle travature dei ponti metallici, ma benanco tutti i movimenti che le medesime subiscono quando vengono sottoposte alle prove sia a carico morto, che a velocità. Il principio è questo: di fare in modo che la trave medesima tracci da sè sopra una tavoletta, e mediante uno stilo o matita, i proprii movimenti.

*Descrizione.* — Gli apparecchi si distinguono in *apparecchi con tavoletta fissa* e *apparecchi a rotismo;* nei primi la tavoletta su cui si tracciano i diagrammi rimane fissa; negli ultimi invece essa si muove durante la prova di moto uniforme.

Le parti che essenzialmente li compongono sono:

1. La morsa insieme collo stilo o portalapis, il quale mediante apposite matite a molla segna i movimenti della trave sulla tavoletta;
2. La tavoletta medesima.

A) *Apparecchi a tavoletta fissa.* — Come vedesi dal disegno, la morsa munita di due viti di pressione, porta lo stilo alla cui estremità sono applicate le matite, e serve a fissarlo alle membrature del ponte che si vogliono prendere in osservazione e delle quali vogliono rilevarsi i movimenti. Alla sua estremità lo stilo è munito di fori o cavità cilindriche disposte a croce, entro le quali si applicano gli astucci cilindrici, portanti nel loro interno le matite, nonchè le molle, che devono tenere le prime premute contro la tavoletta.

La matita può essere messa in tre diverse posizioni; valè

a dire, sia parallela all'asse della trave da sperimentarsi, sia normale all'asse della medesima in piano verticale od orizzontale.

I movimenti che la trave può subire possono ridursi a queste tre specie:

*a)* abbassamenti o sollevamenti;
*b)* oscillazioni verticali;
*c)* oscillazioni orizzontali.

Questi movimenti possono verificarsi anche contemporaneamente. I primi hanno luogo tanto nelle prove statiche che nelle dinamiche; gli altri invece o non si verificano affatto, o in ben scarsa misura nelle prime, e si accentuano invece nelle seconde.

Quando la matita è disposta orizzontalmente e parallela all'asse della travatura di necessità li segna tutti e tre; invece se è disposta normalmente all'asse medesimo, ma sempre orizzontale, non segna che i due primi. Se infine è disposta normalmente all'asse predetto, ma in senso verticale, in allora non segna che le oscillazioni orizzontali.

Come vedesi dal dettaglio la posizione della matita è regolata da due molle, le quali servono a tenerne sempre dolcemente compressa la punta contro la tavoletta: l'una è applicata alla matita stessa, l'altra all'astuccio che la contiene.

*Tavoletta.* — La tabella è di ottone, ed è munita di due bordi in modo da potervi sopra fermare con viti di pressione i fogli di cartoncino che servir devono agli esperimenti, i quali poi si levano o si spostano con tutta facilità e prontezza mano mano che le sperienze si succedono.

Essa è montata su un asse verticale portato da un treppiedi; quest'ultimo si fissa mediante viti mordenti al palco di servizio.

B) *Apparecchi a rotismo.* — Questi apparecchi non differiscono dai precedenti che per ciò, che la tavoletta invece di rimaner fissa prende durante l'esperimento un moto di traslazione uniforme.

Lo stilo e la morsa sono di forma identica a quelli dei precedenti apparecchi.

La tavoletta è sopportata anche qui da un treppiedi come nel caso precedente.

Essa è composta nella sua parte essenziale di un apparecchio d'orologeria che fa girare un piccolo cilindro. La carta su cui la matita deve scrivere i movimenti della trave è avvolta su altro cilindro del medesimo diametro e paral-

lelo al precedente. Quando il primo cilindro vien fatto girare dal meccanismo la carta che vi è fissata per uno dei suoi bordi gira con lui e si avvolge sul medesimo mentre si svolge dall'altro. Essa scorre a leggiero sfregamento sopra una tavoletta metallica, la quale è collocata tra i due cilindri, e permette alla punta del lapis di tracciarvi su i movimenti della trave senza stracciare la carta.

Tanto negli apparecchi fissi che in quelli a rotismo la tavoletta può spostarsi nel senso verticale ed orizzontale; e quindi anche una volta in opera può collocarsi e fissarsi mediante viti di pressione a quel punto che meglio occorre, per metterla in giusta posizione di fronte alla matita.

La tavoletta è libera di girare attorno ad un asse verticale e attorno ad un asse orizzontale. Questa circostanza è assai importante, trattandosi che non sempre, come sin qui si presuppose, l'asse delle travature da sperimentarsi è orizzontale; ma talvolta invece è inclinato come avviene, per esempio, per le barre del traliccio, o negli archi, ecc.

*Uso degli apparecchi.* — Gli apparecchi a tavoletta fissa si adoperano di preferenza quando importa rilevare gli abbassamenti e sollevamenti delle travature nelle prove a carico morto. Quando la matita si dispone orizzontale e parallelamente alla trave si rilevano in pari tempo anche le oscillazioni orizzontali. Volendo eliminarle basta, come si disse, disporre la matita in senso normale all'asse della trave ed in piano orizzontale; poichè in tal caso le oscillazioni orizzontali si traducono in compressione delle molle, senza che la punta si distacchi mai dalla carta e senza che avvenga quindi una soluzione di continuità della traccia. Volendo invece rilevare le oscillazioni orizzontali indipendentemente dagli abbassamenti e dalle oscillazioni verticali, basta disporre lo stilo verticale e in senso normale all'asse della trave e la tavoletta orizzontale; poichè in tal caso l'abbassamento e le oscillazioni verticali si traducono in compressione delle molle. Ma siccome nella tavoletta fissa le traccie si sovrappongono, non si ha che la massima delle oscillazioni orizzontali. Di qui l'opportunità dell'apparecchio scorrevole, onde averle tutte successivamente nell'ordine in cui si producono.

Gli apparecchi a tavoletta scorrevole hanno i seguenti vantaggi:

1. Di mettere in evidenza le successive oscillazioni sia verticali che orizzontali della travatura;

2. Di dare il diagramma degli abbassamenti od elevazioni che la medesima subisce nelle diverse posizioni del carico.

Come fu detto per eliminare in questi diagrammi le oscillazioni orizzontali si mette la matita orizzontale e in senso normale all'asse della trave. Se invece si vuole tutto insieme, in tal caso si dispone la matita orizzontale ed in posizione parallela all'asse della travatura. Se infine vogliosi avere distinte le oscillazioni orizzontali, basta mettere la matita verticale e in senso normale all'asse della travatura, e la tavoletta orizzontale.

*Esperienze fatte cogli apparecchi.* — I numerosi esperimenti fatti cogli apparecchi sopradescritti sopra ponti di diverse luci e lunghezza tanto ad una che a più travate, non hanno lasciato dubbio alcuno sul loro perfetto e regolare funzionamento.

Gli apparecchi scorrevoli sono spesso un complemento dei primi; essi servono ad analizzare i risultati ottenuti complessivamente, e a meglio studiare il modo di generazione de' movimenti.

Questi apparecchi furono adoperati per le prove dei ponti Nuovo ed Aleardi a Verona e i diagrammi ottenuti possono vedersi nelle Tavole V e X.

# APPENDICE ALLA PARTE I

## PONTI IN ARCO DI PICCOLE LUCI.

## Sovrapassaggi della Ferrovia Novara-Pino.

*Passerella in trincea di Germignaga.* — V. Tav. XXIV.

La forma di questa travatura è affatto analoga a quella del ponte sul Cellina, colla sola differenza della molto minor luce, e che i timpani formati di ferri ad angolo di 60—60—7 e 50—50—6, sono tutti inclinati.

La luce *retta* dell'arco, fra i centri delle imposte, è di m. 10.76 e sull'obliquo di m. 11.134. L'obliquità è di 72°. La monta è di m. 1.50: vale a dire che è tra $\frac{1}{7}$ ed $\frac{1}{8}$ della luce.

Gli archi sono due: la larghezza pel ponte è di m. 1.50; il pavimento è in lamiera striata. Il ponte porta inoltre un tubo d'acqua dello stabilimento Battaglia, del diametro di 80 mm. Gli arconi inferiori sono costituiti da una trave a doppio T, composta di un'anima di 220—6 mm. e di 4 cantonali di 40—40—5. I longoni superiori sono composti di un'anima di 120—6 mm. e di 4 cantonali di 40—40—5. Vi sono 4 telai trasversali; due alle imposte e due al sito dove gli archi superiore ed inferiore si confondono in uno solo. Alle imposte gli archi sono collegati con un ferro ad U di 80—43—8. Gli appoggi sono di forma analoga a quelli del ponte sul Cellina.

I dati di peso e costo sono i seguenti:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ferro | Ch. | 3925 | a L. 0.500 . . | L. | 1962.50 |
| Ghisa | » | 300 | a » 0.370 . . | » | 111.00 |
| Piombo | » | 30 | a » 0.824 . . | » | 24.70 |
| | | | Importo . . . | L. | 2098.20 |

I prezzi sono netti dal ribasso d'asta. Il costo è quindi di L. $\frac{2098.20}{11.13}$=189 lire a metro corrente. Il ribasso d'asta fu di L. 17.60 %. I prezzi originarii erano di **L. 0.60, 0.45** e **1.00** rispettivamente. Il peso risulta di Ch. 352 a m. lin.

*Sovrapassaggio ad arco nella trincea di Germignaga per la strada di S. Carlo.* — La forma di questo ponte ha molta analogia con quello del Cellina. La luce fra i centri delle imposte è di m. 16; la monta di m. 2, vale a dire, di un ottavo della luce. Il ponte consta di 3 arconi, disposti a m. 2 di distanza da asse ad asse. La larghezza della via è di m. 4; due arconi sono ai due estremi, e il terzo nel centro, ossia sull'asse del manufatto.

Ciascuno degli arconi è costituito, come quelli del Cellina, di due parti principali; l'una è l'*arco,* propriamente detto *inferiore:* l'altra è il trave o *longone superiore*, che porta la via. L'arco inferiore è costituito di un trave di sezione a doppio T con anima di 300—8 mm., e con quattro cantonali di 70—70—9. Il longone superiore è pure di sezione a doppio T, costituito da un'anima di 120—8 e da 4 cantonali di 40—40—5. L'anima di 8 mm. si prolunga al disopra per un'altezza di mm. 180, e così serve di paraghiaia. Questi due travi o membrature principali sono collegati fra loro con montanti e ferri a T inclinati della sezione di 90—70—8. I ferri zorès appoggiano direttamente sopra i longoni superiori, e sono quindi disposti nel senso traversale. Non vi sono qnindi traverse.

La via è difesa da parapetti di forma assai semplice, ma robusti. Vi ha doppia serie di controventi diagonali: quelli applicati agli arconi inferiori sono di 70—70—9. Altri dello stesso tipo collegano i longoni superiori. Vi sono 4 telai trasversali con crociera di Sant'Andrea: due alle imposte, e due a m. 4.10 dalla chiave. — Nella chiave poi gli arconi sono collegati da un ferro ad U di $\frac{80-34}{8}$ mm.

I dati di peso e costo del ponte sono i seguenti:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ferro | Ch. | 11590 | a L. 0.500 . . | L. | 5795.00 |
| Ghisa | » | 1040 | a » 0.370 . . | » | 384.80 |
| Piombo | » | 77 | a » 0.824 . . | » | 63.50 |
| | | | Totale . . . | L. | 6243.30 |

e quindi L. $\frac{6243.30}{16} = 390$ lire a metro corrente. Il ribasso fu di L. 17.60 %; i prezzi primitivi erano rispettivamente di L. **0.60, 0.45, 1.00**. Il peso è di Ch. 725 a m. c.

**Sovrapassaggi in ferro ad arco della linea Gallarate-Laveno.**

Di questi sovrapassaggi ve n'ha tre, ma sono identici; uno solo diversifica un po' dagli altri, perchè è obliquo. L'angolo di obliquità è di 65°. La forma della costruzione è identica a quella del sovrapassaggio per la strada di S. Carlo. La luce degli archi fra i centri delle imposte è di m. 26.00, la monta di m. 3.60, vale a dire, che è tra $\frac{1}{7}$ e $\frac{1}{8}$ della luce.

La sezione degli arconi inferiori è composta di un'anima di 350—9 mm. e di 4 cantonali di 70—70—9. Quella del longone superiore è composta di un'anima di 180—6 mm. e di 4 cantonali di 50—50—6 mm. I timpani sono costituiti di ferri a T di 100—60—8. Le traverse di collegamento orizzontale sono dei ferri ad U di 120—50—7. I controventi sono ferri ad angolo di 70—70—9. I ferri zorès pesano 15 Ch. a m. c. Sono disposti nel senso traversale ed appoggiano direttamente sui longoni superiori. La larghezza della via è di m. 6.00 fra i parapetti. Sopra i zorès è disposta la ghiaia per uno strato di 0.16.

Il ponte è costituito da 4 archi; i due centrali distano m. 1.50 da asse ad asse; gli altri m. 2.25 dai precedenti. I longoni superiori hanno una leggera curvatura ad arco di circolo.

Nei calcoli di resistenza è stato ammesso un carico permanente di . . . . . Ch. 3700
ed un sopraccarico di . . . Ch. 400 × 6 = » 2400

In tutto pei 4 archi . . . Ch. 6100

Quanto ai telai, forme degli appoggi, ecc., il tutto è conforme al ponte sulla strada di S. Carlo.

I dati di peso e costo sono i seguenti:

1. *Sovrapassaggio alla progr. 21415.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ferro | Ch. 29076 | a | L. 0.5688 | = L. | 16538.43 |
| Ghisa | » 4235 | a | » 0.4266 | = » | 1806.66 |
| Piombo | » 229 | a | » 0.9480 | = » | 217.11 |
| | | | Sommano | L. | 18562.20 |

cioè L. 714 a metro corrente di luce.

2. *Sovrapassaggio alla progr. 21853.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ferro | Ch. 29377 | a | L. 0.5688 | = L. | 16709.70 |
| Ghisa | » 4240 | a | » 0.4266 | = » | 1808.80 |
| Piombo | » 240 | a | » 0.9480 | = » | 227.50 |
| | | | Sommano | L. | 18746.00 |

cioè L. 720 a m. lineare.

3. *Sovrapassaggio alla progr. 23995 (obliquo).*

(Luce obliqua m. 26.00).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ferro | Ch. 29603 | a | L. 0.5688 | = L. | 16838.20 |
| Ghisa | » 4154 | a | » 0.4266 | = » | 1772.10 |
| Piombo | » 128 | a | » 0.9480 | = » | 121.30 |
| | | | Sommano | L. | 18731.60 |

vale a dire L. 720 a m. c.

Il peso della travatura metallica è di Ch. 1150 a m. l.

Il ribasso d'asta fu del 5.20 % per questi tre ponti in arco, essendo i prezzi primitivi rispettivamente di L. **0.60**, **0.45** e **1.00**.

Il coefficiente di resistenza del ferro non superava i Ch. 6.00 per mmq. della sezione resistente.

Nei calcoli di questi ponticelli si considerò come resistente il solo arco inferiore. Sarebbero certo riusciti più leggeri calcolandoli col metodo seguìto pel Ponte Cellina.

# PARTE II

## DI ALCUNI PONTI IN FERRO
## CON FONDAZIONI DI PALI A VITE

CON UNA MEMORIA

SU QUESTO SISTEMA DI FONDAZIONI

MEMORIE SETTE.

MEMORIA I. — *Il ponte in ferro a 5 luci sull'Adige a Verona detto Ponte Aleardi* (V. Tavole IX, X e XI).

## Cenni generali.

Il ponte a 5 luci in ferro sull'Adige, nella località detta del Pallone, chiamato *Ponte Aleardi*, è uno dei due travolti dall'ultima piena d'Adige (17 settembre 1882). Pare che la causa della caduta sieno stati gli urti de' galleggianti, specie de' molini. Cadde tutta l'impalcatura metallica, e si staccarono pure le colonne di ferro o pali con fondazione a vite, nel sito della loro giunzione a manicotto colla parte di essi infissa nel fiume. Tali manicotti erano di ghisa e costituiti da due tubi cilindrici aventi un bordo o labbro, per mezzo del quale si bollonavano in corrispondenza alla giunzione dei pali. L'esame dei manicotti raccolti dopo cessata la piena dimostrò che la rottura era avvenuta precisamente in questi bordi. Pare che al momento dell'urto sia avvenuto un movimento di rotazione, pel quale il bordo superiore a valle lavorò per compressione sul bordo sottoposto, mentre a monte quello superiore lavorò per tensione sui bolloni, tendendo a staccarsi dal sottoposto. Nel nuovo ponte tali manicotti si fecero in acciaio fuso. Uno dei pali raccolti si trovò invece spezzato nella sezione d'incastro nel terreno. Apparteneva alla prima stillata a sinistra, a monte.

Subito dopo avvenuta la catastrofe, si fecero studiare vari progetti per la ricostruzione, de' quali uno ad una sola campata, gli altri rispettivamente a 2, a 3, a 4 e 5 campate. Era intenzione della Società concessionaria del Ponte di ricostruirlo in forma tale da presentare non solo la massima sicurezza, ma benanco il miglior comodo pei cittadini. Ma all'ultimo momento si tenne al partito di non fare inno-

vazioni; e ciò per varie ragioni, ma specialmente per evitare il perditempo che avrebbero portato le pratiche d'approvazione di nuovi progetti. Allo scopo anche di non incontrare difficoltà di fondazione, essendo rimasti nel fiume alcuni tronchi dei pali del vecchio ponte, si tenne la nuova larghezza di metri 7.00: si mantennero pure i marciapiedi esternamente alle travi principali. Notisi che il ponte caduto era largo m. 5.50 da asse ad asse delle medesime. Con che naturalmente se ne migliorarono notevolmente le condizioni di esercizio.

### Descrizione generale del ponte.

Nel dare la descrizione del nuovo Ponte, ci avverrà qualche volta di parlare del vecchio; ma ciò facciamo unicamente per trarre utili e preziosi ammaestramenti dai fatti occorsi. E per dimostrare come nel nuovo si abbia cercato evitarne i difetti.

Il ponte è a 5 luci come fu detto, di cui le 2 estreme di m. 16.50 fino al vivo dei muri, e le 3 intermedie di m. 20.00.

Le due spalle sono in muratura: a sinistra si costruì apposito spallone; a destra invece si utilizzò il muro del bastione militare.

Le fondazioni delle stillate sono fatte con pali in ferro a vite pieni, del diametro di m. 0.185.

Le eliche hanno un diametro di m. 0.800 e una lunghezza di m. 0.75. Hanno il mozzo di ghisa e le ali o fendenti di ferro.

*Stillate.* — Nel ponte caduto ogni stillata era costituita da 2 soli pali distanti fra loro da asse ad asse m. 5.50, e portavano direttamente le travi principali. Nel nuovo ponte i pali portatori si collocarono a 7 m. di distanza, e se ne aggiunsero due altri del medesimo diametro a distanza di m. 4.00 dai precedenti, l'uno a monte e l'altro a valle. Per tal guisa si aumentava la resistenza agli urti; quello a monte servendo contemporaneamente da partiacqua e paraurti, e quello a valle da contrafforte.

Questi pali sono rilegati fra loro con robusti ferri a ⊔ delle dimensioni $\frac{210 - 50}{9 - 9}$.

Si è inoltre deciso di porre un'altra serie di pali a monte,

a distanza di m. 1.50 dai precedenti partiacqua: i quali servir devono a ricevere il primo urto dei galleggianti, e in pari tempo aggiungere stabilità alle stillate: essendo anch'essi collegati agli altri. Di tal guisa in questo nuovo ponte un galleggiante che venisse a cozzare contro di esso troverebbe una resistenza che è due volte e mezza maggiore di quella delle primitive stillate. Oltre alla maggiore robustezza dovuta al maggior numero dei pali, deve osservarsi la circostanza assai importante che cioè essendosi più che triplicata la base delle stillate, ne riesce anche per tal guisa aumentata la loro stabilità.

### Particolari della travatura.

*Travi principali.* — Le travi principali sono continue, alte m. 2.60 tra i cantonali, di sezione a doppio T, con parete verticale a traliccio. La parte continua superiore ed inferiore (longoni) è costituita da 2 anime di 350 — 7 mm. da 4 cantonali di 60 — 60 — 7 e da piattabande di 150 — 9. Sulle pile ve ne sono fino a n. 4, e n. 2 nelle mezzarie o centri teorici delle travate.

Il traliccio è composto tutto di ferri angolari e quindi rigidi. È dei tre tipi seguenti: 1° tipo: n. 2 ferri di 70-70-8 mm.; 2° tipo: n. 2 ferri di 60-60-7 mm.; 3° tipo: n. 1 ferro di 60-60-7 mm. Le diagonali dei quadri sono di m. 1.00.

Sugli appoggi le travi principali sono rinforzate con montanti costituiti da un'anima o lamiera verticale e da ferri angolari doppi.

*Traverse.* — Le travi traversali sono disposte a distanza di m. 2 da asse ad asse. Hanno una sezione a doppio T, e sono a sezione variabile, presentando un profilo rettilineo superiormente e curvo (ad arco di circolo) nella parte inferiore. Per impedire la soverchia inflessione a cui andrebbero soggette, fu aggiunto un sistema rigido di tiranti in ferro e contraffissi in ghisa.

Questi tiranti, mentre giovano ad impedire l'inflessione delle traverse, rendendole incastrate al loro punto d'attacco, servono anche ad aumentare la rigidità delle travi principali, poichè tendono a farle deviare in senso opposto all'azione del carico sulle traverse.

Le traverse sono unite alla parte inferiore delle travi principali col mezzo di montanti corti ad angolo. Sono col-

legate poi anche alla parte superiore col mezzo di altri montanti ad angolo, i quali inferiormente vengono ad applicarsi sull'anima stessa delle travi traversali.

La sezione trasversale è costituita da un' anima grossa 8 mm. e da 4 cantonali di 70-70-9. In chiave si aggiungono due ganasce di 6 mm. L'altezza delle travi è 500 mm. agli attacchi e di 0,140 m. nella mezzaria.

*Ferri Zorès.* — I ferri Zorès sono del tipo indicato nella Tavola IX e pesano ch. 12.50 a metro corrente. Ve ne sono n. 25, disposti longitudinalmente, nella sezione traversale. Sono collegati fra loro ad ogni metro con piastrine e con ferri d'angolo che li uniscono tutti, e rendono perfettamente solidali.

*Massicciata sul ponte.* — Sopra gli zorès e come sottofondo della massicciata si è messo uno strato di beton di 0.08 di spessore. Sopra questo uno strato di ghiaia grosso 0.08, che venne compresso con apposito rullo del peso di 2000 chilogrammi. Negli intervalli fra i zorès si posero dei mattoni fatti fare appositamente in forma di cuneo; i quali giovano doppiamente, sia per alleggerire la massicciata, sia per mantenere invariabilmente i zorès alla voluta distanza.

*Marciapiedi esterni.* — Questi marciapiedi sono sostenuti da mensole in ferro, attaccate esternamente sull'anima delle travi principali, col mezzo di montanti angolari. Il pavimento è costituito da lamiere striate pesanti ch. 35 a m. q. e appoggiate sopra travicelli a traliccio e di sezione ad ⊔ alti m. 0.25. A questi travicelli è pure fissato il parapetto alto m. 1.00.

I pavimenti del ponte caduto erano in tavole di legno, appoggiate direttamente alle mensole di ghisa.

*Dilatazione.* — Non sono applicati i rulli per la dilatazione della travatura che alle estremità, cioè sulle spalle, Sulle stillate metalliche la travata è appoggiata su piastre di ghisa e fissata solidamente alle medesime con bolloni; ritenendosi che quando essa si dilata, le stillate, elastiche come sono (essendo colonne di ferro assai sottili in confronto dell'altezza) si inflettano leggermente di quel tanto che occorre. Con ciò si ottiene che la travatura e le stillate costituiscano un tutto resistente agli urti, e non siano una cosa affatto indipendente l'una dall'altra come avveniva nel ponte caduto, dove la trave era semplicemente poggiata sulle stillate, e quindi indipendente dalle medesime; ne veniva che il ponte era in un continuo movimento di oscillazione in tutti i sensi.

*Controventi diagonali.* — Nella loro parte inferiore le

travi sono collegate con controventi diagonali, costituiti da ferri angolari. Con ciò si ottiene di eliminare le oscillazioni orizzontali riportandole ai punti d'appoggio.

Il ponte caduto mancava affatto di tali controventi, ed anche questa circostanza influiva molto sulla sua forte oscillazione.

*Migliorie introdotte nel nuovo ponte:*

1. Allargamento della carreggiata stradale da m. 5.50 a m. 7.00 pur mantenendosi i marciapiedi esterni. Quindi totale larghezza del ponte metri 9.00;

2. Rinforzo delle stillate ottenuto mediante il suddetto allargamento e l'aggiunta di due nuovi pali, l'uno a monte e l'altro a valle. — Per tal modo la base della stillata da m. 5.50 che era fu portata a $7+2\times4=15$ m., vale a dire a circa tre volte tanto;

3. Maggiore approfondamento dato ai pali: al qual uopo si dovettero incontrare gravissime difficoltà e spese, sia per la qualità del fondo, sia per l'estrazione dei materiali incontrati del vecchio ponte;

4. Fissazione od incastro della travata sulle stillate, e aggiunta dei controventi: circostanze queste le quali, mentre valsero ad aggiungere stabilità al ponte, ed a renderne tutte le sue parti solidariamente resistenti, contribuirono ad eliminare le oscillazioni orizzontali che prima si lamentavano così intense. Si vedrà in seguito parlando delle prove come tali oscillazioni si riconobbero insensibili;

5. Sostituzione di pavimenti in lamiera di ferro striata, a quelli in tavole di legno, poco stabili e soggetti a continue riparazioni. Difatti erano ad ogni momento sconnessi e in generale poco sicuri.

È inutile aggiungere che tutti questi miglioramenti portarono una maggiore spesa, non indifferente, specie per la costruzione delle stillate, vale a dire, per il maggior numero dei pali (due volte e mezzo di più), e la maggiore infissione; nonchè per la larghezza del ponte portata da m. 5.50 a m. 7.00 come si è già detto.

## Calcoli di resistenza.

*Travi principali.* — Il ponte essendo a 5 luci ed a travatura continua, si sono applicate pel calcolo le note equazioni di *Clapeyron*.

Dati generali.

1ª Travata:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Appoggio spalla . . . . . | | 0.50 | |
| Vano . . . . . | 0.30 | | |
| Luce netta . . . . . | 16.25 | | |
| Luce totale . . . . . | | 16.55 | |
| 1/2 Appoggio stillata . . . . . | | 0.25 | |
| Lunghezza 1ª travata . . | | | 17.30 |

2ª Travata:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1/2 Appoggio stillata . . . . . | | 0.25 | |
| Luce netta . . . . . | | 19.50 | |
| 1/2 Appoggio stillata . . . . . | | 0.25 | |
| Lunghezza 2ª travata . . | | | 20.00 |
| Lunghezza 3ª travata (come la 2ª) | | | 20.00 |
| Lunghezza 4ª travata » | | | 20.00 |
| Lunghezza 5ª travata (come la 1ª) | | | 17.30 |
| Lunghezza totale della travatura | | | m. 94.60 |

*Carichi.* — La prescrizione è che il carico per m. q. sia di Ch. 400. Si ha quindi:

| | Ponte | Una trave principale |
|---|---|---|
| Peso proprio della travatura in ferro, compresi zorès e marciapiedi . . . . | 1550 | |
| Peso massicciata . . . . . | 1850 | |
| Totale carico permanente | 3400 | 1700 |
| Sopraccarico in ragione di 400 Ch. a m. q. $400 \times 9 =$ . . . . . | 3600 | 1800 |
| Carico totale . . . . | 7000 | 3500 |

Si osserva, a proposito del sopraccarico, che la larghezza utile del ponte è di $6.80 + 2 \times 0\ 95 = 8.70$, e che quindi il sopraccarico effettivo sarebbe di soli Ch. 3480.

*Sopraccarico pel tram.* — Dal calcolo instituito risulta il massimo momento di flessione prodotto da un treno di tram trainato da 2 delle più pesanti locomotive:

$$M = 124040 \text{ Ch.}$$

Il treno è composto di 2 locomotive a 2 assi del peso per ciascun asse di 7 tonn. Locomotive e carri sono del tipo di quelli descritti pel Ponte Nuovo (V. Tavola X).

Il carico risultante per metro lineare di ponte risulta:

$$p = \frac{8\,M}{l^2} = 2480.$$

Tale carico, aumentato di quello $2 \times 400 = 800$ rispondente al peso dei pedoni sui marciapiedi, è ancora inferiore a quello rispondente ai 400 Ch. per m. q. di ponte. Difatti col Tram si ha in tutto Ch. 3300, mentre nell'altro caso si ha 3600.

*Sforzi di flessione.* — Si richiamano i dati generali

$$l_1 = l_5 = 16.55 \text{ m.}$$
$$l_2 = l_3 = l_4 = 19.50 \text{ m.}$$

Sulla distribuzione dei carichi si fanno le ipotesi seguenti:

1ª Ipotesi. — Sopraccarico sulla sola 1ª travata:

$$p_1 = 3500 \text{ Ch.} \quad p_2 = \ldots = p_5 = 1700$$
$$m_1 = 0$$
$$m_2 = 86740 \text{ Ch.}$$

1ª Travata

Equazione de' momenti di flessione

$$M = 1750\,x^2 - 23721\,x$$

Ascissa $x_m$ del momento massimo

$$x_m = 6.78 \text{ m.}$$

Valore del momento massimo

$$M_m = 80380 \text{ Ch.}$$

2ª Ipotesi. — Sopraccarico sulla sola 3ª travata:

$$p_1 = p_2 = p_4 = p_5 = 1700 \text{ Ch.} \quad p_3 = 3500 \text{ Ch.}$$
$$m_3 = m_4 = 92168 \text{ Ch.}$$

3ª Travata

Equazione de' momenti

$$M = 1750\,x^2 - 34125\,x + 92168$$

Ascissa $x_m$

$$x_m = 9.75 \text{ m.}$$

Valore di $M_m$

$$M_m = 74190 \text{ Ch.}$$

3ª Ipotesi. — Sopraccarico sulla sola 2ª travata:

$$p_1 = p_3 = p_4 = p_5 = 1700 \text{ Ch.} \qquad p_2 = 3500 \text{ Ch.}$$
$$m_2 = 94706 \qquad m_3 = 92470$$
$$M = 1750x^2 - 34240x + 94706$$
$$x_m = 9.783 \text{ m.}$$
$$M_m = 72778 \text{ Ch.}$$

4ª Ipotesi. — Sopraccarico sulla 2ª, 3ª e 5ª travata:

$$p_1 = p_4 = 1700 \text{ Ch.}$$
$$p_2 = p_3 = p_5 = 3500 \text{ Ch.}$$

Momenti sugli appoggi

$$M_2 = 83935 \text{ Ch.}$$
$$M_3 = 131988 \text{ Ch.}$$
$$M_4 = 74675$$
$$M_5 = 79255$$

1ª Travata
Equazione dei momenti

$$M = 850x^2 \quad 8995x$$

Ascissa del mom. max.

$$x = 5.29$$

Momento massimo

$$M_m = 23800 \text{ Ch.}$$

2ª Travata

$$M = 1750x^2 - 31660x + 83935$$
$$x_m = 9.046 \text{ m.}$$
$$M_m = 59267 \text{ Ch.}$$

3ª Travata

$$M = 1750x^2 - 37064x + 131988$$
$$x_m = 10.59$$
$$M_m = 64261$$

4ª Travata

$$M = 850x^2 - 16340x + 74675$$
$$x_m = 9.612$$
$$M_m = 3853 \text{ Ch.}$$

5ª Travata

$$M = 1750x^2 - 33752x + 79255$$
$$x_m = 9.643$$
$$M_m = 83517 \text{ Ch.}$$

5ª Ipotesi. — Sopraccarico sulla 1ª e 3ª travata:

$M_2 = 77558$ $M_3 = 84642$ $M_4 = 94863$ $M_5 = 45912$

1ª Travata

$$M = 1750x^2 - 24276x$$
$$x_m = 6.936 \text{ m.}$$
$$M_m = 84189$$

2ª Travata

$$M = 850x^2 - 16212x + 77558$$
$$x_m = 9.536 \text{ m.}$$
$$M_m = 256 \text{ Ch.}$$

3ª Travata

$$M = 1750x^2 - 33601x + 84642$$
$$x_m = 9.60 \text{ m.}$$
$$M_m = 76647 \text{ Ch.}$$

4ª Travata

$$M = 850x^2 - 19085x + 94863$$
$$x_m = 11.226$$
$$M_m = 12265 \text{ Ch.}$$

5ª Travata

$$M = 850x^2 - 16841x + 45912$$
$$x_m = 9.906 \text{ m.}$$
$$M_m = 37506 \text{ Ch.}$$

6ª Ipotesi. — Carico sulla 1ª, 2ª e 4ª.

$$p_1 = p_2 = p_4 = 3500 \text{ Ch.}$$
$$p_3 = p_5 = 1700 \text{ Ch.}$$
$m_1 = 0$ $m_2 = 127472$
$m_3 = 74301$ $m_4 = 84661$
$m_5 = 96826$

1ª Travata

$$M = 1750x^2 - 21260x$$
$$x_m = 6.074$$
$$M_m = 64564$$

2ª Travata

$$M = 1750\,x^2 - 36852\,x + 127472$$
$$x_m = 10.53$$
$$M_m = 65484 \text{ Ch.}$$

3ª Travata

$$M = 850\,x^2 - 16575\,x + 74301$$
$$x_m = 9.75 \text{ m.}$$
$$M_m = 6502$$

4ª Travata

$$M = 1750\,x^2 - 33501\,x + 84661$$
$$x_m = 9.572$$
$$M_m = 75670$$

5ª Travata

$$M = 850\,x^2 - 19918\,x + 96826$$
$$x_m = 11.72$$
$$M_m = 19860 \text{ Ch.}$$

*Resistenze.* — Momenti resistenti con R = 6 Ch. per mm.q.

Anima $\frac{350}{7}$ $M_m = 28080$

Cantonali $\frac{60-60}{7}$ $M_m = 23400$

N° 4 Piattabande $\left(\frac{150}{9}\right)$ $M_m = 84300$

Totale M = 135780 Ch.

Valore di I sulla pila (4 piattabande)

$$I = 0.030220$$

Valore di I intermedio (centro teorico) (2 piattabande)

$$I = 0.020706$$

Massimo momento sulle pile

$$M = 131988 \text{ Ch.}$$

Coefficiente massimo di resistenza

$$R = \frac{131988 \times 1.336}{0.030220} = 5.84 \text{ Ch. per mm}^{\circ}\text{ q}^{\circ}.$$

Massimo momento intermedio

$$M = 84189$$

Coefficiente di resistenza intermedio

$$R = \frac{84189 \times 1.318}{0.020706} = 5.36 \text{ Ch. per mm. q.}$$

*Sforzi di taglio.*

1ª Ipotesi. — Carico sulla sola 1ª Travata.

$N_1' = 23721$ Ch.
$N_2'' = 34204$ »

2ª Ipotesi. — Carico sulla sola 3ª.

$N_3' = 34125$ Ch.
$N_3'' = 34125$ »

3ª Ipotesi. — Carico sulla 2ª, 3ª e 5ª.

2ª Travata

$N_2' = 31661$ Ch.
$N_2'' = 36589$ »

3ª Travata

$N_3' = 37064$ Ch.
$N_3'' = 31186$ »

5ª Travata

$N_5' = 33752$ Ch.
$N_5'' = 24173$ »

4ª Ipotesi. — Carico sulla 1ª e 3ª.

1ª Travata

$N_1' = 24276$ Ch.
$N_1'' = 33649$ »

3ª Travata

$N_3' = 33601$ Ch.
$N_3'' = 34649$ »

5ª Ipotesi. — Carico sulla 1ª, 2ª e 4ª

1ª Travata

$N_1' = 21260$ Ch.
$N_1'' = 36665$ »

2ª Travata

$N_2' = 36852$ Ch.
$N_2'' = 31398$ »

*Coefficiente di resistenza agli sforzi di taglio.* — Massimo sforzo

$$N = 37064 \text{ Ch.}$$

e nel senso delle barre inclinate a 45°

$$S = 52408$$

Diagonale dei quadri del traliccio

$$d = 1.00$$

Area della sezione resistente

$$\omega = 2112 \text{ mm. q.}$$

Numero delle barre impegnate

$$n = 5$$

Coefficiente di resistenza

$$R = \frac{52408}{2112 \times 5} = 4.96 \text{ Ch. per mm. q.}$$

*Travi trasversali.* — Il massimo carico prescritto per le travi trasversali è quello di 2 carri a 2 ruote pesanti 60 quintali l'uno.

Si fanno le 2 ipotesi: l'una d'un sol carro collocato nella mezzaria del ponte; l'altra di 2 carri disposti simmetricamente rispetto all'asse. Per dimostrare poi che il ponte è atto anche al passaggio del Tram si esamina anche il caso vi insista una locomotiva del medesimo (V. Tav. X). Oltre a ciò devesi tener conto del carico permanente che è quello proprio della traversa, più quello della massicciata e dei zorès.

Ecco il calcolo fatto col metodo dell'Ing. Castigliano.

*Sopraccarico pei carri ordinarii.* — Si immaginano i due carri pesanti ciascuno 6 tonn., insistere su una traversa. Si ammette la distanza delle ruote di un medesimo carro essere di m. 1.50, e quella delle due ruote vicine di due carri diversi di 1 metro. La luce netta delle traverse è di m. 6.76. Questa disposizione di carico dà nel mezzo un massimo momento di flessione

$$M = 12780 \text{ Ch.}$$

a cui corrisponde un carico uniformemente distribuito

$$p = \frac{8\,M}{l^2} = 2240 \text{ Ch.}$$

*Sopraccarico pel Tram.* — Si suppone che la locomotiva del Tram sia sulla mezzaria del Ponte: e ciò non tanto per tener conto della posizione più sfavorevole ma perchè, essendo il ponte ad un solo binario, non può disporsi diversamente.

Si ha in tal caso per ciascuna ruota un carico di 4400 Ch. e nel centro un massimo momento di flessione

$$M = 11570 \text{ Ch.}$$

a cui corrisponde un carico uniformemente distribuito a m. c.

$$p = 2030 \text{ Ch.}$$

il quale è minore del precedente.

*Carico totale.* — Si ha dunque nel caso più sfavorevole:

| | | |
|---|---|---|
| Sopraccarico a metro c. | = | 2240 Ch. |
| Carico permanente | = | 760 » |
| Carico totale a m. lin. $p$ | = | 3000 Ch. |

*Dati diversi.* — Il sistema resistente come vedesi è quello d'una trave armata. Vi ha un tirante orizzontale che diremo $T_2$, poi ve ne sono altri due che vanno al punto d'attacco ($T_1$); poi due colonnette ($T_3$) e infine due contraffissi che vanno alla mezzaria ($T_4$).

Si suppone la trave divisa in 4 tronchi eguali e si chiamano con 0, 1, 2, 3, 4, le rispettive sezioni procedendo dalla imposta verso la chiave.

Si indicano con $M_0$, $M_1$, $M_2$, $M_3$, $M_4$, e con $I_0$, $I_1$, $I_2$, $I_3$, $I_4$ i momenti di flessione ed i momenti d'inerzia che rispettivamente si hanno nelle predette sezioni, si chiamano inoltre con $T_1$, $T_2$, $T_3$, $T_4$ le tensioni dei rispettivi tiranti, e con $\omega$, $\omega_1$, $\omega_2$, $\omega_3$ le aree delle rispettive sezioni.

Si ha

$$\omega_1 = \omega_2 = 0.001\ 920 \text{ m. q.}$$
$$\omega_4 = 0.000\ 600 \text{ m. q.}$$
$$\omega_3 = 0.001\ 876 \text{ m. q.}$$
$$I_1 = 0.000\ 333 \qquad I_3 = 0.000\ 028$$
$$I_2 = 0.000\ 196 \qquad I_4 = 0.000\ 017$$

Le relazioni fra le tensioni dei tiranti sono

$$T_2 = 1.70\ T_1 - 2.90\ T_4$$
$$T_3 = 0{,}80\ T_1 - 3.00\ T_4$$

I valori dei momenti sono i seguenti:

$$M_0 = M_0$$
$$M_1 = M_0 + 0.275\ T_1 - 7\ 500$$
$$M_2 = M_0 + 0.570\ T_1 - 12\ 850$$
$$M_3 = M_0 + 0.830\ T_1 - 0.845\ T_4 - 16\ 070$$
$$M_4 = M_0 + 1.07\ T_1 - 1.69\ T_4 - 17\ 140$$

Introducendo ora questi valori nella espressione del lavoro di deformazione del sistema, come si è fatto per le traverse del *Ponte Nuovo*, si ha

$$250\ 780\ M_0^2 + 194\ 700\ T_1^2 + 382\ 490\ T_4^2 + 201\ 830 \times 2\ M_0\ T_1 +$$
$$- 220\ 130 \times 2\ M_0\ T_4 - 247\ 420 \times 2\ T_1\ T_4 - 3.786498000 \times 2\ M_0 +$$
$$- 3\ 214\ 174\ 600 \times 2\ T_1 + 3.643.974800 \times 2\ T_4.$$

Questa equazione derivata rapporto ad $M_0$, $T_1$ e $T_4$ dà le 3 equazioni seguenti:

Equaz. derivata rapporto ad $M_0$

$$250\ 780.\ M_0 + 201\ 830.\ T_1 - 220\ 130.\ T_4 = 3\ 786\ 498\ 000.$$

Equaz. derivata rapporto a $T_1$

$$201\ 830.\ M_0 + 194\ 700.\ T_1 - 247\ 420.\ T_4 = 3\ 214\ 174\ 600.$$

Equaz. derivata rapporto a $T_4$

$$-220\ 130.M_0 - 247\ 420.T_1 + 382\ 490.T_4 = -3\ 643\ 974\ 800.$$

Dalle quali si deduce

$$T_4 = 1195$$
$$T_1 = 7755$$
$$M_0 = 9910$$
$$T_3 = 2620$$
$$T_2 = 9720$$

Sostituendo questi risultati nelle espressioni di M si hanno i valori seguenti:

| Sezioni | Momenti di flessione | Massimi sforzi all'intradosso per $m^2$ | Massimi sforzi all'estradosso per $m^2$ | Avvertenza |
|---|---|---|---|---|
| 0 | + 9910 | 4 782 000 | 2 478 000 | La sezione (0) è calcolata col rinforzo di 2 lamiere verticali nella sezione d'attacco. |
| 1 | + 4540 | 5 840 000 | 3 446 000 | |
| 2 | + 1480 | 3 220 000 | 1 526 000 | |
| 3 | — 732 | 1 070 000 | 3 374 000 | |
| 4 | — 950 | 2 580 000 | 5 244 000 | |

Si hanno inoltre i *massimi sforzi dei tiranti per mm²* colle

| *Sezioni adottate pel calcolo* | *Sezioni effettive* |
|---|---|
| $\frac{T_1}{\omega_1} = \frac{7755}{1920} = 4,04$ | $\frac{T_1}{\omega_1} = \frac{7755}{2160} = 3,6$ |
| $\frac{T_2}{\omega_2} = \frac{9720}{1920} = 5,06$ | $\frac{T_2}{\omega_2} = \frac{9720}{2160} = 4,5$ |
| $\frac{T_3}{\omega_3} = \frac{2620}{600} = 4,37$ | $\frac{T_3}{\omega_3} = \frac{2620}{896} = 2,92$ |
| $\frac{T_4}{\omega_4} = \frac{1195}{1876} = 0,64$ | $\frac{T_4}{\omega_4} = \frac{1195}{1776} = 0,68$ |

*Conclusione.* — Si vede dunque che la traversa ha dimensioni esuberanti per resistere anche al passaggio delle locomotive del Tram.

A titolo di studio si è fatto il calcolo ammettendo per $M_0$ un valore eguale a metà del trovato, e cioè supponendo

$$M_0 = 4955 \text{ Ch.}$$

In questa ipotesi si ha

| | |
|---|---|
| $T_4 = 3840$ Ch. | $T_2 = 16500$ |
| $T_1 = 16255$ » | $T_3 = 1480$ |

e i valori dei momenti

| | |
|---|---|
| $M_0 = 4955$ Ch. | $M_3 = -875$ |
| $M_1 = 1925$ » | $M_4 = -1280$ |
| $M_2 = 1370$ » | |

Diminuiscono dunque in tal caso i valori dei momenti di flessione, ma aumentano invece quelli delle tensioni. Gli sforzi unitarii però si mantengono nelle condizioni normali.

**Fondazioni con pali a vite.**

Diamo qui di seguito delle tabelle in cui sono indicati alcuni dati numerici che ponno interessare circa le fondazioni coi pali a vite.

Si avverte che la numerazione dei pali comincia da sinistra a destra d'Adige e da monte a valle: per cui il palo N. 1 è quello a monte (partiacqua) della prima stillata verso il cimitero.

I pali come si disse hanno un diametro di 0,185 m. Si dà nella Tavola IX il dettaglio delle eliche, le quali aveano punta d'acciaio e fendente di ferro. Nella Tavola XI poi si danno i diagrammi delle infissioni dei pali. In questi diagrammi i tempi si portarono come ascisse e le profondità d'infissione come ordinate. Questi diagrammi danno a colpo d'occhio un'idea delle resistenze incontrate, e quindi delle condizioni del fondo. Notisi la continuità della curva nei pali che discesero con una certa regolarità.

Avvertesi che da principio si adoperò un argano del dia-

metro di m. 6.30; poi, vistane l'insufficienza, si lavorò con altro da m. 8.00. Anche la forza adoperata andò continuamente aumentando.

Al riguardo di queste infissioni in generale, va osservato quanto segue:

Quasi sempre i pali discendevano rapidamente fino alla profondità di m. 1.50 e 2.00: poi, da 2 a 3 m. circa, trovavano uno strato assai resistente. Perforato questo strato alcuni tornavano a scendere ancora. Questo si vede specialmente nel prospetto dei pali N. 1 e 3.

Si suppose da principio si trattasse di uno strato di conglomerato. Ma, come si dirà più sotto, fu poi riconosciuto non trattarsi di ciò, ma di ghiaia grossa e assai compatta.

Da principio si lavorò, come fu detto, con argano del diametro di m. 6.30 e con 25 uomini, poi, visto che non si andava, se ne dovette adottare uno da m. 8.00, col quale si ottenne che pali che prima non volevano scendere che di qualche millimetro l'ora, poi con 45 uomini si approfondassero invece di qualche centimetro. In qualche caso però il numero degli uomini fu necessario aumentarlo fino a 50 e 60.

Quanto al numero degli argani impiegati, da principio si lavorò con solo uno da 6.30 m.; poi con altro pure da 6.30 a cui in seguito si allungarono le braccia fino a m. 8. Infine con un terzo appositamente costrutto con braccia da m. 8.

In generale i pali incontrarono molta difficoltà a scendere. Notiamo qualche particolarità interessante.

Al palo N. 5, che da principio era sceso a m. 0.40, e poi non voleva andare, accadde di poter aprirgli per un momento la via, forandogli e smuovendogli tutto all'ingiro il fondo con punta d'acciaio. Scese poi a 0.80, e qui si dovette rifare l'operazione di prima, estraendolo. Anche i pali N. 6 e 7 incontrarono evidentemente a circa 2 metri lo strato duro: tra i m. 2.5 e 3 ricominciarono a scendere ancora un poco.

Speciale menzione merita il palo N. 8 per le sue singolari vicende. Lo si dovette estrarre varie volte, rompergli il fondo sotto con punte; si provò a batterlo col martino; cosa che erasi previsto di fare, avendo data a tutte le eliche una punta acciaiata. Ma tutto fu inutile. Finalmente si ricorse al partito di ritagliargli l'elica, e così andò fino a m. 3.27. Il lavoro della battitura col martino, associata alla contemporanea rotazione coll'argano, diede poi buon effetto. Gli ostacoli incontrati in principio si scoperse provenivano da materiale del vecchio ponte. Fra l'altro si estrasse un palo col suo capitello a m. 0.80 sotto la ghiaia, poi un pezzo di traversa di ghisa ed altro piccolo materiale.

Anche l'infissione dei pali N. 11 e 12 si dovette aiutare mediante battitura col martino, e rompendo il terreno colle punte. È strano il caso del N. 11. Prima era sceso a m. 2; poi estrattolo e rotto con punte il fondo, non andò che a m. 1.77 e qui si ruppe. Si dovette estrarre l'elica; quindi affondare altro palo con elica ritagliata: questo andò a m. **2.85**, ma a stento.

Per estrarre l'elica che era arrivata colla sua punta a m. 1.77 si fece una doppia tura; la si asciugò entro; se ne estrasse la materia dal fondo fino a metri 1.80; e si arrivò così a raggiunger l'elica, che si cavò fuori. Si scoperse allora che l'ostacolo che impediva la discesa e contro il quale fregava l'ala dell'elica era un palo del vecchio ponte giacente a m. 1.80 sotto il fondo. C'era anche il capitello della colonna. Si tentò pure di estrarre anche questo palo, ma non fu possibile.

Il nuovo palo si calò fino a m. 2 85 dentro nel cassero. Siccome non voleva più scendere, piuttosto che esporsi al pericolo di romperlo una seconda volta, lo si lasciò a questo punto, riempiendo il vano del cassero con una gettata di conci di ongarina e smalto fatto con cemento idraulico, e ciò fino al livello del fondo d'Adige.

Benchè si riempisse il vano tra i due casseri con argilla e si asciugasse con pompa l'interno, non fu però possibile in principio di impedire le filtrazioni. Ciò si ottenne poi facendo tutto all'ingiro del cassero come un rivestimento completo con sacchi ripieni d'argilla. Durante l'escavo del fondo nell'interno del cassero, avveniva spesso un fatto singolare: vale a dire che ad un dato momento e in un attimo esso si riempiva d'acqua, e poi subito dopo si vuotava da sè, come se l'acqua fosse stata assorbita.

Al palo n. 12 si ridusse l'elica a 0,60.

Le profondità d'infissione dei pali sono le seguenti:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1ª Stillata | Palo n. 1 | m. 3.775 | |
| | » n. 2 | m. 5.890 | **(3.21)** |
| | » n. 3 | m. 4.320 | **(3.17)** |
| | » n. 4 | m. 3.435 | |
| 2ª Stillata | Palo n. 1 | m. 2.316 | |
| | » n. 2 | m. 3.090 | **(3.30)** |
| | » n. 3 | m. 3.20 | **(3.10)** |
| | » n. 4 | m. 3.270 | |
| 3ª Stillata | Palo n. 1 | m. 4.870 | |
| | » n. 2 | m. 4.510 | **(3.22)** |
| | » n. 3 | m. 2.850 | **(2.64)** |
| | » n. 4 | m. 3.195 | |
| 4ª Stillata | Palo n. 1 | m. 4.190 | |
| | » n. 2 | m. 2.800 | **(2.75)** |
| | » n. 3 | m. 3.360 | **(3.95)** |
| | » n. 4 | m. 3.060 | |

Oltre ai diagrammi diamo, come si disse, qui di seguito anche i prospetti particolareggiati delle infissioni, perchè i medesimi possano meglio dare un'idea delle difficoltà incontrate, e della resistenza che oppose il fondo ad essere perforato. Si raggiunse sempre un limite di rifiuto: se si avesse voluto ostinarsi ad andar oltre, certamente si sarebbe incorso il pericolo di rompere i pali come accadde col n. 11, di cui si dovette estrarre poi l'elica con molta difficoltà, spesa e perdita di tempo. Nel prospetto precedente, accanto alle profondità d'infissione dei pali del nuovo Ponte, abbiamo scritto quelle dei pali del vecchio Ponte. Dal confronto si vede come taluni dei nuovi pali sieno andati a molto maggiore profondità: es. il n. 2 della prima stillata che andò a m. 5.89 mentre prima non era sceso che a 3.21. Lo stesso dicasi del n. 3 della medesima stillata, e del n. 2 della terza.

I pali restii alla discesa si corrispondono nei due Ponti. Da questo confronto si vede quale provvido divisamento sia stato quello di aggiungere alle stillate i due pali di rinforzo a monte e a valle; e in quali migliori condizioni si trovi il nuovo Ponte rispetto al precedente. Notisi poi che avendo fissato le travi principali sulle teste dei pali, tutte le stillate vengono ad esser solidali, dimodochè l'una non può essere scalzata dall'urto d'un galleggiante senza coinvolgere nella sua caduta anche le altre. Saranno poi d'un ottimo effetto i partiacqua che si aggiungeranno a monte di ciascuna stillata: i quali avendo l'elica assai snella e sottile è a ritenersi si potranno mandare a maggiore profondità degli altri.

C'è ancora a notarsi una circostanza di molta importanza. Nel Ponte caduto i pali della terza stillata sono stati scalzati. Ciò emerge da quanto si è detto di sopra; ed è poi confermato dall'assicurazione di varii testimoni oculari, fra i quali il Capo Custode e Cassiere del Ponte, il quale asserisce che il vecchio Ponte prima di cadere si era inflesso in questo punto di oltre m. 0.25. Fu rivolta quindi la massima cura ad ottenere un sufficiente approfondamento in questa stillata: e, come vedesi, si arrivò con un palo a m. 4.87 e con un altro a m. 4.51 sotto il fondo. E notisi che per la escavazione del fondo avvenuta qui in seguito ai tagli fattisi dall'Adige a valle del Ponte ferroviario, se voglionsi riferire le nuove infissioni alla stessa fondamentale delle vecchie, le suddette profondità riescono maggiori.

Diamo in appendice (Nota I) il Verbale di constatazione delle profondità d'infissione dei pali del Ponte caduto.

**Prospetti delle infissioni dei pali a vite**

*(Avvertasi che le infissioni sono riferite al fondo)* V. in fine.

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 1 | 20 sett. 1883 | 7.15 a. | | | | | L'argano del d° di 6.30 m. aveva 8 braccia. |
| | si sospende | 8.— a. | 0.75 | | 25 | 6.30 | |
| | 28 sett. 1883 | 10.15 a. | | | 38 | | |
| | » » | 10.45 a. | 0.82 | | | | Durante il lavoro il pelo d'acqua all'idrometro di S. Salvar. si mantenne tra 1.50 e 2.59 sotto G. N. |
| | » » | 12 m. | 0.16 | | | | |
| | ripreso | 1.30 p. | | | | | |
| | | 2.30 p. | 0.06 | | | | |
| | sospeso | 6.— p. | 0.11 | 1.90 | | | |
| | 29 sett. 1883 | 6.— a. | | | 38 | | |
| | | 8.— a. | 0.025 | | | | |
| | ripreso | 8.30 a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.025 | 1.95 | | | |
| | ripreso | 1.30 p. | | | | | |
| | | 5.45 p. | 0.030 | 1.98 | | | |
| | 1 ottob. 1883 | 6.30 a. | | | 50 | | |
| | | 8.— a. | 0.105 | | | | |
| | ripreso | 9.— a. | | | | | |
| | | 10.30 a. | 0.105 | | | | |
| | ripreso | 11.— a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.075 | | | | |
| | ripreso | 1.30 p. | | | 47 | | |
| | | 6.— p. | 0.220 | 2.485 | | | |
| | 2 ottob. 1883 | 6.15 a. | | | 50 | | |
| | | 8.— a. | 0.100 | | | | |
| | ripreso | 8.45 a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.055 | | | | |
| | ripreso | 1.30 p. | | | | | |
| | | 6.— p. | 0.110 | 2.75 | | | |
| | 3 ottob. 1883 | 6.— a. | | | 50 | | |
| | | 12 m. | 0.095 | | | | |
| | ripreso | 1.30 p. | | | 52 | | |
| | | 4.45 p. | 0.105 | 2.95 | | | Il lavoro si sospende in attesa dell'argano di m. 8. |
| | 16 genn. 1884 | 8.— a. | | | 40 | | |
| | | 11.30 a. | 0.720 | 3.67 | | | |
| | 29 febbr. 1884 | 7.30 a. | | 3.15 | 45 | 8 | Il palo venne sollevato a m. 3.15 per applicarvi il manicotto di giunzione. |
| | | 12 m. | | | | | |
| | ripreso | 1.30 p. | 0.49 | | | | |
| | | 6.— a. | 0.05 | | | | |
| | 1 marzo 1884 | 7.30 a. | | | 43 | | L'infissione si verificò poi di 3,775 m. |
| | | 12 m. | 0.95 | **3.785** | | | |

| N del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 2 | 19 sett. 1883 | 6.15 a. | | | 21 | 6 | L'argano aveva 8 braccia ed aveva il diametro di m. 6.30. In questi mesi il lavoro si incominciava intorno alle 6 del mattino; dalle 8 alle 8.30 si lasciava una mezz'ora di riposo; altro riposo si lasciava dalle 12 alle 1.30, poi si lavorava fino alle 6 pom. circa. Durante il lavoro, nei mesi di settembre e ottobre, il pelo d'Adige si mantenne tra m. 1.40 e 1.86 sotto G. N. a S. Salvar. Nei mesi di gennaio e febbraio rimase tra 2.48 e 2.58 sotto G. N. L'osservazione veniva fatta alle 12 m. |
| | | 7.15 a. | 0.80 | | | | |
| | | 8.— a. | 0.60 | | | | |
| | | 9.— a. | 0.45 | | | | |
| | | 10.— a. | 0.28 | | | | |
| | sospeso | 10.30 a. | 0.07 | 1.200 | | | |
| | 27 sett. 1883 | 1.30 p. | | | 40 | » | |
| | | 2.30 p. | 0.070 | | | | |
| | | 6.— p. | 0.14 | 2.410 | | | |
| | 28 » » | 6.— a. | | | | » | |
| | | 7.— a. | 0.017 | 2.427 | | | |
| | 4 ottob. 1883 | 6.45 a. | | | 50 | » | |
| | | 2.15 p. | 0.080 | 2.507 | | | |
| | 5 » » | 6.15 a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.105 | 2.612 | | | |
| | ripreso | 1.30 p. | | | | | |
| | | 6.— p. | 0.120 | 2.732 | | | |
| | 6 ottob. 1883 | 6.— a. | | | 50 | 6 | |
| | sospeso | 12 m. | 0.17 | | | | |
| | ripreso | 1.30 p. | | | 50 | | |
| | | 6.— p. | 0.16 | 3.062 | | | |
| | 7 ottob. 1883 | 6.— a. | | | 47 | | |
| | | 2.— p. | 0.245 | 3.307 | | | |
| | 8 » » | 6.15 a. | | | 46 | | |
| | | 11.45 a. | 0.425 | | | | |
| | | 6.— p. | 0.80 | 4.532 | 47 | | |
| | 15 genn. 1884 | 1.30 p. | | | | | |
| | | 4.30 p. | 0.76 | 5.292 | 40 | | |
| | 26 febbr. 1884 | 8.— a. | | | 40 | | |
| | | 10.— a. | 0.07 | 5.362 | | | |
| | 27 » » | 7.30 a. | | | | | |
| | | 5.45 p. | 0.30 | 5.662 | | | |
| | 28 » » | 7.15 a. | | | 47 | | |
| | | 6.— p. | 0.230 | 5.89 | | | |
| 3 | 21 sett. 1883 | 3.45 p. | | | 19 | 6 | Argano m. 8, braccia del d° di 6.30 tot. Riposi dalle ore 8 alle 8.30 a. e dalle 12 m. alle 1.30 p. |
| | | 6.45 p. | 1.70 | 1.70 | | | |
| | 22 » » | 6.— a. | | | 23 | | |
| | | 6.— p. | 0.146 | 1.850 | | | |

| N del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 3 | 24 sett. 1883 | 6.— a. | | | 40 | | Nei mesi di settembre e ottobre il pelo d'acqua d'Adige si mantiene tra 1.70 e 1 90 sotto G. N. |
| | | 6.30 p. | 0.13 | 1.98 | | | |
| | 25 » » | 6.— a. | | | | | |
| | | 3.— p. | 0.01 | 1.99 | | | |
| | 9 ottob. 1883 | 8.45 a. | — | 1.83 | 50 | | Il palo dopo il 25 settembre fu sollevato per fare l'attacco dell'aggiunta. |
| | | 6.— p. | 0.02 | 1.85 | | | |
| | 10 » » | 6.— a. | | | 49 | | |
| | | 6.— p. | 0.04 | 1.89 | | | |
| | 11 » » | 6.15 a. | | | 49 | | |
| | | 6.— p. | 0.06 | 1.95 | | | |
| | 12 » » | 6.— a. | | | 50 | | |
| | | 6.— p. | 0.10 | 2.05 | | | |
| | 13 » » | 6.— a. | | | 47 | | |
| | | 5.30 p. | 0.07 | 2.12 | | | |
| | 15 » » | 6.15 a. | | | 47 | | |
| | | 5.45 p. | 0.09 | 2.21 | | | |
| | 16 » » | 6.15 a. | | | 51 | | |
| | | 5.45 p. | 0.08 | 2.29 | | | |
| | 17 » » | 6.15 a. | | | 51 | | |
| | | 5.30 p. | 0.06 | 2.35 | | | |
| | 18 » » | 6.15 a. | | | 50 | | |
| | | 5.45 p. | 0.08 | 2.43 | | | |
| | 19 » » | 6.— a. | | | 50 | | |
| | | 5.45 p. | 0.09 | 2.52 | | | |
| | 20 » » | 6.15 a. | | | 50 | 6 | |
| | | 5.15 p. | 0.06 | 2.58 | | | |
| | 21 » » | 6.30 a. | | | 47 | | |
| | | 10.45 a. | 0.02 | 2.60 | | | |
| | 23 » » | 7.30 a. | | | 48 | | |
| | | 5.15 p. | 0.05 | 2.65 | | | |
| | 27 » » | 6.15 a. | | | 50 | | |
| | | 5.15 p. | 0.18 | 2.83 | | | |
| | 29 » » | 6.15 a. | | | 50 | | |
| | | 5.— p. | 0.05 | 2.88 | | | |
| | 30 » » | 6.30 a. | | | 56 | | |
| | | 5.15 p. | 0.06 | 2.94 | | | |
| | 31 » » | 6.30 a. | | | 57 | 6 | |
| | | 5.— p. | 0.13 | 3.07 | | | |
| | 9 genn. 1884 | 7.15 a. | | | 42 | 8 | Argano da m. 8 di d°. |
| | | 5.— p. | 0.32 | 3.39 | | | |

| N. del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 3 | 10 genn. 1884 | 7.15 a. | | | 41 | 8 | Nel gennaio il pelo d'acqua d'Adige rimase a circa 2.44 sotto G. N. nei giorni controsegnati. |
| | | 5.— p. | 0.28 | 3.67 | | | |
| | 11 » » | 7.30 a. | — | — | 42 | » | |
| | | 5.— p. | 0.44 | 4.11 | | | |
| | 12 » » | 7.15 a. | — | — | 41 | » | |
| | | 5.— p. | 0.21 | **4.32** | | | |
| 4 | 20 sett. 1883 | 4.30 a. | | | 25 | 6.00 | Coll'argano da m. 6. |
| | | 5.30 a. | 0.80 | | | | |
| | 26 » » | 10.— a. | | | 38 | | |
| | | 10.30 a. | 0.87 | | | | |
| | sospeso | 12 m. | 0.60 | | | | |
| | ripreso | 1.30 a. | | | | | |
| | | 2.30 a. | 0.115 | | | | |
| | | 4.30 a. | 0.09 | | | | |
| | | 5.30 a. | 0.06 | | | | |
| | | 6.15 a. | 0.035 | 2.57 | | | |
| | 27 sett. 1883 | 6.— a. | | | 38 | | |
| | | 7.30 a. | 0.023 | 2.603 | | | |
| | 8 genn. 1884 | 12.30 p. | | | | 8 | Coll'argano da m. 8. |
| | | 1.— p. | 0.67 | 3.273 | | | |
| | 5 marzo 1884 | 8.30 a. | | 3.15 | 32 | 8 | Viene rialzato a m. 3.15 per immettervi il manicotto. |
| | | 6.— p. | 0.08 | 3.23 | | | |
| | 6 » » | 7.— a. | | | 42 | » | |
| | | 6.— p. | 0.10 | 3.33 | | | |
| | 7 » » | 7.— a. | | | 41 | | |
| | | 6.— p. | 0.09 | 3.42 | | | |
| | 8 » » | 7.— a. | | | 41 | | |
| | | 10.30 a. | 0.015 | **3.435** | | | |
| 5 | 26 dicem. 1883 | 11.45 a. | | | 15 | 6 | Non discende però oltre i m. 0.85. Il 27 gli si battè un palo di ferro con caspide di acciaio per rimuovergli gli ostacoli. |
| | | 3.— p. | 0.85 | | | | |
| | 27 » » | — | 0.00 | — | 19 | | |
| | 28 » » | 1.30 p. | | | | | |
| | | 2.30 p. | 1.00 | | | | |
| | | 3.30 p. | | | | | |
| | | 4.30 p. | 0.20 | 1.20 | 19 | | |
| | 29 » » | 1.— p. | | 0.00 | 25 | | Il 29 dicembre si dovette estrarre perchè strapiombava. |
| | | 4.30 p. | 1.50 | 1.50 | | | |

| N. del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 5 | 30 dicem. 1883 | 7.30 a. | | | 25 | | In dicembre e gennaio il pelo d'Adige si mantenne intorno a m. 2.40 sotto G. N. |
| | | 8.— a. | 0.03 | 1.53 | | | |
| | | 2.— p. | 0.19 | 1.72 | | | |
| | 31 » » | 7.30 a. | | | 40 | | |
| | | 4.30 p. | 0.27 | 1.99 | | | |
| | 2 genn. 1884 | 1.30 p. | | | 34 | 8 | Argano da m. 8. |
| | | 4.30 p. | 0.03 | 2.02 | | | |
| | 3 » » | 7.30 a. | | | 42 | » | |
| | | 5.— p. | 0.11 | 2.13 | | | |
| | 4 » » | 7.30 a. | | | 47 | 8 | |
| | | 5.— p. | 0.125 | 2.255 | | | |
| | 5 » » | 7.30 a. | | | 50 | 8 | |
| | | 5.— p. | 0.055 | 2.310 | | | |
| | 6 » » | 7.30 a. | | | | | |
| | | 10.30 a. | 0.006 | **2.316** | | | |
| 6 | 20 novem. 1883 | 3.30 p. | | | 54 | 6 | |
| | | 5.— p. | 1.10 | 1.10 | | | Il pelo d'Adige si mantiene intorno a m. 2.20 sotto G. N. |
| | 21 » » | 7.— a. | | | 54 | | |
| | | 5.— p. | 0.73 | 1.83 | | | |
| | 22 » » | 7.— a. | | | 54 | | |
| | | 5.— p. | 0.10 | 1.93 | | | |
| | 23 » » | 7.— a. | | | 53 | | |
| | | 5.— p. | 0.10 | 2.03 | | | |
| | 24 » » | 7.— a. | | | 52 | | |
| | | 5.— p. | 0.05 | 2.08 | | | |
| | 3 dicem. 1883 | 10.15 a. | | | 56 | | Argano da m. 8. |
| | | 4.30 p. | 0.04 | 2.12 | | | |
| | 4 » » | 7.— a. | | | 46 | | |
| | | 4.30 p. | 0.03 | 2.15 | e 48 | | |
| | 5 » » | 7.— a. | | | 46 | | |
| | | 4.30 p. | 0.03 | 2.18 | e 48 | | |
| | 6 » » | 7.— a. | | | 48 | | |
| | » » » | 5.— p. | 0.05 | 2.23 | | | |
| | 7 » » | 7.— a. | | | 46 | 6.00 | |
| | | 5.— p. | 0.03 | 2.26 | | | |
| | 10 » » | 9.30 a. | | | 45 | 8.00 | |
| | | 11.30 a. | 0.04 | 2.305 | | | |
| | 11 » » | 7.— a. | | | 46 | » | |
| | | 7.15 a. | 0.005 | 2.31 | | | |

| N. del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 6 | 12 dicem. 1883 | 7.15 a. | | | 44 | 8.00 | |
| | | 4.30 p. | 0.50 | 2.81 | | | |
| | 13 » » | 7.30 a. | | | 47 | » | |
| | | 2.— p. | 0.21 | 3.02 | | | |
| | 16 » » | 2.15 p. | | | 40 | » | |
| | | 5. – p. | 0.05 | 3.07 | | | |
| | 17 » » | 7.15 a. | | | 40 | » | |
| | | 9.15 a. | 0.02 | **3.09** | | | |
| 7 | 16 novem. 1883 | 3.30 p. | | | 50 | 6 | Il pelo d'Adige si mantenne da m. 2 a 2.50 sotto G. N. |
| | | 5.— p. | 1.10 | 1.10 | | | |
| | 17 » » | 7.— a. | | | 50 | | |
| | | 4.45 p. | 0.70 | 1.80 | | | |
| | 19 » » | 7.— a. | | | 50 | | |
| | | 5.— p. | 0.26 | 2.06 | | | |
| | 20 » » | 7.— a. | | | 54 | | |
| | | 12 m. | 0.08 | 2.14 | | | Per farlo scendere più facilmente lo si è svitato e poi girato di nuovo. |
| | 29 » » | 10.30 a. | | | 42 | | |
| | | 5.— p. | 0.04 | 2.18 | | | |
| | 30 » » | 7.— a. | | | 54 | | |
| | | 4.30 p. | 0.04 | 2.22 | | | |
| | 1 dicem. 1883 | 7. – a. | | | 54 | | |
| | | 4.30 p. | 0.06 | 2.28 | | | |
| | 13 » » | 7.15 a. | | | 44 | 8 | Con argano da m. 8. |
| | | 4.30 p. | 0.25 | 2.53 | | | |
| | 15 » » | 7.— a. | | | 44 | » | |
| | | 4.30 p. | 0.12 | 2.65 | | | |
| | 16 » » | 7.— a. | | | 41 | » | |
| | | 2.— p. | 0.07 | 2.72 | | | |
| | 17 » » | 7.15 a. | | | 45 | | |
| | | 12 m. | 0.06 | 2.78 | | | |
| | 18 » » | 8.30 a. | | | 45 | | |
| | | 2.— p. | 0.05 | 2.83 | | | La misura diretta dall'affondamento diede che il palo era disceso di m. 3.20. |
| | 17 genn. 1884 | 2.30 p. | | | 40 | | |
| | | 5.— p. | 0.02 | 2.85 | | | |
| | | | | **3.20** | | | |
| 8 | 28 novem. 1883 | 3.30 p. | | | 42 | 6 | Nel successivo giorno 29 novembre il palo girava senza discendere. |
| | | 5.— p. | 0.55 | 0.55 | | | |

| N. del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 8 | 26 genn. 1884 | 1.— p. | | | 33 | 6 | Dal 19 a 21 dic. si tentò spezzare l'ostacolo battendo all'ingiro una punta d'acciaio. Si fecero 8 fori profondi circa m. 1.50. Rimesso il palo, tornò a girare senza scendere. Il 22 si caricò di 1200 Ch e si girò ancora, ma senza risultato. Infine si battè un trave con cuspide nel sito del palo, e questo discese m. 1.00. Il 30 gennaio si lavorò con argano da m. 8. |
| | | 3.30 p. | | 1.00 | | | |
| | 28 » » | 7.30 a. | | | 36 | » | |
| | | 5.30 p. | 0.88 | 1.88 | | | |
| | 29 » » | 7.30 a. | | | 40 | » | |
| | | 5.30 p. | 0.04 | 1.92 | | | |
| | 30 » » | 7.30 a. | | | 40 | 8 | |
| | | 5.30 p. | 0.04 | 1.96 | | | |
| | 31 » » | 7.30 a. | | | 37 | | |
| | | 5.30 p. | 0.04 | 2.00 | | | |
| | 1 febbr. 1884 | 7.30 a. | | | 40 | | |
| | | 5.15 p. | 0.05 | 2.05 | e 47 | | |
| | 2 » » | 7.15 a. | | | 46 | | |
| | | 11.— a. | 0.02 | 2.07 | | | |
| | 3 » » | 7.15 a. | | | 40 | | |
| | | 9.— p. | — | 2.07 | | | |
| | 4 » » | 7.15 a. | | | 44 | | |
| | | 5.30 p. | 0.01 | 2.08 | | | |
| | 5 » » | 7.30 a. | | | 48 | | Il palo continuò nei giorni 8 e 9 febbraio a girare senza muoversi. L'11 e il 12 si estrae. Dal 14 al 17 si battono delle punte. Il 18 si riprende l'infissione. |
| | | 5.30 p. | 0.02 | 2.10 | | | |
| | 6 » » | 7.15 a. | | | — | | |
| | | 5.30 p. | 0.012 | 2.112 | | | |
| | 7 » » | 7.15 a. | | | 48 | | |
| | | 5.30 p. | 0.01 | 2.122 | | | |
| | 18 » » | 7.15 a. | | | 35 | | |
| | | 5.30 p. | — | 1.65 | | | |
| | 19 » » | 7.15 a. | | | 40 | | |
| | | 5.30 p. | 0.14 | 1.79 | | | Nei giorni 21 e 22 si batterono delle punte attorno all'elica. |
| | 20 » » | 7.15 a. | | | 40 | | |
| | | 12 m. | 0.01 | 1.80 | | | |
| | 23 » » | 7.15 a. | | | 40 | | |
| | | 5.30 p. | 0.03 | 1.83 | | | |
| | 24 » » | 7.15 a. | | | | | |
| | | 2.— p. | 0.00 | 1.83 | | | |
| | 25 » » | 7.15 a. | | | | | |
| | | 11.— a. | 0.01 | 1.84 | | | |
| | 20 marzo 1884 | 8.30 a. | | | 11 | 8 | Il 2 marzo si estrae il palo e gli si ritaglia l'elica. Quindi il 20 si riprende l'infissione. |
| | | 11.— p. | 0.96 | 0.96 | | | |
| | 21 » » | 3.— p. | | | 36 | » | |
| | | 6.— p. | 0.26 | 1.22 | | | |

| N. del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 8 | 22 marzo 1884 | 6.30 a. | | | 44 | | |
| | | 12 m. | 0.10 | 1.32 | | | |
| | 23 » » | 10.30 a. | | | 40 | | |
| | | 2.— p. | 0.002 | 1.322 | | | |
| | 24 » » | 6.30 a. | | | 43 | | |
| | | 11.30 p. | 0.008 | 1.330 | | | |
| | 30 » » | 6.30 a. | | | 55 | | |
| | | 2.— p. | 0.055 | 1.385 | | | |
| | 31 » » | 6.30 a. | | | 52 | | |
| | | 6.30 p. | 0.105 | 1.490 | | | |
| | 1 aprile 1884 | 6.30 a. | | | 59 | | |
| | | 6.30 p. | 0.04 | 1.53 | | | |
| | 2 » » | 6.30 a. | | | | | |
| | | 6.30 p. | | 1.58 | | | |
| | 3 » » | 2.— p. | | | 54 | | Il 3 aprile si estrae di nuovo e gli si ritaglia nuovamente l'ala dell'elica. |
| | | 6.30 p. | 1.70 | 1.70 | | | |
| | 4 » » | 9.— a. | | | 26 | | Il 4 aprile il palo si batte col martino e così il 5 fino alle ore 7.30 a. Il giorno 5 alle 11.30 si ripiglia a girarlo coll'argano. Così fino alle 12. Dalle 1.45 alle 6.30 p. si gira tuttavia. |
| | | 11.30 a. | 0.37 | 2.07 | | | |
| | 5 » » | 6.30 a. | | | 26 | | |
| | | 7.30 a. | 0.23 | 2.30 | | | |
| | » » » | 11.30 a. | | | 52 | | |
| | | 12 m. | 0.05 | 2.35 | | | |
| | » » » | 1.45 p. | | | | | |
| | | 6.30 p. | 0.80 | 3.15 | | | |
| | 6 » » | 6.30 a. | | | 26 | | Il 6 venne ripreso col martino dalle 6.30 alle 8.30. Dalle 8.45 alle 12 si girò coll'argano. |
| | | 8.30 a. | 0.07 | 3.22 | | | |
| | 6 » » | 8.45 a. | | | 50 | | |
| | | 12 m. | 0.05 | **3.27** | | | |
| 9 | 25 genn. 1884 | 10.— a. | | | 40 | 8 | |
| | | 10.30 a. | 0.17 | | | | |
| | | 11.30 a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.47 | | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 5.30 p. | 1.07 | 2.71 | | | |
| | 26 » » | 9.— a. | | | 40 | | |
| | | 11.— a. | 1.06 | 3.77 | | | Dalle 10 alle 10 30 si abbassava di m. 0.07. |
| | 7 febbr. 1884 | 7.30 a. | | | 40 | | |
| | | 10.30 a. | 0.97 | **4.74** | | | L'infissione fu poi verificata essere di 4.87 m. |

| N. del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 10 | 22 genn. 1884 | 4.30 p. | | | 30 | 8 | |
| | | 5.30 p. | 1.20 | 1.20 | | | |
| | 23 » » | 7.15 a. | | | 27 | | L'infissione totale fu di m. 4.51. |
| | | 5.— p. | 1.43 | 2.63 | | | |
| | 24 » » | 7.30 a. | | | 40 | | Dalle 1 alle 1.45 del 24 gennaio discese di 0.14 m. |
| | | 1.45 p. | 1.19 | 3.82 | | | |
| | 8 marzo » | 7.— a. | | 3.70 | 40 | 8 | Prima di riprendere l'infissione si alza il palo per immettervi il manicotto. |
| | | 8.— a. | 0.20 | | | | |
| | | 9.— a. | 0.10 | | | | |
| | | 6.— p. | | 4.11 | | | |
| | 10 » » | 6.30 a. | | | 31 | | |
| | | 8.— a. | 0.08 | | 43 | | |
| | | 6. – p. | | 4.43 | e 37 | | |
| | 11 » » | 6.30 a. | | | 37 | | |
| | | 8.— a. | 0.03 | | | | |
| | | 11.30 a. | | | | | Dalle 10.30 alle 11.30 a si ebbero 7 mm. Dalle 11 30 a. alle 12 merid. si ebbero mm. 3. A m. 4.51 il palo fu lasciato. |
| | | 12 m. | 0.03 | 4.51 | | | |
| 11 | 17 marzo 1884 | 7.30 a. | | | 23 | 8 | |
| | | 10. – a. | 1.80 | | | | |
| | » » » | 11.— a. | | | 37 | | |
| | | 6.— p. | 0.91 | 2.71 | | | |
| | 18 » » | 6.30 a. | | | 40 | | |
| | | 6.— p. | 0.11 | 2.82 | | | |
| | 19 » » | 6.30 a. | | | 36 | 8 | |
| | | 6.— p. | 0.01 | 2.83 | | | |
| | 20 » » | 6.30 a. | | | 40 | » | |
| | | 6. – p. | 0.02 | 2.85 | e 45 | » | |
| | 21 » » | 6.30 a. | | | 42 | » | |
| | | 8.— a. | 0.001 | 2.85 | | | Si riportano qui di seguito i dati relativi ai tentativi precedentemente fatti per fondare il palo n. 11. |
| 11 | 2 febbr. 1884 | 11.— a. | | | 24 | 8 | |
| | | 12 m. | 0.60 | | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 4.30 p. | 0.90 | 1.57 | | | |
| | 3 » » | 9.— a. | | | | | |
| | | 2.— p. | 0.41 | 1.98 | | | |
| | 4 » » | 7.15 a. | | | | | |
| | | 5.30 p. | 0.03 | 2.01 | | | Dal 10 al 15 febbraio estratto il palo si bat- |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 11 | 16 febbr. 1884 | 11.— a. | | | 33 | | tono delle punte col martino per rompere il fondo. Il 16 si riprende l'infissione. Il 17 il palo venne estratto di nuovo. |
| | | 5.30 p. | | 1.62 | | | |
| | 17 » » | 7.15 a. | | | | | |
| | | 8.30 a. | | 1.77 | | | |
| 12 | 26 febbr. 1884 | | | 1.70 | 40 | | Nei giorni precedenti al 26 febbraio il palo n. 12 era andato fino ad 1.70 m. Il 26 febbraio non si muove di più. Così il 27 e 28. Lo si estrae e si ritaglia l'elica a 0.60 m. |
| | 26 marzo » | 8.30 a. | | | da 30 | | |
| | | 9.30 a. | 1.00 | | a 48 | | |
| | » » » | 10.— a. | | | | | |
| | | 6.15 p. | 0.61 | 1.61 | | | |
| | 27 » » | 6.30 a. | | | 50 | | |
| | | 6.— p. | 0.13 | 1.74 | | | |
| | 28 » » | 6.30 a. | | | 48 | | |
| | | 6.— p. | 0.05 | 1.79 | | | |
| | 29 » » | 6.30 a. | | | 57 | | |
| | | 5.— p. | 0.06 | 1.85 | | | |
| | 3 aprile 1884 | 11.— a. | | | 25 | | Il 3 aprile si batte col martino dalle 11 a. alle 2.30 p. Il 4 si riprende l'infissione coll'argano. Il 5 si ripiglia a battere col martino dalle 8.45 a alle 11.45 a. Il 6 aprile dalle 6.30 a. alle 11 a. si gira coll'argano. Poi dalle 12 alle 4 p. si batte il palo col martino. Infine dalle 4.30 alle 6.30 si gira coll'argano. |
| | | 2.30 p. | 0.20 | 2.05 | | | |
| | 4 » » | 11.30 a. | | | 50 | | |
| | | 6.30 p. | 0.18 | 2.23 | | | |
| | 5 » » | 8.45 a. | | | 26 | | |
| | | 4.30 p. | 0.39 | 2.62 | e 30 | | |
| | 6 » » | 6.30 a. | | | 50 | 8 | |
| | | 11.— a. | 0.035 | 2.655 | | | |
| | » » » | 12 m. | | | 25 | | |
| | | 4.— p. | 0.53 | 3.185 | | | |
| | | 4.30 p. | | | 50 | | |
| | | 6.30 p. | 0.010 | **3.195** | | | |
| 13 | 9 nov. 1883 | 6.30 p. | | | 27 | 6 | |
| | | 5.— p. | 1.05 | 1.05 | | | |
| | 10 » » | 6.30 a. | | | 29 | » | |
| | | 5.— p. | 1.25 | 2.30 | | | |
| | 12 » » | 6.30 a. | | | 32 | » | |
| | | 10.— a. | 0.17 | 2.47 | | | |
| | 8 genn. 1884 | 3.30 p. | | | 50 | 8 | Si lavora con argano da m. 8. |
| | | 5.— p. | 0.13 | 2.60 | | | |
| | 9 » » | 7.15 a. | | | 50 | | |
| | | 12 m. | 0.76 | 3.56 | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 13 | 8 marzo 1884 | 3.— p. | | 3.20 | 41 | 8 | Prima di riprendere il palo lo si svita ed alza per im mettervi il manicotto. |
| | | 4.— p. | 0.50 | | | | |
| | | 5.— p. | 0.30 | | | | |
| | | 4.— p. | 0.15 | 4.15 | | | |
| | 10 » » | 2.— p. | | | 32 | | |
| | | 3.— p. | 0.010 | | | | |
| | | 6.— p. | | 4.185 | | | |
| | 11 » » | 1.— p. | | | 36 | | Dalle 1 p. alle 6 p. il palo non scese che di 5 mm. Fu lasciato a m. 4,19. |
| | | 1.30 p. | 0.00 | | | | |
| | | 6.— p. | 0.005 | **4.190** | | | |
| 14 | 14 nov. 1883 | 9.— a. | | | 34 | 6 | |
| | | 10.— a. | 1.28 | | poi 48 | | |
| | | 11.— a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.15 | | | | |
| | | 1.— p. | | | | | |
| | | 2.— p. | 0.007 | | | | |
| | | 3.— p. | | | | | |
| | | 5.— p. | 0.070 | 1.507 | | | |
| | 15 » » | 6.45 a. | | | 48 | » | |
| | | 5.— p. | 0.380 | 1.887 | | | |
| | 16 » » | 7.— p. | | | 45 | | |
| | | 4.— p. | 0.012 | 1.899 | | | |
| | 3 genn. 1884 | 3.30 p. | | | 56 | 8 | Con argano da m. 8. |
| | | 5.— p. | 0.02 | 1.919 | | | |
| | 4 » » | 7.30 a. | | | 56 | | |
| | | 5.— p. | 0.260 | 2.179 | | | |
| | 5 » » | 7.15 a. | | | 56 | 8 | |
| | | 5.— p. | 0.28 | 2.459 | | | |
| | 6 » » | 7.15 a. | | | 52 | » | |
| | | 2.— p. | 0.160 | 2.619 | | | |
| | 7 » » | 7.30 a. | | | 55 | | |
| | | 5.— p. | 0.08 | **2.80** | e 49 | | |
| 15 | 28 nov. 1883 | 11.15 a. | | | 21 | 6 | |
| | | 2.— p. | 1.30 | 1.30 | | | |
| | 29 » » | 7.— a. | | | 42 | 6 | |
| | | 2.30 p. | 0.605 | 1.905 | | | |
| | 26 dicem. 1883 | 11.45 a. | | | 60 | 8 | |
| | | 4.30 p. | 0.230 | 2.135 | | | |

| N. del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 15 | 27 dicem. 1884 | 7.30 a. | | | 60 | » | |
| | | 4.30 p. | 0.15 | 2.285 | | | |
| | 28 » » | 7.30 a. | | | 60 | » | |
| | | 4.30 p. | 0.130 | 2.415 | | | |
| | 29 » » | 7.30 a. | | | 59 | » | |
| | | 4.30 p. | 0.052 | 2.467 | | | |
| | 30 » » | 7.30 a. | | | 58 | » | |
| | | 2.— p. | 0.033 | 2.500 | | | |
| | 31 » » | 7.30 a. | | | 59 | | |
| | | 4.30 p. | 0.10 | 2.60 | | | |
| | 2 genn. 1884 | 7.30 a. | | | 64 | | |
| | | 4.45 p. | 0.20 | 2.80 | | | |
| | 3 » » | 8.45 a. | | | 52 | » | |
| | | 1.30 p. | 0.16 | 2.96 | | | |
| | 10 » » | 7.15 a. | | | 48 | | |
| | | 5.— p. | 0.15 | 3.110 | | | |
| | 11 » » | 7.30 a. | | | 48 | | |
| | | 5.— p. | 0.235 | 3.345 | | | |
| | 12 genn. 1884 | 7.15 a. | | | 48 | | |
| | | 8.30 p. | | **3.360** | | | |
| 16 | 3 dicem. 1883 | 10.15 a. | | | 24 | 6 | Dalle 10.15 alle 11 si ebbero 1.19 m. d'affondamento; dalle 1.30 alle 3 p. m. 0.47; e dalle 4 alle 4.30 m. 0.03. |
| | | 4.30 p. | | 1.69 | | | |
| | 4 » » | 7.— a. | | | 37 | | |
| | | 4.30 p. | 0.10 | 1.79 | | | |
| | 5 » » | 7.— a. | | | 37 | | |
| | | 4.30 p. | 0.06 | 1.85 | | | |
| | 6 » » | 7.— a. | | | 40 | | |
| | | 7.45 p. | 0.22 | 2.07 | | | |
| | 7 » » | 4.— a. | | | 40 | | |
| | | 7.45 p. | 0.04 | 2.11 | | | |
| | 10 » » | 7.— a. | | | 41 | | |
| | | 11.30 p. | 0.02 | 2.13 | | | |
| | 11 » » | 7.— a. | | | 41- | | |
| | | 4.45 p. | 0.08 | 2.21 | 45 | | |
| | 12 » » | 7.— a. | | | | | |
| | | 4.30 p. | 0.03 | 2.24 | | | |
| | 13 » » | 7.15 a. | | | 41- | | |
| | | 4.30 p. | 0.03 | 2.27 | 45 | | |

ACCADEMIA DI AGRICOLTURA SCIENZE E LETTERE
VERONA

| N. del palo | Giorno d'infissione | Ora | Quantità d'infissione parziali | Quantità d'infissione totali | Numero degli operai | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | m. | |
| 16 | 14 dicem. 1884 | 7.15 a. | | | 46 | | |
| | | 4.30 p. | 0.02 | 2.29 | | | La misura diretta diede m. 2.40 d'infissione |
| | | | | 2.40 | | | |
| | 18 » » | 2.30 p. | | | 38 | 8 | Argano da m. 8. |
| | | 4.30 p. | 0.01 | 2.41 | a 46 | | |
| | 19 » » | 7.30 a. | | | | | |
| | | 4.45 p. | 0.025 | 2.435 | | | |
| | 20 » » | 7.15 a. | | | 47 | | |
| | | 4.45 p. | 0.035 | 2.47 | | | |
| | 21 » » | 7.30 a. | | | 46 | | |
| | | 4.30 p. | 0.09 | 2.560 | | | |
| | 22 » » | 7.30 a. | | | 60 | 8 | |
| | | 4.30 p. | 0.08 | 2.64 | | | |
| | 23 » » | 7.30 a. | | | 52 | » | |
| | | 2.— p. | 0.09 | 2.73 | e 47 | | |
| | 24 » » | 7.30 a. | | | 61 | » | |
| | | 4.30 p. | 0.20 | 2.93 | | | |
| | 26 » » | 7.— a. | | | 60 | » | |
| | | 10.— p. | 0.06 | 2.99 | | | |
| | 27 » » | 10.45 a. | | | 48 | 8 | |
| | | 5. – p. | 0.08 | **3.07** | | | |

Come fu detto, queste infissioni si riferiscono al fondo del fiume. Diamo qui di seguito un prospetto in cui sono riferite alla guardia normale al Ponte Alcardi.

Dalle osservazioni fatte risulterebbe che la guardia normale al Ponte Alcardi sarebbe a m. 0,35 sopra l'asse del traversone orizzontale di collegamento dei pali.

| | N° del palo | Profondità di infissione nel fondo | Profondità del fondo sotto la guardia normale | Profondità di infissione sotto la guardia normale |
|---|---|---|---|---|
| 1ª stillata a sinistra | 1 (monte) | 3.775 | 2.450 | 6.225 |
| | 2 | 5.890 | 2.58 | 8.470 |
| | 3 | 4.32 | 2.65 | 6.970 |
| | 4 (valle) | 3.435 | 2.63 | 6.065 |
| | 5 | 2.316 | 3.090 | 5.406 |
| | 6 | 3.09 | 3.140 | 6.230 |
| | 7 | 3.02 | 3.090 | 6.110 |
| | 8 | 3.27 | 3.09 | 6.36 |
| | 9 | 4.870 | 3.070 | 7.940 |
| | 10 | 4.510 | 2.970 | 7.480 |
| | 11 | 2.850 | 2.970 | 5.820 |
| | 12 | 3.195 | 3.000 | 6.195 |
| | 13 | 4.19 | 2.520 | 6.710 |
| | 14 | 2.800 | 2.520 | 5.320 |
| | 15 | 3.36 | 2.47 | 5.830 |
| | 16 | 3.06 | 2.37 | 5.430 |

*Partiacqua a rinforzo delle stillate.* — Per maggiormente rinforzare le stillate si stabilì, come fu detto, di aggiungere a monte di ognuna di esse un nuovo palo o partiacqua, avente un'elica più snella e sottile (passo 0.40) onde più facilmente poter internarla nel fondo. Si allungò inoltre e assottigliò la punta che è sempre d'acciaio.

Questi nuovi pali verranno infissi prossimamente. Essi saranno collegati agli altri delle stillate rispettive con appositi collari in ferro, che si mettono sotto il livello degli attuali collegamenti. Con ciò si ottiene di far sì che anch'essi resistano con tutto il resto, solidariamente.

L'elica essendo assai stretta e con ali pochissimo sporgenti possono all'occorrenza senza pericolo battersi col martino.

*Condizione contrattuale del rifiuto dei pali.* — I pali doveano essere del diametro di 0,185 e avere un'elica del diam. di 0.80.

Nel Capitolato è detto:

« L'approfondamento dei medesimi si farà per torsione mediante argano ad 8 manubrii, collegati fra loro, applicando in principio lo sforzo di n. 3 uomini per manubrio, i quali agiscano alla loro estremità.

« L'approfondamento dovrà spingersi sino al limite di rifiuto, cioè fino al punto oltre il quale il palo comincierebbe a deformarsi per torsione ».

« Tale limite si giudicherà raggiunto se con lo sforzo di 50 uomini si abbia un approfondamento non maggiore di mm. uno e mezzo per 2 volate di 70 colpi l'una; e ciò dopo una serie di colpi pei quali il palo non sia disceso che a qualche millimetro.

« Nel caso che dopo un facile approfondamento il palo restasse fermo al detto rifiuto con le due volate, si ripeterà la prova per 3 volte. Nel caso si verificasse per tal guisa l'esistenza d'un ostacolo eccezionale, le parti andranno d'accordo sui provvedimenti da prendersi, non escluso il caso di dover sostituire all'elica dei cuspidi d'acciaio per rompere l'ostacolo, battendo il palo, e riprendere poi l'infissione coll'elica mediante torsione.

« In qualunque caso il palo non potrà essere abbandonato senza un ordine in iscritto della Dirigenza. Nel caso che l'infissione dei pali oltrepassi i 3 metri sotto il letto del fiume, sarà compensata all'Impresa la spesa per il maggior lavoro necessario, che sarà controllata dall'Amministrazione appaltante ».

In questa condizione del rifiuto non è precisato il diametro dell'argano. Ecco come fu determinato:

Detta F la forza totale applicata all'estremo dei manubrii e $b$ il braccio dei medesimi o semidiametro dell'argano ed M il momento di torsione si ha

$$M = F\,b$$

Diciamo $k_r$ il carico di sicurezza per la recisione

$$k_r = \frac{4}{5}\,k = \frac{4}{5} \times 6 = 4.8 \text{ Ch. per mm. q.}$$

Per una sezione di palo circolare di diametro $d$ si deve avere per la sicurezza:

$$M = 0.1963\ d^3\ k_r$$

Detto $f$ lo sforzo che un uomo fa all'estremo della manovella si ha

$$F = nf$$

Se

$$d = 0.180,$$

con un argano del diametro $d = 2b = 6.30$ m., assumendo $f = 30$ Ch. si ha

$$M = 5496 \text{ Ch.}$$

$$n = \frac{1745}{30} = 58 \text{ uomini.}$$

E inversamente se $n = 50$

$$d = \frac{2 \times 5496}{30 \times 50} = 7.30 \text{ m.}$$

Per arrivare al limite di torsione conviene assumere

$$K_r = \frac{4}{5} \times 15 = 12 \text{ Ch.}$$

In tal caso

$$M = 13740 \text{ Ch.}$$

Coll'argano di m. 6.30 si ha un numero di operai occorrente

$$n = \frac{13740}{30 \times 3.15} = 145$$

Con quello di 8 m.

$$n = \frac{13740}{30 \times 4} = 114$$

Il diametro che corrisponde a 50 uomini è

$$d = \frac{2 \times 13740}{30 \times 50} = 9.10$$

Viste le quali condizioni, si provvide quindi un argano di 8 metri di diametro.

### Avanzi del vecchio ponte.

Come fu detto, a m. 1.77 circa di profondità nel fondo attuale si trovò un palo del vecchio ponte. Apparteneva alla terza stillata a partire dalla riva sinistra, la quale fu scalzata durante la piena.

Durante il lavoro del nuovo ponte, si utilizzò l'argano per estrarre i 2 pali della 4ª stillata del ponte caduto.

In questa occasione si verificò che uno di essi era lungo m. 3,70 compresa l'elica, e si trovò

per m. 0,60 sormontante l'acqua
» » 1,30 altezza d'acqua
» » 1,80 infisso nel fondo

Totale m. 3,70

L'altro palo avea l'elica 0,20 m. più lunga, ed era infisso per m. 1,95.

Ora dal Prospetto che si pubblica nella Nota I risulterebbe invece che i pali di questa stillata erano infissi per m. 3,22 e 2,64.

Altro palo venne estratto quando si ripescò il ponte caduto. La sua infissione era di m. 2,80 circa.

Dei pali del vecchio ponte n. 3 furono dunque estratti; altri 2 (della stillata terza) furono scalzati e sparirono; n. 3 rimasero infissi nel fondo e si fecero tagliare sott'acqua.

### Prezzi.

I lavori formanti base dell'appalto si compensavano a L. 0.485 il chilogr., sia pel ferro, ghisa, piombo, ecc.

Essendosi più tardi aggiunti i marciapiedi esterni al ponte, si convenne al prezzo di L. 0,60 al Ch. pel ferro dei detti marciapiedi, e di L. 0.85 pel parapetto.

**Dati di spesa e costo.**

Il peso del ponte risulta dal quadro seguente:

A. Travata metallica.

| | Ch. | | 0/0 |
|---|---|---|---|
| 1. Travi principali: Longoni | 30364.50 | | 20.00 % |
| Traliccio | 16140.00 | | 10.50 |
| Somma | | 46504.50 | 30.5 % |
| 2. Traverse . . . . . | | 26812.0 | 17.50 » |
| 3. Zorès (Peso 15 e 12.5 Ch.) | 36518.40 | | |
| Collegamenti | 7904.50 | | |
| | | 44422.90 | 29.0 » |
| 4. Paraghiaia . . . . . | | 4430.00 | 3.0 » |
| 5. Controventi. . . . . | | 3750.0 | 2.5 » |
| 6. Marciapiedi esterni e mensole | | 17988.20 | 11.70 » |
| 7. Parapetto . . . . . | | 8878.57 | 5.8 » |
| | | 152786.17 | 100.0 % |

B. Stillate N. 4.

| | |
|---|---|
| Colonne, eliche e manicotti | 39113.00 |
| Armature, collegamenti. . | 11131.05 |
| Capitelli, chiodi, ecc. . . | 3908.50 |
| Ch. | 54152.55 |
| Partiacqua | 7015.00 |
| | 61167.55 |

**Scandagli della sezione d'Adige in corrispondenza al ponte e natura del fondo.** (V. Tavola XXI).

La sezione d'Adige in corrispondenza al ponte Aleardi fu rilevata quando fu redatto il primitivo progetto nel 2 agosto 1877. Poi ancora nel dicembre 1882 poco dopo cessata la piena. Si danno queste due sezioni nella Tavola XXI. Dalle medesime risulta che il fondo si è escavato in questa località. L'escavo massimo è di circa m. 0.80.

*Natura del fondo.* — Nell'occasione che si fece l'estrazione dell'elica del palo n. 11 si potè verificare che sino a m. 2.00 circa di profondità il fondo era costituito prima di ciottoli e sabbia sino ad oltre 1 metro; si trovò quindi ghiaia sempre più compatta ed eguale; tanto che verso i due metri si presentava così dura allo scavo che il piccone

faceva fuoco. Era però sempre ghiaia netta e pura, benchè, come fu detto, compattissima.

### Prove di resistenza e calcolo del valore del coefficiente di elasticità E.

Prima di offrire i risultati delle prove di resistenza, diamo il calcolo della inflessione teorica ammesso un valore di E = 14 miliardi, che è quello del Contratto di concessione.

Dati generali:

Luci intermedie $l = 20$ m.
Luci estreme $l = 16.80$ m.
Sopraccarico a m. l. $p = 3600$ Ch.

*Travate estreme. Flessione.*

| | |
|---|---|
| $a_1 = 4.80$ m. | $I_1 = 0.016052$ |
| $a_2 = \frac{l}{2} = 8.40$ | $I_2 = 0.020710$ |
| $a_3 = 8.80$ m. | $I_3 = 0.020710$ |
| $a_4 = 14.80$ m. | $I_4 = 0.016052$ |
| $a_5 = 15.30$ | $I_5 = 0.020710$ |
| $a_6 = 15.80$ | $I_6 = 0.025432$ |
| $a_7 = l = 16.80$ | $I_7 = 0.030220$ |

*Travate estreme. Sforzi di taglio.*

| | |
|---|---|
| $b_1 = 3.80$ m. | $G_1 = 0.0065$ |
| $b_2 = 6.80$ | $G_2 = 0.0065$ |
| $b_3 = \frac{l}{2} = 8.40$ | $G_3 = 0.0083$ |
| $b_4 = 9.80$ | $G_4 = 0.0083$ |
| $b_5 = 13.80$ | $G_5 = 0.0065$ |
| $b_6 = l = 16.80$ | $G_6 = 0.0083$ |

| | |
|---|---|
| $\omega_1 = 0.001582$ | $I_1 = 0.016052$ |
| $\omega_2 = 0.001582$ | $I_2 = 0.016052$ |
| $\omega_3 = 0.002112$ | $I_3 = 0.020710$ |
| $\omega_4 = 0.002112$ | $I_4 = 0.020710$ |
| $\omega_5 = 0.001582$ | $I_5 = 0.016052$ |
| $\omega_6 = 0.002112$ | $I_6 = 0.020710$ |

*Travate intermedie. Flessione.*

$a_1 = 1.00$ m. $\quad I_1 = 0.030220$
$a_2 = 1.50$ m. $\quad I_2 = 0.025432$
$a_3 = 2.00 \quad I_3 = 0.020710$
$a_4 = 8.00 \quad I_4 = 0.016052$
$a_5 = \frac{l}{2} = 10$ m. $\quad I_5 = 0.020710$

*Travate intermedie. Sforzi di taglio.*

$b_1 = 3.00 \quad I_1 = 0.020710$
$b_2 = 7.00 \quad I_2 = 0.016052$
$b_3 = 0.00 \quad I_3 = 0.020710$

$\omega_1 = 0.002112 \quad G_1 = 0.0083$
$\omega_2 = 0.001582 \quad G_2 = 0.0065$
$\omega_3 = 0.000791 \quad G_3 = 0.0083$

$d = 1.00$ m.

Coi precedenti valori si trova:

*Prima ipotesi. Sopraccarico sulla sola prima travata. Prima travata.*

Freccia dovuta alla flessione

$$M_0 = 0$$
$$M_1 = 30060 \text{ Ch.}$$
$$f_d' = \frac{75114720}{14 \times 10^9} = 0.00550$$

Freccia dovuta agli sforzi di taglio

$$f_e'' = \frac{20807000}{14 \times 10^9} = 0.00150$$

Totale quindi

$$f = 0.0070 \text{ m.}$$

*Seconda ipotesi. Sopraccarico sulla sola travata seconda. Travata seconda.*

Freccia dovuta alla flessione

$M_0 = 38020$ Ch. $\quad M_1 = 37120$ Ch.

$$f_d' = \frac{107360000}{14 \times 10^9} = 0.0077$$

Freccia dovuta agli sforzi di taglio

$$f_e'' = \frac{31475700}{14 \times 10^9} = 0.0023$$

Totale quindi

$$f = 0.0100 \text{ m}$$

*Terza ipotesi. Sopraccarico sulla sola terza travata.*
*Terza travata.*

$$M_0 = 37356 \text{ Ch.}$$
$$M_1 = 37356 \text{ Ch.}$$

Freccia elastica dovuta alla flessione

$$f_e' = \frac{107955000}{14 \times 10^9} = 0.0077$$

Freccia elastica dovuta agli sforzi di taglio

$$f_e'' = \frac{31500000}{14 \times 10^9} = 0.0023$$

Totale quindi freccia elastica

$$f = 0.010 \text{ m.}$$

Volendo ora ricavare i valori di E corrispondenti ai risultati effettivi delle prove si hanno le formole seguenti:

*Ipotesi della sola seconda travata carica.*

$$M_0 = 38020 \text{ Ch.} \qquad p_2 = 1800 \text{ Ch.}$$
$$M_1 = 37120 \qquad f = 0.0055 \text{ m.}$$

$$E = \frac{107\,361\,000 + 31\,476\,000}{0.0055} = 19.51 + 5.74 = 25.25 \times 10^9$$

*Ipotesi delle travate seconda e quarta cariche* (simmetriche).
*Seconda travata.*

$$M_0 = 40730 \text{ Ch.} \qquad M_1 = 27154 \text{ Ch.}$$
$$p = 1800 \text{ Ch.} \qquad f = 0.0065 \text{ mm. (max.)}$$

$$E = \frac{117\,604\,000 + 31\,476\,000}{0.0065} = 18.10 + 4.80 = 22.90 \times 10^9$$

La quarta travata è simmetrica alla seconda.
Diamo ora i risultati delle prove di resistenza.

### Prove del ponte.

Le prove di stabilità del Ponte Aleardi si fecero nei giorni 29, 30 e 31 ottobre 1884.

*Prove statiche.* — Le prove statiche si fecero distribuendo sul ponte un carico di ghiaia di 400 ch. a metro quadrato, il che equivaleva a 3600 ch. a m. lin. Si caricò il giorno 28 ottobre prima la seconda travata sola e si lasciò insistere il carico per 3 ore; poi si caricò anche la quarta, contemporaneamente; e il carico così completo sulla seconda e quarta travata, si lasciò insistere per oltre due ore. Dopo di questa prova si scaricò il ponte: e si osservò la inflessione permanente. Il giorno successivo si caricarono contemporaneamente le travate seconda, terza e quinta.

Nella terza prova il carico durò 16 ore consecutive. I risultati ottenuti per le inflessioni sono registrati nel quadro seguente:

PONTE

*Risultati delle prove statiche fatte*

| Numero progressivo | INDICAZIONE DELLA PROVA | INDICAZIONE DELLA CAMPATA | | Inflessioni totali nelle mezzarie | Abbassamento delle stillate Appoggio destro | Abbassamento delle stillate Appoggio sinistro |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ª prova | Carico sulla sola 2ª campata | 2ª campata | monte | 5.5 | 0 | 0 |
| | | | valle | 5.5 | 0 | 0 |
| 2ª prova | Carico sulla 2ª e 4ª campata | 2ª campata | monte | 7 | 0 | 1 |
| | | | valle | 7 | 0.7 | 1 |
| | | 4ª campata | monte | 5.5 | 0 | 0 |
| | | | valle | 5 | 1 | 0 |
| 3ª prova | Carico sulla 1ª, 3ª e 4ª campata (ossia 2ª, 3ª e 5ª) | 1ª campata | monte | 5 | 2 | 1.5 |
| | | | valle | 5 | 2 | 2 |
| | | 3ª campata | monte | 5.5 | 1.5 | 1.5 |
| | | | valle | 5 | 2 | 2 |
| | | 4ª campata | monte | 3.5 | 1.5 | 0 |
| | | | valle | 4.5 | 1.0 | 0 |

ALEARDI

*nei giorni* 28, 29, 30 *ottobre* 1884.

| Inflessioni della trave | | | *OSSERVAZIONI* |
|---|---|---|---|
| totale | elastica | permanente | |
| 5.5 | 5.5 | 0 | Il carico incominciato alla mattina, ore 11, era completo al mezzodì, e alle 4 pom. vennero fatte le osservazioni. Non si verificarono abbassamenti sulle stillate. |
| 5.5 | 5.5 | 0 | |
| 6.5 | 6.5 | 0 | Il carico sostò sulle travi circa tre ore. Si verificò un abbassamento sulle stillate che viene dedotto dalla totale inflessione nella mezzaria. |
| 6.1 | 6.1 | 0 | |
| 5.5 | 5.5 | 0 | |
| 4.5 | 4.5 | 0 | |
| 3.2 | 3.2 | 0 | Il carico incominciato alle ore 3 pom. era completo alle 10 pom. dello stesso giorno, sostando fino alle 8 ant. del giorno successivo, ora in cui si fecero le osservazioni. |
| 3 | 3 | 0 | |
| 4 | 4 | 0 | |
| 3.0 | 3.0 | 0 | Anche in questa prova si ebbero abbassamenti sulle stillate, che si detrassero dalle inflessioni totali. |
| 2.80 | 2.80 | 0 | |
| 4.0 | 4.0 | 0 | |

Avvertenza.

Le campate sono contate a partire dalla spalla destra del Pallone. Di conseguenza l'appoggio destro di ogni campata che si considera è rispettivamente quella verso la sponda destra.

Nella terza prova si applicarono sulle travi principali sull'appoggio tra la seconda e terza travata 4 micrometri moltiplicatori dell'ing. Castigliano. Detti micrometri hanno la graduazione su cui scorre l'indice nella quale per E = 20 miliardi, ogni millimetro risponde ad un chilogramma di sforzo. I risultati avuti dopo le 16 ore di durata del carico sono:

| | |
|---|---|
| Ch. 3.70 | Ch. 2.40 |
| » 3.00 | » 1.30 |

Come vedesi i tre primi valori vanno d'accordo con sufficiente approssimazione. Il micrometro che diede 3.70 ch. lasciò qualche dubbio se veramente funzionasse regolarmente. In ogni modo, volendo anche introdurlo nei risultati si ha una media probabile di

$$\frac{3.70 + 2.40 + 3.00}{3} = 3.03 \text{ ch.}$$

valore che corrisponde con uno dei tre osservati. Ammesso anche il valore dei 20 miliardi per E, e considerato che il rapporto tra il sopraccarico e il peso permanente è di $\frac{3600}{3400}$, si ha un valore totale dello sforzo

$$\frac{7000 \times 3.03}{3600} = 5.89 \text{ ch. per mm. q.}$$

valore che corrisponde con moltissima approssimazione a quello di **5.84** ch. desunto nei calcoli.

*Prove dinamiche.* — Le prove dinamiche si fecero con 2 carri a 2 ruote del peso ciascuno di 6 tonnellate; trainati, l'uno da un cavallo e 4 buoi e l'altro da 1 cavallo e 6 buoi. Il carico mobile complessivo era quindi di circa 18 tonnellate. Si fecero le 5 prove seguenti:

1ª prova. Passaggio dei due carri l'uno dietro l'altro.

2ª prova. Passaggio di un solo carro da 6 tonn. tirato da 1 cavallo e da 4 buoi.

3ª prova. Passaggio dei due carri da 6 tonn. simultaneo, ma in senso inverso.

4ª prova. Ritorno di un carro.

5ª prova. Passaggio di due carri nel medesimo senso. In questa prova i carri si fecero stazionare successivamente sopra quattro travi trasversali.

Durante il passaggio dei carichi si rilevarono i diagrammi delle oscillazioni tanto orizzontali che verticali del ponte, i quali sono dati in apposita Tavola X. Si rileva dai medesimi come le oscillazioni sieno state tenuissime: quelle orizzontali arrivarono appena ad 1 millimetro, e quelle verticali ad 1 1|2 mm. Risultati analoghi si ebbero cogli apparecchi scriventi applicati ai ferri del traliccio. Si prese anche un diagramma dell'inflessione delle travi trasversali.

Si presero pure cogli apparecchi a tavoletta fissa i diagrammi delle oscillazioni dei ferri del traliccio, a metà altezza delle travi principali. Si vede da questi diagrammi come siasi verificato il diagramma in forma di rombo; ma è tenuissimo lo spostamento in senso orizzontale, e tenuissime sono pure le oscillazioni propriamente dette sia orizzontali che verticali. Si ricorda, a spiegare la generazione di tale diagramma in forma di rombo, che i longoni superiori delle travi principali sono collegati alle travi trasversali col mezzo di montanti inclinati.

La semplice ispezione di questi diagrammi dà di per sè un'idea della rigidità di questa travatura.

# NOTE

## Nota I.

**Processo verbale dei riconoscimenti sull'andamento dei pali delle stillate del ponte sull'Adige al Pallone**
(*caduto il 17 settembre 1882*).

Si premette che per quanto è fissato dal Capitolato per la costruzione dei lavori del ponte suddetto, l'affondamento dei pali non può essere abbandonato se non d'accordo fra la Società e la Dirigenza del lavoro, accordo da affermarsi in apposito verbale.

Perciò, per ognuno degli otto pali, dietro avviso dell'Impresa di avere raggiunto un affondamento ch'essa riteneva sufficiente, la Commissione si portò sopraluogo ed ebbe a verificare i fatti seguenti:

Ogni palo ha un diametro di centimetri 18, l'elica un diametro di cent. 65, la lunghezza complessiva del palo e dell'elica uniti è di m. 6,75, eccetto due che furono trovati alquanto più lunghi, cioè uno m. 7 e l'altro 6,90.

La manovra di affondamento consiste nel far ruotare il palo sul suo asse a mezzo di manovelle del braccio utile medio di m. 1,80 tirate da vericelli eguali aventi il diametro dei fusi, compresi gli strati di fune avvolta cent. 30 ed il rapporto fra la velocità angolare dei detti fusi, e quella delle manovelle di 1 : 15,50.

Detti vericelli, talora in numero di due e talora di tre, vennero in ogni esperimento manovrati sempre da n. 6 uomini complessivamente.

Contemporaneamente allo sforzo di trazione massima esercitato sui travi applicati al palo, viene sul medesimo a cadere il maglio d'una berta a scatto, col peso di chilogrammi 550 e colla caduta media di m. 2,00, ed è sotto il colpo del maglio che il palo fa un piccolo angolo di rotazione e si affonda.

Nei vari esperimenti vennero dati da n. 8 a 10 colpi, e l'affondamento si trovò al massimo di un millimetro per colpo, per lo più non arrivava al 1|2 millimetro.

I dati da cui venne per ogni palo desunto il suo approfondamento sotto il letto del fiume, nonchè le date dei rilievi, sono raccolti nel Prospetto unito al Tipo esplicativo, nel quale $h$ rappresenta l'altezza dell'acqua sul fondo del fiume; $h'$ la prevalenza trovata al momento del rilievo della testa del palo sovra il pelo d'acqua; ed $h''$ la lunghezza della parte del palo infissa nel terreno.

In seguito a ciò, visti i vari approfondamenti ottenuti; vista la resistenza di ciascun palo all'ulteriore affondamento; viste le condizioni dell'alveo in quella località, ove da rilievi fatti in epoche lontane il fondo si mostra pressochè inalterato, la Commissione d'accordo coll'Impresa ritiene sufficienti gli approfondamenti raggiunti.

Fatto, letto, chiuso e confermato, le parti si sottoscrivono.

Verona, li 25 ottobre 1878.

(*Seguono le firme*).

| N° delle pile contate dalla destra del Fiume | SOPRACORRENTE | | | | | | | | | SOTTOCORRENTE | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DATA | | $h$ | | $h'$ | | $h''$ | | | DATA | | $h$ | | $h'$ | | $h''$ | | |
| | giorno mese | anno | | | | | | | | giorno mese | anno | | | | | | | |
| IV Pila | 4/6 | 1878 | 2 | 46 | 1 | 33 | 3 | 21 | | 22/9 | 1878 | 2 | 68 | 0 | 90 | 3 | 17 | |
| III » | 11/7 | » | 3 | 20 | 0 | 25 | 3 | 30 | | 11/7 | » | 3 | 30 | 0 | 35 | 3 | 10 | |
| II » | 19/7 | » | 2 | 75 | 0 | 78 | 3 | 22 | | 8/9 | » | 2 | 18 | 2 | 08 | 2 | 64 | |
| I » | 15/8 | » | 2 | 30 | 1 | 85 | 2 | 75 | | 26/8 | » | 2 | 20 | 0 | 60 | 3 | 95 | |

## Nota II.

### Cenni sul caduto Ponte Aleardi.

Vogliamo accennare ad una circostanza singolarissima del caduto Ponte Aleardi: esso subiva cioè delle continue e intense oscillazioni non solo nel senso orizzontale trasversale, ma anche nel senso longitudinale. Queste ultime si vedevano e rilevavano benissimo alle

estremità delle travi, sulle testate. Crediamo che ciò provenisse dalle cause seguenti principalmente:

*a*) Dal numero insufficiente, e dalla altrettanto insufficiente infissione dei pali delle stillate;

*b*) Dalla circostanza che le travi principali erano semplicemente appoggiate, e non fissate solidamente sulle teste delle colonne;

*c*) Dalla mancanza di controventi diagonali.

Non ultima circostanza doveva essere la soverchia esilità e poca altezza delle travi trasversali. Infatti le dette travi erano in origine composte di un' anima di 500-6 mm. e di quattro cantonali di 60-60-6 mm.

Il momento resistente della sezione era di soli 4751 Ch.

Il travicello avea la luce di m. 5,50 e doveva, pel contratto di concessione resistere al carico di 2 carri a 2 ruote, pesanti 6000 Ch. ciascuno. Supposto l'interasse delle ruote di 1,50 m., e la distanza tra le due ruote più vicine dei 2 carri di m. 1,20, si avrebbe un momento massimo M = 8400 dovuto ai pesi.

Il carico permanente poi, secondo il primo progetto, dava un valore di

$$M = \frac{pl^2}{8} = 1138$$

In totale

$$M = 9538$$

e il coefficiente di resistenza secondo le dimensioni primitive

$$R = \frac{9538 \times 0{,}25}{0{,}000198} = 12{,}05 \text{ Ch. per mm. q.}$$

Questi travicelli furono poi rinforzati quando si stabilì di mettere i zorès, ed il nuovo valore di $\frac{I}{Z}$ diventò

$$\frac{I}{z} = 0{,}001464 .$$

e quindi essendo coi zorès e la ghiaia

$$M = 10262 \text{ Ch.}$$

si ebbe

$$R = 7{,}10 \text{ Ch. per mm. q.}$$

Convien notare poi che il rinforzo diminuì il lavoro delle traverse, ma non diede loro la necessaria rigidità.

E si noti ancora che nella sezione di mezzo, quasi vi fosse un eccesso di resistenza, si era praticato un foro di 0,30 m. pel passaggio del tubo del gas.

*Calcoli di resistenza delle travi principali del primitivo progetto.* — Le ipotesi che si fanno in questi calcoli per dedurre i massimi sforzi per le travi principali sono le seguenti (V. Progetto in data 13 agosto 1877):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª | Ipotesi | — | Sopraccarico | sulla sola | 1ª campata. |
| 2ª | » | — | » | » sola | 2ª » |
| 3ª | » | — | » | » sola | 3ª » |
| 4ª | » | — | » | » | 1ª, 2ª e 4ª » |
| 5ª | » | — | » | » | 2ª, 3ª e 4ª » |

Notiamo che non è fatta l'ipotesi della 1ª e 3ª campata sopraccaricata, la quale darebbe un massimo momento di flessione intermedio maggiore che nelle altre. È vero però che una tale distribuzione discontinua di carichi praticamente non si ammette.

*Risultati delle prove.* — In un Verbale delle prove di resistenza in data 28 e 29 ottobre 1879 è detto:

« *Le flessioni riscontrate sono di mm. 5 per le due travate della prima campata a destra avente la luce di m. 16,80, e di mm. 7 per le travate della campata mediana, mentre applicando le formole di Clapeyron col valore di 14 miliardi per il modulo di elasticità, a seconda dell'articolo 9 del Capitolato, si avrebbero per la prima campata mm. 7,80 di freccia e per la mediana mm. 11,30.*

« *Levato il sopracarico, le travate tornarono al loro posto esattamente, locchè è prova evidente della diligenza nella costruzione* ».

Ora abbiamo voluto ricercare, in base alle dimensioni di progetto, quale era veramente l'indicata freccia teorica; ed ecco il risultato del calcolo.

Dati generali:

| | |
|---|---|
| Luci esterne n. 2 . . . . . | m. 16,80 |
| Luci intermedie n. 3 . . . . . | m. 20,00 |
| Larghezza del ponte . . . . . | m. 5,50 |
| Larghezza dei due marciapiedi esterni . | m. 2,80 |
| Sopraccarico a m. l. . . . . | Ch. 3320 |

*Travate estreme — Flessione.*

Momenti di flessione $p = 1660$ Ch.
1° appoggio $M_0 = 0$
2° appoggio $M_1 = 27720$

$$a_1 = \frac{l}{2} = 8{,}40 \text{ m.} \qquad I_1 = 0{,}011232$$

$a_2 = 15{,}30$ m. $\quad I_2 = 0{,}011232$
$a_3 = 16{,}10$ m. $\quad I_3 = 0{,}014531$
$a_4 = l = 16{,}80$ m. $\quad I_4 = 0{,}017833$

La sezione delle travi principali è costituita da due anime di 240-8, da 4 cantonali di 80-80-8 e da piattabande di 260-6, le quali sulle

pile sono in numero di tre. La prima piattabanda corre su tutta la larghezza della campata, e si fa bastare da sola a compensare tutti i momenti massimi intermedii.

Coi dati precedenti si ottiene la freccia dovuta alla flessione

$$f_e = \frac{110\,040\,000}{14 \times 10^9} = 0{,}007{,}860 \text{ m.}$$

*Travate estreme — Sforzi di taglio.* — Si ha:

| | |
|---|---|
| $b_1 = 3{,}60$ m. | $\omega_1 = 0{,}001279$ |
| $b_2 = \frac{l}{2} = 8{,}40$ m. | $\omega_2 = 0{,}000786$ |
| $b_3 = 10{,}00$ m. | $\omega_3 = 0{,}000786$ |
| $b_4 = 13{,}80$ m. | $\omega_4 = 0{,}001279$ |
| $b_5 = l = 16{,}80$ m. | $\omega_5 = 0{,}001710$ |

I ferri del traliccio del primo tipo sono costituiti da ferri piatti di 130-12 mm., e da ferri ad L di 110-70-11: quelli del secondo da ferri piatti di 110-10 e da ferri ad L di 110-70-8 1|2; quelli del terzo tipo da ferri piatti di 80-8 e da ferri ad L di 60-80-7. Questi ferri sono contati a partire dalle pile.

Si ha inoltre:

| | |
|---|---|
| $I_1 = 0{,}011232$ | $G_1 = 0{,}005740$ |
| $I_2 =$ id. | $G_2 =$ id. |
| $I_3 =$ id. | $G_3 =$ id. |
| $I_4 =$ id. | $G_4 =$ id. |
| $I_5 = 0{,}014531$ | $G_5 = 0{,}007340$ |

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = 0{,}658$$
$$A_5 = 0{,}505.$$

Coi quali dati si ricava la parte di freccia dovuta agli sforzi di taglio

$$f_e'' = \frac{30\,060\,000}{14 \times 10^9} = 0{,}002\,2$$

*Riassunto.*

In totale si ha

$$f = 0{,}010$$

Il valore di E corrispondente alla freccia ottenuta alle prove sarebbe

$$E = \frac{140\,100\,000}{0{,}005} = 28{,}02 \times 10^9$$

*Travate intermedie (centrale).*

*Flessione.* — Si hanno i momenti di flessione sui due appoggi consecutivi, essendo

$$l = 20{,}00 \text{ m.} \qquad p = 1660 \text{ Ch.}$$
$$M_0 = M_1 = 34451 \text{ Ch.}$$

Inoltre

$$a_1 = 0{,}70 \text{ m.} \qquad I_1 = 0{,}017873$$
$$a_2 = 1{,}50 \text{ m.} \qquad I_2 = 0{,}014531$$
$$a_3 = \frac{l}{2} = 10 \text{ m.} \qquad I_3 = 0{,}011232$$

La prima sezione ha 3 piattabande, la seconda ne ha 2, la terza ne ha una.

Con questi valori si ha

$$f_e' = \frac{155\,400\,000}{14 \times 10^9} = 0{,}0111.$$

*Sforzi di taglio.*

Si ha:

$$b_1 = 3{,}00 \text{ m.} \qquad d = 0{,}91$$
$$b_2 = 6{,}80 \text{ m.}$$
$$b_3 = \frac{l}{2} = 10 \text{ m.}$$
$$\omega_1 = 0{,}001710 \qquad I_1 = 0{,}014531$$
$$\omega_2 = 0{,}001279 \qquad I_2 = 0{,}011232$$
$$\omega_3 = 0{,}000785 \qquad I_3 = 0{,}011232$$
$$G_1 = 0{,}00784 \qquad A_1 = 0{,}650$$
$$G_2 = 0{,}00574 \qquad A_2 = 0{,}658$$
$$G_3 = \text{id.} \qquad A_3 = \text{id.}$$

Coi quali dati si deduce la parte di freccia dovuta agli sforzi di taglio

$$f_e'' = \frac{39\,800\,000}{14 \times 10^9} = 0{,}0028.$$

*Riassunto.* — La freccia totale teorica sarebbe dunque in base al coefficiente E di 14 miliardi

$$f = 0{,}0139 \text{ m.}$$

Il valore di E corrispondente alla inflessione totale effettiva sarebbe

$$E = \frac{194\,600\,000}{0{,}007} = 27{,}9 \times 10^9.$$

*Conclusioni.* — Questi valori sono evidentemente esagerati: ma forse ciò dipende dalla imperfezione degli stromenti con cui si rilevarono le inflessioni.

*Dati di peso.*

Ferro.

| | |
|---|---|
| Travi longitudinali (col traliccio) . . | 37,700 |
| Travi traversali . . . . . | 16,500 |
| | 54,200 |
| Parapetto . . . . . | 6,800 |
| | 61,000 |
| Rinforzi alle traverse o diverse . . . | 28,950 |
| Zorès . . . . . | 26,300 |
| Totale ferro | 116,250 |

Il carico corrispondente di Ch.

$$\frac{116\,250}{95{,}60} = 1216 \text{ Ch. a m.c.}$$

risulta anche da una Relazione 31 dicembre 1881 presentata alla Società sulla possibilità del passaggio del tram a vapore sul ponte.

Ghisa.

| | |
|---|---|
| Modiglioni dei camminapiedi . . . . | 10,400 Ch. |
| Colonne pei fanali . . . . . | 2,040 |
| Piastre d'appoggio e rulli n. 12 . . | 1,400 |
| Totale ghisa | 13,840 |

Stillate.

| | |
|---|---|
| N. 2 colonne piene . . . . . | 5,200 Ch. |
| N. 2 eliche. . . . . | 600 |
| Manicotti n. 2. . . . . | 520 |
| Capitelli. . . . . | 920 |
| Travicello traversale in ghisa. . . . | 500 |
| Crociere in ferro . . . . . | 330 |
| Attacchi e placche . . . . . | 490 |
| Totale | 8,560 Ch. |

e per n. 4 stillate

$$8560 \times 4 = 34{,}240.$$

Riassunto:

| | |
|---|---|
| Travatura metallica . . . . . | 116,250 |
| Appoggi, parapetti, ecc. . . . . | 13,840 |
| Stillate . . . . . | 34,240 |
| Totale peso | **164,330** Ch. |

Avvertesi che i paraghiaia e il pavimento dei camminapiedi erano in legno.

La lunghezza totale del ponte era di m. **95,60.**

Il nuovo ponte, più largo e con stillate di più che doppia resistenza, e con marciapiedi metallici, pesa Ch. 213 950.

## Nota III.

A proposito delle prove di resistenza è avvenuto un fatto abbastanza strano, e che val la pena di esser ricordato.

Le prove si fecero due volte. La seconda volta (e furono le definitive, poichè in segnito ad esse si concesse l'apertura del ponte al pubblico servizio) nei giorni 28-30 ottobre 1884; la prima volta nei giorni 23 a 27 luglio d. a.

Abbiamo visto di sopra quali eccellenti risultati diedero le ultime. Non così era avvenuto nelle prime; e il fatto strano sta in ciò che colle *medesime travi principali del ponte* e coll'applicazione dei medesimi sopraccarichi si ottennero nelle due prove suddette risultati completamente diversi.

Ecco la tabella delle inflessioni ottenute nelle prime:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3ª travata carica . . . | inflessioni | mm. | 10 |
| 3ª e 1ª » » | 3ª travata | » | » | 11 |
| | 1ª » | » | » | 10 |
| 3ª, 1ª e 4ª travata carica. | | | | |
| | 3ª travata | » | » | 7 |
| | 1ª » | » | » | 15 |
| | 4ª » | » | » | 8 |

Conviene notare che le inflessioni delle travate furono rilevate con livelli a bolla e cannocchiale.

Se confrontiamo i 15 mm. qui accennati coi 5 ottenuti nelle prove definitive, risulta che questi ultimi sono 1/3 dei primi.

Oltre ai livelli si adoperarono anche i micrometri dell'ing. Castigliano per rilevare direttamente lo sforzo unitario del ferro. Nella prima prova (3ª travata carica) un micrometro applicato alle piattabande nel centro teorico, segnò ch. 6,40 per mm. q.

Prima di scaricare le campate nella terza prova si applicarono 4 micrometri sulla terza stillata; compiuto lo scarico, uno di essi diede ch. 5,80, l'altro 1,60.

Conviene notare che questi valori si rilevarono dalla Commissione ufficiale delle prove composta dei Rappresentanti il Comune, il Genio Civile e il Militare: e furono, ma senza risultato, contestati dai Rappresentanti la Società costruttrice. La medesima Commissione potè poi convincersi da sè, nelle ultime prove, della loro erroneità.

Tutto ciò risulta dal Verbale 28 luglio e dalla Relazione 3 agosto 1884 nonchè dagli altri documenti sopra riportati.

MEMORIA II. — *Il Ponte in ferro in 11 luci sull'Adige a Zevio con fondazioni di pali a vite (Ponte Perez)* (Tavole XII, XIII e XIV).

## Cenni generali.

Questo ponte fu costrutto nel 1880 dalla Ditta Galopin, Sue e Jacob di Savona. Esso superò felicemente la prova della piena del 1882. È composto di 3 parti fra loro indipendenti. Vi ha cioè una campata centrale di m. 24 di luce. Ai due lati di questa vi sono due ponti a 5 luci ciascuno, ed a travatura continua. Le 3 campate intermedie di questi due ponti laterali sono della luce di m. 24,00, le estreme di m. 20,00. La lunghezza complessiva del ponte è di m. 254,40.

Le stillate sono costituite da pali in ferro del diametro di m. 0,120 e di 0,160. Le due stillate che fiancheggiano la campata centrale sono costituite di 8 pali del diametro di m. 0,125 ciascuna. Le altre tutte sono composte di 2 soli pali, ma del diametro di 0,16 : meno le due estreme, che hanno pure pali di 0,12.

La larghezza della via sui due ponti laterali è di m. 5; è invece di m. 7,00 nella campata centrale, la quale deve servire per lo scambio dei veicoli. Alle sue estremità il manufatto non ha spalloni in muratura; la travatura metallica si raccorda direttamente coll'argine del fiume, che qui venne rivestito con pietrame. La travatura però non ha bisogno di appoggiarsi, essendo vicinissima al suo estremo la prima stillata metallica. Questa disposizione è certo assai economica.

**Descrizione della travatura metallica.**

Avvertesi che la descrizione che qui si dà, risponde al progetto d'esecuzione.

La travatura metallica è composta di 2 travi principali con parete verticale a traliccio rilegate fra loro con travi traversali distribuite a m. 2,00 di distanza da asse ad asse. Le travi principali nella travata centrale isolata sono alte m. 2,00; nei due ponti laterali pure m. 2,00. Il traliccio è composto tutto di ferri rigidi (ferri ad angolo). La parte continua delle travi principali è costituita in tutti tre i ponti da 2 anime di 250—8 mm., da 4 cantonali di 70—70—8 e da piattabande di 200—9 mm. Queste ultime sono al massimo in numero di 3 (sulle pile) nelle travate continue, e in numero di 4 nel mezzo della centrale.

Il traliccio in tutti e tre i ponti è dei 4 tipi seguenti:

1° tipo 90—90—11
2° tipo 80—80—10
3° tipo 70—70—9
4° tipo 60—60—8

Le diagonali dei quadri del traliccio sono di m. 1,00.

Le travi traversali sono per la travata centrale isolata costituite da un'anima di 500—7 e da 4 cantonali di 90—90—10. Quelle dei ponti laterali a 5 luci, le quali hanno l'apertura di m. 5 sono costituite da un'anima di m. 500—6 e da 4 cantonali di 60—60—8. Si attaccano alle travi principali mediante montanti angolari di 70—70—8. La massicciata stradale è sostenuta da ferri zorés disposti nel senso longitudinale. Essi sono collegati fra loro col mezzo di piastrine bollonate, e ferri angolari posti di traverso al disotto dei medesimi. I zorés appoggiano direttamente sulle travi traversali. Sopra di essi fu distribuita la ghiaia per la massicciata. Al loro piano inferiore le travi principali sono collegate da controventi diagonali costituiti da ferri angolari di 70—70—8.

Nella campata centrale le travature principali sono fissate alle sommità dei pali su una pila o castello e scorrono invece mediante rulli sull'altra pila. Nei 2 ponti laterali di 5 luci per ciascuno le travi principali sono fissate con bolloni sui capitelli di tutte le pile o stillate intermedie: scorrono invece sulle due stillate estreme mediante rulli posti in cima ai capitelli delle medesime. Gli appoggi tanto fissi che scor-

revoli sono lunghi m. 0,50 e larghi 0,250 m. I rulli sono cilindri in ghisa che hanno il diametro di 0,080 m.

Premessi questi cenni diamo qui alcuni dati sulle fondazioni con *pali a vite.*

**Fondazioni con pali a vite.**

Premettiamo che i pali del diametro di 0,160 hanno eliche delle dimensioni seguenti:

| | |
|---|---|
| altezza totale . . . . | 0,800 m. |
| passo elica. . . . . | 0,250 » |
| diametro id. . . . . | 0,900 » |
| spessore alette in ghisa | 0,032 » |

L'elica si compone di un mozzo di ghisa, sulle cui ali si fissa con chiodi ribaditi il fendente di ferro. Veggasi il dettaglio nella Tavola XIII. Nel mozzo di ghisa si innesta il palo, e in questo sito il relativo manicotto ha il diametro esterno di 0,294 m.

Pei pali del diametro di 0,125 il diametro dell' elica è di 0,80 m., il passo di 0,250, la lunghezza complessiva di m. 0,75 compreso il manicotto che serve ad innestarvi il palo.

Per le giunzioni dei tronchi dei pali si provvide con manicotti di ghisa lunghi m. 0,700, aventi il diametro esterno di 240 mm. pei pali di mm. 125 e di 298 mm. per quelli di 0,160. Vi sono poi per ciascun manicotto tre anelli in ferro di rinforzo dello spessore di 22 mm. e dell'altezza o larghezza di 65 mm. Vennero messi in opera a caldo, onde forzarli, l'uno in corrispondenza alla giunzione dei pali, gli altri due alle due estremità o bordi del manicotto.

I manicotti vengono tenuti fermi contro i pali con viti mordenti. In corrispondenza alla giunzione venne tagliata una fetta o segmento del palo, onde non potesse girare nel manicotto.

Si riportano qui di seguito le tabelle che danno i particolari delle infissioni; avvertendo che le medesime sono riferite al livello della massima magra (V. Tav. XXII).

Oltre al riportare in dettaglio le Tabelle d'infissione dei pali, diamo anche nella Tavola XIV i diagrammi che ne rappresentano l'andamento. Questi diagrammi confrontati con quelli analoghi del Ponte Aleardi possono dare un'idea della diversa natura e resistenza del fondo d'Adige nelle due località di Verona e di Zevio, e degli ostacoli incontrati.

Si avverte che i pali sono numerati da destra a sinistra e da monte a valle.

## PROSPETTI DELLE INFISSIONI DEI PALI.

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 29 aprile 1880 | 5.15 a. | | | 24 | 6 | L'argano o cabestan aveva 8 braccia e il diametro di 6 metri. Il palo aveva il diametro di 0.125 m. |
| | | 5.16 a. | 0.77 | | | | |
| | | 5.21 a. | 0.70 | 1.47 | | | |
| | sospensione | 5.28 a. | 0.885 | | | | |
| | ripreso | 6.07 a. | | | | | |
| | | 6.09 a. | 0.94 | | | | |
| | | 7.— a. | 1.46 | 4.755 | | | |
| | 30 aprile 1880 | 5.17 a. | | | 27 | | La numerazione dei pali comincia da destra a sinistra e da monte a valle. Il n. 1 è il palo a monte della 1ª stillata a destra. |
| | | 5.38 a. | 0.56 | | | | |
| | | 7.— a. | 1.36 | 6.675 | | | |
| | ripreso | 7.15 a. | | | | | |
| | | 7.35 a. | 0.20 | 6.875 | | | |
| | 1 mag. 1880 | 6.— a. | | | 32 | | |
| | | 6.08 a. | 1.31 | | | | |
| | | 6.15 a. | 0.06 | 8.245 | | | |
| | 22 giug. 1880 | 4.25 a. | | | 34 | | |
| | | 4.35 a. | 0.08 | | | | |
| | | 7.— a. | 0.39 | 8.715 | 36 | | |
| | 23 » » | 5.— a. | | | | | In una volata di 175 colpi si ebbe un affondamento di 2 mm. |
| | | 10.10 a. | 0.371 | **9.086** | 36 | | |
| 2 | 30 aprile 1880 | 10.45 a. | | | 25 | | Palo diametro 0.12. |
| | | 11.— a. | 0.80 | | | | |
| | | 12 m. | 2.09 | 2.89 | | | |
| | | 1.38 p. | | | | | |
| | | 3.41 p. | 4 84 | 7.73 | | | |
| | 1 mag. 1880 | 5.50 a. | | | 32 | | |
| | | 7.55 a. | 0.54 | 8.27 | | | |
| | 23 giug. 1880 | 11.— a. | | | 36 | | |
| | | 12 m. | 0.12 | | | | |
| | | 1.30 p. | | | | | |
| | | 7.— p. | 0.48 | 8.87 | | | |
| | 24 » » | 5.— a. | | | 36 | | |
| | | 10.— a. | 0.255 | **9.125** | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 15 mag. 1880 | 6.57 a. | 0.43 | | 24 | 6 | Diametro del palo 0,16. |
| | | 7.— a. | | | | | |
| | | 7.04 a. | 1.29 | 1.72 | | | |
| | | 12 m. | 2.48 | 4.20 | 33 | | |
| | | 1.36 p. | | | | | |
| | | 7.— p. | 1.175 | 5.375 | | | |
| | 26 giug. 1880 | 5.— a. | | | | | |
| | | 6.— a | 0.30 | | | | |
| | | 7.— a. | 0.12 | 5.795 | | | |
| | 27 » » | 8.— a. | | | | | |
| | | 11.— a. | 0.58 | 6.375 | | | |
| | 28 » » | 5.30 a. | | | | | |
| | | 7.— a. | 0.05 | | | | |
| | 29 » » | 6.— a. | | | | | In 3 volate di 70 colpi l'una affondò di mm. 1. |
| | | 8.— a. | 0.045 | **6.47** | | | |
| 4 | 14 mag. 1880 | 7.— a. | 0.490 | | 24 | 6 | Diametro del palo 0,16. |
| | | 7.27 a. | 0.515 | | | | |
| | | 12.35 a. | 0.460 | 1.465 | | | |
| | | 1.20 p. | | | | | |
| | | 7.— p. | 3.880 | 5.345 | | | |
| | 16 » » | 5.28 a. | | | 30 | | |
| | | 5.48 a. | 0.18 | | | | |
| | | 6.09 a. | 0.05 | 5.575 | | | |
| | 27 giugno » | 3.30 p. | | | 38 | | |
| | | 5.30 p. | 0.980 | | | | |
| | | 7.— p. | 0.040 | | | | |
| | 28 » » | 7.— a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.450 | | | | |
| | | 1.30 p. | | | | | |
| | | 2.— p. | 0.015 | | | | |
| | | 4.40 p. | 0.057 | **7.117** | 44 | | Con 10 volate di 70 colpi l'una affondò 7 mm. |
| 5 | 4 giugno » | 4.20 p. | | | 28 | 6 | Diametro palo 0,16. |
| | | 4.45 p. | 0.605 | | | | |
| | | 7.— p. | 0.775 | 1.380 | | | |
| | 5 » » | 5.20 a. | | | 26 | | |
| | | 5.— p. | 1.15 | 2.530 | | | |
| | | 7.— p. | 0.705 | 3.235 | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 6 giug. 1880 | 5.50 a. | | | 24 | | |
| | | 3.15 a. | | 4.51 | | | |
| | 7 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 8.— a. | 0.105 | 4.615 | | | |
| | 9 » » | 9.50 a. | | | 27 | | |
| | | 12 m. | 0.045 | 4.660 | | | |
| | 24 » » | 3.— p. | | | 33 | | |
| | | 7.— p. | 0.065 | | | | |
| | 25 » » | 5.— a. | | | 37 | | In 5 volate di 70 colpi l'una il palo discese di mm. 3. |
| | | 10.30 a. | 0.030 | **4.755** | 43 | | |
| 6 | 7 giug. 1880 | 1.30 p. | | | | | Diametro del palo 0,16. |
| | | 2.— p. | 0.69 | | | | |
| | | 2.03 p. | | | | | |
| | | 2.38 p. | 0.32 | | | | |
| | | 7.— p. | | 1.96 | | | |
| | 8 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 12 m. | 1.135 | 3.095 | | | |
| | | 1.30 p. | | | | | |
| | | 7.— p. | | | | | |
| | 9 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 8.— a. | 0.105 | 4.88 | | | |
| | 25 » » | 1.30 p. | | | 38 | 6.60 | L'argano aveva 8 braccia e il diametro di 6,60. |
| | | 7.— p. | 0.085 | | | | |
| | 26 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 2.30 p. | 0.110 | **5.075** | 44 | | Con 6 volate di 70 colpi l'una affondò mm. 4. |
| 7 | 9 giug. 1880 | 6.30 a. | | | 27 | 6 | |
| | | 7.— a. | 0.26 | | | | |
| | 10 » » | 5.— a. | | | 25 | | |
| | | 6.50 a. | 0.49 | | | | |
| | | 12 m. | | 1.08 | | | |
| | | 1.36 p. | | | 27 | | |
| | | 2.40 p. | 0.14 | | | | |
| | | 5.38 p. | | 1.535 | | | |
| | | 7.— p. | 0.13 | | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 11 giugn. 1880 | 5.— a. | | | | | |
| | | 7. — a. | 0.09 | | | | |
| | | 12 m. | | 1.890 | | | |
| | | 1.30 p. | | | | | |
| | | 4.20 p. | 0.08 | | | | |
| | | 7.— p. | 0.05 | 2.02 | | | |
| | 12 » » | 8.30 a. | | | 29 | | |
| | | 10.38 a. | 0.05 | | | | |
| | | 12 m. | 0.035 | | | | |
| | | 5.21 p | | 2.245 | | | |
| | | 7. — p. | 0.05 | | | | |
| | 17 » » | 6.30 a. | | | 31 | | |
| | | 8.— a. | 0.033 | | | | |
| | | 7. — p. | | 2.489 | | | |
| | 18 » » | 5.— a. | | | » | | |
| | | 8.— a. | 0.005 | 2.494 | | | |
| | | | 0.136 | | | | Situazione al 20 luglio 1880 di m. 2.494. Si verifica la quota, e si trova la differenza di 0.136 m. |
| | 20 luglio 1880 | 5.— a. | | | 45 | 6 | |
| | | 9.— a. | 0.29 | | | | |
| | | 12 m. | | 2.902 | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 4.— p. | 0.59 | | | | |
| | | 5.30 p. | 0.06 | **5.10** | | | |
| 8 | 13 giugn. 1880 | 1.— p. | | | 29 | 6 | Diametro del palo 0,16. |
| | | 2.— p. | 0.28 | 0.28 | | | |
| | | 7.— p. | 1.28 | 1.56 | | | |
| | 14 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 7.— p. | 2.97 | 4.53 | | | |
| | 15 » » | 5. — a. | | | 28 | | |
| | | 6.— a. | 0.075 | | | | |
| | | 4.20 p. | | 4.965 | | | |
| | | 7.— p. | 0.065 | 5.030 | | | |
| | 19 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 6.30 p. | 0.20 | 5.23 | | | |
| | | 7.— p. | 0.007 | **5.30** | | | Nelle ultime 9 volate affondò 7 mm. |

| N. del pa'o | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. opera all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 24 magg. 1880 | 3. — p. | 0.750 | | 29 | | Diametro del palo 0,16. |
| | | 3.20 p. | 0.285 | 1.035 | | | |
| | 2 giugn. 1880 | 5.18 a. | | | | | |
| | | 5.50 a. | 0.630 | | | | |
| | | 5.40 p. | | 2.825 | | | |
| | | 6 07 p. | 0.02 | 2.845 | | | |
| | 3 » » | 5. — a. | | | 29 | | In ogni ripresa di 60 colpi affondamento 3 mm. |
| | | 7. — p. | 0.395 | 3.240 | | | |
| | 4 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 11.20 a. | 0.385 | 3.625 | 27 | | |
| | 10 luglio 1880 | 5. — a. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.35 | | | | |
| | 22 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.26 | | | | |
| | 23 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.14 | | | | |
| | 24 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.06 | **4.435** | | | |
| 10 | 17 magg. 1880 | 7.30 a. | | | 30 | 6.00 | Diametro del palo 0,16. |
| | | 7.32 a. | 0.81 | | | | |
| | | 6.30 p. | | 2.340 | | | |
| | | 7. — p. | 0.035 | 2.875 | 32 | | |
| | 18 » » | 5. — a. | | | | » | |
| | | 4. — p. | | 3.55 | | | |
| | | 4.45 p. | 0.06 | 3.61 | 35 | | |
| | 15 luglio 1880 | 10. — a. | | | 49 | 6.60 | |
| | | 7. — p. | 0.259 | | | | |
| | 16 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0 455 | | | | |
| | 17 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 1.30 p. | 0.240 | | | | |
| | | 4. — p. | 0.006 | 4.570 | | | |
| | 21 » » | 5. — a. | | | 50 | | |
| | | 6. — p. | 0.045 | **4.615** | | | |
| 11 | 23 aprile 1880 | 6. — a. | | | 14 | 6 | Diametro palo m. 0,125. |
| | | 6.10 a. | 2.30 | | | | Argano con 8 braccia, diametro 6 m. |
| | | 12 m. | 1.10 | 3.40 | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | Osservazioni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 24 aprile 1880 | 8.50 a. | | | 32 | | |
| | | 12 m. | 1.25 | 4.65 | | | |
| | | 1.30 p. | | | | | |
| | | 3. — p. | 0.25 | 4.90 | | | |
| | | 3.30 p. | 0.10 | 5.00 | | | |
| | 2 luglio 1880 | 11. — a. | | | 36 | 6 | Ripresa. |
| | | 12 m. | 0.06 | | | | |
| | | 7. — p. | 0.230 | 5 230 | | | |
| | 3 » » | 5. — a | | | 37 | | |
| | | 6.30 p. | 0.655 | **5.885** | | | |
| 12 | 22 aprile 1880 | 9.57 a. | | | 14 | 6 | Diametro palo 0,125. |
| | | 10. — a. | 0.86 | | | | |
| | | 12 m. | 2.54 | 3.40 | | | |
| | 25 » » | 7. — a. | | | 24 | | |
| | | 11. — a. | 1.60 | 5.00 | | | |
| | Verifica livello | | | 5.016 | 35 | | Ripresa. |
| | 4 luglio 1880 | 6. — a. | | | | | |
| | | 8. — a. | 0.10 | | | | |
| | | 7. — p. | 0.89 | | | | |
| | 5 » » | 5. — a. | | | 36 | | |
| | | 12 m. | 0.37 | | | | |
| | 6 » » | 4.30 a. | | | 37 | | |
| | | 7. — p. | 0.054 | **6.430** | | | |
| 13 | 27 aprile 1880 | 6.11 a. | | | 24 | 6 | Diametro 0,125 del palo. |
| | | 6.25 a. | 1.92 | | | | |
| | 28 » » | 9.06 a. | | | | | |
| | | 9.24 a. | 0.98 | | | | |
| | | 9.52 a. | 0.94 | 3.84 | | | |
| | | 10.43 a. | 0.205 | 4.045 | | | |
| | | 12 m. | 0.247 | | | | |
| | | 8. — p. | 0.158 | 4.450 | 29 | | I due ultimi affondamenti di m. 0,055 furono eseguiti in 2 ore di lavoro e in 27 riprese. |
| | Verifica quota | | | 4.725 | | | |
| | 4 luglio 1880 | 3. — p. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.150 | | | | |
| | 7 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 10. — a. | 0.135 | | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 8 luglio 1880 | 5.— a. | | | | | |
| | | 6.20 a. | 0.005 | **5.015** | | | |
| 14 | 27 aprile 1880 | 7.45 a. | | | 24 | 6 | Diametro 0.125. |
| | | 8.— a. | 2.18 | | | | |
| | | 8 32 a. | 0.13 | 2.31 | | | |
| | | 12 m. | | 4.629 | | | |
| | | 1.50 p. | | | 29 | | |
| | | 2.42 p. | | 5.044 | | | |
| | Verifica livello | | | 5.158 | | | |
| | 30 giugn. 1880 | 5.— a. | | | 39 | | |
| | | 6.— a. | 0.68 | | | | |
| | | 9.30 a. | 1.45 | | | | |
| | 9 luglio 1880 | 2.— p. | | | 36 | | |
| | | 6.20 p. | 0.397 | **7.685** | | | |
| 15 | 23 aprile 1880 | 1.30 p. | | | | | Diametro 0.125. |
| | | 1.40 p. | 2.30 | | | | |
| | | 7.— p. | 1.10 | 3.40 | | | |
| | 24 » » | 5.30 a. | | | | | |
| | | 8.— a. | 1.10 | 4.50 | | | |
| | | 4.15 p. | | | | | |
| | | 7.— p. | 0.35 | | | | |
| | 25 » » | 6.— a. | | | | | |
| | | 7.— a. | 0.05 | 4.90 | | | A questo punto l'argano fece 3 giri rapidi, senza che il palo affondasse. Fu poi caricato di 2 tonnellate, ma girò per 3 ore senza affondare. |
| | Verifica quota | | | **5.05** | | | |
| 16 | 22 aprile 1880 | 2.— p. | | | 14 | 6 | Diametro 0.125 del palo. |
| | | 2.30 p. | 2.30 | | | | |
| | | 7.— p. | 1.10 | 3.40 | | | |
| | 25 » » | 2.13 p. | | | | | |
| | | 2.30 p. | 0.22 | 3.62 | | | |
| | | 5.35 p. | | 5.00 | | | |
| | Verifica livello | | | 5.186 | | | |
| | 5 luglio 1880 | 5.— p. | | | | | |
| | | 7.— p. | 0.60 | | 34 | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 6 luglio 1880 | 4.— p. | | | 38 | | |
| | | 6.— p. | 0.86 | | | | |
| | 7 » » | 4.30 a. | | | | | In 15 volate di 70 colpi l'una affondò mm. 19. |
| | | 4.— p. | 1.738 | **8.375** | 37 | | |
| 17 | 28 aprile 1880 | 5.15 a. | | | 24 | | Diametro del palo 0.125. |
| | | 5.20 a. | 1.67 | | | | |
| | | 6.48 a. | 2.84 | 4.51 | | | |
| | 29 » » | 5.15 a. | | | 29 | | |
| | | 6.15 a. | 0.53 | 5.04 | | | |
| | Verifica livello | | | 5.178 | | | |
| | 30 giugn. 1880 | 6.— p. | | | 30 | | Ripresa. |
| | | 7.— p. | 0.04 | | | | |
| | 1 luglio 1880 | 5.— a. | | | 30 | | |
| | | 12 m. | 1.86 | | | | |
| | 8 » » | 9.— a. | | | 36 | | |
| | | 5.— p. | 0.31 | | | | |
| | 9 » » | 10.— a. | | | 38 | | |
| | | 12 m. | 0.027 | **7.425** | | | |
| 18 | 26 aprile 1880 | 9.30 a. | | | 24 | 6 | Diametro del palo 0.125 |
| | | 9.45 a. | 2.22 | | | | |
| | | 10.58 a. | 0.18 | 2.40 | | | |
| | | 12 m. | | 4.10 | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 5.58 p. | | 4.634 | | | |
| | 27 » » | 4.30 p. | 0.004 | 4.638 | 29 | | Il giorno 27 ripreso il lavoro alle 4.30 p. il palo |
| | 30 giugn. 1880 | 10.— a. | | | 39 | 6 | dopo 3 riprese di 1 1/2 minuti affondò 0.004 m. |
| | | 12 m. | 0.27 | | | | |
| | | 1.30 p. | | | 36 | | Alle 2.30 p. del 30 giugno il palo cominciò a girare |
| | | 2.30 p. | 0.12 | | | | senza scendere. Il 9 luglio lo si caricò di 2 tonn. e si fe' girare ma non si ebbe discesa. |
| | 9 luglio 1880 | 5.— p. | | | | | |
| | | 6.— p. | 0.000 | **5.12** | | | |
| 19 | 7 magg. 1880 | 11.— a. | 0.48 | | 29 | 6 | Diametro del palo 0.125. |
| | | 11.20 a. | 1.04 | 1.52 | | | |
| | | 12 m. | 0.87 | | | | |
| | | 6.47 p. | | 4.465 | 31 | | |
| | | 7.— p. | 0.060 | | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 8 magg. 1880 | 5.53 a. | | | | | |
| | | 7.— a. | 0.115 | | | | |
| | | 1.— p. | | | | | Nell'ultima mezz'ora in 10 volate si ebbe un affondamento di m. 0.02. |
| | | 3.45 p. | | 4.792 | 31 | | |
| | Verifica quota | | 0.074 | | | | |
| | 10 luglio 1880 | 7.— a. | | | 36 | | |
| | | 10.— a. | 0.09 | | | | |
| | | 11.— a. | 0.001 | **4.955** | | | Nelle ultime 8 volate di 70 colpi si ebbe 1 mm. |
| 20 | 4 magg. 1880 | 11.15 a. | | 0.46 | 20 | 6 | Diametro del palo 0.125. |
| | | 11.17 a. | 1.055 | | | | |
| | | 1.40 p. | | | | | |
| | | 2.40 p. | 0.435 | | | | |
| | | 7.— p. | | 4.157 | | | |
| | 5 » » | 5.10 a. | | | | | |
| | | 6.— a. | 0.06 | | | | |
| | | 12 m. | | 4.488 | 24 | | |
| | Verifica quota | | 0.243 | | | | |
| | 12 luglio 1880 | 1.30 p. | | | | | |
| | | 5.— p. | 0.042 | **4.774** | 37 | | In 2 volate affondò 0 mm. |
| 21 | 10 magg. 1880 | 6.— a. | 0.55 | | 24 | 6 | Diametro 0.125. |
| | | 6.40 a. | 0.76 | 1.31 | | | |
| | | 12 m. | 1.84 | 3.15 | | | |
| | | 1.36 p. | | | | | |
| | | 3.37 p. | 0.74 | 3.89 | | | |
| | | 3.38 p. | | | | | |
| | | 4.— p. | 0.250 | | | | |
| | | 7.— p. | | | | | |
| | 11 » » | 5.— a. | 0.865 | | | | |
| | | 6. — a. | 0.105 | 5.005 | 32 | | |
| | Verifica quota | | 0.060 | | | | |
| | 13 luglio 1880 | 2.— p. | | | 39 | | Nelle ultime 8 volate affondò 7 mm. |
| | | 5.— p. | 0.18 | **5.245** | | | |
| 22 | 11 magg. 1880 | 9.30 a. | 0.53 | | 28 | 6 | Diametro 0.125. |
| | | 12.15 p. | | | | | |
| | | 1.— p. | 0.98 | 1.51 | | | |
| | | 7.— p. | 2.81 | 4.32 | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 12 magg. 1880 | 5.07 a. | | | | | |
| | | 6.— a. | 0.41 | | | | |
| | | 8.— a. | | 5.005 | | | |
| | Verifica quota | | 0.130 | | | | |
| | 14 luglio 1880 | 5.— a. | | | 38 | | Ripresa. |
| | | 8.— a. | 0.09 | | | | |
| | | 11.— a. | 0.09 | **5.315** | 38 | | Nelle ultime 11 volate affondò 10 mm. |
| 23 | 5 magg. 1880 | 4.09 p. | 0.47 | | 26 | 6 | Diametro 0.125. |
| | | 4.10 p. | 1.08 | 1.55 | | | |
| | | 6.50 p. | 1.15 | 2.70 | | | |
| | 6 » » | 5.12 a. | | | 28 | | |
| | | 5.48 a. | 0.21 | | | | |
| | | 7.18 a. | | 3.784 | 32 | | |
| | | 7.24 a. | | | 32 | 6 | |
| | | 8.06 a. | 0.22 | | | | |
| | | 9.51 a. | | | | | |
| | | 10.15 a. | 0.13 | 5.029 | | | |
| | Verifica quota | | 0.006 | | | | |
| | 10 luglio 1880 | 1.— p. | | | 36 | | Ripresa. |
| | | 4.— p. | 0.14 | | | | |
| | | 6.— p. | 0.07 | | | | |
| | 12 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 10.30 a. | 0.28 | **5.525** | 36 | | In 2 volate affondò 1 mm. |
| 24 | 3 magg. 1880 | 6.— a. | 0.97 | 0.41 | 28 | 6 | Diametro 0.125. |
| | | 6.15 a. | 1.07 | | | | |
| | | 7.50 a. | | | | | |
| | | 1.38 p. | | | | | |
| | | 1.57 p. | 0.08 | | | | |
| | | 6.04 p. | 0.065 | 4.513 | | | |
| | | 7.— p. | 0.110 | | | | |
| | 4 » » | 5.10 a. | | | | | |
| | | 9.22 a. | | 4.902 | | | Nelle ultime 10 volate si fecero m. 0.025. |
| | Verifica quota | | 0.193 | | | | |
| | 13 luglio 1880 | 5.— a. | | | | | |
| | | 8.— a. | 0.06 | | | | |
| | | 9.30 a. | 0.05 | **5.205** | 37 | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 9 magg. 1880 | 6.16 a. | | 0.59 | 34 | 6 | Diametro 0.125. |
| | | 6.22 a. | 0.89 | | | | |
| | | 6.10 p. | | | | | |
| | | 6.24 p. | 0.03 | **3.545** | | | A questo punto (6.24 p.) il palo si alzò di 4 cm. e poi discese d'altrettanto, ciò ripetevasi ogni giro. |
| 26 | 12 magg. 1880 | 10.— a. | | 0.72 | 33 | 6 | Diametro 0.125. |
| | | 10.33 a. | 0.71 | | | | |
| | | 11.— a. | 0.60 | | | | |
| | | 6.45 p. | | 4.575 | | | |
| | | 7.— p. | 0.04 | | | | |
| | 13 » » | 5.25 a. | | | | | |
| | | 7.05 p. | | 5.003 | | | In 2 volate di 50 colpi l'una si ebbe l'affondamento di 8 mm. |
| | Verifica quota | | 0.127 | | | | |
| | 14 luglio 1880 | 2.— p. | | | | | |
| | | 6.— p. | 0.20 | **5.330** | 37 | 6 | |
| 27 | 9 agosto 1880 | 2.30 p. | | | 42 | 6.60 | Diametro 0.16 del palo. |
| | | 5.— p. | 1.90 | | | | |
| | | 7.— p. | 1.7 | 3.60 | | | |
| | 10 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 8.— a. | 0.45 | | | | |
| | | 12 m. | 0.29 | | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 7.— p. | 0.55 | | | | |
| | 11 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 11.— a. | 0.45 | | | | |
| | 17 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 8.— a. | 0.49 | | | | |
| | | 7.— p. | 1.02 | **6.85** | 42 | » | Alle 7 pom. ripreso, gira senza discendere. |
| 28 | 12 agosto 1880 | 5.— a. | | | | | |
| | | 7.— a. | 1.39 | | 42 | | Diametro 0.16. |
| | | 8.— a. | 0.64 | | | | |
| | | 12 m. | 0.74 | 2.77 | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 4.— p. | 0.37 | | | | |
| | | 6.20 p. | 0.30 | | | | |
| | | 7.— p. | 0.06 | | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 13 agosto 1880 | 5.— a. | | | | | |
| | | 8.— a. | 0.09 | | | | |
| | | 11.— a. | 0.05 | 3.64 | 42 | 6.60 | |
| | | 12 m. | 0.03 | | | | |
| | Verifica livello | | 0.045 | | | | |
| | 13 agosto 1880 | 2.— p. | | | 51 | | Infissione fatta dal Comune di Zevio in economia. |
| | | 7.— p. | 0.115 | | | | |
| | 14 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 7.— p. | 1.27 | | | | |
| | 16 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.50 | | | | |
| | | 7.— p. | 0.12 | 5.72 | 52 | | Le quote sono riferite alla massima magra. |
| 29 | 18 agosto 1880 | 6.20 a. | | | 37 | | Diametro 0.16. |
| | | 7.— a. | 1.38 | | | | |
| | | 8.— a. | 0.94 | | | | |
| | | 12 m. | 1.45 | | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 7.— p. | 0.980 | | | | |
| | 19 » » | 5.— a. | | | 38 | | |
| | | 12 m. | 0.29 | | 42 | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 4.30 p. | 0.030 | 5.07 | | | |
| | Verifica livello in meno | | 0.030 | 5.04 | | | Le quote sono riferite alla massima magra. |
| 30 | 20 agosto 1880 | 10.— a. | | | 31 | 6 | Diametro 0.16. |
| | | 11.— a. | 1.49 | | | | |
| | | 12 m. | 0.94 | 1.43 | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 7.— p. | | 4.02 | | | |
| | 21 » » | 5.— a. | | | 42 | | |
| | | 8.— a. | 0.22 | | | | |
| | | 12 m. | 0.228 | 4.465 | | | |
| | | 2.— p. | | | | | |
| | | 5.— p. | | 4.56 | » | | |
| | 21 » » | 5.— p. | | | 51 | | |
| | | 7.— p. | 0.050 | 4.61 | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | 20 giugn. 1880 | 1.30 p. | | | 25 | 6.60 | Diametro 0.16. |
| | | 2. — p. | 0.17 | | | | |
| | | 7. — p. | 1.66 | 1.83 | | | |
| | 21 » » | 5. — a. | | | 36 | | |
| | | 6. — a. | 0 25 | | | | |
| | | 6. — p. | | 5.66 | | | |
| | 7 agosto 1880 | 5. — a. | | | 42 | | Si adoperarono dalle 5 alle 10 ant. del 7 agosto 42 uomini. Poi calò senza fatica, poichè con 20 uomini e in 20 giri affondava da 4 a 5 centimetri. |
| | | 6. — p. | 1.91 | 7.57 | | | |
| | | | | **7.95** | | | |
| 32 | 18 giugn. 1880 | 4.40 p. | | | 27 | | Diametro 0.16. |
| | | 5.16 p. | 0.12 | | | | |
| | | 7. — p. | 1.02 | | | | |
| | 19 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 3.45 p. | | 3.32 | 31 | | |
| | » » » | 7. — p. | | 5.005 | | | |
| | 20 » » | 6. — a. | | | 29 | | |
| | | 8.45 a. | | | | | |
| | 22 » » | 6. — a. | | | 42 | | |
| | | 11. — a. | | 5.54 | | | |
| | 4 agosto 1880 | 3. — p. | | | | | |
| | | 4. — p. | 0.01 | 5.55 | | | |
| | | | | 5.59 | | | Al 23 agosto si verificò la quota e si trovò di m. 5.59. |
| | 23 agosto 1880 | 5. — a. | | | 51 | 6 | |
| | | 12 m. | 0.11 | | | | |
| | | 2. — p. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.13 | | | | |
| | 24 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 8. — a. | 0.09 | | | | |
| | | 2. — p. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.08 | **6.00** | 50 | | |
| 33 | 28 luglio 1880 | 10.30 a. | | | 45 | 6.60 | Diametro 0.16. |
| | | 12 m. | 1.17 | 1.17 | | | |
| | | 2. — p. | | | | | |
| | | 7. — p. | 1.02 | 2.19 | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 | 29 luglio 1880 | 5. — a. | | | 45 | | |
| | | 12 m. | 0.87 | | | | |
| | | 5. — p. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.51 | | | | |
| | 30 » » | 5. — a. | | | 40 | | |
| | | 12 m. | 0.18 | | | | |
| | | 2. — p. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.10 | | | | |
| | 31 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 8. — a. | 0.02 | 3.87 | 43 | | |
| | | | 0.04 | 3.91 | | | Dalla verifica la quota risultò di m 3.91. |
| | 31 luglio 1880 | 8.30 a. | | | 48 | | |
| | | 12 m. | 0.025 | | | | |
| | | 2. — p. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.195 | | | | |
| | 1 agosto 1880 | 5. — a. | | | 47 | | |
| | | 10.30 a. | 0.19 | | | | |
| | 2 » » | 5. — a. | | | 52 | | |
| | | 7. — a. | 0 22 | | | | |
| | | 12 m. | 0.33 | | | | |
| | | 2. — p. | | | | | |
| | | 7. — p. | 0.45 | | | | |
| | 3 » » | 6. — a. | | | 50 | | |
| | | 12 m. | 0.38 | | | | |
| | | 2. — p. | | | 50 | | |
| | | 7. — p. | 0.22 | | | | |
| | 4 » » | 5. — a. | | | | | |
| | | 12 m. | 0.09 | **7.03** | 50 | | |
| 34 | 26 luglio 1880 | 11.25 a. | | | 45 | 6.60 | Diametro 0 16. |
| | | 12 m. | 2.00 | | | | |
| | | 2.30 p. | | | | | |
| | | 3.30 p. | 0.33 | | | | |
| | | 4.10 p. | 0.37 | | | | |
| | 27 » » | 5. — a. | | | 47 | | |
| | | 6.30 a. | 0.38 | | | | |
| | | 10. — a. | | 5.625 | | | |
| | | 12 m. | 0.18 | | | | |

| N. del palo | Giorno dell'infissione | Ora | Quantità di infissione parziali | Quantità di infissione totali | Num. operai all'argano | Diametro dell'argano | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 34 | 27 luglio 1880 | 2.— p. | | | | | |
| | | 3.— p. | 0.15 | | | | |
| | | 7.— p. | 0.18 | | | | |
| | 28 » » | 5.— a. | | | 47 | | |
| | | 7.— a. | 0.12 | | | | |
| | 3 agosto 1880 | 2.30 p. | | | 50 | | |
| | | 7.— p. | 0.40 | 6.655 | | | |
| | 4 » » | 5.— a. | | | 42 | | |
| | | 7.30 a. | 0.015 | **6.775** | | | |
| 35 | 22 magg. 1880 | 7.15 a. | | | 32 | | Diametro 0.125. Le quote sono riferite alla magra massima. |
| | | 7.50 a. | 0.79 | | | | |
| | | 8.40 a. | | | | | |
| | | 10.40 a. | 0.82 | | | | |
| | | 12 m. | 0.145 | 1.755 | | | |
| | | 7.— p. | | 2.045 | | | |
| | 23 » » | 6.— a. | | | | | |
| | | 10.30 a. | 2.110 | 4.155 | | | |
| | | 10.33 a. | | | | | |
| | | 11.— a. | 0.10 | | | | |
| | | 3.25 p. | | | | | |
| | | 3.30 p. | 0.01 | **5.01** | 32 | | Nelle ultime volate fece m. 0.01. |
| 36 | 20 magg. 1880 | 10.20 a. | | | 33 | | Diametro 0.125. |
| | | 11.30 a. | 0.70 | | | | |
| | | 11.35 a. | | | | | |
| | | 11.40 a. | 0.15 | | | | |
| | | 7.— p. | | | | | |
| | 21 » » | 5.— a. | | | 33 | | |
| | | 9.15 a. | | 3.425 | | | |
| | | 9.16 a. | | | | | |
| | | 10.— a. | 0.225 | | | | |
| | | 6.03 p. | | | | | |
| | | 7.— p. | 0.18 | | | | |
| | | 7.— p. | | | | | |
| | | 7.10 p. | 0.012 | | | | |
| | 22 » » | 5.— a. | | | | | |
| | | 6.20 a. | 0.068 | **4.955** | | | Nelle ultime volate di 70 colpi continui il palo non discese punto. |

### Considerazioni diverse sui pali a vite.

Da questi prospetti rilevansi varie circostanze di un qualche interesse.

Osserviamo innanzi tutto che l'infissione si faceva con argano da 8 braccia e del diametro di m. 6,00.

In generale i pali discesero facilmente sino a circa m. 5 sotto la magra, essendo questa la linea orizzontale di riferimento (m. 1,85 sotto lo zero o segno di guardia dell'idrometro a Zevio). Come osservazione generale vuol farsi anche l'altra, che cioè i pali centrali furono, salvo eccezioni, quelli che discesero a minori profondità.

La condizione del rifiuto pei pali venne così formulata in un convegno passato coll'Impresa il 16 giugno 1880.

« Il limite di rifiuto si riteneva raggiunto quando con 36 uomini pei pali da 0,125 e con 42 per quelli da 0,16 si otteneva un approfondamento non maggiore di mm. 1 1|2 per 2 volate di colpi 70 l'una; e ciò dopo una serie di alcuni minuti in cui non si fosse ottenuta la discesa che di meno di 1 mm. al minuto, e ripetendo la prova ad ogni modo delle 2 volate ».

Alcuni dei pali che raggiunsero tale condizione vennero poi ripresi e rinfissi in economia dal Municipio di Zevio.

Citiamo qui di seguito i pali che presentarono maggiori singolarità.

Il palo n. 28 fu spinto fino a m. 3,64 con 42 uomini; ripreso poi con 51, discese ancora fino a m. 5,72 in 3 giornate di lavoro. Fu uno di quelli che presentarono maggiore resistenza. Appartiene alla 8ª stillata da destra a sinistra; vale a dire che si trova nel mezzo del fiume.

Molta resistenza presentò pure il palo n. 30; del quale, arrivato che fu a m. 4,60 sotto la magra, fu tentata la ripresa con 52 uomini ed in 3 ore, con sforzi seguenti e regolari in volate di 150 colpi l'una con regressi di 1|4 di giro si ottennero 10 mm. d'affondamento.

È abbastanza singolare il caso avvenuto al palo n. 25, il quale gettato in acqua alle 6,15 ant. del 9 maggio, alle 6,24 pom. del medesimo giorno si era affondato a m. 3,545 sotto la m. magra. A questa profondità l'elica incontrò, pare, un sasso contro del quale fregando, in luogo d'abbassarsi, si alzò di cent. 4; indi ridiscese, poi si alzò, e ridiscese poi ripetendosi la stessa cosa altre tre volte senza variazione nè in più nè in meno e senza sforzo. A quanto sembra

questo fatto va attribuito, come si accennò, allo sfregamento dell'ala dell'elica contro il sasso.

L'infissione di questo palo sospesa il 9 maggio a m. 3,545 fu ripresa il giorno 13 maggio alle 11 ant.: esso continuò il suo movimento costante di salita e discesa di 0,04, e ciò per 40 giri che gli si fecero fare. Dopo i quali girò orizzontalmente sopra se stesso fino alle ore 12 m. con 12 uomini all'argano, e senza discendere ulteriormente. Fu allora caricato del peso prima di una e poi di due tonnellate e cogli stessi mezzi girato per un'ora, dalle 4 alle 5 p. senza risultato. Altre volte fu poi ritentata l'infissione e sempre invano; a robustarlo gli si piantarono attorno 4 pali di larice, del diametro di m. 0,30 battuti a rifiuto rasente all'elica. Discesero a m. 4,50 nel fondo.

Vanno ricordati pure per la molta resistenza incontrata, i pali n. 7, 8 e 33. Quest'ultimo giunto a m. 3 circa ha resistito ad uno sforzo di 40 uomini. Successivamente gli furono applicati 50 uomini, e per 2 ore resistette senza risultato: finalmente cominciò il 31 luglio a cedere qualche cosa, e continuò a scendere dalle 3 pom. fino a sera. Continuò così nei giorni successivi dall'1 al 4 agosto, fino a raggiungere il rifiuto a m. 6,81.

Alcuni pali discesero in principio con molta facilità, ad es. il n. 4; ma conviene notare che esso appartiene alla seconda stillata, la quale trovasi in corrispondenza al sito dove altra volta era un canale, che l'Adige s'era scavato, e che poi si interrò (v. le Sezioni del fiume nella Tavola XXII). Lo stesso dicasi dei pali 1 e 2. Quest'ultimo specialmente in una sola giornata, e neppur completa, arrivò a m. 7,73.

Un fenomeno simile a quello del palo n. 33, presentò il n. 31.

Girarono poi senza discendere, a simiglianza di ciò che fece il n. 25, i pali n. 15 (a m. 5,05), il n. 18 (a m. 5,12), il n. 27 (a m. 7,34).

Si avverte in generale che nella prima rubrica delle *quantità d'infissione*, non si misero tutte le *parziali* ma solo quelle che servono a dare un'idea della maggiore o minore rapidità di discesa: sono quindi saltuarie, nè la loro somma risponde sempre al totale.

Le altezze essendo riferite alla magra, talvolta la prima quantità non indica lavoro d'avvitamento, ma semplice spontaneo affondamento del palo nell'acqua.

Per meglio farsi un'idea delle difficoltà incontrate e in generale dell'andamento del lavoro di infissione dei pali, lo abbiamo rappresentato graficamente nella Tavola n. XIV.

In questa, come in quella dei pali del ponte Alcardi, i tempi sono contati come ascisse e le profondità come ordinate. Furono esclusi i riposi degli operai, de' quali il maggiore verificavasi a mezzogiorno, pel pranzo, e altro ve n'era nelle lunghe giornate alle 9 del mattino. Sono compresi invece i perditempi inerenti alla natura stessa del lavoro, per aggiunte dei pali, posa dei manicotti, ecc. L'infissione dei pali per torsione od avvitamento, era sempre aiutata col battere sulla testa dei medesimi un maglio del peso, prima di 80 e poi, quando il bisogno lo richiedeva, di 300 chg.

Dall'insieme delle osservazioni fatte è risultato, che in terreni ghiaiosi come questi, meglio è adottare un'elica non più larga di m. 0,50—0,60. Converrebbe a nostro avviso assottigliare i pali, ed aumentarne il numero; rendere l'elica più snella, e darle punta molto acuta onde facilmente si interni ed approfondi nel terreno ghiaioso. E ciò tanto più che sopratutto importa di andare a considerevoli profondità per evitare le profonde escavazioni che il fiume fa in tempo di piena.

L'argilla poi, in generale, sembra un terreno assai poco adatto per cotali fondazioni; poichè, o lega soverchiamente l'elica e le impedisce di scendere, o forma tamburo attorno all'elica stessa, e allora questa gira senza discendere.

### Calcoli di resistenza.

Nella Tavola XII abbiamo dato anche i diagrammi degli sforzi di flessione e di taglio e delle relative resistenze. Reputiamo inutile il riportare qui tutti i calcoli; ricordiamo solo che il sopraccarico fissato per le prove a carico morto fu di 350 chg. a m. q.; e quello per le prove dinamiche di 2 carri a 2 ruote da 7 tonn. ciascuno.

All'atto dell'esecuzione il progetto della travatura metallica primitivamente redatto, e che aveva già servito di base all'appalto dovette essere alquanto modificato. Si levarono, p. es., i rulli dalle stillate intermedie, per evitare le soverchie oscillazioni e dare al ponte maggiore stabilità. Così si aggiunsero i controventi diagonali, che non vi figuravano affatto. Si rinforzarono convenientemente anche i travi trasversali, sia aumentandone le dimensioni, sia aggiungendo sull'anima dei montanti e delle crociere in ferri angolari. I traversi del progetto primitivo di luce m. 5,00 erano costituiti da un'anima di 500—6 mm. e da 4 cantonali di 60—

60—7. Quelli poi di 7 m. di luce constavano solo di un'anima di 500—10 e di 4 cantonali di 70—70—10. Tale esiguità ed insufficienza di dimensioni dipendeva dal modo errato con cui ne era stato fatto il calcolo. Eccolo testuale:

« Il travicello ha un momento resistente

$$6\,000\,000 \times \frac{R\,I}{z} = 5628 \text{ ch.}$$

» essendo I = 0 000 234 5.

« *Il travicello può considerarsi come incastrato e quindi* » *porta un doppio peso in confronto di un egual travicello* » *solamente poggiante, in altri termini ha doppia resistenza* » *e il momento diventa* = **11256** ch.

« Consideriamo il caso di 2 veicoli a 2 ruote del peso » di 7000 chg. ciascuno, fermi sopra il travicello, disposti in » modo che le ruote più vicine distino di m. 0,90, essendo » l'interasse fra 2 ruote di un medesimo carro di m. 1,50.

« Si avrà il massimo momento di flessione

$$M = 3500\,(0{,}55 + 2{,}05) = 9000 \text{ chg.}$$

» estremo che riesce inferiore a quello sopra stabilito di » 11256 chg. ».

E dove si calcolano i travicelli di m. 7 è detto che essendo

$$I = 0{,}000379$$
$$M_r = 9396 \text{ Ch.}$$

e quindi il momento resistente del travicello incastrato

$$= 18792 \text{ chg.}$$

si ha il momento massimo di flessione (qui si suppone la distanza delle ruote più vicine di m. 1,00)

$$M = 3500\,(1{,}50 + 3{,}00) = 15750 \text{ Ch.}$$

Quindi, ecc., ecc., come sopra.

Ora su tali calcoli possono farsi evidentemente le seguenti osservazioni:

1. Non si tien calcolo del peso permanente, che è di 820 chg. a m. l. e dà un momento di flessione di 3360 chg.;

2. Visto anche che il ponte era sprovvisto di controventi e tenuto conto del sistema di travature adottato riesce un po' ardita l'ipotesi del perfetto incastro. In ogni modo

una volta che fu approvata dalle Autorità competenti, volendo anche ammetterla, resta sempre vero che:

3. L'ipotesi dell'incastro non influisce sul *momento resistente* della sezione; influisce invece sul momento di flessione, il quale non sempre si riduce a metà di quello del semplice appoggio nel caso dell'incastro.

### Possibilità del passaggio del tram a vapore.

Il Municipio di Zevio si è proposta tempo fa la questione se il suo ponte fosse atto al passaggio del tram a vapore. Il treno del tram è composto degli elementi che sono schematicamente indicati nella Tavola X.

Per ciò che concerne le travi principali, il sopraccarico pel tram nel caso di travate di m. 24 di luce essendo corrispondente a 1700 chg. a m. l., ed essendo invece quello corrispondente a 350 chg. a m. q. eguale a 1750 chg. a m. l., ne risulta già da ciò che il ponte sarebbe atto al passaggio del medesimo; solo per debita precauzione sarebbe da sospendersi nel momento del passaggio del convoglio del tram, il contemporaneo transito dei pedoni e veicoli ordinarii; ma questa del resto è una misura non tanto consigliata dalla prudenza nelle viste della pubblica sicurezza, ma resa necessaria dalla larghezza stessa del manufatto.

Quanto alle travi trasversali il momento massimo di flessione è per quelle da 7 metri nel caso del tram

$$M = 4400 \times 3{,}50 = 15400 \text{ chg.}$$

minore quindi di quello che si ha nel caso dei due carri da 7 tonnellate.

### Dati di peso e costo.

La parte metallica del ponte venne a pesare chg. 306,500, e il prezzo unitario essendo di 0,5538 si ha un costo totale di L. 169,730.

In dettaglio il costo totale è dato dal prospetto seguente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. *Studii:* | | | |
| 1. Studio del progetto . . . . . | L. | 3.639 | 48 |
| B. *Costruzione:* | | | |
| 2. Parte metallica . . . . . | » | 169,730 | 00 |
| 3. Testate e accessi: | | | |
| Pietrame . . . . . | » | 6,000 | 00 |
| Movimenti di terra . . . . . | » | 11,172 | 96 |
| Espropriazioni . . . . . | » | 5,013 | 63 |
| 4. Casa pel guardiano . . . . . | » | 4,624 | 87 |
| 5. Partiacqua in pali di legno a difesa delle 2 stillate centrali . . . . . | » | 960 | 00 |
| 6. Massicciata . . . . . | » | 2,755 | 31 |
| 7. Cancello di chiusura e candelabri . . | » | 1,198 | 00 |
| 8. Partiacqua in pali di legno a difesa delle stillate laterali . . . . . | » | 1,769 | 08 |
| 9. Pietrame di riserva per gettate . . | » | 600 | 00 |
| 10. Spese d'amministrazione, ecc. . . . | » | 1,497 | 61 |
| 11. Interessi pei mutui . . . . . | » | 5,539 | 88 |
| 12. Spese per la festa d'inaugurazione . | » | 2,425 | 54 |
| 13. Direzione tecnica e sorveglianza della esecuzione . . . . . | » | 5,064 | 00 |
| Totale costo . . . | L. | 221,990 | 36 |

Il che importa L. **873** a metro lineare di ponte.

La parte metallica venne a costare lire 670 a m. l.

Il preventivo di progetto (foglio d'asta) che servì di base all'appalto, era composto così:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Sasso vivo di Mizzole . | L. | 5,507 | 88 | |
| 2. Lavori in terra . . . | » | 6,699 | 58 | |
| 3. Ghiaia . . . . . | » | 497 | 80 | |
| Sommano . . . | | | | L. 12,705 26 |
| 4. Parte metallica . . . | L. | 180,229 | 40 | |
| 5. Pavimento in legno . . | » | 28,776 | 00 | |
| Sommano . . . | | | | » 209,005 40 |
| Totale importo . . . | | | | L. 221,710 66 |

Il peso del ferro era preventivato di chg. 267,800,00 e coi zorès sarebbe stato di Ch. 267,800 + 65,200 = 333,000 chg.

### Prove di resistenza e collaudo.

Le prove dinamiche di resistenza del ponte di Zevio ebbero luogo il giorno 28 agosto 1883, ed in quel giorno venne pure redatto il verbale di collaudo del ponte.

Le prove statiche erano state fatte il 9 dicembre 1880.

Le prove dinamiche si fecero con 2 carri a 2 ruote di quintali 55 ciascuno. Quando i carri erano nel centro delle travate si ebbero inflessioni da mm. 2,5 a 3 per le travate estreme, e da 1 a 5 per le intermedie. Le oscillazioni orizzontali misurate nel centro delle travature variarono da 2 a 5 mm.

Le prove statiche vennero eseguite applicando sul ponte un carico di sabbia di chg. 350 a m. q. e lasciandovelo sostare per 8 ore consecutive. Le inflessioni trovate furono:

1. Carico sulla 1ª e 2ª travata dei ponti a 5 luci:
   1ª campata, inflessione massima 7 mm.
   2ª » » » 8,5 »
2. Carico sulla sola campata centrale (indipendente) » » 13 »
3. Carico sulla sola 2ª campata » » 9 »

Il carico nella 3ª prova sostò 24 ore.

Il Capitolato prescriveva che l'inflessione non dovesse superare l'1/900 della luce, il che per le travate di 24 m. d'apertura dava 27 mm. Evidentemente il ponte diede eccellenti risultati. Ma la miglior prova la diede il ponte resistendo alla piena del 1882.

I diagrammi nelle prove dinamiche vennero rilevati anche cogli apparecchi scriventi: e in apposito scritto ne demmo un ragguaglio che vide la luce nel Periodico *L'Ingegneria*, e sarà pure stampato altrove.

### Sezioni dell'Adige e terebrazioni del fondo.

Prima che si eseguisse il progetto del ponte vennero eseguiti degli assaggi per riconoscere la natura del fondo. L'assaggio venne spinto a m. 5,20 sotto la massima magra e si trovò fino a m. 4,60 sabbia e ghiaia con alcuni sassi di diametro non maggiore di m. 0,10, e sotto questo strato si rinvenne un banco di terra argillosa compatta.

Altri assaggi però meno profondi furono eseguiti nel settembre 1880, quando si trattò di costrurre la casetta pel guardiano a destra; e cioè in due punti sulla golena nell'angolo compreso fra l'argine maestro d'Adige e quello d'accesso al ponte: e precisamente il primo a piedi dell'argine regio distante dall'unghia del medesimo m. 2,00 e il secondo in vicinanza alla cava qui esistente e in linea parallela all'argine del ponte distante dal medesimo m. 7 circa. Fu riscontrato quanto segue:

Il fondo solido ghiaioso nell'uno e nell'altro saggio trovasi a m. 2 circa sotto la massima magra, cioè a circa m. 4 dal piano della golena.

Da quanto può argomentarsi dai risultati delle infissioni, il terreno era composto superiormente di terreno riportato costituito da ghiaia mista a melma e sabbia: il sottofondo, che credesi l'antico letto d'Adige, è formato di creta ed argilla prima mista a sabbia, e poi gradatamente più pura e più compatta e consistente. I pali vicini alle due rive discesero più degli altri; e questo si spiega osservando che qui l'Adige ha fatto altra volta profonde escavazioni, e ciò massime nella riva destra, le quali poi interrò.

Nella Tavola XXII riportiamo alcune sezioni dell'Adige rilevate nel sito del ponte di Zevio, a diverse epoche, e cioè:

1. nel 10 gennaio 1873;
2. nell'ottobre 1876;
3. il 5 aprile 1880;
4. l'8 novembre 1882.

Nell'ultima sezione il fondo è tutto in uno stato di speciale escavazione, poichè fu fatta a poca distanza dalla grande piena del 1882 (settembre). Ora si è interrito già.

Aggiungiamo a complemento nella Parte IV (*Sezioni d'Adige*) notizie di alcune terebrazioni fatte nell'Adige nel suo ramo inferiore (Legnago).

MEMORIA III. — *Pochi cenni sul ponte in ferro a 3 luci, detto Ponte Garibaldi sull'Adige a Verona.*

Su questo ponte in ferro a 3 luci, costrutto secondo il sistema Neville, ben poche notizie ci fu dato di poter raccogliere.

Le luci del ponte sono 3, di m. 25 cadauna; le travi principali sono 2, e vi sono attaccate le traverse, sulle quali appoggiano i travi di legno, che portano il pavimento formato di cunei di legno rovere. Sul medesimo si distese poi l'asfalto.

Notiamo che le dette travi traversali passano attraverso i vani triangolari del traliccio, e si protendono all'esterno e servono come da mensole per sostegno de' marciapiedi.

La larghezza del ponte è di m. 5,50; vi sono poi due marciapiedi esterni di m. 1,70 cadauno: in tutto quindi si ha una luce libera della strada di m. 8,90. Le stillate sono composte ciascuna di 2 pali vite uniti fra loro con una croce di S. Andrea.

Le fondazioni fatte con pali a vite entrano nel letto del fiume per una profondità di circa 4 metri. Il terreno incontrato era tutto ghiaioso, a grossi ciottoli. Queste sono tutte le informazioni che abbiamo avute dalla Ditta Neville di Venezia.

L'Ing. Capo del Comune di Verona signor E. Cavaleri gentilmente ci informò poi che « si cominciò coll'infissione dei pali ad elica piuttosto larga, girandoli senza risultato; poi si adottarono eliche più ristrette a cono più acuto, e si poterono infiggere allora, ma solo coll'aiuto di un pesante maglio: essendo il fondo di ghiaia conglomerata: in qualche punto ritiensi anzi d'aver incontrato il tufo, il che non è improbabile stante la prossimità dei colli ».

Per ultimo l'Imprenditore signor Luigi De Bonis (quello stesso che costruì le murature del Ponte Nuovo) il quale eseguì le fondazioni del Ponte Garibaldi, ci fornì i seguenti ragguagli: *il diametro dei pali a vite era di 0,30 m.; le eliche aveano in principio il diametro di m. 1,20, ma si spezzarono subito. Allora si ridussero a 0,60 m. e si batterono con un martino del peso da 7 ad 8 quintali. La profondità a cui andarono è di m. 2,50 circa nel fondo. Si trovò il tufo tenero, come quello delle vicine cave di Avesa e di Quinzano.*

Le informazioni sulla *profondità di infissione*, come vedesi, sono un po' discordi. Quelle del signor De Bonis le riteniamo più attendibili.

Quanto all'opinione accennata dall'Ing. Capo Cavaleri che si sia trovato il tufo, e divisa dal De Bonis, potrebbe anche essere avvalorata dal fatto che le stillate del Ponte (benchè fondate a così poca profondità) non sono state scalzate nè dalla piena del 1868, nè da quella massima del 1882. E del resto anche al Ponte della Pietra nel primo arco verso sinistra il fondo in roccia in tempo di magra si vede benissimo.

Nelle fondazioni delle murature degli spalloni si trovò ghiaia.

MEMORIA IV. — *Ponte in ferro a 7 luci sull'Adige ad Albaredo.*

## Descrizione del Ponte.

Possiamo dare alcune notizie anche su altro ponte fondato con pali a vite, quello costrutto sull'Adige ad Albaredo, sito che trovasi a ch. 38 a valle di Verona, quali ci furono gentilmente favorite dall'Ing. Petranich dell'Ufficio tecnico provinciale a Verona.

Contratto per la costruzione in data 13 novembre 1871. Data del compimento 12 dicembre 1872. La luce netta totale del ponte è di m. 222 divisa in sette campate, le due estreme ciascuna di m. 31 ed ognuna delle cinque intermedie di m. 32.

La lunghezza totale della travata metallica è di m. 224. La larghezza della via misurata da mezzo a mezzo delle pareti verticali delle due travi principali è di m. 5,66.

Le pile adottate al ponte d'Albaredo sono costituite da pali pieni in ferro coll'estremità inferiore foggiata a vite.

Le pile I, II, III, IV, contate da sinistra, sono costituite ciascuna di numero cinque pali a vite del diam. di m. 0,125; quattro dei quali disposti nei vertici di un rettangolo formano il vero sostegno delle travate (pali portatori), il quinto, posto a monte difende la pila stessa (partiacqua). La distanza dei pali nel senso longitudinale del ponte (larghezza della pila) è di m. 1,60; nel senso traversale i pali distano m. 5,66. Il partiacqua sporge di m. 1,60; questi pali tutti sono collegati fra loro con telai a crociere non solo verticalmente, ma anche orizzontalmente.

Le pile V e VI essendo collocate sopra un'alta golena, che nelle circostanze normali è sempre nell'asciutto, sono formate da soli quattro pali a vite disposti in un medesimo piano normale all'asse del ponte.

Gli spalloni metallici sono composti di numero tre pali a vite collocati in un piano pure perpendicolare all'asse del ponte. Le estremità delle travi principali vanno ad appoggiare direttamente sugli argini come a Zevio.

I pali sono approfondati sotto la guardia normale dell'idrometro di Albaredo mediamente:

| | | |
|---|---|---|
| quelli della spalla | sinistra | metri 5,94 |
| » » » | destra | » 5,79 |
| | Pila I | » 12,45 |
| | » II | » 13,51 |
| | » III | » 15,57 |
| | » IV | » 12,35 |
| | » V | » 12,75 |
| | » VI | » 12,48. |

L'altezza delle travi principali è di m. 2,482.

La distanza da asse ad asse dei travi traversali è di m. 2; la loro altezza m. 0,50.

Il piano del ponte è costituito da ferri Zorès, del tipo che pesa ch. 12,50 a metro corrente; questi ferri Zorès distano fra loro da asse ad asse m. 0,262, rimanendo perciò un intervallo di m. 0,03 fra loro, il quale serve allo scolo delle acque piovane. Sopra detti ferri viene distesa l'inghiaiata avente nel mezzo (colmo) un'altezza di m. 0,20.

La quantità del materiale occorso per la costruzione del ponte è il seguente:

| | | |
|---|---|---|
| A. *Parte in fondazione.* | | |
| Pali del diam. 0,125 m. l. 373,34 | Chilogr. | 35672,63 |
| Eliche N. 34 . . . . | » | 9408,82 |
| Manicotti di ghisa N. 31 . . | » | 5117,42 |
| Totale in fondazione | Chilogr. | 50198,87 |
| B. *Parte sopra fondazione.* | | |
| Pelle due spalle | Chilogr. 7377,00 | |
| Pelle due pile in golena | » 9168,44 | |
| Pelle quattro pile a castello | » 38902,92 | |
| Sommano | Chilogr. | 55448,36 |
| Pei rulli di dilatazione . . . | » | 4627,24 |
| Per travate . . . . . | » | 170959,64 |
| Per ferri Zorès, ed accessorii . | » | 73363,00 |
| Totale peso del ferro | Chilogr. | 354597,11 |

La spesa complessiva fu di L. 262698,88 ossia per m. corr.

di ponte L. 1172,76. Il peso della travata metallica a m. l. è di ch. 1110 : 00.

Compresi poi gli accessi, espropriazione, sasso a presidio delle pile, direzione e sorveglianza il suo costo ascende per metro corrente di ponte a L. **1309,50.**

### Fondazioni con pali a vite.

| | |
|---|---|
| Diametro dei pali | 0,125 m. |
| » dell'elica | 0,80 |
| Braccia dell'argano | 2,70 |

Numero d'uomini applicati all'argano da 37 a 42. L'approfondamento venne eseguito con argano ad 8 braccia di legno rovere. La lunghezza totale dell'affondamento dei pali sotto il letto di consegna fu di m. l. 183,455. Vennero impiegate ore di lavoro 10337,42. Quindi si ebbe un approfondamento per ogni ora di lavoro di m. 0,0177,46. Il tempo impiegato per affondare un metro lineare di palo fu di ore 56.

L'affondamento procedette regolare col solo argano: il che indica già un fondo facilmente permeabile.

Come fu detto le pile a castello, munite cioè di 5 pali a vite, sono quattro. In corrispondenza alle medesime il *letto di consegna* è profondo da m. 3 a 3,80 sotto la guardia normale dell'idrometro di Albaredo andando da sinistra a destra del fiume.

Il piano di posa delle travi, o piano superiore dei capitelli è a m. 1,02 sopra la massima piena del 1868. La massima piena avanti il 1872 era arrivata a m. 2,24 sopra G. N. Il piano di recisione dei pali è a m. 1,26 sotto G. N.

### Scandagli e terebrazioni del fondo del fiume Adige.

Da alcune sezioni d'Adige rilevate nel 1872, favoriteci dall'ing. Petranich, e che diamo nella Tavola XXV, si rilevano in corrispondenza alla prima pila a sinistra, le seguenti profondità:

| Data | | Profondità | |
|---|---|---|---|
| Febbraio | 1872 a | m. 3,84 | sotto G. N. |
| Aprile | » | » 4,50 | » |
| Maggio | » | » **9,93** | » |
| Giugno | » | » 7,00 | » |
| Luglio | » | » 6,50 | » |
| Agosto | » | » 6,37 | » |
| Settembre | » | » 5,98 | » |
| Novembre | » | » 7,50 | » |
| Dicembre | » | » 5,94 | » |
| Gennaio | 1873 | » 6,45 | » |

Il fondo quindi si riconosce essere stato in quest'anno 1872 in continua sensibile variazione. L'escavazione aumentò dal febbraio in poi; diventò massima nel maggio, nel qual mese si ebbe una piena; decrebbe poi gradatamente fino al settembre: tornò ad aumentare nel novembre e ritornò poi a decrescere.

Estesi a tutte le suddette stillate si danno questi dati nel quadro seguente:

| EPOCA del RILIEVO | PILE a castello (da sinistra) | Profondità media del fondo riferita alla G. N. Metri | Profondità del palo riferita alla G. N. Metri | Profondità del palo sotto il letto del fiume Metri |
|---|---|---|---|---|
| Consegna | | | | |
| 21 Febbraio 1872. | I | 3,84 | 12,45 | 8,61 |
| | II | 3,92 | 13,51 | 9,59 |
| | III | 3,37 | 15,57 | 12,20 |
| | IV | 2,87 | 12,35 | 9,48 |
| 16 Maggio 1872.... | I | 9,93 | 12,45 | 2,52 |
| | II | 5,31 | 13,51 | 8,20 |
| | III | 2,26 | 15,57 | 13,31 |
| | IV | 0,37 | 12,35 | 11,98 |
| 17 Agosto 1872.... | I | 6,37 | 12,45 | 6,08 |
| | II | 4,71 | 13,51 | 8,80 |
| | III | 1,68 | 15,57 | 13,89 |
| | IV | 1,61 | 12,35 | 10,74 |
| 10 Settembre 1872 | I | 5,98 | 12,45 | 6,47 |
| | II | 3,71 | 13,51 | 9,80 |
| | III | 1,66 | 15,57 | 13,91 |
| | IV | 1,30 | 12,35 | 11,05 |
| 19 Dicembre 1872 | I | 5,94 | 12,45 | 6,51 |
| | II | 4,60 | 13,51 | 8,91 |
| | III | 2,16 | 15,57 | 13,41 |
| | IV | 1,40 | 12,35 | 10,95 |
| 15 Gennaio 1873.. | I | 6,45 | 12,45 | 6,00 |
| | II | 2,60 | 13,51 | 10,91 |
| | III | 2,20 | 15,57 | 13,37 |
| | IV | 2,10 | 12,35 | 10,25 |

Il rilievo fatto nel 27 settembre 1884 diede in corrispondenza alle pile le profondità seguenti:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª | pila | a castello | a sinistra | m. 3,00 | sotto G. N. |
| 2ª | » | » | » | » 4,50 | » |
| 3ª | » | » | » | » 3,00 | » |
| 4ª | » | » | » | » 3,50 | » |

Ritenendo il letto del fiume a m. 5,50 mediamente sotto guardia, i risultati delle terebrazioni sono:

da m. 5,50 a 7,50 sabbia cruda
da m. 7,50 a 7,80 ghiaia minuta
da m. 7,80 a 9,80 sabbia granita con ciotoli
da m. 9,80 a 10 ecc. argilla naturale.

Dalle escavazioni stesse prodotte dal fiume è risultato inoltre confermato il fondo essere costituito da strati alternati di sabbia cruda e di minuta ghiaia; si rinvenne poi pure in qualche sito lo strato della creta a m. 7,20 sotto la magra ordinaria.

### Prove di resistenza.

Le prove di resistenza del ponte di Albaredo si fecero il 30 dicembre 1873 e diedero i risultati contenuti nel prospetto seguente:

PROSPETTO delle freccie osservate nelle campate del ponte di Albaredo prima e durante la prova statica del 30 dicembre 1873, col sovraccarico di chilogr. 489,04 per m².

| CAMPATA | Larghezza delle campate | FRECCIA | | | | | | | | | FRECCIA di tolleranza $\frac{1}{950}\,l$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PERMANENTE | | | D'OSCILLAZIONE | | | TOTALE | | | |
| | | Monte | Valle | Media | Monte | Valle | Media | Monte | Valle | Media | |
| Prima . . . . | 31 | 0,02 | 0,028 | 0,024 | 0,01 | 0,004 | 0,007 | 0,03 | 0,032 | 0,031 | 0,032 |
| Seconda . . . | 32 | 0,022 | 0,017 | 0,0195 | 0,006 | 0,008 | 0,007 | 0,028 | 0,025 | 0,0265 | 0,033 |
| Terza . . . . . | 32 | 0,008 | 0,004 | 0,006 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,018 | 0,014 | 0,016 | 0,033 |
| Quarta . . . . | 32 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,00 | 0,011 | 0,0125 | 0,007 | 0,018 | 0,0125 | 0,033 |
| Quinta . . . . | 32 | 0,005 | 0,004 | 0,0045 | 0,08 | 0,005 | 0,0065 | 0,013 | 0,009 | 0,011 | 0,033 |
| Sesta . . . . . | 32 | 0,015 | 0,011 | 0,013 | 0,001 | 0,005 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,033 |
| Settima . . . | 31 | 0,03 | 0,022 | 0,026 | 0,004 | 0,007 | 0,0055 | 0,034 | 0,029 | 0,0315 | 0,032 |

Ben inteso che diamo questo quadro quale ci fu comunicato. A dir vero vi sono dentro delle anormalità non facilmente spiegabili.

Il carico di prova prescritto era di 400 Ch. a mq. Se ne applicarono invece 489. Questo peso fu applicato su tutta la lunghezza del ponte. La freccia tollerata era di $\frac{1}{950}$ delle rispettive luci. Le prove dinamiche si fecero con 2 carri del peso di Ch. 11000, i quali vennero condotti uno alla volta nel centro del ponte. Si ricorda che la carreggiata del ponte è larga 5 m.

## Memoria V. — *Ponte in ferro a 3 luci sull'Adige a Pescantina.*

## Cenni sul Ponte.

Pochissime notizie ci fu dato raccogliere su questo Ponte costrutto sull'Adige a Pescantina, che è una località posta a circa 12 chilometri a monte di Verona.

Il Ponte è come lo indica il titolo a 3 luci. Vi sono due stillate composte ciascuna di 5 pali a vite, disposti come quelli del Ponte di Albaredo. Gli spalloni sono in muratura.

Il fondo in questa località è composto di ghiaia.

Il contratto relativo fu stipulato in data 13 novembre 1871. Il lavoro fu ultimato il 12 dicembre 1872. Il termine concesso per l'esecuzione era di mesi 15.

Lunghezza m. l. 101,60.

Importo del Contratto preliminare in ragione di L. 930 al m. l. sulla lunghezza di progetto di m. 93,60 importano . . . . . L. 87048,00

Spese addizionali . . . . . » 12989,45

Importo del 4 % per aumento di larghezza » 4001,50

Totale L. 104038,95

Aggiungansi per l'aumento della luce portata a m. 99 da m. 91 . . . . . L. 11039,94

Importo totale L. 115078,89

I prezzi pei lavori eventuali da farsi erano fissati così:

| | | |
|---|---|---|
| Ferro per le impalcature metalliche . | L. 0,735 | al ch. |
| Ghisa . . . . . | » 0,580 | » |
| Ferro per le stillate metalliche . . | » 1,03 | » |
| Ghisa . . . . . | » 1,03 | » |
| Piombo . . . . . | » 0,75 | » |
| Legname larice . . . . . | » 90 | al m. c. |
| » quercia . . . . . | » 95 | » |

**Fondazioni con pali a vite.**

Diametro dei pali m. 0,125.
Le profondità raggiunte dai pali a vite furono le seguenti:
Prima pila (a castello).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Partiacqua a | m. | 4,55 | sotto l'alveo del fiume |
| 2. | Colonna a | » | 5,90 | » |
| 3. | » | » | 5,90 | » |
| 4. | » | » | 6,15 | » |
| 5. | » | » | 6,12 | » |

Pila seconda (a castello).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Partiacqua a | m. | 4,82 | sotto l'alveo del fiume |
| 2. | Colonna a | » | 4,91 | » |
| 3. | » | » | 5,98 | » |
| 4. | » | » | 5,95 | » |
| 5. | » | » | 5,75 | » |

L'affondamento dei pali si ottenne per torsione, con argano ad 8 manubrii, del diametro di m. 6, applicando 3 uomini per manubrio. Ritenuto di 45 ch. (così il Contratto) lo sforzo di cadaun uomo, si aveva quindi il momento di torsione

$$M = 8 \times 3 \times 45 = 3240 \text{ ch.}$$

L'approfondamento si aiutò battendo le teste dei pali con maglio da ch. 450, e ciò fu reso necessario in causa della natura del terreno componente l'alveo. Si applicarono fino a 40 uomini.

Alle colonne non si potè applicare l'elica a piatto, come al Ponte di Albaredo, ma si dovette ricorrere ad un'elica meno sporgente.

**Prove di resistenza.**

Le dette prove vennero eseguite il 12 dicembre 1872 (quelle a carico morto) e il 10 maggio 1873 (le dinamiche).

Le prime si eseguirono applicando sul ponte ch. 400 per m. q. Le inflessioni rimasero al di sotto di $\frac{1}{950}$ della luce come prescritto.

Le ultime si fecero con carri a 2 ruote pesanti 11 tonn. ciascuno.

Il collaudo provvisorio si fece il 5 giugno 1873.

MEMORIA VI. — *Ponte in ferro detto Ponte Molini sul Lago di Mantova.*

## Descrizione del Ponte.

Il Ponte Molini fu costrutto sul Lago di Mantova per la Ferrovia Verona-Mantova.

Si compone di 5 luci, delle quali le due estreme di m. 21 e le tre intermedie di m. 27.

La travatura metallica si compone di 2 travi principali, rilegate fra loro da travi trasversali. A queste ultime si fissano le longherine di ferro che portano il binario. Le pile del ponte sono costituite ciascuna da 8 pali a vite; di cui 4 a monte e 4 a valle. Essi sono disposti per ciascun appoggio sui vertici di un quadrato. Sono collegati insieme sulle teste da travi trasversali a doppio T.

Il diametro dei pali a vite è di m. 0,125.

Le travi principali sono fissate in modo invariabile su una pila della campata centrale, e scorrono sulle altre pile per effetto della dilatazione.

Le quote sopra il comune marino che si riferiscono al manufatto sono le seguenti:

| | |
|---|---|
| Quota piano ferro . . . . . | m. 21,30 |
| Piano di posa delle travi . . . | » 20,43 |
| Quota superiore dei pali (teste dei pali) . . . . . | » 19,50 |
| Pelo d'acqua ordinario del Lago . | » 18,50 |
| Massima profondità del fondo . . | » 14,70 |

Il contratto per la costruzione del Ponte avea la data del 21 marzo 1872. Il tempo concesso per l'ultimazione era di mesi 8.

Le prove di resistenza si eseguirono il 19 giugno 1873, e il collaudo definitivo del lavoro si fece il 3 luglio 1874.

Il lavoro incominciò nell'ottobre 1872, e il 7 maggio 1873 era completamente ultimato.

**Fondazioni con pali a vite.**

Premettiamo alcuni dati generali relativi alla natura del fondo. Le terebrazioni fatte nel fondo del lago diedero i risultati seguenti:

Sabbia per m. 2 sotto il fondo
Ghiaia ordinaria da » 4 a 6 »

poi rottami, sassi ed altro.

Forse i rottami e sassi sono avanzi di antiche costruzioni.

Trivellazioni eseguite nel lago inferiore di fronte allo scaricatore principale del lago superiore diedero invece:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Livello ordinario delle acque del lago | 0,00 | (ritenuto) | |
| Livello platea edificio . . | 3,63 | | |
| Ghiaia . . . . . | 2,90 | | |
| Sabbia grossa . . . . | 0,90 | Spessori degli strati | |
| Torba . . . . . | 0,40 | | |
| Sabbia terrosa fracida . . | 0,30 | | |
| » sottile . . . . | 0,40 | | |
| » pura . . . . | 0,70 | | |
| » grassa . . . . | 0,60 | | |
| Ghiaia . . . . . | 1,20 | | |
| Sabbia pura . . . . | 1,60 | | |
| Tivarro . . . . . | 1,00 | | |
| Sabbia pura . . . . | 1,80 | | |
| » sottile . . . . | 1,20 | | |
| Sabbia . . . . . | 2,00 | | |

La totale profondità raggiunta fu dunque di m. 18,63.

Altre trivellazioni praticate nella piarda del lago superiore al Zappetto (che è al principio del ponte Molini) diedero i seguenti risultati:

Dal piano della piarda alla profondità di m. 1,58 sabbia terrosa con traccia di laterizi e ghiaia.

Da m. 1,58 a m. 2,05 sabbia terrosa con qualche grano di ghiaia.

» 2,05 » 3,26 sabbia terrosa con traccie di laterizi, conchiglie lacuali, vegetali palustri e carboni.

» 3,26 » 4,87 terra agglomerata a sabbia con traccie di laterizi e ghiaia.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Da m. | 4,87 | » 5,14 | terra e sabbia fina, ghiaia riunita, traccie di laterizi ed ossa. |
| » | 5,14 | » 5,34 | terra e sabbia mista a traccie di laterizi e carbone. |
| » | 5,34 | » 6,28 | terra e sabbia con traccie di laterizi e ghiaia. |
| » | 6,28 | » 8,16 | terra e sabbia fina agglomerata con ghiaia grossa e traccie di laterizi. |
| » | 8,16 | » 8,52 | sabbia sottile terrosa con traccie di carboni. |
| » | 8,52 | » 9,46 | sabbia sottile terrosa. |
| » | 9,46 | » 10,18 | sabbia sottile. |
| » | 10,18 | » 10,87 | sabbia sottile terrosa. |
| » | 10,87 | » 11,34 | sabbia sottile. |

Il livello ordinario del lago superiore è m. 0,50 sotto il piano pella piarda.

Come vedesi, il fondo si presentava come facilmente perforabile. Ed infatti (salvo alcuni casi speciali) l'infissione procedette senza serie difficoltà. In principio i pali discendevano collo sforzo alle leve dell'argano di soli tre o quattro uomini. Fino alla quota di m. 9,00 si procedeva bene facendo uso di non più di 20 uomini. Ma oltre ne occorsero fino a 48. Il cabestan portava 12 leve e si potevano applicare 4 uomini per leva. Esso veniva assicurato al palo con robusta catena, che prima si avvolgeva alla bussola o mozzo di ghisa e poi a spira per diversi tratti superiormente al palo. I pali in opera erano lunghi circa m. 15 in tutto. Erano in 2 pezzi. Il secondo pezzo molto corto veniva aggiunto ed assicurato con manicotti dopo finita l'infissione a rifiuto del pezzo più lungo.

I lavori d'infissione dei pali cominciarono il 20 ottobre.

Il Capitolato stabiliva che i pali dovessero andare fino alla quota di m. 8,50, ma la Società appaltante s'era riservato il diritto di far continuare la discesa per altri 7 m. E infatti il 20 dicembre 1872 prescrisse che l'affondamento fosse spinto fino alla quota di m. 6,50.

Citiamo qualche circostanza particolare. Due pali al 26 novembre 1872 erano scesi alla quota di m. 9,00 con 20 uomini. Ma poi se ne dovettero applicare 32, quindi 36 e con questi si andò fino a m. 2 oltre la quota di progetto. Con 40 uomini un altro palo andò a soli m. 1,50 sotto la detta quota; e con 42 uomini 3 pali raggiunsero appena la quota prescritta, m. 8,50.

Il diametro dei pali era, come si disse, di 0,125. Erano pieni. Il massimo diametro dell'elica misurava m. 0,75. Le ali dell'elica o spire molto taglienti; cominciavano all'estremità o punta del mozzo di ghisa, e continuavano poi avvolgendosi per 3 giri. L'altezza totale era di 0,78, e per ciascun giro quindi di 0,26 m.

MEMORIA VII. — (Appendice alla Parte II) — *Cenni sul sistema di fondazione con pali a vite* (V. Tav. XXV).

## Notizie sul metodo.

*Premesse.* — A complemento delle notizie date precedentemente sui pali a vite, crediamo opportuno offrire quì una esposizione succinta di questo metodo di fondazione; a cui faremo seguire dei dati e notizie di altri ponti fondati con tal sistema e costrutti altrove. Per tal guisa nutriamo fiducia che il nostro studio possa riuscire meno incompleto, e possa meglio giovare a chi si occupa di questo genere di fondazioni.

*Generalità.* — Innanzi tutto notiamo che questo sistema di fondazione con pali a vite è, quando le circostanze lo permettono, assai comodo; il suo vantaggio, su quello dei pali battuti (palafitti) consiste specialmente in ciò che i pali a vite poggiano su una base assai più larga, e quindi anche in un terreno sciolto possono sopportare forti pesi.

Chi li introdusse nella pratica del fondare fu l'inglese Mitchell.

Infatti, nel 1838, egli prese una patente per un sistema di fondazione, consistente nello infiggere nel terreno mediante avvitamento dei pali muniti di un'elica di ferro che trovavasi al piede dei medesimi. È a notarsi però che questa idea era sorta ben prima. L'elica, la quale riporta sul terreno il carico che deve sostenere il palo, formava un solo giro, ed aveva un diametro massimo di m. 1.50.

Avvertesi a questo proposito che la inclinazione delle ali dell'elica non dev'essere molto forte, e deve essere poi adattata alla qualità del terreno, poichè diversamente l'infissione del palo esige un soverchio sforzo, e conviene di conseguenza aumentare il diametro stesso del palo onde non si rompa o deformi sotto il detto sforzo.

Il primo tentativo di fondare con pali a vite fu fatto nell'anno 1837 nella fondazione del faro sul banco di sabbia di Maplin davanti allo sbocco del Temse. Ne diamo una descrizione.

La torre del faro ha una base ottagona e riposa sopra 9 pali di ferro fucinato del diametro di 127 mm. e della lunghezza di m. 7.92. Otto di questi pali stanno sotto gli otto angoli della torre e il nono sta nel mezzo. Ogni palo ha al suo estremo inferiore un'elica di ghisa del diametro di m. 1.22. Tutti i pali furono infissi in 9 giorni nel banco di sabbia fino a m. 6.70 di profondità.

Analoghe fondazioni si fecero nel 1840 davanti il porto di Fletwood sulla costa occidentale inglese: e nel 1844 nella baia di Belfast sulla costa irlandese. I pali di ferro adoperati aveano lunghezza da m. 4.90 a 7.10, il diametro di m. 0.125, ed eliche di ghisa da m. 0.90 a 1.20 con un giro e mezzo.

Più tardi gli ingegneri Stephenson, Brunel, Cubitt, ecc., adoperarono i pali a vite anche per fondare ponti, e i risultati ottenuti dimostrarono che con tal sistema si ottiene una fondazione facile, rapida e sicura. Oltre a quest'uso le eliche dei pali a vite si utilizzarono anche per fondazioni di segnali di mare, per fissare catene di ancoraggio (galleggianti) nei porti, per aste o pali dei telegrafi, per fermare funi, ormeggiare argani e meccanismi in genere, ecc.

*Dimensioni dei pali.* — Il diametro da assegnarsi ai pali dipende da diverse circostanze: dalla loro lunghezza (dovendo avere il diametro delle colonne un rapporto determinato colla loro altezza); dal carico che devono sopportare, e infine anche dal grado di durezza dei terreni da perforarsi, il quale esige un maggiore sforzo di torsione. Non va dimenticato però che avendosi terreni molto compatti, è preferibile diminuire il diametro dell'elica, onde avere un più facile approfondamento. E non va neppur dimenticato che il diametro dell'elica (che viene ad essere come la base del palo) dev'essere in un certo conveniente rapporto col diametro stesso del palo.

*Terreni più adatti pei pali a vite.* — I pali a vite si sono dimostrati applicabili nella maggior parte degli schisti di alluvione, finchè però non contengano pietre troppo grosse, le piccole pietre venendo spostate col movimento della vite.

Anche nell'argilla azzurra compatta si sono introdotti i pali a vite senza speciale difficoltà: così che solo la roccia propriamente detta e gli schisti molto compatti ne escludono in generale l'applicazione. Diciamo in generale, perchè

talvolta, e in certe condizioni, anche l'argilla presenta difficoltà gravissime all'avvitamento.

Le dimensioni più convenienti delle viti, la loro forma e la inclinazione delle ali si determinano, come si accennò, a norma della qualità del terreno. Per terreno tenero si adattano meglio le grandi viti fino ad 1.50 m. di diametro, con leggera inclinazione da 20 a 30°; per terreni più compatti, viti più strette, con maggiore inclinazione da 30° a 35°. Per dare un esempio le viti adoperate pel molo di Wexford (1847), dove il terreno si componeva di sabbia e ghiaia, e al disotto d'argilla turchina, avevano il diametro di m. 0.610.

Notiamo inoltre che l'infissione dei pali a vite in terreni sciolti ed a grandi profondità può presentare seri ostacoli, sia per l'attrito che sulle eliche sviluppa il carico del terreno sovraincombente, sia pel pericolo di trovare grosse pietre o ciottoli, i quali, od impediscono la discesa, o producono anche la rottura delle ali delle eliche. Del che non mancano esempi nei ponti già descritti in questa Parte II.

*Modalità di costruzione.* — I modi di costruzione più usati pei pali a vite sono i seguenti:

a) *Pali massicci di ferro fucinato* (schmiedeiserne) *con viti (eliche) di ghisa*, sul tipo delle prime usate da Mitchell. Il diametro dei pali che da principio era di circa cm. 12.5 (5 pollici inglesi), fu di molto aumentato in alcune moderne costruzioni. Così al ponte di Lewes nell'America settentrionale si adoperarono pali del diametro di m. 0.144 per 9 m. di lunghezza; di 0.155 per m. 10.20, e infine di m. 0.210 per m. 16.50 di lunghezza. Questi furono fabbricati in un sol pezzo; ma di solito, se sono molto lunghi, si compongono con singoli pezzi (tronchi) più corti che si uniscono fra loro con manicotti a flangia e bolloni. Alla parte inferiore dei pali si è data di solito la forma di una trivella a vite, e l'elica di ghisa col suo mozzo forato da parte a parte viene introdotta nel palo dal disopra, e fatta scorrere nel medesimo fino al suo estremo inferiore, dove viene fissata ad esso con spine e chiavelle (V. Tav. XXV, fig. 1). Spesso le eliche di ghisa invece sono massiccie, e quindi chiuse al disotto; nella parte superiore hanno una cavità o vano per ricevere l'estremità del palo: detta cavità è tal volta cilindrica e allora l'elica si fissa con spine che la passano da parte a parte insieme col palo; talvolta invece è poligonale, o con contorno mistilineo, e il palo pure si adatta a tale forma.

b) *Pali di ferro fucinato con viti (eliche) di ferro pure fucinato.*

Si adoperano specialmente per fissare i galleggianti dei

bastimenti, ed anche per fondare viadotti. Recentemente si sono fatte le viti anche d'acciaio, come, ad esempio, in un viadotto della ferrovia da La Guaira a Caracas nella Venezuela (V. Tav. XXV).

c) *Pali di ghisa vuoti in forma di tubo portanti all'estremo inferiore l'elica chiusa.*

I pali sono costituiti di singoli pezzi (tronchi) uniti fra loro con giunzioni a flangia (*Flantschenverbindung*) l'ultimo pezzo porta alla sua estremità inferiore l'elica.

d) *Pali vuoti, aperti al disotto sul cui contorno esterno è fissata l'elica.*

Questi furono la prima volta adoperati dal Brunel nella costruzione del ponte di Chepston; i pali erano costituiti di tubi di ghisa, del diametro di circa m. 1.80. Furono poi applicati anche altrove. Ad esempio le stillate del ponte di Nestor della ferrovia da Bukarest a Giurgewo si compongono di pali a vite di ghisa, del diametro di m. 0.92 ed 1.22, essendo rispettivamente di m. 1.52 ed 1.83 il diametro delle eliche. I pali a vite venivano bollonati insieme, e constavano di pezzi in forma di tamburo, lunghi m. 1.83 ciascuno, con *flangie interne*. Nella ferrovia del Sud della Prussia occidentale si trovano di tali pali del diametro esterno di 0.79 e interno di 0.73. L'elica fusa insieme col pezzo di tubo inferiore è lunga m. 1.26, ed ha un diametro esterno di m. 1.57; il suo contorno, che comprende un sol giro, ha una pendenza di m. 0.26 (V. Tav. XXV, fig. 2).

In un ponte della fortezza di Anversa ed altrove, si sono con molto successo munite le colonne o tubi cilindrici aperti inferiormente, oltre che dell'elica esterna, che è quella avente un diametro maggiore, anche di altre eliche minori nell'interno dei tubi, le quali avevano un passo doppio di quelle esterne (V. Tav. XXV, fig. 6).

Si sono adoperati pali a vite non solo di ferro, ma anche di legno. Nei porti d'Olanda, dove se ne fece uso, si diede ai cuspidi una forma conica, all'esterno della quale si svolgevano i giri dell'elica, con inclinazione uniforme. Il cuspide, o mozzo dell'elica, presentava nella sua parte superiore una cavità o vano di sezione poligonale, che serviva a ricevere il palo di legno, il quale si serrava entro ad esso fortemente, e si teneva fermo anche con una spina (V. Tavola XXV, fig. 11).

*Metodo di infissione (per avvitamento) dei pali.* — Per l'infissione ad avvitamento dei pali di solito si adopera una ruota di grande diametro che si unisce solidamente al palo

e che si fa girare, applicando degli sforzi alla sua periferia. Questa *ruota* che diremo anche *argano* (*Cabestan*, *Sternrad*, *Haspel*), e porta un foro circolare nel centro, si fa entrare e scorrere nel palo, e si fissa nella sua parte superiore. Si fa poi girare per mezzo d'un *arganello* e di una fune o catena, che si attacca alle braccia radiali della medesima. Essa viene fissata alla voluta altezza col mezzo di scanalature (incavi) e spine, cunei o biette, od in altro modo. Mano mano che il palo discende si deve naturalmente alzare la ruota. Per fissare i meccanismi od apparecchi che servono all'infissione qualche volta si sono costrutti dei palchi di servizio appositi attorno al palo; altra volta invece si sono utilizzate le parti stesse della costruzione già ultimate.

Quest'ultimo metodo si è applicato così: dalle stillate o anche dai pali già infissi si è fatto sporgere una specie di impalcatura a mensola fino a raggiungere il sito ove doveva infiggersi il nuovo palo. Su questa impalcatura si monta l'arganello o in genere il meccanismo che serve a dare lo sforzo di rotazione. Alla estremità di tal mensola viene innalzato e sospeso il palo, poi una volta messo alla voluta posizione lo si fissa, e dopo montatovi sopra l'argano lo si gira.

Un terzo metodo consiste nell'utilizzare dei palchi natanti, ad esempio, una piattaforma portata da due barconi (pontoni); e questa serve per montare e avvitare i pali; ma in tal caso le cose possono anche disporsi in modo che i lavoratori facciano direttamente girare il palo agendo sulle leve (braccia o raggi della ruota).

Nei casi in cui l'attrito che si sviluppa sulle alette dell'elica pel movimento del palo oppone una resistenza difficilmente superabile, si è agevolato il lavoro, conducendo un getto d'acqua a forte pressione contro la superficie superiore delle ali dell'elica. Nella costruzione del ponte di Lewes si ruppero varie eliche: ed essendo state estratte, si trovò che avevano le superficie lucide e ben pulite, evidentemente per lo sfregamento che a grandi profondità v'aveva esercitato il cono di terreno sovraincombente. Dopo che si fece agire un getto d'acqua sulla superficie superiore dell'elica si ottenne una diminuzione assai sensibile dell'attrito. Ma su di ciò si ritornerà più sotto.

*Dati sull'affondamento.* — Nel molo sulla costa di Wexford furono infissi per avvitamento, girando i pali con un meccanismo, in media 2 pali al giorno alla profondità da m. 3.30 a 4.50, in un terreno costituito per m. 2.50 di sabbia e ghiaia, e sotto di argilla bleu.

Nel ponte già citato di Lewes si ottenne con una squadra

composta di circa 20 lavoratori, come massimo risultato giornaliero l'infissione di 4 dei pali più corti per circa 3 metri di profondità nella sabbia; alcuni dei pali più lunghi raggiunsero fino a 10 metri essendo il terreno nella parte inferiore costituito di argilla marnosa e detriti; si affondarono 6 pali in 5 giorni.

Nel ponte costrutto sulla fossa della fortezza presso Koenigsberg nella ferrovia meridionale della Prussia occidentale i pali del diametro di m. 0.79 e della lunghezza totale di m. 9.50, affondati per m. 5.90 nel terreno composto negli strati superiori di sabbia e inferiormente di argilla bleu, furono infissi ciascuno mediamente in 6 giorni da 16 lavoratori.

### Notizie speciali su ponti diversi fondati con pali a vite.

Dopo esposti questi cenni generali sul metodo, per meglio illustrarlo daremo delle notizie più particolareggiate sui principali ponti costrutti col sistema dei pali a vite; dopo di che si dirà qualche cosa anche dei *pali a piatto*.

*Ponte di Koenigsberg.* — Nella costruzione del ponte ferroviario sulla fossa della fortezza di Koenigsberg si trovò il fondo essere fino a grande profondità composto di limo; in questo terreno furono infissi dei pali a vite di ghisa vuoti, del diametro di m. 0.80; la parete del tubo aveva uno spessore di 4 centim.: andarono alla profondità di metri 6,90. Questi tubi si componevano di pezzi lunghi da m. 1.90 a 2.50, uniti insieme col mezzo di flangie e bolloni a vite. L'elica esterna aveva una inclinazione di metri 0.26, il diametro era di m. 1.57, ed ogni palo pesava 40.000 chilogr.

Lo spessore delle nervature od ali dell'elica era all'attacco alla colonna di 0.10 m. ed al margine o bordo di 0.05 m.

La ruota (argano) che servì all'infissione dei pali si componeva di un mozzo costituito di 2 lamiere grosse 13 mm., le quali congiunte fra loro col mezzo di ferri d'angolo inchiodati, formavano due piatti o dischi del diametro di m. 1.88. Questi due dischi avevano la distanza di 0.16 m., e l'intervallo era riempito di legno forte, e di 4 pezzi di ferro

fucinati a forma di cuneo, ed era unito il tutto con 150 bolloni. Il mozzo era solidamente fissato al palo da affondarsi mediante cunei, i quali entravano nelle scanalature (*rainures*) del palo, mentre due altri cunei, i quali premevano semplicemente contro la parete del tubo, impedivano che il mozzo scorresse lungo il palo. Nel mozzo erano fissate 8 braccia di legno di quercia, le cui estremità ricevevano delle scatole di ghisa. Queste scatole avevano ai due lati, fuse insieme, delle appendici od orecchie, alle quali si attaccavano dei tiranti grossi 2.5 cm. I tiranti col mezzo di manicotti a vite, che si facevano girare a destra o sinistra, potevano essere tesi, così che le 8 braccia venivano tra loro collegate perfettamente in sistema col mezzo di questi tiranti. Attorno alla ruota venivano legate nella stessa direzione due funi o catene, e il loro estremo veniva avvolto sopra il tamburo degli arganelli fissati di contro; col mezzo di questi meccanismi si faceva girare il palo attorno al proprio asse, e così la vite od elica si internava nel terreno. Naturalmente il palo doveva essere guidato fissandolo ad un palco robusto, onde potesse mantenersi costantemente nella posizione voluta.

Nel ponte sulla fortezza di Anversa ha dato buoni risultati un sistema di pali vuoti così composto. Il diametro esterno era di 0.350 m., l'interno di 0.30: il diametro dell'elica esterna di m. 1.00. Il passo di quest'elica era la metà di quello dell'interna.

Questo sistema di pali aveva dunque, oltre all'esterna, anche un'elica interna. E mentre quella esterna (la quale alla periferia aveva uno spessore di 2 cm. e all'attacco alla colonna di 5.5 cm.) formava principalmente la superficie che portava il carico, l'elica interna serviva specialmente per sollevare il terreno nel tubo; questa elica sporgeva di 5 cm. nell'interno del tubo, ed aveva una altezza massima di 4 cm. Le unioni dei pezzi di tubo si facevano per avvitamento di un pezzo nell'altro. Questo sistema è più opportuno della unione a flangia, perchè così la colonna ha una superficie esterna completamente liscia, e quindi con facilità entra nel terreno. Nel caso di una rottura dell'elica, può avvenire facilmente che il palo debba essere girato nel terreno in senso inverso per estrarlo, nel qual caso le unioni a vite si scioglierebbero: per evitare ciò si può attraversare con una spina rotonda tutta l'unione. È avvenuto però talvolta che si è rotta (tranciata) anche la spina.

*Ponte di Lewes.* — Il ponte di Landung presso Lewes, negli Stati Uniti, fu fondato, come si disse, tutto su pali a vite. Le periferie delle eliche si avvicinano, viste di pro-

spetto, ad una spirale di Archimede, e si compongono di due eliche, che si svolgono ciascuna per un mezzo giro. Il massimo diametro delle eliche è di 0.76, il passo di 26 centimetri.

I pali si compongono di ferro laminato del diametro da 13 a 21 cm., a norma della loro lunghezza, ed entrano colla loro estremità inferiore, avente una sezione esagona, nel mozzo della elica, che è di ghisa, alla quale essi sono anche fissati con una spina che attraversa il tutto.

Per girare i pali si adoperò una ruota orizzontale del diametro di m. 4.27, con 8 braccia di legno. Si ottenne di fissarla al contorno del palo con 3 spine lunghe 15 cm. e del diametro di 2.5 cm., cacciate in altrettanti incavi praticati nel contorno interno del mozzo, e le quali, nel senso in cui girava il palo, si facevano più strette, onde avveniva che girando la ruota si comprimevano le spine sempre più fortemente contro il palo, e lo obbligavano quindi a girare.

L'infissione dei pali in quel terreno solido, composto di grossa ghiaia, trovò tale resistenza, che nelle due prime stillate dovettero essere impiegati 20 uomini e 4 muli, per farvi penetrare le eliche di 2.44 m.; e avvenne pure che si ruppero anche 3 volte le ali delle eliche prima che arrivassero a 2.13 m. Per diminuire l'attrito che si sviluppava tra l'elica ed il terreno, da principio si pompava l'acqua durante l'avvitamento dal dissotto dei giri delle eliche; dal che naturalmente non si ottenne alcun risultato favorevole. Ma poi dopo l'esame delle ali delle eliche rottesi, le cui superficie superiori erano striate e pulite, si pensò invece di dirigere la corrente o getto d'acqua sulle *ali superiori* della elica; con che si ottenne, come venne dimostrato da esperienze dinamometriche appositamente instituite, una diminuzione dell'attrito di circa il 93 0|0. La pompa ordinaria a pressione che si adoperava, era manovrata da 4 uomini e spingeva l'acqua per mezzo di un condotto o tubo di gomma in due tubi, di quelli del gas, larghi 2.5 cm., i quali facevano sprizzare l'acqua con bastante uniformità sulle ali dell'elica. Il massimo risultato che si ottenne nell'avvitamento fu che si riuscì ad infiggere 4 dei pali più corti in un sol giorno ed in 8 ore di lavoro, e 6 dei più lunghi in 5 giorni.

Il ponte di Landung ha una lunghezza totale di m. 518.46, e per m. 352.04 a partire dalle rive, è largo m. 6.70, e la parte rimanente per m. 166.42 è larga 13.10 m. Nel suo mezzo il ponte serve pel passaggio della ferrovia e delle vetture. In tutta la sua lunghezza esso appoggia su 89 stillate, per cui la distanza delle stillate (luce) è di m. 6.40.

Il fondo mano mano che si procedeva si trovò peggiore, componendosi, oltre che di ghiaia, di strati di limo e marna: con terebrazioni però si era già trovato alla profondità di m. 12.80 sotto le acque magre, uno strato quasi orizzontale di ghiaia, sul quale potevansi fondare i pali a vite. Dalla stillata 1 alla 55, dove incomincia la parte più larga del ponte, i pali dovettero quindi essere tenuti lunghi da m. 4.87 e diametro di 13 cm., a m. 9 e diametro di 14.4 centimetri; e da questo punto alla stillata 57 raggiunsero la lunghezza di m. 10.21, e il diametro di 15.5 cm.; in media essi furono infissi per m. 3.05. Dalla stillata 57 alla 81 i pali, formati di un sol pezzo, raggiunsero una lunghezza di m. 16.46 e il diametro di 21 cm.

Nella parte dove il ponte è meno largo, ogni stillata si componeva di 3 pali; e ne avevano invece 5 le stillate della parte centrale, dov'era più largo. I collegamenti longitudinali e traversali dei pali a vite si facevano con tiranti incrociati (croci di S. Andrea), i quali si attaccavano a collari che comprendevano ed abbracciavano i pali. Questi collari erano ferri a segmento di circolo (quarti di circolo) del tipo ordinario. I tiranti potevano essere tesi mediante collari o manicotti a vite.

Al loro estremo superiore i pali erano torniti e muniti di capitelli di ghisa, sui quali appoggiavano le travi della via. Le travi longitudinali del ponte (che erano in legno) avevano l'altezza di 0.30 m. e le traversali che poggiavano sulle teste dei pali, e li collegavano fra loro, erano di 25.5 cm. in quadro. Sulle travi trasversali poggiavano le lungherine del binario di 20-25 cm., e interposti tra queste vi erano dei tavoloni di 7.5 cm., messi pel lungo. In corrispondenza alla strada ordinaria (carreggiabile) erano messi dei tavoloni di 10 cm. in quadro, con sopra chiodate altre tavole disposte per traverso. Il legname era di pino, della Georgia meridionale, celebre per la sua durezza e durata.

In principio i pali erano portati con due pontoni dalla riva al sito di posa; qui, con una gru, si prendeva il palo pella testa e lo si sollevava finchè restava liberamente sospeso. Serviva per mantenere nella voluta posizione e guidare i pali un impalcato di legname o parallelogrammo solidamente costrutto, il quale da una parte, con due morse di ferro, si fissava alla stillata precedente già finita, e dall'altra parte portava delle morse o tenaglie per ricevere i pali. Dopo che un palo era stato fermato a posto, e lentamente era stato calato fino al fondo del mare, lo si portava nella po-

sizione giusta col mezzo del teodolite e del filo a piombo; e quindi le *guide,* che dovevan regolarne la discesa, erano invariabilmente fissate col mezzo di travi diagonali a destra e sinistra alla stillata precedente. A questo punto si fissava sul palo da affondare con 2 forti bolloni a vite *(viti di pressione)* ed alla voluta altezza, un collare munito di due punte d'acciaio, e si faceva poi discendere il mozzo della ruota di legno (argano) fino al collare suddetto, ove lo si fermava. Quindi col mezzo di una corda senza fine e costantemente avvolta attorno alla ruota, veniva girata la ruota od argano con 4 muli, e si regolava il movimento dando dei segnali al conduttore che guidava i muli sulla parte del ponte già costrutta, mentre l'affondamento procedeva. Dopo che una serie completa dei pali costituenti una stillata era avvitata (infissa), si mettevano a posto i capitelli di ghisa e le travi longitudinali (in legno) per far avanzare la gru, che scorreva su rotaie, verso la stillata successiva. Solo i pali a vite lunghi 16.46 metri dovettero essere collegati ed irrigiditi subito dopo l'avvitamento, ed occorsero anzi i palombari per porre in opera e bollonare sott'acqua i tiranti diagonali di collegamento. Alla costruzione del ponte furono addetti, oltre ad un ingegnere e suoi assistenti, anche un sorvegliante, 12 operai, 5 carpentieri, 2 carrettieri, 2 palombari, 1 verniciatore ed 1 garzone. I primi 400 metri del ponte costarono 225.000 dollari.

*Ponti della Rumenia.* — In Rumenia una Società inglese ha costrutto 10 grandi ponti per strade ordinarie, con pile composte di pali a vite. Questi ultimi constavano di tubi di ghisa lunghi ciascuno 2 m., con unioni a flangie e bolloni. Le colonne appartenenti ad una medesima stillata, erano collegate fra loro per traverso con croci di S. Andrea; esse portavano le travi longitudinali, le quali alla loro volta reggevano le travi traversali. Su queste era costrutta la massicciata, col mezzo di lamiere ondulate e béton. Nell'inverno 1870-71 questi ponti furono in parte scalzati dalla corrente per la insufficiente profondità a cui erano stati spinti i pali a vite in quel terreno limaccioso. Si noti inoltre che i pali avrebbero dovuto anche essere circondati e difesi in quel fondo facilmente corrodibile e mobile dei torrenti rumeni, con gittate di pietrame necessarie specialmente nel sito dove batteva il filone del fiume; e ciò onde fosse assicurato il letto del torrente in corrispondenza ai pali contro le escavazioni; poichè, com'è noto, senza di ciò avvengono i vortici, provocati come sono dai pali stessi delle stillate.

### Pali a disco (a piatto).

Nella ferrovia progettata nel 1853 da Ulverstone a Lancaster, in Inghilterra, dovevano essere costrutti due viadotti sopra due banchi di sabbia nella baia di Marecombe, pei quali l'ing. Brunlees pensò di adoperare dei pali a vite. Ma qui si introdusse nel metodo una variante molto opportuna e sensata in vista di dover affondare pali nella sabbia, la quale consisteva nel far agire un potente getto d'acqua sul terreno sottostante al palo. I pali di ghisa vuoti utilizzati a tale scopo avevano un diametro interno di 0.25 m. e lo spessore della parete di 19 mm. (V. Tav. XXV, fig. 9 e 10). Il piede dei pali formava un piatto o disco del diametro di m. 0.77, il quale nella sua superficie inferiore era munito di 6 sporgenze radiali o nervature, e nel mezzo di un'apertura di 76 mm., per ricevere un tubo di ferro fucinato del diametro di 50 mm. Durante l'affondamento dei pali, questo tubo era messo in comunicazione con una pompa mossa da una macchina a vapore della forza di 6 cavalli. Ora, tostochè il palo da affondarsi era dai pontoni messo nella voluta posizione e provveduto delle guide occorrenti, veniva immessa nel tubo una forte corrente d'acqua; contemporaneamente veniva smossa la sabbia sotto il piatto girando il palo in un senso e nell'altro alternativamente, e ciò si otteneva in grazia delle nervature che si trovavano sotto il piatto; e avveniva così che mentre la corrente d'acqua cacciava via la sabbia dissotto al piatto, il palo discendeva.

In questa maniera un palo discendeva di 2 m. per ogni 20 minuti. Con piccole modificazioni questo processo venne più tardi applicato ancora, e specialmente al ponte di Tay, nella Scozia.

L'azione d'un potente getto d'acqua senza la rotazione contemporanea del palo ha dato utili risultati anche nella infissione di pali in legno; e il processo applicato finora con maggior frequenza consiste nel fissare un tubo al palo, così che l'acqua fluisca costantemente al piede del medesimo durante la sua discesa. L'acqua può essere condotta al tubo con un manicotto messo in comunicazione con una pompa.

Durante la guerra civile americana, il *Glenn* sbarrò la baia di *Mobile* con dei pali, i quali vennero affondati con uno spruzzo a vapore. Il manicotto dello spruzzatoio, lungo circa 16 m., era messo in comunicazione con un tubo largo all'imboccatura 30 mm., il quale veniva fissato all'estremo inferiore del palo con due arpioni. Finito l'affondamento del palo, il quale spesso scendeva con velocità di 0.30 m. per secondo, si poteva ricuperare il tubo del vapore.

# PARTE III

## PONTI IN MURATURA
## DELL'EPOCA ROMANA E MEDIEVALE
## ALCUNI DEI QUALI A GRANDI LUCI

### MEMORIE CINQUE

(Tavole XV-XX).

MEMORIA I. — *Il Ponte Nuovo sull'Adige a Verona, distrutto dalla piena del 17 settembre 1882* (Tav. XV).

*Cenni storici.* — Nella Parte I, alla Memoria sul Ponte Nuovo in arco abbiamo premesso alcuni cenni storici sul caduto Ponte Nuovo in muratura. Riportandone il disegno nella Tavola XV vogliamo qui aggiungere qualche maggior particolare sul medesimo.

Prima che gli Scaligeri fabbricassero il ponte in muratura, esisteva *ab antico* in questo sito altro ponte di legno. Ne fa cenno il Parisio nella sua cronaca, dove dice che nel 1239 fu rovinato da una piena d'Adige (V. Parte IV).

Il continuatore di questa cronaca dice che il ponte bruciò poi nel 1334. Ecco il brano:

« *1334... in exitu mensis junii accensus est ignis in Insulo Superiori Veronae, et crevit in tantum quod dictum insulum cum toto lignamine et cum toto Ponte-Novo combustum est, et cremavit per duos dies* ». (Muratori, *Scriptores, ecc.*, VIII).

*Particolari sul ponte in muratura.* — Dell'antico ponte in muratura, quando si incominciò la costruzione del Nuovo, rimanevano in piedi a sinistra la vecchia spalla, e a destra, oltre alla spalla, anche il primo volto di 8 m. c. di luce e la prima pila.

La fondazione di questo ultimo spallone si trovò alla quota 50,00 sopra il comune marino. Quella della pila a m. 49. Si trovò inoltre alla detta quota di m. 50 una platea di calcestruzzo, grossa 0,30 m., la quale si estendeva anche sotto l'arco. La pila fu demolita per la parte che cadeva nella sede del nuovo spallone. Per la parte rimanente si limitò la demolizione fino al piano di massima magra, onde in qualche modo servir potesse di difesa alla nuova spalla. La muratura di questo spallone destro, essendo eccellente, fu sottomurata, e compresa nella muratura del nuovo spallone, me-

diante opportune immorsature. La pila in fondazione appoggiava su un dado di calcestruzzo alto circa un metro. Lo spallone appoggiava direttamente sul terreno colla sua muratura di grossi blocchi di pietrame. Tutta questa muratura si trovò durissima a demolirsi e si dovette ricorrere alle mine; il cemento aveva acquistata durezza lapidea. Anzi alcuni blocchi ricavati dalla demolizione della vecchia pila si impiegarono nella parte in fondazione del nuovo spallone. Erano costituiti di blocchi di pietra e di mattoni legati dal predetto cemento; si può ben asserire che questa muratura veniva a costituire come un monolite di tutta la pila.

La massima piena del 1882, che scalzò e travolse questo ponte, arrivò a m. 0,10 sotto allo intradosso in chiave dell'arco maggiore (luce 29,30 m.); m. 4,50 sopra G. N. Quella del 5 ottobre 1868 era arrivata a m. 3,18; quella del 13 agosto 1845 era arrivata a m. 2,87 sopra G. N.

La larghezza del ponte tra i parapetti misurava m. 7,57. Lo spessore di ciascun parapetto era di m. 0,44.

Lo spallone a sinistra aveva superiormente uno spessore di m. 4,30. Era protetto a monte da uno sperone, che si protendeva, ed esiste tuttora, per m. 6,00 oltre l'arco; e il quale, avendo sporgenza variabile da monte a valle, serviva a diminuire l'obliquità dell'arco riducendola quasi a 90°. Notisi che la pianta di questo spallone, completata, sembra rispondere alla forma delle pile.

L'imposta del grande arcone di sinistra era alla quota di m. 51,00 circa, essendo sempre a m. 53,10 la G. N. Lo spessore del volto alle imposte era di m. 1,40 circa. Sopra l'imposta c'era una piccola luce o fenestra arcuata aperta nel timpano. Era larga m. 2,20. L'arco all'imposta era appoggiato sopra una lastra di vivo; ma era tutto in mattoni e si componeva di 10 teste di quadrelli di 0,27. Sopra, come si vede tuttora, c'era la cappa di smalto di 0,28 m. Lo spessore di 4,30 dello spallone corrisponde all'estremo dell'estradosso. Tenuto conto della larghezza d'appoggio dell'arco, si avrebbe sotto l'imposta uno spessore complessivo di 5,30.

La pila superstite a destra aveva un'obliquità di 43° gradi. Questa pila era spessa m. 3,60. Lo spallone a destra era grosso m. 3,50 sull'asse. Lo spessore dell'arco estremo a destra, della luce retta di m. 7,88, era di m. 0,65. Ambedue gli spalloni si protendevano sotto le case adiacenti.

Riportiamo, come meglio ci riuscì riprodurlo, nella Tav. XV, il disegno del ponte caduto, il quale era veramente bello. È strano che la pila più grossa non fiancheggiava l'arco mag-

giore. La costruzione in vista di queste pile era fatta in pietrame a corsi fino ad una certa altezza; poi di mattoni alternati con qualche pezzo di pietrame. Anche i volti erano fatti con muratura mista di mattoni e lastre di vivo.

È notevole la circostanza che l'obliquità delle pile andava diminuendo da destra a sinistra. La spalla destra aveva una obliquità molto più sensibile della spalla sinistra. Negli archi si correggeva in parte questa differenza facendo rientrare i volti nello spessore delle pile; e in parte raccordando le due obliquità agli appoggi colla costruzione stessa degli archi. Sono pure a notarsi altre circostanze. Il filone battendo in questo sito a sinistra, trovasi costrutto qui l'arco di maggior luce, m. 29,30. Ora quest'arco anche nella parte in vista era tutto in mattoni. La pila che lo fiancheggiava, e l'arco vicino (luce m. 18,75), invece avevano la faccia vista quasi tutta in bei blocchi regolari di pietra, forse provenienti dalla distruzione di antichi edifici. Di più quest'arco aveva una larghezza minore dell'altro; onde si dovettero sostenere i marciapiedi e i parapetti con mensoloni. Il terzo arco a partire da sinistra (luce m. 13,90) aveva una struttura analoga a quella del precedente; ma i timpani nella faccia vista erano in parte di mattoni. La muratura interna fu trovata, come fu detto, di una durezza straordinaria; e composta di mattoni misti a pezzi di pietrame ed a ciottoli.

Sui rostri delle pile a monte e sugli speroni a valle, esistevano dei piazzaletti, opportunissimi sia come rifugio in caso di pericolo, sia per godere la stupenda vista che si scorge da questo punto.

Era assai bello quello della seconda pila a destra a monte, del quale diamo anzi nella Tav. XV un dettaglio tratto da una fotografia delle rovine presa subito dopo la caduta del ponte.

Avendo le pile obliquità variabile rispetto al filone, ed essendo a valle rettangolari nella loro proiezione orizzontale, e dovendo d'altra parte nella parte superiore il parapetto correre parallelo all'asse del ponte, questi piazzaletti obliqui venivano ottenuti con muratura messa in sporto. Tali sporgenze o riseghe rovescie possono vedersi dal disegno.

Il ponte non aveva uniformità di lavoro nella parte in vista; ma appunto questa bizzarria e varietà di aspetto gli dava un non so che di strano che piaceva. Ma nel suo insieme era molto bello e presentava un aspetto severo ed imponente; ed armonizzava assai bene in quel magnifico quadro che si ha in questo punto; e se poi durò dal secolo XVI ad oggi può anche dirsi e con ragione che cadde da forte.

Come fu accennato a suo luogo, tanto il Maffei, che il

Biancolini (*Serie Cronol.*, ecc., pag. 62, ediz. 1760), e sulle loro orme il Da Persico, attribuiscono il disegno del ponte Nuovo al Sanmicheli: e dicono che fu ricostrutto nel 1529 essendo nel 1512 caduto. Ora, come abbiamo accennato, le ricerche fatte negli archivii non hanno condotto a convalidare questo asserto.

Ma rifacendoci ora ad esaminare una tale questione, ricordiamo innanzi tutto ciò che il Moscardo asserisce, vale a dire che nel 1299 Alberto Scaligero aveva fatto fabbricare in pietra le *pile* del ponte Nuovo. Nella cronaca pubblicata dal Biancolini è detto che nel 1336 fu fatto tutto il ponte in pietra. Nella continuazione di detta cronaca è pur detto che nel 1512 la piena d'Adige fece cadere due archi del ponte (V. nota II). La lapide riportata dal Da Persico testifica che il ponte fu restaurato nel 1529.

Ciò premesso, se ci facciamo ad esaminare il disegno del ponte, dobbiamo riconoscere:

1. Che le due prime pile a partire da destra indicavano in massima parte una costruzione del secolo XIV;

2. Che la terza pila invece, almeno nella sua parte superiore, presentava costruzione più recente;

3. Più recente costruzione o almeno diversa da quella degli altri volti presentava pure l'arco maggiore, che è il primo a sinistra (in cotto).

È quindi probabile che quest'ultimo sia stato atterrato dalla piena del 1512. Quanto all'altro che allora, per indicazione della Cronaca, subì la medesima sorte, non sapremmo con sicurezza precisarlo, poichè tutti gli altri tre archi sono in pietrame. Di più fresca costruzione, ed anche un po' diversa, sembra, come fu detto, quello prossimo all'arco maggiore. Nell'ultima piena del 1882 pare sia avvenuta per prima la caduta di questo terzo arco. Almeno sarebbe ciò indicato dalla disposizione dei ruderi, poichè le due pile adiacenti ad esso si rovesciarono ambedue verso l'arco medesimo (V. Tav. III). Una volta mancato questo terzo arco, il quarto (maggiore) colla sua enorme spinta dovette di necessità rovesciare la terza pila molto esile. Forse non altrettanto è avvenuto subito per la seconda pila e pel secondo arco. Ma è probabile che la violenza delle acque abbia aiutata e compita l'opera di distruzione del ponte. Il fatto si è che cessata la piena non rimase in piedi che la prima pila a destra, e il piccolo arco prossimo che era inattivo.

Ora tornando alla questione del Sanmicheli può essere benissimo (almeno sembra a noi) che la Repubblica di Venezia lo abbia sentito in un'opera così importante: e non ci pare

nemmeno improbabile che egli abbia dato le norme e forse anco i disegni per la ricostruzione degli archi caduti. L'opera certo così ardita ed armonica nel suo insieme non faceva disonore al suo nome.

Forse per non aver egli preso parte diretta ed attiva alla esecuzione, o siccome si trattava di un semplice ristauro, non è rimasta certa memoria di una tal sua opera. Ma se il Maffei ha asserito che è suo lavoro, non ci attenteremo noi a negarlo.

Può anche darsi che a sinistra esistessero in origine due archi nel sito dov'era ultimamente quello maggiore; e che il Sanmicheli li abbia sostituiti con un unico ardito arco in cotto. Ciò mentre si accorderebbe colle indicazioni della cronaca, darebbe anche una ragione dell'esiguità della terza pila. Certo si è che la parte superiore del ponte era tutta manomessa.

Raccogliamo qui per ultimo alcuni dati che si desunsero da un tipo schematico del ponte esistente presso il R. Ufficio del Genio Civile in Verona.

| | | |
|---|---|---|
| *Spallone a sinistra.* Sporgenza a monte dello spallone dal vivo della casa da Lisca . . . . | 2,80 | m. |
| *1° Arco* a sinistra. Luce fra le pile . . | 29,30 | » |
| Altezza in chiave dell'intrados sopra G. N. | 4,60 | » |
| Altezza fra l'intrados e la sommità del parapetto (in chiave) . . . . . | 2,53 | » |
| 1ª Pila a sinistra . . . . . | 3,40 | » |
| *2° Arco.* Luce . . . . . | 18,75 | » |
| Altezza dell'intrados in chiave sopra G. N. | 4,20 | » |
| Altezza fra l'intrados e il parapetto (in chiave) | 2,50 | » |
| 2ª Pila da sinistra . . . . . | 4,40 | » |
| *3° Arco.* Luce . . . . . | 13,90 | » |
| Altezza fra l'intrados in chiave e la G. N. | 2,86 | » |
| Altezza fra l'intrados e il parapetto (in chiave) | 3,15 | » |
| 4ª Pila . . . . . | 3,60 | » |
| *4° Arco.* Luce (sull'obliquo) . . . . | 8,00 | » |
| Altezza fra l'intrados e la G. N. . . | 2,00 | » |
| Altezza fra l'intrados e il parapetto (sull'obliquo) | 3,80 | » |
| Spessore del volto . . . . . | 0,70 | » |
| Luce del ponte o larghezza della strada fra i parapetti . . . . . | 7,57 | » |
| Grossezza di ciascun parapetto . . . | 0,44 | » |

MEMORIA II. — *Il Ponte romano, detto della Pietra, sull'Adige a Verona* (Tav. XVI).

ACCADEMIA DI AGRICOLTURA SCIENZE E LETTERE
VERONA

Prima che la piena del 1882 travolgesse ne' suoi vortici il Ponte Nuovo, quattro erano i ponti in muratura esistenti sull'Adige nell'interno della città di Verona. Tre edificati dagli Scaligeri; vale a dire, oltre il Nuovo, il Ponte di Castelvecchio e il Ponte Navi: uno romano, il *Ponte Pietra.*

Il Ponte di Castelvecchio è mirabile per la sua arcata di m. 48, 70, una delle maggiori che si conoscano. Lo abbiamo illustrato in apposita Monografia edita a Milano nel 1880, e che più avanti ripubblichiamo. Dandone il disegno, vogliamo qui raccogliere alcune notizie ad illustrazione anche degli altri due, e specialmente del Ponte Pietra romano.

Non era questo il solo ponte romano che esistesse anticamente sull'Adige a Verona. Nel suddetto opuscolo sul Ponte di Castelvecchio, abbiamo dimostrato con documenti che altro ne esisteva, ed è quello conosciuto sotto il nome improprio di Ponte Emilio. Era un po' più a valle di questo. Non è ben certo che fosse tutto in pietra: forse aveva le pile in pietra, e la soprastruttura in legname.

Il Ponte della *Pietra* pare invece sia stato da tempo antichissimo in muratura. Ora però non rimangono dell'antico, come dice il Venturi, « che la bassa pianta, che resistè a tante alluvioni, e di più due archi che mettono alla sinistra del fiume, con una figura (in chiave del primo arco a valle), che a testimonianza di *Panvinio*, rappresentava Nettuno ». L'Orti Manara però, che la fece rilevare, trovò che rappresentava persona nuda colle mani legate di dietro; e concluse quindi fosse piuttosto un prigioniero.

Lo stesso Venturi aggiunge che questo ponte esisteva sino

dal secolo II, e forse molto tempo prima. Liutprando, scrittore vissuto nel secolo IX, lo cita là dove dice: « *Fluvius Athesis sicut Romam Tiberis, mediam civitatem Veronam percurrit, super quem ingens marmoreus, miri operis miraeque magnitudinis Pons est aedificatus* ». (Liutprandi, *Autopodosis*, lib. II, in Pertz. *Monum. Germaniae historica*, III, 295).

Lo cita pure l'anonimo Pipiniano nel suo ritmo, colle parole:

Pontes lapideos fundatos
Super flumen Adesis
Quorum capita pertingunt
In urbem et Opidum.

Il Biancolini crede sia quello che in carta del 994 (*Notizie delle Chiese di Verona*, libro IV, pag. 732) si chiama il *Ponte Sommo*. Certo è che si vede disegnato nella icnografia della città di Verona, attribuita al vescovo Raterio (sec. X), ma probabilmente a lui anteriore. Secondo il già citato Venturi in antico vi passavano sopra le acque inservienti alle Terme, e nell'807 sul medesimo si condussero le acque delle fontane pubbliche per canali costrutti da Pipino.

Asserisce il Dalla Corte, storico del secolo XVI, che nel l'895 fu demolito da Berengario il Teatro romano (ne riporta il decreto), e che colle pietre di esso fu costrutto il Ponte della Pietra, che, *innanzi era di legno*. Aggiunge poi che nel 1087 rovinò. Ma secondo una postilla trovata dal Muratori innanzi alla Cronaca del Parisio, questa caduta dovrebbe porsi invece nel 1097. Anche il Venturi conferma che nel secolo XI la parte superiore era di legno. Forse le piene avevano fatto ruinare qualcuno degli archi centrali; e per ristabilire prontamente e provvisoriamente il passaggio, si era costrutta, poggiandosi sulle pile rimaste, la parte superiore in legno.

Secondo la cronaca del Zagata, sarebbe stato distrutto dai Mantovani nel 1232; e ristaurato poi in legno. Egli scrive infatti: « *In quell'anno* (1232) *fu redificà el Castello de Rivalta, e li Mantovani desfece el Ponte della Prea della Bevrara de Verona, e li Veronesi de fece subito un altro de legname* ». (V. Biancolini, p. 28). Il Dalla Corte lo direbbe ricostrutto in pietra nel 1234. La piena del 1239 lo avrebbe rispettato, del che fa fede l'altra lapide trovata sulla Chiesa di S. Stefano e riportata nella Parte IV. L'iscrizione trovata su un muro del Presbiterio della Chiesa di S. Zeno Maggiore, dice invece che rovinò anche il Ponte Pietra. Forse intende il secondo. Secondo il Biancolini (*Cronologia*), l'Orti

(*Cronaca Scaligera*), e il Moscardo, fu nel 1298, essendo in legno, ristaurato in muratura da Alberto Scaligero; il quale anzi vi aggiunse a destra la torre che vedesi tuttora; e sopra la porta di essa pose la sua gentilizia Scaligera. Secondo il Venturi, vi avrebbe semplicemente rifatte in pietra alcune *pile che erano di legno.*

Nel 1368 gli stessi Scaligeri, al dire del Dalla Corte, (secondo la *Cronaca* stampata dall'Orti nel 1365), avrebbero condotta sopra il medesimo in città l'acqua per le fontane pubbliche. La stessa *Cronaca* lo farebbe distrutto un'altra volta nel 1390 e riedificato nel 1391: « *1390 Pons petrae qui copertus erat, et stalis apotecarum circumdatus, diruptus fuit. A. 1391... refectus est* ». Si rileva da questo brano come fosse fiancheggiato da botteghe; le quali probabilmente erano sostenute a sbalzo da mensole composte di travi di legno poggianti negli incavi che vedonsi tuttora praticati nelle pietre del ponte.

Nel secolo XV, secondo il Venturi, « allorchè fu rotto sotto la calca della soldatesca di Niccolò Piccinino, messo in fuga all'arrivo dello Sforza, generale de' Veneziani, era pure di legno ». La disfatta del Piccinino avvenne nel 1439.

Da un documento che pubblichiamo più avanti sotto il N. 23, risulta appunto che fu riparato in legname nel 1454, sotto il dominio veneto, essendo Capitanio M. Barb. Moresin.

Nel 1480, come emerge dalla ducale riportata sotto il N. 4, il Governo veneto, visto che il ponte « *quem vulgo nuncupant, el ponte de la pria... quotidie magis ad ruinam tendit: adeo quod transitus per illum cum manifesto est periculo* », delibera: « *quod mandetur Rectoribus Veronae, ut ipsum Pontem denuo lapidibus instaurent* ». Si destinarono a tal uopo 1500 ducati, e cento ducati al mese « *de le condemnatione* ».

Ma invece, come si desume dal sopracitato documento N. 23, nel 1485, essendo Capitano M. Benedeto Trivisan, fu di nuovo ristaurato in legname. Il ristauro definitivo era stato rimesso ad epoca più remota forse perchè gli animi erano allora rivolti alla costruzione di quel gioiello d'architettura che è la Loggia del Consiglio in Piazza de' Signori. Nel 1486 (V. documenti N. 6 e 7), « *cum pons antedictus constructus fuerit ex materia lignea sic urgente necessitate tempore* », si delibera di impiegare nella costruzione della suddetta Loggia i denari già destinati e civanzati dal ristauro Ponte Pietra. Il Venturi afferma che nel 1503 a Fra Giocondo fu data l'incumbenza di procedere al restauro. *Ma,* aggiunge subito, *poco potè fare.* Il Rizzoni, continuatore del cronista Zagata,

conferma in parte tal cosa colle parole: « *Del anno predicto* (1503) *se incominciò a far el Ponte de la preda de preda, el qual prima era de legname, et non era ancor ben compido che ne rovinò una gran parte, e poi fu facto de legname* ». E il Biancolini aggiunge: « Fra Giangiocondo de Verona dell'ordine de' Predicatori, fra le altre scienze di cui era dotato, distingueasi particolarmente nell'architettura, onde e' fu quel desso pel cui suggerimento fu riparato il detto ponte della pietra, che vicino era a ruinare ». Il Doge infatti con lettera del 22 ottobre 1503 avendo sentito: « *che el ponte de la pietra sia mal condicionato et taliter conquassato, che non se provedendo el sia per ruinar* », confermava la primitiva deliberazione del Senato di rifarlo in pietra: e scriveva ai Rettori: « *che dicto ponte de pietra construir debiate senza alcuna intermissione comenzando praticar cum li maistri Inzegneri* ». E poichè della cifra stanziata erano stati già spesi ducati mille, ordina si spendano intanto gli altri 500. Ancora nel 1505 però la Città si lamenta, perchè il lavoro essendo pur accollato, non vi si mettea mano; e osserva: « *quia pars constructa minatur ruinam, nisi reliqua perficiatur* » (Documenti 9 e 10); lo stesso si ripete nel 1506. Nel 1508 (V. Documenti N. 12, 13, 14, 15 e 16) il Doge ordina di preparare le pietre e ogni altra cosa pel restauro; « *per che*, aggiunge, *al tempo opportuno vi manderemo el venerabel Fra Jocundo inzegner, acciò tal opera desiderata se principij, et dedugi ad optimo fine* ».

Il lavoro sembrava avvicinarsi benchè lentamente alla fase di esecuzione: e difatti il 28 dicembre 1508, sopra domanda del Capitanio, il Consiglio dei XII e L.ª nominava tre sopraintendenti al lavoro del Ponte Pietra nei signori Jacopo dei Spolverini, Guidantonio de' Maffei e Nicola de' Verità. Ciò non pertanto, al dire del Venturi, nel 1512 il ponte sarebbe stato ancora di legno e per di più distrutto da una piena (*Compendio*, pag. 63-64). Ciò risulta anche da un brano di Cronaca riferita dal Biancolini, brano che riportiamo nella Parte IV del presente volume. Vi è detto precisamente che la piena citata « *rovinò il Ponte de la preda che era de legname* ». Il tanto atteso lavoro fu in quel tempo dilazionato ancora in causa della guerra che i Veneziani dovettero sostenere contro i collegati nella *Lega di Cambrai*. Verona cadde allora in potere di Massimiliano, e vi rimase dal 1509 al 1517. Nel 1520, fosse o no sotto la direzione di Fra Giocondo, si fece il tanto desiderato ristauro, essendo la Città di Verona ritornata ai Veneziani, ed essendo Doge Leonardo Emo. Lo dice la lapide seguente, posta dai

maestri che vi lavorarono, e che si trova ancor oggi sulla copertina di vivo del parapetto del ponte a valle verso la mezzaria:

RESTAURATO PER M. ANTONIO
PROTHO DA VENETIA ET M.
FRANCESCO DA IURANO DE
CASTEL LION CREMONESE MDXX

Lo conferma pure il Rizzoni: « *L'anno* 1520 *fu facto il ponte de la preda el qual per inanti era de legname essendo Podestà Misser Leonardo Emo* ».

Il Vasari ed il Temanza asseriscono con piena sicurezza che il lavoro fu diretto da Fra Giocondo. L'Orti Manara poi vuol attribuirgli anche la fabbrica della Loggia. Il primo però si limita ad ascrivergli il merito d'avere assicurata, fasciandola tutta d'intorno con doppia fitta di pali, una pila pericolante, la seconda a destra: lavoro assai difficile, aggiunge il Vasari, essendo qui il fondo mobilissimo. Vuolsi osservare però che il fondo è visibilmente di roccia, in corrispondenza ai due primi archi a sinistra. Il Temanza invece dice di più; e cioè che Fra Giocondo cercò di sgravare la pila poco sicura, gettando sulle due vicine un arco di scarico, il quale riportava sulle medesime parte del peso che vi dovea gravitare sopra. Ripete anche lui la descrizione del lavoro di fasciatura della pila con pali. E osserva ancora che « per maggior scarico o sia alleggerimento di cotesta pila, Frate Giocondo vi fece un ampio occhio, o sia foro, (il quale riesce in quello spazio che vi resta tra essa pila e l'arco sopramuratovi), per cui crescendo l'Adige l'acqua corrente liberamente vi passa ». Il Da Persico pure ripete che « Giocondo per più e meglio legare gli archi, renderne più sicura la sussistenza, immaginò di trar sopra d'essi un altro arco, scemando così alla pila, fitta in troppo molle terreno, il molto gravitare dei carichi sopra di essa ». Egli non fa cenno alcuno della doppia fitta di pali. Ma, osserva il Pinali (V. opuscolo citato dell'Orti a pagina 58) che al suo tempo (1850 circa) di queste palafitte non si scorgeva vestigio alcuno. Dal 1520, epoca in cui fu riparato così radicalmente dai Veneziani, pare che il ponte non crollasse ulteriormente. Nel 1539, dice il Venturi, era in ottimo stato; nel documento N. 17, che è una Ducale del 1599, invece « *inteso il cattivo stato del medesimo si ordina di ripararlo* ». Deliberansi per tale ristauro e per quello del Ponte Navi ducati 1660 « *dovendo*, aggiunge poi la Ducale, *quel fedelissimo territorio far le condutte delle ma-*

*terie et supplire all'opere de' bracenti, come ha fatto anche in altre simili occasioni* ».

Risulta dai documenti molti che riportiamo sotto il numero 26, che il ponte sofferse danni piuttosto gravi dalla piena del 1757; ma non cadde. Il primo pilone a destra, che era senza partiacqua, ebbe qualche leggero sconcerto; al secondo la piena distaccò il partiacqua medesimo; al terzo danneggiò pure il partiacqua, asportandone alcune pietre di sotto. Il quarto pilone rimase in miglior stato; ma il suo partiacqua ebbe alcune pietre smosse, e così la spalla sinistra. Rilevasi pure da questi documenti che al sito dove era il partiacqua del secondo pilone rovesciato e asportato dalla corrente, si trovò una profondità d'acqua di piedi veronesi 17,50 (gennaio 1758). Veggasi specialmente la scrittura di Adriano Cristofali. Si rileva inoltre dai medesimi che il detto partiacqua della terza pila era già guasto in antecedenza dai gorghi. Per riparare a tale danno veniva proposto dal Rossi (pubblico matematico della Repub*b*lica Veneta) di costrurre sulla fronte del pilone una do*p*pia cassa (con palafitti) « la qual terminasse in punta contro il corso del fiume, per dover questa riempire di grossi macigni legati con calce e pozzolana », innalzando la fabbrica a modo di partiacqua. In complesso proponeva di rifare il partiacqua limitandolo alla parte in fondazione. Ma di questo lavoro pare non se ne sia fatto poi nulla.

A questi cenni storici facciamo seguire alcune considerazioni sopra la struttura del ponte. Osserva il Maffei che « la volta del primo arco a sinistra si vede interrotta sotto per alquanto spazio nel mezzo, a fine d'aprire in occasione di guerra e difficoltare col foro il passaggio, se non fors'anco per ingannare con falso pavimento e far precipitare i nemici. Il secondo arco, che riesce alquanto più alto, è intatto da risarcimenti, e conservato intero, benchè molto sottile ne sia la pila, e benchè in quel sito con maggior forza urti il fiume. Le pietre sono molto grandi, e ne' fianchi delle pile si veggono incavi di parte e d'altra, che parrebbero fatti per attraversare, volendo, l'ingresso alle barche. Quel rotondo sopra la pila di mezzo è parimenti d'uso antico ». Ma questi vani che trovansi nei fianchi delle pile alle imposte degli archi, de' quali parla il Maffei, forse avevano servito invece a fissarvi i travi delle centine per la costruzione de' volti. Il Maffei accenna inoltre al cattivo stato della seconda pila (a sinistra). A tal proposito anche il Da Persico osserva: « che la pila del secondo arco era in tutto difettosa e sconnessa, scavatele intorno parecchie

pietre da rapidità e voracità dell'acqua, sì che ad ogni punto minacciar potrebbe nuova ruina ». In questo stato si trova tuttavia, ed è a deplorarsi che non si provveda, sia per ragioni di sicurezza pubblica, sia per conservare all'arte questi preziosi avanzi d'un così insigne monumento dell'età antica.

Come fu detto, il ponte è in 5 luci. Nella icnografia di Raterio (anteriore a quanto pare all'895) il ponte è pure indicato in 5 luci, e col titolo di *Pons Marmoreus*. Gli archi sembrano tutti a pieno centro. I due estremi sono pressochè di egual luce; il più piccolo di tutti è il secondo a partire da destra; il massimo è il terzo da destra, e gli tien dietro il quarto tuttora esistente. Alle due estremità del Ponte sono indicate due porte e su ciascuna un castello.

Dell'epoca romana si conservano ancora i due primi archi a sinistra, e le due prime pile: e questa parte è formata tutta in grandi blocchi di pietra, messi insieme senza cemento. La prima pila a sinistra ha uno sperone o partiacqua a monte, lungo circa m. 6,00, e un contrafforte lungo m. 4, a valle. Sopra lo sperone nel timpano dei volti c'è una finestra arcuata. La seconda pila ha anch'essa il suo sperone. Come fu detto, questa pila presenta delle corrosioni sotto il piano d'imposta. Anche il suo partiacqua è in cattivissimo stato, avendone la corrente asportate alcune delle pietre al piede: talchè le superiori riescono quasi in sbalzo. Questi partiacqua non hanno la totale larghezza delle pile, sono un po' più stretti, e là dove si addossano alle medesime, si raccordano con piani obliqui. Considerando un po' attentamente, questi piani di raccordo non rimane dubbio alcuno che il partiacqua sia stato costrutto in due riprese; vale a dire che anticamente era in forma di prisma triangolare e a tutta larghezza della pila: poi vi fu aggiunta l'altra parte più stretta e più sporgente. Questa ipotesi sarebbe confermata dal fatto che il partiacqua della seconda pila ha precisamente la forma d'un prisma triangolare addossato direttamente alla pila e comprendente tutta la sua larghezza. Ne sporge di soli m. 2,00.

I due archi successivi, a partire da sinistra, si presentano come d'una medesima costruzione, e tutto induce a credere sieno quelli che diconsi ristaurati da Fra Giocondo (1520). Tanto gli archi che i timpani sono in cotto; ma negli archi sono alternate delle chiavi di vivo (lastre). L'ultimo arco (il primo a destra) è pure in cotto, ma ribassato e di costruzione diversa dagli altri due. È meglio conservato, e probabilmente data dall'epoca scaligera: da quando cioè Alberto Scaligero fece riparare radicalmente il ponte

ed erigere la torre a destra, il che, dicon le cronache, sia avvenuto nel 1298. Sopra la pila si disegna e scorge nettamente la linea di divisione della vecchia muratura dalla meno antica; i vecchi mattoni, somigliantissimi pella tinta a quelli della soprastante torre scaligera, sono assai meglio conservati di quelli dei due archi, ristaurati da' Veneziani. In complesso dunque il ponte appare di tre fatture diverse; la romana nei due archi a sinistra; la scaligera nel primo arco a destra; e la veneziana negli altri due archi centrali.

Ritornando ora a parlare delle pile va notato che anche la seconda a sinistra aveva probabilmente la finestra arcuata nel timpano; ma pare sia stata otturata quando si fè il ristauro nel 1520. Vi accenna, in modo da non lasciare dubbio alcuno, una linea verticale formata dalle pietre stesse del timpano, la quale occupa precisamente la medesima posizione in cui si vede la spalletta della finestra esistente sulla prima pila. Il terzo arco vedesi impostato sopra i primi cunei dell'antico arco romano. Dalle dimensioni e disposizione di questi cunei pare si debba arguire che questo arco fosse di luce maggiore degli altri. E ciò è confermato dallo schizzo del ponte che vedesi nella iconografia di Raterio. La terza pila ha dimensioni assai robuste. È probabile che anticamente fosse delle dimensioni delle altre: ma sia stata ingrossata nel 1520. Vi si vede a monte la traccia del partiacqua, che fu asportato dalla piena del 1757. La quarta pila (prima a destra) è senza partiacqua, e fu fabbricata sopra altra pila antica ribaltata. Infatti, alcuni corsi di pietre sono inclinati; essa ha il partiacqua triangolare come le antiche. Sopra la terza pila a partire da sinistra c'è, come fu accennato, un occhio circolare della luce di m. 3,75, fatto, si vede, al doppio scopo, e di scaricare la pila, e di dare sfogo alle acque. Sotto a questa finestra, ma a sinistra, si vede scolpito su un pezzo di pietra un leone senz'ali, il quale posa una zampa sopra uno scudo, invece che sul libro, come quello di San Marco; e sullo scudo è scolpita l'arma della Città di Verona. Il leone sembra fattura del secolo XVI o forse della fine del XV. È mutilato, mancandogli la coda e parte di una delle gambe posteriori: in tal forma pare sia stato messo in quel sito. Ne diamo il particolare nella Tavola XVI. Fu detto di sopra che l'*occhio* è circolare; esso non è veramente un circolo perfetto, ma l'unione di due archi pressochè semicircolari, che si intersecano su una corda orizzontale, e de' quali il superiore è di un raggio più grande.

Il ponte è largo superiormente, compresi i parapetti, m. 7 circa; questi ultimi sono in cotto e grossi m. 0,45.

Quanto al fondo del fiume, esso è in roccia nei due primi archi a sinistra: la spalla da questa parte è formata dalla roccia medesima. Nel terzo arco risulta dagli scandagli (V. Tav. XVI) che la roccia si approfonda rapidamente, dimodochè la terza pila poggerebbe su un fondo di sabbia o ghiaia: fondata su fondo di ghiaia sarebbe pure la quarta: le relative fondazioni a quanto pare non furono spinte a conveniente profondità, e perciò più facilmente furono queste due pile danneggiate dalle piene del fiume.

A valle del ponte si vede una serie di mensole disposte in modo da ottenere un unico piano inclinato verso la riva destra, e le quali portano dei pezzi d'un condotto di pietra. Forse su queste mensole passava la condotta d'acqua di cui parlano gli storici, e di cui fa pur cenno il Corna nel suo poemetto di cui riportiamo un brano nella Nota VII di questa terza Parte. Queste mensole si vedono infisse nei timpani poco sotto il parapetto.

Il disegno di questo ponte che si dà nella Tavola XVI, fu rilevato in sito, e riporta fedelmente anche la disposizione delle pietre nella parte romana; per quanto riflette gli scandagli ci siamo giovati di un rilievo esistente presso l'Ufficio del Genio Civile di Verona e portante la data del 1 ottobre 1864. A quanto ci si disse, a quest'epoca dovrebbero essere stati eseguiti gli scandagli ivi indicati.

Nel tipo del R. Ufficio del Genio Civile sono anche alcune quote che qui si riportano:

| | | |
|---|---|---|
| Massima magra . . . . . | 99.366 | m. |
| Guardia normale . . . . . | 97.112 | » |
| Massima piena 31 agosto 1845 | 94.512 | » |
| Massima piena 5 agosto 1868 . | 94.202 | » |

Non ci è riuscito sapere a qual piano di riferimento dette quote sieno legate.

Giunti al termine di questa Memoria facciamo ardenti voti perchè le autorità non lascino in abbandono questa opera rimarchevole: e ciò non solo pel sacro amore dell'arte, ma anche per ragioni di pubblico interesse; poichè se ora i ristauri possono farsi con tenui spese, ben più gravi senza paragone ne importerebbe la ricostruzione del ponte se per disavventura (caso tutt'altro che improbabile pell'abbandono in cui è lasciato) venisse travolto da una piena del fiume Adige.

MEMORIA III. — *Il Ponte detto delle Navi sull'Adige a Verona (Scaligero)* (Tavola XVII).

Anche la storia di questo ponte ci presenta diverse vicende di rovine e ristauri continui. Consta esso di 4 luci e si chiama delle Navi, come dice il Tinto « da le navi che con le mercantie ed altre robbe d'ogni parte su e giù per l'Adige navigando a questo ponte, quasi come in stazione arrivate s'affermano », Secondo dice il Dalla Corte, sarebbe stato fino dall'895 costrutto in legno quando Berengario fece distruggere il teatro romano. Secondo il Biancolini (*Cronologia*, pag. 44, ed. 1749), e lo stesso Dalla Corte, nel 1087 sarebbe stato travolto dalla piena d'Adige col Ponte Emilio: e rifatto poi in legno nel 1155. Nel 1234, sempre al dire dello storico Dalla Corte, sarebbe stato edificato in muratura colle pietre del teatro romano demolito e dell'Arena. La *Cronaca* del Parisio, e l'iscrizione trovata nella Chiesa di S. Zeno, nonchè quella di S. Stefano, lo dicono rovinato dalla piena del 1239 (V. Parte IV). Cadde ancora nel 1339, secondo riferisce la Cronaca intitolata *Annales Veteres*.

Più tardi fu ricostrutto in pietra da Cansignorio, secondo la *Cronaca* dell'Orti, nel 1365, e secondo il Moscardo e il Dalla Corte, nel 1369. Ma questi storici sbagliano la data, poichè fu invece negli anni 1373-75 che fu fatto erigere da Cansignorio il Ponte delle Navi, dagli architetti Jacopo di Gozo e Giovanni da Ferrara, colla spesa, dice il Biancolini, di 30 mila fiorini d'oro. Dice il Da Persico che presiedeva al lavoro un Giovanni Dionisi. Veggasi il Biancolini (*Cronologia*) e il Venturi (*Compendio*, pag. 217 e 218), il quale aggiunge « che vi si impiegarono pietre di antichi edifici ». Soggiunge

poi: « In mezzo v'era una bellissima torre, sotto cui si passava per due porte; sopra le quali v'erano due iscrizioni, una in latino, che guardava verso S. Fermo, e segnava il tempo in cui l'opera fu cominciata, l'altra in italiano verso S. Paolo di Campo Marzo, che indicava il tempo del compimento. Tutte due ora sono nel Museo lapidario: la prima, lunga piedi quattro e mezzo e larga due, tiene lo stemma Scaligero in mezzo a sei esametri leonini: fu levata quando in conseguenza della grande alluvione del 1757 si dovette nel 1758 demolire la torre incurvata. La riporta il Biancolini cogli identici caratteri gotici. La seconda, di marmo pario, alta quasi due piedi e larga sei e mezzo: era occulta e coperta da muri posteriormente aggiunti, quando Maffei molto prima dell' inondazione la fece levare di là e trasferire nel Museo ».

Ecco quello che ne dice il Maffei medesimo nella sua *Verona Illustrata:*

« Di quel dalle Navi furono architetti Giovanni da Ferrara e Giacopo da Gozo; in qual'anno, e per ordine di cui, l'insegna la grandissima lapida di marmo Greco, che fu posta allora su la torre ch'è nel mezo. L'iscrizione non è in latino, ma in volgare: il marmo restava da molte età coperto, per fabrica posteriore, occultato ed ignoto, e si è però non senza molta difficoltà, e con forar pavimenti, e solaj, levato, e calato a terra, indi trasportato al Museo dell'Accademia, e ripulito dalla calce, con cui eragli più volte stata fatta ingiuria. Può passar questa per la più insigne Iscrizion volgare, che in tutta Italia si abbia, considerata la lunghezza sua, e la sontuosità, e il non aversi marmo di versi Italiani avanti questo scolpito già che supposto, e mentito si fa conoscer l'Ubaldini, addotto dal Borghini, e dal Crescimbeni, non meno per ciò che contiene, che per l' inspezione oculare fattane da noi più volte in Firenze. Il carattere nel nostro marmo è molto grande, e di quella forma, che chiamiam Gotica e i versi a due per linea. Questo poeta fa parlare il Ponte, ed usa il dialetto Veronese, più che Toscano ».

Il Maffei continua riferendo la iscrizione. Altri la ripubblicarono con varianti e commenti. L'ultimo che se ne occupò con molta erudizione e molta critica, valendosi dei lavori anteriori, fu il Cipolla, il quale legge l'intera iscrizione così:

Maraueiar Te po letor che miri
La gran magnificencia, el nobel quaro
Qu'al mondo non à paro,
Ne an' segnor cum quel che fe' mey ziri.

O Veronese popol da luy spiri
Tenuto en pace, la qual ebe raro
Italian, Nel karo
Te saturò la gratia del gran Siri.
Cansignor fo quel che me fece iniri,
Mille trexento setantatri, e faro;
Lo zonse el sol un paro
De anni ch'el bon Signor me fe' finiri.

(C. Cipolla. *La Iscrizione volgare del Ponte Navi in Verona dell'anno 1375*; nell'*Archivio Veneto*, Tomo XI, parte I, 1876).

Altre testimonianze confermano i fatti precedenti. Nella continuazione della Cronaca del Parisio si legge: « *1374. Eodem anno M. Dominus Cansignorius de la Scala fecit fieri Pontem Navium* ». E il documento n. 23, da noi riportato in appendice alla presente Memoria dice « che el ponte *nave fu fatto far tra el 1371 e 137... par el signor Cansignor dalla Scalla* ».

Circa un secolo dopo il ponte fu ancora danneggiato; infatti scrive il Venturi che « nel 1493 sofferse molto, e venne ristaurato dalla Repubblica veneta. Portava esso difatti sopra la pila alla parte di S. Fermo l'epoca M D II con varie armi gentilizie venete ». La Cronaca del Rizzoni pubblicata dal Biancolini dice pure che la piena del 4 ottobre 1493 « *rompete etiam il ponte de le Nave* ». E il Biancolini, nelle sue annotazioni alle Cronache a pag. 89: « 1497. *L'Adice per inondazione grandissima apporta notabili danni alla Città... Cadde il Ponte delle Navi che dalla Repubblica fu con gran spesa e più bello rifatto* ». A tale ristauro si riferiscono i documenti riportati nella Nota V e che qui riassumiamo. E innanzi tutto il documento N. 20 (1 febbraio 1496) è una concessione di un porto natante « *portus sive trajectus factus juxta pontem navium ob ruinam ditti pontis* ». Il N. 21 porta una Ducale, pure del 1496, nella quale si ordina che il ponte venga riedificato. Nel 1497 tale lavoro non era stato peranco eseguito: chè si insiste dalla Città acciò sia sollecitato, osservandosi che se il ponte non venisse ristaurato, oltre all'incomodo pubblico e privato che ne proverrebbe « maximum quoque ruinae periculum imminet turri fundate in medio flumine athesis: que si rueret esset causa submergendi partem civitatis Veronae: ob retentionem aquarum fluminis que fieret ex ruina dicte turris » (Doc. N. 22). Nel documento N. 23 (senza data) pare si diano al proposito di questo lavoro istruzioni ai Rettori. Che venisse poi dato corso al ristauro, risulta dal documento N. 24, che è del 18 ottobre 1502.

In cattivo stato era il ponte nel 1599, e con Ducale 10 ottobre di quell'anno (Doc. N. 17) si ordinò ripararlo. Pare però non si trattasse di cosa di molto rilievo. Terribile e funesta fu invece pel nostro ponte la piena del 1757. E infatti narra il Venturi che « nel 1757 fu dall'inondazione affatto rovinato: sicchè si dovette demolire la torre, rifarlo con grandissima spesa e col lavoro di tre anni, dal 1758 al 1761, e in bellissima forma, il che avvenne sotto l'ispezione dell'Ingegnere Architetto Adriano Cristofali ». Ed aggiunge: « Dava ingresso al Ponte alla destra una porta a tre fori, i due laterali più piccoli, che teneasi per costrutta al cominciare del secolo XVI: ma nel riformar la strada postale nel 1808 venne atterrata ». Dai documenti riportati sotto il N. 26 risulta pure, come asserisce il Venturi, che il progetto di ristauro fu fatto da Adriano Cristofali, il quale diresse anche il lavoro, sotto l'alta vigilanza di A. Giuseppe Rossi, Pubblico Matematico della Repubblica. La piena corrose, a quanto pare, la fondazione della pila di mezzo (la seconda da destra), e la fece inclinare verso monte, colla torre che vi stava sopra. E quindi fece cadere i due archi adiacenti. Nella scrittura del Pompei è notata la circostanza che anche la pila vicina a destra avea in precedenza gli strati inclinati: cosa che scorgesi tuttora: il che prova che quando altra volta era caduto, il ponte si era restaurato sulle basi e rovine dell'antico. Così si fece pure anche in questo caso. L'Avesani, nella sua scrittura in data del febbraio 1758, dice d'aver verificato nel sito del pilone inclinato, che portava la torre, una profondità d'acqua fino a 18 piedi. Il Pedrinelli, nella sua scrittura, asserisce anche lui d'avervi trovato sino a 20 piedi sotto il pelo dell'acqua invernale.

I lavori di ristauro del ponte consisterono nel ripristino dei due archi caduti; si assicurarono prima le fondazioni della pila inclinata costruendovi attorno ed a monte un cassero, il quale si riempì di muratura fatta con pietrame e pozzolana: formando il tutto a guisa di sperone. Che il lavoro fosse eseguito sul progetto dell'Ingegnere Cristofali si arguisce anche dalla Ducale del 10 aprile 1760, riportata. E che fosse in 3 anni terminato lo conferma anche la lapide seguente che sul medesimo si legge tuttora:

PONTEM
FLVM. IMPETV. DEIE
CTVM. IV. NON. SEPT.
AN. CIↃIↃCCLVII.
LIBERALITAS. SENA
TVS. INTRA. TRIEN
NIVM. RESTITVIT.
PRAEF. ET. PROPRAE
TORE. IO. ANDREA
GIOVANELLI

In chiave dell'arco secondo a partire da destra sul parapetto esternamente tanto a monte che a valle vedesi una lapide con su inciso in caratteri romani l'anno 1760 con sopra le due iniziali A. D.; è nella chiave dell'arco è scolpito il leone veneto, che fu poi, si vede, scalpellato e scheggiato dai Francesi. Nella chiave del 3° arco da destra c'è un'arma gentilizia pure rovinata, forse quella del Capitanio e V. Podestà.

I documenti sopra citati ci dicono come il lavoro venne progettato; ma non come sia stato eseguito. Qualche particolare in proposito ce lo dà il Biancolini. Ecco come Egli (*Serie Cr.*, ed. 1760, pag. 59-60) descrive il modo, con cui fu iniziato:

« Li 13 Dec. del medesimo anno (1758) Gio. Andrea Giovanelli sottentrò Capitanio e Vice Podestà.

Sotto il di lui reggimento volendosi rifabbricare li due già precipitati archi del Ponte Navi, fu intrapreso primieramente a ristabilire ed assicurare le manchevoli pericolanti fondamenta della in gran parte ora demolita torre, la rimanenza della quale servirà a continuare il pavimento dello stesso ponte, e sopra di essa come in avanti poggiar dovranno dall'un capo gli archi medesimi. Perciò largo d'intorno ad essa torre lungo il Canal Maggiore fu piantata una doppia quadrilunga palizzata, la quale incominciava dalla ripa che ascende alla via detta la Pontara, e passando per l'arco di mezzo terminava con una parte del quarto lato alla pila del ponte sul quale sbocca la via medesima. Frammezzo della qual palizzata era un grosso terrapieno a molte migliaia di carra per tener fuori l'acqua esteriore, e vuotar così tutta l'interiore, onde asciugato il rinchiuso letto d'intorno alla torre, agevol fosse di questa visitarne il piede e ristabilire quel fondamento che non si sa peranco di quanto pregiudicato sia per la surriferita ultima inondazione. Ma l'effetto non corrispose all'idea; mentre riseccata molta dell'acqua interna, quella esteriore varie fiate vi si intruse; e dopo aversi persino triplicato in largo la palificata e il terrapieno, e praticato altri tentativi onde finalmente poter asciugare l'interno campo, a rivoli sempre vi penetrò l'acqua dal letto del Canal Maggiore, nella parte del caduto arco

di mezzo, ivi introducendovisi frammezzo di quelle rovine che sotto giaceanvi sepolte, per isfuggire le quali sarebbe stato mestiere piantar da prima più da lungi quella parte di palizzata. Quindi abbandonato ogni altro pensiero, giacchè la stagione di molto s'inoltrava, da quel Perito Matematico fu presa risoluzione di puntellare da presso la torre nella parte dov'essa pende facendo ivi piantar di fronte alla correntia del fiume una folta bassa palificata di roveri, con sopra grosso tavolato, su cui son poi sopra stati messi varii ordini l'un sopra l'altro di lavorate pietre, fra di esse ben serrate, e al piè della torre unite con ferri e calce; e appresso di questa palizzata per ripararla dagli urti della correntia sono stati ammucchiati varii macigni, alla rinfusa sott'acqua; come pure tutta d'intorno anche la bassa parte della torre medesima è stata esteriormente con pietre, calce e ferri rassettata e racconcia. In tal modo riputò egli che bastevolmente fosse provveduto al bisogno di essa pendente torre, onde la rimasta parte servir possa di stabile convenevol fondamenta alli due archi che in appresso s'appoggeranno.

Fortificata così dunque la base della torre... e volendo proseguire la demolizione della medesima torre, fu quindi levata l'iscrizione che in pietra incisa era sopra la porta verso la chiesa di S. Fermo e ch'era stata ivi posta in memoria della costruzione del detto ponte fatta da Cansignore della Scala ».

Ecco l'iscrizione citata in questo brano, ed alla quale si è accennato di sopra:

AUREA MARMOREE QUI GENTI SECULA DUXIT
HOC OPUS EGREGII PONTIS MIRABILE STRUXIT
SCALIGER ERE SUO DUX CANSIGNORIUS USQUE
SUB SEPTEM DECIES TERCENTUM MILLE TRIBUSQUE

ecc. ecc.

Avvertiamo che la Serie Cronologica del Biancolini viene fino al 1758; e perciò le sue notizie si limitano a questo punto. Nel mezzo della iscrizione sopra citata c'era uno scudo con l'arma scaligera a 5 gradini, ma senza iniziali lateralmente. Il Biancolini nella *Serie Cr.* ecc., ed. 1760, a pag. 56, riporta in 3 disegni il Ponte Navi com'era prima del 1757. Vi si vede la torre che esisteva sopra la pila centrale. Dalla terza figura si rileva che essa si era inclinata verso monte, essendosi ivi corroso il fondo. Dalla seconda figura si riconosce inoltre come fosse caduto tutto l'arco secondo da destra. Del terzo era rimasta a sbalzo una parte (circa un terzo) attaccata alla terza pila (da destra). In queste figure sono indicate le luci seguenti degli archi del vecchio ponte, in piedi veronesi:

| | | |
|---|---|---|
| 1° arco | a destra . . . . . | piedi 50 |
| 1ª pila | » . . . . . | » 14 |
| 2° arco | » . . . . . | » 75 |

| | | |
|---|---|---|
| 2ª pila a destra | piedi | 14 |
| 3° arco » | » | 34 |
| 3ª pila » | » | 14 |
| 4° arco » | » | 65 |

In tutto sono piedi veronesi 266: pari a metri 90,70 se si ritiene il piede di m. 0,341. La larghezza del Ponte sul ramo principale del fiume è, comprese le pile, di piedi 187 pari a m. 63,77.

Sulla riva destra, si vede pure disegnata la porta della Città, a 3 aperture, descritta dal Venturi.

Coi ristauri così radicali fatti dal veneto governo, riuscì naturalmente alterato il primitivo aspetto del ponte. « Quale fosse l'antica forma della torre e del ponte medesimo, dice il Da Persico nella sua *Descrizione di Verona* (ed. 1820, p. 16-18), si può riconoscere qui presso (intende presso al Ponte a sinistra), al n. 5522, su d'una casa dei Cipolla, dipinta da Francesco Morone l'anno MDXV, come si ha a fresco in quella sua mirabil pittura della Vergine col bambino tra i santi Giovambattista, Niccolò, Antonio abate e Rocco, conservatasi fino a' nostri giorni più dal tempo che dagli uomini ». L'affresco qui citato del Morone fu nel 1875 levato e trasportato al Museo. Ma pur troppo la parte rappresentante il Ponte non fu curata, e gittata fra i calcinacci. Soltanto la cima della torre, perchè invadente il rettangolo dell'affresco, venne conservata.

Riportiamo, come si disse, nella Nota V i documenti citati di sopra e tratti dagli archivi del Comune di Verona. Alcuni di essi, e sono i numeri 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 e 16, sono stati già pubblicati dall'Orti Manara nel citato suo scritto su Fra Giocondo (Verona, Antonelli, 1853). Gli altri, a quanto si sa, sono inediti.

Diamo nella Tavola XVII il disegno del Ponte quale vedesi oggidì di sopracorrente. Gli scandagli della Sezione d'Adige ivi segnati, pare siano stati fatti nell'anno 1864. Come quelli del Ponte Pietra sono tratti da un rilievo esistente presso l'Ufficio del Genio Civile in Verona e portante la data del 1° ottobre 1864.

Anche questo ponte fu un po' danneggiato dalla piena del 1882. A chi pensi che il fiume Adige, il quale ha in media una larghezza d'alveo di m. 90, non è qui più largo di m. 65, apparirà manifesta la urgente necessità di provvedere alla sua sistemazione rendendo efficacemente attiva la quarta luce di questo ponte, che ora serve pel canale così detto dell'acqua morta. Se non si provvede, potrebbe capitare al Ponte Navi ciò che avvenne al Nuovo: la piena del 1757 lo scosse (V. Documenti citati, Nota V), quella del 1882 lo portò via.

MEMORIA IV. — *Del Ponte a 3 luci sull'Adige, detto di Castelvecchio, a Verona; con un'arcata di metri 48.70: aggiuntevi notizie su alcuni antichi ponti romani, e in particolare sul Ponte cosidetto Emilio a Verona* (Tavole XVIII e XIX).

Ho messo in carta questi appunti sopra il Ponte sull'Adige, così detto di Castelvecchio, il quale è uno dei più bei monumenti medioevali di Verona, perchè mi sapeva male che di un lavoro mirabile non solo per l'elegante e severa maestà delle forme, ma anche per l'arditezza della costruzione (essendo esso in tre arcate, in muratura, di cui l'una di luce eguale a $48^{m},70$) non venisse data una notizia un po' diffusa oggi che si studia tanto la questione dei ponti in muratura di gran luce.

Il disegno ch'io presento, rappresenta il Ponte, quale fu costrutto, e quale si conservava insino al termine del passato secolo, quando lo fece, in base a' suoi rilievi, l'Ing. Francesco Bertolini, ch'era professore nel vicino Collegio Militare di Castelvecchio. Oggi non si vede più la guardia avanzata I, il rivellino K e la torre L, che difendevano l'accesso al ponte dalla parte della campagna (riva sinistra) e che fu demolita dal Genio Militare Austriaco.

Costrutto nel 1354, questo ponte presenta, in confronto degli altri che sono sull'Adige a Verona, la particolarità di non essere stato mai travolto dalle piene del fiume. Le cronache ci raccontano che ruinarono più volte sotto la violenza delle acque il Ponte della Pietra (romano) e i Ponti Nuovo e delle Navi, medioevali. Essi presentano inoltre le traccie di costruzioni di epoche successive sovrapposte. Ma il Ponte di Castelvecchio invece appare come costrutto tutto di seguito in una sola volta. Basta guardarlo per convincersene. E parmi perciò sia da escludere l'opinione del Da

Persico, il quale crede che l'arco centrale sia stato impostato sui piloni di un più antico ponte.

Con che però non voglio escludere che in questa località o nelle vicinanze esistesse in antico, altro ponte, forse di legno. Anche i ponti Nuovo e delle Navi erano una volta di legno; ma furono poi rifatti in muratura *ab imis fundamentis.*

Molti indizii ci sono i quali inducono a credere che in questo luogo esistesse altro ponte in antico. Nella cronaca intitolata *Annales Veteres* dal conte Carlo Cipolla pubblicata nel Tom. IX dell'*Archivio Veneto,* è detto che nel 1330 l'Adige ingrossò talmente che fè ruinare i Ponti di S. Zeno e di S. Silvestro (1). Nel Castelvecchio fu racchiusa un'antica porta della città (Porta del Morbio). Qui pure si vedono gli avanzi di antiche mura (romane, certamente). Nella vicinanza esisteva l'arco dei Gavi. Sulla riva sinistra del fiume, a valle dell'attuale ponte, si vedono sparsi qua e là dei blocchi di murature che hanno tutta l'apparenza di ruderi di costruzioni romane. Questi ruderi sono formati di muratura di pietrame e ciottoli, alternata con corsi di mattoni, modo di costruzione usato appunto dai Romani, come può vedersi nel Choisy e nell'Hirt (3).

Queste testimonianze, e gli indizii di contemporanee costruzioni sulle due rive, rendono, mi pare, non del tutto improbabile l'opinione che qui o nelle vicinanze esistesse altro ponte in antico. Esso avrebbe servito ottimamente di scorciatoia per la via d'Alemagna. Ma, come dissi, l'attuale ha tutti i caratteri di un'unica costruzione medioevale.

Il Canobio poi dà addirittura la cosa come certa; anzi parla di tre ponti romani a Verona: l'uno lo chiama l'Emilio, e, secondo dice, passava l'Adige dietro S. Anastasia: un altro lo avrebbe attraversato al Campo Marzio: e il terzo *ov'è al presente quello di Castelvecchio* (2).

Il Ponte di Castelvecchio fu cominciato nell'anno 1354, contemporaneamente al Castello che porta il medesimo nome, ed al quale serve d'accesso dalla parte del fiume (4). Pare che la costruzione abbia durato 3 anni (1354-1356). Il che non deve far meraviglia se si pensa all'importanza ed alle difficoltà del lavoro, tanto rispetto all'arcata di luce così forte, quanto in riguardo alle fondazioni; e se si considera anche che la costruzione del Ponte Navi, avvenuta poco dopo (1323), durò due anni.

La costruzione del Castelvecchio si collega ad un episodio della storia di Verona. Nel 1350 Can Grande II della Scala avea sposato Isabella, figlia dell'allora defunto Im-

peratore Lodovico il Bavaro, e sorella al Marchese di Brandeburgo, che in quel tempo, tenendo la contea del Tirolo, risiedeva a Bolzano. Nell'anno 1354 egli se n'era ito in Germania a diporto, come dice un cronista. Intanto ch'era assente fu ordita in Verona una congiura contro di lui dal suo fratello naturale Fregnano. Appena n'ebbe sentore si affrettò a ritornare, e con genti avute da Vicenza, Padova e Venezia, vinse il fratello. Dopo questo fatto però, non ritenendosi ormai più sicuro in Città, fè costrurre il Castello, che poi fu detto vecchio, col ponte annesso, dicesi, al doppio scopo: e di ricevere all'occorrenza aiuti dal cognato d'Alemagna, e di fuggirsene in un caso disperato. Nel Castello fu rinchiusa l'antica chiesa di S. Martino in Acquario. Dicesi che colui che mise la prima pietra dell'edificio sia stato Guglielmo Bevilacqua. Un documento dell'anno 1495, pubblicato dal Biancolini (5), parlando del Castello, dice appunto che il Bevilacqua « hujus structurae primus fondamenta jecerat »; ed aggiunge anzi che fu da Can Grande II donata al medesimo la spada di S. Martino che si conservava nella chiesa suddetta.

Dopo la sua costruzione pare che il ponte non sia stato toccato sino all'anno 1824, nel quale Francesco I, Imperatore d'Austria, lo fè restaurare, come si ricava dalla seguente iscrizione che si legge sul ponte:

FRANCISCUS I. IMPERATOR ET REX
PONTEM CANIS GRANDIS II SCALIGERI
AB TEMPORUM INJURIA REFECIT ANNO 1824.

Nella parte di fondazione, tanto il ponte quanto il Castello furono costrutti con pietre di antichi edifici rovinati. Ce lo dice il brano d'un poema di Francesco Corna, che si conserva nella Biblioteca Capitolare di Verona (6). Anche il Maffei osserva nel suo *Mus. Veronense* (Veronae, 1749) a pag. CXCII « pontium nostrorum pilae antiquorum marmorum frustis magna ex parte constant ». Ma oltre a questi indizii, abbiamo delle prove più dirette.

Innanzi tutto, questi pezzi di pietra, che costituiscono il rivestimento a corsi regolari, sono rozzamente lavorati nei piani di contatto, e di posa, al modo romano, come osserva anche il Maffei nella sua *Verona Illustrata* (pag. 103, ediz. 1781-82, in folio).

Oltracciò nel grande pilone che fiancheggia l'arco maggiore esiste un corso di rivestimento al piano d'imposta dell'arco, formato in gran parte di pezzi che portano in

rilievo capitelli d'ordine corinzio di antichi pilastri. La forma di detti capitelli ha moltissima analogia con quella dei capitelli delle colonne della Porta Borsari, costruzione romana, anteriore al 265 d. C.

Uno di questi capitelli, il meglio conservato, fu cavato dal pilone e trasportato nel 1824 nella parte superiore del ponte, dove fu collocato colla seguente iscrizione:

A. MCCCLV P. M. FUNDAMENTO INFIXUM
ISTUC REFIXUM A. MDCCCXXIIII.

Nel sito, donde fu cavato, leggesi l'altra:

FRANCISCUS I IMP. ET REX
FUNDAMENTA AEVI LATERIS
AD MAXIMUM FORNICEM
RESTITUI JUSSIT
IGNAZIO TÖRÖK CENTURIONE
CIↃ IↃ CCC XX IIII

Nell'altro pilone esiste un pezzo d'architrave che si riconosce dell'anfiteatro. Si vede dunque che furono impiegati anche materiali dell'anfiteatro, del quale sappiamo rovinò tanta parte per terremoto nell'anno 1183 d. C. Nelle visite che ho fatto al ponte ho praticate ripetute ricerche per vedere se mi riusciva di trovare un'iscrizione posta all'atto della sua costruzione. Ma vane riuscirono; solo rinvenni in due pezzi di pietra dei rivestimenti incisa la scala scaligera.

L'altezza di questi corsi di rivestimento è di $0^m,560$. La lunghezza dei singoli pezzi varia da 1,50 a 2. Ve n'ha uno che ha fino a m. 2,75 di lunghezza.

Il rivestimento a corsi regolari va fino all'altezza di 4 metri circa sopra il pelo d'acqua ordinario. Il materiale è marmo bianco e rosso (broccatello) delle cave della Provincia Veronese. Tutto il resto del ponte, tanto de' piloni che degli archi, è fatto in cotto. Le dimensioni dei mattoni, verificate in diversi punti, sono di:

metri $0,220 \times 0,135 \times 0,065$
metri $0,270 \times 0,135 \times 0,055$

Gli archi sono pure in mattoni; le armille sono in pietra. Lo spessore delle armille è variabile; v'ha dei pezzi larghi $0^m,53$ e ve n'ha di larghi fino a $1^m,30$. Lo spessore dei

pezzi di pietra formanti le armille è alternativamente di $0^m,25$ e $0^m,35$. I primi sono lastre delle cave della Provincia di Verona, del corso massimo, detto *mezzalone*. Gli altri non sono lastre, perchè non ve n'è di tale spessore nelle nostre cave, ma conci di pietra da taglio, pure delle nostre cave.

Lo spessore del volto è nell'armille di $1^m,40$ circa nell'arco minore; nell'arco mediano invece va fino a $1^m,70$. Nell'arco massimo varia da $1^m,50$ ad $1^m,80$. In qualche sito si verifica uno spessore anche di 2 metri (imposta verso Città).

L'armilla è collegata alla parte interna del volto (in mattoni) con chiavi, costituite pure da lastre di pietra.

Riassumo nel quadro seguente le principali dimensioni del ponte da me rilevate, indicandovi anche le stesse misure quali ci furono tramandate dagli storici, in piedi veronesi:

1° Arco, luce piedi veronesi 142 = metri 48,70.
1° Pilone, larghezza piedi 36 = metri 12.
2° Arco, luce piedi 82 = metri 28,54.
2° Pilone, larghezza piedi 18 = metri 6,20.
3° Arco, luce piedi 70 = metri 24.

Luce totale del ponte tra le spalle piedi 348 = metri 119,48. La monta degli archi è circa un quarto della luce.

La misura del piede veronese, ricavata dal rapporto delle misure precedenti, è di 0,343 circa per la prima, quarta, quinta e sesta. La seconda dà invece 0,334 e la terza 0,348. La media è 0,341.

I piloni sono di forma pentagona, ed hanno una larghezza complessiva di $19^m,40$ il maggiore, e di $17^m,30$ il minore. L'angolo del partiacqua è di 98° pel primo e di gradi 90° per l'altro. Ho aggiunto nel disegno le misure in metri che vi si riferiscono.

Il pilone che fiancheggia l'arco di $48^m,70$ ha una grossezza di 12 metri a fior d'acqua (pelo di magra); e può, come si vede dai calcoli, resistere da solo alla spinta dell'arco maggiore senza la controspinta dei laterali. Vale a dire che può fare l'ufficio di pila-spalla.

L'arco maggiore presenta una singolare particolarità: ed è che in pianta si presenta incurvato contro la corrente. A valle presenta una sinuosità. Nel punto di massimo incurvamento presenta un' inflessione di $0^m,780$. A monte questo incurvamento è di soli $0^m,230$. La larghezza supe-

riore del ponte in corrispondenza alle imposte è di 7m,35; alla chiave è di 6m,80, compresi i muri di parapetto che sono larghi 0m,430 ciascuno. La larghezza libera della via sul ponte varia dunque da 5m,95 a 6m,50.

Quanto alla causa di questo incurvamento, parmi possa attribuirsi ad un movimento delle centine, avvenuto verso monte al principio della costruzione del volto. Questo sospetto sarebbe avvalorato da una deformazione che si scorge a monte, nell'armilla, a circa 1/4 dell'arco, a partire dall'imposta. Forse il minor incurvamento a monte dipende da una rastremazione, fatta appunto per rendere meno sensibile questo spostamento.

Ma se si osserva (veggansi le Tavole XVIII e XIX) che la strada d'accesso al ponte dalla parte del Castello è in curva anch'essa, e che l'arco presenta precisamente la stessa incurvatura della strada medesima, può anche supporsi che il ponte sia stato fatto così per secondare quell'andamento.

L'arco di mezzo all'imposta rientra nei piloni circa 0m,80. Questa rientranza dell'imposta entro la pila probabilmente si è fatta per appoggiarvi le travi delle centine. Nell'ultimo arco, il minore, si scorgono invece sotto le imposte i fori in cui furono messe le catene delle centine, e qui non esiste la detta rientranza. L'armatura dell'arco maggiore di luce 48m,70 fu fatto probabilmente con centine, i cui punti di appoggio erano costituiti oltre che dai piloni anche da stillate di pali fitti nel fondo.

Ai due estremi del ponte esistevano due fosse, che servivano ad impedire l'accesso al castello, quand'erano levati i ponti levatoi.

Quanto a postura, il ponte è stato collocato in un sito dove l'Adige fa una risvolta come lo indica l'unita Planimetria (Tav. XIX).

Per impedire le corrosioni nella spalla verso città esiste immediatamente a valle del ponte un piccolo pennello, il quale seconda la direzione della corrente e toglie all'acqua la sua velocità in questo sito. Difatti qui c'è un deposito di materia, e la massima profondità da me rilevata nella magra di quest'anno, di m. 2,50 circa, si trova a circa metà della luce maggiore.

A monte a circa metri 100 dal manufatto, esiste a destra del fiume altro pennello il quale per un certo tratto corre parallelamente alla riva e poi si dispone facendo un angolo di circa 130 gradi col filone. L'effetto di quest'ultimo è di distrarre l'acqua dalla spalla, contro la quale si scaglierebbe con violenza fortissima in tempo di piena.

Il risultato di questi lavori di presidio assai semplici, si fu che salvo qualche piccolo danno ad una porzione dell'armilla a monte, prodotta probabilmente dagli urti delle zattere, altri guasti non ha subìto questo ponte per circa cinque secoli dacchè fu costrutto. Essi sono citati dal Lorgna, il quale ne proponeva di analoghi al Ponte Pietra.

*Calcoli di resistenza.* — Ho fatto pure lo studio delle condizioni di stabilità della grande arcata di m. 48,70; e ne ho riassunto i risultati nel disegno unito alla presente Memoria.

Ho considerato l'arco in due condizioni e cioè:

1) Arco senza sopraccarico nè accidentale nè permanente, cioè nello stato in cui doveva trovarsi dopo la chiusura del volto;

2) Arco a lavoro compiuto, tenuto conto di tutto il carico che vi gravita sopra.

In questo secondo caso ho considerato nel calcolo del carico tutta la sezione trasversale dell'arco, e ciò per tener conto anche del peso dei muretti di difesa, e delle merlature.

Quanto allo spessore del volto ho ritenuto un valore medio di m. 1,50. È però da osservarsi che questo valore presso alle imposte in qualche punto va sino a m. 1,80, e in qualche sito anche sino a m. 2. Non ho potuto dividere l'arco in singole parti di sezioni diverse, ma costante per ciascuna parte, perchè le variazioni sono saltuarie.

Il metodo seguìto nel calcolo è quello definito dall'Ing. A. Castigliano in base al teorema delle derivate del lavoro nella sua *Nuova teoria dei sistemi elastici* da lui esposta in un volume stampato a Torino nel 1875. Si è espresso cioè il lavoro di deformazione di tutto il sistema in funzione del momento di flessione e della pressione normale che si verifica nel giunto in chiave: e poi derivando questa espressione rispetto a quelle due incognite, e mandando a zero le derivate, si sono ottenute le due equazioni di condizione, mediante le quali si sono determinati i due valori delle incognite. Queste due equazioni verrebbero a dire che lo spostamento orizzontale del centro della sezione in chiave è nullo, ed è pur nulla la rotazione della sezione in questo punto. Con questi due valori e cogli altri dati del problema si sono compilate le seguenti due tabelle nelle due ipotesi suddette. Le curve delle pressioni sono disegnate nella Tavola XIX.

PRIMA IPOTESI. — *Arco scarico.*

| Sezione | Momento di flessione | Pressione normale | Curva delle pressioni | Pressione all'intradosso per cent. quad. | Pressione all'estradosso per cent. quad. | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | — 49 340 | 169 720 | — 0,290 | 0,97 | 22,39 | (Imposta) |
| 1 | 10 800 | 156 100 | 0,070 | 12,28 | 7,22 | |
| 2 | 25 600 | 143 300 | 0,180 | 14,96 | 2,94 | |
| 3 | 15 590 | 132 200 | 0,117 | 11,92 | 4,60 | |
| 4 | — 10 50 | 123 700 | — 0,009 | 5,28 | 10,20 | |
| 5 | — 19 660 | 118 450 | — 0,166 | 2,79 | 12,01 | |
| 6 | — 26 000 | 116 650 | — 0,223 | 1,20 | 13,40 | (Chiave) |

SECONDA IPOTESI. — *Arco carico.*

| Sezione | Momento di flessione | Pressione normale | Curva delle pressioni | Pressione all'intradosso per cent. quad. | Pressione all'estradosso per cent. quad. | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 102 990 | 359 800 | 0,285 | 46,70 Chil. | 1,70 Chil. | (Imposta) |
| 1 | 16 540 | 291 560 | 0,057 | 22,12 » | 14,32 » | |
| 2 | — 42 300 | 243 160 | — 0,176 | 5,25 » | 25,15 » | |
| 3 | — 47 130 | 214 380 | — 0,215 | 2,30 » | 24,50 » | |
| 4 | — 16 250 | 199 930 | — 0,081 | 8,70 » | 16,30 » | |
| 5 | 28 420 | 193 770 | + 0,146 | 18,80 » | 5,40 » | |
| 6 | 20 060 | 192 210 | + 0,105 | 16,70 » | 7,30 » | (Chiave) |

Dalle quali tabelle si scorge che:

Nel primo caso la pressione massima per centimetro quadrato è di chil. 22,39 ed è di chil. 46,70 per centimetro quadrato nel secondo.

Esaminando poi due curve delle pressioni corrispondenti alle due ipotesi si vede che la volta scarica presentava in chiave una tendenza ad aprirsi verso l'intradosso; la quale tendenza scomparve completamente a lavoro ultimato, cioè nella condizione contemplata nella seconda ipotesi; nel qual caso l'arco si presenta in ottime condizioni di stabilità.

La costruzione grafica aggiunta nella Tavola XIX indica le condizioni di stabilità del pilone sotto l'azione della spinta del grande arco. Si vede che esso, mozzato così, avrebbe potuto reggere contro quella spinta anche senza la controspinta degli archi laterali.

A titolo di studio ho anche fatto il calcolo dell'arco supponendo una sezione longitudinale fatta in corrispondenza alle armille, dove si trova sopraccaricato in modo eccezionale dei muretti di difesa, che sono alti m. 3,50. I risultati del calcolo si riassumono nell'unita tabella, e dimostrano che l'arco rientrerebbe in condizioni ancor migliori di stabilità in questa ipotesi e che le pressioni riescono ancor meglio distribuite.

TERZA IPOTESI.

| Sezione | Momento di flessione | Pressione normale | Curva delle pressioni | Pressione all'intradosso per cent. quad. | Pressione all'estradosso per cent. quad. | *Osservazioni* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 12 317 | 579 340 | 0,021 | 39,11 | 33,31 | (Imposta) |
| 1 | 22 570 | 497 200 | 0,045 | 36,40 | 25,80 | |
| 2 | — 2 690 | 433 500 | — 0,007 | 26,47 | 27,73 | |
| 3 | — 16 080 | 390 170 | — 0,041 | 20,63 | 28,17 | |
| 4 | — 4 840 | 364 340 | — 0,014 | 21,67 | 23,93 | |
| 5 | — 4 490 | 350 900 | — 0,012 | 20,88 | 22,98 | |
| 6 | — 575 | 346 800 | — 0,001 | 21,55 | 21,81 | (Chiave) |

Non ci è rimasto il nome dell'architetto di quest'opera colossale ed ideata con tanto accorgimento. Qualcuno ha espresso la congettura che autori di questa costruzione siano stati i due architetti Giovanni da Ferrara e Jacopo da Gozzo, i quali nel 1373 avrebbero costrutto, per ordine di Cansignorio, il Ponte delle Navi. E difatti l'erudito cinquecentista Torello Saraina lasciò scritto nelle sue « Historie e fatti dei Veronesi sotto la dominazione Scaligera » (Verona 1549), foglio 52, che « Cansignorio diede compimento al Ponte delle Navi con l'opera di due architetti Giovanni da Ferrara e Giacomo da Gozzo esperti in fabbricare cotali ponti, perciocchè dinnanzi poco avevan fatto il Ponte fuori di Pavia sopra il Tesino, il quale gli era riuscito in bene ». Anche il Pietragrossa dice la stessa cosa parlando di questi due architetti « quali fabbricarono il superbo Ponte di Cansignorio della Scala in Verona ». Ma il Robolini (7) crede che il Pietragrossa non facesse che asserire sulla parola del Saraina. Sappiamo però dal Cicognara (*Storia della scultura*, foglio 2°, pag. 186) che nel 1392 Giovanni da Ferrara era a Verona; dove, secondo il Cipolla (8), avrebbe forse lavorato alle fortificazioni che Gian Galeazzo vi stava costruendo. Veggasi anche la lettera del Cesa-Bianchi che si pubblica in seguito alla presente Memoria, e la quale conferma che nel 1392 il Giovanni da Ferrara era a Verona, ed aggiunge interessanti notizie sull'argomento.

È una singolare coincidenza che intorno a quell'epoca sieno stati costrutti quattro ponti assai importanti, e di luci, taluno, eccezionali. Il Ponte Vecchio sul Ticino a Pavia, cominciato nel 1354 e finito nel 1356; il nostro Ponte di Castelvecchio sull'Adige a Verona, incominciato nel 1354 e finito nel 1356; il Ponte pure sull'Adige detto delle Navi a Verona, incominciato nel 1373 e finito nel 1375; e finalmente il famoso Ponte di Trezzo sull'Adda, costrutto da Barnabò Visconti dal 1370 al 1377. Quest'ultimo in una sola luce di m. 72,25 di corda e m. 20,70 di monta, opera veramente meravigliosa (20), distrutta dal Carmagnola nel 1416. Veggasi quanto ne dice il Ferrario: *Trezzo e il suo Castello. — Schizzo Storico*, pag. 48; e il Giulini nelle *Memorie di Milano*, tom. XI, pag. 211. Veggansi anche le notizie che sul medesimo più avanti riportiamo (Memoria V).

Una questione sulla quale devesi dir qualche cosa è quella del sistema di fondazione seguìto in questo Ponte.

Esaminando la condizione del terreno nella località in corrispondenza al Ponte, in relazione anche al pelo di magra, si vede che la difficoltà della fondazione deve essersi limitata

a quella del pilone che fiancheggia il grande arco di m. 48,70. Le spalle e l'altra pila in tempo di magra restano all'asciutto o quasi. Ma il grande pilone resta sempre esposto alla corrente. Mi pare probabile che le fondazioni di questa pila si sieno fatte, approfittando appunto di un momento di magra, deviando la debole corrente mediante cavedoni o pennelli. Contemporaneamente forse si saranno fatte le centine della grande arcata sostenendole con stillate di pali infissi nel fiume. Dopo fondato il grande pilone, ritengo che siasi continuata la costruzione del grande arco, anche in un altro stato del fiume, giacchè, come si vede dai calcoli, il pilone avrebbe potuto sostenerne la spinta da solo, e fare quindi l'ufficio di pila spalla.

Esaminato il fondo in corrispondenza alla pila in un giorno dello scorso inverno, in cui il fiume era allo stato di massima magra, non ci ho trovato traccie di casseri, fino alla profondità di 4 metri sotto il pelo di magra (a m. 0,50 sotto l'imposta dell'arco centrale). E nemmeno si sente segno di risega di fondazione.

Non ho trovato neppure alcun indizio di platea generale. Ma riflettendo bene non si capirebbe il perchè dovesse esser fatta. Sarebbe stata certo una spesa inutile in un sito dove il letto del fiume non subisce variazioni sensibili, poichè, com'è noto, l'Adige a Verona trovasi in quel tronco che i francesi dicono *d'écoulement*, in cui cioè il fiume nè escava nè interrisce. E d'altra parte gli effetti del rigurgito in tempo di piena non erano gran fatto a temersi in questo caso in cui mediante un'ampia luce collocata assai opportunamente si dava sufficiente sfogo alle acque.

Il concetto delle platee generali nelle fondazioni degli antichissimi ponti è messo innanzi dal Vescovali in un suo recente e pregievole scritto che si legge nel *Politecnico*, vol. XXVII, 1879, pag. 449, intitolato: *Ancora sulla sistemazione del Tevere.*

Dopo aver espresso l'opinione che gli antichi ponti sul Tevere a Roma sieno stabiliti sopra platee generali poste a grande profondità sotto il pelo di magra attuale, egli aggiunge che il celebre Ponte di Traiano sul Danubio fu con tale sistema fondato.

Queste platee sarebbero state costruite a Roma, secondo il Vescovali, mediante parziali deviazioni del fiume.

Per quanto ho potuto rilevare, i ponti di Verona sono fondati su pile isolate. E notisi pure che quantunque il fiume abbia prodotto nel contorno delle medesime delle sensibili escavazioni non vi si trova traccia di risega di fon-

dazione, come ho verificato nel Ponte delle Navi, il quale presenta una forma che ha molta analogia con quella di Castelvecchio; il che avvalorerebbe l'idea che sieno opera d'un medesimo architetto.

Al quale proposito è molto interessante il leggere ciò che insegna Vitruvio sul modo di fondare in acqua (9). Egli distingue i due casi: cioè che si adoperi calce idraulica, o che si debba lavorare con calce comune.

Nel primo caso, dice, basta fare un cassero; scavare e spianare il fondo dentro di quello, e poi gettare pur dentro l'acqua una materia mista di calce idraulica e pietre.

Nel secondo si fanno, dice, due casseri; si riempie lo spazio tra i due con argilla ben calcata, poi si asciuga lo spazio circoscritto dal cassero interno, e quindi si lavora all'asciutto a scavare fino a che si trovi terreno sodo. Il quale trovato, vi si costruisce sopra nel modo ordinario.

Se il terreno fosse molle, egli aggiunge, occorre costipare il terreno con pali infissi. Dopo ciò vi si fa sopra tutto all'intorno un muro di pietre quadrate, con giunture più rade che sia possibile, e lo spazio all'interno del muro si empie di rottami, o d'altri materiali e cemento.

Degli scrittori medioevali d'architettura il Martini (10) non fa cenno delle platee. Ne parla invece Leon Battista Alberti (11) il quale, dopo aver riferito in proposito al fondare le pile dei ponti, quanto espone Vitruvio, aggiunge: « In questo luogo ho io considerato che i buoni architetti usarono di farci una continuata base di tanta larghezza appunto di quanto esser vi deve il ponte. E ciò fecero non con il fermare con un solo argine tutto il fiume ad un tratto, ma fattane prima una parte, passarono a fare l'altra, ed a congiungerla poi con la già fatta ».

Menzione d'un ponte romano fornito di platea ce la porge il signor Frati parlando del ponte di Savignano, terra posta tra Cesena e Rimini (12). Il ponte fu costrutto pella via Emilia nell'anno 567 di Roma. Il signor Frati parla anche dell'antico ponte sul Reno, e dell'altro detto Ponte del Diavolo, o della Gajana, che esiste a 23 chilom. da Bologna pure sulla via Emilia, ma non sa se i medesimi siano forniti di platea. Da un lavoro del cav. Carlo Malagola (13) rilevasi che è fornito di platea invece il ponte attuale sul Reno a Bologna, costrutto nel 1257, il quale si sta ora restaurando. Anche i ponti sull'Arno a Firenze costrutti, intorno al 1200 sono forniti di platee. Veggasi quanto ne dice il Vescovali nel lavoro sopra citato.

A Verona esiste pure un ponte romano, il Ponte della

Pietra; ma non è fornito di platea generale. E si capisce subito il perchè; ha, in gran parte verso la sinistra sponda, il fondo di roccia. Questo ponte è in 5 luci: era in origine tutto in pietra. Ma poi essendo per metà caduto, la parte caduta fu rifatta e rimase per qualche tempo in legno. Intorno al 1520 la parte rovinata fu ricostrutta da Fra Giocondo. Questa parte meno antica (3 luci verso la riva destra) è in cotto colle pile di vivo. Il Vasari e il Temanza lodano molto Fra Giocondo per questo lavoro; e specialmente per aver trovato modo di fondare una pila sopra un terreno mobilissimo. E lo stesso ripete il Maffei. È notevole che in corrispondenza alla seconda pila, a partire dalla riva sinistra, esiste una profondità di oltre 6m,50 (14) sotto il pelo di magra. In questo sito, dov'è certo un salto della roccia e dove il fondo dev'essere di ghiaia, s'è prodotto un gorgo che ha asportato il partiacqua della pila. È pur singolare che l'acqua ha rispettato il basamento sul quale appoggia la pila, e che sembra formato di calcestruzzo; questo basamento esiste a metri 4 sotto il pelo di magra, ed ha una risega di oltre un metro.

Da una Relazione scritta dal Capitano Lorgna al Senato Veneto nel 1782, che si conserva nell'Archivio di Stato a Venezia, si rileva che tale gorgo aveva corroso le fondazioni della pila sino da quel tempo (15). Fu fatta, pare, una gettata, ma ora non è rimasta traccia alcuna.

Giacchè sono sull'argomento dei ponti romani, voglio accennare ad una questione che s'è discussa tra gli eruditi, se cioè a Verona abbia esistito un altro ponte romano sull'Adige. Questo ponte fu detto per errore Ponte Emilio, perchè si è ritenuto servisse per la via Emilia; avrebbe esistito dietro la chiesa di S. Anastasia, nella direzione del Corso.

Qualcuno ha messo in dubbio l'esistenza di quest'opera. E pure ci sono dei forti indizi per ritenere che sia esistito. Nella cronaca intitolata: *Annales Veteres* e pubblicata dal Cipolla, già citata sopra, è detto a pag. 89 sotto l'anno 1154: *die ascensionis flumen Atesis ita creuit quod pons lapidis secundus cecidit.*

Il *pons lapidis primus* sarebbe stato il così detto Ponte della Pietra che trovasi un poco a monte del sito dove sarebbe stato l'Emilio.

Anche il Ritmo Pipiniano (16) (che è un carme in lode di Verona scritto, a quanto pare, al tempo del re Pipino) parla di più ponti in pietra nella settima strofa ove dice:

*Castro Magno et eccelso firma propugnacula.*
*Pontes lapideos fundatos super flumen Atesis.*
*Quorum capita pertingunt in urbem et opidum.*

Qui si parla dunque di *ponti* che mettevano in comunicazione la città (*urbem*) e il castello (*opidum*). Ma si obbietta che Liutprando non parla che d'un solo ponte nel brano della sua cronaca (17) riferito nella precedente Memoria sul Ponte Pietra. Ma ciò non prova altro se non che forse il Ponte della Pietra era di costruzione assai più ricca e maestosa dell'altro. Il ponte in questione ruinò certo, almeno parzialmente, avanti al 1000 (18); e forse perciò un'iscrizione che esiste sulla facciata della chiesa di S. Stefano a Verona non ne fa espressa menzione, e dice solo: « A. 1239 VI *non. Novembris crevit Atesis Pontes rupit omnes excepto lapideo* ». Nella prefazione alla Cronaca di Paride da Cerea il Muratori riporta questa nota da lui trovata innanzi a quella: « *Anno Domini* 1097. *Fluvius Atesis tam fortiter crevit quod pontem lapideum a Sancto Stefano de Verona diruit* ». La quale indicazione aggiunta al *pontem lapideum* farebbe certo da sola sospettare l'esistenza d'un altro ponte in pietra, se altri indizi non ci fossero.

Il Biancolini nel suo Commento alla Cronaca cita il seguente passo degli *Annali* del Canobio:

« Inoltre *ho veduto io* (dice il Canobio) in tempo che si accomodava il vaso d'Adige per le seghe a S. Maria in Organis, essendo quivi il fiume asciutto vicino a S. Faustino, mentre che si cavava per profondare il vaso, i *fondamenti del Ponte Emilio*, ed anche fu ritrovato assai quantità di condotti antichi di piombo tutti spezzati e fracassati i quali conducevano (attraverso il ponte) a diritta linea abbondante acqua in piazza e per la città ».

Questo passo sembra abbastanza decisivo; ma non è ancora tutto. In molti documenti del monastero di S. Maria in Organo che si conservano negli Archivi comunali di Verona è fatta più volte menzione d'un *ponte rotto* nella località precisamente dove avrebbe dovuto trovarsi il nostro ponte.

L'un documento è del 905.

Berengario re, coll'intervento di Egilrico, illustre vasso, concede a Giovanni chierico « *tres ariales sitos in flumine Atesis pertinentes de vicecomitatu veronensi, a ponte scilicet fracto usque ad ariale illum quem Pedreverto diacono contulimus* ».

L'altro documento è del 907.

Giovanni chierico, cancelliere di Berengario, dona al monastero di S. Maria in Organo « *tres ariales positos in flumine Atesis propre civitatem Veronæ locus ubi dicitur pusterola prope* ponte fracto ».....

L'altro infine è del 958.

Regnando Berengario II, Giovanni e Zeno ricevono in locazione da Giovanni abate di S. Maria in Organo « *ariale uno qui pertinet de Oratorio Sancti Syri sub potestate suprascripto Monasterio, qui positus est in flumine Atesis ubi nominatur pusterola..... non longe a ponte fracto* ».

Dopo tutte queste testimonianze sembra anche a me un po' ardito negare recisamente che il ponte, cosidetto Emilio, sia mai esistito. Nel che mi trovo perfettamente d'accordo coll'illustre cav. Antonio Pompei che dice la stessa cosa nella sua Memoria sulle antiche mura di Verona (19).

Verona, giugno 1879.

---

Avevo già scritto la presente Memoria, quando il conte Carlo Cipolla, studiosissimo delle cose patrie, mi indirizzò la seguente lettera, la quale è d'una importanza capitale per la questione trattata di sopra, poichè toglie ogni dubbio sull'esistenza del ponte cosidetto Emilio, adducendo documenti i quali stabiliscono anche la posizione in cui quello si trovava.

Ecco la lettera:

« Verona, 14 aprile 1880.

« *Caro amico,*

« Tu conosci il privilegio berengariano 905 agosto 1, in cui si fa parola del *pons fractus*, e degli ariali da quel re donati a Giovanni chierico, e conosci pure l'atto (marzo 907) con cui Giovanni regalò a S. Maria in Organo quanto aveva ricevuto da Berengario. In questo punto trovai una copia del secolo XVIII in un processo di S. Maria in Organo. Questo processo mi guidò alla scoperta di altri documenti che paionmi di molto interesse.

1294 febbraio 3 (S. Maria in Organo, *Pergamene*, n. 973).

« In Verona, apud stupam sancti Faustini supra pontem quod apellatur pons ruptus » in presenza di molti testimoni Alberto abate di S. Maria in Organis coi suoi monaci, collocò molti « operarios ad laborandum pro dicto monasterio, in flumine sive in vado atecis, et in fundo ipsius fluminis a sancto Faustino et abinde infra habendo ubique operarios per vadum dicti atecis usque prope pon-

tem sancti vitalis non longe ab ecclesia sancti Vitalis »... seguono i nomi degli operai.

1335 $^{24}/_{3}$ ivi n. 1385).

« ..... in guaita sancti petri in castello super ponticello ecclesie sancte Marie de Nazaret » Ognibene monaco di S. Maria in Organis in nome del suo convento protesta contro il vescovo di Verona, onde rispettasse i diritti del monastero sull'Adige... « occupatis rivum et acquam seu ripaticum et ea quæ detinetis seu occupatis in flumine atacis seu arialibus ultra pontem fractum et citra locum molendinorum olim domini petri Mucii, iuris dicti monasterii et quod vellitis desistendo ab iniuriis et damnis dicti monasterii et cessando a coleccione pedagio (sic) seu exaccione, seu iurisdicione quas ibi fieri facitis de lignaminibus et aliis rebus aplicantibus illuc... »: adduce l'antichità de' diritti del monastero.

Sotto il medesimo numero, legata alla precedente pergamena trovasi un'altra pergamena colla data:

1335 maggio 18.

« Verone in guaita Sancte Marie in Organis subtus ponticello ecclesie Sancti Faustini propre rippam atacis..... » alla presenza di vari testimoni. Ognibene monaco di Santa Maria in Organis per sè e come sindaco del suo convento « ad hoc ut dominus eps. infrascriptus et sui procuratores et nuncii ignoranciam quam non habent in hoc pretendere (non) possint, designavit et ad oculum demonstravit discretis viris domino Zilio de baiamondis de baxano et Bartholomeo notario de boncigis de Verona asserentibus se sindicis et procuratores venerabilis patris domini fratris Nicolai (*il notaio aveva scritto Thebaldi che poi cancellò*) dei gratia episcopi veronensis sindacario et procuratorio nomine pro eo, loca scitus rivi et acque seu ripatici iuris et iurisdictionis dicti monasterii, et tholomeum (sic) seu ripaticum et pedagium spectans dicto monasterio, que occupantur ut dixi in atace, seu arialibus citra pontem fractum versus dictum monasterium, ubi dicebat dictum dominum episcopum occupare et usurpare dicebat (sic) iura et ripaticum dicti monasterii et tholomeum (sic) et pedagium spectans ad dictum monasterium de lignaminibus et aliis rebus illuc aplicantibus, et contra jus et justiciam exigendo *hostendendo et designando eis publice locum citra et ultra flumen et ecclesiam per dictum flumen in quantum fuit possibile, dicti pontis impediente acqua fluminis aliqualiter locum et scitum dicti pontis rupti discernere set a parte dicti monasterii et ecclesie sancti Faustini*

*dixit et demonstravit iam dictis sindicis seu procuratoribus juxta locum ecclesie sancti Faustini versus pontem petre fuisse et pertigisse dictum pontem fractum et directe protectum fuisse usque ad aliam ripam fluvii versus locum ubi fratres predicatores morantur* dicendo et protestando locum dicti pontis fracti prope dictum locum sancti faustini ultra locum dicti ponti fracti versus aliam rippam seu locum dictorum fratrum usque ad medium fluminis seu in tantum quantum jura dicti monasterii occupantur, et infra secundum dictum fluvium versus dictum monasterium et versus domum condam domini petri mucij et in totum intra dictum spacium esse juris dicti monasterii, et postea dictus sindicus dicti monasterii procedendo et accedendo ad pontem pignolum et existens in dicto ponte et supra dictum pontem insimul cum dictis sindicis dui episcopi et testibus suprascriptis et aliis quamplurimis presentibus ».

Ti trascrivo i brani dei documenti nell'ortografia originale.

*Poscritto.* Mi parlavi del passo del Canobio citato dal Biancolini riguardante questo ponte. Ti posso dire ch'esso non è inventato, poichè si ha nell'originale ms. degli *Annali,* dei quali un frammento fu testè trovato da un egregio erudito nostro concittadino. Mi parlavi anche della incerta significazione della voce *ariali.* Trovai un documento (di cui farò menzione in uno dei prossimi fascicoli delle viennesi *Mittheilungen* del dottor Mühlbacher) dal quale s'intende che erano sinonimi *ariale* e *vado di molino.*

S. Faustino è quella piccola chiesetta (ora chiusa) che sta sulla piccola piazza sul vò dietro la chiesa del Redentore.

*Aff. amico*
Carlo Cipolla ».

---

Nella seduta del 17 maggio 1880, del Collegio degli Ingegneri in Milano, nella quale fu letta la precedente Memoria, l'architetto Cesa-Bianchi Paolo lesse alcune osservazioni tendenti a confermare la congettura emessa di sopra circa l'autore del Ponte di Castelvecchio. Risulterebbe dall'esame degli *Annali* della fabbrica del Duomo di Milano, essere stato il Giovanni da Ferrara chiamato, nell'epoca della edificazione del suddetto ponte, da Verona a Milano, quale consulente della fabbrica del Duomo.

Riportiamo le citate osservazioni nella seguente lettera: .

Milano, 15 aprile 1880.

*Carissimo amico professore Leonardo Loria,*
*Segretario del Collegio degli Ingegneri di Milano.*

Nel principio del 1392, la fabbrica del Duomo di Milano per le parti dei capi croci e la posteriore veniva sorgendo fuori terra.

Il celebre Hainricus de Gemunden lapicida e famigliare del Margravio di Moravia, che aveva sposata la ricca figlia del Maestro Michele che fu grande artefice alla Cattedrale di Colonia, era stato nominato ingegnere della fabbrica del nostro Duomo nel dicembre dell'anno antecedente. Costui, come tutti gli stranieri che lo hanno preceduto e lo seguirono, non aveva buon sangue cogli ingegneri ed artisti locali che pur lo stimavano assai, perchè loro disapprovava le opere fatte e quelle che venivano eseguendo, le quali ammanieravano al gusto ed alle condizioni locali le rigide e pur belle creazioni della vera gotica architettura che disegnavano quegli artisti forestieri. Si trattava allora di dimostrare se erano sufficienti le grossezze date ai piloni appena intrapresi, di determinare le altezze degli stessi, e tutti i principali dati della solidità del monumento; e gli amministratori della fabbrica, per dar fine a simili controversie, spedirono a Verona il 15 aprile un Nunzio della fabbrica, per accompagnare a Milano unicamente l'ingegnere maestro Giovanni da Ferrara, perchè avesse a decidere sui dubbi insorti circa le opere della fabbrica stessa, e perciò nell'istesso tempo dirigevano supplica a Gian Galeazzo Visconti perchè deliberasse un Congresso degli ingegneri della fabbrica col Giovanni da Ferrara allo scopo di sciogliere i dubbi allora sollevati.

Il Giovanni da Ferrara nel Congresso che seguì il 1° maggio è notato con distinzione, e cioè figura scritto prima degli altri celebri ingegneri ed artisti della fabbrica, quali per esempio il Giovannino De-Grassi, il Giacomo da Campione, il Bernardo da Venezia e lo stesso maestro Enrico, che qui in paese si chiamava di Gamodia, il quale da ultimo naturalmente non approvò quanto gli altri avevano assentito. Tosto dopo il 9 maggio dello stesso anno fu decretato il licenziamento del Gemunden in uno speciale Congresso in cui intervennero il Vicario pel Conte di Virtù

e tutte le principali rappresentanze del paese, formatosi specialmente poi per deliberare al modo più conveniente di compensare l'ingegnere Giovanni da Ferrara, pel quale « *considerata fidelitate et suffitientia ipsius magistri Jo-* » *hannis praedicti omnes superius nominati unanimiter et* » *concorditer absque alicuius contradictione providerunt de-* » *liberaverunt, et ordinaverunt ac provident, deliberant et* » *ordinant quod ipso magistro Johanni dentur et dari debeant* » *denariis ipsius fabbricae florenus viginti* (a dì nostri sul » migliaio di franchi) *ultra expensas cibi et potus perso-* » *narum, ac victualia et pastura equorum, factas et fiendo* » *in veniendo cum ejus comitiva a Verona Mediolanum, et* » *stando Mediolano, indeque Veronam redeundo* ».

---

Avendo fatto ulteriori ricerche sul ponte così detto *Emilio*, siamo in grado di aggiungere, nell'occasione della ristampa di questa Memoria, altre notizie.

A pagina 44 del terzo volume delle Cronache dice il Biancolini: « Anno 1087: per inondazione dell'Adige *dicono* essere caduto in quest'anno *quasi tutto* il ponte Emilio ». A pagina 248 delle *Cron.* I, p. II, lo stesso Biancolini cita il passo del Canobio che lo vuol ruinato la prima volta dalla piena del 589. Il Saraina scrive che *nel 1148 ruinò il ponte della pietra ch'era rimpetto alla Chiesa di Santa Libera.* Il Rizzoni poi scrive: « 1153. Del mese de Zugno el fiume de l'Adese crescete tanto che fece caschar il secundo ponte... » La lapide trovata nella Chiesa di S. Stefano (V. parte IV) dice che la piena del 1239 ruppe tutti i ponti « *excepto lapideo* ». Invece il grafito trovato a S. Zeno asserisce che cadde col ponte *novo* e *nave* anche il ponte PREDA. Questa discordanza può forse spiegarsi coll'esistenza di due ponti lapidei? Negli *Annales veteres* questa caduta è messa nel 1154. (V. il passo citato di sopra).

Una obbiezione che ha fatto dubitare dell'esistenza del Ponte Emilio (per evitare un'improprietà di linguaggio e per analogia lo diremo *Postumio* e ne vedremo più sotto le ragioni), è questa: che stante la prossimità di quello della Pietra, non si capiva il bisogno di due ponti così vicini. Ma questa obbiezione reggerebbe se fosse provato che allora esisteva l'attuale via lungo Adige detta *Rigasta* del Redentore, la quale li avrebbe messi in comunicazione. Conviene inoltre notare che tra i due ponti era il romano teatro. In ogni

modo si concilierebbe l'una e l'altra cosa, ammettendo che il ponte Pietra fosse stato fabbricato posteriormente.

A dilucidare, se ci riesce, questo punto, vogliamo qui raccogliere alcuni dati di fatto. In questi giorni appunto, scavandosi sull'asse della strada di Santa Maria in Organis un cunicolo per costrurvi una galleria o chiavica per lo scolo delle acque piovane, trovossi il selciato di una antica strada romana.

Da tale scavo sono risultate alcune circostanze, che ci sembrano di qualche rilievo per la questione, e che con altri dati qui riassumiamo:

1. Lo scavo completo per la galleria venne fatto dal vicolo Ponte Pignolo al sito dell'antica Porta romana, detta dagli storici *Porta Organa*. In questo tratto si trovò il selciato romano, fatto con grosse pietre basaltiche a forma di mosaico (mosaico nel senso moderno della faccia vista, fatta con pezzi di forme diverse, quadrangolari, pentagonali, esagonali, ecc.), nel sito compreso tra il vicolo Ponte Pignolo sino a poco oltre la Porta minore della Chiesa di Santa Maria in Organis. In principio la via romana era a m. 2,35 di profondità sotto l'attuale strada; in fine a m. 1,40.

Altra galleria venne recentemente costrutta sulla stessa via al di là della Porta Organa, ma non si trovò traccia della strada romana.

In seguito a questa scoperta pregammo il Municipio di Verona di fare altri scavi lungo la via da S. Maria in Organis al Redentore, per vedere se la strada romana continuava. La Giunta Municipale si prestò assai gentilmente, ed ecco i punti dove si fecero gli scavi dal Municipio in unione e di comune accordo colla *Commissione delle Strade romane* nominata dalla *Società Veneta di Storia patria*:

*a)* l'uno sulla piazzetta in fianco al Redentore;
*b)* altro in faccia al Vicolo di S. Faustino;
*c)* altro in faccia al vicolo Tascherio;
*d)* altro in faccia al Vicoletto di S. Faustino;
*e)* altro poco prima della Chiesa di Santa Chiara dov'è il fanale del gas;
*f)* altro al di là della predetta Chiesa, di faccia al sito dov'era la Chiesetta di Sant'Apollonia;
*g)* altro infine a m. 125 di distanza dal Vicolo Ponte Pignolo.

I cinque primi furono negativi; vale a dire che essendo andati fino a 3 m. di profondità non si trovò la strada romana. Nel primo però, benchè non si sia trovato il completo selciato romano, si rinvenne un pezzo di pietra della

careggiata a m. 1,90 sotto il piano dell'attuale strada. Altro pezzo della via romana si trovò a m. 1,60 di profondità. La quota corrispondente sarebbe a m. 58 circa.

Nel sesto punto (*f*) si trovò il selciato romano a m. 2,25 sotto il piano attuale. Nel settimo (*g*) lo si trovò a m. 2,10.

La carreggiata, vale a dire il solco fatto dalle ruote nel selciato della via, si trovò pure nel tratto scoperto tra il vicolo Ponte Pignolo e S. Maria in Organis.

Raccogliendo ora i risultati, la strada romana si sarebbe trovata alle profondità di m. 1,40, 2,35, 2,10, 2,25, contate procedendo da S. Maria in Organis verso il Redentore. Conviene avvertire che dal vicolo Pignolo in poi la strada attuale ascende. Le quote corrispondenti sopra il Comune Marino sono comprese tra m. 54,20 e 55,50.

2. A Porta Borsari e in altri punti vicini del Corso Cavour e del Corso di Sant'Anastasia si trovò il selciato della Strada romana da m. 0,60 a 0,80 circa sotto il piano attuale — (Quota 57,00 circa).

3. Altro selciato romano trovossi scavando in via Fama a m. 3,20 sotto il piano stradale. Si ricorda che qui vicino era il *Foro romano*, onde la vicina chiesa si chiama di San Giovanni in Foro. — (Quota 56,00 circa).

4. La massima quota del piano stradale sul ponte Pietra è a m. 63,40 sul comune marino.

5. La via Postumia fu costrutta nell'anno 606 di Roma (V. Mommsen).

6. La via Romana, per il Tirolo e la Germania, venne costrutta più tardi, al tempo degl'imperatori (V. Mommsen, C. I. L., v, 947).

7. Sulla via di Santa Maria in Organo esistono le spalle dell'antica porta romana. La porta era gemina; scavandosi la galleria sull'asse della strada si trovarono le fondazioni del pilastro centrale.

8. Sul corso di Sant'Anastasia esiste ancora la romana Porta Borsari — più in là e nella stessa direzione (a Castelvecchio) esisteva l'arco romano de' Gavi.

9. Negli scavi del teatro romano a S. Libera ne è stata messa in evidenza la porta verso il Redentore. Vi sono ancora ai due lati i tronchi di quattro colonne. Ora questa porta era assai vicina, anzi quasi nella direzione del ponte Postumio; del quale i documenti sopra riportati ci permettono di fissare la posizione.

A proposito del teatro romano vogliamo avvertire di passaggio che il suo diametro non è parallelo al corso d'Adige ed alle rigaste, il che farebbe ancor più dubitare dell'esi-

stenza delle naumachie. Se ben si esaminano i corsi dei gradini che sono rimasti, si riconosce subito che il diametro suddetto devia da quella direzione. Pare collimi piuttosto colla direzione di NO-SE: l'asse di simmetria quindi del teatro coinciderebbe col NE-SO. Dalla direzione delle Regaste il diametro suddetto devierebbe verso sud.

Confrontando e mettendo fra loro in relazione i dati predetti, è quindi a ritenersi:

*a*) che il Ponte Postumio che congiungeva vie costrutte a livelli così bassi, avesse pure il piano stradale assai basso, certo assai più basso di quello altissimo del Ponte Pietra;

*b*) che appunto per ciò sia stato soggetto a frequenti guasti per l'insufficiente sezione di sfogo; e di conseguenza sia stata riconosciuta la necessità di costrurne altro (il ponte pietra) col piano stradale ad un livello assai più elevato, e con luci molto ampie;

*c*) che il medesimo ponte pietra, costrutto forse quando si fece la via Claudia Augusta, si sia fatto servire anche per la via Postumia che andava ad Aquileja, costruendo od allargando la via lungo l'Adige.

Il posto del Ponte Postumio venne poi preso dal Ponte Nuovo, che troviamo accennato dai cronisti, essere stato prima in legno. E diffatti, coll'ingrandirsi la città, deve essersi subito sentita la necessità di altro ponte.

Si scelse allora un sito più adatto. E probabilmente il ponte nuovo in legno era un po' più a monte dell'attuale. Veggasi ciò che scriveva a proposito del medesimo il Corna (1477) nel brano della sua Cronaca riportato nella Nota VII.

Il teatro romano fu distrutto nell'895 per ordine di Berengario. La via lung'Adige o Rigasta pare sia pur antichissima, giacchè, secondo l'iscrizione trovata sulla Chiesa di S. Stefano (V. Biancolini, *Notizie*, lib. I, p. 19), nel giugno 1195 rovinò: e fu rifatta dopo tre anni.

Non v'ha dubbio, per ciò che fu detto, che la via che conduceva al Ponte Postumio fosse lungo l'attuale Corso Cavour e di Sant'Anastasia: e la via di continuazione pel Frivigiano e Friuli lungo quella di Santa Maria in Organis.

Il Ponte così detto Emilio doveva collegare fra loro queste due strade. La sua posizione è nettamente definita dal documento del 1335, scoperto dal Cipolla, nel quale è detto: « *juxta locum Ecclesiae Sancti Faustini versus pontem petrae fuisse et pertigisse dictum pontem fractum et directe protectum fuisse usque ad aliam ripam fluvii versus locum ubi fratres praedicatores morantur* ».

Il sito del ponte doveva dunque essere dove ora è la Chiesa

del Redentore o un poco più a valle. Ed era questo evidentemente, ammesse le condizioni topografiche ed altimetriche della città di allora, il punto più opportuno per farvi un ponte. Convien notare poi che subito a valle l'Adige si allarga e va a formare tre diversi canali. Collocato poi in questa posizione, il ponte veniva ad infilare la direzione della via che proveniva dalla romana Porta de' Borsari: e si prestava poi assai opportunamente per l'accesso al Teatro.

È vero che la soglia della porta del teatro è assai alta: ma vuol dire che ci sarà stata una rampa un po' forte, o fors'anco una gradinata. Certo si è che l'ufficio principale del ponte era quello di collegare fra loro le due strade del Corso e di Santa Maria in Organo, le quali trovavansi sull'importantissima via Postumia. E del resto la forte elevazione della soglia del Teatro sarebbe una ragione di più per render meno probabile l'esistenza della strada, ora della Rigasta del Redentore.

Accenniamo ad un'altra considerazione. Quale direzione prendeva la via romana dopo Castelvecchio. Procedeva per via Porta Pallio? Crediamo di no, e che piuttosto costeggiasse l'Adige e ne deviasse vicino all'attuale Chiesa di S. Zenone. Qui infatti lungo l'Adige esisteva *ab antiquo* il borgo di S. Zeno. Vicino a S. Zeno poi c'è anche oggi una via che dicesi *Strada Mantovana*. Queste considerazioni mi vengono suggerite dall'egregio sig. Pietro Sgulmero, vice-bibliotecario della Comunale a Verona e Membro della Commissione sopracitata.

A schiarimento di quanto precede aggiungiamo qui ciò che l'Orti scrive sulla via Emilia:

« Che la via Emilia non passasse mai per Verona lo dimostrarono il Co. Filiasi e il Borghesi (*Giornale Arcadico*, 1821). Quest'ultimo dimostrò che la via che passava tra noi era la *Postumia*, la quale dalla *Liguria arrivava fino alle Alpi Giulie venendo da Genova a Tortona, Piacenza e Cremona, di là a Verona, di dove staccavasi di nuovo per progredire nell'Alto Padovano, indi nel Trivigiano ed infine nel Friuli* ».

La via Emilia invece andava da Rimini ad Altino: da Altino ad Aquileja pare si dicesse *Annia* o come altri vogliono Flavia (V. *Relazione della Commissione Veneziana per la Topografia della Venezia nell'età romana*, Venezia, 1883).

Il signor Gaetano Pinali parla del ponte Emilio (*Relaz. sugli scavi dell'antico romano teatro*, Milano, 1845) così: « L'altro ponte ch'era a capo della strada principalissima della città, che la attraversava da un estremo all'altro vien

detto dagli storici Ponte Emilio. Di questo ponte, perito nel 1153, si scorgono ancora nel verno i vestigi che maggiormente furono visibili a' nostri storici ne' secoli passati. È cosa strana che il Maffei mai non parli di questo ponte: fors'era incredulo che ci avesse esistito, ma a gran torto, perchè un ponte in quel sito *c'era pure necessarissimo* ». Cose analoghe dice il Da Persico nella sua *Descrizione di Verona,* parte I, pag. 70, e riporta in nota a pag. 110 l'iscrizione rinvenuta su una colonna miliare della via Postumia, ora esistente nel Museo Lapidario. (*Descrizione di Verona*, p. II, p. 110). L'iscrizione è riportata anche dal Mommsen (*Corpus Inscriptionum lat.*, v, pag. 946) e dal Venturi (*Comp.*, I, 10, ed. 1825). A proposito di strade romane, osservava anzi il Venturi medesimo, che tre attraversavano la nostra Provincia, vale a dire: la *via Gallica*, che andava da Torino ad Aquileja (a. 573 di Roma); la *via Postumia*, che andava dalle Alpi Giulie al lido ligustico (a. di R. 643); e la via Claudia Augusta, che, partendo da Augusta Vindelicorum (Vienna) per la Baviera, Tirolo, passando per Verona, proseguiva al Po e indi a Roma.

E il Mommsen dice a proposito della via Postumia:

« . . . . Ex his intellegitur eam viam stratam esse a. u. c. 606 a Consule Sp. Postumio Albino eamque duplicem fuisse, alteram transpadanam pergentem a Cremona Betriacum *indeque sinistrorsum Veronam et deinceps ad Alpem Rheticum*, dextrorsum Mantuam et fortasse Acquilejam ad mare Hadriaticum; alteram cispadanam a Cremona per Placentiam et Dertonam . . . pergentem Genuam . . . »

Sulla via romana che da Verona andava a Trento per la valle dell'Adige e indi oltre pel Brenner, veggansi le iscrizioni riportate dal Mommsen nel volume v, p. 947, le quali si riferiscono al periodo dell'impero. Vanno cioè dal 284 al 388 dopo G. C., vale a dire dal 1037 al 1141 di Roma.

Avevo scritto tutto ciò quando mi fu annunciato che la benemerita *Commissione delle strade romane* avea scoperto, scavando sulla piazzetta davanti la facciata della Chiesa del Redentore, un muro romano formato con quadroni di tufo, che dall'angolo della casa ora esistente davanti la porta del Teatro si spinge fin sotto la detta Chiesa, con direzione quasi parallela al corso del Fiume Adige. Va ad oltre 8 m. di profondità sotto l'attuale piano della strada. Che fosse quello antico che difendendo la riva del fiume, sosteneva il piazzale davanti il Teatro, andando poi a raccordarsi collo spallone del Ponte Postumio? Buttiamo là queste e le precedenti considerazioni: agli eruditi la risposta.

MEMORIA V. — *Notizie sul Ponte di Trezzo sull'Adda in una sola arcata in cotto di m. 72,25.*

Nel dare il disegno del ponte di Trezzo sull'Adda, nella Tavola XX, il qual ponte era in cotto ed in una sola arcata di m. 72,25, disegno redatto tempo fa in base a misure prese in luogo, aggiungiamo alcuni cenni favoritici dall'egregio ing. Zucconi di Milano:

« Il ponte di Trezzo sull'Adda era formato in un sol arco, colle » due spalle addossate alle laterali scogliere di ceppo. La spalla a si- » nistra del corso d'acqua più non esiste, essendo stata investita dalle » cave di ceppo (dette di Capriate d'Adda); la spalla a destra invece » esiste tuttora unita alle rovine del castello di Trezzo, e sopra di » essa scorgonsi vestigia dell'imposta dell'arco. In quella località il » fiume Adda è molto profondo e molto stretto, e non vi si trovano » indizi di pile. La spalla destra è fondata all'asciutto sopra la roccia, » e fra essa e il fiume corre la strada alzaia ».

« Il detto ponte era veramente di mirabile costruzione; la forma » dell'arco era circolare ribassata (ad un solo centro), e misurava » m. 72,25 di distanza fra le spalle (corda) con una saetta di m. 20,70. » Serviva di unione fra il castello in sponda destra e le opere fortilizie » in sponda sinistra come testa di ponte. Il piano di passaggio sopra » l'arco era tutto coperto a modo di galleria murata. Venne demolito » dal Carmagnola, allorquando era ai servigi della repubblica veneta, » nel dicembre 1416. In allora insieme al ponte venne pure demo- » lita la testa di ponte in sponda sinistra. Ciò è quanto so di certo » circa il vecchio ponte di Trezzo, e la visita in luogo può assicurare » ognuno che desso era fatto in un solo arco gettato fra le laterali » sponde di ceppo; egualmente la cronaca locale lo vuole così ».

Di questo ponte e del castello di Trezzo al quale dava accesso, parla il Ferrario nel suo libro: *Trezzo e il suo castello, schizzo storico* di Luigi Ferrario, Milano 1867.

A pag. 31 egli scrive:

« Barnabò (Visconti) seriamente occupato del pensiero di rendere forti i confini del suo dominio fece erigere varii castelli. A cotesti disegni del principe rispondeva troppo bene anche la vecchia rocca di Trezzo, per la strategica ed amena sua posizione. Barnabò diede incarico (nel 1370) ai più abili artieri lombardi di riedificarla più ampia ed imponente di prima, ordinando in pari tempo di formare un ponte sull'Adda, che venne gettato con un sol arco, e munito a ciascuno dei lati di una torre. Questo gigantesco lavoro che costò un'enorme somma, fu condotto a compimento in sette anni e tre mesi ».

Breve fu la vita del ponte, giacchè non durò che 39 anni. Ecco come racconta la storia della sua distruzione il Ferrario medesimo:

« Il Carmagnola aveva assediato il castello (1416) ed erano già scorsi alcuni mesi senza che il potesse ottenere difendendolo valorosamente Giovanni e Dondaccio insieme cogli altri Colleoni. Il maestoso ponte sull'Adda dava agio agli abitatori della valle di S. Martino, soggetta al Malatesta, di farvi pervenire tutto quanto poteva abbisognare ai militi. Il ponte, così lasciò scritto il contemporaneo cronista Andrea Biglia, era tale a cui nessuno di simil genere si potea paragonare; imperocchè abbracciando con un arco solo tutto il largo del fiume, si spingeva a somma altezza, e sebbene costrutto di mattoni, non poteva esser rosso da ferri, massime per il saldissimo cemento di calce. Il Carmagnola distrusse questa bell'opera ».

E in nota aggiunge:

« Ciò seguì al dire di Donato Rossi, il 21 dicembre del 1416, e con troppo tardo pentimento. Non durò quest'opera, terminata nel 1377, che lo spazio di 39 anni. Esistette però sino all'anno 1775 un avanzo dell'arco, che fu distrutto per dar luogo al tiraglio delle navi dirette verso Padernò ».

## NOTE ALLA PARTE III

(Memorie I, II, III e V)

(*Le Note della Memoria IV trovansi raccolte a parte tutte insieme, con speciale titolo e numerazione, dopo la Nota VIII delle presenti*).

### Nota I.

Le seguenti iscrizioni esistevano sul Ponte Nuovo, e dopo la sua caduta si raccolsero nel Museo Civico di Verona.

PONTIS PAVIMENTVM CURRVVM ASSIDVO ATTRITV
DISIECTVM IVLIVS CONTARENVS PRÆT
NICOLAVS CORNELIVS PRÆF
RESTITVERVNT
FORNICE ETIAM DEMOLITO PROSPECTVM
TVRPANTE VIAM AMPLIARUNT
CIↃDCV.

Iscrizione alta cm. 65; lunga cm. 161; altezza di tutte le lettere millim. 50, ad eccezione delle lettere P, I, N che sono un poco più grandi.

EX. FRONTE. TVRRES. SCALIGER. HEIC. SITAE
ET. AD. AMPLITVD. PONTIS. AERE. CIVICO. DEMOLITAE
MENSE. SEPTEMB. AN. MCCM. XXV.

Iscrizione alta cm. 40; lunga cm. 164; altezza delle lettere millim. 45.

---

### Nota II.

**Brani di Storici veronesi che parlano del « Ponte Nuovo ».**

Zagata Pietro: *Cronica della città di Verona descritta da Pier Zagata, ampliata e supplita da Giambatista Biancolini. — Parte prima. Verona 1745, Ramanzini, pag. 74.*

L'anno 1335 del mese de Zugno a le fine del mexo in l'Isolo de sovra se aprese uno gran fogo, che brusò tutto el legname e Case, e brusò el Ponte novo che era de legname, e durò quel fogo due zorni, e possa l'anno seguente fò fatto el dito Ponte de Preda.

ZAGATA PIETRO: *Cronica della Città di Verona descritta da Pier Zagata colla continuazione di Jacopo Rizzoni, ampliata e supplita da Giambatista Biancolini. — Volume primo della seconda parte. Verona 1747, per Dionigi Ramanzini, pp. 147-148.*

1512 (*ommissis*) . . . . . .

A di primo Octobrio del anno predicto el cominciò crescer il fiume de Ladese, et crescete in fina adi 3 del dicto mese in tanta alteza che anegò quasi le due parte di Verona, et crescete tri piedi più che non fece lo anno 1493. . . . . .
. . . . . .

Rovinò due volti del Ponte Novo che era de preda, rovinò il Ponte de la Preda che era de legname, rovinò etiam molte case in Isolo, et fece altri assaissimi danni in Verona e in Veronese.

PANVINIO ONOFRIO: *Onuphrii Panvinii Veronensis Antiquitatum Veronensium Libri* VIII Nunc primum in lucem editi variisque iconibus et antiquis inscriptionibus locupletati ». (*Padova*) *Tipis Pauli Frambotti* CIↃIↃCXLVIII, *p. 205 e 209.*

1299. Albertus Scaliger Princeps turrim in angulo Pretorij, ubi nunc questores habitant, condidit. Pilas, et fornices pontis naui marmoreas, qui ante ligneus erat, primus fecit, cum turri.

1335. Incendio Veronae exorto Insula omnis cum re lignaria et pons nouus, qui tum ligneus ex ea parte erat, usti.

MOSCARDO LODOVICO: *Historia di Verona di Lodovico Moscardo patritio Veronese nella quale si contengono i sucessi occorsi, dall'origine sua fino all'Anno* MDCLXVIII. *Verona, per Andrea Rossi,* MDCLXVIII, *p. 206-218.*

MCCLXXXXIX Procolo da Mandello Podestà. Fabbricansi i fondamenti, ò pile del Ponte nuovo di pietra, che prima era di legno.

L'anno seguente 1299, il sig. Alberto elesse Podestà Proculo da Mandello Milanese, fece fabricar' i fondamenti, ò pille del ponte nuovo di pietra, che prima era di legno, con la torre, che si vede di capo al detto ponte, che haueva anco il suo ponte levatore, e con le guardie e fù la prima volta che fosse fabricato di pietra, doppo che l'Adige prese il corso per quella strada.

Ponte nuovo fornito tutto di pietra.

Li frattelli Scaligeri godendo nel suo Stato una pacifica quiete, si diedero alle fabriche, sì publiche, come priuate. Fecero fare tutto di pietra il ponte nuovo sopra le pille, che come già dissi, haueva fabricate di pietra Alberto Scaligero.

DALLA CORTE GIROLAMO.: *Dell'istoria di Verona del sig. Girolamo Dalla Corte Gentilhuomo Veronese. Parte seconda. Verona app. Girolamo Discepolo 1594, p. 39.*

Rifassi il Ponte nuovo di pietra 1335.

Ne' primi giorni dell'anno seguente milletrecentotrentacinque, fu rifatto d'ordine delli Scaligeri il Pônte Novo, e doue prima era di legno, fu rifatto di pietra.

Venturi Giuseppe: *Compendio della Storia Sacra e Profana di Verona, edizione seconda. — Volume* II°, *Capo 4°, pagine 75 e seguente* (*Verona, Tip. Bisesti, 1825*).

Il *Ponte Nuovo* fino all'anno MCCCXXXV era di legno: non aveva di pietra che le pile fatte da *Alberto I* nel MCCXCIX. Era tutto ingombrato di case di legno, quando un orribile incendio, che durò due giorni, tutto consumò fino ai fondamenti.

Nel MCCCXXXVI *Mastino II* lo ricostruì tutto di pietra; ed allora deve essere stata fatta la strada di *S. Tommaso Cantuariense*, tagliando fette di case, nelle quali si vedono ancora i muri a sghimbescio. Fu danneggiato nel 1439 e rifatto. Nel principio del secolo XVI minacciava rovina: di fatti cadde, e fu rifatto nel 1529 come la lapida ora rasa ma che così diceva:

ANDREA GRITTI PRINCIPE
FRANCISCO FOSCARENO PRAE.
ET HIERONIMO ZANE PRAEFEC.
AN. SAL. MDXXIX

Fu lastricato nel 1606: lapida avanzata dalla torre lo attesta; ma logoratosi, fu rifatto nel MDCCXXVII. Per opera d'un pio militare nel 1736 era stata collocata sulla spalletta destra di questo ponte l'immagine di *S. Giovanni Nepomuceno*, e poi coll'elemosine de' divoti una bella cappellina nel MDCCXL. Nel MDCCCII, essendo stato stabilito l'Adige per confine tra gli stati della Casa d'Austria e la repubblica cisalpina, ponendosi i cancelli di confine sul ponte, il dì 13 Giugno, quella cappellina venne atterrata; e la statua del santo trasferita a S. Tommaso.

Veggansi le iscrizioni riportate nella Nota I.

Gio. Batta Da Persico: *Descrizione di Verona e della sua provincia. Parte seconda. Verona, Società Tipografica Editrice, 1821* (*pagine 1 e 2*).

Alberto Scaligero, succeduto l'anno 1278 al fratello Mastino I nella signoria di Verona, fece l'anno 1299 in questo ponte, ch'era di legno, fondar le pile di pietra a tutti e quattro gli archi. Dal destro capo v'innalzò la torre, che in parte ancora si vede, e dappiè di un lato ha l'epigrafe in marmo d'un Cassio Verecondo. Trovandosene un'altra infitta sotto il ponte, come ricorda il Panvinio (*Antiquit. Veronen.*, pag. 226), la quale appartiene a M. Nonio Muciano, piacemi di soggiugnerle ambedue (1). Questo ponte s'intitolò *nuovo*

(1) V. F. Cassius M. F. Verecundus sibi, et Ioniae L. F. Matymne. Quel *Joniae* dal Dionisi si vuol leggere *Iasoniae* in alcune sue postille mss. all'opera dal Saraina (de Orig. et Amplit. Civit. Veron. etc.). L'ultima voce è varia e quasi inintelligibile, sì nel marmo, e sì nelle allegate postille.

Sotto il ponte:

M. Nonio M.F. Pob. Muciano, P. Delphio Peregrino Trib. Mil. Leg. x. Fr. et Quaest. Aed. Pr. Leg. Pro. Pr. Provinciae Asiae Patrono D. D.

rispetto ad altri due già preesistenti. L'anno 1539 fu riordinato sul disegno del Sanmicheli, poichè sin dal 1512 era caduto; come in parte ne dice l'iscrizione posta in uno dei due muretti (1). Le case rifabbricategli addosso, tolgono buona parte di esso alla vista; le quali atterrate, si renderà ancora più estesa, siccome è deliziosa ed amena, e sempre nuova a chiunque è usato di rivederla: che dee essere adunque per chi nol sia? vi resta preso, e più tempo vi s'intrattiene, e ritorna a vagheggiarla più volte. « *S'i' dico ver, l'effetto nol nasconde* ». Per il Trattato di Luneville 9 Marzo 1801 fissato il confine dei due stati tra la Repubblica Italiana e l'Impero Austriaco nel *Talweg*, ossia *filon medio* del fiume, e nel dì 13 Giugno 1802 posti i cancelli sui ponti, su questo vi si atterrò una cappella di buona forma e ricca di marmi, eretta a S. Giovanni Nepomuceno, la cui statua si trasportò nella Chiesa di S. Tommaso.

---

## Nota III.

*Cronica della città di Verona* descritta da Pier Zagata, ampliata e supplita da Giambattista Biancolini. — In Verona, Ramanzini, 1745.

Parte prima, pag. 4.

« Silio Italico, poco avanti menzionato, ci fa osservare che questo fiume a' suoi tempi la città circondava. *Athesi circonflua*... dalle quali parole si manifesta l'antica figura e situazione di Verona, cioè, com'era da tre parti, Mattina, Tramontana e Sera, da questo fiume circondata, restando solo aperta a Mezzogiorno. Vano è dunque il pensiero di alcuni storici veronesi, che anticamente l'Adige passasse avanti la città a Mezzogiorno, e che il presente giro fosse preso dal fiume stesso, solamente nella gran piena mentovata da S. Gregorio: a ribattere la quale imaginazione, oltre il passo di Silio sopracitato, serve mirabilmente anche l'autorità di Servio ove dice, che l'Adige, fiume nella Venezia, raggirava intorno alla città di Verona. Altra prova visibile è anche a' giorni nostri il ponte della pietra, quasi la metà del quale, dalla parte del Colle, è un insigne avanzo di Antichità Romana: ponte che da Liutprando, novecent'anni sono, fu detto *ampio, marmoreo, di meravigliosa opera e di mirabil grandezza* ». (Biancolini).

---

(1) Qui fluminis vim passus annos plures jacuerat, Civitatis ornamento, et commodo Pons tandem est restitutus, Andrea Gritti Principe, Francisco Foscareno Praetore, Hieronymo Zane Praefecto, Anno salutis MDXXXIX.

NOTA IV.

Il cronista *Liutprando* era diacono a Pavia nel 946. Poi fu fatto vescovo di Cremona, ove morì, non si sa in quale anno. Le sue opere sono preziose per le notizie storiche che contengono.

Per *Anonimo Pipiniano* s'intende l'autore d'un Ritmo, in lode di Verona, fatto quando Pipino vi teneva la sua sede (a. 782). Può appartenere pertanto sì al finire del secolo *ottavo*, come al cominciare dell'altro. Nel *Ritmo pipiniano* si descrive Verona quale era nel secolo VIII.

*Berengario*, che fu re d'Italia nell'anno 895, fece il decreto barbaro di demolizione del teatro, ed un altro di demolizione di alcuni archivolti sopra i quali dapprima stavano i gradini di esso teatro, che è chiamato *Circo* o *Arena del Castello*, malamente preso da alcuni per l'anfiteatro (a. 895).

*Raterio* fu uno dei più grandi uomini del suo secolo. D'origine fiammingo fu monaco della badia *Lobiese* e vescovo di *Verona*, ed ebbe parte in tanti affari politici, che gli costarono carcere ed esilio. Stanco delle persecuzioni rinunziò all'episcopato, e morì nella Fiandra nel 974 quasi ottuagenario e fu seppellito a *Lobia*. È di là che si ebbe l'*Iconografia* di Verona, ed altri monumenti spettanti alla nostra patria, trasportati colà da *Raterio*. In qual tempo sia stata delineata la Iconografia e da chi, non è ben certo; ma opera di Raterio pare non sia, veggendosi in essa delineato il prospetto del teatro, il quale nell'895 era stato demolito da Berengario. È più probabile che molto innanzi a Raterio sia stata disegnata e da Raterio forse copiata o fatta copiare.

---

NOTA V.

**Documenti diversi.**

INDICE DEI DOCUMENTI NEI QUALI È CENNO DEI DIVERSI PONTI.

*Ponti in generale.*

1) **(1387-1404)**. Ordine da osservarsi circa la ricostruzione e ristauro dei Ponti della città e territorio. (Disposizioni generali del Duca di Milano che stabiliscono da chi dovessero esser fatte queste opere) nel Proc. busta 32, n. 144 e nel vol. intitolato *Prato*.

*Ponte di Castelvecchio.*

2) **1355**. È ricordata la costruzione colla data segnata in margine nel documento al n. 23.

*Ponte della Pietra.*

3) **1454**. È ricordata la sua costruzione in legno nel doc. al n. 23.

4) **1479** (1480) Febb. 11. Ducale ai Rettori di Verona che tra-

smette la Parte presa in Pregadi: Inteso che il Ponte della Pietra *quotidie magis ad ruinam tendit* si ordini ai Rettori di Verona che di nuovo lo ristaurino con pietre (Ducali, vol. E, c. 246).

5) **1485**. Costruito un'altra volta in legno come nel doc. n. 23.

6) **1486** Dic. 6. Parte del Consiglio di Verona. Si scriva agli Oratori che impetrino dall'Ill. Dominio di poter adoperare per la fabbrica della loggia e sala del Consiglio il resto dei denari dell'imposta sussidio già destinati alla costruzione del ponte della Pietra.

7) **1486** Dic. 22. Ducale ai Rettori di Verona che esaudisce l'antedetta supplica essendosi il ponte per urgente necessità fatto di legno (*Registrum novum*, c. 166*).

8) **1503** Ott. 22. Ducale ai Rettori di Verona. Inteso che il Ponte della Pietra sia mal condizionato e minacciante rovina, ne ordina la immediata ricostruzione, « comenzando praticar con li maistri Inzegneri sì de modo constructionis come per la preparation delle pietre » (Ducali H, 119).

9) **1505** Genn. 13. Parte del Consiglio di Verona. Si delibera di scrivere all'Oratore che supplichi l'Illmo Dominio di comandare si termini il ponte della pietra con ogni possibile celerità « attento incommodo civium et districtualium, et quia pars constructa minatur ruinam » (*Atti del Cons.* O, c. 7).

10) **1504** (1505) Genn. 21. Ducale ai Rettori di Verona. Si lamenta degli indugi nella riparazione del detto ponte. Ordina che impongano a quelli che ne hanno tolto il carico che senza alcuna dimora o intermissione attendano con diligenza alla perfezione dell'opera (Proc. busta 32, n. 144, c. 5).

11) **1506** Ag. 18. Il Consiglio di Verona delibera di supplicare per mezzo de' propri oratori l'Illmo Dominio per la rifabbrica di esso ponte (Vol. O, c. 106).

12) **1508** Luglio 10. Ducale che ordina ai Rettori di Verona di far apparecchiare le pietre necessarie al ristauro e fortificazione ut s. (*Registrum Novum*, c. 249).

13) **1508** Luglio 17. Presentazione al Consiglio di Verona della Ducale anteced. (Vol. O, c. 207).

14) **1508** Ott. 26. Il Consiglio di Verona delibera: Si scriva all'Oratore Venezia che supplichi l'Ill. Dominio che non solo si facciano preparare le pietre, ma anche ogni altra cosa necessaria e a tempo debito si mandi Fra Giocondo a dirigere l'opera (Vol. O, c. 230).

15) **1508** Nov. 6. Ducale ai Rettori di Verona che esaudisce l'antedetta supplica, promettendo pure di mandare *a tempo opportuno* Fra Giocondo (*Ducali* I, c. 69*).

16) **1508** Dic. 28. Il Consiglio di Verona nomina tre soprastanti *ad opus pontis petre perficiendum* (Vol. O, c. 244).

17) **1599** Ott. 8. Ducale ai Rettori di Verona. Inteso il malissimo stato in cui si trovano i ponti della Pietra e delle Navi, il Cons. di Pregadi delibera che sia commesso ai Rettori di Verona di farli riparare (Nel Proc. busta 32, n. 144, c. 7).

18) **1758**. Ristauro vedi Scritture de' Profess. ecc., al n. 26.

*Ponte Nuovo.*

19) **1335**. Costruzione ricordata nel doc. n. 23.

*Ponte delle Navi.*

20) **1496** Febb. 1. I Rettori di Verona sedendo sotto la loggia nuova nella causa tra Giovanni Paradisio comestabile ed altri *portunari* per l'esercizio del porto e traghetto del fiume al ponte delle Navi caduto, danno sentenza favorevole al detto Giovanni (Proc. busta 30, n. 355).

21) **1495** (1496) Genn. 27. Ducale ai Rettori di Verona che ordina la riedificazione del Ponte delle Navi nel miglior modo possibile consultando prima gli Ingegneri ed i pratici di tali opere (*Registrum Novum*, c. 206).

22) **1497** Luglio 29. Il Consiglio di Verona delibera che si scriva al proprio oratore Odone Merlino perchè supplichi l'Ill. Dominio di far restaurare il Ponte sudd. (Atti del Consiglio. L. 279*-280).

23) (Sec. XV ex — Sec. XVI in.). *Pro ponte navium. Information a voi Sp. Oratori.* Ricorda la fabbrica del ponte Nuovo 1335, di quello di Castelvecchio 1355, del Ponte delle Navi 1371-137.., del Ponte della Pietra fatto due volte di legno 1454 e 1485 (Proc. busta 30, n. 357).

24) **1502** Ott. 18. Ducale ai Rettori di Verona in risposta alla loro lettera colla quale avevano partecipato di aver dato principio alla *renovation* del Ponte delle Navi. Si concede loro facoltà di poter spendere più di 150 duc. all'anno attendendo alla perfezione dell'opera con sollecitudine e diligenza (*Ducali* H, 71).

25) **1599**. Ducale per ristauro (v. n. 17).

26) **1758**. Scritture de Proffessori, e Ducali dell'Ecc. Senato, per la riffabbrica del Ponte delle Navi e ristauro del Ponte della Pietra dell'anno 1758 (Alessandro Pompei che tratta solo del Ponte delle Navi. — Xaverio Avesani, di ambedue. — Tommaso Pedrinelli, item. — Adriano Cristofali, del Ponte delle Navi, progetti due e del Ponte della Pietra, progetto uno. — Antonio Giuseppe Rossi, di ambedue. Seguono tre ducali che in sostanza approvano il prog. Rossi affidandogli la sovraintendenza ai lavori ed assumono la spesa a carico dello Stato. I disegni che vi si citano non sono allegati). (Proc. busta 30, n. 1059. Copia contemp.).

Quanto ai provvedimenti del Consiglio per l'inondaz. del 1757 v. Cipolla: *Archivio Veneto*, T. XXIV, p. II.

## Documenti.

(1).

*Copia in Lettere del Capito di Verona di 28 Aprile 1599.*

Ex.m ex R.o B. in c.te 54 existente in off.o Angariarum Verone.

Reperit instr. (*sic*) super quodam Registro litterarum et ordinum officiis rationum factorie, et Camere Verone ordinis (*sic*) m . . . ut infra continentur in cartis 35 dicti libri scriptam per Joannem Notarium de fani officialem dictæ factoriæ Copiam cuiusdam scripturæ prouisionum pontium Ciuitatis Verone et Districtus eiusdem factoriæ tempore D . . . Ducis Mediolani producte coram Sp.bus Egr. D D. Egidio Mu-

roceno honorando potestati et Joanne Mauro Cap.° Verone die 22 Maij 1408, et registrate mandato prefatorum Dnorum Potestatis et Capitanei Verone.

Ordo hinc inde seruandus circa refationem et substentationem pontium Verone et eius territorei mandato Illmi Dominij nostri etc.

P.mo Quod omnes Pontes Ciuitatis Verone Castrorum et fortificialium (*sic*) Verone et Veronensis Districtus tam pontis leuatoris quam mortui fiant manuteneantur pro comune Verone.

Pons de Leniaco, et de Porto existens super Athici manuteneantur per Comune Leniaci et porti habendo tamen legnamini in boschis de Porto absque solutione, et si contingerit de nouo refici de nouo reficiatur expensis Communitatis Zozanæ et Fluminis Noui habendo expensis factoriæ columnas ficandas in Athici.

Pontes super Mentio de Pischeria, et de Burghetto factoriæ Dni debet facere, et manutenere pontes leuatore et Communia Gardesana debent facere et manutenere pontes mortuos.

Ex pontibus stractæ Ostiliæ factoriæ Dni manutenentur Pontes forticiliorum dictum structum tam mortuos quam leuatores, et a Ponte turris de medio uersus Verone Commune Roncareni faciat omnes alios pontes mortuos, et a dicta turri uersus Ostiliam fiat pro Communi Ostiliei. Omnes pontes existentes super teiono tam super stractis Mantuanis quam alibi Factoriæ Dni facere, et manutenere debeat leuatores Pontes et Communia Villarum manutenent et faciant pontes mortuos.

Pontes della Curvaria stracta Alemanica manuteneantur per factoriam.

Pontes de Villa Noua super fossam et stractam Vicentinam manuteneantur ad espensas S. Bonifatij.

Pons Zerpanus manuteneatur expensis Communium que solita sunt manutenere.

Omnes alij Pontes super dicta fossa manuteneantur per dicta Communia.

Omnes alij Pontes quaruncunque stractarum Episcopatus Verone manuteneantur per Commune Villarum iuxta officium Dugalium.

Omnes pontes Castrorum qui custodiuntur per Castellanos manuteneantur per factoriam.

Omnes alij Pontes aliarum terrarum et particularum tam mortui quam levatores manuteneantur per Communia ipsarum Villarum juxta Dugalium etc.

Exemplatum per me Franciscum sup.m notarium ac coadiuctorem Ca: m.to in quorum test (?). Die 13 Maij 1574.

(Copia del 1599 o poco dopo nell'*Arch. Com.* busta 32, proc. 144).

---

(4).

Joannes Mocenigo dei gratia dux venetiarum etc. Nobilibus & sapientibus viris Augustino Barbadico de suo mandato potestati & Philippo Truno capit.° Verone et successoribus suis fidelibus dilectis salutem & dilectionis affectum. Significamus vobis quod in nostro consilio rogatorum die XVIIIJ Januarij prope elapsi capta fuit pars

tenoris infrascripti. Videlicet Pons Vrbis nostre Verone quem vulgo nuncupant, el ponte dela pria, quemadmodum scribunt Rectores nostri illius ciuitatis quotidie magis ad ruinam tendit: Adeo quod transitus per illum cum manifesto est periculo: Et pro vniuersali omnium commodo necessario est reparandus. Quo circa vadit pars. Quod Mandetur rectoribus nostris Verone: Vt ipsum in pontem denuo lapidibus instaurent cuius fabrice destinentur & destinati esse intelligantur auctoritate huius conscilij Ducati mille quingenti: Qui reliqui sunt exigendi, ex subsidio illius ciuitatis. Item Ducatj centum singulis mensibus per vnum annum tantum. ex pecunijs condemnationum ipsius ciuitatis: prout consulunt predicti rectores. Quare Auctoritate suprascripti consilij vobis Mandamus quod suprascriptam partem, et in ea contenta obseruetis, et faciatis inuiolabiliter obseruari. Facientes has nostras ad successorum memoriam registrari.

Date in nostro ducali palatio die XJ februarij indict. XIII, 1479.

(Copia contemporanea. *Archivio Com., Registro Ducali* E, c. 246).

---

(6).

Item die mercurij VI° decembris 1486. In consilio XII et L^ta^. In quo fuerunt due partes trium partium et vltra presentibus Mag.^cis^ d^nis^ Rectoribus et Camerario.

omissis

Eodem die dimissis d^nis^ L.^ta^ deputatis: remansit Consilium XII deputatorum cum additione: presentibus Magnificis Dominis Rectoribus et Camerario.

Pro resto pecuniarum subsidij olim deputato ad fabricam pontis petre conuertendo in fabricam lodie noue cum sala consilij. Deliberatum fuit omnium consensu: quod scribatur Oratoribus nostris Venetiis existentibus: et d^no^ Silvestro Rambaldo: Vt supplicent: et litteras impetrare studeant ab Ill.^mo^ nostro d^nio^ nomine huius sue fidelissime communitatis: quod postquam refectus est pons de quo supra ex pecunijs exactis a debitoribus dicti subsidij: et restent adhuc nonnulli debitores: a quibus magna cum difficultate pecunie exigi poterunt: id totum quod exigi poterit a dictis debitoribus: conuertatur in fabricam ornatissimam lodie noue que construitur cum sala consilij: et quia reperiuntur exacte de dicta ratione, libr. 122, s. 4, d. 2, penes d^nos^ prouisores communis. Mag.^ci^ d^ni^ Rectores dederunt ipsis d^nis^ prouisoribus licentiam expendendi dictas libras 122, sol. 4, den. 2. Quia si per Ill.^mum^ d^nium^ nostrum concedentur ipse pecunie ad expedictionem dicte fabrice: dicte lib. 122, sol. 4, den. 2, bene erunt expense: Sin minus: restituentur per prouisores communis qui tunc reperientur.

(*Archiv. Com., Atti de' Consigli,* vol. K, c. 139* e 140*).

---

(7).

Augustinus Barbadico Dei gratia Dux venetiarum etc. Nobilibus & Sapientibus viris Jacobo Miani de suo mandato potestati & Christoforo duodo Capitaneo Verone & successoribus suis fidelibus dilectis

salutem & dilectionis affectum. Inter cetera que nobis exposuerunt Egregij doctores et Dilecti nostri Dns Andreas de Peregrinis, ac Michael Cepola oratores & Siluester Rambaldus aduocatus ed defensor istius fidelissime communitatis, non minus grauiter quam modeste supplicarunt Dominio nostro concedere dignemur vt pecunie que restant exigi de ratione subsidij superioribus annis impositi et deputate fuerunt ad fabricam pontis Lapidei tunc extruendi, conuertantur in fabricam et ornamentum Lodie communitatis eiusdem cum sala Consilij iam cepta, una cum libris centum XXIJ.bus circiter exactis de ratione antedicta cum pons antedictus constructus fuerit ex materia Lignea, sic vrgente necessitate tempore ac consilio nobilium virorum Sebastiani Baduarij equitis et Benedicti Triuisani precessorum vestrorum. Et id quod exigendum restat a debitoribus eiusdem rationis subsidij magna cum difficultate poterit exigi. Nos vero qui habemus caram communitatem ipsam et omne commodum et ornamentum eius optamus, tanto benignius annuimus et concessimus ut huiusmodi pecunie exacte et exigende per ipsam communitatem expendi possint in fabricam antedicte Lodie. Quanto prestantius futurum existimamus: opus huiusmodi Lodie cura, ingenio et desteritate ipsius communitatis nostrae; volentes et mandantes vobis, ut non solum obseruetis et exequamini. Faciatisque ab omnibus exequi et obseruari precetum hoc: & concessionem nostram. Sed etiam faueatis: et opitulamini cunctis in rebus ad rem istam facientibus. Ita diligenter et studiose sicuti soliti estis, ut opus hoc & fabrica Lodie antedicte, quanto formosius et celerius poterit absolvi queat.

Dat in nostro Ducali palatio die XXIJ decembris, Indictione quinta Mo CCCCo LXXXVJto.

(*Arch. Com., Registrum Novum Litterarum Ducalium*, c. 166*. Copia contemp.).

---

(8).

Leonardus Lauredanus Dei gratia Dux venetiarum etc. Nobilibus & Sapientibus Viris Angelo Triuisano de suo mandato potestati, & Joanni Mocenigo Capitaneo Verone fidelibus dilectis salutem et dilectionis affectum. Ne e sta molestissimo intender per vostre de XVIIJ del instante che l ponte de la pietra sia mal condicionato et taliter conquassato, che non se prouedendo el sia per ruinar cum manifesta jactura & incommodo de quella cita. Ne e ben piazuto lo aricordo vostro de refar dicto ponte de pietra iuxta la deliberation del Senato. Azio l'opera sia perpetua & secura, elqual laudamo & grandemente commendamo, volendo & comandandoui per virtu de dicta deliberation che dicto ponte de pietra construir debiate senza alcuna intermissione comenzando praticar cum li maistri Inzegneri, si de modo constructionis come per la preparation de le pietre & calzine et immediate facte le preparatione dar principio al far del dicto ponte de pietra li denari veramente destinati a questa spesa e che sono ducati millecinquecento e cento ducati al mexe de le condemnatione volemo possate spender, videlicet essendo sta spexi li mille come scriuete, spender debiate li cinquecento, & ita successiue quelli de le conde-

mnatione noue non obligate a li sauij nostri sopra le aque secundo la forma de le parte sopra cio prese, & per far questa executione torete deli denari de quella camera nostra, de la sorte in la deliberation specificata, non possendo per alcun modo tochar li denari de la limitation de le zente darme nostre. De quello veramente ala zornata farete per dicta constructione darete per letre vostre particular noticia a la S.ria nostra.

Dat. in nostro ducali palatio die XXIJ octobris, Indictione VIJ.ma MDIIJ.

(*Arch. Com.*, *Registro Ducali* H, c. 119*. Copia contemp.).

---

(9).

Die Lunae tertiodecimo. Januarij, 1505. Super sala consilij. In consilio XII. & Lta presentibus magcis Dnis Rectoribus.

Pro Ponte petrae perficiendo. Deliberatum fuit omnium consensu Scribatur d. Oratori Supplicet Ill. do., Dignetur mandare quod dictus pons perficiatur cum omni possibili celeritate iuxta incantum. Attento incommodo civium & districtualium, & quia pars constructa minatur ruinam, nisi reliqua celeriter perficiatur. Scriptum fuit ut sopra.

(*Arch. Com.*, *Atti de' Consigli*, vol. O, c. 77).

---

(10).

Leonardus Lauredanus dei gratia dux Venetiarum, etc. Nobilibus et Sapientibus Viris Petro Contareno de suo mandato Potestati, et Andree Cornelio Cap.o Verone fidelibus dilectis salutem, et dilectionis affectum.

Hauemo con grande dispiacer inteso la reparation del Ponte dalla pietra della Città à vui commessa differirse per quelli hanno tolto il carico, con maximo pericolo di quello: cosa, di che certamente si habbiamo merauigliati, et accio per negligenza delli Maistri, et Capi il d.o Ponte non ruini, che sarebbe poi spesa intollerabile, uolemo et commandemoui efficacemente, che hauer appresso vui dobbiate tutti quelli, che hanno il carico et fattali conueniente reprehensione imponer debbiate, che senz'alcuna dimora, ouer intermissione, attender con diligenza debbino alla perfectione di d.a reparatione, altrimente, che prouederemo per tal modo, cha sarà con danno, et ignominia loro. Et della effectual essecutione datene auiso.

Dat. in nostro Ducali Palatio die 21 Januarij Ind.ne 8.a 1504 (1505).

Desumpt. ex simili autentica existenti in Archivio Mag.ce Civitatis Verone. G. Cal. 35, nro 1.

Francus Turrisanus Not. (autogr.).

(*Arch. Com.*, busta 32, proc. 144. Copia sec. XVII).

---

(11).

Die Mercurij, XVIIIJ. Augusti 1506. Super Sala consilij. In consilio Duodecim & quinquaginta ad vtilia communis Veronae deputatorum. In quo interfuerunt duae partes & ultra triam partium dicti consilij. Presentibus mag.cis Dnis Rectoribus & Camerarijs.

omissis

Pro Ponte petre reficiendo. Deliberatum fuit omnium consensu. Scribatur dnis oratoribus, vt supplicent Ill. do eius refectionem.

(*Arch. Com., Atti de' Consigli,* vol. O, c. 105, 106).

---

(12).

Quod prepparentur Lapides pro conficiendo ponte petre.

Leonardus Lauredanus dei gratia Dux Veneciarum etc. Nobilibus et sapientibus Viris francisco de garzonibus de suo mandato potestati: et francisco bragadeno Capitaneo Verone et successoribus suis fidelibus dilectis salutem et dilectionis affectum. Per Relation di provededori nostri general et successive di sp.li Oratori de questa fidelissima et carissima Comunita siamo informati che el ponte da la piera de quella cita nostra ha dibisogno de restauratione: et per esserne dicta opera a cuore come ricerca la importantia sua, vi commandemo che cum la consueta uigilantia, et studio vostro dobiate far aparechiar le piere necessarie acio in tempo debito se possi attendere alla instauration, et fortification sua.

Dat. in nostro ducali palatio die xmo Julij Indictione xj. M. D. VIIJ.

A tergo Nobilibus et Sapientibus Viris. francisco de Garzonibus potestati, et Francisco bragadeno Capitaneo Veronae, et successoribus suis.

(*Arch. Com., Registrum Novum Litterarum Ducalium,* c. 249. Copia contemp.).

---

(13).

Die Lunae XVIJ. Julij MDVIIJ. Super sala consilij. In consilio XIJ, & Lta ad vtilia communis Veronae deputatorum. In quo interfuerunt duae partes & vltra trium partium dicti consilij. Praesentibus magcis Dnis Rectoribus & Camerario premarino.

Retulerunt Spes Dni Jacobus de spoluerinis & Andreas de peregrinis, Oratores nuper reuersi ab Ill.mo do. nostro quantum operati fuerunt in eorum Legatione referente d. Andrea. Et praesentaverunt Literas ducales diei. x. instantis. Quod praeparentur lapides pro ponte petra, etc., ut in eis Registratis in Ro 9 in c. 67.

Et commissae fuerunt expensae praefatorum dnorum oratorum legitimandae & taxandae infrascriptis duobus de numero XIJ. deputatorum sortitis.

d. Marco de turri.

Desiderato d. Augi de pindementibus.

(*Arch. Com., Atti de' Cons.,* vol. O, c. 207*-208).

---

(14).

Die Jouis. 26 octobris 1508. In consilio XIJ & L^ta praesentibus Mag.^cis D^nis Rectoribus.

Pro Ponte petrae perficiendo. Quia in ultimis litteris ducalibus scriptis pro dicto ponte mandatur solum, quod lapides praeparentur, etc. Deliberatum fuit omnium consensu, Scribatur Oratori vt supplicet Ill.^mo do. Dignetur mandare, quod non solum preparentur lapides, sed etiam lignamina & omnia alia necessaria ad perfectionem dicti pontis perficiendi tempore debito. Ad quod tempus nobis concedat R.^dum *fratrem Jocundum* architettum qui proesit ipsi operi.

(*Arch. Com., Atti de' Consigli*, vol. O, c. 230).

---

(15).

Leonardus Lauredanus dei gratia dux Venetiarum, etc. Nobilibus et Sapientibus uiris Francisco de Garzonibus de suo Mandato potestati et Dominico Contareno Capitaneo Verone, fidelibus dilectes, salutem et dilectionis affectum: Per le precedente nostre, de x del mese de lujo proxime passato, vi imponessemo ad instantia di sp. oratori di quella fidelissima Comunità, che festi apparechiar le piere necessarie per la instauration et fortification del ponte de la piera de questa cita a vui commessa, et se rendemo certi che come obsequen.^simi et diligenti harete exequito i mandati nostri. Verum desiderosi satisfar in tute cosse iuste, et honeste a quella car.^ma cita, et intesa la requisition fattane per el sp.^l Doctor D. Bartolomeo Pompeo orator de epsa comunita, habiamo statuito farui le presente; et ui imponemo, che oltra le piere necessarie come per le precedente nostre ue dicessemo, faciate etiam preparar la calcina, et legnami, ac etiam tute le altre cosse serano expediente, seruando el consueto ne la spesa, per che al tempo opportuno, ui manderemo, el uenerabel *Fra Jocundo* inzigner acio tal opera desiderata se principij, et dedugi ad optimo fine.

Dat. in nostro ducali palatio die VI novembris indict. xij MCCCCC.°VIII.

(*Arch. Com., Registro Ducali* I, c. 69*. Copia contemp.).

---

(16).

Die Jouis XXVIIJ. Decembris MDVIII. Super sala consilij. In consilio XIJ & L^ta deputatorum, Licentiatis alijs mudis. In quo interfuerunt duae partes & ultra trium partium dicti consilij praesente mag.^co d. Capitaneo.

Tres superstites ad opus pontis petrae perficiendum, sic exhortante mag.^co d. Capitaneo, factis scrutinio & ballotatione Remanserunt.

d. Jacobus de spoluerinis
d. Guidantonius de mafeis
Nicola de veritate.

(*Arch. Com., Atti de' Consigli*, vol. O, c. 244).

---

(17).

Ex.m ab alio
Exm
Recepte die x 8bris 1599

Marinus Grimano Dei Gratia Dux Venetiarum etc. Nobilibus et Sapientibus uiris Catherino Zeno de suo mandato Potestati et Petro Mauroceno Capitaneo Veronæ et successoribus fidelibus dilectis salutem et dilectionis affectum. Significamus uobis hodie in consilio nostro rogatorum captam fuisse partem tenoris infrascripti videlicet. Si è inteso da più mani di lettere delli Rettori nostri di Verona il malissimo stato in che si trouano li Ponti di quella Città delle Naui et della Pietra et che tardandosi la loro necessaria reparatione corrono manifesto pericolo di rouinare, et perche opera cosi importante sia opportunamente effettuata per assicurarsi da maggior spesa che si conuerebbe fare quando cadessero che sarebbe con notabilissimo impedimento della Nauigatione, l'anderà parte che sia commesso alli Rettori nostri di Verona che debbino far riparar li Ponti delle Naui et di Pietra di quella Città ualendosi nella spesa che potrà importare per l'informationi che si sono hauute intorno Ducati mille seicento e sessanta, delli denari delli cinque ottaui delle condemnationi spettanti alla Sig.ria Nostra dandone particolar conto all'off.o nostro delle fortezze, et doue sarà bisogno, perchè sia acconciata la scrittura, douendo quel fedelissimo Territorio far le condutte delle materie et supplire all'opere de bracenti come ha fatto anco in altre simili occasioni. Quare aute sup.ti Consilij vobis mandamus ut partem supradictam obseruetis ab omnibus inuiolabiliter obseruari et registrari faciatis.

Dat. in Nostro Ducali Palatio die 8 8bris Ind.e xiii, 1599.

Bart.o Comino Segret.o

Carus Paganinus Not. Canc. Cap.s ex.

(Copia sec. xvii, busta 32, proc. 1323.)

---

(20).

Per i Ponti

Die p.o Februarii 1496

Magni.ci & clar.mi D. Laurentius Venerio potestas et Lucas pisani pro Ill.mo et Ex.mo ducali dominio Venet. Capitaneus Verone eiusque districtus: Sedentes sub lodia noua & habita matura consideratione super differentia et contentione que resultasse videbatur inter Joannem Paradisium Comestabilem & nonnullos alios portunarios, circa portus siue traiectus factos juxta pontem nauium ob ruinam ditti (*sic*) pontis nam dittus Joannes asserebat dittos portus & traiectu sibi ex forma gratie sue deberi & non alteri attento quod loco pontis officiuntur traiectus & portus, et cum ex fide & meritis suis credita fuerit sibi custodia & exercitatio, portus et traiectus sibi Jure ipso debetur. Intelligentesque preterea huiusmodi portus non indigere minori cura & custodia ac si pons ipse esset habitoque respettu quod non desunt querelle contra ipsos portunarios fatte per quosdam da-

tiarios qui comiserunt nonnulla contrabanna in fraudem Datij eorum: habentes hoc pro iusto & conuenienti ut sicut custodia pontis credita & deputata fuit ditto Joanni per excelsum ducale dominium nostrum sic exigentibus fide & meritis suis, inspecta etiam damna interesse percepta tempore ruine ditti pontis quoniam sibi sumersit bona mobilia in suo maximo damno, sic credatur etiam et deputetur sibi custodia & operatio dittorum portuum & traiectuum maxime quod prouidendum est, ut Ciuitas ista ex omni parte tutior effitiatur: Jnherentes Litteris suis ducalibus & concessioni, declarando mandauerunt quod ditti portus & traiectus deputentur ipsi Joanni Comestabili, qui habeat curam et custodiam illius, cum hac condictione quod non possit accipere ultra denarium unum pro qualibet persona que traijceretur & quod non possit accipere aliquid a religiosis mendicantibus, nec a nobilibus venetis, ab omnibus ciuibus huius magce urbis qui fuerunt de consilio & ab his precipue qui funguntur officiis publicis ab omnibus stipendiatis & prouisionatis et demum miserabilibus personis: quos omnes indifferenter inmunes & exemptos ab aliqua solutione esse voluerunt sed gratis eos & quemlibet eorum treijcere teneatur, Ita quod non possit traijcere aliquem nocturno tempore absque expressa licentia prefatorum magnificorum D. Rectorum sub pena in parte ex.si consilij. x. contenta Sed obligatus sit tenere dittos portus sub claui & fida custodia tempore nottis prohibentes omnibus & singulis cuiusuis condictionis existant ut non audeant neque presumant traijcere aliquem sub pena libr centum diuidenda inter accusatorem & Cameram phiscalem et trium squassuum Corde exceptis patronis nauium siue burchiorum: Quibus de die tantum concessum sit cum burchiellis suis traijcere homines suos iuxta indigentiam negotiorum suorum et presens prouisio et declaratio habeat durare donec pons ipse reparabitur & non ultra, remanentibus firmis penis contentis in parte capta in ex.so consilio decem.

(Copia contemporanea o poco posteriore in *Arch. Com.*, Processo busta 30, n. 357)

---

(21).

Pro Ponte Nauium reficiendo

Augustinus barbadico Dei gratia Dux Venetiarum etc. Nobilibus et Sapientibus viris Laurentio Venerio de suo Mandato potestati: & Luce pisano Capitaneo verone fidelibus dilectis: Salutem et dilectionis affectum. Gratam quidem habentes noticiam nobis datam vestris litteris .IIIJ°. instantis, circa pontem Nauium laudantes vos plurimum de diligentia et uigilantia, quam pro beneficio rerum nostrarum continue apponitis: pro ut conuenit bonis et studiosis Rectoribus nostris. Intelliximus enim quantum scribitis circa reedificationem pontis ipsius. Unde ut non amittatur occasio presentis temporis idonei pro huiusmodi opere efficiendo: Vobis respondentes dicimus et Mandamus quod dictum pontem reedificetis ea tutiori via forma & modo: qui fuerit possibilis: et magis expediens, ac tutus videatur. Consultata tamen re priusquam detur principium operi ipsi, cum illis pe-

ritis, praticis et idoneis tam ingeniariis quam aliis experientiam habentibus de rebus huiuscemodi, eligendo pro tali reedificatione partem tutiorem iuxta quam opus ipsum fieri procurabitis, cum omni diligentia: in quo expendetis de pecunijs condemnationum anni unius et circa hoc utemini omni accurato studio: cura et solertia: vt fiat debito et convenienti modo, et cum celeritate ut optamus pro comuni et vniuersali beneficio, et de quanto succedet nobis significabitis.

Dat. in nostro Ducali palatio: Die. XXVIJ°. Januarij Ind. XIIIJ^a. M.° CCCC.° LXXXXV^to (1496)

(Copia sec. XVI in *Arch. Comun., Registrum novum Litterarum Ducalium*, c. 206.)

---

(22).

Item die sabbati XXVIIIJ° Julij .1497. In Consilio XIJ deputatorum in quo fuerunt due partes trium partium et vltra presentibus M.^cis d^nis Rectoribus

omissis

Pro ponte nauium verone instaurando. Ad propositionem Sp. d. Christophori Sacramosij prouisoris communis: deliberatum fuit omnium consensu: quod scribantur littere Sp. d^no Odoni de merlinis Oratori nostro Venetijs existenti: vt coram Ill^mo nostro d^nio compareat: et exponat: quod nisi instauretur pons nauium: vltra maxima incommoda tam publica quam priuata dicti pontis: maximum quoque ruine periculum imminet turi fundate in medio flumine athesis: que si rueret esset causa sumergendi partem ciuitatis verone; ob retentionem aquarum fluminis que fieret ex ruina dicte turris: et dicta turris postea cum ducatis decem milibus restaurari non posset: Et prelibato nostro d^nio supplicet: Mandare dignetur: vt pro dicti pontis instauratione retineantur singulo mense ducati ducenti de pecunijs camere verone que singulo mense venetias mittuntur: Et quod si prelibatum nostrum d^nium circa predicta fidem ei non prestabit: supplicet dignetur M.^cis d^nis Rectoribus nostris scribere: et se ab eis de veritate informare.

(*Arch. Com., Atti de' Consigli*, vol. L, 279*-280.)

---

(23).

Pro ponte nauium

Instrution a uoi sp. oratori

Ex.^m

Et primo expone come tutte le forteze de Verona che ano guarda cioe salariadi pagadi per la Ill.^ma Signoria sempre sono tenute in conzo e pagade per la Camera & se da nouo se ne fano se pagano per la Camera & che il ponte nouo che fu il p.° facto del 1335 fu pagado per lo signor dalla Scalla Mastin Segondo lo segondo ponte che fu quel del Castel Vechio che passa in Campagnola fu fatto far del 1355 per el signor Can grande segondo dalla Scalla cum tutto

il Castel Vechio, el ponte dalle naue de che se parla fu fatto far tra el 1371 e 137.. per el Signor Cansignor dalla Scalla & ancho el se.. del Castel s. piero fese far la Ill.ma Signoria soprastante ser Zuane de pompeio insieme cum li turioni del Castel s. Filise soprastante el ditto. Item el ponte dalla preda ch'e exempio inconvincibille e fatto doe fiatte de ligname per la Ill.ma signoria la prima volta fu del 1454 Cap° M Barb.. moresin, la segonda fu del 1485 Cap.° M Benedeto triuisan li muri che circumda la tera che no han guarda questi se fano per la Cittade & guardase per li cittadini al tempo delle guere fazando fare tutti li matelleti & a uui sp. m Ant.° ve se aricorda per esserui sta barba miser desidera di pidemonti quando il muro alto dopio verso i bazzizi del ponte dalla Bra e Castel vechio fu refatto una parte al tempo de M Zuane Memo & etiam reffatto ditto muro al tempo de M. Christophoro duodo & M Piero diedo & per Auanti fu fatto el muro basso verso la fossa de San Siluestro per la Camera soprastante s Zuane de pompeio aricordandoui ch'el ditto M Zuane memo voleua che la Citade fese fare el predicto muro alto digando che l'era muro della terra e che-l lo doveua fare la Cittade alincontro per li sp. prouededori che erano tunc temporis li fu resposto che'l ditto muro alto era & e in guarda tra il Castel Vechio e'l ponte dalla Bra pagando per la Camera & pero la Ill.ma Signoria lo fece fare benche'l fusse qualche bruscha parola in Conseglio dicta per dicto Messer Zuane Memo Contra chi era prouededor & a far vera Conclusion in questa Causa e da exponer che ogniuno li alla parte de l'angaria cioè la Illma Signoria le forteze che anno guarda lei paga & quelle che non han guarda che sono i muri circumcirca la Citta la terra nostra le guarda e fale fare a sue spexe segondo li bisogni.

(*Archivio Comunale*, busta 30, processo 357. — Il carattere di questa copia è senza dubbio del sec. XVI piuttosto verso la metà che in principio, ma il documento si riferisce molto probabilmente alla ricostruzione o ristauro del ponte delle Navi, di cui i documenti 21, 22, 24).

---

(24).

Leonardus Lauredanus, dei gratia, Dux venetiarum etc. Nobilibus et Sapientibus viris Bernardo Bembo doctori et equiti, de suo mandato potestati, et Joanni mocenico Capitaneo Veronæ, fidelibus dilectis et salutem dilectionis affectum. Habiamo particularmente inteso quanto per vostre de 9, del instante ne significatein resposta de nostre scripteue cum el nostro Senato circa la scansation de le spese de li: Ma perche inter cetera ne significate hauer dado principio zia molti zorni a la renouation del ponte de le naue de grande importantia et necessita, per el concorso de le persone, et carri, et la reparation de dicto ponte esser conseruation de la torre et fortezza existente sopra la rippa de adese, nel qual hauete speso fin qui da ducati dusento in suso, et quello non poter redur a perfection, per esserui sta limitado non poder spender al-anno più de ducati 150, in spese

extraordinarie senza licentia del consegio nostro de pregadi, Respondendo ve dicemo, che per la importantia del dicto ponte siamo contenti e cussi cum el nostro Senato ve damo facultà che non obstante la deliberation predicta debiate attender a la perfection del antidicto ponte cum ogni solicitudine, et deligentia, Vsando quella parsimonia del denaro de la S.ª nostra, che siamo certi fareti per la prudentia vostra, exceptuando perho li denari de la limitation, circa liqual seruerete quanto vi habiamo imposto cum el Senato nostro. Deli denari veramente spenderete in la fabbrica de dicto ponte, farete tenir particular, et separado conto, el-qual de mese in mese mandarete a la S ª nostra.

Dat. in nostro ducali palatio die. 18. octobris Indict. sexta M°CCCCCIJ°.

(*Arch. Com*, *Registro Ducali* H, c. 71. Copia contemp.).

---

(26).

*Scrittura del Nob: Sig:r Co. Alessandro Pompei.*

Ill.mo ed Ecc.mo Sig.re Pro.re Coll.mo

Per ubbidire a venerati comandi di V. E,. non perche io mi reputi capace di tanto, esporò qui l'opinion mia intorno al riffacimento del Ponte dalle Navi dalla strabbocchevole piena dello scorso settembre rovinato. Io parlerò da semplice e materiale Architetto, addittando solamente quelle cose, che credo necessarie a farsi nel caso presente, e tralascierò di ragionare con congetture, e indovinamenti, per rilevare la vera cagione, per cui si è piegata la Torre, il che a mio credere, ha fatti cadere gli Archi del Ponte: se per essergli stato levato dalla corrente il terreno, su cui ella posava, oppure perche qualche parte di essa dal lungo correr dell'acqua sia statta corrosa, e guasta.

Presento prima d'ogni cosa agli occhi di V. E. la pianta, e l'alzato del Ponte, tal quale ora si vede, con lo scandaglio del fondo, essendomisi in questo, come negli altri Disegni seguenti servito delle misure prese dal Sig.r Adriano Cristofali diligentissimo Architetto.

E cominciando a ragionare dirò, che prima d'ogni cosa m'approffitterei della scarsezza presente dell'acqua, la qualle sino a mezzo Aprille al più presto non e solita gonfiarsi, e ricuperarei que materiali e quelle rovine, che sotto il Ponte diroccato sono rimase, e più avanti verso la Catena sono state dall'impeto dell'acqua trasportate, e perche sarano buone ancora da porsi in opera, e perche difficultano molto l'impianto d'una rosta necessaria, come avanti dirò, e perche rendono tropo pericolosa la Navigazione.

Sgombrato che sia il Canale dalle rovine, e da considerarsi se si abbia da por mano a costruire il Ponte, o pure se meglio sia metter prima in asciutto la Pilla che sostiene la Torre, per poter considerar li fondamenti; io per verità la giudico sicurissima anche come ora stà, e molte ragioni che sottometo à sapienti rifflessi di V. E. me ne persuadono, ma la prudenza insegna di non acquietarsi in casi di

tanta conseguenza a semplici congetture. La prima delle ragioni, che persuader potrebbe la sicurezza e statto della detta Pilla, e l'esempio di molte Torri, e campanili, che in diverse parti si vedono, i qualli per essergli mancato sotto il terreno o per altra cagione sono pendenti, delle qualli tre sole ne nominero, perche queste sole io hò con gli occhi miei vedute. Il Campanile del Duomo di Pisa, che strapiomba più di sette braccia. Il Campanile di Tomba Susana, Villa del Veroness volgarmente per ciò detta Campanil storto, ed una Torre a Nogara pur sul Veronese, le quali sono secoli che s'atrovano in tal guisa, e pure, ne rovinano ne calano di più, perche come nel caso nostro il centro della lor gravità non è fuori della loro base. Non ricordo la famosa Torre degli Asinelli di Bologna perche essa fu in modo costrutta ad arte, come vuole la volgar opinione. Mi persuaderebbe in secondo luogo lo stesso l'aver osservato che poichè inchinosi la Torre, quantunque per molti giorni continuata sia la piena, e l'acqua con rapido corso l'abbia batutta, nonnostante non ha essa più fatto movimento alcuno. Ma ciò che più d'ogni altra cosa mi fa creder sicura la predetta Pilla si e il vedere altra piegattura, ma assai magiore fatta anticamente dalla Pilla stessa postale all'incontro, come dal Disegno può V. E. uedere, la qual piegatura succedutta senza dubbio sarà allor quando e caduto altra volta il Ponte, e non ostante tal piegatura il saggio Architetto di quel tempo v'ha appoggiati sopra nuovamente gli Archi, che non per quella cagione certamente ora sono caduti.

Contutto ciò poiche imprudente cosa sarebbe cominciar il lavoro senza vedere, e toccar con mano come siano li fondamenti della Torre, reputo necessario formare una rosta, con la quale si possa asciugare il fiume intorno alla Pilla, il che non sarà di sì facile riuscita, ne di sì picciola spesa, e per la rapidità dell'acqua e per la gran mole che dee sostenersene, e sopra tutto perche essendo il letto eguale al Livello dell'acqua dei Pozzi, che generalmente per le vene della terra scorre per tutta la città, ed anche in qualche parte più basso sarà dificile asciugarlo, e con le trombe liberarlo dalle sorgenti. Pur ciò che e statto fatto altre volte, si farà ancora presentemente.

Messa adunque la Pilla in asciuto dovranno farvissi quelle operazioni, che al caso si giudicherano necessarie, e lo stesso io credo doversi fare alla Pilla opposta, non perche giudichi che abbia presentemente patito alcun danno, ma perche quella parte che avanza sopra l'acqua dimostra essere pregiudicata anche quella che è sotto: il che fatto si leverano le roste, e laciato libero il corso all' acqua si formerà una zattera di legnami ben colligati insieme sotto all'arco minore vicino alla Pontara, acciò stando sopra di essa li Operaj possano costruire la loro armatura di buoni Travi in uno de' modi da me qui disegnati. Sopra di essa ossatura si formerà la rosta secondo l'altre, e l'uso ordinario, legando bene le pietre con spranghe di ferro, e legando tutta l'opera con chiavi distanti al più sette piedi una dall'altra, che attraversino tutto il Ponte, e leghino bene le pietre di una sponda con l'altra.

Nel costruir questo minor arco, io giudico potersi far uso di quel

pezzo che e restato in aria intatto, perche in esso non si vede alcuna parte pregiudicata, e perche incontrando con altra porzione che si farà viene a rassodarsi.

Nello stesso tempo, che farassi questo arco minore si anderà demolendo la Torre, nel qual lavoro si continuerà anche nel far l'arco maggiore, si per adoperare que' matteriali, come perche la reputo inutile, e tropo pericolosa alle case circonvicine, se mai per fattale accidente, o di terremoto, o per qualche strabbochevole piena una volta cadesse. Non però essa deve essere affatto demolita se prima non siano serati ambidue li archi che la abbracciano, poiche col suo peso, e di molto aiuto, e fermezza alla Pilla su cui ella posa, che forse potrebbe non reggere senza quel peso, quando un arco solo la spignesse, senza il contrasto dell'altro.

Fatto l'Arco minore si metterà la zattera sotto il maggiore, e come nell'altro si formerà la sua armatura in uno de' modi da me dissegnati, dopo di che si formerà l'Arco per compimento del Ponte, come nel disegno si vede, e legandolo con le sue chiavi, come l'altro, e fortifficando ambidue con speroni formati di buona matteria ben legata con malta, e con pietre grosse, nel qual lavoro, ottime saranno quelle che si avranno pescate nel Fiume, e levate dalla Torre demolita.

Non mi estendo qui a raggionare se meglio fosse formare un Arco solo, perche ad un Ponte di tanto passaggio cercar conviensi di minorare l'ascesa, non di accrescerla, oltre di che non sò se li fianchi sarebbero capaci, a reggerlo. Solo dirò che prolungandosi a costruire, e riparare il detto Ponte, e quella parte d'Arco che rimane appresso alla Pontara, e l'arco intiero verso S. Fermo, non avendo incontro, indubitatamente ne rissentirano dettrimento, nel qual caso di molto s'accrescerebbe la spesa.

Restami ora a raggionare intorno alla spesa, della quale nulo di certo saprei dire, quando non abbia veduto quella parte delle Pile, che rimane sotto acqua, ove l'occhio non può penetrare.

Ma pure per dire qualche cosa all'incirca dirò che quando riesca felicemente l'impianto della Rosta e nel tempo di asciugare le Pile non nasca qualche piena che rovini il lavoro, con dodici milla Ducati poco più ò meno dovrebbesi restituire il Ponte allo stato suo primiero.

Dia V. E. benigno compatimento alla tenuità del mio sapere che non e atto ad eseguir meglio ciò che il desiderio di ubbidirla vorebbe, e mi prottesto

Di V. Ec.

Verona, Feb.° 1758.

Um.° D.mo Oblig.mo S.re
Alessandro Pompei.

(*Arch. Com.*, Proc. busta 30, n. 1059. Copia contemp.).

*Scrittura del Sig.r Xaverio Avesani Sarg.e Magg.e Ingeg.e*

Ill.mo et Ecc.mo Sig. Capitanio,

Incaricata l'insufficienza mia dalle Venerate Commiss.ni di V. E. correlative à Ducale dell'Ecc.mo Senato à visitare, riconoscere e riferire lo stato presente delli due Ponti su l'Adige dalla Pietra e delle Navi in questa Città, e li pregiudizj da essi risentiti nell'ultima piena dello scorso settembre.

Suggerire la qualità del riparo, che riputasi conveniente al respettivo diffetto dell'uno e dell'altro.

Spiegare la qualità, quantità, e prezzo delle fatture delli Operaij occorrenti per rimetterli.

E finalmente dichiarare, se fosse più conferente alli due Archi precipitati del Ponte dalle Navi sostituirne un solo.

Ho eseguito il comando, e pratticata avendo diligente visita, prese le necessarie misure, e scandagli nell'acqua, ed effettuate le più esate osseruazioni umilmente rasegno.

Che il Ponte dalla Pietra è offeso nei Pilloni, e nelle imposte degli archi che lo compongono.

E che quello dalle Navi delli quatro Archi, che lo formavano, ne hà perduti due à canto la Torre.

E perche sembra più interessante l'accorrere alla diffesa del primo contro le irruzioni delle piene del Fiume, acciò non soggiacia all'infortunio dell'altro, e conservare la tanto necessaria Communicazione a questa vasta Città, che perduta si riddurebbe alla sola del Ponte Novo, il quale in oggi difficilmente supplisce al passaggio dei Carri, e delle Vitture per la sussistenza degli abitanti e per la continuazione del Comerzio aggruppandosi i Carri nella ristrettezza di quelle strade in maniera che alle volte i Pedoni stentattamente vi transitano; così darò il primo luogo à questo nell'enumerazione dei diffetti, e nel propponere il riparo da me considerato il più vallevole, e men dispendioso, per coprirlo da ulteriori detterioramenti, e senza moltiplicare inutilmente i dissegni riportandomi al circostanziato dimostrativo delle misure, e degli aspetti diligentemente delineato dall'Ingegner Christofoli, con rassegnazione esporrò

Che il Ponte dalla Pietra piantato sul Fiume, dove la sua larghezza è di cinquanta due passi geometrici, et un piede, è formato da due spale in terra, e da quattro Pilloni ineguali in acqua, che sostentano cinque archi di differenti corde, in tutti dell'appertura di quaranta tre passi geometrici, per la quale vi scorre tutta l'acqua dell'Adige tanto in scarsezza, quanto nelle piene.

Il primo di questi Pilloni a parte destra del Fiume verso il Duomo della grossezza di sei piedi, e mezzo riffabbricato senza partiacqua su le rovine d'un altro sino dal 1520 sussiste essendo fuori dell'urto della corrente, ma con qualche sconcerto.

Il secondo dalla stessa parte grosso tredeci piedi, e mezo, più esposto alla violenza dell'acqua, e privo del suo partiacqua, perche corrota la base su cui appoggiava, staccatosi, e à poco à poco scostatosi, e nel corso d'alcuni anni avvicinatosi alla proffondità abbenche

di massiccia, e pesante mole, vi e sdrusciolato nell'ultima piena, e giace intiero in linea obliqua a trenta sei piedi distante dal Pillone stesso sotto il pello dell'acqua presente quatro piedi.

Il terzo di otto piedi e mezzo, e diffeso dal suo partiacqua con poco vigore, mentre ha perdute varie pietre che lo formavano, asportate dalla forza dell'acqua che vi urta, e che continuamente lo danniffica.

Il quarto grosso otto piedi apparisce consistente, ma alcune delle sue pietre sono smosse, come le ha la spala opposta su la sponda sinistra.

Oltre li descritti diffetti nelli Pilloni, e nelle spalle di questo Ponte, altro disordine non si rimarca negli archi, e nei muri latterali che quello nel salizo di poca conseguenza.

Prima di proggettare il remedio al male ritrovato in questo Ponte dalla Pietra rappresentarò lo statto, e il danno sofferto da quello dalle Navi, perche essendo prodotto nell'uno e nell'altro dalla med:ma causa conviene valersi del remedio medemo a ripararlo.

In due spale in terra, su le due sponde, et in tre Pilloni in acqua ne qualli esistono le imposte di quatro Archi consiste il Ponte dalle Navi su la larghezza dell'Alveo di cinquanta otto passi geometrici.

Sotto tre di questi archi scorre il Canale maggiore del Addige, il quale servendo alla navigazione colla Germania, et alla maccina de grani per la Poppolazione artificiosamente si dirama tra il Ponte dalla Pietra, e il Ponte Nuovo.

E sotto il quarto arco separata fluisce l'acqua del Canal minore dalla diramazione per uso degli Ediffizij da segar legnami che và immediatamente al dissoto a riunirsi all'Adige formando questi due Canali col loro corso l'isolo.

Il Primo Pillone adunque grosso dodeci piedi verso la parte destra di S. Fermo, che e erretto su le antiche rouine d'un altro fondato fino dal 1373; e rifrabricato del 1493: dimostra consistenza sopra l'acqua, ma al di sotto si sentono cavernose quelle rovine.

A questo succede il secondo di quattordeci piedi di grossezza sul qualle s'inalza la Torre di figura romboide, col diffetto d'essersi inclinato con la Torre stessa contro la corrente, ed aver strascinati al precipizio li due Archi latterali, l'uno di settanta due piedi, e l'altro di quaranta cinque di corda, et ecco lo statto diffettoso presente di questi due Ponti.

In rapporto al riparo non è difficile il suggerirlo conveniente, ed addattato al bisogno, essendo manifesto il male e la cagione del male.

Dalla corrosione dell'acqua, e dal tempo, che tutto logora rissenton i loro pregiudizij queste sontuose fabbriche.

Nelle reiterate piene l'acqua s'è insinuata a corrodere dolcemente il fondo su cui era fabbricato il partiacqua del Ponte della Pietra, sino à tanto che alla fine l'ha fatto perdere, e l'acqua stessa ha sconcertate le pietre dell'altro partiacqua, e quelle delli altri Pilloni, e della spala sinistra.

Medesimamente è stato corroso il fondo del Pillone della Torre al Ponte dalle Navi, in modo che hà prodotta l'inclinazione del Pillone, e della Torre, e conseguentemente la caduta delli due Archi.

La corrosione adunque, e il male fattale di questi due Ponti, e lo sarà sempre di ogni Fabbrica nell'acqua corrente, onde applicarvi conviene il rimedio, che l'impedisca nell'avenire.

Per scoprire ogni diffetto in questi Pilloni, e poter rispondere fondatamente d'ogni circostanza, senza riportarsi alle semplici congetture, che alle volte ingannano, sarebbe necessario stabilire all'intorno delli Pilloni offesi le casse doppie per porli in secco sino da fondamenti.

Ma comeche nelli varj scandagli presi all'incontro d'essi Pilloni ho ritrovata la profondita dell' acqua superiormente sino di diecciotto piedi, vale a dire cinque piedi di più del massimo fondo presente del Fiume, che arriva alli tredeci, e sentito il fondo giaroso facile alle sorgive, et ingombrato dalla materia dell'antiche rovine; così non sò detterminarmi, à persuadere questa sì dispendiosa costruzione di Casse per l'incertezza della riuscita, e massimamente perche documentati dai fatti si può ripiegare.

Previo però qualche esperimento nel proposito si potrebbero impiegare li legnami, invece di consumarli inutilmente nelle casse in una doppia Pallificata di palli armati di punte di ferro fitti sotto il pello dell'acqua più bassa almeno due piedi l'uno contiguo all'altro in due ranghi, li quali superiormente attorniassero la proffondità paralleli al fronte dei Pilloni.

Si dovrebbero poi empire, la profondita, e l'intervallo tra i Pilloni, e la pallifficata con grosse pietre vive, le qualli unite con Pozzolana, e calcina divenendo una sola massa formarebbero un sodo contrapillone, che non potrebbe essere smossò tanto per il proprio peso, quanto per l'aiuto della Pallificata sotto acqua, che sarebbe perpetua.

A mio corto intendere, vedrei che una tal operazione, con diligenza e ben esequita fosse vallevole diffesa dei Pilloni dell'uno e dell'altro Ponte, contro le corrosioni, et atta, a servire di fondamento al Partiacqua da farsi da nuovo al Ponte della Pietra, e per il ristauro delli altri, ridotto che fosse il Lavoro à pelo d'acqua.

E se mai s'incontrasse qualche difficoltà insuperabile nell'impianto della Pallificata, supplire si potrebbe con cassoni, che appoggiassero fino sul fondo, nei qualli immergendo le stesse pietre con la pozzolana, ed ammassandosi queste, ed assodandossi in breve tempo produrebbero il med.mo effetto.

Nel caso convenisse valersi del sopra indicato ripiego, sarà neccessaria la ricerca della Pozzolana il bisogno, et almeno di uno di quelli Maestri, che lavoranno nei Lidi di Venezia, per la pratica di manipolarla, e di fabbricare moli in mare, con difesa dei Lidi med.mi

Dovendo poi opinare sopra la sostituzione di un nuovo Arco solo alli due precipitati del Ponte dalle Navi dirò in primo luogo

Che questo e l'unico Ponte frequentato dalli Carri per il Carrico, e per lo scarico delle Barche delle Mercanzie, per il commerzio con la Dominante, con la Lombardia, con la Germania

Che prima della caduta delli due Archi era mallagevole, e fatticoso ai Carri carrichi salire dalle basse rive dell'Adige, sotto le Beccarie, e dall'estremità della Pontara per la ratta ascesa a transitare il Ponte.

Che facendosi l'Arco solo con la sua groppa per necessità rialzarebbe la strada di più piedi, e per conseguenza più ratto il montarla, con stento e fatica maggiore al tirraglio dei Carri, che costringerebbe li Carradori aggiungere numero maggiore d'animali a soliti, con aggravio loro. dei particolari e del Comerzio, per l'aumento di prezzo dei Carreri che ne succederebbe.

Che la spesa nell'edifficarlo riuscirebbe più gravosa, perche il primo gia detto Pillone verso S. Fermo non può soffrire il contrasto d'un Arco, che avrebbe di corda cento e trenta due piedi, e perciò converebbe da' fondamenti impiantarvi un proporzionato rinforzo con non mediocre spesa, oltre quella che importerebbe il disfacimento del consistente Pillone sotto la Torre dalla strada, sino sul fondo sotto acqua.

Che non osarei assicurare un Arco di quella portata col tormento continuo delli Carri carrichi di esorbitanti pesi delle merci, e delli altri che quottidianamente lo transitano con provisioni per sostentamento della Poppolazione, mentre la sua corda sarebbe meno solo dieci piedi, di quella del stupendo Ponte del Castel Vecchio, che non e carregiabile per l'altezza della saetta di quel grande Arco, che rende rapida la sua salita.

E finalmente che poco vantaggio dalla fabbrica di questo solo Arco si conseguirebbe per lo smaltimento delle acque, perche la sopraveniente che si scarica per li tre soli operosi delli quattro Archi del Ponte nuovo essendo inutile il quarto perche ingombrato, e che avendo di luce solo ventinove passi geometrici scorrendo in minor larghezza e magior velocità, ha il suo esito per li tre Archi di questo Ponte dalle Navi di luce trenta sei passi geometrici in maggior larghezza, e minor velocità.

Per altro sarebbe desiderabile, che tutti li Ponti in questa Citta fossero d'un Arco solo, perche l'acqua speditamente scorrerebbe senza il quadrupplicato impedimento dei quatro Ponti, che la sostentano massime nelle piene cio nonostante il mio sentimento sarebbe come il men dispendioso, e più sicuro, da eseguir senza alterazione il repristino delli due Archi distruggendo la Torre inclinata sino al salizo del Ponte, essendovi qualche lusinga di valersi se sarà possibile della porzione d arco rimaso attaccato al Pillone della Pontara, che separa il Canalle navigabile da quello delle seghe detto dell'acqua morta.

Intorno poi alla qualità dei matteriali da adoperarsi nei lavori da effettuarsi nell'uno e nell'altro Ponte, dirò essere necessarie Pietre vive per li Pilloni, Partiacqua, per contorni, e legatura delli Archi, ed incamicciature dei Peduzzi dei volti, e coperte dei muri latterali, e per i portici; Pietre cotte, Calcina, Pozzolana, e Sabbion sassi per li peduzzi de Volti, e per il salizo, Ferramenta per le Chiavi dei Volti, per arpesi, e piombo per assicurarli, Legnami per le Pallificate per le armature, e per li remenati de volti, chiodi, braghe di ferro, e cospi per le armature stesse, per sostegno delle corde per le pallifficate e per le fatture, e circa la quantità e prezzo delli materiali medemi, e delle fatture delli operaj, esibisco unita la Polliza all'E. V:, che contiene l'una e l'altra, dichiarando aver calcolato semplicemente ciò che s'è potuto misurare fuori dell'acqua, et ad un di presso notato d'aviso cio che puo importare il lavoro sott'acqua.

Qualunque sia per essere la Pubblica risoluzione sopra il punto del solo, o dei due Archi si dovra premettere lo sgombro possibile delli matteriali, delle rovine sotto acqua tanto più facile, e di minor spesa, quanto questa sarà bassa, la disfacittura della Torre inclinata l'approntamento delli legnami, l'ordinazione delle Pietre vive, e farle lavorare, e delle pietre cotte, che dovrano esser tutte da stampo, così della Calcina, della Pozzolana, e di tutto il restante dei matteriali acciò niente manchi all'intrapresa, e compimento dell'opera con quella sollecitudine che può dar il respiro ad una gran parte della Città di qua e di là da questo Ponte, che languisce, e prova un danno nottabile per l'interrota communicazione.

A tempo opportuno condotti li matteriali nella vicinanza possibile al luogo si dovrebbe dar mano alle pallificate, et ai lavori sott'acqua dell'uno e dell'altro Ponte; indi costruire il nuovo partiacqua, e ristaurare li altri Pilloni del Ponte dalla Pietra, e nello stesso tempo riddure orizzontali le imposte inclinate al Pillon d'essa Torre del Ponte dalle Navi, per addattarvi le corde e le armatture delli Archi, che sarano otto per cad.° onde formarci li remenati delli Archi med.mi.

Si scoprirà all'ora sul fatto, se il pezzo dell'Arco che sussiste possa essere atto a concattenarsi col restante, che deve rinovarsi, et in diffetto devenire alla demolizione anche di questo. Stabiliti li volti, colmati di muraglia li loro peduzzi, spianata la strada, rinovato il salizo anco del restante del Ponte, rimessi li Portici, e li muri latterali coperti di pietre inarpesate di ferro si collocherà il Casello del Dacio sul Pillone della Torre sporto in fuori sopra sodi doppi modioni, acciò non occupi il passagio dei Pedoni, conche sarano bastantemente tuttelati dalle corrosioni li detti due Ponti, e restituita la sospirata comunicazione alle Contrade derelitte confinanti al Ponte dalle Navi.

Reputo mio dovere in fine tutto che fuori della presente ispezione il suggerire in questo incontro la necessità di rimettere alcune pietre mancanti, e rassodare le conquassate ai Pilloni del Ponte nuovo, e rinovare il suo salizo fraccassato dall'estraordinario continuo transito dei Carri doppo la caduta del Ponte dalle Navi, perche trascuratone il restauro si puo far grande, e serioso il danno, e particolarmente per l'urto incessante dell'acqua del Fiume. Con che eseguitosi dalla mia obbedienza il Comando profonda.te m'inchino

Verona 14 Feb.° 1758.

D. V. E.

X.rio Avesani.

(*Arch. Com.*, Proc. busta 30, n. 1059. Copia contemp.).

---

*Scrittura del Sig.r Tommaso Pedrinelli Cap.° Ingegnere.*

All' Ill.mo et Ecc.mo Sig.re Lodovico Manin Capit. di V.na.

Dovendo io scrivere in obbedienza dei comandi osequiati dall'Ecc.za V.ra lo stato presente del Ponte delle Navi, per l'esuberante piena di questo Fiume guasto, e rovinato, ed assogettare insieme ai di lei

purgatissimi riflessi l'umilissimo sentimento mio, se piu convenga o demolire ò lasciare quall'è la smossa ed inclinata Torre, quall'uso farne ed in qual modo provedere alla sua sicurezza, se meglio fia il formarvi due Archi, come vi eran prima, o pure un arco solo, e per qual raggione; se sia indispensabile o pure altrimenti il riffacimento dello sperone, o partiacqua del Ponte della pietra, dal Fiume stesso rovinato, e sommerso, ed investigare in fine, la spesa che a un dipresso occorer potesse; mi studiaro di farlo con la maggior chiarezza che mi sarà possibile, accompagnata da quella ingenuità, che le Pub.e esigenze ricercano, e che deve essere connaturale ad ogni uomo d'onore.

E manifesto che la piena strabocchevole del Fiume fu la causa primaria di tante rovine sofferte universalmente, e che tengono tuttavia angustiata questa Città, ma venendo al particolare, e per rappresentare all'Eccellenza V.ra il Meccanismo di cui si e servita per quanto io penso natura nell'abbattere l'accenato Ponte riverentemente dirò. La massima velocità dell'acque, che per legge costantissima di natura averandosi la reciproca delle sezzioni e la sudduplicata delle altezze, deve necessariamente formarsi nel filone del Fiume, nel lume degli Archi uicino al fondo ebbe forza di corrodere il fondo stesso, ma si e per tal modo, che priva in parte la Torre del sostegno su cui stava piantata, portata dalla naturale sua gravità cedè, e s'inclinò à seconda del fondo mancante; per il qual motto mancando l'appoggio, ed il contrasto reciproco, per cui si sostengono agli archi laterali, che s'attenevano alla Torre medesima, questi nel tempo stesso s'aprirono, e rimasti per così dire in libertà cederono alla furia della corrente, che con gran forza li premeva, dalla qualle furono portate altrove per la piu gran parte anche le loro rovine: ne ciò sembra paradosso, poiche un corpo in specie più pesante dell'acqua, all'orche nell'acqua sia immerso perde tanto della sua gravità specifica quanto pesa un corpo dell'acqua stessa eguale alla mole del corpo imerso.

Parvemi di uedere l'accenato pensier mio avalorato dal fatto med.mo poiche nella visita che ivi feci, scandagliati li fondi vi trovai in quella parte verso cui la Torre pende sino a' venti piedi di profondità sotto al pello dell'acqua presente, quantunque sia dimagrata e scarsa, come e l'ordinario della stagione che corre.

Rimase per tanto la Torre, e inclinata, e isolata dagli archi suoi latterali ne restò una porcione attaccata al pilastro, o sia pillone così detto della pontara verso S. Polo, e l'altro che era il maggiore, e a S. Fermo riguarda, rovinò intieramente, ne ciò reccar deve meraviglia poiche era d'una tessittura lontana talmente dalle leggi della buona stattica, che può dirsi con uerità non esservi statto di Ponte se non che la sola cortecia empiuta questa internamente co' rovinazzi, sassi, calce e giaia gettata la alla riffusa, come in un cassone; la qual matteria si vede tuttavia in quella porzione di Ponte rimasto in piedi in quella parte lo che potrà servire di norma per l'avvenire.

Certa cosa e che finoche il centro di gravità della Torre stessa, che è quel punto su cui li gravi tutti per ogni parte si bilanciano cade dentro della base, che al presente la sostiene, non potrà ella giammai precipitare per se: ma chi assicurarla potrebbe in occasione

di qualche inoppinata impetuosa scosa di tremuoto, o di qualche nuova corrosione del fondo? e se cadese nel Fiume qual danno non reccarebbe? Per l'opposto quall'uso può ella avere, e quall'utile derivar ne potrebbe dal lasciarlo in piedi in positura sconcia, e minacievole? io per verità non sò certamente vederlo.

Per toglierci dunque da tale pericolo sarei di parere che fosse demolita tutta quella parte che supera l'alteza del Ponte cioè sino alla soglia della Porta della Torre stessa, e niente di più lasciando intatto il bassamento della medema: che se sarà comandato di formare due archi si potrà restituirlo ad uso di forte, e vigoroso pillone; e quall'ora un arco solo far si dovesse vi sarà in allora tempo di demolirlo sino alla radice.

Pare per vero dire che opportuno sarebbe il formare un solo Arco poiche in tal guisa verebbe ad ampiarsi nottabilmente il lume, e resterebbe in conseguenza meno impedito il corso dell'acqua nelle piene (vantaggio da considerarsi molto) e tanto più che l'indole del Fiume ingombro presentemente di estraordinari imbonimenti pare che lo ricerchi; oltre di che sarebbe alla Citta d'ornam.to e dicoro. Ma riflettendo, che i Pilloni ora esistenti sarebbono assai deboli allo sforzo d'un arco di tanta estesa, rendendosi più osservabile il primo verso S. Fermo, che vedesi piantato su le rovine d'altro Ponte e che ridducendoli alla dovuta grossezza si verebbe à restringere il lume ed à perdere in conseguenza il vantaggio dell'ampiezza acquistata colla demolizione del Pillone di mezzo: che facendo un arco solo per la gran freccia che li si converebbe, riuscirebbe certamente d'una salita assai incommoda e faticosa, al continuo passagio de carri per lo sbarco, ed imbarco de merci, e per tutto ciò che conviene al provedimento giornaliero della Citta che la largheza presente del Ponte, cioe della strada che li sovrasta, molto male s'accorderebbe con l'ampieza d'un solo Arco; mi vego necessitato a concludere che miglior partito sarebbe il formarvi due Archi come erano prima, con avertenza però di dar loro quella maggior arcata, che in riguardo alle considerazioni sudette fosse permesso.

Le fronti de Pilloni ne Ponti sogliono farsi angolari, cioe con un angolo che sporga in fuori verso la venuta del fiume che alcuni la chiamano sperone, e ciò per l'effetto di fendere l'acqua, onde questa faccia meno d'impressione ne Pilloni medmi e perche anche facciano che quelle cose che portate fossero con impeto a seconda della corrente urtando in essi loro s'indrizzino a passare per mezzo degli Archi. Nella mancanza d'un tale requisito parmi di riconoscere il principio della rovina d'un Ponte, poiche quall'ora le gambe s'infermano, e che il male si faccia di tempo in tempo peggiore viene un giorno, che li convien cedere al peso del corpo che loro sovrasta.

Al Ponte della pietra avene, che logoro, e corroso il fondo su cui era piantato lo sperone che copriva la fronte d'uno de Pilloni di mezo, questo cadè, e si stacco dal Pillone med.mo e per molti e molti anni così staccato si mantene in Piedi, ma nell'ultima piena corroso forse di bel nuovo il fondo rovesciò, e si sommerse lasciando nel sito ove era un fondo di venti piedi d'acqua.

Se l'acqua ebbe forza di rodere il fondo del sperone sommerso,

in oggi che questo più non v'è, può averla istessamente per rodere il fondo anche del Pillone anzi di più poiche essendo in piedi lo sperone, l'acqua da questo era tagliata, e bipartita, ed ora che non v'è più batte di fronte il Pillone, con una estesa di quattordici in quindeci piedi, e per tale contrasto, non può a meno di non causar vortice che renda piu aggevole la corrosione del fondo, nel qual caso il Ponte dalla pietra incontrar potrebbe un giorno l'istesso infortunio, al qualle la torre, e il Ponte delle Navi sgraziatamente soggiacquero.

Dalle poche cose, che sino qui umiliai avrà l'Ecc.ª V.ª raccolto che il mio riverente parere sarebbe di demolire limitatamente la torre del Ponte dalle Navi; che a questo riffatti fossero li due Archi come v'erano prima della sua rovina; e che fosse riffatto al Ponte della Pietra lo sperone somerso, con quelle raggioni insieme che a cosi persuadermi m'inducono. Ora converebbe ch'io le rassegnassi il dettaglio della spessa. Ma sicome sarebbe sempre un parlare a caso, quall'ora non preceda l'analisi delle operazioni da farsi in riguardo segnatamente alle tante dificolta da incontrarsi lavorar dovendo in un Fiume così rapido com'e l'Adige, e nella sopra notata proffondità, mi riservo di farlo coll'altro foglio per quanto al mio scarso talento sara permesso, quall'ora l'Ecc.ª vostra di comandarmelo si compiacia. La supplico d'un generoso compatimento. Grazie.

PEDRINELLI.

(*Arch. Com.*, Proc. busta 30, n. 1059. Copia contemp.).

---

*Scrittura del Sigr Adriano Cristofali Ingegre ed Architetto della Magca Città di Verona.*

Illmo ed Eccmo Sigr Capitanio di Verona.

Adempiti da me sottoscritto li venerati verbali Comandi di V. Eccª circa l'esponere la mia opinione per il repristino del Ponte delle Navi Vmilio all'Eccª V. li presenti due Fogli che geometricamente dimostrano, uno lo stato deplorabile in cui fu ridotto il detto Ponte dalla stravagante piena del Fiume accaduta li 2 7bre passato, e l'altro due progetti del suo riducimento; il primo de' qualli mostra di rimettere li due Archi al Ponte, come vi erano prima demolendo la Torre sino al pari del Ponte medmo impostando gli istessi sopra la pila della medma, ed il secondo di distruggere tutta la torre fabbricando un arco solo, che comprenda lo spazio di tutti due prevalendosi delli matteriali di essa per la costruzione; i qualli due proggetti mi accingo umilmente a dichiarare premettendo però a maggior chiarezza le seguenti spiegazioni delle lettere marcate ne fogli medmi, mentre in calce della presente verrà notata la spesa per la esecuzione.

*Primo Foglio.*

A. Pianta del Ponte nello stato presente
Dichiarazione di essa
*a.* Casette delli Schiavi, e Marini Osteria, e canton del Pallazzo Pompei

*b*. Pilla della Torre
*c*. Rovine delli due Archi.
Le linee punteggiate all'intorno della pila *b* sud^ta marcate N° 9 indicano le sommità di essa Torre nella sua obliquità.
B. Prospetto inferiore del Ponte
C. Prospetto della Torre alla parte di Levante
D. Prospetto della Torre alla parte di Ponente
E. Prospetto a levante della pilla marcata in pianta con la lettera *f*.

*Dichiarazione del secondo Foglio.*

F. Prospetto inferiore al Ponte con li due Archi come prima
G. Prospetto inferiore del Ponte med^mo con un solo Arco, che comprenda lo spazio delli precipitati.
H. Prospetto dell'Armo de travi per costruire il detto Arco
I. Proffilo della discesa alla parte di Tramontana detta la Pontara di S. Tomaso, col prospetto delle sunnominate Casette marcate *A* (foglio primo).
Le linee punteggiate dimostrano il proffilo di detta calata che dovrà succedere eseguendo questo secondo proggieto.
K. Pianta del Ponte giusto al detto progetto.
*d*. Ingrossamento, o siano rinforzi e ristauri che si dovranno aggiungere alle due pile *f*. *g*. per impostarvi l'Arco.
*e*. Torre che si dovrà distruggere sino al di sotto del pello dell'acqua presente al meno piedi quattro, per dar libertà alla Navigazione, giacche il Fiume si trova in oggi nello stato più basso.

Per effettuare il primo Progetto

P^mo Si dovrà demolire la Torre sino al piano superiore del Ponte come si è detto.

2° Sarà necessario di far levare dal letto del Fiume le rovine delli due Archi precipitati affine di dar libertà al transito delle barche, ed all'acqua e sgombrare il letto del Fiume, per potere stabilire li Cassari, o siano roste che occoreranno.

Queste rovine sarebbe bene che fossero levate presentemente sino che il Fiume e basso, e prima che venghino le piene della prossima stagione di primavera à levarci il modo di farlo essendo anche necessario il levarle adesso perche non trovino ostacoli, che possino causare altri cattivi effetti sì nelli fondamenti della Torre, che nel rimanente del Ponte.

3° Converà formare all'intorno di detta Torre li Cassari per poterlo asciugare dall'acqua, e snudare dal terreno per cautarle la posta sottomurandovi nella meglior, e più valida forma possibile, mentre e ragionevole il temere, che al di sotto siavi il terreno cavernoso; poi si farà all'intorno di esso un contro fondamento, che sia fabbricato unitamente alla sotto murazione, cavando il terreno in proffondità di cinque piedi circa di sotto dal fondamento med^mo palizzandovi prima se sarà conosciuto necessario. La grossezza di questo contro fondamento, o sia tellaro dovrà essere di piedi tre a tre latti, ed al quarto superiore di piedi otto circa fabbricato di machinose pietre.

4° Sopra questo si dovrà erigere per spallegiare la Pilla della Torre un contro forte à scarpa, fatto à partiacqua, che rinchiudi il parti acqua presente, e termini alla somità del Ponte, come dimostro con linee punteggiate nel prospetto della Torre D (foglio p^mo), et all'oposto, alla parte inferiore si potrà farvi una spalla che raddrizzi questo latto inferiore, e che unisca li capi delle bande del Ponte, i qualli altrimenti non avrebbero intero impianto sul vivo, oppure si potrà fare con minore spesa nella forma dimostrata dal piccolo disegneto L (secondo foglio).

5° Stante l'esame fatto alla pila *f.* ho ritrovato, che anch'essa essendo cavernosa nella zocca di sotto dal pello dell'acqua sara necessario di asciugarla col mezzo dei Cassari, come ho detto di sopra ridducendo a partiacqua la zocca medesima del Capo superiore; ed inoltre il peso posto sopra l'Arco che esiste alla parte di Ponente, essendo di tristo matteriale mall amassato, sara necessario rimetterlo di buona matteria, e ben fabbricarlo.

6° Potendosi in una stagione eseguire quanto fin qui ho creduto necessario, in un'altra stagione, si potranno poi formarvi sopra gli Archi, e sino che passano li tempi delle gonfiezze del Fiume allestire le pietre, e li materiali tutti che occorreranno; potrebbesi anche lavorare nella primavera, estate ed autunno, che sarebbe meglio, ma parmi troppo azzardo l'arrischiare gli Armi delle travi agl'insulti delle piene.

Per il Progetto secondo

P° Si effettuerà quanto ho detto alle lettere *d. e.* e nel soprascritto quinto Capo, regolandosi come ho proposto nel ristauro, ed aggiunte al fondamento della Torre, poi esaminare anche le Spale alli Capi del Ponte, scoprendole dal terreno, per riconoscere se siano diffettose ò atte à resistere alla spinta maggiore, et caso fossero ritrovate in qualche parte diffettose converà ristaurarle, e rinforzarle; io per altro per quanto ho potuto conoscere senza però poter fare questi esami le suppongo sufficientissime.

2° Fatte queste operazioni s'impianteranno tre mani di travi nel letto del Fiume, e si formerà l'Armo proposto marcato H sopra cui si fabbricherà l'Arco al quale supposte valide le spalle alli capi si potrà dare maggiore intervalo, o apertura minorando li progettati rinforzi alle due pile *f. g.*

3° Converà poi regolare le discese del Ponte, la pendenza delle qualli sarà come dimostra il progetto G e proffilo I con la linea punteggiata, cioe le due del ponte cominciano ad accrescersi alli capi del medemo, niente alterando li piani delli Capi di strada che quivi capitano: la sola Pontara sud^ta si viene ad' alzare ed allungare davanti alle Casette A (primo foglio) sino al canton inferiore del Pallazo Pompei, il che oltre al poco danno di dette Case, altro pregiudizio non porta, che quello di dover formare le rive di muro agli approdi *h. i.* per maggior comodo di caricare e scaricare le barche. Questi ora sono come due spiagge assai pendenti, e senza regola alcuna.

Inoltrandosi poi con le dette due discese del Ponte nelli capi sud^ti delle strade succederanno queste con minor ascesa di quella di cui

ne abbiam l'esempio al Ponte della pietra alla parte del Duomo, senza che per questo le Case soffrano incomodo per il loro tenue rispettivo ribbasso.

*Perchè sia meglio eseguire il secondo progetto, e non il primo.*

L'effettuare il primo progetto porta con se il solo auuantaggio di un rimarcabile risparmio di spesa, ma all'oposto non leva in conto alcuno li pregiudizi, co' quali è stato costrutto il Ponte, e per li quali sono natte per il passato, ed al presente le sue rovine, e possono facilmente anche succedere per l'avvenire, mentre essendo la summa delle corde di questi Archi minore della summa delle corde degli Archi del Ponte Nuovo, e degli altri due Ponti superiori restringe il Fume a dover passare per uno spazio minore, dal che succedendo gonfiamento, il Ponte deve sostenere maggior azione di acqua, oltre di che passando il Fiume fra rive costanti e obbligato a scorrere col suo vivo o sia filone sempre per una direzione, la quale e disposta talmente, che conduce parte del filone stesso a frangersi nella pilla della Torre, e gli Archi per la loro basezza restando immersi in copiosa quantità d'acqua ne sostengono gli urti più impetuosi, non tanto di essa acqua, che delli galleggianti, come Molini, travi grosse, ed altro; cose tutte, che sempre obbligano l'acqua a restringersi, e ad esercitare la sua maggior forza contro gli ostacoli, e non potendoli superare violenta con maggior energia il fondo a piedi degli ostacoli med^mi cioe delle Pile del ponte stesso, ed ivi rodendo il fondo sud^to forma voragini proffondissime, sino à levare il terreno di sotto li fondamenti di dette Pile per la mancanza del quale esse sono poi necessitate o a rovesciarsi, oppure inclinarsi, che tanto basta per far precipitare gli archi che sopra v'impostano come e succeduto presentemente alla Pilla della Torre.

Per isfugire talli disordini altro compenso non ho ritrovato che quello del secondo progetto, benchè mal volentieri mi sono azardato ad esibirlo, conoscendo benissimo la diversità grande di spesa che porta l'esecuzione di questo à differenza del primo; ma rifflettendo che la spesa del primo accompagnata da una men vigorosa sussistenza dovrà forse replicarsi per accidenti di piena poco dissimili al già passato, e che nascono oggidì con qualche frequenza come il fatto di quando in quando dimostra, e che conseguentemente riesce compensata con nottabile soprabondanza in confronto della spesa del secondo la di cui struttura durerà per secoli quando non avengano casi di condizione molto più funesta di quella che abbiamo sofferto ultimamente; il motivo appunto della più precisa economia mi ha levato il timore che avevo di essere tacciato come troppo azardoso, in questa mia proposta sul esempio che qui pare abbiamo dell'Arco del Ponte di Castel Vecchio intero sin dalla sua fondazione, ed intatto; e che non è credibile sia mai per soccombere per talli disastri; e tanto più che l'Arco da me proposto verrà minore di quello circa piedi 32 di larghezza e di altezza piedi 12, o anche meno relativamente a ciò che ho detto nel capo secondo di questo progetto, che porterà con se oltre la spaciosità dell'Arco e la sua altezza lo sgombro della Pilla della Torre da cui dipenderà il sollievo delli succenati pregiudizi ed una simetria più graziosa alla mole.

Nel sito ove ho disegnato il piedestallo che porta il Leone nel primo progetto si potrà invece di questo collocarvi il Caselo del cedolaro delli Dazi.

E nel secondo progetto se ne collocheranno due sopra le Pile per mantenere la simetria; uno dei quali ad' altro uso si potrà in pubblico vantaggio disporre.

Questo è quello che la mia poca sufficienza ha potuto umiliare all'Ecc$^{a}$ V$^{a}$ ne altro mi diffondo in ispiegazioni, mentre li disegni suppliscono a ciò, in che io avessi mancato.

ADRIANO CRISTOFALI.
(firma autogr.).

*Summe delle spese che importerano l'esecuzione di ciascun progeto.*

Dovendosi effettuare il primo progetto la sua esecuzione importera ducati ventiottomille trecento, e quaranta sei, dico . . D$^{ti}$ 28346

L'esecuzione del secondo progetto importerà ducati trentasette mile cinquecento, e sessanta, dico . . . . . D$^{ti}$ 37560

Dal sottrare queste due summe risulta che il secondo progetto importerebbe ducati 9214 di più di quello importerebbe l'esecuzione del primo.

Non devono per altro ammettersi talli sume nella sua precisione avvegnache ho stabilito questi conti bensì sopra quanto hò espresso nella estesa delle mie opinioni; ma però sopra sole supposizioni e congietture della proffondità dei fondamenti delle pile senza averli potuto scoprire ne vedere e ne pure rillevare il loro stato col mezzo di scandagli da me praticati per meglio detterminarne li necessari ristauri; e ciò per la profondità, e corso grande dell'acqua.

Alla pratica poi asciuti che siano li fondamenti può essere che si ottenghi minorazione considerabile di spesa, pottendosi forse effettuare li miei suggerimenti, ed altri con più semplici, e men dispendiosi ripieghi, ed all'incontro puo essere anche maggiore la spesa stessa.

Per levare le rovine degli archi precipitati e sgombrare il Fiume occorerà la spesa di ducati seicento, dico . . . . . D$^{ti}$ 600

Abbenche ne meno di questo si può dare conto preciso stante che per volere sgombrare perfettamente queste rovine essendo machinose, ed immerse la maggior parte nella proffondita della corente così facilmente (senza il mezzo dei Cassari asciugandovi l'acqua all'intorno) non si potranno distruggere.

ADRIANO CRISTOFALI.

Le osservazioni da me pratticate al Ponte dalla pietra per esecuzione del riveribile secondo comando dell'Ecc$^{a}$ V$^{a}$ sono di aver ritrovato al capo di esso ponte alla parte del Duomo alla destra del Fiume la prima Pila fabbricata senza partiacqua; sopra altra pila antica ribaltata, la seconda abbandonata dal Parti-acqua che esisteva a piedi della med$^{ma}$ staccatasi bensi da essa multi anni sono; per la qual cosa applicatomi alli scandagli hò ritrovato esservi nel maggior fondo al piede di essa pila piedi 17 $^{1}/_{2}$ toccando giara. Volli pure ritrovare questo parti acqua, il quale esiste superiormente distante da essa pila piedi 36 circa immerso piedi 4 sotto il pelo della corrente nello

stato presente, e per quanto ho potuto conoscere esso è ancora intatto, ma che però non può impedire l'esito alla navigazione. Alla terza pila ho pure veduto il suo parti-acqua quasi distrutto, e rimanervi solo la testa del medmo. Non hò conosciuto certo danno alla quarta pila, ma bensì alla spalla di terra alla parte di S. Steffano che e la sinistra del Fiume esservi delle logorazioni, che in breve tempo si possono fare considerabili.

Stante questo io propongo essere di necessità il suo ristauro prima che il Ponte si debiliti magiormente, mentre il male non ista solo nella mancanza delli parti-acqua, ma vi e qualche pregiudizio nelle pille medme, e quanto poi al parti-acqua mancato io di ciò non mi piglierei altra pena, che quella di cautare il piede alla Pilla, come farei alle altre ancora asciugandovi il piede col mettodo stesso altrove detto, e non rittrovandone il bisogno solo farei calare al piede di essa superiore in luogo del piartiacqua medmo o sia sperone superiore de grossi macigni di peso grave sicche non possino esser mossi dalla corrente questi macigni otturando le vorragini immancabilmente leverano il modo all'acque di asportare la terra e proffondare sotto alla basse delle Pile medme che ciò è tutto quello che si può ottenere per sussistenza di esso.

Di V. S. Illma ed Eccma

Verona 28 Genaro 1758.

Umilmo Devmo Oblmo Servitore
Adriano Cristofali.

(*Archivio del Comune*, Proc. busta 30, n. 1059).

---

*Scrittura del Sig.r Antonio Giuseppe Rossi Pubblico Matematico della Serenissima Republica di Venezia.*

Ill.mo ed Ecc.mo Sig.r Sig.r P.ron Col.mo

Essendomi dall'E. V. comandato a tenore di Venerata lettera degli Ecc.mi Deputati alla provision del denaro sotto il giorno 30 Maggio passato di versar intorno alle due diverse opinioni contenute nelle quattro scritture presentate la prima dal Sargente maggior Avesani, la seconda dal Cap.° riformato degl'Ingegneri Tomaso Pedrinelli, la terza dell'Ingegner Adriano Cristofali: e la quarta dal Conte Alessandro Pompei, sopra il ristauro del Ponte delle Navi, due Archi del quale furono rovinati dalla straordinaria piena del passato settembre, per indi rassegnar all'E. V. quella delle due, che mi sembrasse più idonea, non hò mancato co disegni alla mano di esaminarle ambedue su la faccia del luogo raccogliendo nello stesso tempo tutti que lumi, che servir potevano ad istruirmi della matteria, e delle circostanze tutte che l'accompagnano, per appigliarmi con fondamento a quella, che mi paresse migliore, e calcolarne all' incirca la spesa necessaria per eseguirla.

Delle due diverse opinioni la prima riguarda il riffacimento del Ponte con un solo Arco in luogo di due, che prima esistevano, atterando non meno la Torre inclinata, che il Pilon A che le serve di base, e che nel far un sol arco diventerebbe superfluo. La seconda propone il di lui ristauro sopra due Archi colla demolizion bensì della Torre ma non del Pilone, sul qual mediante gli opportuni provvedimenti ambidue gli Archi dovrebbero di nuovo impostarsi.

La proposizione del rifacimento del Ponte sopra un sol Arco fa onor al suo Autore, e con un terzo di più di spesa potrebb'eseguirsi così bene, che l'altra di due archi, se le cose non fossero altrimenti sistemizzate riguardo agli usi, che di esso Ponte si fanno per il transito di Carri, e vetture di sommo peso, per lo scarico delle Merci, alle quali si difficolterebbe l'ascesa e per l'ingresso di Case, e Boteghe, che nel dar la conveniente salita ad esso Ponte resterebbero alcune ingombrate.

Ciò ben avertito dall'Ingegner Cristofali autor del progetto fece che da lui pur si passasse à propor l'altro del ristauro del Ponte sopra due Archi, ne riguardasse questo di un Arco solo come l'unico da porsi in prattica, ma come un dei molti, che volendo alterar il presente sistema potrebbe egualmente bene e solidamente eseguirsi come si esprese nella sua scrittura presentata sotto il giorno 8 Genn.ro passato.

Abbandonato pertanto il proggeto del di lui ristauro con un sol Arco, come il più dispendioso e meno conforme al compleso delle già esposte circostanze, convengono tutti, e quattro i soggetti nell'adottar il secondo, cioe nella di lui ripristinazion con due Archi da impostarsi nel corpo del già inclinato Pilone A, ridotto che sia con lavori, e sottomurazioni allo stato di poter servir al fine proposto, sembrando a me pure, che così debba farsi coll' avvertenza di sittuar l'imposte degli Archi in modo, che senza alterar la solita ascesa del Ponte, e per dar piu libero campo all'acqua di scaricarsi in tempo di piena ambedue le luci acquistino la magior ampieza possibile.

E poiche la Torre sovraposta al Pilone inclinato A si e portata fuori di perpendicolo, cosiche presentemente strapiomba per piedi sette e mezo Veronesi ragguagliatamente al pelo ordinario del Fiume, ed e ivi non solo superflua, ma di più faciliterebbe col tempo la rovina degli Archi, e sarebbe di sommo pregiudizio al letto del fiume, e alla di lui navigazione, quallor accadese il di lei precipizio, si dovra questa demolire sino al piano del Ponte impiegando nella soda fabbrica quella parte di buon matteriale, che potrà conservarsi, e usando il di lei rottame nel empire il vano interposto agli archi: il che se non minorerà la spesa del di lui costo stante il dispendio, che dovrà incontrarsi nella demolizion della Torre potrà almeno risparmiar l'altra del di lui Carreggio.

Fissata la massima del ristauro del Ponte sopra due Archi da piantarsi sopra il Pilon inclinato A (come dalla obliquita degli ordini ovvero corsi delle pietre si vede esser già stato altre volte prudentemente eseguito sopra quasi tutti i Piloni, non meno del presente Ponte delle Navi, che dell'altro della Pietra, allorche per simili corrosioni del fondo andarono soggetti a pari accidenti) e sgombrato

il letto del fiume dalle rovine, che tuttora vi esistono, resta à considerarsi in veduta di poter profferir opinione intorno la stima di tutta la spesa, qualli providenze praticar si debbano intorno ad esso Pilone per riattarlo agli usi necessarj, e per assodar il fondo in maniera che vaglia ad impedir ogni corrosione spezialmente ne casi di straordinaria piena, in cui per il maggior peso dell'acqua incombente, e per l'ingombro del libero esito sono più tormentate le fondamenta delle fabbriche piantate nel mezzo de Fiumi.

Dividerò le operazioni da farsi in operazioni dentro acqua, e in operazioni fuor di acqua. Le operazioni dentro acqua sono un cassero overo Cassone fatto di palli, il qual circondi in conveniente distanza il nominato Pilon A, e separando dal resto del Fiume lo spazio in cui si deve operare serva à riconoscer lo statto di esso Pillone, e del condo contiguo, e a potervi diligentemente lavorar intorno per non far operazioni alla cieca e mancar forse a ciò che si rendesse più necessario.

Dimostrando l'esperienza che rarissimi sono i casi in cui le Fabbriche solidamente piantate nel mezzo de Fiumi sono rovesciate dall'urto dell'acqua, ma per ordinario precipitano per diffetto, e corrosione del terreno che serve loro di fondamento, percio fatto il Cassero e proveduto al ristauro del Pilone, dove bisogni si passerà a render solido, e inespugnabile all'acqua, non solo il fondo sul qual dovrà fabbricarsi ma ancora qualche spazio anteriormente e d'intorno, mediante una forte continua e ben unita pallifficata di travi di rovero di once nove in grossezza, e di piedi ventiquatro in lunghezza, armate di punte di ferro, piantandole dove si possa, cioe dove non s'incontri l'insuperabile impedimento di grossi amassi di pietre vive restate ivi proffondamente sepolte dalle rovine del Ponte in varj tempi accadute, e nel caso vi si trovassero si palifficherà intorno ad essi nel miglior modo che esigeranno le circostanze. Dovendo la sopradeta pallificata esser in sostanza il più importante provedimento, che in terreno ghiajoso, e facile ad esser mosso dall'acqua, com'è questo del letto dell'Adige, allontani le corrosioni del fondo, non dovrà ommettersi alcun'attenzione, che servir possa a renderla solida e per così dire masiccia, col riempire qualunque vano frapposto a pali che la compongono, e col supplir con adattati ripieghi a quelle difficoltà, che potessero nascere nel caso che prima di por mano all'opera non possono tutte prevedersi nel calcolarsi.

L'incertezza delle modalità della sopradetta palificata e della costruzione del Cassero rendendo soggetta ad erore qualunque stima, che farsi potesse della loro spesa, credo questo il luogo di umilmente suggerire, che sarebbe utile di far andar l'opera per economia, e non per appalto, sino a tanto almeno che siano compiuti i lavori che devono restar sott'acqua, conoscendo per esperienza quanto sia difficile, che li appaltatori non antepongano alla solidità dell'opera il loro interesse, specialmente allora, che dall'emergenza di non attese circostanze si veggano obbligati ad alterar con qualche magior loro dispendio la semplice idea che si erano fuori del caso proposto.

Le stesse attenzioni dovranno pratticarsi intorno al Pilon B dinanzi al quale si trova un gorgo, o caverna di piedi 18 di proffondità sotto

il pello dell'acqua piu magra del Fiume, con dubbio che la corrosione siasi anche internata sotto il di lui fondamento: e percio questo pure prima di dar mano alle operazioni fuor di acqua dovrà diligentemente esaminarsi, e solidamente munirsi, giacche nulla si sarebbe fatto per riguardo all'integral sicurezza del Ponte ancorche si fosse ben assodato il Pilon A, se il Pilon B non fosse assicurato ugualmente dal pericolo d'imminente rovina.

Ritornando al Pilon A e compita la Palificata, si fabbricherà sopra porzion della stessa lo sperone, che serva non meno di partiacqua che vanguardia contro la corrosione del fondo, che sostiene il pilone con avertenza di ben unire la vecchia fabbrica alla nuova con buon matteriale, e con ottima calce mista con Pozzolana, al qual fine gioverà, come fu suggerito nella scrittura Avesani, valersi di Persona pratica della di lei manipolazione, e del modo di adoperarla.

Eseguite le operazioni tutte dentro acqua resteranno le operazioni fuor di acqua le quali consistono nel situar, e riddure orizzontali nel corpo della Pila inclinata le imposte, o peduzzi, su cui posar devono gli spigoli delle volte, nel riempir il vano tra Arco ed Arco, nell'Armature, e zattere, nel lavoro di essi Archi, nel formar il selciato, o salizo per il transito di bestie, e carri e le due semite o marciapiedi di pietra viva, e più alte per il passaggio degli uomini: per le quali cose tutte, e per altre, come sarebbe il Casello del Dazio e le due sponde laterali, occorrendo legname, marmi lavorati, feramenta Piombo, sabbia, Calze Pozzolana e pietre cotte di un solo stampo (per le quali usar si potrebbe il modelo, o sia Campion di Verona, su le cui misure furono lavorati i mattoni che servirono alla fabbrica delle mura della Città) si dovrà il tutto aver apprestato in vicinanza al lavoro, affinchè nulla manchi, allorchè si dia mano alla costruzione di ambidue gli archi nello stesso tempo.

Sussistendo tuttora un pezzo di arco verso Levante, come apparisce dal Disegno, che unito al conto di avviso di tutta la spesa umilio all'E. V. e vedendosi questo, che nella di lui fronte, che si oppone alla corrente scompaginato, e disunito dalla muraglia, a lui sovraposta mio parere è che si demolisca, non meno per maggior uniformità e consistenza dell'intiero arco, e per maggior aggiustatezza dell'armatura, che per poter impostar esso arco nel modo che sarà stimato migliore.

Così compite le divisate operazioni dentro e fuori di acqua oso lusingarmi, che il restauro del Ponte delle Navi sarà stabile, e permanente, e si conserverà con quel grado di longevità, e sussistenza, che si può procurar coll'arte ad opre di simil genere.

Ma poiche l'E. V. in ordine ad ossequiata Ducale del giorno 15 7bre 1757 mi comanda di rassegnarle il mio sentimento sopra le operazioni, che credo necessarie al Ponte anco della Pietra, la di cui Pila di mezzo nell'ultima sopradetta escrescenza fu spogliata del suo partiacqua, e sperone di pietra viva, che la diffendeva dall'urto de galleggianti, e dal immediata azione del fiume passo ad osservare, che l'acqua avendo appoco appoco intaccato il terreno sul qual posava lo sperone, ed avendo formato dinanzi, e sotto allo stesso un ampio gorgo, che nello scorso Xbre si è ritrovato di piedi diciassete e mezzo di profondità fu causa che mancandogli il fondamento si

andasse staccando dalla sua respettiva Pilla, e restasse ivi per anni, ed anni chino ed isolato sinchè finalmente cresciuto il uizio del fondo per la piena del 7bre passato precipitò intieramente, e disparve.

Durante lo sperone, benchè smosso e inclinato era nondimeno custodita in parte la rispettiva sua Pilla, e preservato il di lei fondamento mentre l'acqua non poteva farsi strada sotto la stessa se prima non faceva cader lo sperone che le stava dinanzi, ma or che e snudata di qualunque diffesa, e che di più la corrosione si e propagata sino al vivo di essa, continuerà il fiume ad impiegar la sua forza nello scavar il terreno, che li serve di base, ne mancherà di farla inclinare con rovina degli archi del Ponte, come è accaduto à quel delle Navi.

Importantissima essendo in ogni tempo la sussistenza del Ponte dalla Pietra che serve alla Porta di S. Giorgio, e ai due Castelli di S. Pietro, e S. Fellice e rendendosi ora più necessaria per il solievo che ne riceve il Ponte Nuovo, il qual dopo la rovina di quel delle Navi può appena supplir al continuo transito di Carri e merci, ch'era prima tra ambidue essi diviso, parmi indispensabile, che nel dar mano al ristauro del Ponte delle Navi procurar si debba il riparo à questo della pietra, al qual fine dovrà stendersi dalla fronte del Pillone di mezzo una doppia Cassa, la qual termini in punta contro il corso del fiume per dover questa riempire di grossi maccigni legati con calce e Pozzolana inalzando la fabbrica à modo di partiacqua nelle misure, che si troverano più adatatte al bisogno. Non essendovi grave raggion di temere che l'ultima corrosion del terreno, la qual fece cader lo sperone, siasi fin ora insinuata con vorraggini, e cavernosità sotto la rispettiva sua Pilla, sembrami di poter ascerire, che le rifferite operazioni, quallor possano felicemente praticarsi assicurerano essa Pilla coll'allontanar il pericolo della corrosione del di lei fondamento.

Nessun pregiudizio essendosi osservato nel Ponte Nuovo à risserva di alcune pietre smosse ne di lui archi e piloni, le qualli potranno rimettersi con piciola spesa non posso dispensarmi dal umiliar all'E. V. che avendo bisogno di continua attenzione e riparo le Fabbriche tutte piantate nel mezzo de Fiumi, e spezialmente nel tronco dell'Adige che attraversa Verona, che più che di Fiume a qui pur indole di Torrente e và di sua natura di quando in quando soggetto à formidabili piene sarebbe utilissimo, che alla stagion opportuna del inverno di cadaun anno fossero diligentemente visitate le fabbriche de di lui ponti, e scandagliati i fondi anteriori alle Pille per poter accorrer con pronti, e idonei provvedimenti a disordini apportati necessariamente dal tempo e dalla corrosione, pria che il male s'inoltri, ne ametta dopo rimedj se non di gravissima spesa.

Tanto in obbedienza a Venerati comandi dell'E. V. hò creduto di dover rassegnarle, mentre con profondo ossequio mi dò l'onore di proffessarmi

D. V. E.

Verona, 18 Luglio 1758.

Antonio Giuseppe Rossi *P.co Matematico.*

*Ristretto di tutti i matteriali occorrenti per riffabbricar i due Archi del Ponte delle Navi, e rimetter lo sperone a quel della Pietra insieme co' loro prezzi e spese per porli in opera.*

*Per il Ponte dalle Navi Cassero, e Pallificate.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 800 | Travi di 45 per formar i Casseri e le pallificate d'intorno e dinanzi ad ambedue le pille A e B mettà di pezzo, e mettà di Rovero l'uno portando l'altro a L. 30 per cadauno importano . | L. | 24000 |
| N. 100 | Travi di 40 per le filagne L. 12 l'uno . | » | 1200 |
| N. 68 | Pesi di chiodi di uarie grandezze a L. 11 il peso | » | 748 |
| N. 800 | Ascie di piana grosse oncie 3 lunghe piedi 15 a L. 8 | » | 6400 |
| N. 250 | Pesi cospi di ferro per armar le punte de Pali a L. 8 il peso . . . . . | » | 2000 |
| | Per fattura di piedi 400 di Cassero e pallificata a L. 5 il piede . . . . . | » | 2000 |

*Per far la repedonazione alle due Pille.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 10000 | Piedi cubi di pietra lavorata grossamente a L. 3-10 il piede cubo, computata la condotta, e fattura del tagliapietra . . . . . | L. | 35000 |
| N. 8 | Carri di calcina a L. 32 il carro . . | » | 256 |
| N. 64 | Carri di sabbia a L. 1 per esser vicina all'opera | » | 64 |
| N. 150 | Pesi di ferro fra chiavele e bironi a L. 10 . | » | 1500 |
| N 120 | Pesi di piombo a L. 8 il peso . . . | » | 960 |
| | Fattura del muratore nella suddetta repedonazione e sottomurazione necessaria, compreso il disgombro del terreno per scoprir il fondamento a L. 2 per ogni piede cubo . . . . . | » | 2000 |
| | Spesa di Trombe ed Uomini, che vi dovran essere impiegati . . . . . | » | 2400 |

*Per far l'antemurazione e partiacqua alla Pilla* A *compreso il ristauro della Pilla* B.

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 2400 | Piedi cubi di pietra viua lavorata a L. 3:10 il piede | L. | 8400 |
| N. 8 | Carri calcina a L. 32 . . . . . | » | 256 |
| N. 64 | Carri di sabbia a L. 1 . . . . . | » | 64 |
| | Fattura del muratore compresi i Palchi inseruienti alla Fabbrica et il ristauro della Pilla B verso S. Fermo . . . . . | » | 3600 |

*Per l'armatura delli due Archi con sette pendagli per cadauno.*

*Per l'Arco picciolo.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 36 | Piane di 0.14 intiere a L. 42 l'una importano | L. | 1512 |
| N. 30 | Travi di 45 a L. 22 . . . . . | » | 600 |
| N. 120 | Ascie di Piana dette di fondile grosse oncie 3 L. 8 | » | 960 |
| N. 40 | Travi da 36 a L. 6 l'uno . . . . | » | 240 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 20 | Pesi di chiodi di varie grandeze a L. 11 . | L. | 220 |
| N. 20 | Pesi di ferro tra braghe, lame e cavichie a L. 11 | » | 220 |
| | Fattura del Marangon nel formar, piantar, allentar e levar i pendagli . . . . . | » | 2400 |

*Per li sette pendagli dell'Arco grande.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 66 | Piane di 0.16 intiere a L. 48 l'una . . | L. | 3168 |
| N. 36 | Travi di 45 a L. 22 . . . . . | » | 792 |
| N. 12 | Detti di 40 a L. 12 . . . . . | » | 144 |
| N. 30 | Detti di 36 a L. 6 . . . . . | » | 180 |
| N. 180 | Ascie di fondile d'oncie 3 a L. 8 . . | » | 1440 |
| N. 40 | Pesi di chiodi di varie grandezze a L. 11 . | » | 440 |
| N. 30 | Pesi di ferro per cavichie, lame e braghe a L. 11 | » | 330 |
| | Fattura del Marangon nel formar, piantar, allentar e levar i pendagli . . . . . | » | 3000 |

*Per li Palchi, strascinamento e alzamento delle Pietre.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 200 | Ascie di boron di model ferrarese a L. 6 l'una | L. | 1200 |
| N. 50 | Ascie di boron grosse oncie 3 a L. 12 . | » | 600 |
| N. 100 | Pesi di Alzane e corde d'argano a L. 15 il peso | » | 1500 |

*Matteriale e fattura per li due Archi.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 160000 | Quadrelli a L. 40 il migliaro . . . | L. | 6400 |
| N. 25000 | Piedi cubi di pietra viva lavorata per far li due archi volti a L. 3:10 il piede . . | » | 8750 |
| N. 2400 | Piedi di corso di membro per legar la fabbrica delle volte a L. 1,10 . . . . . | » | 3600 |
| N. 8 | Chiavi di ferro lunghe piedi 28 co suoi traversi detti Chiavaroli, comprese altre necessarie per legar le chiavi alla fabbrica, di peso in tutto di libre 8571 a soldi 7 la libra importano . . | » | 3000 |
| N. 100 | Pertiche di volto a L. 18 di fattura per ogni per.ca | » | 1800 |

*Per far li quattro ripieni tra arco ed arco e riffar li due dell'arco restato in piedi verso S. Fermo.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 2592 | Carri di sassi a L. 2 il carro . . . | L. | 5184 |
| N. 100 | Carri di calcina a L. 32 . . . . . | » | 3200 |
| N. 800 | Carri sabbia a L. 1 . . . . . | » | 800 |
| N. 1296 | Carri di rottame di cotto, e di pietra che si troverano nella demolizione della Torre, a L. 1:10 il carro per esser vicini al lavoro . . | » | 1944 |

*Per incrostar di pietre li Timpani e formar il cordone.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 2832 | Piedi cubi di pietra viva lavorata a L. 3-10 | L. | 9912 |
| | Fattura de muratori per far li sopradetti ripieni, Timpani, incrostatura e cordone . . | » | 5000 |

*Per far le due sponde latterali del Ponte, i due marciapiedi e il selciato dello stesso.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 32000 | Quadrelli a L. 4 il migliaro. . . . | L. | 1280 |
| N. 480 | Piedi di corso di pietra viva detta di secchiar per coprire le due sponde latterali a L. 1-10 | » | 720 |
| N. 130 | Pertiche di selciato di sassi in calcina a L. 8 la pertica . . . . . | » | 1040 |
| N. 1440 | Piedi di lastra scempia per li due marciappie compresi li perfili e fattura del muratore a L. 1-10 | » | 2160 |
| | Per far il Casello del Dazio . . . | » | 620 |
| | Consumo di Zattère ed altro . . . | » | 620 |
| | Summa per il Ponte delle Navi | L. | 165824 |
| | Sono Ducati effettivi | | 20728 |

*Nota delle spese occorenti per ripristinar lo Sprone alla Pila del Ponte della Pietra.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 400 | Travi di 45 metà di pezzo, e metta di rovero l'uno portando l'altro a L. 30 per cadauno importano | L. | 12000 |
| N. 50 | Detti di 40 a L. 12 . . . . . | » | 600 |
| N. 34 | Pesi di chiodi di varia grandeza a L. 11 . | » | 374 |
| N. 250 | Ascie di piana di model ferrarese a L. 8 . | » | 2000 |
| N. 150 | Dette di Boron model ferrarese a L. 6 . | » | 1500 |
| N. 100 | Pesi di Cospi di ferro a L. 9 . . . | » | 900 |
| | Fattura del Cassone sudetto P.di 200 a L. 5 | » | 1000 |

*Per riempir il Cassone e formar lo Sperone anteriore alla Pilla.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| N. 444 | Carri di sassi grossi a L. 2 . . . | L. | 888 |
| N. 20 | Carri calcina a L. 32 . . . . . | » | 640 |
| N. 160 | Carri sabbia a L. 1 . . . . . | » | 160 |
| N. 320 | Piedi cubi di pietra lavorata a L. 3:10 . | » | 1120 |
| N. 20 | Pesi di ferro tra chiavele e birono a L. 10 . | » | 200 |
| N. 20 | Pesi piombo a L. 8 . . . . . | » | 160 |
| | Fattura del muratore . . . . | » | 2200 |
| | Summa per il Ponte della Pietra | L. | 23742 |
| | Summa addietro per il Ponte delle Navi | » | 165824 |
| | Summa tottale per li due Ponti delle Navi e della Pietra | L. | 189566 |
| | Son Ducati effettivi non compresa la Pozzolana | N. | 23695 |

(*Arch. Com.*, Proc. busta 30, n. 1059).

Franciscus Lauredano Dei gratia Dux Venet. Nob. e Sap.ti Viro Lodovico Manino de suo Mand.° Capitaneo Veronae Fideli dilecto Salutem et dilectionis affectum. — Mentre accompagnate ci vengono dalle vostre diligenti Lettere, le quatro perizie, che in ord.e al dì primo Settembre prossimo passato avete raccolte dalli quatro Ing.ri per rimettere il Ponte delle Navi, e ristaurare gl'altri due nominati il nuovo e quel della Pietra, in d.ta Città si comenda l'attenzione vostra, che rilevò distintamente il Dispendio sopra il contenuto delle Perizie med.me versò un'egual zello q.to Mag.to de Deputati et Agti alla provi.e del Denaro, che avendo prima d'espore il proprio sentimento fatta precedere l'osservaz.e e l'esame s. luogo, col confronto delle Perizie med.me dal Pub.° Matematico Rossi, che all'accurata Scrittura sua accoppiando anco il Disegno agiunge alla matteria magiori lumi, onde possa detterminarsi la Publica Matturità Secondandosi la massima che il d.° Ponte delle Navi debba rimetersi nella sua primiera forma di due Archi con la demolitione dell'antica Torre strapiantata, viene d'intendersi che sufficiente sia la spesa di L. 165,814, alle qualli agiungendo altre L. 23742 per rimetere lo sprone bisognevole del Ponte della Pietra, ridure tutto il dispendio il Ducati 23695 effettivi. Prudente poi si conosce il suggerimento suo, che l'Opra debba eseguirsi in tempo d'Acqua magra, e prima che dal amasso de Rovinazi caduti nel Fiume, resti magiormente interotto il natural corso dell'Acque.

Per tal oggetto si delibera, che al d.to Matematico Rossi resti apogiata la sopraintendenza del Lavoro, lasciando al med.mo la scielta non solo dei Materiali, ma dell'operaj ancora, sempre però d'inteligenza con la vostra Carica; onde l'opera debba riuscire in valida, e sussistente forma; procurando tutte li possibili mag.ri risparmi della Cassa Publica.

Sarà per tanto della vigilanza vostra, far che a prima occasione d'acqua magra s'incomincij il travaglio, ad ogeto, che sollecitamente proseguendolo si ripari, a quei magiori malli, che potrebbero succedere, dall'ulteriore tardanza, si repristini a cod.a Città l'antico suo ornamento, e si restituisca il comodo alla Navigazione, al Comerzio et al passagio dell'una, e dall'altra parte della Città med.ma.

Datta in nostro Ducali Palatio die 17 Augusti ind. sexta 1758.

Tratta dal Lib. D.li segnato N a c.e 143 essistente nell'Off.° dello Scontro delle Publ. Moniz.i di Verona.

LS. li 18 Luglio 1763.

Antonio Bongiovani Scontro.

(*Arch. del Com.*, Proc. busta 30, n. 1059. Copia autent.)

---

*Ex regestis litterarum Ducalium existentibus in Cancelleria Comunis Verone.*

Franciscus Lauredano Dei Gratia Dux Venetiarum Nobili et Sapienti Viro Andreo Juvanelli de suo Mandato Capitaneo V.ce Potestati Verone fideli dilecto Salutem et dilectionis affectum. Incontra

colla solita sua diligenza questo Mag.to de Deputati, et Aggionti alla provisione del danaro le Commissioni ingiunteli col Decreto 17 Agosto passato, e ponendo in vista le varie occasioni che dal 1493 fino al presente sono corse di rimmettere e ristaurare li Ponti di cotesta Città rappresenta essere caduta la spesa a peso della Cassa Publica. Col fondamento degl'ennunciati casi passati, si delibera, che a cader abbia a peso Pub.co l'errezione del Ponte delle Navi, e la rimessa dello sperone bisognevole all'altro Ponte detto della Pietra col dispendio rillevato di D.ti 23695, effettivi, debba ripartirsi l'esborso in mesatte a carico di cotesta Camera colle ragioni della Cassa obbligata al Conservator del Deposito, in proporzione però solamente dei lavori da farsi in Staggione opportuna cioè colla magra dell'acque di cotesto Fiume, come è stato precedentemente decretato.

D.ta in Nostro Ducali Palatio die 20 xbris ind. VII 1758.

Girolamo Alberti Seg.rio

Joes Meriggius de Azzalinis Not. Cancelle Communis. Coad.

LS. hac die 30 Aug.ti 1763.

(*Arch. del Com.*, Proc. busta 30, N. 1059. Copia autent.)

---

Franciscus Lauredano Dei gratia Dux Venetiarum Nob. et Sap.i Viro Jovani Andree Giovanelli de suo Mand.o Capitaneo vice Potestati Verone Fidelli dilecto salutem, et dilectionis affectum. Perchè restino complete le Operazioni, che rimangono da farsi, onde sia rimesso il Ponte delle Navi comforme il Dissegno del Pub.o Matematico Rossi, e coll'assistenza dell' Ingegnere Christoffoli, che sin ora vi ha lodevolmente applicato, come assicurano le vostre Lettere 13 Marzo cad.o e la relazione accompagnata nelle med.me continuerete le vostre benemerite attenzioni ad oggetto, che prima della sopravenienza delle piene del Fiume gli Operaj con ogni solecitudine eseguiscano le opere necessarie in esso Ponte delle Navi, e per formar il Partiacqua della Pilla del Ponte della Pietra, e per suplire al rimanente delle spese, vi si accorda la suma indicata delli D.ti cinque mille quatrocento V. C. e per questa e per le già decretate sume, vi prevalerete della Cassa obligata, giacchè non può a tal dispendio regere la Cassa libera. Con le frequenti visite vostre animarete al lavoro gli Operaj, e sarà vostro merito il possibile risparmio, senza pregiudicare al buon esito, ed alla Consistenza delle Operazioni che occorono.

Dat. in nostro Ducali Palatio die 10 ap.le 1760.

Gerol. Alberti Secret.o

Tratta dal Lib.o Reg.ro segnato N. a C.e 160 essistente nell'Officio dello Scontro delle Munizioni di Verona.

LS.

li 18 Luglio 1763.

Antonio Bongiovani Scontro.

(*Arch. del Com.*, Proc. busta 30, N. 1059. Copia autent.)

---

NOTA VI.

**Estratto dall'opera intitolata:**

*Verona e la sua Provincia* per CARLO BELVIGHIERI. — *Grande illustrazione del Lombardo Veneto, ossia storia delle Città, dei Borghi, Comuni, Castelli, ecc., fino ai tempi moderni per cura di* CESARE CANTÙ *e d'altri letterati.* — Volume quarto. Milano, presso Corona e Caimi, editori, 1859, pag. 475.

Erano alla testa due inviati della repubblica col titolo di *podestà* e di *capitanio*, tra loro pienamente indipendenti. Il Capitanio comandava la guarnigione; aveva la sorveglianza e la custodia dei castelli; giudicava le cause militari, interveniva ai giudizi nelle vertenze fra militari e civili. Al podestà spettava la somma delle cose civili. Eletto in Pregadi per iscrutinio, era confermato dal maggior consiglio; entrava in carica solennemente e la teneva sedici mesi. Alloggiava nel palazzo già de' Signori; lo accompagnavano quattro giurisperiti forestieri; il vicario ne fungeva le veci; al giudice sopra i malefizi, si deferivano le cause criminali, agli altri due le civili; erano assistiti nella trattazione delle cause e nel giudizio dai consoli e da notaj eletti dal consiglio civico; la sentenza era emanata in nome del podestà, il quale presedeva ai singoli tribunali: non votava, se non quando si controbilanciavano i pareri; pronunziava solo nelle cause d'appello. Dal podestà dipendevano il contestabile, e da costui la sbirraglia, e due camerlinghi depositari del denaro pubblico.

Era nella città il *consiglio dei Cinquecento*, come l'aveva lasciato Ezelino spoglio anche in diritto delle attribuzioni sovrane.

Eccedente all'uopo non poteva reggere col nuovo ordine la sua natura democratica. Si fece che i *Dodici ad utilia* (quelli che elaboravano le proposte) mettessero la parte di convocare (1405) solo cinquanta da rieleggersi ogni sei mesi, e che questi, in unione ai dodici, tenessero luogo dell'intero consiglio. Con ciò la scelta dei Consiglieri si andò restringendo, se non esclusivamente ai nobili, ai più facoltosi e reputati cittadini; nel 1420 l'uso passò in legge. Alla metà del secolo il Consiglio era appieno sistemato nell'esercizio delle sue attribuzioni, ed indi fece erigere il palazzo per tenervi le proprie adunanze.

*Due proveditori del Comune* avevano la presidenza, la sovraintendenza a tutti gli affari e la rappresentanza nelle solennità.

Il Consiglio eleggeva a tutte le cariche cittadine, giusta lo statuto, il vicario della casa de'mercanti, due cavalieri del Comune ispettori all'Annona; i giudici alle sorti sopra i beni comunali; i giudici ai dugali ed i provigionatori dell'Adige; poi deputati alla sanità, all'estimo, alle fabbriche, e segnatamente all'anfiteatro, al monte di pietà, agli ospedali. Estendeva anche nel territorio la propria autorità non solamente inviando 22 vicari o giudici nei luoghi d'immediata dipendenza della città, ma nominando ancora il capitano *ad vetita*, con ispezione su tutto il territorio, i podestà di Legnago, Badia e Peschiera, il capitano del lago, la cui acqua era tutta giurisdizione veronese, ed *il nunzio al principe* residente a Venezia.

## Nota VII.

Dal Codice Capitolare ccccliv.—Corna Francesco, *Le antiche cronache di Verona.* (Francesco Corna da Soncino scrisse nel 1477).

66. Per mezo il borgo passa una fontana,
Che apresso il monte de Avesa si sorge,
Cercha do amilia si viene lontana;
Sotto la porta entra de San Zorzo,
E parte bagna la città soprana:
La qual per un canon tanta aqua porgie
Che passa sopra el fiume per lo ponte,
E fa della città el maestro fonte.

67. Bagnando de li borgi la rivera,
Per un conduto viene ala citade,
Che passa per lo ponte de la piera;
E poi se parte, e va per le contrade,
Di qua, di là, da diman e da serra,
E fa tanti canoni in quantitade,
Che più de cinquecento case quelli
Abbonda de lor acque li lavelli.

75. Da sera parte ce l'isol mazore,
Dove che vien attera le cepate,
Con mercantie de grande vallore;
E fontegi vi sono come arsanate,
De legname da fogo e da laboro.
La via la divide in doe contrate,
Ed è di forma quasi al modo di ovo:
Da sera parte bate il ponte novo.

76. Et ha quel ponte tre divisione
Che disparte lo ponte con la via
De la Lamagna, tien a lo aquilone
*(In tutti i ms. qui manca il verso)*
La Marcha trivisana sue rasone:
E fino al fiume tien la Lombardia,
Et ab antiquo, sio non piglio errore,
Li fu una rocha chiamata mazore.

77. Questo isolo da un capo si divide
Di verso alostro al ponte de le nave,
Et ivi molte barche si li aponde;
Però che lacqua glie grande e soave,
E di più mercantie si gli risponde,
Chi va, chi vien, sale vini biave,
Ferro corame oglio e spisiarie,
Come richiede a far mercadantie.

78. Dopo ritorna lacqua ad un livello,
De soto al ponte, e va fin ale mure,
La quale porge in essa un gran penello,
Facendo a la citade sua centura.
Per soto quella passa un fiumicello,
Che rende al campo marzo soa verdura;
El campo è grande, et è di ciaschaduno
Che stano ale facione del Comuno.

110. Da un capo de la terra ad un cantone,
Lie il Castel vechio magno edificato,
Con molte torre facte per rasone
De pietre vive, e cocte, e ben murato,
Con fosse a scarpa, e da ver laquilone.
Lo Attice li passa giù dal latto
Et evi un ponte, chel mio dir non erra,
Che sopra el fiume va fuor de la terra.

111. Ben cercha treta passa e larco primo
Del ponte, che se parte del Castello,
E più de ottanta e longo fin al cimo,
Dove che batte a terra col castello;
Et e assai piu largo chio stimo;
E par un prato che van sopra quello.
Ne li contraforti glie pettre intagliate
Che furon edefficij antiqui ruinati.

112. Questo Castello che ha si nobel ponte
Da quatro maestri venti si ha lentrata,
E da ver l'ostro bate cum la fronte
Con due entrate, che vien ala strata;
E sopra quello come narra el Conte,
Lie lalta torre forte fabricata
Che fuor di quella porgie una piancheta
E va per muro dopio ala rocheta.

157. Asai se potria dir de questa citade
Quanto che è et fu ben adotata
De li edeficij antiqui in quantitade,
E de li novi per ogni contrada
De tutte cosse è la comoditade,
Da le tre parte e daqua circondata,
Con quatro ponti de pietre quadrate
E con lor torre nel fiume fondate.

158. Cotesti ponti par una belleza
A cui comprende sue belle facione
De pietre vive e di magna grandeza,
Son li archi loro e li gran pilastroni;
E ciascaduno sia tore e forteza,
Con ponti levadori da bolzoni
Et hano questi ponti li pozi al lato
Di mur coperti di laste abanchati.

## NOTE ALLA MEMORIA IV.

(1) 1330. Circa mensem Novembris Athasis taliter tumuit quod alveus ejus undas non valuit retinere, sed diffusus ubique, et fluens impetuose more torrentis domos plures et Pontem Sancti Zenonis, et *Pontem de Sancto Silvestro*, atque pontem naviun diruit.

(2) Riportiamo a titolo di curiosità il brano nel quale il Canobio parla d' un ponte antico che sarebbe esistito nel sito dove ora è quello di Castel Vecchio.

« ..... Egli (*cioè Vitruvio Cerdone*) fu l'architetto del quadrivio (arco de' Gavi) chiamato l'arco antico del Castelvecchio, il quale è nella Strada Emilia..... Tre delle strade di questo quadrivio per diritta linea passavano l'Adige sopra tre ponti de' quali restano alcune vestigia. L'uno è il ponte Emilio..... degli altri due *uno passava alla Campagnola*, ove al presente è quello del Castelvecchio; l'altro vicino al Crocifisso in Brà, che passava l'Adige al Campo Marzio..... »

A proposito del Ponte e della Via Emilia, veggasi quanto è detto nell'ultima parte della Memoria.

(3) Vedi Choisy, *L'art de bâtir chez les Romains* (Paris, 1873) a pag. 27, dove parla appunto di questo modo di costruzione con quadroni; e l' Hirt, *Die Baukunst nach den Grundsätzen der Alten*. Berlin, 1809, a pag. 156.

(4) Ne fa testimonianza il cronista continuatore della Cronaca di Paride da Cerea, che dice: « Eodem anno (1354) Dominus Canis Grandis de la Scala fecit fieri Castrum in Civitate Veronae propre pontem Morbii in Sancto Martino Aquario, et Pontem lapideum super Aticem, per directum vocae dicti castri super quem pontem transitur in Campagnolam versus Burgum Sancti Georgii de Verona. In quo Castro Dominus Canis praedictus habitavit usque ad mortem ». Muratori, R. I. S. viii: Segue il racconto della Congiura di Fregnano.

(5) Ecco il documento riportato dal Biancolini (*Notizie storiche delle chiese di Verona*, Verona, 1572, lib. iv, pag. 670) e che si conservava nell'Archivio dei padri Francescani d'Arcarotta.

« Fertur ensem divi Martini... multis annorum lustris exactis hoc in celeberrimo Arcaeruptae loco fuisse reconditum. Quomodo autem et unde huc pervenerit, pauci quidem sciverunt: quo fit ut brevi compendio hujus rei memoria perstringitur et ante oculos afferratur... Constat enim partim ex vetustissimo monumento, partim ex relatu viri senio confecti, vitaque integerrimi memoratum ensem ante castri veteris constructionem in ecclesia divi Martini Veronae sita juxta amaenum Athesim longissimo tempore summa veneratione habitum fuisse; sed postquam Canis Grandis Scaliger ejus nominis secundus struxit arcem ipsam veterem anno Incarnati Verbi mccclii qua templum inclusit, solita veneratio ac populi frequentia ob eo loco plurimum defecit et quia Gulielmus Bivilaqua equestri ordine insignitus qui ob ejus dignitatem et auctoritatem structurae hujus primus fundamenta jecerat, timens ne a praedonibus ensis reliquiae raperentur... curavit eas tollere et in proprios lares apportare ».

Data in Monasterio Sanctae Mariae de Arcarupta extra Moenia Veronae, Tridentum versus anno D.ni MCCCCLXXXXV.

(6) CORNA FRANCESCO, *Le antiche croniche de Verona* (Ms. della Biblioteca Capitolare, CCCCLIV), Francesco Corna da Soncino scrisse nel 1477): Veggasi il brano in fine di questa parte III alla nota VII.

(7) Vedi *Notizie appartenenti alla Storia della sua patria*, raccolte ed illustrate da Giuseppe Robolini, gentiluomo pavese. Pavia, 1832. Vol. IV, parte II, pag. 161-162.

(8) Vedi *Archivio Veneto*, tom. IX.

(9) Riporto i brani di Vitruvio sull'argomento. Il più rimarchevole è quello del libro V, capitolo XII:

Num. 86. « Eae autem structurae quae in acqua sunt futurae, videntur sic esse faciendae, uti portetur pulvis a regionibus, quae sunt a Cumis continuatae ad promontorium Minervae isque misceatur uti in mortario duo ad unum respondeant. Deinde tunc in eo loco, qui definitus erit, arcae stipitibus robustis et catenis inclusae in aquam demittendae, destinandaeque firmiter; deinde inter cas ex transtillis inferior pars sub acqua exaequanda et purganda, et caementis ex mortario materia mixta (quaemadmodum supra scriptum est) ibi congerendum, donicum compleatur structurae spatium, quod fuerit inter arcas. Hoc autem munus naturale habent ea loca, quae scripta sunt ».

N. 88. « In quibus autem locis pulvis non nascitur, his rationibus erit faciendum, uti arcae duplices relatis tabulis et catenis colligatae in eo loco, qui finitus erit, constituantur, et inter destinas creta meronibus ex alva palustri factis calcetur. Cum ita bene calcatum, et quam densissime fuerit, tunc cochleis, rotis, timpanis collocatis, locus qui in ea septione finitus fuerit, exinaniatur, sicceturque, et ibi inter septiones fundamenta fodiantur. Si terrena erunt usque ad solidum crassiora quam murus, qui supra futurus erit, exinaniatur sicceturque, et tunc structurae ex cementis calce et arena compleatur. Sin autem mollis locus erit, palis ustulatis alneis aut oleagineis aut robusteis configatur, et carbonibus compleatur quemadmodum in theatrorum et muri fundationibus est scriptum Deinde tunc quadrato saxo murus ducatur juncturis quam longissimis uti maxime medii lapides coagmentis contineantur. Tunc qui locus erit inter murum ruderatione sive structura compleatur. Ita erit uti possit turris insuper aedificari ».

Altrove, lib. III, cap. III, dice Vitruvio parlando della fondazione delle colonne:

« Sin antem solidum non invenietur, sed locus erit congestitius ad imum aut paluster, tunc is locus fodiatur exinaniaturque, et palis alneis aut oleagineis aut robusteis ustulatis configatur, sublicaeque machinis adigantur quam creberrimae, carbonibusque expleantur intervalla palorum et tunc structuris solidissimis fundamenta compleatur ».

Delle fondazioni in acqua parla pure l'Hirt, op. citata, pag. 121 e seg.

(10) Vedi il *Trattato di architettura civile e militare* di FRANCESCO DI GIORGIO MARTINI, architetto senese del secolo XV, ora per la prima volta pubblicato per cura del cav. Cesare Saluzzo. Torino, 1841.

ACCADEMIA DI AGRICOLTURA SCIENZE E LETTERE VERONA

(11) Il brano citato è tolto dalla traduzione fatta da Cosimo Bartoli. Vedi Leon Battista Alberti, *Dell'architettura, della pittura e della statuaria.* Traduzione di Cosimo Bartoli. Bologna, 1782, a pag. 92 e 93.

(12) Vedi la Memoria di L. Frati, intitolata: *Dell'antico ponte romano sul Reno lungo la strada Emilia,* stampata negli Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria delle Provincie di Romagna, anno v, Bologna, 1878.

Vedi la Memoria del sig. Carlo Malagola, intitolata: *Memorie istoriche sul ponte del Reno lungo la strada Emilia presso Bologna,* inserita negli Atti o Memorie della R. Deputazione di Storia Patria delle Provincie dell'Emilia. Modena, 1880.

Il ponte attuale fu costrutto un poco a monte dell'antico ponte romano.

(14) Questa profondità fu da me rilevata e controllata il giorno 5 febbraio 1880. Il fiume era in magra, e il pelo d'acqua era a metri 2 sotto la imposta dell'arco primo, spalla verso S. Stefano (riva sinistra).

(15) Ecco la Relazione che si conserva nell'Archivio de' Frari a Venezia.

*Illust. ed Eccellent. Sig. Sig. Padron Col.*

In esecuzione a' venerati comandi di V. E. s'è dato il merito il cap. ingegnere Salimbeni di praticare un'accuratissima visita a' ponti tutti di questa città che attraversano l'Adige, praticando gli scandagli necessari alle pile, e riconoscendo le profondità che v'ha fatto il fiume. Ha egli in conseguenze estesi gli opportuni fabbisogni su di ciò, ch'io mi do l'onore di rassegnare all'E. V. uniti alla sua Relazione. È certo che tra gli altri ponti quello che volgarmente dicesi della Pietra è più di tutti in pericolo di rovinare, atteso l'asporto che ha fatto il fiume dell'intero partiacqua, che difende la pila più tormentata del ponte e della profondità che nell'attuale magrezza vi si ritrova di 24 piedi. È difficile il ripararci senza spesa considerevole.

Verona, 18 gennaio, 1782.

di V. E.
*Um. Dev. O. Servo*
A. M. Lorgna, Col. Ing.

*Illust. ed Eccell. sig. Co. Mario Savorgnan Cap. e V. Podestà di Verona.*

(16) Fu scritto pare sulla fine del secolo viii o sul principio del ix. Se n'è trovato un esemplare in un antichissimo Codice del Monastero di Labbia in Fiandra; altro se ne conserva nella Biblioteca Capitolare di Verona nel Codice, n. 106.

(17) Vedi Pertz, M. G. H. *Script.* Vol. iii, pag. 264.

La storia è intitolata *Luitprandi Antapodosis*. Il brano citato è nel libro II, e si riferisce all'anno 905.

(18) Vedi BIANCOLINI, *Cronaca del Zagata*, vol. I, parte II, pagina 248.

Parlando degli acquedotti dice il Biancolini.

« Uno di questi acquedotti tra gli altri fu trovato sotterra, come riferisce il conte Moscardo, nello scavare i fondamenti della chiesa del Redentore accanto all'antica dei Santi Faustino e Giovita. Il Canobio di una tal verità ci fa certi laddove di Pipino discorrendo nel 4° dei suoi *Annali* le seguenti parole si leggono:

« Egli fece fare una pubblica fontana nella piazza e pigliò l'acqua da un acquedotto antico condotto sopra il ponte della Pietra, perciocchè era distrutto in gran parte il ponte Emilio per l'escrescenza che fatta aveva l'Adige l'a. 589, pel quale passando un condotto di piombo, portava assai comodità di fontane, ricevuta in questo condotto col mezzo di un acquedotto antico, che di presente si vede vicino alla chiesa dei Santi Siro e Libera, ritrovato cavandosi una cantina mentre il canonico Medoro quivi voleva edificare una casa; inoltre ho veduto io in tempo che si accomodava il vaso d'Adige » (ecc., come sopra nel testo).

Ecco il passo del Moscardo:

« ..... fra l'una e l'altra chiesa (di *S. Anastasia* e *S. Faustino*) fu fabbricato un ponte, come a suo loco diremo, del quale ho veduto parte de' suoi antichi fondamenti, e l'anno 1662 furono cavate nell'Adige quantità di pietre per accomodare il campanile di S. Anastasia ruinato in parte dalla saetta, che servirono già di fondamento d'una Pilla. Fu questo ponte per certo tempo detto Militare, poscia prendendo il nome dalla strada fu chiamato Emilio: Ma l'anno 589 dopo la nascita di Christo rotto in gran parte dall'escrescenza del fiume per più di 400 anni si nominò il Ponte Rotto ». (*Historia di Verona* di LODOVICO MOSCARDO. Verona, Rossi, 1668, pag. 6).

(19) Vedi nell'*Archivio Veneto*. Tom. XVIII, parte I, a pag. 206 e seg. della Memoria intitolata: *Saggio di studi intorno alle varie mura della città di Verona*, del co. ANTONIO POMPEI.

(20) Dice il Corio: (a. 1370) « Bernabò cominciò la riedificazione del castello di Trezzo; e fece pure fare il ponte sul fiume Adda, che venne gettato con un solo arco; il che parve cosa miracolosa; a ciascun lato fece innalzare due torri, e sì grande edificio fu compiuto in 7 anni e 3 mesi ».

Vedi *Storia di Milano*, di BERNARDINO CORIO. Milano, 1856, vol. II, pag. 254-255.

(21) MCLXXXIII. — « Millesimo supradicto intrante mense Januario. Maxima pars alae Arenae Veronae cecidit terremotu magno per prius facto » (Paride da Cerea. — Vedi Muratori e Pertz).

# PARTE IV

## IL FIUME ADIGE E LE SUE PIENE

### NOTIZIE E DOCUMENTI.

(Tavole XXI a XXIII, XXV a XXVIII).

MEMORIA I. — *Notizie sul Fiume Adige e suo confronto con altri Fiumi.*

*Poche notizie sull'Adige.* — L'Adige nasce in Tirolo dalle ghiacciaie del Pizzo Bianco a m. 1477 sul livello del mare. Sbocca nel Mar Adriatico a Porto Fossone. Corso totale fino al mare 410 Ch. La sua pendenza dalla confluenza dell'Eisach presso Bolzano fino a Chiusole, varia da 1,742 a 0,054 per mille. Dal Trentino a Verona, la larghezza media del fiume è di m. 130 in magra, e la pendenza di m. 1,44 per mille. Da Chievo a Zevio il fiume ha molte risvolte (veggasi la Planim. nella Tav. XXVI), è largo mediamente m. 137 in magra, con pendenza di m. 1,06. Da Zevio a Legnago e Badia la larghezza media in magra è di m. 240, con pendenza di m. 0,55 per mille. Da Badia allo sbocco nell'Adriatico a Porto Fossone la larghezza in magra è di m. 155, con pendenza media di m. 0,09 per mille.

*Influenti.* — Sono sopra Verona nel Trentino:

| a destra | a sinistra |
|---|---|
| Ram | Santa Caterina |
| Trafoi | Passer |
| Nos | Eisack |
| Loppio | Avisio |
| | Fersina |
| | Leno |

Sul territorio italiano:

| a destra | a sinistra |
|---|---|
| Aviana | T. Fumane |
| Tasso | » Negrar |
| | » Avesa |

Sotto Verona si hanno a sinistra il Fibbio, il Mezzane, l'Illasi e l'Alpone. Alla Badia si stacca a destra il *Naviglio Adigetto*, e poi il Canale di Loreo che col Canal Bianco vanno in Po. A Cavanella d'Adige si stacca a sinistra il *Canal di Valle*.

Oltre ai suddetti influenti d'Adige, altri ve n'ha di molto minori; in tutto sono 75, di cui 60 v'entrano direttamente.

*Portata.* — L'Adige ha bacino imbrifero di Ch. q. 12200 di cui 12 mila montuosi. La sua lunghezza è, come si disse, di Ch. 410 di cui una metà è nel Regno (V. *Cenni monografici* del Ministero LL. PP., a. 1878). Dice il Lombardini, che attraversa la pianura sommergibile per 110 Ch. Aggiunge che « quantunque le condizioni dei fiumi veneti sieno analoghe a quelle del Po, tuttavia l'Adige, avendo il suo bacino montano all'interno dell'Alpi, più difeso dai venti della marina, ha portata media, a parità di circostanze, minore del Ticino e dell'Adda ».

Di questo argomento della portata del fiume si parlerà, in particolare, più sotto.

*Piene e rotte.* — Le piene d'Adige avvengono in primavera ed autunno; queste ultime (Settembre a metà Novembre) sono ordinariamente di poca durata, ma richiedono vigilanza, perchè spesso *improvvise*. Inoltre, essendo accompagnate da venti sciroccali e pioggie anche nella pianura, ne avviene il rammollimento delle terre delle arginature e si facilitano le infiltrazioni. Le piene primaverili sono per lo più maggiormente *insistenti*, quantunque meno pericolose; durano circa 3 mesi, dalla metà d'Aprile fino a metà Luglio.

La piena del 1868, la massima in generale prima di quella del 1882, segnò sopra G. N.:

| | | |
|---|---|---|
| a Verona | | m. 3,18 |
| » Legnago | (sinistra) | » 2,53 |
| » Badia | (destra) | » 5,71 |
| » Boara Pisani | (sinistra) | » 2,73 |
| » Cavarzere | (sinistra) | » 4,49 |

Quella del 1882 segnò sopra G. N.:

| | |
|---|---|
| a Verona . . . . | m. 4,50 |
| » Legnago . . . . | » 3,00 |
| » Badia. . . . . | » 6,32 |
| » Boara. . . . . | » 3,54 |
| » Cavarzere . . . | » 5,30 |

Dal 1844 al 1874 si ebbero all'idrometro di Boara Pisani 156 piene.

Dal 589 al 1877 si registrarono n° 148 rotte. Le piene osservate a Legnago sommano in tutto al n° di 232. Fino al 1883 se n'ebbero poi altre quattro. Così le pubblicazioni del Ministero dei LL. PP. (1878, 1881 e 1884).

Ma, a proposito di queste 148 rotte d'Adige dal 589 al 1877, osserva il Bocchi che dell'Adige propriamente, egli non ne contò che 136; ma se si comprendono anche quelle di Adigetto e Canal Bianco, sono più assai delle 148.

Le piene in primavera, come si disse, sono assai più lunghe, ma meno pericolose, per la maggior difficoltà dello scioglimento delle nevi: d'autunno sono invece più minacciose anche perchè, essendo le nevi ancora fresche, sono più disposte a fusione. Così le rotte d'Adige, più frequenti in Maggio, riscontransi più tremende in autunno. Le cause di tali piene così terribili possono riassumersi nelle pioggie diluviali e nella contemporanea azione del vento sciroccale che fa fondere le nevi e i ghiacci sui monti.

*Confronto fra l'Adige, il Po e il Tevere.* — Quanto all'Adige, il mese più pericoloso per le piene e rotte è il Maggio, poi l'Ottobre; vengono poi il Giugno, Aprile, Settembre, Novembre, Agosto, Dicembre. Di Gennaio, Febbraio, Marzo, Luglio non trovo registrate rotte d'Adige, dice il Bocchi. Cinque rotte di Luglio però sono registrate più avanti; una nell'anno 1597: e il cronista al proposito osserva giustamente: *cosa non solita a questi tempi.*

L'esperienza ci dice, che su *cento* rotte d'Adige, ne avvennero:

| | | |
|---|---|---|
| in Primavera | n° | 60 |
| in Estate | » | 7 |
| in Autunno | » | 33 |
| in Inverno | » | 0 |

Quanto al Po, il mese più funesto è il Novembre, poi l'Ottobre, ma molto meno: segue il Maggio ed il Giugno, poi con numero minore Aprile, Dicembre, Settembre, Luglio, Febbraio e Marzo: di Agosto troviamo una sola rotta, di Febbraio nessuna.

Su *cento* rotte di Po, ne avvengono:

| | | |
|---|---|---|
| in Primavera | n° | 34 |
| in Estate | » | 9 |
| in Autunno | » | 54 |
| in Inverno | » | 3 |

Nel Tevere, come risulta dalle osservazioni di un cinquantennio (1822-1871), le piene non ebbero mai luogo nei mesi di Maggio, Giugno, Luglio, Agosto; raramente in quelli di Marzo, Aprile, Settembre, Ottobre; più di frequente in Novembre, Dicembre, Gennaio, Febbraio. Dal che risulta evidentemente essere il Tevere un fiume iemale. (Betocchi, 43).

Una singolarità presentano alcune piene d'Adige a Verona: cioè che giunte ad una certa altezza decrescono, poi tornano di nuovo a salire. Con caratteri assai più marcati si verifica questo fenomeno nel Tevere a Roma. Le sue piene hanno anzi un duplice stadio d'intumescenza; il primo minore (piena mediocre), il secondo di gran lunga maggiore e pericoloso. Il Betocchi crede che il primo periodo della piena debba attribuirsi alle acque dell'Aniene le quali arrivano a Roma assai prima di quelle degli altri influenti superiori. (Betocchi, 58 e 59).

*Stati del Fiume nei diversi mesi.* — Per dimostrare come varii, in via ordinaria e normale, lo stato del Fiume Adige nei diversi mesi dell'anno, serve assai bene il Quadro seguente, di medie altezze, calcolate dall'egregio Ing. E. Carli a Verona (Idrometro di S. Gaetano) nel periodo dal 1862 al 1873.

Le massime altezze si verificarono in Giugno e Settembre, le minime (più depresse) in Febbraio.

In questo Quadro, le cifre della seconda colonna sono le medie tra le 12 altezze più depresse sotto G. N., verificatesi nel rispettivo mese del dodicennio: e quelle della quarta rubrica, sono le medie fra le 12 altezze meno depresse. Quelle della seconda poi sono le medie di tutte le altezze verificatesi nel rispettivo mese del dodicennio.

Veggansi anche i prospetti riportati in fine alla Memoria II seguente.

## MEDIE ALTEZZE

*del pelo d'Adige verificatesi all'idrometro di S. Gaetano a Verona.*

| MESI | Medie mensili nel dodicennio dal 1862 al 1873 | | |
|---|---|---|---|
| | minime | medie | massime |
| | (sotto G. N.) | (sotto G. N.) | (sotto G. N.) |
| Gennaio . . . | 2.264 | 2.099 | 1.813 |
| Febbraio . . . | 2.297 | 2.233 | 2.090 |
| Marzo . . . . | 2.227 | 2.027 | 1.610 |
| Aprile . . . . | 1.992 | 1.620 | 0.948 |
| Maggio . . . . | 1.449 | 0.875 | 0.217 |
| Giugno . . . . | 1.150 | 0.687 | 0.136 sopra G. N. |
| Luglio . . . . | 1.324 | 0.979 | 0.394 |
| Agosto . . . . | 1.554 | 1.194 | 0.422 |
| Settembre . . | 1.728 | 1.325 | 0.057 |
| Ottobre. . . . | 1.773 | 1.369 | 0.228 |
| Novembre . | 1.859 | 1.545 | 0.828 |
| Dicembre. . . | 2.071 | 1.902 | 1.517 |
| Medie dodecennali | 1.808 | 1.489 | 0.854 |

*Idrometri.* — Lungo il corso dell'Adige vi sono n° 47 idrometri; vale a dire, quelli di Ceraino (185514), di Verona, S. Salvar (15211), e S. Gaetano (151951), Zevio (129361), Nicolon (125314), Bionde (120191), Ronco (118100), Albaredo (115141), Roverchiara (107817), Bonavigo (105074), Angiari (99938), Legnago (96064), Drizzagno Pegorari (92493), Villa Bartolomea (soppresso) (90975), Nichesola (89982), Carpi (87192), Begosso (86412), Castagnaro (83582), Castelbaldo (81468), Masi (77762), Badia (77026), Piacenza (72507), Villafora (71776), Balduina (68185), Barbuglio (65789), Cà Morosini (64626), Lusia (60658), Cà Zen (57668), Concadirame (54189), Boara Pisani (49956), Boara Polesine (49750), S. Daniele (43461), S. Martino (42009), Anguillara (39756), Borgoforte (36200), Beverare (36118), Pettorazza (31235), Rottanova 1° (28774), Rottanova 2° (28735), Volta Marice (24935), Cavarzere (22245), Cà Mastini (22192),

Viola (17944), Cà Briani (16395), S. Pietro (12860), Tornova (10815), Cavanella d'Adige (8378). I numeri segnati fra parentesi indicano le distanze dalla foce del fiume.

Di questi idrometri due sono a Verona. A quello di S. Salvar, ora soppresso, le relative osservazioni si facevano ogni giorno al mezzogiorno, ed in tempo di piena ogni ora; cominciano dal 1845 e vanno al 1871. Stante i continui interrimenti della parte bassa della stazza idrometrica, che impedivano di rilevare le oscillazioni del fiume in magra, venne istituito, nel dicembre 1871, altro idrometro nel *Vò di S. Gaetano* sottocorrente a questo un 100 m. Quello di S. Salvar è posto poco sottocorrente al Ponte Nuovo nel Vò di S. Salvar, e serve ora soltanto per le osservazioni orarie allorchè il fiume è in piena (m. 2 sopra G.). La quota dello zero o G. N. dell'idrometro è data in m. 53,936 sopra il comune marino nei *Cenni* del Ministero dei LL.PP. (1878) dai quali abbiamo cavate queste notizie. L'Ing. Carli trovò invece 53.008 come si disse a suo luogo.

Altro idrometro v'ha a monte di questi, a Ceraino, e dista m. 21194 da quello in legno di Borghetto esistente nel Trentino: le relative osservazioni rimontano al 1857. Si è segnato a questo idrometro, per primo stadio, la quota di 0,000, la quale più precisamente corrisponde alla *Guardia Normale* fissata fino dalla originaria istituzione degli idrometri lungo l'Adige. La prima guardia si attiverebbe effettivamente a 0,100 m. La scala metrica, in questi idrometri, è discendente sotto il segno di guardia normale ed ascendente sopra il medesimo.

La massima piena, prima di quella dell'82, era stata quella del 1868 agli idrometri di Ceraino, Verona, Nicolon; nonchè agli altri compresi da quello di Bionde a quello di Lusia; poi a Concadirame, Boara Pisani, da S. Martino a Borgoforte ed a Cà Mastini, Viola e S. Pietro. Quella del 1845 era invece stata la massima agli idrometri di Zevio, Cà Zen a Lusia, Boara Polesine, S. Daniele, da Beverare a Cavarzere, a Cà Briani e Tornova; quella del 1876 invece a Cavanella d'Adige.

*Materie sospese nell'acqua d'Adige.* — Su questo argomento fece speciali ricerche il prof. Dal Sie, e le pubblicò nello scritto intitolato: « Determinazioni fisico-chimiche eseguite sull'acqua dell'Adige, dal 24 Novembre al 31 Dicembre 1877, e dal 1° Gennaio al 23 Novembre 1878 (Verona 1879) ».

Diamo un quadro dei risultati medii ottenuti pei diversi mesi. La minima quantità rilevata fu di 0,05 Ch. per metro cubo nel mese di Febbraio, essendo il pelo d'Adige a m. 2,38 sotto G. N. Abbiamo la massima quantità in Settembre con 12,305 Ch. per m. c., segnando l'idrometro 0,33 sotto G. N.

Dal lavoro del prof. Dal Sie rileviamo che il minimo o il massimo non rispondono sempre alla massima o minima depressione dell'acqua, il che pare derivi da ciò che il decantamento dell'acqua nell'un caso avviene lentamente, come rapidamente invece al sopravvenir d'una piena avviene l'intorbidamento. Così nel Settembre 1878, quando l'acqua era a 0,27 m. sopra G. N., si ebbero soli Ch. 3,304 per m. c.

Le materie che l'Adige trasporta sono costituite da *sabbia silicea* frammista a laminette di mica e da argilla.

**QUADRO**

*delle quantità di materie sospese nell'acqua del Fiume Adige.*

| MESE | Peso medio mensile delle materie sospese in 1 mc. d'acqua Ch. | Indicazioni medie mensili all' idrometro di S. Gaetano (in m. sotto G. N.) |
|---|---|---|
| Gennaio . . | 6.69 | 2.28 |
| Febbraio . | 3.58 | 2.37 |
| Marzo . . . | 12.03 | 2.34 |
| Aprile . . . | 53.90 | 1.98 |
| Maggio . . | 403.09 | 0.98 |
| Giugno . . | 342.76 | 0.56 |
| Luglio . . . | 552.83 | 0.81 |
| Agosto . . . | 1044.39 | 0.88 |
| Settembre . | 956.70 | 1.17 |
| Ottobre . . | 265.14 | 0.97 |
| Novembre . | 84.30 | 1.35 |
| Dicembre . | 34.90 | 1.98 |

Analoghe ricerche fatte pel fiume Tevere a Roma da M. Ceselli, diedero i seguenti risultati:

| ANNO E MESE | Quantità di materia contenuta in un m. c. d'acqua (media) | Altezza idrometrica (media) |
|---|---|---|
| | grammi | metri |
| 1871 Marzo. . . . | 572 | 6.65 |
| » Aprile . . . | 262 | 6.85 |
| » Maggio . . . | 722 | 6.62 |
| » Giugno . . . | 750 | 6.69 |
| » Luglio . . . | 80 | 5.80 |
| » Agosto . . . | 102 | 5.80 |
| » Settembre . . | 885 | 5.81 |
| » Ottobre . . . | 135 | 5.93 |
| » Novembre . . | 3616 | 7.15 |
| » Dicembre . . | 1145 | 6.65 |
| 1872 Gennaio . . . | 1387 | 6.72 |
| » Febbraio. . . | 1587 | 6.00 |
| Media mensile. . . | gr. 932 | m. 6.39 |

Ritenuto il *modulo* o *deflusso medio* del Tevere stabilito dal Lombardini di mc. 292, esso avrebbe trasportato nel suddetto periodo di 12 mesi mc. 4114 *di materie.*

*Analisi dell'acqua del fiume Adige a Verona.* — Le analisi dal dott. C. Negri instituite sull'acqua d'Adige lo condussero ai seguenti risultati (per 100 litri). Aggiungiamo anche i risultati avuti per l'acqua del Basso Acquar:

| | Adige | Basso Acquar |
|---|---|---|
| Residuo secco a 100° . . | 14.800 | 15.000 |
| » » 180° . . | 14.300 | 14.700 |
| *NB.* Materia sospesa nell'acqua d'Adige gr. 2,400. (Fu attinta nel settembre 1884). | | |
| Perdita colla calcinazione . | 3.200 | 0.500 |
| Acido solforico anidro . . | 2.334 | 1.854 |
| Cloro. . . . . | 0.350 | 0.088 |
| Ossigeno consumato . . . | 0.034 | 0.006 |
| Acido nitrico anidro. . . | 0.190 | 0.131 |
| Acido nitroso . . . . . | (traccie) | 0.000 |
| Ammoniaca. . . . . | — | 0.000 |
| Silice. . . . . | 1.050 | 1.300 |

*NB.* Per l'acqua attinta poi, nel novembre 1884, il residuo secco fu risp. 18.100 e 17.100, la materia sospesa 0.600 grammi.

A titolo di confronto riportiamo l'analisi dell'acqua del Tevere (Ripetta) fatta dai signori Commaille e Lambert.

Per ogni litro d'acqua:

| | |
|---|---|
| Acido carbonico . . . . . | 0.12 623 |
| » solforico . . . . . | 0.06 858 |
| » silicico . . . . . | 0.02 260 |
| Cloro. . . . . | 0.05 880 |
| Jodio (quantità considerevole). . | — |
| Calce . . . . . | 0.14 166 |
| Magnesia . . . . . | 0.03 616 |
| Ferro (traccie). . . . . | — |
| Allumina . . . . . | 0.00 560 |
| Sodio. . . . . | 0.04 467 |
| Litina (traccie sensibili). . . . | — |
| Sostanze organiche (quantità consid.) | — |

*Tagli in Tirolo.* — Dopo lo sbocco del Fersina l'Adige, procedendo a Sud, fa grandi svolte, di 3 delle quali, nel 1752, il matematico Bertaglia progettava i tagli. L'Adige, nel 1776, s'aperse da sè uno di questi tagli. Gli altri due rimasero allora ineseguiti. Ma nel 1792 il Montanari metteа sull'avviso il Veneto Governo sui danni che erano per provenire alle Provincie inferiori, dalle *arginature* che si facevano in Tirolo, le quali avrebbero ivi impedito l'espansione delle acque e accelerato lo scarico. Osservava inoltre il Montanari, « che una volta l'Adige non entrava in piena a Verona se in Tirolo non sormontava le rive; cosa che allora (1792), più non nasceva facilmente, chè l'Adige a Verona vedeasi gonfio quando in Tirolo era solo a 18 o 20 oncie (m. 0,52, a 0,58) sopra il segno di navigazione ».

Dopo il 1878 vennero eseguiti in Tirolo molti tagli, rettifiche delle rive, e lavori d'imboscamento e serre, di cui una gigantesca a S. Giorgio nel letto dell'Avisio.

Ritorneremo più sotto su questo argomento e sugli effetti che prevedesi saranno per produrre tali lavori sui tronchi inferiori del fiume.

*Ancora sui tagli e lavori lungo l'Adige nel Tirolo e Trentino.* — Su questo argomento tanto importante siamo in grado di aggiungere altri ragguagli, i quali rimontano ad epoche più remote, e discendono fino agli ultimi tempi.

Nei tempi remoti l'Adige campeggiava liberamente sul fondo della valle ed i frontisti si difendevano dalle piene come meglio sapevano e potevano armando le sponde con pennelli repellenti e roste a secco con scarpa di 1 : 5. Queste opere venivano eseguite senza un certo coordinamento e senza sistema, e solo in casi contenziosi s'era fissato che nelle vicinanze di Trento i manufatti di difesa dovessero rimanere alla distanza di almeno 40 pertiche trentine (m. 86,40) dall'una all'altra riva.

Nel secolo scorso venne eseguito il sentiero nautico per cura del Governo; questo però senza aver di mira alcuna opera di sistemazione del fiume, se si tolga l'allontanamento di alcuni scogli che si trovavano nel letto del fiume pochi metri a valle di Sacco. Questi scogli rendevano la navigazione pericolosa, cagionavano rigurgiti dannosissimi alle campagne a monte ed impedivano d'inverno il libero deflusso dei massi di ghiaccio, epperciò si lavorò in varie epoche, ma specialmente sotto la dominazione francese, al loro sgombro. Le ultime mine saltarono nell'anno 1821.

In seguito alle piene e devastazioni del torrente Fersina accadute negli anni 1766 e 1767, poi di nuovo negli anni 1776 e 1777, le quali alzarono notevolmente l'alveo dell'Adige allo sbocco di questo torrente che si trovava circa due chilometri a valle di Trento, il Magistrato Consolare di questa città fece eseguire un taglio raddrizzando ivi il corso del fiume.

I veri lavori di regolarizzazione dell'Adige, eseguiti per cura del Governo austriaco, incominciarono nell'anno 1844. Vennero aperti prima i tagli di Lidorno e dell'Ischia Perotti, poi nel 1852 quello della Virginia. Eseguendo la linea ferroviaria si ebbe di mira anche la correzione del fiume e negli anni dal 1855 al 1858 vennero eseguiti i tagli di Briamasco e di Centa presso Trento, poi il taglio di Nomi di fronte al villaggio omonimo.

In seguito alla piena disastrosa del 1868 il Governo austriaco si propose di migliorare radicalmente le condizioni del fiume da Merano fino al confine d'Italia; compilò un progetto il quale importava una spesa complessiva di circa 6 milioni di fiorini; divise il fiume in tre sezioni, la I da Merano a Bolzano, la II da Bolzano a San Michele, e la III da San Michele a Sacco; formò altrettanti Consorzi i quali dovevano concorrere nella spesa per la metà dell'importo, mentre l'altra metà veniva sopportata in parte dallo Stato ed in parte dalla Provincia.

La legge relativa a questi lavori venne sancita nell'anno 1879 ed ancora in quell'anno vennero incominciati i lavori.

I lavori procedettero con molta alacrità, specialmente nelle due sezioni superiori; il corso del fiume da Merano a Bolzano venne notevolmente accorciato mediante tagli, e così anche da Bolzano a S. Michele. Nella terza sezione invece i lavori all'epoca dell'inondazione 1882 erano in corso, ma non ultimati; si stava prolungando il taglio di Nomi sino a Chiusole; si eseguiva il taglio di Calliano, e si allargava quello di Mattarello eseguito nel 1845 (Ischia Perotti).

La piena del 1882 mise sottosopra ogni cosa e ad onta che il fiume occupasse tutto il fondo della valle, le arginazioni definitive, ultimate da poco tempo, rimasero da quella piena per la maggior parte sommerse. Si riconobbe che il vaso del fiume previsto per lo smaltimento delle piene era assolutamente troppo ristretto.

Si discusse sull'allargamento dell'alveo, ma risultando la spesa enorme per i molteplici lavori già eseguiti, si deliberò invece l'alzamento medio di un metro sopra la corona progettata.

Quest'alzamento venne in parte eseguito e nel frattempo la dirigenza tecnica dei lavori approntò un nuovo progetto di completamento dei lavori. Questo progetto fa salire la spesa della III sezione a quattro milioni e mezzo di fiorini (invece che a due come era previsto in origine). Presentato al Consorzio, questo dichiarò di non volerne più sapere e si rifiutò non solo alla concorrenza che gli verrebbe nuovamente accollata, ma anche al pagamento di circa 250000 fiorini che avrebbe dovuto sborsare al Governo per sanare la sua quota sui 2 milioni previsti colla legge del 1879. Presentemente la vertenza pende e verrà prossimamente sottoposta alla decisione del Parlamento.

Dopo la piena del 1882 si riconobbe l'opportunità di rivolgere l'attenzione agli affluenti, e di sanare le valli interne coi rassodamenti ed imboschimenti. Si ha molta fiducia in questi ultimi lavori, ma quanto alle opere eseguite sul corso dei torrenti è opinione che varranno ben poco a diminuire gli effetti disastrosi dei medesimi sulle piene del fiume.

*Influenze del diboscamento sulle piene d'Adige.* — Il Zanella nelle sue *Osservazioni sui tagli d'Adige in Tirolo* (p. 11) osserva che la piena del 1567 fu più alta di m. 0.466 di quella del 1757, e questa ultima di m. 0.68 superiore a quella del 1868; e ne trae la conseguenza che il diboscamento non ha influito ad aumentare la portata di piena.

Anche allo scopo di poter discutere colla scorta dei fatti tale questione, abbiamo raccolto nella Memoria II di questa Parte IV tutte le indicazioni che ci fu dato rinvenire sulle

piene dell'Adige. Oggi, dopo la piena del 1882, la tesi propugnata dall'Ing. Zanella per l'Adige, e divisa in via generale anche da qualche altro valente idraulico, non parrebbe più così facilmente sostenibile. In ogni modo, se in argomento tanto complesso ci è permesso esprimere un avviso, ci sembra che si debbano considerare le piene come derivanti da molteplici cause (pioggie, sgelo, permeabilità del suolo, ecc.) della cui azione converrebbe determinare l'estensione e la durata, onde potere legittimamente trarre delle conclusioni generali. E converrebbe, ci sembra, vedere se a parità di tutte le altre circostanze, il diboscamento abbia veramente influito in un senso o nell'altro. Il che non ci sembra siasi fatto ancora.

MEMORIA II. — *Le piene del Fiume Adige con speciale riguardo alle inondazioni a Verona.*

Abbiamo raccolto e diamo qui di seguito alcune notizie e documenti sulle piene ed inondazioni del Fiume Adige con speciale riflesso alla città di Verona.

Questi documenti sono di tre specie: *a*) brani di cronache o di storici veronesi; *b*) iscrizioni che trovansi sparse per la città di Verona; *c*) infine notizie tratte da un Registro esistente negli antichi archivi veronesi e che apparteneva al *Monastero di S. Giovanni Evangelista della Beverara* a Verona, intitolato: « *Libro di quelle che intrano nel nostro Monasterio et il simile di tutte quelle che moreno nel Monasterio* (1492-1703) ». In principio di questo libro sono registrate alcune notizie delle maggiori piene d'Adige che hanno visitato il Monastero: il quale, come dice il Registro, si trovava nel *Borgo di San Zen Orador*. Vi sono citate anche piene anteriori al 1492. Ma in detto periodo di tempo, vale a dire, dal 1492 al 1703, come rilevasi anche dal carattere dello scritto, le note sono sincrone. Indicheremo questa fonte colle iniziali R. M. S. G. E.

Il fabbricato nel quale trovavasi il Convento predetto porta il n. 23 sulla via detta Regasta di S. Zeno.

La prima piena di cui si ha certa memoria, è quella del 589, che produsse un cambiamento di corso del F. Adige. In antico questo fiume sfociava in mare nel Porto di Brondolo: ma nel 589 avvenne la terribile rotta della Cucca, la quale rivolse il fiume verso mezzogiorno sulla linea di Legnago e Castelbaldo.

589, *17 ottobre.*

« L'Adige gonfiò in tal maniera, che ascese l'acqua fino alle fenestre della Chiesa di San Zenone, come racconta San Gregorio, al quale tal cosa fu riferita da Giovanni Tribuno, che affermava essere stato a quel tempo a Verona ».

(Biancolini, *Cron.*, III, p. 23).

Ecco i due passi di San Gregorio Magno e di Paolo diacono che si riferiscono a questa piena:

« Nam nuper Joannes tribunus relatione sua me docuit, quod Pronulphus Comes cum illic adesset, se cum rege Autharico eo tempore in loco eodem, ubi mira res contigit, adfuisse, eamque se cognovisse testatus est. Prædictus etenim Tribunus narravit, dicens: quia ante hoc fere quinquennium, quando apud hanc Romanam urbem alveum suum Tiberis egressus est, tantum crescens, ut ejus unda super muros urbis influeret, atque inde in ea jam maximas regiones occuparet; apud Veronensem urbem fluvius Athesis excrescens, ad beati Zenonis martyris atque Pontificis Ecclesiam venit. Cujus Ecclesiæ dum essent januæ apertæ, aqua in eam minime intravit. Quæ paulisper crescens, usque ad fenestras Ecclesiæ, quæ erant tectis proximæ, pervenit; sicque stans aqua Ecclesiæ januam clausit, ac si illud elementum liquidum in soliditatem parietis fuisset mutatum. Cumque essent multi inventi interius, sed & acquarum multitudine omni Ecclesia circumdata, qua possent egredi non haberent, ibique se siti ac fame deficere formidarent, ad Ecclesiæ januam veniebant, ad bibendum hauriebant aquam, quæ ut prædixi, usque ad fenestras excreverat, & tamen intra Ecclesiam nullo modo diffluebat. Hauriri itaque ut aqua poterat, sed diffluere ut aqua non poterat. Stans autem ante januam ad ostendendum cunctis meritum Martyris, & aqua erat ad adjutorium, & quasi aqua non erat ad invadendum locum ».

(Sancti Gregorii Papæ cognomento Magni, Opera Omnia. Ven. MDCCXLIV, t. II, pag. 3245).

Ecco il brano di Paulo Diacono, che la assegna ai 17 di ottobre:

« Eo tempore fuit aquae diluvius in finibus Veneciarum et Liguriae seu ceteris regionibus Italiae, quale post Noe tempore creditur non fuisse. Factae sunt lavinae possessionum seu villarum hominumque pariter et animantium magnus interitus. Destructa sunt itinera, dissipatae viae, tantum tuncque Atesis fluvius excrevit, ut circa basilicam beati Zenonis martyris, quae extra Veronensis urbis muros sita est, usque ad superiores fenestras aqua pertingeret, licet, sicut et beatus Gregorius post papa scripsit, in eandem basilicam aqua minime introierit. Urbis quoque eiusdem Veronensis muri ex parte aliqua eadem sunt inundatione subruti. Facta est autem haec inundatio sexto decimo Kalendas Novembris. Sed tantae coruscationes et tonitrua fuerunt, quantae fieri vix aestivo tempore solent ».

(Paolo Diacono, lib. III, cap. 23, in « Monumenta Germaniae Historica, Scriptores rer. Langob. et Italicar. — Saec. IV-IX. Hannover, MDCCCLXXVIII).

Il volume del Ministero dei LL. PP. (1878) cita a proposito di questa piena anche un Gregorio Turonense: ma non ci avvenne di trovare ch'egli ne parli. Parla invece di quella del Tevere (V. Gregorio Turonense, *Historia Francorum*, x, 1).

A proposito di questa piena, va ricordato che nel 589 non esisteva ancora l'attuale Chiesa di S. Zeno Maggiore (sec. ix) e che questa citata può forse essere la Chiesa di S. Zeno in Oratorio, la quale figura nella *iconografia di Raterio*, riportata dal Biancolini. Altri però crede fosse una Chiesetta di San Zeno esistente presso l'attuale Basilica. Veggasi ciò che ne dice il Maffei a pag. 114 e segg. della sua *Verona Illustrata* (ediz. 1826). L'altezza delle finestre della facciata principale della Chiesa di S. Zeno in Oratorio è di m. 2.44 sopra il piano del prossimo marciapiede esterno del vicolo di S. Zeno in Oratorio, che ha la quota di m. 58.00 circa. La quota del pelo di piena sarebbe dunque 60,44. Osservisi però che le finestre di cui parla S. Gregorio sarebbero quelle *prossime al tetto;* e in tal caso la quota della piena sarebbe certo superiore a m. 66,00 sopra il comune marino. Presso S. Zeno in Oratorio la piena del 1882 arrivò alla quota di m. 59,95 sul comune marino dell'Adriatico. Quella del 589 sarebbe quindi stata di 6 metri più alta.

Se invece la chiesa di cui si tratta fosse l'antichissima chiesetta di cui parla il Maffei, allora dobbiamo osservare che il primo gradino della attuale basilica di S. Zeno ha la quota 62.22 m.: che il piano della Chiesetta essendo di m. 1.90 sotto, ha la quota 60.32 c. Le finestre del tetto erano certo ad una quota non minore di 66.00 m. La piena del 1882 arrivò qui presso a circa m. 61.00. Si avrebbe sempre l'enorme prevalenza di circa m. 5 della piena del 589 su quella del 1882. Vi ha certo in tutto ciò alcunchè di meraviglioso.

### 637.

Piena d'Adige (Bocchi).

### 727.

L'anno che seguì (il 726) quasi in tutta l'Italia crebbero oltremodo i fiumi, e tra gli altri il nostro sì fattamente, che per buona parte della città come per un lago si navigava...

(Dalla Corte, *Istorie*, p. i, p. 153).

La ricorda anche il Biancolini (l. c., iii, 25).

**950** (*circa*).

(D). Rotta d'Adige alla Villa del Pizzone dove poi sorse Badia; con disalveazione che originò l'Adigetto (Bocchi). Il Paleocapa mette questa disalveazione nel XII secolo.

**1000** (*circa*).

(D). Rotta d'Adige presso Badia (Bocchi).

**1087.**

« Per inondazione dell'Adice grandissima *dicono* essere caduto in quest'anno quasi tutto il Ponte Emilio e quello delle Navi, restando quasi tutta la città allagata ».

(Biancolini, *Cron.* III, 44).

Anche il Dalla Corte, (p. 235 P. I), dice che l'inondazione dell'Adige rovinò, con quasi tutte le case contigue, il Ponte della Pietra e quel delle Navi; tutto portò via, allagando poco manco de' tre quarti della città. V. anche Moscardo, p. 123, il quale dice che rovinò il Ponte rotto, e non ne restò che una pila nel mezzo.

**1097.**

« Anno domini MLXXXXVII, fluvius Athesis tam fortiter crevit *quod pontem lapideum a Sancto Stephano de Verona* diruit, et Episcopale Palatium fregit, et intravit per basilicam Sancti Zenonis Oratoris ».

Nota trovata dal Muratori avanti il ms. della Cronaca di Paride da Cerea.

V. anche Rizzoni in Biancolini (II, 219), Panvinio (*Antiq. Veron.*, p. 177), Tinto (*Nobiltà di Verona*, p. 496), e Biancolini (III, 45).

**1116.**

V. Biancolini (III, 45). Aggiunge che un forte terremoto seguì, il quale portò grave danno all'anfiteatro. L'inverno fu assai rigido (V. Pighi).

**1117.**

Il Dalla Corte cita in quest'anno una inondazione d'Adige che sommerse la massima parte della città: e aggiunge che:

« quelli che nel primo piano abitavano furono sforzati, lasciando il tutto a discrezione dell'acque, ritirarsi a luoghi alti. Seguì un gran terremoto, e caddero molte case e parte delle mura della città ».

(Dalla Corte, p. I, p. 238).

**1139.** *Agosto 30.*

Anno 1139 fluvius acquae Athesis inundavit III kal. septembris.
(Ann. S. Trinitatis in Pertz).

V. Pighi, *Le inondazioni* (9 e 44).

**1148.**

La piena di quest'anno è ricordata dal Saraina, il quale dice ruinò il Ponte della Pietra, *ch'era rimpetto alla Chiesa di S. Libera.*

**1153.** *Giugno.*

*Del mese de Zugno* el fiume de l'Adese crescete tanto terribilmente che fece caschar il secundo ponte et arrivò *infina a lo altare de la Chiesia Mazore* (Duomo).
(Rizzoni in Biancolini, v. I della p. II, p. 219).

V. anche Moscardo (l. c., p. 129). Panvinio (p. 180) dice che rovinò il Ponte rotto. Il Dalla Corte fa rovinare il Ponte Pietra dalle fondamenta (p. 246) e quello delle Navi. Vedi anche Tinto (p. 498). Biancolini (III, 46).

**1154.** *Maggio 14.*

Die ascensionis flumen Atesis ita crevit quod pons lapidis secundus cecidit.
(Annales Veteres in Cip.).

Nel 1154 il giorno dell'Ascensione fu il 14 Maggio.

**1195.** *Giugno 14.*

Piena, che al dire del Tinte, rovinò la regasta che è sotto il Castello di S. Pietro. Fu rifatta dopo tre anni. Rovinò la parte del teatro che ancor restava in piedi. (V. anche Biancolini, *Notizie*, lib. I, 19 e III, 238), Panvino (p. 187), Tinto (p. 503), Saraina (p. 5). Ne parla anche il Dalla Corte, il quale dice fu accompagnata da smisurate pioggie, inondò la città, e ruinarono tutte le case lungo la riva del Borgo di S. Zeno, sin quasi al Ponte della Pietra « *di maniera tale che come si legge non vi rimase spana di muro in piedi. Durò sette giorni continui* » (l. c., p. I, p. 312).

È ricordata anche dal Moscardo, il quale conferma che *cadde quel muro antico, dove era appoggiata la prima loggia della Naumachia verso l'Adige che ora chiaman le regaste, e*

*similmente ruinò la scena del Teatro.* Sulla Chiesa di S. Stefano fu trovata la seguente iscrizione:

« Millesimo centesimo nonagesimo quinto Indictione XIII Regasta quae extit. juxta pontem a parte inferiori lapideum ceciderunt die sabbati XIIII intrante Junio ».

(Biancolini, *Cron.*, III, 238, e *Chiese*, I, 19).

**1188-1200.**

Grandi rotte d'Adige (Bocchi).

**1231.** *Novembre.*

(V. Moscardo, l. c., p. 168). Vedi anche Saraina (9) e Biancolini (III, 56).

**1239.** *Giugno 26-29.*

1239. 26 Junii flumen Aticis in tantum crevit quod *pontem novum, pontem navium* et omnes alios pontes civitatis Veronae dirupit et fregit et ultra 4 molendina, quae erant in Attice in civitate submersit, et pontem Sancti Vitalis et murum portae de Morbio et in pluribus aliis locis muros civitatis Aticis aqua demersit, et plures domos in insuolo et in civitate implevit acqua et dirupit. Et fere *per quator dies* et plures aqua Aticis per civitatem fecit transitum cum maximo decursu, et deinde cessavit.

(Parisio da Cerea in Pertz).

Il Codice di Aix (sec. XV), che è il più antico della Cronaca del Parisio, dice invece: « *Eo anno* III *Octobris* . . . ».

Nell'edizione della Cronaca del Muratori si legge invece:

« Et eo anno IV Octobris MCCXXXIX. XXIV Junii flumen Aticis in tantum crevit ».

La stessa lezione dà il ms. 780 della Bibliot. Com. di Verona: colla sola differenza che mette « III *Octobris* ». È del secolo XVI.

Invece il ms. n. 885 della medesima Biblioteca, pure del sec. XVI, dice solo: « *Et eo anno 3 Octobris 1239 in tantum crevit* » . . .

**1239.** *Ottobre 3.*

Sul muro del presbitero, a destra entrando, della Chiesa di S. Zeno Maggiore esiste un grafito espresso così:

« *1239. Ladese piena de ladese meno sio* (menò giù) *3 pōti* (ponti) *preda, novo, nave a dì 3 ottobre* ».

(Cfr. Maffei, *Verona illustrata*, c. VI, 147).

Ecco il grafito, fatto rileggere in sito, riprodotto nell'ordine delle parole, con cui sta scritto:

1239
LADESE PIENA
DE LADESE ME
NO VIA 3 POTI
PREDA NOUO
NAUE ADI
3 OT.

*La parola nella linea 4, che fu letta* vo, zo, sio, *io credo che sia un puro e semplice* via, *colla curva superiore dell'*a *che va a toccare l'asta dell'* i. *La forma dell'* a *mi pare abbastanza simile a quella delle altre* a *dell'iscrizione. Resterebbe peraltro la difficoltà che questo scarabocchio è chiuso inferiormente.*

Questa osservazione è del signor Da Re, egregio impiegato della Biblioteca comunale di Verona.

Sopra la facciata della Chiesa di S. Stefano si legge la seguente iscrizione che si riporta nell'ordine con cui sta scritta:

MCCXXXVIIII ID XII EX . . . . . .
VI. NON. OCTB. CREUIT ATES. PONTES RUPIT OS EXCEPTO LAPIDO
MURU CIUITATIS ET DOMOS MULTAS PIECIT. ET MA
LA ALIA SINE NUMERO FECIT IMPTE F
SCDO Q TC ERAT I CASTRIS SUP MEDIOLANUM AN IMPII EI' IXX

---

Questa iscrizione mette la piena al 2 d'ottobre; Parisio da Cerea, invece, la mette al 3.

L'iscrizione si legge:

« 1239. Indictione XII ex . . . VI nonis octobris crevit Athesis pontes rupit omnes excepto lapideo, murum civitatis et domos multas projecit et mala alia sine numero fecit imperante Federico secundo qui tunc erat in castris supra Mediolanum, anno imperii ejus IXX ».
(V. Biancolini, *Suppl.*, ed. 1749, p. 241 e Chiese, 21).

1239. Athas ita crevit quod diruit muros civitatis veron. in duas partes et *pontes ceciderunt.*
(Ann. veteres).

Una inondazione avvenuta verso la fine di ottobre è citata dal Dalla Corte a pag. 383 (l. c., p. 1). Dice che la stagione era stata caldissima; . . . crebbe l'Adige oltremodo, *molto più di quello che egli avesse mai per l'addietro* fatto. Dice che nei Borghi di S. Zen, d'Ognissanti e di San Silvestro non lasciò cosa alcuna in piedi . . . *Portò via anche il Ponte Navi, e conquassò quello della Pietra*, e le mura della città . . . V. anche Moscardo, l. c., 183, che la fissa al 3 ottobre. Il Saraina (p. 15) la cita pure e dice durò 4 giorni.

**1243.** *Novembre 6-9.*

Furono quest'anno nella fine del mese di ottobre e nel principio di novembre copiose e continue pioggie . . . per queste ingrossarono fuor di modo i fiumi e principalmente il nostro . . . . . abissò quasi tutta la città . . . *Durò questa inondazione nel sesto giorno di novembre, continuò per tre giorni continui* . . .

(Dalla Corte, p. 1, p. 446).

**1274.**

Rotta d'Adige sotto Legnago (D). (Bocchi). V. anche la pubblicazione ministeriale del 1878, che dice l'esistenza di tal rotta inferirsi da un documento dell'Archivio de' Frari a Venezia.

**1276.** *Ottobre (fine) (9 giorni).*

« Il fiume allagò la città . . . caddero molte case . . . l'inondazione incominciò nel fine di ottobre, e durò per nove giorni continui . . . ».

(Dalla Corte, p. 1, p. 515).

Secondo alcune effemeridi veronesi accennate dal Pighi nella sua *Appendice sulle inondazioni d'Adige*, tale piena sarebbe durata dal 14 al 29 ottobre. Il Bocchi mette in quest'anno « quattro mesi di piove e rotte ».

**1284.** *Autunno.*

Inondazione citata dal Dalla Corte (p. 1, p. 551).

**1300-1307.**

(D). Rotta al Pizzon (Bocchi).

**1310-1315.**

Varie rotte di sito incerto (V. Pubblicaz. Minist. 1878).

**1331.** *Ottobre (fine).*

Fu quest'anno una pena grandissima, perciocchè per 5 mesi continui, che furono Maggio, Giugno, Luglio, Agosto e Settembre, non piovè mai... Nella fine del mese di ottobre crebbe l'Adige... in guisa che in molti luochi inondò la città... e conquassò talmente i ponti che vi eran sopra, che vi fu di bisogno poi farli accomodare...

(Dalla Corte, *Ist.*, p. II, p. 29).

**1339.** *Novembre.*

« Circa mensem novembris Athasis taliter tumuit quod alveus ejus undas non valuit retinere sed diffusus ubique et fluens impetuose more torrentis domos plures et pontem Sancti Zenonis et pontem de Sancto Silvestro atque *pontem navium* diruit ».

(Ann. vet.).

**1345** *e* **1349.**

Due rotte d'Adige; una nel Rodigino (Bocchi).

**1385.** *Ottobre 24.*

« El fiume de ladese crescete sì forte che l'andò insina a le Fornase e in più lochi de Verona ».

(Cronache in Biancolini, II, 6).

« Anno 1385. Flumen Aticis die XXIV octobris ita crevit quod Burgum Sancti Zenonis, Insulam de medio, locum Braidae inundavit, et usque Ecclesiam Sanctae Mariae Antiquae ascendit ».

(Orti, *Cron. Scal.*).

« ..in quest'anno l'ultimo di ottobre, o come altri dicono, il secondo di novembre, crebbe talmente il nostro fiume che delle cinque allagò le quattro parti della città... minando molte case... *durò sette giorni questo diluvio* ».

(Dalla Corte, II, 185).

V. anche Moscardo (245). Vi furono rotte d'Adige a destra e sinistra (Bocchi).

**1386.** (*7 giorni*).

« L'Adice inondò gran tratto della città, e spezialmente la contrada di S. Zeno, durando sette giorni l'aqua nelle strade ».

(Biancolini, *Cron.*, III, 77).

V. anche il Moscardo (l. c., p. 245).

**1388.** *Ottobre 24.*

« Adì 24 octobre el fiume de l'Adese crescete infine a San Massimo, e andò per mezzo la *via de la Beverara* in sina *a le For-*

*nase*, e andò in el Monasterio de S. Bortolomè de la Levà, per mezzo la via di Calderari, infino alla casa di Ciserchii verso la Brà, e infino a la casa de Zuan de la Tore e al muro novo ».

(Cron. in Biancolini, II, 9).

V. anche Dalla Corte, II, 207, e Moscardo, 249. Il Corte la pone al 24 e 27 agosto.

**1300-1400.**

(S) Rotta Sabadina, origine di quel diversivo (Bocchi).

**1402.**

(D) Rotta a Badia (Bocchi).

**1405.** *Giugno 11.*

Piena ricordata in una Cronaca anonima edita anche dal Biancolini (*Chiese di Verona*, VIII, 340).

**1418.** *Ottobre.*

Gran rotta sotto Legnago (Bocchi).

**1430.** *Ottobre.*

« L'anno 1430 el fiume ladese crescete tanto che l'arrivo in su la via de la Beverara ».

(Cron. in Biancolini, II, 58).

V. anche Biancolini, III, 84, che la pone in ottobre, e il Moscardo (p. 276), il quale dice che il verno del 1431 fu freddissimo. V. anche Dalla Corte, II, 321.

**1434.**

Rotta d'Adige a Castagnaro (Zambelli). V. anche Pighi (12).

**1438.** *Settembre.*

Rotte d'Adige a Malopera e Castagnaro. Comincia da quest'anno lo stabile disolveamento d'Adige da quelle bocche. Formazione di Canalbianco. (Bocchi). V. anche Moscardo (lib. x), e Paleocapa (l. c., 7).

**1443.**

Ducale che secondo l'avviso del Paleocapa ordina di *chiudere* il Castagnaro: secondo il Zendrini invece, di regolarne la bocca.

**1460.** *Maggio.*

È citata in una *supplica* datata 13 giugno 1460 e stampata dal Giuliari nell'*Aned. XXIII Dial. Veron.*, e dal Pighi. Ne riportiamo alcuni brani:

« 1460. 13 Giugno. Li cittadini che hanno le sue possessione in la villa de Tomba e lo comun de Tomba prega le sapientie vostre spectatissimi de Conseglio *chel vi piacque de mandar vostri cittadini a far tal provisione ali nostri arcerini de Bussè aciò non più vada di sopra per escresentia de l'Adese*, come hanno fatto per fin hora... Unde suplichemo ale vostre spectabilità che ne ministra justicia, chè siamo apresso Vui in observation de li vostri statuti aciò che la rason non perisca; *aricordandovi questo che in questo anno di mazo due volte l'Adese ha roto questi nostri arcerini, e cum la Iddio gratia l'habiamo presa* (la rotta?) *ma cum una gran faticha:* e così se mettemo in le Braze de la justicia vostra *che la provision sia fata, e presto*... credemo che la spesa sarà grande e forsì de più de doa millia libre... Ma per utile e bene *de li Comuni a chi tocha a far questi arcerini e de X anni in X anni*, come fa tutti gli altri arceri segondo l'ordene de la vostra Ill.ma Signoria nui cittadini consorti di Tomba e lo Comun de Tomba, monta quanto si voglia la provision (che) sera faza a questi arcerini, *se obliga de farli per 200 ducati, et absolvere li comuni de fora* per anni xxv... ».

Abbiamo sottolineato anche i brani che riflettono la questione della competenza della spesa, la quale verrà ridiscussa più avanti parlando della piena del 1757.

**1487.**

Piena accennata dal De Rorai.

**1490.** *Maggio.*

« Quest'anno ancora nel mese di maggio crebbe in maniera l'Adige che havendo in più luoghi, e massime in Anghiari rotti e superati gli argini, allagò un gran paese... ».

(Dalla Corte, p. 442).

Fu in quest'anno un inverno assai rigido.

**1493.**

Rotta al Pizzone presso Badia (D). (Bocchi).

**1493.** *Ottobre 4-7.*

« L Adige per inondazione grandissima apporta notabili danni alla città... Cadde il ponte delle Navi che dalla Repubblica fu con gran spesa e più bello rifatto ».

(Biancolini, *Cronol.*, III, 89).

« Adì 4 de octobrio. Crescete el fiume de ladese in tanta altezza che fu estimà che le tre parte de Verona fusse sotto acqua. Rompete la Chiesa de San Zen Oradoro, et rompè el muro de la fossa de Castel vecchio et rovinò alcune case per Verona, et correva l'acqua per tutto quel borgo et era *alta in S. Bernardino più de un pè*, et fu forza romper el muro a la porta del palio, a ciò che l'acqua andasse in quelle fosse, e rompete etiam *il ponte de le nave*, che era de preda, de la tore inverso de Fermo, et arrivò infino *in suso la piazza di Signori*, et fece de gran danni in Verona e in Veronese, e adì 6 del predicto cominciò a calar... ».

(Rizzoni in Biancolini, II, 102).

Sia memoria a chadauna persona che lezera le infrascripte cose, como el zorno driedo san francesco che fu de *sabato adi 5 otor 1493 comenzo la nocte acrescer cusi fortemente l'adese che con grandissimo impeto intro nel nostro monasterio di san Zuane de la beverara nela cita de Verona nel borgo de san zem orador*. E per *tri zorni, e nocte semper* con grandissima furia le onde dele aque combateva nel mon.°, e roino uno volto de queli del refictorio, e roino el pozo dela infermaria, e roino la capa dela stuua, e guasto el capitulo el lauoratorio el vestiario le camare terene dela infermaria el refictorio, etiam li altri luogi tereni tuti guasti, e desabitati per modo che ogni cosa menaziaua ruina li muri del dormitorio in molti luogi era fendudi da terra perfin al teto doue pareua che ogni cosa tremase per el sforzo de l'aqua.

De sopra dali muri del mon.° per nostro secorso, e aiuto viene el dig.mo canonico vicario misser lonardo graso fratelo del capitanio de citadela com pur asai soldati, e el nostro confesor, e altre persone che abitaua in una certa casa del mon.°, e fece pur asai repari, l'impeto de le onde ogni cosa destruzeua, e nina cosa poteua zoar.

Con licentia del capitulo la ven.madre sor Isabetha da lazixe e sor anzola sua zermana che era vicaria la qual era veneciana insieme con la mazor parte delle sorele, con l'aiuto di messer dn̄dio e de questi homini da ben, fosemo portate a una a una pasando l'impeto de l'aqua, butata zoso una ruda fosemo schalade fora da li barconi dela casa doue staseva el nostro cofesor et intrade neli bruchy per fin pasado san Zen orado, e poi mese a terra, esendo hore 24 quel medemo zorno che principio l'aqua, con grandissimi dolori, e spaventi, eremo come morte per tanta amaritudine, E fosemo condute al mon.° dele done da san spirito le quale per sua gratia ne aceto voluntiera ancora non aueuemo disnato niente, e tuta la note, e 'l zorno eremo afadigate. E sequente zorno ne usi fora de le altre sorele, ge ne remase le quale pasato che fu tanta fortuna governo le cose del mon.° pero che le onde aueua moso ogni cosa da i soi luochi tanto era alta l'aqua che sopra auanzaua la testa de uno grande homo bisognava che tute quele che era rimase stese in solar. Poi *pasati li tri zorni le aque comenzete a chalar* pasati dui mesi comenzesemo a ritornar al mon.° parte rimase a san spirito perfin ala passchua de la resuretione per che li era mal sane. Era abbadessa in quel tempo a san spirito la Rda madre sor Isabetha di negrini, e priora sor benedeta dal cenago.

(R. M. S. G. E.).

Il Dalla Corte pone questa piena nel 1494. Il Moscardo invece nel 1493 e dice che nel 1490 e nel 1491 fece molto freddo (324). Questa piena è anche ricordata dalla iscrizione seguente (V. Da Persico, II, 3), la quale trovasi sul Palazzo Da Lisca (presso il Ponte Nuovo), sulla facciata verso Adige, dopo la quinta fenestra del pianterreno contando dalla più vicina al ponte:

CONTEXIT SAXVM
HOC ATHESIS TOR
RENTIBVS VNDIS
IN SEXTUM OCTOB
RIS TANTA RVINA FVIT
MCCCCLXXXXIII.

L'altezza della iscrizione sotto l'estremità del marciapiede in pietra verso il ponte (attiguo alla casa) è data dalle misure seguenti: lembo superiore m. 1,12 sotto il detto piano; lembo inferiore m. 1,77. Le quote risp. sopra il comune marino sarebbero 56,58 e 55,93.

La piena del 1882 arrivò a 57,60 a valle e 58,10 a monte del Ponte Nuovo.

Il dislivello tra le due piene risulterebbe qui di 1.60 m. Essendo poi quella del 1882 arrivata a San Bernardino a m. 2,24 sul suolo, e questa ad oltre un piede (0.34), si avrebbe colà un dislivello di m. 1.80 circa.

Se si osserva che il Rizzoni dice altrove essere la piena arrivata in S. Bernardino 3 piedi sotto quella del 1512, si avrebbe qui invece un'altezza di 0.67 (2 piedi), e un dislivello di 1.57, che coincide quasi con quello al Ponte Nuovo.

Si riferisce a questa piena del 1493 un curioso documento in data 9 aprile 1494, pubblicato dal Giuliari (*Anedd.* XXI, *Dial. Veron.*). Ne riportiamo un brano:

« A voi Mag.ci et Clar.mi signori Rectori e spectatissimo e generoso consiglio de la Magnifica città de Verona reverentemente fi exposto per nome de Barnaba da Angiari e Jacomo Garbella... li quali hanno le case sue contigue l'una e l'altra non molto lonzi da la ripa de l'Adese, dove se dice in Coalonga, che nel tempo de la excresentia de l'Adese... che fu del mese de octobre proxime passato, la qual roinò el ponte de la Nave, *le ditte case* de li ditti vostri cittadini inundati dal ditto fiume de l'Adese *sono sfesse e manazano ruina per esser calati li fundamenti da la inondatione de l'acqua*... Unde li ditti vostri servitori supplicano a le Mag.tie e Sp.tà vostre se degnino... concedergli che possano fare uno barbacan per tanto quanto se extendano le fazade de le ditte sue case ».

**1495.** *Autunno.*

Gran pioggia e disastri.

**1499.**

Rotta a Barbuglio (Lendinara), rimasta aperta 3 anni (D). (Bocchi).

**1502.**

(D). Rotta sotto Badia (Bocchi e Paleocapa).

**1503.**

« Del anno predicto se incominciò a far el ponte de la preda, el qual prima era de legname, et non era ancora ben compido, che ne rovinò una gran parte e poi fu fatto de legname ».

(Rizzoni in Biancolini, p. 110).

**1504.** *Aprile 15.*

Un decreto del Senato veneto diede la prima regolazione alla bocca del Canal Castagnaro. — Dal 1438, anno in cui la rotta era avvenuta, pare che l'acqua d'Adige ne scendesse affatto libera, con pericolo che presto o tardi il fiume vi si volgesse. Vi si fece una rosta o impianconatura con pali quadri all'incile, onde permettere che l'Adige vi si bipartisse equamente. Fu compiuta nel 1508.

Colla regolazione del 1504, dice la pubblicazione ministeriale (1878), prevalendo il principio *dei diversivi*, si sistemarono tutti gli alvei pei quali l'Adige cedeva lateralmente parte delle sue acque. Così si regolò oltre al *Castagnaro*, anche l'*Adigetto*, il *Malopera*, il *Canal di Loreo*, la *Rotta Sabbadina*, la *Fossa Lovara*, e il *Canal di Valle* (p. 34).

**1505.** *Marzo 13.*

(D). Rotta fra Lusia e Boara (Paleocapa).

**1512.** *Ottobre 1-3.*

Adì primo octobrio el cominciò crescer el fiume de l'Adese et crescete infina adì 3 del dicto mese in tanta altezza che annegò quasi le due parte de Verona, et *crescete tri piedi più* che non fece lo anno 1493 et era alta l'aqua del pozo de la cicogna a andar verso la porta del palio 11 piedi; coreva etiam comenzando a la porta de Brà in fina a la poza de S. Spirito et per lì andava per lo ospedal

da S. Jacomo a traverso quelle case broli infino a la porta del palio; e lì usciva fora per il muro che fu rotto, *et era alta in su la dicta contrà de la Giara in alcuni lochi 10 piedi;* fece rovinare un pezo de muro de le fosse de Castelvecchio, un pezo de muro de la Cittadella appresso a la porta de la Brà, et fece rovinar circa diese case in el dicto borgo, et in *la Chiesa de S. Bernardino era alta l'acqua 5 piedi*, poi in el corpo de la tera de Castelvecchio infino a la piaza ogni cosa era sotto acqua, talchè non se li podeva andar. Vene in sino in la Chiesa del Domo e in lo hospedal de la pietà alta 3 piedi. *Rovinò due volti del ponte novo che era de preda, rovinò il ponte de la preda che era de legname*, rovinò etiam molte case in Isolo et fece altri assaissimi danni in Verona e in Veronese.

(Rizzoni in Biancolini, II, p. 147).

In *via di mezzo porta S. Zeno*, sul pilastro della porta della casa n. 16 leggesi scolpita la iscrizione seguente. Il Zambelli crede accenni a questa piena; è alta sul livello stradale m. 0.90. Eccola:

LADEXO
ISI R

Forse vuol dire *ladige quivi arrivò*. Di fronte c'è quella del 1567: redatta colle analoghe parole: *67. R. 31 otto ladexo;* il che non rende improbabile la congettura che la suddetta iscrizione accenni alla piena del 1512.

Su un pilastro del cortile della Prefettura si legge:

LADESO . I

È a m. 1.03 dal suolo la base delle parole. Forse, e più probabilmente, accenna a quella del 1567.

Altra iscrizione è al *Dazietto di S. Lorenzo*, esternamente, sul muro normale al fiume, a valle. Eccola:

: D : 4 DE OTOTORO 1512
VENE QV: LAQA

La prima linea, alla base delle parole è a m. 2,26 sul suolo; la seconda a m. 2,19. Il piano stradale sottoposto è di m. 0,42 più basso del piano della stanza del dazio. L'iscrizione deve intendersi evidentemente: *adì 4 di ottobre 1512 venne quì l'acqua.*

Altra lapide esistente nel *chiostro interno di S. Bernardino* dice:

ANO DNI
MDXII DIE III
OCTOBRIS ATHESIS
HVC ASCENDIT

Il segno della piena è a m. **1.69** sopra il suolo del chiostro.

Il Rizzoni dice che nella Chiesa di S. Bernardino l'acqua era alta 5 piedi, il che darebbe precisamente il piede veronese eguale a 0.338 m. La media delle misure da noi ricavate sul ponte di Castelvecchio essendo di m. 0.341, lo riterremo senz'altro qui di seguito di **0.340** m.

L'altra lapide esistente nel vicolo Ponte Nuovo sull'angolo di faccia a S. Maria in Chiavica, dice:

MDXII ADI III E A. IIII
OCTOBRIO LADEXE
FU A QVESTO SEGNO

Il segno di piena è a m. **1.32** sopra il piano del sottoposto marciapiede.

Altra iscrizione che ricorda la piena del 1512 esiste sugli stipiti del portone della casa n. 9 sul corso Cavour (casa Monga ora Carnesali, presso Porta Borsari, quella di faccia a casa Carlotti).

Sullo stipite sinistro entrando sta scritto:

ATESIS
MDXII III OCTOB.

E di fronte:

IIVCVSQUE
AQUA INUNDAVIT

Il segno di piena è a m. **1.05** sopra la soglia del portone.

Il Dalla Corte (*Ist.*, p. II, 544) parlando di questa piena del 1512, dice che fu due piedi più alta di quella del 1494 (leggi 1493): dice che caddero molte case, e annegarono molte persone. E aggiunge: « *Cadde fra l'altre cose il Ponte della Pietra nelle ruine del quale si trovò quel bellissimo marmo, che come si disse vi fu posto nei tempi del Re Berengario, nel quale erano scritte quelle lettere,* OCTAVIAE C. F. ET SOR. CHARISSIMAE ET SIBI, *si come afferma il Saraina, il quale dice di averlo veduto* ». Il marmo però non portava che l'iscrizione:

OCTAVIAE
C. F.
EXORATA (*e*)

ed era un marmo sepolcrale, come lo attestano le figure esi-

stenti sopra l'iscrizione. Ora è nel Museo Filarmonico (V. Sc. Maffei Verona Illustrata e Mommsen, C. I, L. v, 373).

Questa piena il Moscardo la pone nel 1513 (l. c., p. 359).

**1515.**

(D). Rotta a Lusia (Bocchi). Ricordasi che nel 1514 fu un inverno rigidissimo.

**1516.**

(D). Rotta a Lusia (Paleocapa).

**1518.**

(D). Rotta alle Beverare poco sotto Borgoforte.

**1519.** *Novembre 30.*

(D). Rotta ad Anguillara.

**15..** (?) *Giugno (23).*

Ad altra piena del secolo XVI pare accenni l'iscrizione seguente:

L . . . ADI (23) ZVGNO VENE QVI LAQVA

Trovasi al Dazietto di S. Lorenzo sul muro normale all'Adige, a valle. È m. 1,23 sul suolo sottoposto.

**1520.** *Agosto 30-31.*

« Adì 30 auosto (1520) lo fiume de l'Adese crescete in tanta altezza che andò per la contrà di Ogni Sancti in fina a la porta del palio, et dı la Porta de Borsari sotto riva e in Brà et da li lioni et fu circa 4 piedi manco che non fu l'anno 1512. Adì 31 el cominciò calar ».

(Rizzoni in Biancolini, II, 200).

**1521.** *Ottobre 8.*

« Adì 8 octobrio crescete el fiume de ladese ma non in tropo altezza vene infina in Bra et sotto Riva e rompete appresso a Legnago da l'un lato e da l'altro ».

(Rizzoni in Biancolini, II. 205).

Vi furono rotte a Legnago (Bocchi).

**1530.** *Maggio.*

« ... *il maggio di modo il nostro Adige e il Po inondavano questi nostri paesi... che per ricordo d'uomini nè per iscrittura* non se intese che l'*acqua* arrivasse mai tanto *alta*, essendo per alcuni giorni prima venuta quasi continuamente una grandissima pioggia... non senza qualche segno di terremoto... ».

(Dalla Corte, p. 679, l. c.).

Ne parla pure il Moscardo (l. c., p. 401), V. anche Biancolini (II, 209 e III, 93). Paleocapa registra in quest'anno una rotta al Bosco Vecchio presso Lezze (D).

**1534.**

(D). Rotta alle Beverare e alla Boara (Paleocapa).

**1537.**

(D). Rotta alla Garzara (Paleocapa).

**1538.**

Rotta presso Lezze (Paleocapa).

**1542.**

(D). Rotta al Mortaro (Paleocapa).
(D). Rotta al Ronchetto (id.).

**1545.**

Si rileva il fondo d'Adige alzarsi pel ritardamento del suo corso prodotto dal diversivo Castagnaro. Giovanni Carrara, spedito dal Governo Veneto riferì che la bocca di esso levava all'Adige 2|3 d'acqua in magra e 4|5 in piena. Propose due castelli di travi per restringerla ed uno stramazzo di palafitte costituenti cassoni che si riempirono di sassi.

La bocca di Castagnaro era più larga della Fossa Chiròla (Adige) pertiche 42 (m. 87,62) ed aveva 4 piedi (m. 1,39) di maggior caduta.

**1545.** *Settembre.*

« Nell'anno 1545 nel mese di settembre, sotto la Pretura di Almarò Barbaro crescette l'Adige... ».

(Moscardo, l. c., p. 414).

V. anche Panvinio (17) che la mette nel 1544, e Biancolini (II, 95). Rotta a Castagnaro (Bocchi).

**1546.** *Marzo 3.*

Si decretarono le opere proposte dal Carrara nel 1545.

**1546.** *Maggio.*

« Nel mese di maggio dell'a. 1546 crescette cotanto l'Adige per la gran quantità di neve che si disfece nelle montagne che ritornò a romper gli argini a Castagnar ».

(Moscardo, l. c., p. 415).

**1547.** *Giugno 15.*

Questa piena sarebbe indicata da una iscrizione esistente al *Dazietto di S. Lorenzo* (muro normale al fiume a valle). Eccola:

..47 ADI 15 ZV.NO ARIV.E QVI LAQVA A

Avanti il 4 c'è una cifra che pare un 5 e dopo ce n'è altra che sembra un 7. Il segno è a m. 0,80 sul piano stradale.

**1559.**

Rotta d'incerto sito citata dalla pubblicazione ministeriale (1878).

**1561.** *Settembre 23.*

Si decreta di chiudere la cunetta, lasciata a destra dal Carrara nel 1545 in Castagnaro, con una pianconatura.

Venne istituita la Presidenza del Castagnaro o Consorzio, che fu il modello per l'instituzione degli altri.

**1563.**

(D). Rotta a S. Martino dirimpetto all'Anguillara.

**1564.**

È citata dal Moscardo (424) e dal Biancolini (III, 95). Rotte a Scardovara, Ronco e Cavarzere (Bocchi).

**1564.** *Maggio 15 e 16.*

(D). Rotta alla Boara in Volta Vianova. Il 15 pure rotta a Lusia (S.) e il 16 a Piacenza (D). (Paleocapa).

1565. *Maggio 24.*

(D). Rotta a S. Martino. Il 25 id. al Barbuglio (S.) (Paleocapa).

1566. *Maggio 29.*

Rotta d'Adige alle Beverare (D) ed a Lusia (S.).

In quest'anno fu chiuso il *Canal di Valle*, o più precisamente fu ridotto a semplice canale di navigazione. (Vedi Pubblic. Min , 1878, pag. 34).

1567. *Ottobre 2.*

(S.). Rotta a Lusia (Paleocapa).

1567. *Ottobre 30-31.*

« Si declara p. il presente scrito come adì 30 ott° 1567 la mattina a hore 12 in giorno di giovedì l'aqua dell'Adese cressete in tanta altezza... che nel termine di hore 5 intrò nel nostro Mon°... et vene in tanta altezza che aggionse *alli capiteli delle colonne della loggia*.... »

(R. M. S. G. E.)

« Il trenta ottobre di quest'anno l'Adice inondò in guisa che per l'addietro non si ricordava una escrescenza sì grande; onde in tavole di pietra nella facciata della Chiesa della Vittoria presso alla porta; sopra un canto rimpetto al Monastero di Santa Maria in Organis; sopra l'altro in capo al Ponte rimpetto alla Dogana d'Isolo per ire a S. Chiara, e in faccia alla minor porta della Chiesa di S. Tomaso furono poste le iscrizioni del segno fin dove l'acqua era ascesa ».

(Biancolini, *Cron.*, III, p. 97).

(V. anche Moscardo, 245).

Questa piena del 1567 è delle più famose; in qualche sito le iscrizioni la indicano più alta di quella del 1882: l'ing. A. Zanella nelle sue *Osservazioni intorno ai tagli d'Adige in Tirolo* la calcola di m. 0,466 superiore a quella del 1757.

L'Adige ruppe alla Bova Badia (D). (Bocchi). In tutto nove furono le rotte.

A Pescantina sulla Casa Comunale esiste un segno di questa piena a m. 2.80 dal piano stradale. Questo segno è di 0.07 m. più alto di quello del 1882.

In via di mezzo Porta S. Zeno, casa N. 16, sul pilastro

del Portone, si legge: *67. R. 31 Ott. ladexo.* È a m. 1.25 sul livello stradale. Ecco l'iscrizione testuale:

67. R
31 OTTO
LADEXO

che si legge: *1567. Arrivò 31 ottobre l'Adige.* Il segno di piena è a m. 0,65 sotto quello del 1882.

La seguente iscrizione è nella *Chiesa di S. Giovanni in Fonte* (al Duomo) internamente (muro a sinistra).

HVCUSQ . ATHESIS
MDLXVII
XXX OCTOB.

La parola *hucusque* (che ha sulla coda del Q un girigogolo) è a m. 2.40 sopra il pavimento; i due lati estremi orizzontali della tavoletta sono risp. a m. 2.22 e 2.60. Il segno lasciato dall'acqua di piena del 1882 è a m. 2.77. Dislivello m. 0.37.

Nel Foglio Periodico della Prefettura di Verona (pag. 848), (Verona 1883), troviamo il brano seguente:

Via degli Scalzi. — Il conte Carlo Cipolla essendosi recato sul luogo, in una delle case che vanno abbattute, riscontrò a m. 3,05 dal suolo attuale e 3,55 dal suolo antico (a metri 9,50 dal cantone della linea di case che sta di fronte) un segno indicante l'altezza raggiunta dall'acqua nell'inondazione d'Adige, rimasto sconosciuto al D. Antonio Zanbelli: « *1567* [[ *a' 31 dottor . laqua g (iuns) e* ]] *al segno — che qua sopr(a)* ». L'iscrizione è graffita sul muro. Avvertitone il Municipio, questo l'assicurò che conserverà il segno, e vi apporrà una lapide ».

Estratto del verbale dell'adunanza 31 agosto 1883 della *Commissione conservatrice dei monumenti, oggetti d'arte ed antichità.*

Nel portone della casa n. 9 del Corso Cavour sta scritto rispettivamente sugli stipiti a sinistra e a destra entrando:

| *Stipite sinistro* | *Stipite destro* |
|---|---|
| ATESIS XXXI OCTOB | HUCUSQE |
| MVLXVII | AQUA INUNDAVIT |

Il segno di piena è a m. 1.73 al di sopra della soglia del portone. Dislivello con quella del 1882 di m. 0.75 (sotto).

Altra iscrizione abbiamo nel *Vicolo S. Caterina* in principio verso lo Stradone di S. Antonio del Corso:

DIE XXX MEN.
OCTOB. ATHESIS
HUCUSQ. PERVENIT
MDLXVII

Il segno di piena del 1567, indicato da due mezzi circoli tracciati sulla coda del Q di *hucusque* è alto m. 2.25 sopra il sottoposto marciapiedi del Vicolo; ed è alto metri 1.18 *sopra* il segno di piena del 1882 che ivi pure si trova indicato in apposita tavoletta di pietra.

Altra iscrizione trovasi lungo la Via Ponte Pignolo, Casa n. 9, sull'angolo del *Vicolo Mustacchi:*

VIATOR HAEC HICTABULA
POSITA EST UT PERPETUO
SCIRI POSSET SUMMAS
NRI FLUMINIS
ACQUAS HUCUSQ.
PERTIGISSE
DIE XXX OCTOBRIS
ANO MDLXVII
ET SICCITATE ET
DILVVIIS INFAUSTO

Il segno di piena del 1567 che corrisponde alla parola HUCUSQUE e che è sulla mezzaria della tavoletta trovasi a m. 1.67 sopra il piano del sottoposto marciapiedi, vale a dire alla quota di m. 57.94. I due lati estremi superiore ed inferiore della tavoletta trovansi invece a m. risp. 1.88 e 1.45. Il segno di piena del 1882 è a m. 2.18 (58.45) sul piano medesimo del marciapiedi. La quota del detto marciapiedi è di m. 56.27. Dislivello fra le due piene m. 0,51.

Sulla Facciata della *Chiesa della Vittoria* a sinistra:

HUCUSQ. INUNDAVIT
ATHESIS ANN. MDLXVII
DIE VL (*sic*) MEN. OCTO.
ANNO VERO 1757
DIE SEC. SEPT.
SUPERAVIT

Il segno del girigogolo posto sulla coda del Q di *hucusque* è a m. 1.05 sul piano stradale; l'altro segno speciale messo

dopo l'OCTO., che sembra il segno di piena, è a m. 0.99 sopra il detto piano. Il segno della piena del 1882 che è più avanti è a m. 1.95 sul suolo stradale. Dislivello m. 0.90.

E nel chiostro interno di S. Bernardino trovasi l'altra:

MDLXVII DIE XXXI
OCTOBRIS ATHESIS AD
ALTITUDINEM HANC
PERVENIT___

Il segno di piena è a m. **2.25** sopra il piano del sottoposto pavimento. Quella del 1882 arrivò a m. 2.24 sopra il pavimento.

Al *Dazietto di S. Lorenzo* si ha nella stanza sul muro a valle normale al fiume, una tabella con l'iscrizione:

ATESIS
MDLXVII
I OHTOB.
VHVSQ.
AQVA IN
VNDAVIT

Il Q della parola *hucusque* ha il solito girigogolo; e trovasi a m. 2.56 sul pavimento della stanza. I lembi inferiore e superiore della pietra sono risp. a m. **2.44** e **2.72** sopra il suddetto pavimento. La piena del 1882, fu a m. 3,19 sopra il detto pavimento.

**1568.**

(D). Rotta alle Beverare (Pal.)

**1569.**

Rotta d'Adige a Borgoforte (Bocchi e Paleocapa).

**1571.**

(D). Rotta a Borgoforte (Bocchi e Paleocapa).

**1573.**

(D). Rotta ad Anguillara (Paleocapa).

**1574.** *Ottobre 28.*

Rotta a Camponovo poco sopra a Beverare ed a Mardimego al sito Ca' Tiepolo (D). (Paleocapa).

« L'Adige crescete in modo che dopo fatti molti danni nella Città ruppe anche gli argini d'Anghiari ».
(Moscardo, l. c., p. 434).

(V. anche Biancolini, III, 98).

**1575.**

Come nel 1574.

**1584.**

Tre rotte (D): una alla Boara, l'altra a Concadirame, la terza alle Chiappe (Paleocapa).

**1585.** *Giugno 17.*

(D). Rotta a Concadirame.

**1585.** *Luglio 13.*

(D). Rotta al Bosco Vecchio presso Lezze. (Paleocapa).

**1586.**

(D). Adige rompe al Bosco Vecchio nel luogo Loredan.

**1589.**

(D). Adige rompe alla Roverella.

**1589.**

(D). Rotta d'Adige. Portò via il ponte della Badia.

**1595.**

(D). Rotta alle Chiappe (Paleocapa).

**1596.**

(D). Rotta alla Roverella (Paleocapa).

**1597.**

(D). Rotta a Volta Smergon e due altre d'incerto sito (S.) (Paleocapa). Id. a Ronco.

**1597.** *Luglio 8.*

Trovo nell'*Archivio storico veronese* (del Perini), vol. XVII, aprile 1883, pag. 30 32, una lettera di Vittorio Cavazzocca dei Mazzanti, in cui si ricorda una piena dell'Adige non registrata nè dal Pighi, nè dal Zambelli. La narrazione di questa piena è tolta dalla *Cronachetta* di Michele e Cesare Mona (manoscritto della biblioteca comunale di Verona, n. 1113, pagina 172). Eccola:

« 8 lujio (1597) vene ladese groso che laqua pasava soto la porta di borsari et arivava fina ala spiciaria del Ciglio, e apreso la casa del Fiorin, et andaua in le stale di s.r co. chanosi et veniva per l'introl di la giesia di ogni santj sula strada maistra per mezo la casa del beroldo e andava per il fozo ala porta del paglio et si scholava in le fose de la muraglia; fudeto poi che rompete a Roncho et in altri lochi drio aladese in quele bande cosa non solita a questi tempj ».

Il brano fu confrontato col suddetto manoscritto autografo esistente nella comunale biblioteca. L'editore ha letto le ultime parole: *cesano, solita a questi tempi*, e si deve leggere: *cosa non solita a questi tempi.*

**1598.**

(S. 3) e (D. 1). Quattro rotte d'Adige in Autunno.

« È degno di ricordanza che i Provveditori alle acque riconoscano in quest'anno medesimo l'estirpazione dei boschi e lo svegramento dei monti cause principalissime della escrescenza dei fiumi da certo tempo in qua, delle molte inondazioni, e delle importanti e più frequenti rotte che per l'innanzi, con innalzamento ed alterazione degli alvei e delle lagune; laonde consigliano leggi intese ad arrestare il disordine ».

(Zendrini, I, 363).

**1599-1600.**

Rotta alle Tazzole e rotta Gioia in Borgo S. Giovanni.

**1602-1606.**

Fu eseguita in pietra la Bova Badia, cioè il sostegno all'uscita dell'Adigetto dall'Adige.

**1604.** *Ottobre 3.*

(D). L'Adige rompe alla Volta Zucca (Paleocapa).

**1608.** *Settembre 24.*

Escrescenza d'Adige: ruppe gli argini (Bocchi).
(V. Moscardo, 455, e Biancolini, III, 100).
Nel 1607 fu un inverno rigidissimo.

**1610.**

(D). Rompe l'Adige al luogo detto le Chiappe.

**1612.** *Giugno 14.*

(D). Rotta alle Beverare (Paleocapa).

**1615.**

(D). Rotta alle Beverare ed al Ronchello.

**1615** *e* **1616.**

Inondazioni a Verona citate dal Paleocapa (21).

**1616.** *Settembre 8.*

(D). Rotta a Ronchetto (Paleocapa).

**1619.**

(D). Adige rompe alla volta Ronchetto.

**1627.**

Tre rotte d'Adige d'incerto sito.

**1629.** *Ottobre.*

(D). Rotta a Destra.

**1636.** *Maggio 6.*

(D). Rotta di Lusia su quel di Lendinara.

**1636.** *Maggio 10.*

(D). La formidabile rotta alla Volta della Pozza su quel di Badia, la cui chiusura costò 10,000 ducati (Paleocapa).
Nel 1635 ricordasi fu un inverno eccessivamente rigido: agghiacciò l'Adige dal ponte Nuovo al ponte Nave.
Inverno pure assai rigido fu nel 1637.

**1647.** *Maggio 4.*

Piena con rottura d'argini. La cita anche il *Notiziario Cronologico Veronese* (V. Arch. Storico Ver.), nonchè Moscardo, 512, e Biancolini, III, 106.

**1648.** *Novembre 10.*

(D). Rotta a Villa di Carpi. Altre tre rotte (Paleocapa).

**1649.** *Giugno 13.*

(D). Rotta d'Adige in Volta Fornase poco sopra Lusia. (Bocchi).

**1649.** *Luglio 16.*

(D). Rotta a Volta Fornasa. La chiusura costò 10 mila ducati.

**1649.** *Ottobre 24.*

*Nota come li 24 ottobre 1649 l'aqua de l'Adice cresete di note* con grandissima furia. la note non valse certi ripari che si aveva fatti che intrete in Monasterio da tre parte per la porta se bene era serata la fece delle buche in la canevaza *di tanta alteza che la giongeua alla fenestra della scala di fermaria* et veniua con tanto strepito et furia che cauo quasi tutti li fondamenti delli Muri che sono tra le suore di fora et noi, la veniua nel'orto della zanca per certe buche che li era et anco queli che erano in quelle case per agiutarsi li ne fecero che in breue tempo si fece tanto grossa che si averebe potuto trasenar un molino da tre rode *gionse all'alteza di un omo grandissimo, tutto il Monasterio in breve fu pieno di aqua le logie sino alle Banche delle colone....*

(R. M. S. G. E.).

« Le stagioni furono molto stravaganti per ciò che fece grandissimo freddo e tante pioggie che continuarono tutti li mesi d'aprile, maggio, luglio e agosto, le quali tenivano inondato il paese..... Alli 21 ottobre l'Adige tanto crescete all'improvviso che allagò molti luochi della Città.... fece grandissima rotta sott'a Legnago ».

(Moscardo, l. c., p. 518).

(V. anche Biancolini, III, 106).

Rotte d'Adige (Bocchi). Una rotta a Volta Fornasa nel sito dell'antecedente (V. Paleocapa).

**1649.** *Novembre 10.*

(D). Rotta a Volta Chiesola presso Lusia (Paleocapa).

**1650.**

(D). Rotta d'Adige al drizzagno di Lusia tra questa terra e la Chiesuola.

**1652.**

(D). Rotta a Lusia (Paleocapa).

**1653.**

(S). Rompe l'Adige in Padovana. V. Paleocapa.

L'esistenza di questa piena a Verona si induce dalla lapide esistente sul Ponte di S. Maria in Organis, posta internamente sul parapetto sopracorrente:

A. D.
M D C L I I I
REST.

Ma forse il ponte era crollato in qualcuna delle piene precedenti?

**1654.**

(D). Rompe l'Adige a Pettorazza (Paleocapa).

**1660.**

(D). Rotta d'Adige.

In quest'anno la città di Verona e le comunità più alte della provincia invocarono che si aprissero molti tagli nelle vicinanze di Zevio, specie al Niccolon, per rettificare una grande svolta e condurre l'Adige sopra un'ampia *maresana* per le espansioni dell'acqua del fiume. Con che intendevano giovare non solo a Verona, facilitando il deflusso delle piene, ma anche al Polesine (!). Fu respinta la domanda, che con eguale esito si ripresentò nel 1668. (Vedi Paleocapa).

**1661.**

(D). Pioggie dirotte. Rotta d'Adige.

Zendrini, II, 125.

**1665.** *Settembre 18-20.*

« Alli 18 di settembre l'Adige crescete in modo che allagò gran parte della città e delle Basse ruppe gli argini .... »

(Moscardo, l. c., p. 542).

Nota come *l'anno 1665 li 20 settembre* cresse l'Adice che conueue serar la porta con tuti li Repari posibbili, *ma la note cresete in tanta furia* che fu di bisogno leuarsi tutte e affaticarsi a cauar terra et menarla alla porta, essendoui la Giauica uicina alla porta per la quale ueniua l'acqua con tanta furia *che in pochisime hore fu per tuta la corte, et andaua in Chiesa*, et le sorele di fora erra tutte sotto aqua, e per esser di note manchaua l'aiuto, et intimorite che non sucedesse come altre uolte era suceso che il monasterio se impienise di aqua per difendersi da questo trauaglio, la Molto Rev.da Madre Priora qualle erra la madre Suor Catterina Verita, pigliò il Crocifisso in mano, et due di quelle da uelo bianco, et ussi fuora nella corte, e si afaticò a serar la Giauiche qual erra la causa delli nostri danni, questa, serata che fu, non fece altri dani che con l'aiuto di N. S. in monasterio, non vi fu acqua.

(R. d. M. S. G. E.)

In quest'anno medesimo si agghiacciò il fiume: la state fu calda e senza pioggie (Pighi). V. anche Moscardo (542) e Biancolini (III, 106). V. anche il *Notiziario Cronologico Veronese* (Arch. Stor. Ver.) che la pone pure al 18 sett.

**1666.** *Novembre 2.*

Nota come l'anno 1666 li 2 novembre crebbe l'Adige ma con l'aiuto di N. S. in monasterio non auessimo alcun danno auendo chiusa la porta et altri lochi per li quali l'aqua non pote entrar.... »

(R. M. S. G. E.)

**1673.** *Giugno 27 e luglio 2.*

Nota come l'anno *1673 li 27 giugno* Nostro Signor ne uisitò ancora facendo cresser l'Adige che sempre ne rendeua terore dubitando non uenise come gia Anni si lege in questo esser auenuto ma anche questa uolta ne à defesso che auendo fatto li Repari non sono uenuto aqua....

(R. M. S. G. E.)

Nicolò Guadagni, cronista veronese che va dal 1669 al 1710 (V. *Archivio storico veronese, 1880*), dice che:

« 1672, a dì 29 giugno. L'Adige fece straordinaria cresciuta, e seguitò sino la notte delli 2 luglio, et fu grande come quella de' 2 (20?) settembre 1665, e fece danni notabili. Quest'anno dal primo giorno di Quaresima fino a tutto giugno, quasi ogni giorno venne pioggia ».

**1673.**

(D). Autunno. Adige rompe al Palazzo Donà (Vedi Paleocapa).

1677.

(D). Due rotte negli argini di S. Giustina a Volta Pozza e Spinimbecco. Due rotte, una a Beccacivetta nel veronese (S), l'altra a Piacenza nel padovano, che producono inondazione nel padovano. (Paleocapa).

1677. *Giugno 18 e 21.*

Il 18 due rotte ad Anguillara (D), il 21 una a Piacenza (S) (Paleocapa).

1677. *Giugno 24.*

Rotta a Spilimbecco (Paleocapa).

1677. *Novembre 21.*

(D). Rotta nel territorio di Badia (Paleocapa).
Un cenno di questa piena del 1677 è nel Guadagni, il quale dice:

« 1677, a dì (*la data del giorno è in bianco*). Alli confini del territorio veronese l'Adige ruppe in due luoghi, ed alla città di Verona costò molte migliaia di ducati ».

1678. *Maggio 13.*

(D). Adige ruppe dirimpetto a Borgoforte.

1678. *Maggio 14.*

(D). Id. alla Volta Melonara, alla Malopera, in Volta Pozza e sotto Cavarzere (Paleocapa).

1678. *Maggio 25.*

(D). Rotta nel Cavarzerano al luogo detto le Tezze.

1678. *Settembre 23.*

Si prescrive un nuovo restringimento della bocca di Castagnaro.

1678. *Dicembre 30.*

Chiusa la rotta della Pozza.

**1678.**

Fu instituito un particolare magistrato all'Adige (Decr. Sen., 12 settembre) da scegliersi dal corpo del Senato. Paleocapa lo mette nel 1667. In quest'anno si incominciò il raddrizzamento di tre viziose svolte dell'Adige; di cui l'una a Piacenza (verso Padovano); e le altre due sono le Volte Ronchi e Marchesana presso Badia (P. M. 1878, p. 35). Si torna a restringere la bocca del Castagnaro (ibid.).

**1679.** *Giugno 9.*

(S). Adige rompe in Padovana alla Boara.

**1680.** *Maggio 18.*

(D). Rotta al Drizzagno di Borgoforte. Due altre rotte negli argini di S. Giustina (Paleocapa).

**1681.**

(D). Altra rotta a Borgoforte.

**1684.** *Aprile 24.*

(D). Rotta d'Adige a Pettorazza (Paleocapa).

**1684.** *Maggio 14.*

(D). Altra rotta alle Garzare nel Lendinarese tra Barbuglio e Lusia (Zendrini e Paleocapa). Fu in quest'anno un inverno assai rigido (Guadagni).

**1685.** *Aprile 24.*

(D). Rotta alla Pettorazza.

**1686.** *Ottobre 4-5 ed 8 9.*

L'anno 1686 Mese d'ottobre a hore 7 di notte uenendo il giorno di S. Placido, l'Adese *fece cresciuta sino due brazzia nella strada*, fece di gran ruine nel far le rotte noi con l'agiunto di nostro Signore non patissimo alcun danno, perchè le Madri furono vigilanti nel far li ripari alla porta, et altri luoghi pericolosi, lo stesso giorno 5 corente a hore 24 principio a callar, la mattina susseguente era a suo loco.

*Li 8 del predeto mese, et milesimo* nouamente l'Adese fece chrissiuta al segno medemo, per gracia di nostro Signore fussimo presseruate, hauendo fatti li ripari soliti, *li 9 del corente* a hore 16

principiò a calare siche la matina susequente al tutto era rimessa, si aprì la Porta della strada, et s'immurò l'Uscio del Introlo qual s'hauena tenuto in libertà a cagione che l'Adise minaciaua quello poi successe, cioè altra chrisciuta.

**1686.** *Ottobre 5.*

In Autunno l'Adige gonfiò e per un buco apertosi nel largo dell'argine a Concadirame si sviluppò la rotta nel mezzo del palazzo dei Signori Zacco di Padova (D). Ruppe anche in Padovana alla Barbona (S). V. Paleocapa.

N. Guadagni scrive:

« 1686, a dì 5 ottobre fu l'Adice molto grande et alto come l'anno 1649 e superava la corona dell'arma della città al ponte Nuovo, ch'è il livello dell'Adice, et arrivava in strada sino alla porta della casa del Magnaron a Santa Maria in Chiavica ».

**1686.** *Ottobre 11.*

(D). Ruppe alla Chiesuola di Cà Cappello poco sopra Barbona e poco sotto Lusia (Zendrini e Paleocapa).

**1686.** *Novembre 6.*

Li 6 novembre 1686 l'Adige fecce cresciuta uene in strada sino alla sogia della porta, si fecce li ripari, ma non passò più oltre per gracia di nostro Signore.

(R. M. S. G. E.)

V. anche Zambelli, l. c. (322). La cita anche il Guadagni, ma dice che non raggiunse quella del 5 ottobre.

**1687.** *Giugno 24.*

(D). Si squarciò l'argine a Pettorazza per cui fu fatto il taglio della Malopera che da 15 anni non si faceva.

**1687.** *Giugno 28.*

(D). Rotta poco sotto Boara al luogo detto Volta Rainale. Altra rotta a Boara.

**1687.** *Ottobre 25.*

Il Senato ordina di alzare lo stramazzo alla Bocca Castagnaro di altri 3 piedi essendo stato sepolto dalle alluvioni.

**1688.** *Maggio 21.*

(D). Ruppe l'Adige a Pettorazza.

**1689.** *Aprile 21.*

(D). Rotta d'Adige a Beverare.

**1690.**

(D). Due rotte negli argini del Retratto di S. Giustina (P. M.).

**1690.** *24 Maggio.*

(D). Rotta d'Adige a Camponovo, quasi rimpetto a Borgoforte, al luogo detto il Ponaro ; rimase a lungo aperta. Il 14 ruppe a destra in Volta Castagnaro (Paleocapa).

**1691.**

Si era introdotto il sistema di chiudere il Castagnaro nel verno e aprirlo d'estate. Piena d'Adige.

**1692.** *Giugno 4.*

(S). Adige rompe a Pettorazza in Padovano. Altra rotta a sinistra (Paleocapa).

**1693.** *Giugno 12.*

Adige rompe presso Cavarzere, in luogo detto Traversagno de' fondi. Il Paleocapa mette al 31 maggio una rotta a destra presso l'imboccatura del Canal di Loreo.

**1699.**

Rotta id. a destra.

**1700.** *Giugno 7.*

(D). Rotta d'Adige alla Salvadega poco sopra Cavarzere, rimasta aperta fino all'anno seguente. V. anche Paleocapa.

**1702.**

Decreto del Senato 3 maggio al Podestà di Verona, con cui gli fa intendere che il Governo era impensierito dei gravissimi danni che conosceva derivare dal diboscamento e svegramento dei monti.

**1705.**

Inondazione del territorio fra Adige e Po. (Paleocapa).

**1706.** *Ottobre 4.*

Inondazione di Verona. (V. Biancolini, III, 3).

**1707.** *Ottobre 4-6.*

V. Zambelli, l. c., p. 323. Il cronista Guadagni dice che fu questa piena maggiore di quella del 1686. Venne preceduta da grande siccità, e giunse improvvisa. Nella domenica 9 ottobre, un proclama a suon di tromba ordinava ai cittadini di vuotare immediatamente le cantine e tutti i luoghi dove era penetrata l'acqua. Biancolini la mette nel 1706. È citata anche nel *Notiziario Cronologico Veronese*. Il 5 ottobre l'Adige rompe a Villabona rimpetto a Castelbaldo. (D).

Essendo questa piena assai importante, diamo per disteso il brano del Guadagni:

« 1707, adì 4 ottobre, giorno di S. Francesco. Il dopo pranzo di martedì cominciò a crescer l'Adige fiume a causa delle grandi e continue pioggie cadute in Germania ch'hanno disfatto le nevi: et arrivò l'acqua a tal segno in Verona che buona parte della città s'è innondata; et *nel mio fontico, sulla Bina Strova, giunse sino all'estremità del camminar del ponticello che guarda sopra il fiume,* con danni incredibili de' cittadini e molto più della povera gente, che buona parte hanno le habitationi terrene, con essersi empite le cantine e pozzi, et aperte delle strade o cave sotterranee che sboccavano torrenti di acqua per luoghi non più scoperti.

« Tale escrescenza non è successa da gran tempo in qua a ricordo d'huomini, et si dice per certo che fu maggiore e superò di gran lunga quella de' 5 ottobre 1686. *Durò sino le cinque hore della notte; che poi declinò a poco a poco. Ma poi il mercordì sera cominciò ad accrescere, ma non a quel segno di prima,* e durò sino le hore X, e venendo il giovedì si ridusse quasi nel suo letto ordinario.

« Li gran *progni* e torrenti d'acqua nel Tirolo hanno condotto via tutti li legnami e *zatte* ch'erano per il fiume da Bronzolo (che dista da Bolgiano nove miglia) sino a Verona, oltre lo aver spiantati quantità d'alberi intieri e mandato a seconda barche, mulini, ponti et altri edificii con molte suppellettili asportate dalle case dov'è entrata l'acqua, chè non è stato possibile ripararvi.

« Il luogo del *Sboro*, al Crocifisso, fu all'improvviso tutto pieno e poche mercantie furono esenti, et il resto rimase sepolto nell'acqua; e questo solo può bastare per considerar il gran danno causato da sì terribil inondatione proceduta dalla penuria provatasi l'estate passata nelli mesi più caldi di giugno, luglio, agosto e parte settembre,

chè in questo tempo tutto ha piovuto pochissimo in quattro o cinque volte, onde li minuti restarono abbruciati dal gran calore della terra, quando che nella primicia della campagna si prometteva una raccolta abbondantissima. Così medesimamente ruppe il ponte d'Egna sull'Adice di qua da Bronzolo, e lo portò mezzo a seconda a causa di un grand'albero, e si rovinò ancora il canale detto il Busatto, pure sull'Adice, poco distante da Serravalle ».

« 1707. La domenica 9 ottobre seguì proclama a suono di tromba con il quale venivano obbligati li padroni delle case a far *svodar* le cantine e tutti quei luoghi dov'era penetrata l'acqua e di doverlo far immediate per purificare la città da ogni immondezza causata dall'acqua medesima ».

(V. *Archivio Storico Veronese*, maggio 1880, p. 162).

*Minuti* si chiamano nel veronese le granaglie seminate dopo il raccolto del frumento. *Sboro* era un edificio costrutto sulla riva del fiume ad uso magazzino, una specie di dogana.

**1708.** *Maggio 30.*

(D). Rotte d'Adige in Volta Ginella ed a Volta Morosina poco sotto Rovigo (Paleocapa). Con Decreto 28 luglio, il professore Guglielmini veniva inviato ad esaminare le rotte e le occorrenze dell'Adige e diversivi.

**1710.** *Aprile 30.*

(D). Rotta in Volta Molina detta Cabianca (Bocchi e Paleocapa). Il verno del 1709 fu assai rigido.

**1711.** *Aprile 6.*

(D). Rotta in Volta Vianova (Paleocapa).

**1712.**

(S). Rotta poco sotto ai Masi.

**1719.** *Novembre 20-21.*

« L'Adice inonda il giorno 20 novembre ed allaga molte parti della Città, gettando a terra molte muraglie.... Le case situate nella contrada di Ognissanti dal Castel Vecchio fino alla porta del Pallio furono tutte allagate.... dando finalmente l'esito all'acqua per la parte del palio che fu spezzata con uno sparo di cannone ».

(Biancolini, *Cron.*, III, 113).

V. anche Venturi, Comp., II, 195, e Bocchi. Rotte d'Adige di cui una a Scardevara, l'altra a Porcile. V. Pighi (54).

Questa piena è citata anche nel *Notiziario cronologico veronese* (Arch. stor. veron.), il quale dice:

« L'Adige con spaventosa inondazione il dì 20 novembre allaga molte parti della città e getta a terra molte muraglie ».

Iscrizione che trovasi sul muro, di fianco (a destra entrando) alla piccola porta d'ingresso, al *Convento dei frati C. Scalzi*, sul Corso di P. Pallio:

A XXI DI NOVEMB. L ANNO
MDCCXIX LADIGE E ARRIVATO
A QUESTO SEGNO ___

Il detto segno è a m. **1.55** sopra il piano della strada, al piede della scala.

Altra iscrizione trovasi a Porta Pallio, dentro il portone della *Direzione del Genio Militare:*

ADI XXI DI NOVEMBRE
L'ANNO MDCCXIX
L ADIGE È ARRIVATO
A QUESTO SEGNO ___

Il segno è a m. **1.90** sopra il sottoposto ciotolato dell'atrio.

**1720.** *Settembre 1.*

(D). Rotta alla Pettorazza. Altre due rotte presso Villabona. (Paleocapa).

**1721.** *Giugno 20 a 22.*

(D). Rotte a Smergon e Lusia. Altra rotta presso la prima. Altra a sinistra (Paleocapa).

**1724.** *Luglio 11.*

(D). Rotta in Volta Figari (Paleocapa).

**1726.**

Si eseguì nell'Adige il taglio della viziosissima svolta che si trovava all'uscita del Canal di Lorèo, colla spesa di 12000 ducati. Si chiamò di S. Pietro della Volta, ed anche taglio dell'Adige alla Torre Nova.

(S). Rotta sotto Cavarzere alla Volta della Zucca. Fu chiusa solo nel 1729.

1727. *Maggio 15.*

(S). Rotta nella località detta l'Abiola. (Paleocapa).

1727. *Ottobre 29.*

(D). Rotta a Volta Zacco presso Concadirame. (Paleocapa).

1729. *Giugno 2.*

(D). Rotta presso quella dell'ottobre 1727. (Paleocapa).

1730. *Giugno 4.*

(D). Squarciamenti d'argine nel taglio S. Pietro presso Cavarzere. (Paleocapa).

1737. *Giugno 21.*

(S). Rotta presso Anguillara. (Paleocapa).

1740.

L'Adige ha sette diversivi, vere rotte costantemente aperte:

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Castagnaro. | A. D. |
| 2. | Adigetto. | A. D. |
| 3. | Sabadina. | A. S. |
| 4. | Cavarzere. | A. D. |
| 5. | Cavarzere. | A. D. |
| 6. | Canal di Loreo. | A. D. |
| 7. | Canal di Valle. | A. S. |

Per questi diversivi la foce del Fosson era quasi deserta d'acqua.

1747. *Ottobre 1.*

Il sabato della notte precedente al giorno *primo di ottobre* gonfiò l'Adige. Fu preceduta questa inondazione prima da arida siccità nei mesi di luglio e di agosto, e poscia in quel di settembre da continue pioggie.

(Biancolini, *Cron.*, III, 119).

1747. *Ottobre 21.*

(S). Rotta fra Anguillara e Borgoforte. (Paleocapa).

**1751.** *Aprile 13 e 14.*

(D). Famosa rotta di Lusia o delle Garzare. L'11 di agosto 1751 era ancora aperta. Altre due rotte in Volta S. Francesco e Volta Colombara (Paleocapa).

**1757.** *Giugno 28.*

(S). Rotta di Rottanova sopra Cavarzere (V. Paleocapa).

**1757.** *Settembre 1-4.*

Su questa piena, che va tra le più famosamente infauste, siamo in grado di dare molti particolari. È quella che fece cadere i due archi centrali del ponte Navi, e danneggiò il ponte Pietra. Il Bocchi dice: « *leggo che in quest'anno l'Adige* segnasse a Verona m. 5.35 sopra G. N. con portata di 1500 m. c. ». Cominciamo dalle iscrizioni.

Un segno si trova innanzi tutto a *Pescantina* sulla casa comunale e dice così:

___2 7BRIS. 1757

ed è a m. 2.65 sopra il piano stradale.

Nella città di Verona una iscrizione si trova internamente sul parapetto sopracorrente del ponte di S. Maria in Organis (davanti la Porta Maggiore): la diamo completa:

A. D.
M D C L I I I
REST.
AC
DENUO A. D. MDCCLVII
OB INFESTAM ATHESIS
EXUNDANTIAM
DIE II SEPTEMBRIS ANNI
MDCCLVII

Altra iscrizione trovasi sugli stipiti del già citato *portone* della *casa n. 9 di Corso Cavour:*

(*Stipite destro*)
2
SETTEMBRE
1757

Il segno di piena è a metri **1.79** sopra la soglia del portone.

Altra iscrizione è sul *Vicolo Pietrone* all'estremo dove sbocca sul Corso di Porta Pallio. Eccola:

HUC ATHESIS USQUE
EXUNDAVIT
IV NON. SEPTEMBRIS
MDCCLVII

Il relativo segno di piena è sopra il piano del sottoposto marciapiedi della via a m. 1.92.

Altra iscrizione è sul già descritto *Vicolo Ponte Nuovo*, di fronte alla chiesa di S. Maria in Chiavica.

HUCUSQUE ATHESIS
DIE 2 SEPT. 1757

Il relativo segno di piena è a m. 1.93 sopra il piano stradale sottoposto. L'altezza fu controllata. Il Zambelli dà invece m. 1.79. Dev'essere un errore di stampa.

Altra lapide è nel *chiostro* interno di *S. Bernardino:*

ANNO DOMI MDCCLVII
DIE II SEPTEMBRIS
ATHESIS AD HANC
LINEAM PERVENIT

La linea di piena è a m. 2.13 sul suolo.

Altra iscrizione è sotto l'atrio della *casa Bernini*, ora Angelini, a Porta Pallio:

HVC ATHESIS USQVE
EXVNDAVIT
IV NON. SEPTEMBRIS
MDCCLVII

La linea di piena è alta m. 2.55 dal suolo. È di m. 0.45 *più alta* del segno di piena del 1882.

Altra iscrizione è sull'*angolo dell'Albergo Gran Parigi* a S. Giovanni in Foro; fu in parte murata. Ecco ciò che si legge:

. . . ON SEPT.
. . . CCLVII
. . . CVSQVE
. . . HESIS

È a m. 0.73 sul marciapiedi sottoposto: ed a 0.70 m. sotto il segno di piena del 1882.

Altra iscrizione trovasi dentro la *Chiesa di S. Giovanni* in Fonte al Duomo sul muro a destra:

AN. MDCCLVII EFFVSIS DIVTINISQVE
IMBRIBVS EXCRESCENS ATHESIT IV NON.
SEPT. AD HANC VSQVE LINEAM ASCENDIT

La linea è a m. 2.09 sopra il pavimento. Il segno lasciato dall'acqua nel 1882 è a m. **2.77.**

Altra iscrizione è in via San Sebastiano sulla *casa Cartolari*:

2 7BRIS 1757
ATHESIS
ASCENDIT
HVC —

È a m. **1.31** sul suolo: più bassa di **0.40** di quella del 1882, che è a m. **1.71.**

Altra è in *Piazza Cittadella*, di fronte alle Seghe (casa n. 26):

ADDI II SEMBRE
DELL'A. MDCCLVII
L ADIGE
GIVNSE FIN QVI

Il segno si eleva dal suolo m. 1.09; quello del 1882 di m. 1.82: differenza 0.73 m.

Nell'atrio del *Museo* a Porta Vittoria, dice lo Zambelli, si eleva dal suolo m. 0.72, ed è di m. 1.03 più bassa di quella del 1882.

Altra iscrizione è in Piazza Navona, sull'angolo del casamento che prospetta Via Stallaggio:

IL 2 SETTEMB. 1757
LADIGE ARRIVO A QVESTO
SEGNO

Il segno è a m. 1.21 sul suolo. Il Zambelli dice che è più bassa di m. 0.58 di quello del 1882.

Altra ce n'è in *Via Beccheria Vacche* sulla casa n. 12, entro l'atrio, e dice:

HVCVSQVE
PERVENIT
ATHESIS
AN. CIↃIↃCCLVII
POSTR. KAL. SEPT.

La linea di piena è alta m. 2.11 dal suolo, secondo lo Zambelli; e di 0.41 m. più bassa di quella del 1882.

Altra ve n'è sulla *Caserma Trezza, ora Lugo*, sullo stradone di S. Tomaso:

1757

Il segno è alto m. 1,76 sul piano del marciapiede: è di 0.58 più basso di quello del 1882.

Queste altezze furono ripetutamente verificate.

Altra iscrizione è sullo *Stradone di S. Fermo*, sulla casa n. 17, all'angolo del *Vicolo Vento:*

. . . RIDIE . KALENDAS . SEPTEMBRIS
. . . NO MDCCLVII . SICCITATE NEFASTO
. . . ESIS PENE TOTAM PER VRBEM
. . . CCHATVS HIC STETIT —

Le parole monche devono leggersi: *postridie, anno, athesis* e *debacchatus*. Il segno di piena è a m. **0.575** sopra il suolo.

Altra iscrizione è sull'*ingresso del Vescovado:*

*Die 2 sept. 1757*
*Inclinat turrim postremi*
*Pontis et arcus*
*Dejicit haerentes, dum ve-*
*nit huc Athesis* _____

La lineetta è a m. 1.70 sul suolo sottoposto. Il segno del 1882 è a m. 2.28 sopra il suolo.

Davanti la porta del *Convento Scalzi:*

A 2 SETTEMBRE L ANO 1757
L ADIGE È ARRIVATO A
QUESTO SEGNO ___
PIÈ 4 : 6 $\frac{2}{4}$ SOVRA IL SEGNO
1719

Questo segno trovasi a m. 3.09 sopra il piano della strada sottoposta in corrispondenza alla scaletta. È alto m. 1.54 sopra il segno della piena 1719.

Altra infine ne abbiamo sull'angolo estremo sottocorrente del *Vicolo Pulce*, verso la via Sanmicheli:

DIE II SEPTEMBRIS 1757
HOC ATHESIS SIGNUM
TURGENTIBUS ABLUIT UNDIS

Il segno suddetto trovasi a m. 1.50 sopra il sottoposto marciapiedi.

Iscrizione in *Via Regaste San Zeno* sulla casa n. 13, di fronte al Vò Zattere:

IV NON. SEPT.
MDCCLVII
ATHESIS

Il segno di piena è a metri 2.437 sul sottoposto piano stradale. La quota corrispondente è **60.49.**

In *via S. Egidio*, sul pilastro destro del portone che dal porticato mette nella corticella della casa n. 7 (Cervetto Tedeschi) c'è l'iscrizione seguente:

LI 2 7BRE DELL'
ANNO 1757
L'ADIGE ARRIVÒ
FINO A QUESTO
SEGNO

Il segno è alto dal suolo m. 1.37, cioè m. 0,62 sul segno del 1776.

Altra ve n'ha sul *Corso di Porta Pallio* entro l'ultimo portone a sinistra uscendo *(Direzione Genio Militare)*:

NELL'ANNO MDCCLVII
ALLI 2 DI SETTEMBRE
L'ADIGE HA SEGNATO
QUESTO LUOGO

Il segno è a m. 3.65 sul piano del sottoposto ciottolato.

Nell'atrio di *Casa Orti* a Porta Pallio:

IV NON. SEPT.
MDCCLVII
HUC ATHESIS

Il segno è a m. 2.98 sopra il piano del pavimento del-

l'atrio. Il Zambelli dice che vi è più bassa di 0.07 di quella del 1882.

A *Parona* d'Adige in Contrada Piazza, sulla casa n. 144, esiste l'iscrizione seguente:

IV. NON. SEP.
M DCC L VII

AD LINEAM SEQVENTE
PERVENIT ATHESIS

La linea è a m. 1.97 sul suolo.

Riportiamo ora alcuni brani degli storici. Ecco come ne riassume le fasi il Venturi:

« Nella notte precedente il primo settembre cominciò a gonfiarsi l'Adige: il due si vide il fiume portare utensili, travi, ecc. Quasi una metà della città fu coperta.... Il tre cominciò a restar libera qualche contrada, e nel quattro a stento si potea girar la città ».
(Venturi, Comp., II, 196).

Più estese notizie ci dà il contemporaneo Biancolini (*Serie Cron.*, ed. 1760, III, pag. 42 e seguenti).

« Nella notte precedente al Giovedì 1° Settembre cominciò a gonfiarsi il fiume sì forte che nella mattina susseguente l'acqua si sparse per le strade... Verso le ore 23 l'acqua cominciò a ritirarsi e verso le 3 della notte un piede e mezzo era decresciuta... Verso le ore quattro l'acqua tornò a gonfiarsi e a più furiosamente allagar le strade... Sette degli otto molini lungo la riva di Santa Maria della Vittoria e tre di quelli di sopra del Ponte Nuovo furono precipitosamente altrove dall'acqua trasportati... Le volte di non pochi edifici videsi sfasciare, e i fondamenti di parecchie case scavati sì forte, che diverse ne precipitarono... E alle ore 22, sendosi smossa la torre posta nel mezzo del Ponte Navi, due archi di esso ponte ruinaron tosto.

« Nel detto giorno di Venerdì verso sera l'acqua cominciò ad abbassarsi, e declinò tanto in quella notte che nel Sabato susseguente giorno di Settembre si vide resa libera qualche strada, e nella Domenica poi si poteva transitare in qualche maniera per la Città.

« La Via di S. Antonio dal Corso rimase illesa, nè fu allagata come avvenne del 1657, come attesta la Lapida in principio del vicolo di S. Catarina, per essere stata in quest'occasione bene otturata e custodita la vicina Chiavica che sbocca nel Canale presso le Porte della Brà. L'ampia Via della Porta Nuova, e il terreno su cui sono edificati i Monisteri di S. Spirito, di Santa Maria degli Angioli, di S. Croce, della Trinità, di S. Teresa, delle Dimesse, di S. Catarina e di S. Silvestro, la Piazza d'Armi o sia Bra, la Via Nuova colle vicine strade di S. Agnese, di S. Niccolò, della Colomba, di S. Qui-

rico, di S. Andrea non soggiacquero all'inondazione, onde poteasi ire a piedi asciuti da S. Silvestro al Castel Vecchio, di qui alla Bra, quindi per la Via Nuova e strade laterali alla Piazza del Mercato, di qui per il Corso fino al vicolo detto delle Foggie, e dall'altra parte a S. Pietro in Monistero, e quindi per la strada di S. Consolata al Ponte della Pietra, poi a S. Giovanni in Valle e più innanzi discendendo per S. Zenone in Monte, alla Porta del Vescovo, a S. Paolo di Campo Marzio, al Paradiso e alla Disciplina della Giustizia, ma non più oltre. Al Monistero di S. Zenon Maggiore l'acqua non pervenne, ma chi voleva da quella Contrada superiore trasferirsi alla Piazza del Mercato, doveva uscir della Porta della Città detta di S. Zenone, e rientrar per la Porta Nuova, mentre l'acqua, che per la Fossa esteriore intorno a quelle mura scorrea, non era sì alta che potesse impedire quel cammino. Il Ponte Nuovo si temea che potesse cadere per la grande copia e correntia d'acqua che vi urtava, e per i molti legnami e varj pezzi di edifizj che di continuo a forza per di sotto vi passavano, sicchè a tutti non era permesso di andarvi sopra . . . . »

Il Biancolini riporta inoltre una *Relazione* sulla piena, redatta *su avvisi pubblici e lettere particolari*, dalla quale rileviamo che nei giorni 29, 30 e 31 agosto erano cadute dirottissime pioggie in tutto il bacino dell'Adige, talchè erano in piena i suoi affluenti, il Passeyer, l'Eisach, il Noce, il Lavis, il Fersina, il Leno, ecc.

Altra Relazione su questa piena troviamo nell'opuscolo: « Lettera famigliare . . . di G. B. Martini. Verona, 1757 », con una tavola indicante il Ponte Navi rovinato, delineata da G. F. Avesani, ed altra che è una Pianta di Verona colle altezze raggiunte dall'acqua nei diversi siti. La Tavola rappresentante il Ponte Navi è quella medesima che riporta pure il Biancolini. Dice che agli Scalzi fu più alta di quella del 1719 4 piedi e 7 oncie, e che arrivò mezzo piede sopra quella del 1567. Alla porta Palio, aggiunge, l'inondazione era salita a 10 piedi, *quantunque e la chiavica che passa sotto il terrapieno delle mura, el foro anticipatamente fatto nella bianchetta della medesima porta scolassero nella fossa esteriore.* La quota del pelo di piena a Porta Pallio sarebbe dunque di m. 60.16 sul C. M., essendo di m. 56.76 la quota della soglia di Porta Pallio. Il Martini osserva inoltre che se si fosse aperta la porta, grande ruina ne sarebbe venuta agli edifici per l'impetuosa corsa dell'acque.

Seguì nel 1758 un inverno freddissimo, per cui gelò in parte l'Adige.

Sulla piena del 1757 il co. Carlo Cipolla, solerte e sollecito illustratore delle cose patrie, pubblicò un opuscolo intitolato: *Provvedimenti presi dal Consiglio di Verona in oc-*

*casione della piena dell'Adige del 1757*, il quale porta la data del 22 ottobre 1882 (*Archivio Veneto*, XXIV).

Assai interessante è il confronto che il Cipolla fa di questa piena con quella dell'82. Spigoliamo alcune delle più importanti notizie.

Ma innanzi tutto rileviamo una inesattezza sfuggitagli a pag. 1, dove dice che nel 1882 cadde la *casetta scaligera del dazio alla catena* (contrada di S. Zeno), la quale è tuttora in piedi. Venendo a parlare della piena, osserva:

« *Allora come adesso l'acqua ruppe il muro della riva destra dell'Adigetto di fronte a Castelvecchio. Quest'anno si è temuto che il fiume mutasse corso....* La melma si depositò lungo le strade e nelle case allora come adesso.... Tanto nel secolo scorso come oggi si videro pericolare edifici ai quali l'acqua esternamente non pervenne, o che ne furono appena lambiti: e ciò a causa delle filtrazioni sotterranee facilissime in un terreno d'alluvione, com'è il nostro in gran parte. Nel secolo scorso non c'erano le *gallerie* per lo scolo delle acque piovane, eppure i fenomeni che noi deploriamo oggi, avvennero anche allora press'a poco nelle identiche proporzioni.... ».

Più sotto avremo occasione di tornare sulla questione sopra cennata delle filtrazioni sotterranee. Qui vogliamo solo notare che il Lorgna, nel suo scritto sul modo di riparare Verona dalle inondazioni d'Adige (ed. 1768, pag. 45), cita tra le *aperture per le quali il fiume si espande liberamente in città: i Vò, le chiaviche che servono allo scolo della città*, e *i fori esistenti nelle muraglie delle case lungo Adige.*

Dalla Relazione sulla piena, fatta allora nel Consiglio del Comune e da Lui pubblicata, togliamo il brano seguente:

« Delle 47 contrade nelle quali si divide l'interno della città, sole otto rimasero del tutto immuni dallo straordinario allagamento. Nella maggior parte di quelle che soggette vi furono, l'acqua si alzò dalli 3 alli 6 piedi, in alcune crebbe alli 7, in altre alli 9, in altre fino alli 10; e precisamente al Monastero di S. Lucia in contrà d'Ognissanti aggiunse all'enorme altezza di 11 piedi, quattr'honcie e mezza, superando di 5 piedi e quasi 2 oncie la piena del 1719, e di 7 oncie e $\frac{3}{4}$ quella più famosa dei 31 ottobre 1567, segnata alla ven. Chiesa di S. Maria della Vittoria. La forza della corrente scavò alla Chiesa delle Orsoline e nella strada occidentale al Castelvecchio ampie voragini, abbattendo ivi il grosso muro che corre lungo l'Adigetto; rovesciò l'antica muraglia di Città lungo l'Adige contigua al Baloardo di S. Francesco, et altre minori a S. Bernardino, a S. Daniele, a Cappuccini, all'orto de' co. Gazola, al luogo detto del Bersaglio et altrove; spiantò la beccheria d'Isolo e distrusse la vicina casa di ragione privata; atterrò due case non lontano dalla predetta

Chiesa della Vittoria, due vicine a S. Antonio dal Corso, *e sconcertò i fondamenti d'altre moltissime in luoghi eziandio a quali non fu veduta estendersi l'inondazione*, facendosi strada sotterraneamente dappertutto l'immensa piena ».

Nella medesima Relazione si osserva poi che il danno della città e dei particolari per la spesa di rialzare le fabbriche cadute, e di ristaurare le cadenti, si faceva ammontare a ducati 166591: gli edifici del maglio da ferro e le seghe di legnami ebbero un danno di D. 60000 circa. Il Governo Veneto diede un sussidio di ducati 10000. Per lo sgombro delle strade il Comune spese ducati 22000; ma la diede a titolo di gratificazione e non di pagamento alla gente del contado che vi accudì.

Come abbiam visto a suo luogo parlando del Ponte Navi, la spesa pel ripristino di questo ponte, e pei ristauri a quel della Pietra, era stata preventivata in ducati 23695, non compresa la pozzolana.

Rileviamo pure da questi documenti che Adriano Cristofali era a quel tempo *ingegnere ed architetto* della Magnifica Città, ed *ingegnere dell'Adige*, carica che copriva fin dal 1748.

Il Cipolla aggiunge infine alcune riflessioni sulla competenza passiva delle spese dell'inondazione. Egli osserva: che « nel 1882 la melma si levò dalle strade a spese del Comune, mentre nel 1757 si diede l'incarico dell'espurgo agli abitanti de' sobborghi. Ora è il Governo che provvide alla chiusa della rotta di Legnago; e in allora la « Magnifica Città » si riteneva obbligata a tali spese. Nel 1577 (?) la città incontrò un prestito per riparare alle rotte d'Adige. Oggi il Comune provvide alla ricostruzione del Ponte Nuovo; nel 1757 al ristauro del Ponte Navi provvide la Repubblica ». Ed a proposito ricordiamo ciò che dice il Dalla Corte parlando della costruzione del Ponte Navi, che Cansignorio « *vi spese tremila scudi oltre l'opere che pagate gli diede il Contado* ». E il Da Persico (a. 1373): « *costò a Cansignorio, o sì veramente al pubblico da 30000 fiorini d'oro* ». Il Guadagni dice che la rotta del 1677 *costò alla Città* molte migliaia di ducati. Dall'opuscolo di G. Biadego sulla piena del 1776 pare rilevarsi che i provvedimenti per gli argini, chiusura delle rotte, ecc., venissero studiati ed approvati dal Governo della Repubblica, ma stessero in parte a suo carico, e in parte a carico degli enti interessati, Comuni, consorzi, ecc. Dice infatti il V. Podestà di Verona (p. 25): « *Assoggetto le medesime Relazioni* (sulle rotte) *al Magistrato all'Adige onde sia presente tutta la serie degli avvenimenti, e lo stato pre-*

*sente delle arginature veronesi, per studiare quindi di concerto le operazioni opportune e serrare i siti aperti e rinforzare gli debilitati dalle corrosioni del fiume* ». Ed altrove (pag. 26) una Ducale gli ingiunge: « *risultando la necessità di immediatamente riparare le conseguenze della rotta accaduta nella fortezza di Porto, di farne intraprendere ed eseguire le corrispondenti operazioni, limitandosi però ai provvisionali ripari* ». Qui però si tratta di Fortezza. Rileviamo inoltre dal Paleocapa (*Memorie*, 27), che le operazioni di bonifica delle Valli Grandi Veronesi, allora (1781) progettate, dovevano stare ad esclusivo carico di quel Consorzio. Ma per tutto l'insieme delle opere di sistemazione d'Adige e regolazione della bocca di Castagnaro, in riguardo all'interesse che vi aveva, ed ai vantaggi generali, lo Stato invece doveva pagare *un terzo* della spesa. (Pel sostegno pagò un quinto).

**1758.** (*Estate*).

(S). Rotta a Boara padovana.

**1759.** *Giugno 8.*

(S). Rotta a Rottanova (Paleocapa).

**1759.**

Si fa il taglio della Volta Viola sotto Cavarzere, e della Volta Rivoltante presso S. Pietro (P. Min., 1878, p. 35).

**1766.**

Tre rotte d'Adige a sinistra nel Veronese: una a Zerpa e l'altra a Bionde, e quindi a Mazzabò, la quale ne causò 26 nel Padovano.

**1767.** *Novembre 19.*

Altra piena avvenne nell'anno 1767; ma fu inferiore a quella del 1757. Il Lorgna dice che fu di quattro piedi più bassa. (V. *Discorso intorno al riparare dalle inondazioni dell'Adige la città di Verona*). V. anche Venturi (Comp. II, 197). Il 20 novembre rotta sulla sinistra rimpetto a Sezze (Paleocapa). Questa piena è citata nell'opuscolo pubblicato da G. Biadego; a pag. 36 dice « che se non fu desolatrice come la precedente (del 1757), lasciò non pertanto del suo avvenimento così tristi vestigi che la cassa del Comune nonchè moltissime famiglie non erano nel 1776 ancora rimesse de' sofferti

danni». Fu in seguito a questa piena che il Lorgna scrisse (1768) il suo *Discorso intorno al riparare Verona dalle inondazioni dell'Adige.*

**1771.** *Dicembre 24.* — **1772.** *Maggio 19.*

Pioggie continue con piccole interruzioni (Bocchi).

**1772.** *Ottobre 5.*

(S). Rotta in Volta Salgara sopra la Pettorazza (Pal.).
Il Lorgna in una sua Dissertazione (15 settembre 1772) suggerisce di chiudere Castagnaro stabilmente.

**1773.** *Gennaio 16.*

Decreto del Senato che approva la proposta del Lorgna di regolare intanto la bocca di Castagnaro mediante panconi.

**1774.**

La Repubblica Veneta instituisce una Commissione per l'Adige, a cui erano addetti i più valenti e pratici ingegneri del paese.
D'allora in poi, osserva il Paleocapa, si introdusse un miglioramento nel procedere dei lavori sull'Adige. A lei sono dovute le grandi e belle opere di rettifica del corso del fiume, eseguite dai Veneziani dal 1774 al 1791.

**1774.** *Maggio.*

Rotte d'Adige alla Barbona (S), a Lusia (n. 2), a Beverare, ecc. (D) (Bocchi). L'Adige si alzò 10 piedi (m. 3.477) sugli sbalzi di Cavarzere. Altra rotta a Legnago (Bocchi). Ricorda il Bocchi che alle rotte di Beverare, Barbona e Lusia si profittò per fare gli argini delle sabbie del letto del fiume.

**1776.** *Settembre 28-30.*

Le iscrizioni ci danno notizia anche di altra memorabile piena avvenuta nel 1776.
Una è quella che esiste a *S. Bernardino* nel chiostro interno:

ANNO DNI 1776 DIE 30
SEPTEMBRIS ATHESIS
HUC ASCENDIT ___

Il segno del 1776 è a metri 1.89 sopra il pavimento sottoposto.

Altra iscrizione è quella già citata della casa n. 7 in via S. Egidio:

LI 29 SETTEMBRE (1776)
L'ADIGE ARRIVÒ
A QUESTO SEGNO ___

Il segno è a m. 0,75 dal suolo: cioè di m. 0,62 sotto il segno del 1757.

Una *Relazione* su questa piena venne pubblicata da Giuseppe Biadego nel 1883 in un opuscolo intitolato: « La piena d'Adige in Verona del 1776 »; nel quale inserì i dispacci rassegnati durante la medesima dal V. Podestà di Verona al Veneto Governo. Di questa del 1776 (28-29-30 settembre) trovasi pure un ragguaglio nell'opuscolo « Lettera ad un amico . . . di N. N. Verona, 1776 » — con una Pianta di Verona, nella quale sono indicati i siti inondati. Da questo ragguaglio caviamo le seguenti notizie:

« La state fu caldissima e secca.

« Il Giovedì sera 19 del Settembre il tempo si sciolse in dirotta pioggia che durò fino al 23 (Lunedì) Settembre. Il Giovedì 26 del detto mese si levò uno scirocco che portò altra pioggia e sgelò la neve alle montagne. Il 27 l'Adige cominciò a crescere verso le 22; il 28 cominciò ad allagare le strade; continuò a crescere il 29 sino alle ore 21; verso le 24 decrebbe un poco; restò stazionario sino a ore 4 di notte. Al principio del 30 era cresciuto ancora piedi 1 1|2, crebbe ancora sino alle ore 14 del 30: indi scemò, talchè il primo di Ottobre andavasi ritirando nel suo alveo ».

Il 2 ottobre il fiume era già tornato nel suo alveo. Dirotte furono le pioggie anche nel Trentino. La città era allagata per due terzi: di 47 contrade, solo otto rimasero asciutte. Dai dispacci pubblicati nel 1883 si rileva una circostanza assai importante, che cioè, per ordine del Capitanio e V. Podestà, si erano fatti sgomberare i due canali delle Seghe; vi si asserisce anche *che questa piena superò quella del 1757*. Ma tale ultima circostanza non sarebbe d'accordo colle indicazioni delle lapidi. Convien notare però che nel 1757 molti sfoghi erano ingombri, come si è detto a suo luogo. Così due archi del Ponte Nuovo erano quasi otturati da rottami di molini, ruote, ecc.; lo stesso avvenne ai due ponti Pignolo e dell'Acqua Morta. Il 2 ottobre riferiva il V. Podestà di aver dato sfogo allo stagno d'acqua sulla via di Porta Pallio, facendo rompere una bianchetta nella Porta medesima.

Dal complesso delle Relazioni pare si debba arguire che l'altezza dell'acqua nel 1776 fu minore che nel 1757, ma che i danni furono maggiori. È pur certo che il Rappresentante il Veneto Dominio spiegò nel 1776 molta energia. Così il 26 novembre 1776 egli scriveva che « *la Città si trovava da qualche giorno libera dalla melma* »; mentre nel 1757 si tardò ad effettuare tale operazione fino all'inverno successivo. Anche questa volta il Lorgna fu invitato a scrivere sui mezzi di liberare Verona dalle inondazioni: argomento che avea già trattato nel 1768.

Sui danni portati da questa piena, è forse interessante dare altre notizie. Rovinò una casa a S. Vitale; così avvenne del muro che serve di controscarpa a Castelvecchio; inoltre due persone annegarono. Nella città vedeansi strade rovesciate e con profonde buche; case danneggiate ne' fondamenti e minaccianti rovina; muri atterrati, ecc.

Le spese sostenute durante l'inondazione furono di lire venete 5186, cioè lire italiane 2654.

Secondo un Conto dell'ing. Adriano Cristofali, i danni dell'inondazione ammontavano alle cifre seguenti:

| | | |
|---|---|---|
| Per trasportare il fango dalle strade . | Ducati | 27 903 |
| Per ristauri alle fabbriche della città . | » | 22 260 |
| Per danni causati agli edifici dei particolari . . . . . | » | 132 768 |
| Danni cagionati per guasti al vino, ecc. | » | 40 000 |
| Totale . . . | Ducati | 222 931 |
| Pari a . . . | L. It. | 706 958 |

Parlandosi de' danni si cita quello *per vuotare i condotti sotterranei delle 26 chiaviche che scolano le strade della città*, ecc., il che conferma quanto si disse di sopra.

Si rileva in particolare che la piena avea fatto di gran *voragini* a Castelvecchio, alle Seghe, a S. Croce di Cittadella, ai Cappuccini, al Ponte Navi, a S. Tomaso e presso le Seghe d'Isolo.

A proposito di rotte, una ne cita il Paleocapa, avvenuta il 29 settembre in Drizzagno Borgoforte (D). Altre 5 avvennero a destra e sinistra nel Veronese. Due di queste a sinistra furono sotto Bionde e Zerpa ed una a Castagnaro. Nella Relazione dei Rettori Veneti è detto che le prime occuparono un'estensione di campi 15 mila. Si cita un fatto curioso a proposito dei villici che stavano alla custodia degli argini; i quali, visto che l'acqua cominciava a sormontare,

*ebbero il coraggio di stendersi sulla terra e coi corpi formare all'acque un parapetto* sino a tanto che i compagni giungessero con altra materia a formare il riparo necessario.

1777. *Maggio 25.*

Piena d'Adige. Durò la piena 40 giorni con pericolo di sormontazione e rotte (Paleocapa, 31).

1777. *Giugno 17.*

(S). Rotta presso S. Pietro di Cavarzere (Pal.).

1778.

Piena a Verona (Venturi, II, 197, e Zambelli).

1783.

Piena (Paleocapa, 31).

1781-1787.

Venne creato uno speciale deputato alle Valli veronesi che fu aggregato al Magistrato dell'Adige (DD. Sen. 4 marzo e 14 settembre 1780).

Fu stabilita la massima dell'asciugamento delle dette Valli (Decreto 17 dicembre 1780).

Venne fissata pure la massima di una radicale regolazione dell'Adige (Decreto 27 dicembre 1781) e stabilita la chiusura di Castagnaro. Nel 1782-1783 si tagliano le svolte Morosina e Pettorazza; poi si compie il sostegno Tornova; si chiudono nel 1784 le canalette d'Adria, si tagliano le svolte di Fasolo, Marice ed Oca; nel 1785 quella di Piacenza; e nel 1787 si iniziano i lavori del nuovo sostegno a panconi di Castagnaro. Fu ultimato nel 1791 (Paleocapa, 26).

1785. *Maggio 31.*

(S). Rotta tra Cavarzere e S. Pietro (Pal. e Pubbl. Min.).

1786. *Giugno 20.*

(S). Rotta tra S. Pietro di Cavarzere e la Cavanella d'Adige (Pal.).

1786.

Il Paleocapa chiudendo il suo registro delle rotte d'Adige dal principio del secolo XVI al 1786, epoca in cui fu in-

trapresa la costruzione del sostegno Castagnaro, osserva che in tal periodo ne rinvenne 132 in 284 anni, vale a dire, una rotta ogni 2 anni.

**1789.**

(D). Autunno piovosissimo. Gran piena d'Adige e rotte a Castagnaro (Paleocapa).

**1791.**

Piena (V. Paleocapa).
In quest'anno fu compiuto l'edificio di sostegno del diversivo Castagnaro (Pubblicazione Min. 1878).

**1792.** *Giugno.*

Piena delle più lunghe di cui si ha memoria (Bocchi).
Il verno del 1791 fu assai rigido.

**1792.** (*Settembre 16 — Ottobre 13*).

Piena di sole pioggie, come si esprime il Bocchi, essendo allora spoglie di neve le montagne.

**1793.**

Piena (Paleocapa).

**1796.**

Piena (Id.). Il verno del 1795 fu assai rigido.

**1797.** *Ottobre 30.*

Nell'*Archivio Storico Veronese* (agosto 1880, vol. VII, 204) troviamo nella cronaca intitolata: « I Morti, memorie d'un anonimo (1796-1834) » il brano seguente:

30 Ottobre 1797. In seguito dalle grandi acque crescè il fiume Adige che arrivò sopra il molo della Dogana nuova.

**1799.**

Piena d'Adige (V. Paleocapa).
Piena (Paleocapa).

1801. *Ottobre 28.*

Ricordata nella *Cronaca* dell'Alberti.

1801. *Dicembre 19.*

Piena d'Adige.
(S). Rotta a Cavanella.

1802. *Ottobre 24.*

Citiamo su questa piena un passo della *Cronaca* dell'Alberti:

« In questa settimana è venuto una grande *ondazione* di acqua nell'Adese fuori della navigazione che hanno alla sua misura dove si contiene nel suo consueto. Onde quest'acqua è arrivata al Ponte delle Navi, sino al disopra delli Scalini della Dogana, alli Filippini, e arrivava sino al Muro dei Fratti di San Fermo dalla parte della Dogana, che non si poteva passar dalla strada per andar alli Filippini, e poi è arivata fori della Boccara dei Leoni, e dalla Boccara di S. Salvar Corte Regia che l'*andaséva* per strada ».

ALBERTI, *Cron.* (I, 57 del ms.).

1803.

Una Commissione governativa avvisa la necessità di chiudere stabilmente il sostegno Castagnaro.

1811. *Ottobre 28-29.*

Citata dall'Alberti. Ecco il passo:

« 28. *Ondazione* di acqua dell'Adige fuori di Navigazione. Ha cominciato subito dopo la mezza notte dell'entrar il giorno susseguente; e seguita di continuo a crescer la suddetta giornata, che fa dubitar di un gran danno per molti che sono soggetti a queste disgrazie, che fanno indrizzar i capelli della testa a veder questo spettaccolo da un momento all'altro, e all'improvviso.

« 29. Continua *l'ondazione* dell'acqua grossa dell'Adige e seguita a crescer. Quest'Adige fa molte Rovine a tutti quelli ai quali porta del danno, e del discapito. L'altro giorno è venuto, a seconda, sull'Acqua, un Molino distaccato dal suo Posto ».

ALBERTI, *Cron.*, ms. (I, 151).

**1812.** *Ottobre 11-16.*

Piena d'Adige (Paleocapa).

**1816.** *Maggio.*

Piena d'Adige (Paleocapa).

**1821.** *Maggio 28-30.*

Pure citata dall'Alberti. Ecco il brano (II, 124):
« Ondazione di Aqua dell'Adige *di 3 giorni consecutivi*. Oggi l'Acqua arriva sino alla Porta di Borsari di sopra al pavimento di tutta la strada, all'altezza di 3 oncie. Alla Dogana, ai Filippini, è per tutta la strada ».
Dice lo Zambelli che si impedì il passaggio del Ponte Pietra, credendolo in pericolo. V. la cronaca intitolata: *Fatti memorabili di Verona 1814-1822* (Arch. Storico, v, 313). Il pelo d'Adige segnò m. 1.82 sopra G. N. all'idrometro di Verona. V. anche Paleocapa (42). Il segno che se ne ha sulla Caserma Trezza a Verona è a m. 0.485 sul suolo.

**1821.** *Agosto 15.*

Rotta a destra d'Adige sopra Cavarzere (Bocchi). Il 21 agosto 1821 si chiuse la rotta precedente. « Erano 47 anni, dice il Bocchi, cioè dal 1774, che non accadevan rotte (veramente ce ne fu una nel 1789, ma fu piuttosto di Castagnaro). Anche partendo da quest'ultima epoca un riposo di 32 anni è ben osservabile; chè dal 1493 non se n'ebbe mai un altro sì lungo nè prima di questo anno 1821, nè dopo sino al presente. Non può dunque non disconoscersi il vantaggio degli argini sistemati dopo il 1774 e del piano di governo introdotto, nonchè dei lavori eseguiti a miglioramento del sistema idraulico d'Adige ». Alcune rotte sarebbero citate, a dir vero, anche dopo il 1774. Ma è un fatto però che nel precitato periodo furono assai rare.

**1822.**

Si eseguisce una livellazione dell'Adige da Verona al mare. V. Paleocapa, 55.

**1823.** *Ottobre 13-17.*

Citiamo i passi dell'Alberti:
« 13. Questo giorno grande straripamento del Fiume Adige

ed alle ore dieci di sera l'acqua sortita dalle galerie sotterranee, che hanno comunicazione col Fiume, era arivata sul Corso alla Porta Borsari dell'altezza di un braccio circa di misura di sopra alla strada.

14. In questo giorno l'escrescenza dell'acqua sortita dal Fiume Adige si è fatta maggiore a grado che varie strade della Città sono rese impraticabili; sul Corso l'acqua ariva da Casa Carlotti sino a Casa Realdi, ed a questo segno vi era alle ore dieci della mattina; alle ore dodici meridiane arivava fino al stallo delle Vecchie vicino al farinato del Padovan e dall'altra parte fino alla Chiesa dei SS.ti Appostoli, cioè fino alla Casa Bagatta e Casa Medici.

Alle ore sei di sera questa inondazione copre tutta la strada che conduce alla Porta Stuppa, cominciando dal Vo' di S. Zeno in Oratorio, cioè dalla imboccatura del vicolo Preon a gran corso come un torrente, e questa acqua sortendo per filtrazione dalla Porta Stuppa, chiamata Porta Palio, si dilata in Campagna nella così detta Spianata, che pare un Lago.

Alle ore undici di sera si sentono buone nuove, che l'acqua cioè incomincia a dar segno di calare. Alle ore dodici di Mezza Notte era ribassata quasi quattro oncie di misura.

15. Questo giorno cominciando da Mezzanotte sino alle ore dieci antemeridiane l'acqua è ribassata piedi uno e mezzo, poi *ha cominciato a crescer ancora di nuovo;* non si vede altro che zattere di legname, e Battelli, che conducono la gente da una parte e dall'altra sul Corso, sul Stradon della Porta Stuppa, poi Sottoriva, e San Salvar Corte Regia, e poi passiamo alli Filippini, e tutta la strada della Dogana, e da tutte le parti; passiamo alla parte sinistra dell'Adige in Veroneta si comincia subito giù dal Ponte nuovo tanto da una parte che dall'altra sino in Isolo, e S. Tommaso.

16. Questa mattina l'acqua ha incominciato a ribassar, e si vede che continua.

Detto. In questo giorno ha ribassato molto.

17. Questa mattina l'acqua è calata molto, che non si vede più per le strade ».

ALBERTI, *Cron.*, ms. III, pag. 91 e segg.

La piena segnò m. 2.79 sopra G. N. a Verona. Ne esiste un segno sulla Caserma Trezza, ora Lugo; ha la quota **55,537** ed è a m. **0,70** sul piano del suolo; più bassa di 0,46 di quella del 1868.

L'Adige ruppe il 15 ottobre poco sopra Boara Badia (D). ed altrove (Bocchi). Rotte alla Bova, a Castagnar e a Badia del Polesine cita pure l'Alberti.

Il 16 ottobre rotta d'Adige un miglio sopra Villabona per corrosione d'argine. (D). Il Paleocapa dice che la piena fu così violenta e precipitosa da doversi considerare come avvenimento secolare straordinario. Il 13 ottobre l'acqua era a m. 1.07 sopra G. a Castagnaro. Cresceva di 2 cent. l'ora; dopo aperto il sostegno (8 ant. del 14) crebbe di 4, 4 1|2, poi di 6 cent. e così arrivò a m. 1.96 sopra G. N. (Memorie, ecc., 39).

La pubblicazione del Ministero citando il 15 due rotte al Drizzagno Francavilla e al Drizzagno Bisatto, dice che le rotte furono chiuse stabilmente il 22 gennaio 1824. Per la prima si spese L. 192,268, per la seconda L. 140,842. Compresi gli ultimi lavori di riparazioni, in tutto si spese L. 553,086. Avvennero per squarciamento della coronella.

1824. *Gennaio 3.*

Solo allora le acque cominciarono a decrescere. Si discute sulla stabile chiusura di Castagnaro.

1825. *Dicembre 9-10.*

Piena d'Adige. La cita l'Alberti. Ecco i brani:

« 9. In questo giorno ha strarippato il Fiume Adige ed ha prodotto una grande innondazione per la Città, ed è tuttora in crescere, come ho io veduto sul Molo della Dogana alle ore 6 Pomeridiane, che le onde sormontavano il Molo steso, e giugnevano a lambire il Muro della Dogana.....

10. Questa mattina dalle ore 9 sino alle 10 l'inondazione è cresciuta, poichè alla Porta dei Borsari sul Corso l'acqua era alta due Piedi. Fino al Mezzodì l'acqua si conservò della medesima altezza, e dopo le ore 1 pomeridiane incominciò a ribassarsi, ed alle ore 3 1|2 fece il ribasso di un piede e mezzo.

È da osservarsi che l'inondazione ch'ebbe luogo nell'anno 1823, portò l'acqua più alta della presente nei giorni 13 e 14 ottobre di un Piede.

In questo stesso giorno di Sabbato 10 Dicembre l'acqua si concentrò, e lasciò libero il Corso alla Porta dei Borsari alle ore 8 1|2 circa Pomeridiane restringendosi nelle Gallerie sotterranee.

11. In questo giorno alle ore otto della mattina si ha trovato che l'acqua nella notte scorsa è calata Piedi N. 5 crescenti, ed è tornata in conseguenza nel suo alveo ».

ALBERTI, *Cron.*, ms. (IV, 37 e segg.).

Il fiume segnò a Verona 2.26 sopra G. N. (V. anche Paleocapa).

In quest'anno si sbandiscono i lavori frontali, e si prescrivono i ritiri d'argine.

1827. *Maggio 11-15.*

Così la descrive l'Alberti:

« 11-12. Il Fiume Adige nel giorno undici cominciò ad ingrossarsi, e nel giorno dodici di mattina l'acqua era strarippata in modo che le onde coprivano il Molo della Dogana, ed alla Porta dei Borsari giugneva alle Bocche delle Gallerie; dal mezzogiorno del 12 fino alle ore sette fece un ribasso di oncie due circa.

13. L'acqua è oggi cresciuta un piede, mentre alle ore 10 antemeridiane arrivava al profilo del portico del Vo' a S. Salvar Corte Regia; dalle ore una alle tre pomeridiane, è cresciuta 3[4 d'oncia.

14. Alle ore sette antemeridiane ha incominciato a calare, e sembra che sia in ribassarsi.

In questo giorno dalle ore sette della mattina fino alle ore otto della sera, l'acqua è ribassata un piede circa, essendo ritornata al Livello ch'era Venerdì scorso 11 corrente, il tempo continua ad essere piovoso, e una quantità di neve copre ancora le Montagne.

15. L'acqua del Fiume Adige da jersera alle ore nove di questa mattina è calata un piede ».

ALBERTI, *Cron.*, ms. (IV, 97 e segg.).

L'Adige segnò m. 1,62 sopra G. N. a Verona.

1827. *Giugno 7-9.*

Brani dell'Alberti:

« 7. In questo giorno è cresciuta l'acqua del Fiume Adige; l'escrescenza incominciò al mezzogiorno e alle ore sette pomeridiane giungeva al Livello del giorno 13 maggio.

9. Alle ore dodici meridiane l'acqua del Fiume Adige è cresciuta in modo, che alla Porta dei Borsari era per sortire sulla strada, e respettivamente nelle altre parti della Città; ma alle ore sette pomeridiane è calata mezzo Piede ».

ALBERTI, *Cron.*, ms. (IV, 101 e segg.).

1829. *Settembre 21-22.*

Piena d'Adige. La descrive l'Alberti:

« 21. In questo giorno l'acqua del nostro Fiume Adige mi-

nacciava una rovinosa innondazione avvegnachè quasi visibilmente ad ogni momento cresceva, alle ore cinque pomeridiane del giorno susseguente incominciò a calare e seguitò continuatamente fino a tanto che rientrò nel suo argine ».

ALBERTI (IV, 186).

Il giorno 22 all'idrometro di Verona segnò 1.79 sopra G. N. (V. anche Paleocapa).

Fu rigidissimo il verno 1829-30.

1834.

Il Paleocapa è incaricato di stendere un piano di custodia del Po. Egli osserva nel suo lavoro essere questo fiume meno pericoloso dell'Adige, avendo quello argini argillosi, questo sabbiosi: lungo l'Adige le campagne dànno più frequenti filtrazioni causa il terreno sabbioso.

1835.

Il Paleocapa con una elaborata Memoria propone la stabile chiusura di Castagnaro, e dà le prime norme per la bonifica delle Valli Veronesi.

1836. *Settembre 9.*

Il Governo Austriaco decreta la stabile chiusura del sostegno Castagnaro entro il 1838.

1837. *Giugno 20.*

Segnò all'idrometro di Verona 0.84 m. sopra G. N.

1838. *Marzo.*

È ultimato il lavoro di stabile chiusura del sostegno Castagnaro proposto nel 1835 dal Paleocapa (V. id. l. c., 15).

1839. *Settembre 7.*

Segnò m. 1,66 sopra G. N. all'idrometro di Verona e m. 2,43 a quello di Badia (V. Paleocapa, 143).

1839. *Novembre.*

Piena d'Adige che l'ingegnere capo Lorenzoni a Verona chiama *memoranda*.

1841. *Ottobre 30 — Novembre 1.*

Segnò a Verona la massima altezza di m. 2.58 sopra G. N. Rotta a Rotta Nova sopra Cavarzere (1 novembre). Segnò m. 2,66 a Badia.

1842.

Eseguiti i tagli delle svolte Villabona e Castelbaldo. (V. Pubblicazione ministeriale, 1878, p. 35); nonchè delle svolte Zacco e Barducchi presso Concadirame e della Volta Chiesa Boara sopra Rovigo (ibid.).

1844. *Ottobre 26-29.*

Segnò 2,05 m. sopra G. N. — Varie rotte una il 28 a destra al Taglio dell'Oca di Pettorazza (Adria) per sifone, l'altra il 29 al drizzagno di S. Martino (Rovigo). Vedi il Bocchi. I danni prodotti da quest'ultima furono enormi. Furono allagati 35 mila ettari di terreno. Distrusse un ponte del paese di S. Martino. La rotta fu chiusa stabilmente il 1° aprile 1845. Si spesero per la chiusura L. 313,544, e in tutto L. 577,322.

1845. *Luglio-Agosto.*

In seguito a pioggie torrenziali l'Adige torna minaccioso. Alberto Cavalletto ingegnere di riparto a Cavarzere impedisce il sormonto. Così il Bocchi.

1845. *Agosto 31.*

Di questa piena troviamo memoria nel portone della casa n. 9 di Corso Cavour (stipite sinistro entrando) sul quale c'è un segno orizzontale con sopra scritto:

31 AGOSTO 1845

Detto segno è a metri 0.45 di altezza sopra la soglia del portone. Questa piena del 1845 segnò a Verona 2.87 sopra G. N. Segnò m. 3.12 sopra G. N. a Badia (Paleocapa). In quest'anno 1845 fu eseguito il taglio delle svolte Anconetta e Gallianta presso Cavarzere (P. M. 1878, p. 35).

1846.

Da un rapporto dell'ing. capo Lorenzoni, citato dal Pa-

leocapa, togliamo il brano seguente, che egli scrive dopo aver analizzato le piene precedenti:

« Tutti questi fatti incontrastabili provano ad evidenza che da sei anni circa, dopo la chiusura stabile del Castagnaro, cioè dal 1840 a questa parte, le piene d'Adige si mantengono più basse nel tronco inferiore a Legnago in paragone del superiore, e sempre più depresse si manifestano quanto più l'alveo si accosta a Castagnaro ».

**1848.**

Si eseguisce il taglio della svolta Camponovo presso Borgoforte (P. M. 1878, p. 35).

**1851.** *Primavera.*

Molte piene si successero durante la primavera del 1851.

**1851.** *Ottobre 5. — Novembre 4.*

Il 5 ottobre segnò a Verona m. 1.78 sopra G. N.; poi calò. Il 4 novembre segnò 2.30 m. poi calò. Il 5 id. rotta a destra a S. Pietro poco sotto a Cavarzere. (Bocchi e De Rorai). Si notò essere questa l'unica piena che segnò un decrescimento in questo secolo. Nelle altre riscontrasi continuo e rapido aumento. Fu chiusa la rotta il 9 dicembre 1851, e nella primavera del 1852 si compirono i lavori di ripristino degli argini. Spesa per la chiusura della rotta L. 103,294, e in tutto L. 168,786.

**1854.** *Settembre 10.*

Un decreto del maresciallo Radetzki autorizza i lavori di bonifica delle valli Veronesi ed Ostigliesi.

**1862.** *Settembre 8.*

Po ed Adige contemporaneamente in guardia.

**1863.** *Ottobre.*

A mezzo ottobre ruppe l'Adige. (Pighi).

**1868.** *Ottobre 5-7.*

Vari segni abbiamo in città che indicano il livello raggiunto da questa piena.

Un segno è nel Vicolo Sanmicheli sull'angolo verso Via Sanmicheli, coll'iscrizione:

A QUESTA LINEA
GIUNSE L'ADIGE
NEL 5 OTTOBRE 1868

La linea è a m. 1.38 sopra il marciapiede sottoposto.

Nel sito della lapide del 1757 (casa n. 13, Regaste San Zeno) trovasi pur l'altra che ricorda la piena del 1868 ed il relativo segno è a m. 1.70 sul piano stradale.

Altri segni sono in Città:

1. Dazietto di S. Lorenzo a m. 1.71 sul suolo.
2. Porta Borsari . . . » 1.48 »
3. Via Sole alla Carega . » 1.28 »
4. Via Ponte Pignolo (Beccheria Vacche) . . » 1.30 »
5. Via del Cristo . . . » 1.23 »
6. Caserma Trezza . . . » 1.16 »
7. Museo a Porta Vittoria » 1.27 »
8. Caserma di artiglieria a Porta Vittoria . . . » 0.75 »

Nella notte dal 6 al 7 ottobre rotta a Legnago, che fu chiusa il 17. Cominciò il fiume a decrescere il 10 ottobre. Più avanti si danno notizie più particolareggiate. A Verona il 5 ottobre m. 3.18 sopra G. N.

1878. *Novembre 28.*

Segnò m. 2.04 sopra G. N. a Verona.

1879. *Giugno 27 (colmo).*

Piena primaverile: durò 78 giorni. Se non fu delle maggiori per l'altezza dell'acqua, fu però delle più temibili per gli effetti che ne risultarono relativamente alla consistenza degli argini, i quali trovavansi già rammolliti dalle pioggie torrenziali che precedettero la piena.

Durante la piena si osservarono 10 periodi o stadi distinti, definiti dalle alternative di incrementi e diminuzioni, dovuti a cause diverse. Queste furono nei due primi le pioggie del bacino alpino; alla metà di giugno il disgelo delle nevi; e poi le pioggie temporalesche. Molti disordini si ebbero negli argini, ma furono riparati.

Il verno 1879-80 fu assai rigido.

**1882.** *Settembre 17.*

Moltissimi sono in città i segni che marcano il livello di questa piena. Ne riferiamo alcuni pel confronto che può farsi col livello raggiunto dalle altre piene sopra ricordate.

Iscrizione nel *Vicolo Sanmicheli*, allo sbocco sulla Via Sanmicheli:

17 SETTEMBRE 1882

Il segno è a m. 2.65 sopra il sottoposto marciapiedi: ed a m. 1.27 su quello del 1868 già citato.

Altra iscrizione sul portone della *casa n. 9 del Corso Cavour* (stipite destro entrando):

17 SETTEMBRE 1882

Il segno è a metri **2.48** sopra la soglia del portone; trovasi quindi a m. 0,69 sul livello di piena del 1757.

Sul *Vicolo Santa Caterina* allo sbocco sullo stradone di S. Antonio del Corso:

ADIGE

17 SETTEMBRE 1882

Questo segno è a m. 1.07 sopra il piano del sottoposto marciapiedi; ed a metri 1.18 *sotto* il livello della piena del **1567.**

Sul *Vicolo Ponte Nuovo* di fronte a S. Maria in Chiavica c'è una fascia bleu che segna la piena 1882. La sua mezzaria è a m. **2.390** sopra il sottoposto marciapiedi: a m. 0.46 sul livello della piena del 1757: ed a m. 1.07 su quello del 1512.

Sul *portone a 3 luci del Chiostro esterno di S. Bernardino* esiste un segno della piena 1882 che è a m. 1.14 sopra la soglia del medesimo.

Nel *Chiostro interno di S. Bernardino* c'è pure una tavoletta coll'iscrizione:

ADIGE

17 SETTEMBRE 1882

Questo segno è a m. 2.24 sopra il pavimento: corrisponde quasi al livello di piena del 1567 (2.25 sul suolo). Il pavimento del Chiostro interno sarebbe quindi m. 1,10 più basso della soglia del portone esterno. La piena del 1882

sarebbe stata quindi, a S. Bernardino, di 0.11 più alta di quella del 1757; di 0.35 sopra quella del 1776; e di 0.55 più alta di quella del 1512.

Sul *Vicolo Pulce* allo sbocco in Via Sanmicheli, abbiamo la iscrizione:

ADIGE

17 SETTEMBRE 1882

Il segno di piena è a m. 2.30 sopra il marciapiedi sottoposto: più alto di 0.80 di quello della piena del **1757**.

Sulla *Via Ponte Pignolo*, angolo Vicolo Mustacchi:

ADIGE

17 SETTEMBRE 1882

Il segno di piena è a metri **2.18** sopra il marciapiedi; e quindi a m. 0.51 sopra il segno del 1567.

Altro segno di piena è marcato in fianco alla piccola porta del *Convento C. Scalzi* (Corso Porta Pallio) ed è di m. 0.07 più basso del segno di piena del 1757. È sopra il piano della strada sottoposta, in corrispondenza al piede della scala, m. **3.02**.

Altro segno è dentro il portone della *Direzione del Genio Militare a Porta Pallio*, messo dalla Direzione medesima:

LIVELLO RAGGIUNTO DALL'INONDAZIONE
DEL 17 SETTEMBRE 1882

Questo segno è a m. 3,62 sopra il sottoposto ciottolato, cioè a m. 0.03 sotto il livello di piena del 1757 ed a m. 1.72 sopra quello del 1719.

Altro segno fu posto sopra la lapide del 1757 sulla *casa n. 13 Regaste San Zeno*. È a m. 3.09 sopra il piano della strada sottoposta: a m. 0.653 sopra il segno del 1757: ed a m. 1.353 sopra il segno del 1868.

Altro segno si trova all'estremo delle *Regaste verso San Zeno*, nell'angolo; è a m. 2.32 sopra il sottoposto piano stradale, e a m. 1.32 sopra il segno del 1868.

Altro segno è sulla *casa n. 16 in via di mezzo Porta S. Zeno*. È di m. 0.65 più alto di quello della piena 1567, vale a dire, a m. 1.90 sul piano stradale.

Altro segno al *Dazietto di S. Lorenzo*:

ADIGE

17 SETTEMBRE 1882

È sul muro verso la strada parallelo al fiume, esternamente; a m. 3.67 sul suolo della strada. Il segno del 1567 è invece riferito al piano della stanza del Dazietto.

Riferendola al pavimento della stanza si ha 3.19 m.: il dislivello fra questo e la via sottoposta al segno del 1882 è di m. 0.48.

Altro segno è sulla *Casa Cartolari* in *Vicolo San Sebastiano*: a m. 1.71 sul suolo.

Altro segno in *Piazza Cittadella* verso le Seghe, sulla casa n. 26:

A QVESTA LINEA
GIVNSE L'ADIGE
NEL 17 SET.
1882

Sarebbe a m. 1.82 sul suolo.

Altro segno all'albergo *Gran Parigi* (S. Giovanni in Foro) sull'angolo:

. . . ADIGE
17 SETT. 1882

È a m. **1.43** sul suolo (marciapiedi).

Altro segno nell'*atrio del Museo a Porta Vittoria:* a m. 1.75 sul suolo.

All'*ingresso del Vescovado* si ha l'iscrizione:

17 SEPTEMBR. 1882
HVC ATHESIS VENIT DEMERSANS
FLUCTIBVS VRBEM

Il segno è a m. *2.28* sopra la soglia, cioè a m. *0,58* sul segno del 1757.

Nella *Chiesa di S. Giovanni in Fonte* al Duomo, l'acqua arrivò a m. **2.77** sul pavimento (interno).

Altro segno è alla *Caserma Trezza*, a m. 2,34 sul suolo.

Altri segni sono citati dallo Zambelli così:

| | | | |
|---|---|---|---|
| a Porta Borsari . . . | a m. | 2.92 | sul suolo |
| a San Giovanni in Foro | » | 1.43 | » |
| in via Carega . . . | » | 2.70 | » |
| in Chiesa del Duomo . | » | 1.08 | » |
| in via Beccheria Vacche | » | 2.52 | » |
| Sottoriva . . . . . | » | 2.94 | » |
| Rigasta Vittoria (Caserma Artiglieria) . . . . | » | 1.95 | » |

1882. *Settembre 18.*

Rotta di Legnago. Questa rotta avvenne il 18 settembre 1882. per corrosione. Essendovi nel sito della rotta un gorgo di m. 21.70, si stabilì di *prenderla in ritiro*. La interclusione provvisoria si finì il 14 dicembre 1882, cioè 98 giorni dopo l'apertura della rotta, in 65 giorni di lavoro. Lo squarcio era lungo 300 m.; l'acqua alta 8 m. Si spesero L. 1,393,600.

Si ricostruì poi l'argine definitivo. Il lavoro iniziato il 26 dicembre 1882 si finì il 5 maggio 1883 (131 giorni). Spesa L. 1,626,900.

In tutto si spesero per questa rotta L. 3,000,000.00 circa.

Oltre a questa si ebbero altre 3 rotte del F. Adige.

1882. *Ottobre 28 — Novembre 2.*

L'Adige, dopo 43 giorni dalla prima piena, straripò di nuovo. Il giorno 29 arrivò a m. 2.23 sopra G. N. Cessò il 2 novembre. Rotta a Belfiore.

---

*Indicazioni riassuntive di diverse piene.* — Diamo qui raccolti alcuni segni di piene diverse, in parti già citati, pel l'opportuno confronto:

1. *Pescantina, Casa Comunale.* Il fabbricato è presso la sponda del fiume.

HAS. ATHESIS. METAS. TURGENTIBUS. ABLUIT. UNDIS

— 10. $\overline{8}$BRIS. 1567 . . . . . (m. *2,80*).
— 17. $\overline{7}$BRIS. 1882 . . . . . (m. **2,73**).
— 2. $\overline{7}$BRIS. 1757 . . . . . (m. **2,65**).
— 30. $\overline{7}$BRIS. 1776 . . . . . (m. 2,26).
— 5. $\overline{8}$BRIS. 1868 . . . . . (m. 1,21).
— 10. $\overline{9}$BRIS. 1767 . . . . . (m. 0,97).
— 15. $\overline{8}$BRIS. 1823 . . . . . (m. 0,96).
— 1. $\overline{7}$BRIS. 1845 . . . . . (m. 0,88).
— 29. $\overline{8}$BRIS. 1882 . . . . . (m. 0,85).
— 10. $\overline{\text{X}}$BRIS. 1825 . . . . . (m. 0,45).
— 3. MAJI. 1774 . . . . . (m. 0,39).

I numeri fra parentesi indicano l'elevazione del segno di

piena dal suolo. Furono rilevati nel dicembre 1834. Così in queste successive iscrizioni.

2. *Parona, contrada Piazza* o *Adige, al n. 144.*

IV. NON. SEP.
MDCCLVII

AD. LINEAM. SEQVENTE.
PERVENIT. ATHESIS
_____ (m. *1,970*).

L'ADIGE GIVNSE
A QVESTA LINEA
_____ (m. 2,15).

IL 18 SETTEMBRE 1882

3. *Parona, al n. 129, a monte dell'antecedente.*

L'ADIGE
_____ (m. 1,71).

17-18 SETTEMBRE
1882

4. *Verona, Caserma Trezza* ora *Lugo.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| anno | 1882 | a m. | 2.34 | sul suolo |
| » | 1757 | » | 1.76 | » |
| » | 1868 | » | 1.16 | » |
| » | 1823 | » | 0.70 | » |
| » | 1821 | » | 0.485 | » |

5. *Verona, Dazietto S. Lorenzo.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| anno | 1512 | a m. | 2.19 | sul suolo |
| » | 1567 | » | 2.56 | » |
| » | 1882 | » | 3.19 | » |

6. *Verona, Corso Cavour, portone e casa n. 9.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| anno | 1512 | a m. | 1.05 | sul suolo |
| » | 1567 | » | 1.73 | » |
| » | 1757 | » | 1.79 | » |
| » | 1845 | » | 0.45 | » |
| » | 1882 | » | 2.48 | » |

*Conclusione.* — Facendo il riassunto di tutte le piene sopra registrate, e delle quali si conosce il mese in cui avvennero, troviamo che esse si distribuiscono così nei diversi mesi:

| | N° | Procento |
|---|---|---|
| Gennaio | — | — |
| Febbraio | — | — |
| Marzo | 1 | 0.7 |
| Aprile | 6 | 4.3 |
| Maggio | 26 | 18 |
| Giugno | 30 | 20.5 |
| Luglio | 5 | 3.5 |
| Agosto | 5 | 3.5 |
| Settembre | 14 | 9.5 |
| Ottobre | 40 | 27.5 |
| Novembre | 16 | 10.5 |
| Dicembre | 3 | 2.0 |
| Totale | 146 | 100.0 |

È a notarsi maggiore essere il numero delle piene autunnali in confronto delle primaverili. Ma la ragione sta in ciò che le prime d'ordinario sono quelle che portano danni senza confronto maggiori, e perciò è di queste specialmente che ci è rimasta di preferenza memoria anche dai tempi remotissimi.

Un dato più esatto lo dà al proposito la pubblicazione del Ministero dei Lavori Pubblici (1878, pag. 39), la quale ci porge notizia di 156 piene registrate all'idrometro di Boara Pisani dal 1844 al 1877. Eccone il quadro dove sono distribuite secondo i mesi:

| | N° | Procento |
|---|---|---|
| Gennaio | — | — |
| Febbraio | — | — |
| Marzo | 7 | 4.5 |
| Aprile | 6 | 4.0 |
| Maggio | 14 | 9.0 |
| Giugno | 39 | 25.0 |
| Luglio | 31 | 20.0 |
| Agosto | 15 | 10.0 |
| Settembre | 11 | 7.0 |
| Ottobre | 20 | 12.0 |
| Novembre | 9 | 6.0 |
| Dicembre | 4 | 2.5 |
| Totale | 156 | 100.0 |

Qui il numero delle piene avvenute in ottobre è appena la metà di quella del giugno.

Dalla cronologia delle piene verificatesi all'idrometro di San Salvar a Verona dal 1854 al 1882, e che riportiamo più avanti nella Memoria III, risultano le cifre seguenti:

| | N° |
|---|---|
| Gennaio | — |
| Febbraio | — |
| Marzo | — |
| Aprile | 2 |
| Maggio | 11 |
| Giugno | 29 |
| Luglio | 22 |
| Agosto | 6 |
| Settembre | 10 |
| Ottobre | 13 |
| Novembre | 7 |
| Dicembre | 1 |
| | 101 |

A complemento di queste notizie, e per aver un'idea delle variazioni medie degli stati d'acqua del fiume durante un intero anno, diamo il quadro delle osservazioni fatte in proposito a Legnago dal 1° gennaio 1868 al 31 dicembre 1876. Vi ebbero in questo periodo in media annualmente:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Giorni | 75 | in cui l'acqua fu a m. | 2.00 | sotto G. N. |
| » | 85 | » » | 1.50 | » |
| » | 75 | » » | 1.00 | » |
| » | 64 | » » | 0.50 | » |
| » | 36 | » » | guardia | |
| » | 18 | » » | 0.50 | sopra G. N. |
| » | 10 | » » | 1.00 | » |
| » | 2 | » » | 1.50 a 2.53 | sopra G. N. |
| Totale | 365 | | | |

Su 365 giorni ve n'ebbero dunque 66 in cui il fiume fu in o sopra guardia; vale a dire il 18 0[0.

Questo quadro può servire di complemento all'altro dato nella Memoria I di questa parte IV.

*Prospetto analogo pel Po.* — Nei 100 anni compresi dal 1778 al 1877 si ricordano all'idrometro di Pontelagoscuro 275 piene, di cui 24 avvenute nell'inverno, 107 in primavera, 19 in estate e 125 in autunno.

Nei diversi mesi sono così distribuite (V. Pubblicazione Ministeriale, anno 1878):

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gennaio . . . . | N. 7 | e per cento | 2.5 |
| Febbraio . . . | » 7 | » | 2.5 |
| Marzo . . . . | » 10 | » | 3.5 |
| Aprile . . . . | » 18 | » | 6.5 |
| Maggio . . . . | » 41 | » | 15.0 |
| Giugno . . . . | » 48 | » | 17.5 |
| Luglio . . . . | » 1 | » | 0.4 |
| Agosto . . . . | » 6 | » | 2.2 |
| Settembre . . . | » 12 | » | 4.3 |
| Ottobre . . . . | » 57 | » | 20.8 |
| Novembre . . . | » 45 | » | 16.4 |
| Dicembre . . . | » 23 | » | 8.4 |
| | Totale N. 275 | | 100 |

*Considerazioni finali sulle piene.* — In base alle precedenti notizie esporremo alcune considerazioni sulle piene.

La piena di gran lunga maggiore di tutte sembra essere stata quella del 589. Ma, come fu notato, il racconto che ne danno gli storici ha un po' del meraviglioso.

Quella del 1153 se arrivò all'altare del Duomo deve essere stata di poco inferiore a quella del 1882 che vi raggiunge sul pavimento l'altezza di m. 1,08.

Al riguardo delle altre antichissime notiamo che non inspiravano a dir vero molta sicurezza le notizie che ne danno gli storici veronesi dei secoli XVI e XVII. Più sicure dovrebbero essere quelle che si cavano dalle inscrizioni e dalle cronache. Ma anche queste non sono sempre fra loro concordi. Così, per esempio, in quella del 1239 secondo l'iscrizione di S. Zeno sarebbe caduto il Ponte Pietra; e secondo quella di S. Stefano, no. Qualche codice la mette al 26 giugno; altri al 4 ottobre: e quest'ultima data è certo più verisimile.

In generale riesce confermato per le piene autunnali il carattere della straordinaria rapidità, anzi quasi direbbesi subitaneità. Veggansi al proposito le descrizioni di quelle del 1493, 1512, 1520, 1649, 1665, 1707, 1757 e 1882. Per dire di una sola, leggiamo che la piena del 1567 in 5 ore

entrò nel Monastero di S. Giovanni della Beverara. Ma quello che v'ha di peggio si è che alle volte lo straordinario e rapidissimo accrescimento avviene di notte.

Quanto ai danni che portarono con sè le maggiori, v'ha sempre la rovina di ponti, delle mura della città e l'atterramento di case. Veggasi la descrizione di quelle del 1239, 1339, 1493, 1512, 1757, 1882, ecc. Così quella del 589 ruppe le mura della città, quella del 1097 il Palazzo del Vescovo; quella del 1195 le regaste del Redentore; in quella del 1757 rovinarono molte case, essendosene sfasciati i vôlti ed essendone stati scalzati i fondamenti.

Alcune piene minacciarono di rompere o ruppero anche il muro della fossa di Castelvecchio (presa dell' Adigetto). Questo avvenne, ad esempio, nel 1493, 1512, ecc. e 1882.

Talvolta per scaricare l'acqua di piena stagnante sulla via di Porta Pallio nelle fosse della fortezza si ruppero le mura della Città presso la porta o si ruppe la Porta stessa.

Così leggiamo che nel 1493 e 1512 quando la porta non era ancora costrutta (1542), si fece uno squarcio nelle mura. Di quella del 1597 leggiamo inoltre che scolava *nelle fosse della muraglia per il fosso di Porta Pallio:* nel 1719 si diè *esito all'acqua spezzando la porta con uno sparo di cannone.* Nel 1757 si narra che l'acqua *scolava nelle fosse per la chiavica di Porta Pallio che passa sotto il terrapieno e per un foro fatto nella bianchetta della medesima.* Lo stesso avvenne nel 1776; colla differenza che la porta si ruppe dopo la piena.

Quanto alle piene primaverili esse in generale sono di più lunga durata e meno elevate: qualcuna però eguagliò le autunnali. Così quella del giugno 1673 raggiunse l'altezza di quella del settembre 1665.

È da osservarsi che dal 1567 al 1757 (per quasi due secoli) vi furono bensì piene rimarchevoli, ma non di altezze così eccezionali come queste due.

La piena più antica di cui abbiamo registrato il livello nel Chiostro interno di S. Bernardino è quella del 1512. In base ad una indicazione delle Cronache abbiamo potuto fissarvi l'altezza anche di quella del 1493. Nel seguente prospetto sono raccolte tutte le diverse piene segnate nel detto Chiostro: sono in carattere speciale le altezze sopra il suolo del Chiostro rilevate in sito e relative alle piene di cui si ha ivi la iscrizione. Vi abbiamo aggiunte le altezze di altre piene, desunte per induzione dalle Cronache.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Piena | 1493 | Altezza sul | suolo | m. | 0.67 |
| » | 1512 | » | » | » | **1.69** |
| » | 1520 | » | » | » | 0.33 |
| » | 1567 | » | » | » | **2.25** |
| » | 1719 | » | » | » | 0.74 |
| » | 1757 | » | » | » | **2.13** |
| » | 1776 | » | » | » | 1.89 |
| » | 1882 | » | » | » | **2.24** |

Come si vede, quanto ad altezza le piene che si contrastano la prevalenza sono (oltre a quella del 589 di cui non v'ha indicazione certa) le tre del 1567, 1757 e 1882.

Esaminiamo un po' le altezze che queste piene raggiunsero a Verona, prendendo quella del 1882 come termine di confronto:

1. — *Piena del* 30 *ottobre* 1567.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Regaste S. Zeno . . | m. 0.65 | sotto | quella | dell'82 |
| Dazietto S. Lorenzo . | » 0.63 | » | » | » |
| Presso Porta Borsari . | » 0.75 | » | » | » |
| Vicolo Mustacchi a S. Maria in Organis . | » 0.51 | » | » | » |
| Alla Vittoria . . . | » 0.90 | » | » | » |

Si noti che queste altezze sono prese quasi tutte lungo le rive del fiume; esse sono quasi concordi nell'indicare che la piena del 1567 fu in città più bassa di quella del 1882 di m. 0,60 circa: e di m. 0,90 se si tien conto del rigurgito dei ponti.

Altre indicazioni sono:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Chiostro di S. Bernardino | m. 0.01 | sopra | quella | dell'82 |
| S. Giovanni in Fonte . . | » 0.37 | sotto | » | » |
| Vicolo S. Caterina. . . | » 1.18 | sopra | » | » |

Questi tre dati sono un po' troppo discordi fra loro; e non si può certo dai medesimi cavare illazioni attendibili.

2. — *Piena del* 1757.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Regaste S. Zeno. Casa n. 13 a | m. 0.66 | sotto | quella | dell'82 |
| Presso Porta Borsari . . | » 0.69 | » | » | » |
| Albergo Gran Parigi . . | » 0.70 | » | » | » |

S. Giovanni in Fonte . a m. 0.68 sotto quella dell'82
Al Vescovado . . . . . » 0.58 » » »
Vicolo Ponte Nuovo (S. Maria in Chiavica) . . . . » 0.46 » » »
Via Beccheria Vacche . . » 0.41 » » »
Vicolo Pulce (Binastrova) . » 0.80 » » »
Casa Cartolari a S. Sebastiano » 0.40 » » »
Piazza Navona . . . . » 0.58 » » »
Caserma Trezza ora Lugo . » 0.58 » » »
Atrio Museo . . . . . » 1.03 » » »
Piazza Cittadella . . . . » 0.73 » » »

Queste indicazioni, le cui diversità trovano la loro ragione nelle circostanze speciali che accompagnarono la piena del 1757 (caduta Ponte Navi, ingombro Ponte Nuovo e canali Seghe, ecc.) sono però concordi nel provare che la piena del 1757 fu più bassa di m. 0,40 almeno di quella del 1882. È singolare la coincidenza fra le altezze prese in alcuni punti lungo le rive dell'Adige. Si osservi anche come tanto in questa che nella piena del 1567 la depressione sotto quella del 1882 aumenti sottocorrente al ponte Navi.

Altre indicazioni abbiamo:

Chiostro di S. Bernardino m. 0.11 sotto quella dell'82
Corso di Porta Pallio (Casa Bernini (atrio) . . . . » 0.45 sopra » »
Porta Convento Scalzi . . » 0.07 sopra » »
Direzione Genio militare (Portone) . . . . . » 0.03 sopra » »

Se le forti altezze raggiunte dall'acqua lungo il corso di Porta Pallio sono forse anco l'effetto del rigurgito, prodotto dallo scarso sfogo che aveasi alla porta omonima: la loro diminuzione che si riscontra andando verso la Porta pare accenni al richiamo verificatosi in diversa misura nelle diverse piene.

Un fenomeno analogo ci presentano le altezze della piena del novembre 1719. Abbiamo infatti:

Convento C. Scalzi . . . m. 1.47 sotto quella dell'82
Direzione Genio militare . » 1.72 » » »

Confronti meno completi possiamo instituire sulle altezze rilevate pella piena del 1512.

Abbiamo tre indicazioni:

Dazietto S. Lorenzo a m. 1,45 sotto quella del 1882
Porta Borsari . . » 1.43 » » »
Vicolo P. Nuovo (S. Maria in Chiavica) . a m. 1.07 » » »

È singolare la coincidenza delle due prime. Abbiamo inoltre:

Chiostro S. Bernardino a m. 0.55 sotto quella del 1882.

Come fu già osservato l'illustre ing. A. Zanella nello scritto citato asserì che la piena del 1567 fu più alta di quella del 1757 di 0.466: e ne trasse la conseguenza che il diboscamento non influì punto sull'aumento delle altezze e portate di piena. Certo si è, che, come bene osserva il Paleocapa, bisogna tener conto delle speciali circostanze d'ogni piena; e delle mutate condizioni de' luoghi. Ma se quella del 1882, che non ebbe certo meno libero il suo corso, raggiunse a Verona altezze di tanto maggiori delle altre, non pare possa reggere in modo così assoluto la conclusione dell'illustre ingegnere.

*Notizie sulle piene d'Adige nel Trentino.* — Come complemento alle precedenti notizie, siamo lieti di poter dare qui alcuni cenni sulle memorie che delle piene d'Adige rimangono nel Trentino; cenni fornitici con quella cortesia che non è in lui eguagliata che dalla sua perizia nelle cose idrauliche, dall'illustre ing. Apollonio di Trento. Li riferiamo testualmente:

« La prima notizia sulle piene dell'Adige la troviamo nei libri di Paolo Diacono, al cap. XI del libro III, ove dice ciò che avvenne il 1° novembre dell'anno **589**: « *crebbe tanto* il fiume Adige, che intorno alla chiesa di San Zenone martire, la quale è posta fuori delle mura della città di Verona, l'acqua aggiunse fino alle più alte fenestre, benchè *non entrasse in quella chiesa* ».

« Qui nel Trentino abbiamo molti ricordi delle piene memorabili dell'Adige, e questi, scolpiti in apposite lapidi e sulle case più antiche delle città e borgate.

« Nella città di Trento le altezze delle piene memorabili sono state riportate tutte al cosidetto idrometro della Portella, che si trova presso la torre Vanga nel punto più depresso della città. Dopo l'ultima piena io lo feci riattare e coprire, e vi feci incidere una nuova scala metrica riferita all'idrometro che si trova sul corso del fiume, 20 metri a

monte del ponte di S. Lorenzo: questo per mettere le oscillazioni attuali del fiume in relazione con quelle antiche su quell'idrometro marcate.

« Su questa nuova scala si trovano segnate le seguenti piene:

| | | Altezza metri |
|---|---|---|
| 1. | — 1 ottobre 1512 . . . . . | 4.31 |
| 2. | — 22 settembre 1829. . . . . | 4.72 |
| 3. | — 1 ottobre 1567 . . . . . | 4.82 |
| 4. | — 17 maggio 1846 . . . . . | 4.87 |
| 5. | — 28 ottobre 1882 . . . . . | 5.00 |
| 6. | — 20 ottobre 1841 . . . . . | 5.01 |
| 7. | — 24 ottobre 1844 . . . . . | 5.07 |
| 8. | — 8 ottobre 1823 . . . . . | 5.27 |
| 9. | — 31 agosto 1845 . . . . . | 5.43 |
| 10. | — 5 ottobre 1868 . . . . . | 5.84 |
| 11. | — 1 settembre 1757. . . . . | 6.16 |
| 12. | — 17 settembre 1882. . . . . | 6.24 |

« Rimarcherà che a quest'idrometro (della Portella) l'altezza della piena del settembre 1882 segna 6.24 m., mentre troverà nel diagramma che le trasmisi, che la curva della medesima piena segna il colmo con metri 6.11 all'idrometro di San Lorenzo. La differenza fra le due altezze (0.13 metri) va attribuita al rigurgito subito nel pelo d'acqua in città ed alla Portella, e cagionato dalla mancanza dei voluti sfoghi per le acque d'inondazione scorrenti nell'alveo propriamente detto del fiume.

« Riguardo a queste altezze le devo osservare che il confronto fra di loro nelle varie epoche non è assolutamente esatto ed attendibile, e questo per le variazioni che subì nel corso dei secoli, la traccia e la forma dell'alveo del fiume in vicinanza alla città di Trento, ed anche per i molti manufatti e fabbricati che nel corso del tempo, e specialmente colla linea ferroviaria, sono stati eseguiti nella zona d'inondazione fra il Doss, Trento e la collina, sulla sponda sinistra.

« Egli è per questo motivo che pel più esatto confronto andai in traccia di ricordi più sicuri lungo il corso del fiume, e li trovai effettivamente a Sacco. Qui il fiume è incassato fra due sponde rocciose, ed ha il fondo pure roccioso, il quale deve essersi mantenuto quasi invariabile, se si tolgono quegli scogli che, come accennai superiormente, furono sgombrati nel secolo scorso e sul principio di questo. Le ghiaie trasportate nel letto del fiume dal torrente Leno, che sbocca a si-

nistra circa un 100 metri sotto Sacco, possono aver avuta poca influenza sul pelo d'acqua dell'Adige, in quanto che la sbarra rocciosa che lo attraversa a monte di questo sbocco, forma una rapida marcatissima per la quale le sovraccennate materie vengono facilmente travolte a valle.

« Io trovai a Sacco, marcate sugli stipiti della porta della casa Caracristi, n. 62, le seguenti piene:

1. — 28 ottobre 1882 ... 0.00
2. — 21 ottobre 1841 ± 0.08
3. — 31 agosto 1845 + 0.17
4. — 11 ottobre 1789 + 0.27
5. — ..... 1445 + 0.47
6. — 5 ottobre 1868 + 0.58
7. — 2 settembre 1757 + 0.94
8. — 17 settembre 1882 + 1.48.

« Queste piene si trovano marcate anche sulla porta della casa Benetti, n. 66, pure a Sacco, e corrispondono quasi esattamente alle altezze suindicate della casa Caracristi; quindi l'attendibilità di queste indicazioni è fuori di ogni dubbio.

« A questa casa Benetti si trova anzi una piena segnata al 7 settembre 1776, la quale, riportata a quelle della casa Caracristi, marcherebbe + 0.67.

« Al ponte di Sacco esisteva pel passato un idrometro, ma quando io feci i miei rilievi non c'era più, e quindi non potrei raccordare le altezze delle piene coll'idrometro. Ho fatto istanza verbale alla dirigenza tecnica dei lavori sull'Adige acciò voglia porre colà un idrometro indistruttibile, perchè quello è il miglior punto d'osservazione delle oscillazioni del fiume.

« Trento, li 4 marzo 1885.

« *Ing.* Apollonio ».

Anche dalle indicazioni dell'ing. Apollonio risulta dunque che la piena del 1882 raggiunse nel Trentino altezze maggiori di tutte quelle di cui si ha certa memoria.

MEMORIA III. — *Speciali notizie e dati sulle piene del 1882 e 1868, con una cronologia delle piene d'Adige dal 1854 al 1882.*

*Profili di piena del 1882.* — Diamo innanzi tutto i profili della piena del 1882. Questi profili sono tre: il primo fu rilevato nel dicembre 1883 dal R. Ufficio del Genio Civile, e va da Parona alle Bocche di Sorio. Il secondo è tratto dal Progetto di sistemazione d'Adige redatto dagli ingegneri Camis e Cavaleri; il terzo è quello annesso al Progetto pure di sistemazione d'Adige segnato col motto *Ortles-Spitze* (ing. Carli). Quest'ultimo si estende alle due rive d'Adige. Li riportiamo disegnati nella tavola XXI. Siccome però nel disegno non ne sono indicati tutti i particolari, così li diamo anche scritti.

Cominciamo da quello del R. Genio Civile.

Questo profilo segue costantemente il ramo maestro dell'Adige; solo, giunto allo sbocco del canale di scarico delle Seghe del Pestrino, abbandona il vecchio alveo, e segue il canale di rotta poco inferiore al detto punto.

ACCADEMIA DI AGRICOLTURA SCIENZE E LETTERE
VERONA

*R. Ufficio del Genio Civile.*

*Profilo di livellazione da Parona alle Bocche di Sorio.*

| INDICAZIONE DEL LUOGO | Quote di massima piena | Quote fondo massimo | Quote fondo medio | Quote dei punti battuti | Distanze progressive |
|---|---|---|---|---|---|
| Soglia casa Zorzi in Parona. . | | 60.558 | 62.098 | 67.545 | |
| Picchetto al piede della fornace | | | | 67.138 | 84 |
| Al piede 1° paracarro sulla copertina del muro . . . . . | 68.04 | | | 67.996 | 193 |
| Picchetto in fondo al Vo sulla sponda . . . . . | | | | 67.048 | 349 |
| Scalino superiore della gradinata nella roccia di fronte ai beni Bagnoli . . . . . | | | | 64.361 | 1106.80 |
| | 67.311 | | | 69.181 | 1501.80 |
| Segno all' estremo del muretto di sponda . . . . . | | | | 62.963 | 2141.30 |
| | | | | | 2430.30 |
| | 67.474 | 55.681 | 57.081 | 61.401 | 3527.30 |
| | 63.934 | | | | 3666.30 |
| | 63.812 | 55.741 | 56.771 | | 3774.30 |
| | 63.392 | 55.583 | 56.233 | 62.853 | 4145.30 |
| Sul muro del distrutto edificio Bassani . . . . . | | | | 60.743 | 4921.30 |
| | 62.194 | 54.533 | 55.913 | 58.899 | 5204.30 |
| | 62.173 | | | 59.361 | 5222.80 |
| Muro di sponda della fornace Righetti . . . . . | | | | 59.819 | 5376.30 |
| | 62.112 | | | 59.412 | 5410.30 |
| Sul muro di sponda verso il fiume | | | | 60.559 | 5683.30 |
| Interno città . . . . . | | | | 57.416 | 6503.30 |
| | 61.893 | | | 58.097 | 6799.30 |
| | | | | 57.387 | 6999.30 |
| | 61.884 | 53.738 | 54.338 | | 7049.30 |
| | 61.883 | | | | 7068.30 |
| Soglia a destra della porta d'ingresso del Ponte Castelvecchio a sinistra . . . . . | | | | 63.008 | 7116.30 |
| | | 48.602 | 53.362 | 58.435 | 7177.50 |
| | 61.554 | | | 57.687 | 7190.30 |
| | 61.489 | | | 56.197 | 7226.30 |
| | 61.325 | | | | 7654.30 |

| INDICAZIONE DEL LUOGO | Quote di massima piena | Quote fondo massimo | Quote fondo medio | Quote dei punti battuti | Distanze progressive |
|---|---|---|---|---|---|
| Ponte sopra la pietra della posta del Molino . . . . . | | | | 56.806 | 7733.30 |
| | 61.025 | | | 58.068 | 7852.30 |
| Ponte sul parapetto di fronte casa Consolare N. 10 . . . . | | | | 58.372 | 7952.30 |
| Soglia del cancello d'ingresso del Cantinone verso Adige . | | | | 59.344 | 8011.30 |
| Spigolo estremo parapetto a valle spalla sinistra ponte Garibaldi. . . . . | | | | 61.741 | 8060.30 |
| | 60.537 | | | | 8141.30 |
| Soglia della porta della chiesa S. Giorgio. . . . . | | | | 63.059 | 8255.30 |
| Soglia della porta del Vo vicino casa Zuliani . . . . . | | | | 63.231 | 8352.30 |
| | 60.275 | | | 58.734 | 8469.30 |
| | 60.224 | 47.916 | 50.696 | | 8487 |
| | 59.999 | | | 61.741 | 8566.30 |
| Ponte Pietra. Al piede del parapetto sottocorrente in principio Regaste Redentore . . . . | | | | 62.569 | 8591.30 |
| Soglia casa N. 3 via S. Stefano porta di mezzo . . . . . | 59.856 | 49.840 | 51.580 | | 8636.30 |
| Al piede parapetto in angolo alla fine delle Regaste . . . . . | | | | 62.603 | 8711.30 |
| Soglia porta Vo dopo il volto. | 59.386 | | | 56.634 | 8866.30 |
| | 59.360 | | | | 8930.30 |
| Soglia casa N. 15 ponte Pignolo | | | | 57.721 | 8947.40 |
| | 59.333 | | | 57.333 | 8995.30 |
| | 59.089 | | | | 9042.30 |
| | 58.970 | 49.592 | 50.372 | | 9080.30 |
| | | | | 57.598 | |
| All'angolo via S. Tomaso e Beccaria vicino al portico . . . . | 58.829 | | | 57.598 | 9125.30 |
| | 58.654 | | | | 9181.30 |
| | 58.430 | 48.160 | 49.310 | | |
| Idrometro S. Gaetano . . . . . | 58.358 | | | | 9292.30 |
| | | | | | 9300 |
| | 58.183 | | | | 9351.30 |
| Soglia casa 30 via Binastrova. | | | | 56.106 | 9401.30 |
| Soglia casa Sanmicheli . . . . . | | | | 55.648 | 9342 |
| Soglia casa 30 stradone S. Tom. | | | | 55.679 | 9445 |

| INDICAZIONE DEL LUOGO | Quote di massima piena | Quote fondo massimo | Quote fondo medio | Quote dei punti battuti | Distanze progressive |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo a piedi parapetto a sinistra rampa stradone S.Tomaso | | | | 59.554 | 9550 |
| Sul parapetto Lungadige. . . . | | | | 56.725 | 9595.80 |
| Soglia portone Museo. . . . . | | | | 55.823 | 9641.80 |
| | 57.575 | | | | 9653.80 |
| Parapetto Lungadige . . . . . | | | | 56.298 | 9717.80 |
| Id. id. . . . . | | | | 56.154 | 9833.80 |
| Soglia esterna destra P. V. entrando. . . . . | | | | 56.634 | 9920.30 |
| Sulla fascia dove poggiano i parapetti del Ponte Aleardi . . | | | | 57.547 | 10024.30 |
| Soglia portone Officina gas . . | 56.651 | | | 56.651 | 10136.30 |
| Idrometro dei Pontieri (52.952) | 56.422 | | | 54.662 | 10319.30 |
| Ponte Ferrovia. Sommità della banca in pietra . . . . . | 58.827 | 48.718 | 49.678 | 55.956 | 10691.80 |
| Sommità banca in pietra. . . . | | | | 55.695 | 10848.80 |
| | 55.396 | | | 55.376 | 10948.80 |
| Piano del ferro . . . . . | | | | 63.360 | 10989.80 |
| | | | | 54.112 | 11177.80 |
| Canale Giuliari. Idrometro dell'edificio di Presa . . . . . | 53.567 | | | 46.717 | 12367.80 |
| | 53.342 | 46.489 | 47.349 | | 12387.80 |
| Tacca in pioppo. . . . . | | | | 50.324 | 13423.80 |
| Sommità pietra di confine lungo la sponda. . . . . | | | | 50.365 | 13865.80 |
| | 50.886 | 44.187 | 45.357 | | 14413.80 |
| Sbocco canale di scarico seghe del Pestrino . . . . . | | | | 48.503 | 14741.80 |
| Porto S. Pancrazio . . . . . | | | | 49.624 | 14963.80 |
| | 49.525 | 43.602 | 44.272 | 47.216 | 17457.30 |
| Soglia della porta a levante del lazzaretto. . . . . | 47.45 | | | 46.616 | 17030.30 |
| Spigolo della garretta sottocorrente al lazzaretto . . . . . | 47.372 | | | 47.040 | 17094.30 |
| | 47.137 | 39.185 | 40.885 | 46.224 | 17274.30 |
| Sulla soglia Chiavica Fontanone | | | | 44.017 | 18326.30 |
| Sul muretto di fronte alla casa Colombarolo di Buri . . . . . | 44.864 | 37.822 | 39.022 | 49.007 | 19010.30 |
| Soglia della porta del casello della 3ª bocca Sagramoso a m.0,57 sopra la piena del 1882 | 40.666 | 33.275 | 34.543 | 41.003 | 22813.30 |

Diamo ora quello degl' ingegneri Camis e Cavaleri, tra Porta Catena e oltre Ponte Ferrovia. In questo profilo l'orizzontale di riferimento è a m. 10 sopra la soglia di Porta S. Zeno (Porta della Città).

| INDICAZIONE DELLE LOCALITÀ | Distanze progressive | Massima piena del 1882 Sett.e | Ordinate strade adiacenti al fiume | Fondo medio secondo il fiume |
|---|---|---|---|---|
| Porta Catena | 0 | 9.75 | 11.28 | 18.80 |
| | 86 | | 7.47 | |
| | 172 | | 10.86 | |
| | 272 | | 11.50 | |
| | 372 | | 12.22 | |
| Al vicolo Boscherello | 472 | 10.05 | 12.08 | |
| Alla Batteria Castel Vecchio | 750 | 10.10 | | |
| Ponte Castel Vecchio monte | 800 | 10.10 | 9.70 | 19.20 |
| Ponte Castel Vecchio valle | | 10.35 | | |
| | 1060 | | 11.26 12.62 | |
| Casello Finanze S. Lorenzo | 1150 | 10.39 | 13.86 | |
| Vicolo Volto S. Lorenzo | 1295 | 10.40 | 13 | |
| | 1350 | | | 20.65 |
| Angolo casa Zamboni | 1565 | 10.46 | 13.50 | |
| Ponte Garibaldi monte | 1743 | 10.47 | 13.50 | |
| Ponte Garibaldi valle | | 10.70 | | |
| Estremità Nord Riva Battelli | 1838 | 10.87 | 13.80 | |
| Casa Castellani | 2168 | 11.83 | 12.23 | |
| Ponte Pietra monte | 2228 | 11.85 | 10.90 | 22.30 |
| Ponte Pietra valle | | 12.33 | | |
| Vo Molinari | 2351 | 12.35 | 14.20 | |
| Vo dietro S. Anastasia | 2501 | 12.43 | 14.90 | |
| Ponte Nuovo monte | 2716 | 12.46 | 13.60 14.10 | 23.60 |
| Ponte Nuovo valle | | 12.83 | | |
| Vo S. Gaetano | 2891 | 13.25 | 16.15 | |
| Ponte Navi monte | 3151 | 13.65 | 12 13.40 | |
| Ponte Navi valle | | 13.99 | | |
| Scalo Dogana | 3301 | 14.15 | 15.80 | |
| | 3491 | 14.22 | 15.03 | |
| Ponte Alcardi monte | 3611 | 14.40 | 14.09 | |
| Ponte Alcardi valle | | 14.76 | | |
| | 3731 | 14.98 | 14.90 | |
| Ponte Ferrovia monte | 4456 | 16.45 | 17.42 | 22.90 |
| Ponte Ferrovia valle | | 16.65 | | |
| | 5041 | 16.94 | 17.94 | |
| | 5151 | | | 23.20 |
| | 5506 | 17.58 | 18.65 | |
| | 5611 | | | 23.40 |
| | 5656 | | 13.44 | |

*Profilo della Sponda destra d'Adige (Ortles-Spitze).*

| INDICAZIONI DELLE LOCALITÀ | Quote massª piena 17 sett. | Quote massª piena 7 nov. | Piena del 1857 | Piena del 1868 | Piena del 1845 | Quote capi stabili | Quote pianistradali o terreno di sponda | Quote dei punti bassi del fiume | Distanze progressive |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vo Tombetta . . . . . | 53.344 | | | | | | | | |
| | 49.623 | | | | | 50.418 | 53.351 | 46.200 | |
| | 53.384 | | | | | | | | |
| | 53.796 | 49.956 | 54.117 | 53.576 | | 52.837 | 52.137 | | |
| | | | 54.117 | 53.897 | | | | | |
| | | 50.620 | | | | 52.883 | 52.533 | 47.230 | |
| | 54.494 | | | | | | | | |
| Ponte della Ferrovia. | 54.680 | | | | | | | | |
| (Quota piano ferro 62,363) | 54.820 | 50.986 | | | | 54.419 | 53.919 | 47.086 | 1128 Ponte Ferrovia |
| | 54.863 | | | | | | | | |
| Punta estrema Bastione S. Franº | | | | | | | 54.378 | 48.050 | |
| | 55.850 | 51.374 | | 54.741 | | 54.30 | 53.890 | | |
| Ponte Aleardi . . . . . | | 51.547 | | | | 56.877 | 56.817 | | 2055.30 Ponte Aleardi |
| | | 51.701 | | | | 53.536 | 54.654 | | |
| | 56.650 | 55.898 | | 55.530 | | | | 48.760 | |
| | | 51.892 | | | | 54.431 | 55.064 | | |
| | 56.814 | | | | | | | | |
| Ponte Navi { valle . . . . | 56.900 | | | | | | | | |
| Ponte Navi { monte . . . . | 57.304 | 51.991 | | | 55.200 | 58.541 | 57.341 | 46.870 | 2530.30 Ponte Navi |
| | | | | | | | | 55.014 | |
| Idrometro S. Gaetano . . . | 57.508 | 52.058 | | 56.188 | 55.458 | 53.008 | 55.591 | 47.700 | 2782.80 Idrometro |
| Casa Pincherle S. Salvar Corte Regia . . . . . | 57.578 | | | 56.268 | | 53.152 | 55.318 | | |
| Ponte Nuovo { valle . . . . | 57.620 | | | | 56.45 | | | | |
| Ponte Nuovo { monte . . . . | 58.10 | 52.414 | | | | 57.648 | 57.648 | 46.65 | 2966.80 Ponte Nuovo |
| Ponte Pietra { valle . . . . | 58.60 | 53.99 | | 57.40 | | 60.153 | 60.753 | 45.99 | |
| Ponte Pietra { monte . . . . | 58.90 | | | | | | | | 3442.55 Ponte Pietra |
| Ponte Garibaldi. Sperone a monte della spalla del Ponte . . | | | | | | | 59.993 | 50.800 | 3916.85 Ponte Garibaldi |
| Ponte Castelvecchio . . . . | | | | | | | 61.415 | 52.120 | 4851.10 P. Castelvecchio |
| Presa d'acqua dei Bagni Bauci | | 55.120 | | | 59.453 | 59.160 | 58.160 | | |
| Bastione Catena . . . . . | | 56.878 | | | | 58.158 | 59.675 | 53.280 | |

Seguono infine i due Profili di piena presi sulla riva destra e sinistra d'Adige dall'ingegnere E. Carli. Avvertiamo che le distanze sono riferite agli assi dei rispettivi Ponti.

*Profilo Sponda sinistra d'Adige (Ortles-Spitze).*

| LOCALITÀ | Piena 17 settembre 1882 | Piena del 1845 | Piena del 1868 | 7 novembr. 1882 | Quote capi stabili | Quote pian i stradali vicino alla sponda | Quote dei punti più bassi del fiume | Distanze progressive |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ponte Garibaldi . . . | 59.80 | | | | | | 50.80 50.830 | 0.00 |
| Punta Est del bastione S. Giorgio . . . . | | | | 54.108<br>54.091<br>54.073 | 61.958<br>61.781<br>52.203 | 62.287<br>60.816<br>57.898 | 49.150 | 161.50 |
| Ponte Pietra . . . . | | | | 53.88 | 62.85 | 61.566 | 45.999 | 425 |
| Ponte Nuovo . . . . | 58.30 57.60 | 56.45 | | 52.569<br>52.154 | 52.229<br>59.304 | 57.065 | 46.650 | 1011 |
| Ponte Navi . . . . . | 57.33 56.85 | 55.20 | | 51.951 | 59.981 | 58.834 | 46.870 | 1443.50 |
| Ponte Aleardi . . . . | | | | 51.547 | 56.817 | 56.877 | | 1929.50 |
| Ponte Ferrovia . . . Piano F. 62.363. | 54.82 | 54.55 | | 50.986 | 53.919 | 47.086 | | 2878.00 |

*Osservazioni sui profili di piena.* — Una cosa va osservata in questi profili, ed è la differenza delle quote a monte ed a valle dei ponti; dovuta evidentemente al rigurgito prodotto dai medesimi.

Sono da osservarsi pure le diverse quote del pelo di piena ottenute nelle risvolte per l'una e l'altra sponda. Così, ad esempio, al Ponte Nuovo dove il filone batteva a sinistra si trovò m. 58.30 a monte e 57.60 a valle; mentre a destra si ebbe invece risp. 58.10 e 57.62.

Come fu detto, le quote all'idrometro di S. Gaetano dei diversi peli d'Adige secondo l'ing. Carli sono le seguenti:

| | | |
|---|---|---|
| Massima piena 17 settembre 1882 . . | m. | 57.508 |
| Zero o segno di guardia normale . . | » | 53.008 |
| Magra ordinaria . . . . . | » | 51.008 |
| Massima magra assoluta . . . . . | » | 50.408 |

Secondo il medesimo ing. Carli, la quota dello zero dell'idrometro alla presa del canale Giuliari è 49.790 m.

Per le quote relative al ponte Aleardi riferiamo alcuni altri dati, rilevati recentemente (ottobre 1884):

| | | |
|---|---|---|
| Quota arbitraria della piena 1882 indicata al pubblico Macello con una striscia azzurra . . . . | m. | 20.000 |
| Quota soglia dell'ufficio daziario al Ponte m. 0.08 più bassa del vecchio piano stradale | » | 20.384 |
| Quota piano superiore del *paraghiaia* nell'attuale ponte presso la testata destra . . | » | 20.835 |
| Quota del segno di piena 1868 che trovasi sulla spalla sinistra . . . . . | » | 18.375 |

*Fondamentale dei profili.* — Il profilo del Genio Civile si riferì al comune marino dell'Adriatico ed ecco come. Si assunse in m. 63,36 la quota del Piano ferro al ponte ferroviario tra Porta Nuova e Porta Vescovo; si riferì a questo livello il segno di massima piena al ponte, e se ne dedusse quindi la relativa quota sopra il comune marino, e così si ottenne poi quella di tutti gli altri punti.

L'orizzontale di riferimento del profilo Camis-Cavaleri è, come fu detto, a m. 10 sopra la soglia di Porta S. Zeno.

L'ing. Carli riferì anch'egli nel suo progetto le quote al comune marino dell'Adriatico: e ciò fece nel modo seguente. Egli legò un caposaldo della ferrovia esistente in stazione di Porta Nuova collo zero dell'idrometro di S. Gaetano. Essendo di m. 63,755 la quota di partenza (passo a

livello), una squadra di operatori trovò per lo zero dell'idrometro suddetto la quota di m. 53,005 e l'altra squadra, operando separatamente, la trovò di m. 53,009. Può dunque ritenersi esatta (almeno in quanto lo sia la quota ferroviaria) la quota di m. 53,008 dall'ing. Carli assegnata nel suo profilo, allo zero dell'idrometro di S. Gaetano.

Nel profilo del Genio Civile non è esatta la quota 63,36 del piano ferro pel ponte ferroviario che è invece di 62,363. E difatti dalla stazione di Porta Nuova al ponte suddetto vi sono m. 525,35 con una pendenza del 2,65 per mille. Si ha quindi un dislivello di m. 1,392: e quindi risulta la quota sul ponte:

$$63{,}751 - 1{,}392 = 62{,}363 \text{ m.}$$

Ammessa questa correzione dal profilo del Genio Civile, si ricaverebbe la quota dello zero dell'idrometro di S. Gaetano in m. $57{,}358 - 4{,}50 = 52{,}858$ m., che differisce di di m. 0,15 da quella dell'ing. Carli. Non abbiamo voluto alterare le quote predette; ma la correzione è facilissima.

Volendo riferire al comune marino le quote del profilo Camis-Cavaleri, indicando con $a$ le quote che si cercano aumentata di 10 m.; e con $b$ quelle del profilo, si ha:

$$a + b = 17{,}75 + 53{,}008 = 70{,}758 \text{ m.}$$

quota della soglia di Porta S. Zeno sul comune marino aumentata di 10 m., e quindi la relazione:

$$a = 70{,}758 - b.$$

*Quote di massima piena.* — L'altezza della massima piena del settembre 1882 all'idrometro di S. Gaetano, è ammessa in tutti i profili di m. 4,50 sopra guardia normale. C'è un po' d'incertezza nelle quote degli altri punti: ma se ne capisce facilmente la ragione. Per esempio, la quota di massima piena al ponte ferroviario è:

| | | |
|---|---|---|
| secondo il Genio civile . . . . . | 54,396 | (corretta) |
| » Camis-Cavaleri (a valle) | 54,31 | |
| » Carli . . . . . » | 54,68. | |

Nelle sezioni trasversali rilevate dall'Ufficio tecnico ferroviario si ha invece 54,273 m.

*Tagli prodotti dalla piena 1882.* — La piena produsse a valle del ponte ferroviario due tagli che servivano a rad-

drizzare il tortuoso corso del fiume. Si possono vedere in apposito schizzo planimetrico nella Tavola XXIII e così nella Tavola XXVI. La piena modificò la sezione dell'alveo al ponte ferroviario; e questa modificazione può vedersi delineata nelle sezioni trasversali riportate nella Tavola XXII.

Sull'effetto di questi tagli riferiamo alcune opinioni emesse durante la discussione sui progetti di sistemazione dell'Adige a Verona. Ecco, per esempio, un brano dell'ing. Splendich:

« Notiamo come la piena 1882 in città sia stata da metri 1.30 a metri 1.40 circa superiore a quella del 1868, e che tenendo pure conto dei dovuti rapporti, a Tombetta il pelo della passata piena superava di soli 20 centimetri quella del 1868, mentre a nostro avviso avrebbe dovuto superarla in quella località di tre o quattro volte quest'altezza, cioè da 60 ad 80 centim.

« Questo fenomeno, che ci spiega la vertiginosa velocità dell'acqua d'Adige nel tronco urbano, ha d'altro lato la sua spiegazione nello avvenuto rettifilo sotto il ponte della ferrovia ».

Citiamo inoltre un brano d'un articolo dell'ing. Camis, il quale dà anche qualche ragguaglio sul profilo di piena:

« Dalla discussione del profilo delle piene degli anni 1868 e 1882 da noi rilevato e del profilo longitudinale del fondo dell'Adige nel tronco urbano, e delle medie larghezze del fiume pure con sufficiente esattezza rilevate, risultano i seguenti fatti:

« Che la larghezza media fra il ponte Nuovo ed il ponte Navi è di circa 58 metri, e la minima di 48;

« Che la larghezza media a monte del Redentore è di m. 110, ed a valle del ponte Navi di m. 120;

« Che durante la piena 1882 la pendenza della superficie dell'acqua a monte del Redentore fu di 0.0010, essendo quella del fondo 0.0014; ed a valle del ponte Navi la pendenza della superficie era di 0.0020, essendo quella del fondo 0.0011.

« Questi rilievi dimostrano cioè che a monte del Redentore il pelo durante la piena è meno pendente del fondo, *e ciò per effetto del rincollo o rigurgito* prodotto dalla ristrettezza della sezione del piccolo tronco successivo, mentre a valle del ponte Navi, specialmente durante la piena 1882, il pelo della superficie era convergente col fondo, per effetto della chiamata della rotta immediatamente inferiore.

« Dagli stessi rilievi risulta che l'altezza media dell'acqua a valle del ponte Navi era di metri 8.50, e di metri 9.50 a monte del Redentore; e la differenza fra queste due altezze, cioè un metro, misura l'effetto dannoso portato dalla nominata strozzatura ».

E altrove egli scrive:

« Relativamente alle nominate rotte esistenti, ci piace intanto notare come l'altezza della piena del 1882, misurata al ponte della

ferrovia, risultò più elevata di quella del 1868 di soli metri 0.80, mentre nell'idrometro di San Gaetano la differenza fu osservata in metri 1.32; e che quindi l'effetto complessivo delle rotte stesse limitavasi a soli metri 0.52 al ponte della ferrovia.

« Il pelo del fiume all'idrometro di S. Gaetano durante la piena non era influenzato dalla chiamata delle rotte inferiori.

« Confrontando infatti il profilo del pelo della piena del 1882, si scorge che i due peli corrono sensibilmente paralleli fino a monte del bastione Crocefisso, mentre soltanto a valle di questo punto, per effetto della chiamata delle rotte, quello del 1882 gradatamente si abbassa, avvicinandosi a quello del 1868.

« La loro influenza dunque non si fece sentire al certo oltre il ponte Navi ».

*Notizie speciali sulla piena 1882.* — Abbiamo rappresentato a parte (Tavole XXII e XXVIII) i diagrammi delle diverse altezze raggiunte dal pelo d'acqua all'idrometro di S. Gaetano durante le piene del 1868 e 1882. È a rimarcarsi la rapidità colla quale crescono queste altezze: e la lentezza relativa con cui poi decrescono. È ad osservarsi pure che la piena dell'82 ad un certo momento cominciò a decrescere; ma poi crebbe di nuovo; fenomeno questo che si verificò anche in altre piene, ad esempio in quelle del 1707, 1757, 1823, ecc.

Ad illustrazione di questi diagrammi riportiamo alcune notizie tratte dal volume intitolato: *Ministero dei Lavori Pubblici. Cenni Monografici sui singoli servizi* (Roma, 1884), inviato all'Esposizione di Torino del corrente anno 1884.

« Durante il triennio 1881-82-83 l'Adige all'idrometro di Albaredo bagnò il segno di guardia 14 volte. All'idrometro inferiore di Boara Pisani invece, le piene dell'Adige registrate nell'ultimo triennio, riferite al segno di guardia furono solo 8. Tutte quelle piene, avuto riguardo alla loro altezza, furono di poca entità, eccezione fatta per quella del settembre 1882, la quale superò tutte le precedenti di questo secolo, raggiungendo anzi, per quanto nelle mutate circostanze si può argomentare, il livello di quella del 1757 che nell'Adige superiore era ritenuta la massima. Innanzi tutto presentiamo aggruppate nel seguente prospetto le osservazioni della pioggia caduta nella seconda decade del settembre 1882, limitate a sole 23 stazioni udometriche opportunamente distribuite nel bacino dei veneti corsi d'acqua. (*Segue il prospetto*).

*Ecco le cifre riguardanti Verona:*

Media annuale della pioggia, millimetri 843.
Media annuale dei giorni piovosi, numero 90.

« Altezza in millimetri dell'acqua caduta nei giorni di settembre 1882: — giorno 11, mill. 18; giorno 12, mill. 15; giorno 13, mill. 5; giorno 14, mill. 8; giorno 15, mill. 43; giorno 16, mill. 21; giorno 17, mill. 135; giorno 18, millim. 74; giorno 19, mill. 5; giorno 20, mill. 21.

Altezza totale dell'acqua caduta nella 2ª decade, millimetri 337.

In tutto il mese di settembre 1882 giorni piovosi N. 16.

» » » totale dell'acqua caduta mill. 420.

« Le osservazioni udometriche di Udine, Belluno, Treviso, Vicenza, Padova, Verona, Venezia e Chioggia, rimontando a diversi anni addietro, ci permettono istituire opportuni confronti (*segue la tabella*), dai quali si rileva come eccezionalmente piovoso sia stato il settembre 1882 per numero di giorni e per acqua caduta, in confronto della media dei mesi omonimi, desunto da un periodo più o meno lungo di anni; confronto che risulterà più saliente qualora si rifletta che la quantità d'acqua nel settembre 1882 si ebbe pressochè tutta durante la 2ª decade del mese.

E infatti le cifre per Verona sono le seguenti:

Numero degli anni che servì a determinare la media, N. 81.
Media dell'acqua caduta nei mesi di settembre mm. 82.
Media id. dei giorni piovosi N. 7.
Acqua caduta nel settembre 1882 mm. 420.
Numero id. dei giorni piovosi N. 16.

« Il fiume con rapidissimi incrementi dal 14 al 18 settembre si costituiva in piena straordinaria lungo tutto il suo corso. All'idrometro di Verona toccò il segno di guardia alle ore 5 pom. del 15 e raggiunse altezze sempre più allarmanti, fino a superare in tutti gli idrometri il livello raggiunto con la piena del 1868.

« La città di Verona venne per circa tre quarti inondata, e fu tanto l'impeto della fiumana che furono rovesciati 3 ponti, distrutte 32 case e scosse fortemente altre 40. — A dare un'adeguata idea delle altezze raggiunte ai vari idrometri dalla piena dell'Adige e dei tempi impiegati a raggiungerle, si offre un prospetto, nel quale trovansi eziandio registrate le altezze rispettive dello zero di ciascun idrometro sul mare, le distanze di ognuno da questo, e, per opportuni confronti, il livello raggiunto nella piena del 1868. (*Segue il prospetto a pag. 410 da cui ricavammo già alcuni dati*).

« A studiare completamente le fasi della piena giovano altresì le osservazioni delle altezze d'acqua, registrate ai principali idrometri dell'Adige, che si presentano in altro prospetto per il periodo di tempo trascorso dal 14 settembre al 3 ottobre 1882. (*Segue il prospetto a pag. 411-415*).

« Fino dalla notte fra il 16 e il 17 settembre telegrammi da Trento segnalarono agli uffici del Genio Civile di Verona, di Este e di Rovigo, che l'altezza raggiunta dall'Adige all'idrometro di detta città, era di 6 metri, e cioè di 69 centimetri maggiore di quanto era stata nell'ottobre del 1868. La valle trentina venne tutta sommersa.

« Ordini vennero dati ed eseguiti perchè venissero costruiti i soprassogli lungo le arginature destra e sinistra, per l'estensione cioè di 251 chil., quanti ne corrono fra le due sponde da Verona a Porto Fossone.

« Cominciarono intanto nel 17 a manifestarsi filtrazioni d'acqua nelle arginature e scoscendimenti di scarpa: tutti però venivansi riparando. Il fiume superò il ciglio degli argini lungo tutto la linea, bagnò i soprassuoli costruiti e non si arrestò nel suo moto, se non dopo quando le altissime acque, rotto ogni freno, si versarono per diverse bocche ad invadere le laterali campagne.

« Tra il 16 e il 18 settembre si ebbero alcune rotte nel tronco superiore del fiume classificato in 3ª categoria, nei territori di S. Michele e S. Martino a sinistra, presso le bocche di Sorio sulla destra e nel tronco d'Illasi, soggetto a rigurgito. Poi seguirono le tre grandi rotte, due delle quali avvenute nella sinistra del fiume a Masi e Ca-Morosini in provincia di Padova (per sormonto), e l'altra, di gran lunga più disastrosa, alla destra del fiume presso Legnago (per corrosione) ». (*Segue la descrizione di queste tre rotte).*

*Altre notizie sulla piena 1882.* — Il Pighi scrive: « Tutta Verona, meno lo stradone di Porta Nuova e Porta Vescovo e qualche altra località elevata, per quattro quinti fu invasa violentemente dall'Adige ». Egli parla inoltre di 39 case o in parte o del tutto crollate e di 194 guaste o pericolanti; aggiunge che in Verona sono 4500 case, e che di queste 2600 furono invase dall'acqua. Fu invaso pure il gasometro, per cui per tre sere si rimase senza gas per le strade. Le vittime dell'inondazione furono 12.

*Diagrammi sovrapposti della piena settembre 1882.* — Nella Tavola XXVIII abbiamo disegnato, sovrapponendoli, i diagrammi della massima piena d'Adige del 1882, composti colle altezze rilevate agli idrometri di *Trento*, *Ceraino*, *Verona S. Gaetano*, *Albaredo* e *Legnago*. Questa sovrapposi-

zione ha il vantaggio di dare a colpo d'occhio un'idea delle diverse fasi subite dalla piena nei diversi siti: nonchè quello di offrire il modo di ricavare immediatamente il tempo impiegato dal colmo di piena a percorrere le distanze che intercedono fra i diversi idrometri. Ecco i risultati:

*Piena del settembre 1882.*

| Idrometri | Distanze rispettive chilometri | Tempo impiegato dal colmo di piena a percorrerle ore | minuti |
|---|---|---|---|
| Trento . . . . . | | | |
| | 66.000 | 10 | — |
| Ceraino. . . . . | | | |
| | 33.563 | 7 | — |
| Verona S. Gaetano | | | |
| | 36.800 | 7 | — |
| Albaredo . . . . . | | | |
| | 19.100 | 7 | — |
| Legnago . . . . . | | | |

Ricordiamo che alle ore **3.30** ant. del giorno 18 settembre avvenne la rotta di Legnago. L'ultimo dato non è ben sicuro.

A titolo di confronto offriamo analogo prospetto per la piena del 1872 (piena moderata m. 1.38 sopra G. N. a Legnago).

*Piena 1872.*

| Idrometri | Distanze | Tempo impiegato dalla piena a percorrerle ore | minuti |
|---|---|---|---|
| Ceraino. . . . . | | | |
| | 33.563 | 5 | — |
| Verona S. Gaetano | | | |
| | 36.800 | 7 | — |
| Albaredo. . . . . | | | |
| | 19.100 | 5 | 3′ |
| Legnago . . . . . | | | |

Notisi che la distanza da Ceraino a Verona è presa dal prospetto B (idrometri) a pag. 380 e seguenti della Pubblicazione Ministeriale del 1878: la quale coincide sensibilmente con quella del profilo Sacchetti (ibid., pag. 32).

*Notizie speciali sulla piena del* 1868. — Fino dal 23 settembre l'Adige a Verona erasi portato a m. 1.12 sopra G. N.; si abbassò nei giorni successivi; ma il 4 ottobre le acque

si elevarono di nuovo a m. 0,49 sopra G., crescendo di poi molto rapidamente, sicchè alle 2 pomeridiane arrivavano a m. 1.30; il 5 ottobre alle 6 antimeridiane segnavano 2.25, alle 2 pomeridiane m. 2.65 e il 6 ottobre m. 3.16.

V. il diagramma già citato nella Tavola XXII.

A Legnago nell'interno della fortezza le acque, inzuppato eccessivamente l'esiguo corpo arginale sovrapposto ad un antico muro, vi producevano nella notte dal 6 al 7 una rotta di 60 metri. I lavori di chiusura incominciati il 10 finirono il 17. Si osservi come questa piena fu rapida nel salire e nel decrescere.

*Ancora sulle piene del* 1868 *e* 1882. — Avendo pregato l'ing. Apollonio di Trento, di fornirci anche alcune notizie sui fenomeni che accompagnarono le piene del 1868 e 1882 nel Tirolo, egli gentilmente ce le favorì nella lettera che qui sotto pubblichiamo; e ci inviò benanco il diagramma della piena del 1882, diagramma che riportiamo nella Tavola XXVII dell'Album.

Ecco la lettera:

*Onorevole Signore,*

« In evasione alla sua lettera risguardante i dati sulle piene degli anni 1868 e 1882 mi pregio riferirle quanto segue:

« Nell'anno 1868 io non mi trovava a Trento e non conosco perciò le fasi di quella piena per mia propria scienza. Chiesi informazioni all'i. r. Ufficio edile, ma mi venne risposto che non vennero fatte speciali osservazioni di tale piena nè all'idrometro di Trento nè agl'altri idrometri soggetti alla sfera d'azione di quell'Ufficio.

« Di questa piena io non potrei indicarle altro che l'altezza massima da essa raggiunta all'idrometro di San Lorenzo in Trento, che da questo i. r. Ufficio edile è stata segnata con metri **5,38** sopra zero. In questa cifra però non è stato tenuto conto del rigurgito prodotto sul pelo d'acqua della piena dal Ponte massiccio di San Lorenzo che si trova circa 20 metri a valle dell'idrometro stesso. Dietro osservazioni fatte nell'anno 1882 questo rigurgito poteva essere nel 1868 di circa 38 ctm. e quindi l'altezza effettiva del pelo di acqua di quella piena al detto idrometro fu di metri **5,76**.

« Questo è quanto posso dire riguardo alla piena del 1868.

« Venendo ora alla piena del 1882 avverto innanzi tutto che la massima magra assoluta dell'Adige all'idrometro di Trento, si è verificata nel mese di gennaio 1885 segnando — 0,48 (48 ctm. sotto zero) e che quindi l'ampiezza massima assoluta

delle oscillazioni del pelo d'acqua dell'Adige importa 0,48+6,11=6,59 metri all'idrometro di San Lorenzo in Trento.

« La piena del 1882, io l'ho osservata minutamente e le allego qui una copia della curva delle sue fasi osservate all'idrometro di San Lorenzo, osservando che nelle altezze indicate è sempre compreso il rigurgito del ponte. In questa curva si è segnata pure quella del pluviometro e dell'evaporimetro osservata al Ginnasio vescovile di Trento (Tav. XXVII).

« Per cura di questo Municipio vennero raccolte anche le osservazioni pluviometriche di tutte le stazioni meteorologiche del bacino idrografico dell'Adige e le trascrivo qui la quantità di pioggia caduta nei 4 giorni dal 15 al 19 settembre.

| Stazione | Altezza sul mare | Pioggia in mm. |
|---|---|---|
| 1. Schneeberg (miniera nella Passiria) | 2370 | 143 |
| 2. Pejo | 1560 | 295 |
| 3. Toblach | 1250 | 178 |
| 4. Cavalese | 1010 | 196 |
| 5. Brixen | 440 | 103 |
| 6. San Michele | 230 | 268 |
| 7. Trento | 200 | 317 |
| 8. Rovereto | 218 | 270 |
| 9. Mori | 195 | 258 |
| 10. Ala | 175 | 254 |
| | Totale | 228.2 |

« Dunque l'altezza media della pioggia dei 4 giorni che determinarono la piena del 1882 nel bacino dell'Adige fu di 228,2 millimetri.

« L'enorme altezza di questa piena è da attribuirsi in prima linea alla straordinaria quantità d'acqua che cadde in quei giorni; poi alla rapidità colla quale quest'acqua scolò nelle arterie fluviatili, sia per la ripidità e nudità dei versanti, sia per le rettificazioni del corso del fiume; sia perchè i terreni ne erano già imbevuti pelle frequenti pioggie avvenute nel mese d'agosto, sia anche per una certa quantità di neve caduta in qualche parte del bacino idrografico posto sopra l'altezza di 1400 metri sul mare e discioltasi rapidamente il giorno 16 e 17 pel scirocco sopravvenuto.

« Le relazioni degli osservatorî meteorologici riguardo alla neve caduta in quei giorni suonano come segue:

1. A Schneeberg, cioè a dire al bacino della Passiria

e di Val Venosta, la pioggia cominciò il giorno 22; cadde acqua e neve mista sulle alte montagne;

2. A Toblach, bacino della Rienz, cadde pochissima neve sulle montagne più elevate;

3. Nella Valle di Tiemme e Fassa, bacino dell'Avisio, cadde molta neve sulle cime; ritiensi oltre 1 metro d'altezza, e si disciolse rapidamente il giorno 16 e 17;

4. A Pejo caddero 40 millimetri di neve il giorno 14 e 253 mm. il giorno 15; molto di più sulle montagne e si disciolse pure nei due giorni successivi;

5. Nella Valle del Lasca, cadde pure oltre 1 metro di neve sulle montagne più elevate, e si disciolse rapidamente.

« Ecco le informazioni ch'io ho potuto raccogliere sulla piena del 1882.

« Trento, li 26 febbraio 1885.

« *Ing.* Apollonio ».

*Cronologia delle piene del fiume Adige dal 1854 al 1882.* — Facciamo a queste notizie seguire (desumendola dal citato volume del Ministero dei LL. PP.) la Cronologia delle piene del fiume Adige all'idrometro di San Salvaro a Verona dal 1854 al 1877. Si aggiunsero i dati sino al 1882.

La piena del settembre 1845 arrivò a m. 2,87 sopra G. N. I registri mancano dal 1845 al 1854. Nell'agosto 1854 il fiume toccò la Guardia.

| N. progressivo | COLMO DI PIENA | | Durata in giorni | | | Osservazioni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Data | Altezza sopra guardia | dell'aumento | del decremento | Totale | |
| | 1854 | — | — | — | — | Non vi furono piene |
| 1 | 1855 giugno 4 | 1,98 | 4 | 18 | 22 | |
| 2 | » ottobre 30 | 0,83 | 1 | 2 | 3 | |
| 3 | 1856 aprile 29 | 1,28 | 1 | 1 | 2 | |
| 4 | » maggio 10 | 0,70 | 1 | 1 | 2 | |
| 5 | » » 17 | 0,95 | 1 | 1 | 2 | |
| 6 | » » 25 | 0,80 | 2 | 1 | 3 | |
| 7 | » giugno 7 | 0,81 | 9 | 2 | 11 | |
| 8 | » » 12 | 0,04 | 1 | — | 1 | |
| 9 | » » 15 | 0,13 | 2 | 1 | 3 | |
| 10 | » » 19 | 0,48 | 2 | 1 | 3 | |
| 11 | » » 22 | 0,09 | 1 | — | 1 | |
| 12 | » ottobre 3 | 1,78 | 3 | 2 | 5 | |
| | 1857 | — | — | — | — | Non vi furono piene, vale a dire che l'Adige restò sotto G. |
| 13 | 1858 ottobre 26 | 0,28 | 1 | 1 | 2 | |
| | 1859 | — | — | — | — | Non vi furono piene |
| 14 | 1860 giugno 16 | 1,07 | 3 | 2 | 5 | |
| 15 | » » 23 | 0,60 | 2 | 2 | 4 | |
| 16 | » luglio 1 | 0,02 | 3 | 1 | 4 | |
| 17 | » ottobre 1 | 0,52 | 2 | 2 | 4 | |
| 18 | 1861 giugno 28 | 0,01 | 1 | 2 | 3 | |
| 19 | » settem. 28 | 1,21 | 1 | 2 | 3 | |
| 20 | 1862 settem. 7 | 1,65 | 4 | 3 | 7 | |
| 21 | 1863 maggio 25 | 0,20 | 1 | 2 | 3 | |
| 22 | » giugno 10 | 0,09 | 1 | — | 1 | |
| 23 | » » 12 | 0,38 | 1 | 2 | 3 | |
| 24 | » settem. 28 | 1,30 | 3 | 2 | 5 | |
| 25 | » ottobre 19 | 1,81 | 3 | 3 | 6 | |
| 26 | 1864 ottobre 28 | 0,25 | 1 | 2 | 3 | |
| 27 | 1865 novem. 4 | 0,62 | 1 | 2 | 3 | |
| 28 | 1866 maggio 3 | 0,55 | 1 | 2 | 3 | |
| 29 | » giugno 16 | 0,31 | 3 | 1 | 4 | |
| 30 | » » 18 | 0,02 | 1 | — | 1 | |

| N. progressivo | COLMO DI PIENA | | Durata in giorni | | | Osservazioni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Data | Altezza sopra guardia | dell'aumento | del decremento | Totale | |
| 31 | 1866 luglio 4 | 0,60 | 2 | 2 | 4 | |
| 32 | » » 7 | 0,08 | 1 | 1 | 2 | |
| 33 | 1867 giugno 2 | 0,05 | 1 | — | 1 | |
| 34 | » » 9 | 0,01 | 1 | — | 1 | |
| 35 | » settem. 19 | 0,58 | 1 | 2 | 3 | |
| 36 | 1868 giugno 11 | 1,02 | 1 | 2 | 3 | |
| 37 | » settem. 23 | 1,28 | 2 | 3 | 5 | |
| 38 | » » 29 | 0,19 | 1 | — | 1 | |
| 39 | » ottobre 5 | 3,18 | 3 | 6 | 9 | |
| 40 | » » 20 | 0,08 | 1 | — | 1 | |
| 41 | » novem. 8 | 0,18 | 1 | — | 1 | |
| 42 | 1869 maggio 9 | 0,35 | 1 | 2 | 3 | |
| 43 | » » 16 | 0,20 | 1 | 2 | 3 | |
| 44 | 1870 novem. 23 | 0,13 | 1 | — | 1 | |
| 45 | 1871 giugno 21 | 1,36 | 3 | 2 | 5 | |
| 46 | » » 27 | 0,07 | 1 | 1 | 2 | |
| 47 | » luglio 5 | 0,10 | 1 | — | 1 | |
| 48 | » » 13 | 0,16 | 1 | — | 1 | |
| 49 | 1872 maggio 10 | 0,44 | 2 | 2 | 4 | |
| 50 | » » 23 | 1,47 | 5 | 5 | 10 | |
| 51 | » agosto 3 | 0,33 | 1 | 1 | 2 | |
| 52 | » » 8 | 0,68 | 5 | 1 | 6 | |
| 53 | » settem. 7 | 0,20 | 1 | — | 1 | |
| 54 | » ottobre 15 | 1,44 | 2 | 2 | 4 | |
| 55 | » dicemb. 3 | 1,43 | 1 | 3 | 4 | |
| 56 | 1873 giugno 24 | 0,56 | 5 | 4 | 9 | |
| 57 | » luglio 2 | 0,50 | 2 | 3 | 5 | |
| 58 | » » 7 | 0,17 | 2 | 2 | 4 | |
| 59 | » » 10 | 0,10 | 2 | 1 | 3 | |
| 60 | » » 14 | 0,26 | 2 | 4 | 6 | |
| 61 | » ottobre 10 | 0,22 | 1 | 1 | 2 | |
| 62 | » » 26 | 0,30 | 1 | — | 1 | |
| 63 | 1874 luglio 13 | 0,03 | 1 | — | 1 | |
| 64 | » » 25 | 0,28 | 1 | 1 | 2 | |
| 65 | » » 31 | 0,08 | 1 | — | 1 | |
| 66 | » agosto 10 | 0,07 | 1 | 1 | 2 | |

| N. progressivo | COLMO DI PIENA | | | Durata in giorni | | | Osservazioni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Data | | Altezza sopra guardia | dell'aumento | del decremento | Totale | |
| 67 | 1874 | agosto 16 | 0,25 | 1 | — | 1 | |
| 68 | 1875 | giugno 21 | 1,50 | 2 | 2 | 4 | |
| 69 | » | » 25 | 0,18 | 1 | — | 1 | |
| 70 | » | luglio 10 | 0,07 | 1 | — | 1 | |
| 71 | » | » 24 | 0,10 | 1 | — | 1 | |
| 72 | 1876 | aprile 22 | 1,99 | 2 | 6 | 8 | |
| 73 | » | maggio 26 | 0,40 | 1 | 1 | 2 | |
| 74 | » | giugno 12 | 1,39 | 8 | 7 | 15 | |
| 75 | » | » 27 | 0,82 | 8 | 5 | 13 | |
| 76 | » | luglio 10 | 0,40 | 3 | 3 | 6 | |
| 77 | 1877 | giugno 1 | 0,33 | 1 | 2 | 3 | |
| 78 | » | » 15 | 0,66 | 10 | 2 | 12 | |
| 79 | » | » 24 | 0,21 | 1 | 1 | 2 | |
| 80 | » | luglio 4 | 0,38 | 1 | 1 | 2 | |
| 81 | » | » 9 | 0,08 | 1 | — | 1 | |
| 82 | » | » 17 | 0,80 | 2 | 2 | 4 | |
| 83 | » | » 26 | 0,17 | 1 | — | 1 | |
| 84 | » | novem. 15 | 0,04 | 1 | — | 1 | |
| 85 | 1878 | maggio 26 | 0,46 | 1 | 1 | 2 | |
| 86 | » | giugno 16 | 0,40 | 1 | 1 | 2 | |
| 87 | » | luglio 4 | 0,10 | 1 | — | 1 | |
| 88 | » | agosto 18 | 0,54 | 1 | 1 | 2 | |
| 89 | » | settem. 26 | 0,48 | 1 | 1 | 2 | |
| 90 | » | ottobre 29 | 0,15 | 1 | — | 1 | |
| 91 | » | novem. 29 | 2,06 | 2 | 3 | 5 | |
| 92 | 1879 | giugno 27 | 1,49 | 30 | 12 | 42 | Lunghissima tra le le estive. |
| 93 | » | luglio 11 | 0,84 | 1 | 2 | 3 | |
| 94 | » | » 22 | 0,22 | 1 | 1 | 2 | |
| 95 | » | agosto 5 | 0,16 | 2 | 2 | 4 | |
| 96 | 1880 | settem. 17 | 0,27 | 1 | 1 | 2 | |
| 97 | » | novem. 18 | 0,24 | 1 | — | 1 | |
| 98 | » | » 22 | 0,61 | 1 | 1 | 2 | |
| 99 | 1882 | settem. 17 | 4,50 | 2 | 11 | 13 | |
| 100 | » | ottobre 29 | 2,16 | 2 | 3 | 5 | |
| 101 | 1883 | giugno 19 | 0,02 | 1 | — | 1 | |

MEMORIA IV. — *Sulla portata del fiume Adige. Dati diversi.*

*Premesse.* — In questa memoria riportiamo tutto quanto ci fu dato raccogliere sulla portata del fiume Adige.

Come nota il Bocchi, ritiensi che il *modulo*, ossia la media portata annuale dell'Adige, sia non maggiore di 220 mc., essendo quello del Po di 1720 mc. Dice il Lombardini che nelle piene questo rapporto di 1 : 8 si altera, poichè il Po ha portata di 6254 mc.; l'Adige, in massima piena, fu ritenuto non passare a Badia i 2400.

Dal Lombardini stesso stralciamo il brano seguente:

« *Sui fiumi della Venezia.* — In iscritti anteriori ho dimostrato, all'appoggio di dati statistici, che il Po, attesa la condizione ed esposizione del suo bacino ai venti piovosi della marina, è uno dei più poderosi fiumi dell'Europa, a parità di superficie scolante. Partendo dai pochi dati udometrici che si posseggono, si ha fondamento di credere che altrettanto possa dirsi per la più parte dei fiumi della Venezia, i cui bacini sarebbero in generale maggiormente esposti a quei venti ».

« Simili dati mancano rispetto al principale di essi, l'Adige, e solo è da supporsi, confrontando la condizione del suo bacino con quella dei bacini dei prossimi fiumi Adda e Ticino, che per l'Adige minore debba essere la quantità della pioggia e della neve, e quindi minore, a circostanze pari, la portata media e quella delle sue piene. Imperciocchè la parte montuosa del bacino di questo, la cui superficie vedemmo ascendere a circa 12000 chilom. q., si troverebbe nell' interno delle Alpi difesa dai venti della marina, mercè le alte catene donde traggono le loro origini l'Adda, l'Oglio, il Chiese, la Sarca,

il Brenta e la Piave. Sta infatto che la sua portata in piena massima alla Badia non oltrepasserebbe i 2400 mc. per 1″, e supposto che sia di 4000 mc. (sic) a Trento, in ragione di superficie scolante sarebbe soli 6|10 della piena massima d' afflusso del lago di Como e 3|10 di quella del Lago Maggiore ».

(V. Lombardini: *Studi idrologici e storici sopra il grande estuario Adriatico, i fiumi che vi confluiscono, ecc.*, pag. 24 e 25. Milano, 1869).

Nel citato volume, pubblicato nel 1878 dal Ministero dei Lavori Pubblici, leggesi il brano seguente a pag. 315:

« Il Paleocapa calcolò a mc. 1768 la portata dell'Adige, e l'Ufficio del Genio Civile di Verona calcolò ad Albaredo la portata in piena di m. 1803.26 a m. 2.24 sopra G. N. ».

Sono pur dati ivi i valori seguenti per la portata:

| | | |
|---|---|---|
| Portata minima . . . | mc. | 100 |
| » media o modulo | » | 220 |
| » massima . . . | » | 2500 |

*Portata di piena (a. 1829), secondo il Paleocapa.* — Una ricerca della portata di piena d'Adige la troviamo nel Paleocapa. Ecco il brano che vi si riferisce:

« § 92. La portata intera dell' Adige potrebbesi esplorare in quel tronco di fiume che è compreso fra lo sbocco dell' ultimo influente, l'Alpone, e l'incile del diversivo Castagnaro; ma la grande irregolarità dell'alveo non mi ha permesso di trovare quivi un tratto dove si potesse contare sopra un corso stabile ed uniforme e sopra una giusta medietà di sezione e di pendenza.

« § 93. Ho dunque esplorato la portata d'Adige inferiormente al diversivo, e precisamente in quel tronco che è intercetto fra il Castagnaro e la Badia, nel quale vi sono alcuni tratti di un'uniformità di sezioni non comune in un grande fiume. Questo tronco d'Adige è inoltre quello sul quale si hanno più compiuti e più recenti rilievi. Mi servirò specialmente di quelli eseguiti dall'ingegnere Zola. Dalla portata d'Adige inferiormente al diversivo sommata con quella del diversivo medesimo si dedurrà la portata totale dell'Adige in piena.

« § 94. Dai rilievi suddetti e dalle osservazioni che ho fatte sul luogo ho riscontrato che uno dei tratti più regolari dell'indicato corso di fiume è quello che è rappresentato nella tavola V e che si stende fra le sezioni A, B, che corrispondono alle XIII e XIV dei rilievi mandati dall'Ingegnere in capo. Nella tavola III è delineata la livellazione di questo stesso tratto d'alveo estesa dall'idrometro di Villabona, ch'è il più vicino superiormente, fino all'idrometro dei Masi, che è il più vicino della parte inferiore. Ed ivi pure viene presentata la sezione media di quel tratto d'alveo.

« § 95. Dalla livellazione deducesi che la cadente del pelo osservato, che era ad un dipresso quello della magra del fiume, e che può aversi come parallelo al fondo regolato, cioè al fondo indipendente dalle anomalie accidentali, è di metri 0,000296 per ogni metro fra le sezioni A, B.

« § 96. La cadente della piena del 1829 è desunta tra gl'idrometri di Villabona e quello dei Masi, dove si fanno le osservazioni orarie in tempo di piena, perchè non si potevano avere riferimenti sicuri agli estremi A e B. E d'altronde gl'idrometri sono abbastanza vicini perchè la cadente della piena fra l'uno e l'altro possa riguardarsi come ragguagliata e comune a tutto il tronco intermedio. Questa cadente è di metri 0,000238 per metro. Quindi la cadente media fra le due del pelo magro, ossia del fondo regolare e della piena, risulta di metri 0,000267 per metro e può aversi per la pendenza direttrice dell'alveo. Ho basato questo calcolo sulla piena dell'anno 1829, come quella che riuscì media fra le maggiori contenute che accaddero negli anni 1821, 1825 e 1829, e nelle quali tutto il Castagnaro fu aperto ed ebbe il maggior deflusso possibile, cioè fino ad alzarsi al segno sottoposto, arrivata l'acqua al quale, bisogna moderare la erogazione (§ 58). Della subitanea piena del 1823 non si può far conto, perchè le rotte avvenute ci tolgono il modo di assicurarci se essa fosse venuta già al suo colmo, e se, quando e dove il suo corso prima delle rotte avesse potuto riguardarsi come stabilito.

« § 97. La sezione di piena risulta dalla figura I, tavola IV, riferita anch'essa al livello 1829, ed ha l'area di metri 878. Il contorno sfregato misura metri 190. Quindi il raggio medio, ossia il rapporto fra la sezione ed il contorno sfregato $c = 4{,}62$.

« § 98. Posti questi dati, per determinare la portata ci serviremo della formola di Eithelwein, che dà la relazione fra la velocità, il raggio medio e la pendenza

$$(x) \ldots u = -0.00338375.\, g \sqrt{0.00001145.\, g^2 + 2789.9.\, \mathrm{D.\ cos.}\ \varphi}$$

dove $g = 9{,}80888$, e secondo ciò che vi si è stabilito di sopra cos. $\varphi = 0{,}000267$. $\mathrm{D} = 4.62$. Fatte le quali sostituzioni trovasi

$$u = 1.82;$$

onde essendo la sezione che diremo $\mathrm{M} = 878$, sarà la portata d'Adige dopo la diversione di Castagnaro

$Q' = u \times \mathrm{M} = 1595.96$ metri cubi per ogni minuto secondo.

« § 99. Or venendo alla determinazione della portata del diversivo, da quanto ho esposto al § 67, risulta che lo stato del canale inferiore è tale che non si può valutarla dipendentemente dalle dimensioni e dall'altezza media dell'acqua sopra la soglia di quattro vani, che al più possono aprirsi, come si farebbe in un'erogazione laterale in cui tutta la quantità d'acqua che si scarica dalla bocca trovasse un perenne sfogo a libera cateratta. Bisogna dunque indagare invece la misura d'acqua corrente nel detto canale inferiore quando il corso è stabilito, ossia, quando il pelo è arrivato al segno al quale si modera l'afflusso.

« § 100. A primo aspetto potrebbe sembrare più conveniente che questa misura si esplorasse nel Canal Bianco, in cui defluisce il Castagnaro, e che ha dei tratti d'alveo meno irregolari. Ma fatta considerazione alle altre anomalie del corso procedente dalle acque naturali del Tartaro, che or sono più or meno grosse anch'esse, ed al deflusso variabile in Canal Bianco, cioè prima più lento, finchè le acque di Castagnaro, rimontando su per il Tartaro, si spandono nelle valli grandi veronesi; poi più copioso, quando il Tartaro, riempite le valli e fatto più grosso dallo scolo delle allagazioni, ha una portata assai maggiore che non competerebbe al suo corso perenne; considerate, dico, tutte queste circostanze, ho riconosciuto che ad onta dell'irregolarità dell'alveo di Castagnaro, è meglio instituire il calcolo della portata immediatamente sopra di esso, scegliendo però quel suo lungo tratto d'alveo ove questa irregolarità sia la minore possibile, che è quello posto fra le chiaviche della Barrucchella e della Malopera.

« § 101. In questo tronco, come appare dalla livellazione che ne ha fatta l'ingegnere Zola, la piena del 1829 sulla lunghezza di m. 5836 ebbe la caduta di metri 0,68; la caduta poi dell'acqua magrissima di Castagnaro, che può assumersi come quella del fondo regolato, riesce di m. 0,23, onde la cadente media fra le due è di m. 0,455, che determina la pendenza direttrice del corso in metri 0,000078 = cos. $\varphi$.

« § 102. La sezione regolata si è dedotta dal tratto d'alveo costituito dai due *drizzagni* Bentivoglio e Bresciani; l'area media riesce di metri 222: il medio contorno sfregato è di metri 74, e perciò il raggio medio è D = 3,00, e quindi D cos. $\varphi$ = 0,000234, sostituiti i quali valori nell'equazione $x$ traesi

$$u = 0{,}77,$$

e la portata del Castagnaro

$$Q' = 170{,}94;$$

dove vuolsi osservare che la velocità $u = 0{,}77$ è la velocità media con cui l'acqua corre nel suddetto tratto più regolare del diversivo non al primo aprirsi del sostegno, che allora trovando l'alveo vuoto vi precipita dentro con una grande velocità, ma quando, riempiuto l'alveo e spianatosi il pelo del diversivo medesimo con quello d'Adige, la cadente diventa piccolissima, ed il corso è stabilito.

« § 103. La portata dunque dell'Adige intero, quale sarebbe stata inferiormente se non si fosse aperto il sostegno, sarà

$$Q = Q' + Q'' = 1768{,}90 \text{ prossimamente }».$$

(V. *Memorie d'idraulica pratica* dell'ing. Pietro Paleocapa. Venezia, MDCCCLIX, pag. 47 e segg.).

*Calcolo della portata di piena degli ingegneri Camis e Cavaleri.* — A questo del Paleocapa facciam seguire un calcolo fatto dagli ingegneri Camis e Cavaleri sulla portata d'Adige

nella piena del 1882: calcolo che trovasi annesso al loro progetto già citato di sistemazione del tronco urbano:

« Il tronco d'Adige tra Porta Vittoria ed il Ponte della ferrovia Milano-Venezia presenta una larghezza ed una cadenza nel fondo pressochè costanti; in esso si erano già raccolte pressochè tutte le acque dissolventisi superiormente, meno quelle delle Regaste S. Zeno che ritornavano nel fiume dalla fossa fortilizia al bastione S. Francesco. Questo tronco venne poi rilevato con cura in epoche anche lontane per lo studio di un progetto di derivazione d'acqua, e per la costruzione del Ponte Alcardi, e dal confronto dei vari rilievi fatti si trova che il fondo non ha sensibilmente variato.

« Per queste ragioni lo abbiamo ritenuto per calcolare con qualche approssimazione la portata d'Adige del settembre p. p. Tale portata (Vedi Nota 1) si valuta di metri cubi 3800, ecc.

« Ecco la citata nota 1:

« *Nota 1.* — Dal profilo di livellazione si ha che la pendenza $p$ » del pelo in questione era 0,002 per m. (due per mille). Dalla sezione » del fiume di fronte all'officina del gas risulta la sezione bagnata di » metri quadrati $s = 638$, ed il perimetro bagnato $c = 106$ m.; il » pelo era sensibilmente parallelo al fondo medio.

« Ciò posto, si applica la formula del moto uniforme

$$Q = \sqrt{\frac{p\, s^3}{b \cdot c}}$$

» ritenuto per $b$ il valore di 0,000382 quale è indicato nel trattato » del Turazza per velocità superiori ai due metri: quindi

$$Q = 51{,}14 \sqrt{\frac{0{,}002 \times 638^3}{106}} = 3580 \text{ m. cubi.}$$

» Tenuto però conto dell'acqua che come si disse ricapitava in » Adige dalla fossa presso il bastione S. Francesco; considerato che » questa fossa è larga m. 50 — che l'altezza dell'acqua era di circa » m. 2,00 — la sua velocità media circa m. 2,00, sono da aggiun- » gersi altri

» mc. $50 \times 2{,}0 \times 2{,}0 = 200$ mc.

» quindi si ritiene la portata d'Adige nella piena del 17 settembre » prossimo passato di mc. 3800, come limite massimo e sufficiente- » mente approssimativo ».

« Applicando la formula di Bazin coi coefficienti

$$\alpha = 0{,}00040 \quad \beta = 0{,}00070 \text{ si ha } Q = 3075' \text{ m. c.}$$

e quindi complessivamente in cifra rotonda 3300.

Similmente quella di Ganguillet e Kutter darebbe col coefficiente $n = 0{,}030$

$$Q = 3088 \text{ m. c.}$$

quindi complessivamente ancora mc. 3300 in cifra rotonda ».

*Calcolo della portata media estiva d'Adige dell'ing. E. Storari.* — Relativamente alla portata media estiva d'Adige abbiamo alcuni rilievi fatti dal defunto ing. Storari.

Copiamo dalla relazione sul suo progetto d'irrigazione dell'alta campagna veronese (V. *Notizie sul progetto pel l'irrigazioae dell'Agro Veronese*, nel vol. XLIII (1864) delle *Memorie dell'Accademia Agraria di Verona*) i brani seguenti. Avvertasi che la Memoria fu letta nella tornata dell'11 febbraio 1864.

« Premessi questi dati, facciamo applicazione alle condizioni del nostro fiume. E di per sè evidente che la prima nozione da aversi a base di qualsiasi ragionamento è di conoscere la portata media estiva d'Adige, quella cioè che noi abbiamo trovato corrispondente a metri 1.30 sotto Guardia Normale. Di questa nè di altra in differenti condizioni del fiume nel suo tronco superiore, per quante ricerche ne siano state fatte, non esistendo qualsiasi relazione officiale, si dovette supplire mediante personali rilievi. E si credette di raggiungere una sufficiente precisione se la misura della portata stessa venisse stabilita moltiplicando la sezione media previamente rilevata d'un determinato tronco del fiume colla velocità media del fluido convogliato, desunta quest'ultima dalla velocità superficiale, ossia dal tempo impiegato da un galleggiante a percorrere il tronco esperimentato.

« Era fin dal principio naturale il desiderio di poter praticare l'osservazione trovandosi l'Adige a m. 1.30 sotto G. N., ma nella scorsa estate (1863) il fiume essendo stato soggetto a forti repentine oscillazioni, fummo impediti di cogliere il momento opportuno al rilievo nella desiderata condizione. Ogni male però non vien per nuocere, perchè il contrattempo ebbe in ultimo a riuscirci della più grata soddisfazione.

« Non volendo quindi ritardare più oltre il rilievo, il giorno 23 settembre p. p. (1863) l'Adige essendo a m. 0.65 sotto G. N., si procedette a fare applicazione al metodo superiormente esposto, rilevando la velocità superficiale al tronco d'Adige sottocorrente al Gazometro fuori di porta Vittoria, della lunghezza di m. 393, del quale erano state scandagliate e rilevate le Sezioni, fatta considerazione che l'Adige da Belluno in appresso non ricevendo qualsiasi influente, la portata risultante sul tronco preferito non sarebbe certo maggiore di quella che si fosse rilevata in prossimità dell'origine del canale. Il risultato dell'osservazione si dimostrò come segue.

« Dei tre galleggianti messi alla prova

il I percorse lo stadio in 159″
» II » » » 166″
» III » » » 155″

e quindi mediamente in 160″, ciò che dà una velocità superficiale di metri 2.45 il 1″. Ridotta la velocità superficiale alla media, in ragione di 5 : 4, risulta l'ultima in m. 1 96 il 1″. E siccome la Sezione media calcolata in quello stato del fiume ebbe a dimostrarsi in metri

quadrati 250.15, ne conseguiva la portata corrispondente in metri cubi 490.29.

« Determinata in tal modo la portata del fiume nello stato suesposto di m. 0.65 sotto Guardia, per desumere quella spettante a m. 1.30 venne fatta applicazione della regola Guglielminiana, che cioè le velocità medie sono prossimamente proporzionali alle radici delle altezze, ed i quadrati delle portate ai cubi delle altezze medesime, e con facile calcolo si rinvenne che nello stato medio d'Adige corrisponde cioè a m. 1.30 sotto G. Normale, la sua portata è di metri cubi 295.

« Era già redatta e trascritta la relazione illustrativa del progetto da innalzarsi alla Superiore Amministrazione, quando il giorno 5 ottobre p. p. (1863) l'Adige toccava m. 1.29 sotto G. Normale: giungeva cioè, colla differenza d'un solo centimetro in meno, alla sua altezza media estiva. Noi credemmo quindi opportuno di ripetere sul tronco medesimo il rilievo della portata corrispondente a quella condizione del fiume col suddetto mezzo di galleggianti, dei quali esploratine tre, come nel N. 1 esperimento si ebbe il seguente risultato:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tempo impiegato | dal | I | 195″ |
| » | » | II | 202″ |
| » | » | III | 193″ |
| | | | 590″ |

cioè in media m. 196″, corrispondente ad una velocità superficiale di m. 2, che si riduce ad una velocità media di m. 1.60 il 1″.

« La sezione media del tronco, calcolata con questa altezza d'acqua, risultò in mq. 186.58, e quindi la rispettiva portata in metri cubi 298.82, che corrisponde con mirabile coincidenza a quella di metri 296, risultante dal calcolo, per un centimetro di meno d'altezza, che in tal forma viene confermata.

« La portata media estiva è adunque di metri cubi 295, superiore cioè di metri cubi 14 a quella media estiva di Ticino, che è ritenuta da uno dei più distinti idraulici come sufficiente al suo buon regime, quantunque, sotto i riguardi della navigazione, quel fiume sia oggi di maggior importanza che non l'Adige ».

Ed altrove l'ing. Storari, parlando della diminuzione di altezza del pelo d'Adige che sarebbe dovuta alla sottrazione di 30 m. c., dice:

« Però, anche abbandonando il terreno del diritto e considerato l'argomento sotto il rapporto di convenienza, gli utenti dell'Adige non hanno ragionevole motivo di sgomentarsene; perchè l'abbassamento che andrà a riuscire nel fiume è di così poco momento da non poter influire che molto leggermente sulle attuali investiture. Di fatto, basandoci sulla stessa regola che ci ha così felicemente condotti a desumere la portata media estiva del fiume da quella rilevata a m. 0.65 sotto G. N., ed istituendo la proporzione tra le altezze dovute alle due portate, cioè alla normale estiva, ed a questa

diminuita di m. 30, si ottiene che l'altezza del pelo lungo il tronco esperimentato verrà diminuita di cent. 20. E siccome l'Adige progredendo in cammino va continuamente rallentando la sua velocità, ed allargando in corrispondenza lo specchio della sua sezione, ne viene che a pochi chilometri sotto-corrente tale abbassamento andrà di molto a scemarsi ed a ridursi tutt'al più a qualche centimetro di quasi nessuna influenza nella massima parte alle investite erogazioni, e da correggersi in ogni caso con leggere modificazioni alle bocche ».

*Altri dati sulla portata dell'Adige tratti dalle Pubblicazioni del Ministero dei LL. PP.* — Altri dati sulle portate del fiume Adige troviamo nel volume già citato, inviato dal Ministero dei LL. PP. all'Esposizione di Parigi nel 1878. In questo volume, a p. 40, è detto che la portata del fiume Adige desunta da calcoli istituiti colla formula di Bazin applicata a rilievi fatti in un tronco regolare poco inferiormente ad Albaredo, risulterebbe come segue per le altezze varianti di mezzo in mezzo metro.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| a m. 2,00 | sotto guardia, | portata al secondo, | m. c. | 102,66 |
| » 1,50 | » | » | » | 220,32 |
| » 1,00 | » | » | » | 365,75 |
| » 0,50 | » | » | » | 534,41 |
| al segno di guardia | | » | » | 728,57 |
| a m. 0,50 | sopra guardia | » | » | 940,33 |
| » 1,00 | » | » | » | 1164,73 |
| » 1,50 | » | » | » | 1411,72 |
| » 2,00 | » | » | » | 1673,16 |
| » 2,24 | » | » | » | 1803,26 |

V. il volume intitolato: Ministero dei Lavori Pubblici — *Sull'idrografia e sull'idraulica fluviale in Italia.* — Cenni monografici sui singoli servizi. Fiumi. — Roma, tipografia Eredi Botta, 1878.

*Ricerche sulla portata d'Adige in magra dell'ing. Zucchelli.* — Di altre ricerche sulla portata del fiume Adige ci diede gentilmente notizia il cav. ing. A. Zucchelli, distintissimo idraulico, che ora dirige i lavori del Tevere a Roma. Tali ricerche furono da lui fatte nel 1869 mentre era ingegnere capo del Genio Civile a Verona; quando si ventilavano i progetti d'irrigazione dell'agro veronese mediante derivazioni d'acqua dall'Adige, ed ai quali si riferisce la memoria dell'ing. Storari. Lo scopo delle ricerche era anche quello di determinare quale diminuzione di altezza poteva subire il pelo d'Adige in magra in conseguenza della progettata sottrazione di una parte delle sue acque.

« *Indagini sperimentali sulla portata d'Adige in magra e sui più probabili effetti di ribasso nel pelo in tale stato derivabili dalla sottrazione di quindici, trenta e quarantacinque metri cubi di acqua per usi industriali.*

« Dietro incarico avuto in proposito dall'onorevole Ispettore del Genio Civile, comm. Cavaletto, il sottoscritto attivò una serie di misure della portata di Adige, durante la magra prodottasi dal 24 febbraio al 26 marzo, p. p., scegliendo a tal uopo un tronco di fiume di 100 metri di lunghezza poco superiormente ad Angiari, nella località detta Boschirolo, che offriva i requisiti più necessari per tale misura, cioè andamento rettilineo, larghezza, profondità, sezione di d'acqua quasi costante e movimento sensibilmente uniforme e tranquillo. — Queste condizioni erano favorite dal trovarsi in detta località l'alveo biforcato da un bonello e quasi tutta l'acqua raccolta nello stretto braccio a sinistra di circa 63 metri di larghezza in fondo, non diffluendo nella detta magra per l'ampio braccio a destra che pochissima acqua, che venne pure giornalmente misurata.

« Scelta pertanto la località si tracciò sull'argine sinistro la fondamentale determinandone con ripetute misure la lunghezza di 100 metri, e normalmente ad essa le sezioni ai due estremi fissandone stabilmente la direzione sulle due rive con opportuni segnali.

« In ogni sezione venne misurata con ogni diligenza e con tre metodi diversi la distanza del picchetto sulla fondamentale a quello piantato nell'opposta riva e si trovò:

| | | |
|---|---|---|
| nella sezione a monte | | |
| misura colla canna applicata ripetutamente lungo la corda tesa attraverso l'alveo . . . . . | Metri | 76 26 |
| misura del distanziometro. . . . . | » | 76 72 |
| misura colla triangolazione . . . . | » | 76 64 |
| media Metri | | 76 54 |
| da questa levando la distanza della fondamentale allo specchio d'acqua a sinistra, più quella dello specchio d'acqua al primo scandaglio e dall'ultimo scandaglio allo specchio d'acqua a destra, ossia complessivamente . . . . . | Metri | 8 70 |
| restano Metri | | 67 84 |

che ripartiti sui 64 spazi compresi dai 65 scandagli praticati in questa sezione danno la distanza media degli scandagli suddivisi . . . . . Metri 1 06

« Egualmente nella sezione a valle si ottenne:

| | | |
|---|---|---|
| colla canna . . . . . | Metri | 75 75 |
| col distanziometro . . . . . | » | 75 96 |
| colla triangolazione. . . . . | » | 75 86 |
| in media | Metri | 75 86 |
| e praticando le deduzioni c. s. di . . . | » | 7 82 |
| rimangono | Metri | 68 04 |

che ripartiti nei 63 spazi danno la distanza media da scandaglio a scandaglio di . . . . . Metri 1 08

« I profili del fiume sulle dette due linee praticati dietro gli accennati rilievi il giorno 23 febbraio, p. p., con diligentissimo scandagliamento sono rappresentati nell'allegato A con linea di profilo nera e numeri azzurri.

« In seguito i rilievi delle profondità vennero ripetuti nei giorni 13 e 26 marzo, ed i risultati veggonsi nell'allegato suddetto il primo in numeri e linea rossa, il secondo in numeri e linea gialla.

« Per la misura della velocità si usò il galleggiante composto, formato di un recipiente cilindrico di abete del diametro di M. 0,22 e altezza di M. 0,30 debitamente equilibrata col piombo, e raccomandato mediante cordicella di canape ad un pezzo di sovero di forma elittica cogli assi di M. 0,25 e 0,35 dello spessore di centimetri 2, portante una bandieruola con asta di filo di ferro.

« Il metodo usato nelle dette misure fu il seguente:

« Si ripartiva ciascuna sezione in cinque scomparti di larghezza quasi eguali e determinato il centro di ciascun scomparto lo si fissava mediante opportuni segnali sul terreno. A 20 metri a monte della sezione superiore sul prolungamento di ciascuna linea formante l'asse di ogni scomparto veniva fermata all'ancora una barca sulla quale montava chi dirigeva l'operazione, assistito da un barcaiuolo per la manovra della barca e da un operaio per l'immersione dei natanti.

« Questi erano apparecchiati in modo da trovarsi dopo immersi col loro centro a M. 0,35, 0,85, 1,35, 1,85 sotto il livello dell'acqua. Inoltre si misurava in ogni scomparto la velocità superficiale con un galeggiante semplice.

« Sulle linee delle due sezioni venivano collocati due osservatori, i quali avvisavano con tronco grido l'istante del passaggio del natante dalla rispettiva sezione, che osservato sull'orologio a secondi dal direttore dell'operazione, veniva tosto registrato in tabella.

« Di fianco alla sezione superiore, vennero tracciate sulla

riva con paline cinque visuali che da un punto comune si dirigevano al centro degli scomparti della sezione a valle.

« Osservando a quale di dette visuali corrispondeva il natante nel momento in cui l'osservatore dava avviso del suo passaggio attraverso la sezione inferiore, si poteva conoscere il punto di detta sezione, cui esso aveva approdato e quindi determinare la direzione e la lunghezza del viaggio effettivamente percorso. A ciò si prestava l'osservatore a monte dopo segnalato il passaggio del natante attraverso la sezione rispettiva. Finalmente un barcaiuolo con battellino andava a raccogliere i natanti che avevano esaurito il loro compito.

« Una squadra in tal modo costituita ed organizzata, potè assumere giornalmente le misure della velocità a tutta sezione, cioè circa 25 misure oltre a quelle nel braccio piccolo, ad onta delle contrarietà atmosferiche che accompagnarono quasi costantemente i rilievi. I risultati di questa operazione sono contenuti nelle 51 tabelle dell'allegato D.

« Con questo materiale pertanto si diè mano al calcolo delle portate del fiume nei diversi stati, che si verificarono durante l'epoca dei rilievi.

« Si presentava ora il quesito sul modo di tener conto nel calcolo delle sezioni d'acqua delle variazioni avvenute nell'alveo, e riscontrate nei rilievi dei giorni 13 e 26 marzo: se cioè si doveva prendere la media delle tre misure ad ogni punto scandagliato, e con queste tracciare il profilo del fondo, ovvero se dovevansi distribuire le riscontrate differenze in più od in meno sul numero dei giorni decorsi, considerando le avvenute variazioni come il prodotto dell'uniforme, continuo lavoro dell'acqua.

« Dopo qualche riflesso a maggior tranquillità si ritenne di adottare amendue i metodi suaccennati salvo in seguito di dare la preferenza a quello che offrirebbe risultati più armonici, ovvero di adottare il medio dei due una volta che si trovassero sufficientemente concordi.

« Tenuto dunque conto delle giornaliere oscillazioni del pelo e delle variazioni del fondo per escavazione o per deposizione vennero calcolate nell'allegato E, le superficie di sezione d'acqua giorno per giorno in ogni scomparto in tutto il periodo dal 23 febbraio al 26 marzo, p. p.; i risultati vennero poi riassunti nell'allegato F, e formate le aree medie giorno per giorno ad ogni scomparto fra le due sezioni a monte ed a valle e finalmente coi risultati di velocità media dell'allegato D, e con quelli di media sezione d'acqua dell'allegato F, si determinarono nell'allegato G, le giornaliere portate del fiume.

« Queste si calcolarono poscia con simile processo adottando le medie degli scandagli praticati nei tre diversi rilievi, ossia sulla base dei profili rappresentati dall'allegato B.

« I calcoli sviluppati con questo metodo si offrono negli allegati H, I, L.

« I risultati di media portata alle differenti altezze del pelo ottenuti cogli indicati due metodi si riassumono nel quadro allegato M. Visto poi che i medesimi si avvicinano per la massima parte uno all'altro con lievi differenze da 1 a 2 Met.$^3$ si adottò il medio dei due risultati che è calcolato nell'ultima linea del quadro medesimo.

« Conoscendosi ora nell'accennato periodo dal 24 febbraio al 26 marzo le giornaliere altezze dell'acqua e le corrispondenti portate, si cercò di esprimere graficamente la legge che lega i due fenomeni mediante la curva della tavola, allegato N, nella quale le altezze dell'acqua crescente di centimetro in centimetro vennero assunte come ascisse e le portate corrispondenti come ordinate, indicando con 2 millimetri l'alzamento d'un centimetro nel pelo, e con un millimetro un metro cubo di portata.

« Per tracciare la detta curva si segnarono in primo luogo mediante circoletti i punti corrispondenti alle portate calcolate nell'allegato M; di poi si fece passare la curva in mezzo ai punti tracciati come sopra ponendo mente ch'essa deve essere convessa rispetto all'asse delle ascisse, sapendosi pei fondamentali principii dell'idraulica che le portate crescono più rapidamente che le altezze di pelo, e riflettendo ancora che il deflusso deve cessare interamente a Met. 4,14 sotto guardia, essendo situato a questo limite il fondo del fiume nella località dei rilievi. Questo punto ove l'ordinata è zero si prese come punto di origine, facendo partire da questo la scala delle altezze del pelo del fondo ascendendo. Pel più facile confronto col segno di guardia, si aggiunse anche nella colonna orizzontale superiore il riferimento del pelo al detto segno, ossia il complemento a Met. 4,14.

« Si ritiene pertanto di poter ammettere la detta curva in via approssimativa come l'espressione della legge, secondo la quale aumentano le portate del fiume ad ogni dato alzamento del pelo, e dalla stessa si ricava che la portata di Adige nella sua maggiore scarsezza entro il periodo delle osservazioni segnando l'idrometro di Angiari Met. 1,94 sotto guardia, fu molto prossimamente di Met.$^3$ 111; che colla sottrazione di Met.$^3$ 15, riducendosi la portata a Met.$^3$ 96, si produrrà nel pelo al sito del rilievo un ribasso di Met. 0,13,

che colla sottrazione di Met.$^3$ 30 riducendosi la portata a Met.$^3$ 81 si produrrà ivi un ribasso di Met. 0,29; e colla sottrazione di Met. 45, riducendosi la portata a Met.$^3$ 66, vi si produrrà un ribasso di Met. 0,47.

« Ammesse queste conclusioni per il tronco di fiume ove si verificarono le misure dirette occorre cercare quali modificazioni dovranno subire in altri punti ove le condizioni del fiume non sono identiche alla località osservata.

« Confrontando lo stato contemporaneo dell'acqua del fiume nelle quattro località Angiari, Sorio, Verona e Belluno si rileva che al momento in cui il pelo segnava Met. 1,94 ad Angiari, esso segnava Met. 1,95 a Sorio, Met. 2,24 a Verona e Met. 1,93 a Belluno, per cui, ammesso come deve ritenersi e come si verifica infatti in generale che i segni di guardia ai detti idrometri corrispondono ad un pelo contemporaneo del fiume, si avrebbero a Sorio ed a Belluno delle oscillazioni identiche a quelle di Angiari, e perciò si ritengono applicabili a queste due località le suesposte conclusioni.

« Queste per altro dovrebbero modificarsi rispetto al tronco di fiume presso Verona, nel quale il pelo si abbassava di Met. 2,24, mentre nel sito degli esperimenti si riduceva a Met. 1,94, e perciò i risultamenti superiormente dedotti per essere applicabili a questa località devono moltiplicarsi pel rapporto $\frac{2,24}{1,94} = 1,15$. Ciò ritenuto pel tronco vicino a Verona, devesi concludere che colla sottrazione di Met.$^3$ 15 il pelo della magra andrà soggetto ad un ribasso di Met. 0,15 colla sottrazione di Met.$^3$ 30, il ribasso riuscirà di Met. 0,33, e colla sottrazione di Met.$^3$ 45 esso ribasserà di Met. 0,54, e siccome la massima magra (marzo 1858) si abbassò all'idrometro di S. Salvar in Verona fino a Met. 2,40 sotto guardia normale, così si dovrà concludere che colla sottrazione di Met.$^3$ 15, il pelo delle massime magre si abbasserà fino a Met. 2,55, colla sottrazione di Met.$^3$ 30 si abbasserà fino a Met. 2,73 e colla sottrazione di Met.$^3$ 45 fino a Met. 2,94 sotto guardia.

« Per valutare l'influenza che la sottrazione delle suindicate quantità di acqua dal fiume Adige sarà per esercitare sulla navigabilità di esso fiume si è praticato un generale scandaglio del suo fondo da Orsenigo fino a Castagnaro, e si è riconosciuto che le massime elevatezze e dossi lungo la linea navigabile del fiume esistono nelle seguenti loca-

lità ed alle sotto indicate misure riferite al segno di guardia normale, cioè :

| | Sotto guardia |
|---|---|
| Fra Orsenigo ed il Progno di Peri . . | Metri 2 60 |
| Fra il Casello N. 30 ed il Progno Foi . | » 2 90 |
| A monte del ponte Pra dei Sabbioni . | » 2 50 |
| A monte dell'antica fortezza della Corvara . . . . . | » 2 80 |
| A valle della detta fortezza . . . . | » 2 50 |
| Fra il cavalcavia Moia e la chiesa di Dolcè | » 2 50 |
| A monte del ponte della Perolara . . | » 2 80 |
| A Soman . . . . . | » 2 80 |
| A monte del Progno Fornasa . . . . | » 2 50 |
| Al casello N. 17 . . . . . | » 2 70 |
| A valle di detto casello. . . . . | » 2 80 |
| A valle del ponte Menegotelasso . . . | » 2 90 |
| A valle del cal di Ponton . . . . . | » 2 60 |
| Fra la chiesa di Ponton e la ruota idrofora, N. 5 . . . . . | » 2 60 |
| A Santa Lucia di Pol . . . . . | » 2 60 |
| Alle tre ruote idrofore, 10-11 e 12 . . | » 2 70 |
| Al Progno del Nassar . . . . . | » 2 90 |
| A valle di detto Progno e prima del ponte di Parona . . . . . | » 2 60 |
| Fra Parona e il molino Costerman . . | » 2 60 |
| Al Chievo . . . . . | » 2 80 |
| A Verona di fronte a Santa Anastasia . | » 2 80 |
| Fra il gazometro e il ponte della ferrata . | » 2 80 |
| All'oratorio di Tombetta . . . . . | » 2 80 |
| A monte di Pestrin . . . . . | » 2 80 |
| A monte del porto di S. Pancrazio . . | » 2 60 |
| A valle di detto porto . . . . . | » 2 80 |
| Al lazzaretto . . . . . | » 2 80 |
| Fra le Caselle e la Luzza . . . . . | » 2 80 |
| Presso Lettobon . . . . . | » 2 90 |
| Alla chiavica Bongiovana . . . . . | » 2 50 |
| Alla svolta di Pontoncello . . . . . | » 2 80 |
| Fra la svolta di Pontoncello e la Zenobia . | » 2 40 |
| A monte del canton della Disetta . . | » 2 60 |
| A monte della chiavica del Meio . . . | » 2 70 |
| Allo sbocco della Fossetta . . . . . | » 2 50 |
| Fra il Canton e il Passo di Zevio . . | » 2 50 |
| A monte del Canton della Casoretta . . | » 2 70 |
| Fra il Canton della Casoretta e il Morando | » 2 50 |
| A valle del Morando . . . . . | » 2 50 |

| | Sotto guardia |
|---|---|
| Fra lo sbocco dell'Antanello e la Bova . | Metri 2 40 |
| A valle della Bova . . . . . | » 2 40 |
| All'idrometro di Nicolon . . . . . | » 2 70 |
| A valle del casino di Bionde . . . . | » 2 80 |
| A monte di Volta Labà . . . . . | » 2 80 |
| A monte del Passo di Albaredo . . . | » 2 60 |
| A valle di Tombetta . . . . . | » 2 40 |
| Lungo il mezzano della Motta . . . . | » 2 50 |
| Lungo il mezzano di Castello . . . . | » 2 60 |
| Al Canton del Diavolo . . . . . | » 2 60 |
| A monte di Becca Civetta . . . . . | » 2 60 |
| A monte dell'idrometro di Bonavigo . | » 2 50 |
| A monte di Angiari . . . . . | » 2 50 |
| Fra Angiari e S. Tommaso . . . . | » 2 50 |
| A Terranegra . . . . . | » 2 60 |
| Tra Terranegra e Legnago . . . . . | » 2 40 |
| A Legnago sotto la Beverara . . . . | » 2 40 |
| Fra Legnago e Vigo . . . . . | » 2 60 |
| Al Capitel della Morosa . . . . . | » 2 40 |
| All'idrometro di Nichesola . . . . . | » 2 60 |
| Alla rotta di Spinibecco . . . . . | » 2 60 |

« Da questo prospetto si vede che nel tronco superiore a Verona i maggiori dossi si protendono fino a Met. 2,60 sotto guardia normale e nel tronco inferiore fino a Castagnaro si elevano fino a Met. 2,40.

« Rispetto a questo tronco inferiore conviene però avvertire che lo scandagliamento si è praticato trovandosi il pelo del fiume a Met. 1,00 sotto il segno di guardia, mentre d'altra parte nelle maggiori magrezze restringendosi l'acqua del fiume in un letto più angusto acquista maggiore forza escavatrice e va continuamente sdossando le più pronunciate prominenze del fondo.

« Risulta da informazioni assunte da pratici che l'ulteriore approfondamento del letto nelle maggiori magrezze può ritenersi di oltre venti centimetri, per cui la minima profondità del fiume riesce di Met. 2.60 sotto guardia normale.

« Le barche che nelle magre attuali navigano lungo Adige mantengono una immersione di Met. 0,90, ed oltre a ciò deve pure assegnarsi uno strato libero di Met. 0,10 fra il fondo della barca ed il letto del fiume. Dietro di che ne consegue che il fiume resta discretamente navigabile fino al livello di Met. 1,60 sotto guardia, al disotto del quale la navigazione diventa stentata e pericolosa.

« Nel detto stato di acqua di Met. 1,60 sotto guardia, giusta il quadro allegato N, si ha una portata di Met.$^3$ 161, per cui nell'erogazione di 15 Met.$^3$ di acqua il detto livello non si raggiungerà che con una portata di Adige di Met.$^3$ 176, nell'erogazione di 30 Met.$^3$ con una portata di Met.$^3$ 191, e nell'erogazione di 45 Met.$^3$ con una portata di Met.$^3$ 206.

« E siccome giusta il quadro allegato N, le portate di Met.$^3$ 176, 191 e 206, si verificarono coi livelli d'acqua di Met. 1,51, 1,43, 1,34, così ne consegue che al dissotto dei detti rispettivi livelli dovrebbe limitarsi l'erogazione, e sospendersi affatto al limite di Met. 1,60.

« Corrispondendo in tal guisa del suo meglio all'avuto onorifico incarico, lo scrivente si augura che queste sue considerazioni, appoggiate unicamente all'esperienza ed ai fatti, possano fornire un qualche lume alle superiori deliberazioni sull'importante argomento della derivazione di acqua dall'Adige tanto vagheggiata dagli agricoltori della Veronese Provincia.

« Verona, li 15 luglio 1869.

« *Firmato:* G. Zucchelli, *ing.* ».

A questa Relazione facciamo seguire il sopracitato allegato *L*, per dar meglio un'idea del procedimento seguito. A questo aggiungiamo poi l'allegato *M* che è il quadro riassuntivo.

**CALCOLO** delle portate giornaliere del fiume ADIGE nel periodo dal
e delle variazioni del fondo per la continua

| DATA | Altezza dell'acqua sotto guardia all'Idrometro d'Angiari | Scomparto I. | | | Scomparto II. | | | Scomparto III. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sezione d'acqua | Velocità media | Portata | Sezione d'acqua | Velocità media | Portata | Sezione d'acqua | Velocità media | Portata |
| 1869 | | | | | | | | | | |
| 24 Febbraio | 1 84 | 28 724 | 0 810 | 23 27 | 32 076 | 1 017 | 32 63 | 31 425 | 0 968 | 30 42 |
| 25 » | 1 85 | 28 492 | 0 754 | 21 48 | 31 780 | 0 933 | 29 65 | 31 270 | 0 928 | 29 02 |
| 26 » | 1 86 | 28 220 | 0 605 | 17 07 | 31 485 | 0 930 | 29 28 | 31 428 | 0 904 | 28 41 |
| 26 » | 1 86 | 28 220 | 0 715 | 20 18 | 31 485 | 0 874 | 27 52 | 31 428 | 0 904 | 28 41 |
| 27 » | 1 86 | 28 110 | 0 658 | 18 50 | 31 328 | 0 904 | 28 32 | 31 248 | 0 913 | 28 53 |
| 27 » | 1 86 | 28 110 | 0 668 | 18 78 | 31 328 | 0 902 | 28 26 | 31 248 | — — | (28 27) |
| 1 Marzo | 1 86 | 27 886 | 0 681 | 18 99 | 31 015 | 0 899 | 27 88 | 31 317 | 0 907 | 28 40 |
| 1 » | 1 86 | 27 886 | 0 664 | 18 52 | 31 015 | 0 888 | 27 54 | 31 312 | 0 862 | 27 00 |
| 2 » | 1 86 | 27 775 | 0 707 | 19 64 | 30 858 | 0 906 | 27 96 | 31 350 | 0 921 | 28 87 |
| 2 » | 1 86 | 27 775 | 0 778 | 21 61 | 30 858 | 0 959 | 29 59 | 31 350 | 0 939 | 29 44 |
| 3 » | 1 87 | 27 524 | 0 632 | 17 40 | 30 563 | 0 960 | 29 34 | 31 246 | 0 920 | 28 75 |
| 3 » | 1 87 | 27 524 | 0 747 | 20 56 | 30 563 | 0 966 | 29 52 | 31 246 | 0 965 | 30 15 |
| 4 » | 1 87 | 27 413 | 0 738 | 23 23 | 30 407 | 0 897 | 27 28 | 31 280 | 0 890 | 27 84 |
| 4 » | 1 87 | 27 413 | 0 823 | 22 56 | 30 407 | 0 902 | 27 43 | 31 280 | 0 923 | 28 87 |
| 5 » | 1 90 | 26 844 | 0 707 | 18 98 | 29 833 | 0 859 | 25 63 | 30 896 | 0 837 | 25 86 |
| 5 » | 1 91 | 26 244 | 0 653 | 17 14 | 29 693 | 0 847 | 25 15 | 30 757 | 0 816 | 25 10 |
| 6 » | 1 94 | 26 218 | 0 794 | 20 82 | 29 119 | 0 913 | 26 59 | 30 374 | 0 841 | 25 54 |
| 8 » | 1 92 | 26 273 | 0 693 | 18 21 | 29 085 | 0 866 | 25 19 | 30 721 | 0 885 | 27 19 |

24 febbraio al 26 marzo 1869, tenuto conto delle oscillazioni del pelo
azione dell'acqua tanto in escavo che in deposito.

| Scomparto IV. | | | | | | Scomparto V. | | | | | | Braccio piccolo | | | | | | PORTATA totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sezione d'acqua | | Velocità media | | Portata | | Sezione d'acqua | | Velocità media | | Portata | | Sezione d'acqua | | Velocità media | | Portata | | Metri cubi |
| 28 | 414 | 0 | 947 | 26 | 91 | 21 | 527 | 0 | 680 | 14 | 64 | 5 | 820 | 0 | 44 | 2 | 56 | 130 43 |
| 28 | 342 | 0 | 881 | 24 | 97 | 21 | 472 | 0 | 803 | 17 | 24 | 5 | 650 | 0 | 43 | 2 | 43 | 124 79 |
| 28 | 271 | 0 | 901 | 25 | 47 | 21 | 318 | 0 | 779 | 16 | 61 | 5 | 481 | 0 | 42 | 2 | 30 | 119 14 |
| 28 | 271 | 0 | 907 | 25 | 64 | 21 | 318 | 0 | 813 | 17 | 33 | 5 | 481 | 0 | 42 | 2 | 30 | 121 38 |
| 28 | 339 | 0 | 890 | 25 | 22 | 21 | 339 | 0 | 783 | 16 | 71 | 5 | 481 | 0 | 42 | 2 | 30 | 119 58 |
| 28 | 339 | — | — | (25 | 42) | 21 | 339 | — | — | (16 | 86) | 5 | 481 | 0 | 42 | 2 | 30 | 119 89 |
| 28 | 476 | 0 | 901 | 25 | 66 | 21 | 392 | 0 | 756 | 16 | 17 | 5 | 481 | 0 | 42 | 2 | 30 | 119 40 |
| 28 | 476 | 0 | 876 | 24 | 94 | 21 | 392 | 0 | 765 | 16 | 36 | 5 | 481 | 0 | 42 | 2 | 30 | 116 66 |
| 28 | 544 | 0 | 897 | 25 | 60 | 21 | 417 | 0 | 846 | 18 | 12 | 5 | 481 | 0 | 42 | 2 | 30 | 122 49 |
| 28 | 544 | — | — | (25 | 42) | 21 | 417 | — | — | 16 | 86 | 5 | 481 | 0 | 42 | 2 | 30 | 125 22 |
| 28 | 473 | 0 | 894 | 25 | 45 | 21 | 313 | 0 | 766 | 16 | 33 | 5 | 313 | 0 | 40 | 2 | 13 | 119 40 |
| 28 | 473 | 0 | 891 | 25 | 57 | 21 | 313 | 0 | 854 | 18 | 20 | 5 | 313 | 0 | 40 | 2 | 13 | 126 13 |
| 28 | 541 | 0 | 933 | 26 | 63 | 21 | 338 | 0 | 865 | 18 | 46 | 5 | 313 | 0 | 40 | 2 | 13 | 122 57 |
| 28 | 541 | 0 | 930 | 26 | 54 | 21 | 338 | 0 | 771 | 16 | 45 | 5 | 313 | 0 | 40 | 2 | 13 | 123 98 |
| 28 | 192 | 0 | 824 | 23 | 23 | 20 | 978 | 0 | 762 | 15 | 99 | 4 | 816 | 0 | 35 | 1 | 69 | 111 38 |
| 28 | 053 | 0 | 807 | 22 | 64 | 20 | 849 | 0 | 734 | 15 | 30 | 4 | 652 | 0 | 33 | 1 | 54 | 106 87 |
| 27 | 704 | 0 | 784 | 21 | 72 | 20 | 609 | 0 | 799 | 16 | 47 | 4 | 166 | 0 | 27 | 1 | 12 | 112 26 |
| 28 | 114 | 0 | 846 | 23 | 78 | 20 | 796 | 0 | 790 | 16 | 43 | 4 | 489 | 0 | 31 | 1 | 39 | 112 10 |

| DATA | Altezza dell'acqua sotto guardia all'Idrometro d'Angiari | Scomparto I. | | | Scomparto II. | | | Scomparto III. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sezione d'acqua | Velocità media | Portata | Sezione d'acqua | Velocità media | Portata | Sezione d'acqua | Velocità media | Portata |
| 1869 | | | | | | | | | | |
| 8 Marzo | 1 92 | 26 273 | 0 732 | 19 23 | 29 085 | 0 863 | 24 52 | 30 721 | 0 827 | 25 41 |
| 9 » | 1 93 | 26 024 | 0 719 | 18 71 | 28 789 | 0 878 | 25 28 | 30 615 | 0 857 | 26 24 |
| 9 » | 1 93 | 26 024 | 0 843 | 21 94 | 28 789 | 0 900 | 25 91 | 30 615 | 0 857 | 26 24 |
| 10 » | 1 94 | 25 774 | 0 794 | 20 46 | 28 494 | 0 866 | 24 67 | 30 510 | 0 849 | 25 90 |
| 10 » | 1 94 | 25 774 | 0 676 | 17 42 | 28 494 | 0 917 | 26 13 | — — | — — | 25 90 |
| 11 » | 1 93 | 25 801 | 0 680 | 17 54 | 28 476 | 0 908 | 25 86 | 30 683 | 0 832 | 25 53 |
| 11 » | 1 93 | 25 801 | 0 647 | 16 69 | 28 476 | 0 877 | 24 97 | 30 683 | 0 844 | 25 90 |
| 12 » | 1 93 | 25 690 | 0 572 | 14 69 | 28 320 | 0 859 | 24 33 | 30 718 | 0 848 | 26 05 |
| 12 » | 1 93 | 25 690 | 0 669 | 17 19 | 28 320 | 0 818 | 23 16 | 30 718 | 0 810 | 24 88 |
| 13 » | 1 93 | 25 579 | 0 671 | 17 16 | 28 163 | 0 876 | 24 67 | 30 752 | 0 846 | 26 02 |
| 16 » | 1 85 | 26 498 | 0 700 | 18 55 | 29 937 | 0 963 | 28 83 | 31 859 | 0 944 | 30 07 |
| 16 » | 1 84 | 26 639 | 0 689 | 19 35 | 30 076 | 0 949 | 28 54 | 32 171 | 0 930 | 29 92 |
| 17 » | 1 76 | 27 726 | 0 785 | 21 76 | 31 409 | 0 975 | 30 62 | 33 339 | 1 015 | 33 84 |
| 17 » | 1 76 | 27 726 | 0 814 | 22 57 | 31 409 | 1 003 | 31 50 | 33 339 | 1 020 | 34 01 |
| 18 » | 1 74 | 27 945 | 0 696 | 19 45 | 31 907 | 0 966 | 30 82 | 33 673 | 0 971 | 32 70 |
| 18 » | 1 76 | 28 161 | 0 689 | 19 40 | 31 629 | 0 969 | 30 65 | 33 395 | 0 938 | 31 33 |
| 19 » | 1 82 | 26 631 | 0 663 | 17 66 | 31 015 | 0 926 | 28 72 | 32 616 | 0 948 | 30 92 |
| 19 » | 1 82 | 26 631 | 0 718 | 19 12 | 31 015 | 0 915 | 28 38 | 32 616 | 0 919 | 29 97 |
| 20 » | 1 83 | 26 528 | 0 846 | 22 44 | 31 096 | 0 972 | 30 23 | 32 533 | 0 947 | 30 81 |
| 20 » | 1 83 | 26 528 | 0 817 | 21 67 | 30 096 | 0 908 | 27 33 | 32 533 | 0 935 | 30 42 |
| 22 » | 1 29 | 34 385 | 0 888 | 30 53 | 39 048 | 1 181 | 46 12 | 40 155 | 1 183 | 47 50 |
| 23 » | 1 55 | 30 407 | 0 796 | 24 20 | 35 652 | 1 093 | 38 97 | 36 595 | 1 059 | 38 75 |
| 23 » | 1 56 | 30 257 | 0 850 | 25 72 | 35 513 | 1 021 | 36 26 | 36 456 | 1 101 | 40 14 |
| 23 » | 1 57 | 30 111 | 0 693 | 20 87 | 35 377 | 1 045 | 36 96 | 36 306 | 1 040 | 37 76 |
| 24 » | 1 62 | — — | — — | (23 50) | — — | — — | (36 23) | — — | — — | (36 41) |
| 24 » | 1 63 | 29 137 | 0 732 | 21 33 | 34 760 | 1 051 | 36 53 | 35 539 | 1 016 | 36 11 |
| 24 » | 1 63 | 29 137 | 0 881 | 25 67 | 34 760 | 1 034 | 35 94 | 35 539 | 1 033 | 36 71 |
| 25 » | 1 69 | 28 207 | 0 722 | 20 37 | 34 146 | 0 958 | 32 71 | 34 759 | 0 954 | 33 16 |
| 25 » | 1 69 | 28 207 | 0 714 | 20 14 | 34 146 | 0 964 | 32 92 | 34 759 | 0 987 | 34 31 |
| 25 » | 1 70 | 28 063 | 0 748 | 20 99 | 34 006 | 1 024 | 34 82 | 34 620 | — — | (33 75) |
| 26 » | 1 72 | 27 711 | 0 869 | 24 08 | 33 948 | — — | 34 62 | 34 397 | 0 945 | 32 51 |

| Scomparto IV. | | | | | | Scomparto V. | | | | | | Braccio piccolo | | | | | | PORTATA totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sezione d'acqua | | Velocità media | | Portata | | Sezione d'acqua | | Velocità media | | Portata | | Sezione d'acqua | | Velocità media | | Portata | | Metri cubi |
| 28 | 114 | 0 | 858 | 24 | 12 | 20 | 796 | 0 | 807 | 16 | 78 | 4 | 489 | 0 | 31 | 1 | 39 | 111 45 |
| 28 | 047 | 0 | 848 | 23 | 78 | 20 | 693 | 0 | 780 | 16 | 14 | 4 | 327 | 0 | 29 | 1 | 25 | 111 40 |
| 28 | 047 | 0 | 815 | 22 | 86 | 20 | 693 | 0 | 749 | 15 | 50 | 4 | 327 | 0 | 29 | 1 | 25 | 113 70 |
| 27 | 976 | 0 | 831 | 23 | 25 | 20 | 640 | 0 | 805 | 16 | 62 | 4 | 166 | 0 | 27 | 1 | 12 | 112 02 |
| — | — | — | — | (23 | 25) | — | — | — | — | (16 | 62) | 4 | 166 | 0 | 27 | 1 | 12 | 110 44 |
| 28 | 183 | 0 | 827 | 23 | 31 | 20 | 742 | 0 | 750 | 15 | 56 | 4 | 327 | 0 | 29 | 1 | 25 | 109 05 |
| 28 | 183 | 0 | 834 | 23 | 50 | 20 | 742 | 0 | 717 | 14 | 87 | 4 | 327 | 0 | 29 | 1 | 25 | 107 18 |
| 28 | 251 | 0 | 834 | 23 | 56 | 20 | 767 | 0 | 758 | 15 | 74 | 4 | 327 | 0 | 29 | 1 | 25 | 105 62 |
| 28 | 251 | 0 | 809 | 22 | 86 | 20 | 767 | 0 | 701 | 14 | 56 | 4 | 327 | 0 | 29 | 1 | 25 | 103 90 |
| 28 | 319 | 0 | 845 | 23 | 93 | 20 | 792 | 0 | 755 | 15 | 70 | 4 | 327 | 0 | 29 | 1 | 25 | 108 73 |
| 29 | 846 | 0 | 931 | 27 | 79 | 22 | 301 | 0 | 917 | 20 | 45 | 5 | 650 | 0 | 43 | 2 | 43 | 128 12 |
| 30 | 485 | 0 | 947 | 28 | 87 | 22 | 381 | 0 | 891 | 18 | 82 | 5 | 820 | 0 | 44 | 2 | 56 | 127 06 |
| 30 | 936 | 1 | 022 | 31 | 62 | 24 | 070 | 0 | 877 | 21 | 11 | 7 | 227 | 0 | 54 | 3 | 90 | 142 85 |
| 30 | 936 | 1 | 001 | 30 | 97 | 24 | 070 | 0 | 999 | 24 | 05 | 7 | 227 | 0 | 54 | 3 | 90 | 147 00 |
| 31 | 652 | 1 | 005 | 31 | 81 | 23 | 978 | 0 | 886 | 21 | 25 | 7 | 569 | 0 | 56 | 4 | 24 | 140 27 |
| 31 | 374 | 0 | 940 | 29 | 49 | 23 | 714 | 0 | 931 | 22 | 08 | 7 | 197 | 0 | 54 | 3 | 89 | 136 84 |
| 30 | 180 | 0 | 915 | 27 | 61 | 23 | 072 | 0 | 868 | 20 | 03 | 6 | 157 | 0 | 47 | 2 | 89 | 127 83 |
| 30 | 180 | 0 | 885 | 26 | 71 | 23 | 072 | 0 | 823 | 18 | 99 | 6 | 157 | 0 | 47 | 2 | 89 | 126 06 |
| 30 | 676 | 0 | 938 | 28 | 77 | 23 | 086 | 0 | 903 | 20 | 85 | 5 | 988 | 0 | 45 | 2 | 69 | 135 79 |
| 30 | 676 | 0 | 829 | 25 | 43 | 23 | 086 | 0 | 852 | 19 | 67 | 5 | 988 | 0 | 45 | 2 | 69 | 127 21 |
| 38 | 464 | 1 | 150 | 44 | 23 | 30 | 465 | 1 | 029 | 31 | 34 | 15 | 476 | 0 | 66 | 10 | 22 | 209 94 |
| 34 | 986 | 1 | 065 | 37 | 26 | — | — | — | — | 23 | 67 | 10 | 854 | 0 | 66 | 7 | 16 | 170 01 |
| 34 | 846 | 1 | 016 | 35 | 40 | 27 | 055 | 0 | 875 | 23 | 67 | 10 | 679 | 0 | 66 | 7 | 05 | 168 24 |
| — | — | — | — | 35 | 40 | 26 | 924 | 0 | 834 | 22 | 45 | 10 | 505 | 0 | 66 | 6 | 93 | 160 37 |
| 34 | 150 | 0 | 967 | 34 | 05 | 26 | 417 | 0 | 874 | 23 | 09 | 9 | 635 | 0 | 64 | 6 | 17 | 159 45 |
| 34 | 011 | 0 | 988 | 33 | 60 | 26 | 260 | 0 | 887 | 23 | 29 | 9 | 462 | 0 | 63 | 5 | 96 | 156 82 |
| 30 | 011 | 0 | 960 | 28 | 81 | 26 | 125 | 0 | 878 | 22 | 94 | 9 | 462 | 0 | 63 | 5 | 96 | 160 03 |
| 33 | 313 | 0 | 918 | 30 | 61 | 25 | 643 | 0 | 839 | 21 | 51 | 8 | 426 | 0 | 60 | 5 | 06 | 143 42 |
| 33 | 313 | 0 | 925 | 30 | 81 | 25 | 643 | 0 | 895 | 22 | 95 | 8 | 426 | 0 | 60 | 5 | 06 | 146 19 |
| 33 | 174 | — | — | 30 | 71 | 25 | 511 | — | — | 22 | 23 | 8 | 254 | 0 | 60 | 4 | 95 | 147 45 |
| 33 | 033 | 0 | 960 | 31 | 71 | 25 | 394 | 0 | 762 | 19 | 35 | 7 | 911 | 0 | 58 | 4 | 59 | 146 86 |

RIASSUNTO *delle portate corrispondenti alle diverse altezze dell'acqua nel periodo delle osservazioni, prendendo la media delle diverse portate qui sopra calcolate per una data altezza.*

| Altezza dell'acqua all'Idrometro di Angiari | PORTATE CALCOLATE | Portata media |
|---|---|---|
| 1 94 | 112.26 + 112.02 + 110.44 = | 111 57 |
| 1 93 | 111.40 + 113.70 + 109.05 + 107.18 + 105.62 + 103.90 + 108.73 = | 108 51 |
| 1 92 | 112.10 + 111.45 = | 111 77 |
| 1 91 | 106.87 = | 106 87 |
| 1 90 | 111.38 = | 111 38 |
| 1 87 | 119.40 + 126.13 + 122.57 + 123.98 = | 123 02 |
| 1 86 | 119.14 + 121.38 + 119.58 + 119.40 + 116.66 + 122.49 + 125.22 + 119.89 = | 120 47 |
| 1 85 | 124.79 + 128.12 = | 126 45 |
| 1 84 | 130.43 + 127.06 = | 128 79 |
| 1 83 | 135.79 + 127.21 = | 131 50 |
| 1 82 | 127.83 + 126.06 = | 126 94 |
| 1 76 | 142.85 + 147.00 + 136.84 = | 142 23 |
| 1 74 | 136.84 = | 136 84 |
| 1 72 | 146.86 = | 146 86 |
| 1 70 | 147.45 = | 147 45 |
| 1 69 | 143.42 + 146.19 = | 144 80 |
| 1 63 | 156.82 + 160.03 = | 158 42 |
| 1 62 | 159.45 = | 159 45 |
| 1 57 | 160.37 = | 160 37 |
| 1 56 | 168.24 = | 168 24 |
| 1 55 | 170.01 = | 170 01 |
| 1 29 | 209.94 = | 209 94 |

## QUADRO

*delle portate del fiume Adige alle diverse altezze di pelo verificatesi dal 24 febbraio al 26 marzo 1869, desunte in una media dagli allegati* G *ed* L.

| Altezza del pelo nel luogo del rilievo riferito nell'idrometro di Angiari | Portata secondo l'allegato L | Portata secondo l'allegato G | Media portata | |
|---|---|---|---|---|
| Sottoguardia | | | | |
| 1.94 | 114.11 | 111.57 | 112.84 | |
| 1.93 | 111.26 | 108.51 | 109.88 | |
| 1.92 | 114.78 | 111.77 | 113.27 | |
| 1.91 | 119.26 | 106.87 | 113.06 | |
| 1.90 | 113.48 | 111.38 | 112.43 | |
| 1.87 | 125.14 | 123.02 | 124.08 | |
| 1.86 | 122.15 | 120.47 | 121.31 | |
| 1.85 | 128.10 | 126.45 | 127.27 | |
| 1.84 | 130.28 | 128.79 | 129.53 | |
| 1.83 | 132.11 | 131.50 | 131.80 | |
| 1.82 | 127.88 | 126.94 | 127.41 | |
| 1.76 | 143.28 | 142.23 | 142.75 | |
| 1.74 | 141.11 | 136.84 | 138.97 | |
| 1.72 | 144.74 | 146.86 | 145.80 | |
| 1.70 | 146.03 | 147.45 | 146.74 | |
| 1.69 | 141.66 | 144.80 | 143.23 | |
| 1.63 | 155.85 | 158.42 | 157.13 | magra |
| 1.62 | 154.09 | 159.45 | 156.77 | ordinaria |
| 1.57 | 158.78 | 160.37 | 159.57 | |
| 1.56 | 166.84 | 168.24 | 167.54 | |
| 1.55 | 170.59 | 170.01 | 170.30 | |
| 1.29 | 207.90 | 209.94 | 208.92 | |

*Ancora sulla portata di piena.* — Parlando dei lavori di sistemazione del fiume Adige che si fanno in Tirolo, così scrivevasi nella pubblicazione ministeriale del 1878: « Dopo l'imponente piena del 1868, il Governo austriaco fece studiare una radicale sistemazione del fiume nel Trentino. Fu compilato e sta discutendosi un progetto Kink, col quale si propone la costruzione di serre montane nell'Avisio, con nuovi rettifili d'Adige ed altri lavori per l'incanalamento arginato del fiume, i quali certamente porterebbero alterazione nel tronco inferiore ed italiano, anticipandovi e facendovi più disastrosa la piena col sopprimere il vasto bacino di espansione che attualmente offre la spaziosa vallata tra Bolzano e Trento ».

Al termine di queste notizie siamo lieti di potere far cenno d'una recente e interessantissima Memoria del prof. D. Turazza intitolata: *Intorno a due recenti ricerche idrometriche* (V. *Atti del R. Istituto Veneto*, 1883-1884, tomo II, serie VI), nella quale quel distinto idraulico tratta appunto ed in generale la questione, accennata di sopra, di « determinare l'aumento nell'altezza di massima piena di un fiume, in causa della soppressione di vasti bacini di espansione nei tronchi superiori del fiume stesso ». Della quale ricerca egli fa poi un'applicazione all'Adige « allo scopo di ricavarne un qualche indizio *circa i provvedimenti che sarà pur giuocoforza di prendere lungo il tronco dell'alveo nostrale*, in causa dei grandiosi lavori di sistemazione, che si stanno attuando in Tirolo ». Questo scritto del Turazza è stato motivato da altro del professore Paladini, nel quale egli pure avea trattato il medesimo quesito.

Parlando della portata di piena il Turazza dice: « In quanto poi alle funzioni $Q_1$ e $Q'_1$ (portate) computando, come il Paladini, in 157 mc. la portata dell'Adige a Verona, quando la quota *a* ha il valore di — 2,24 m. e dicendosi nella Relazione tecnica degli uffici del Tirolo, che il rapporto fra la magra e la forte piena è quello di 1 a 19, la portata di quest'ultima al colmo dovrebbe essere di mc. 2983; il che avvicinerebbe più la portata a quella accennata dal R. Ingegnere capo di Verona, il quale valuta la portata della piena del 17 settembre 1882, in mc. 3500. Considerando però che questa portata è eccezionale, e volendomi limitare ad una portata di grossa piena soltanto, assumerò la portata di questa corrispondente alla quota 4 50 in mc. 3000 ».

Con questa riduzione egli stabilisce i valori seguenti:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *a* (quote) | —2.24 m. | 0.00 | 1.40 | 2.87 | 4.50 m. |
| Q (portate) | 157 mc. | 810 | 1352 | 2100 | 3000 mc. |

In base a questi dati il Turazza instituisce i suoi calcoli che lo conducono alla conclusione seguente: « Credo, egli dice, che i due valori m. 0.913 e 1.057 sieno i due limiti minimo e massimo del cercato alzamento, e che il valutare ad un metro l'alzamento di una massima piena, qualora si riesca a difendere completamente il Tirolo, sia sufficiente pel caso nostro ». E quanto alla portata, ritiene che l'aumento corrispondente della portata di piena massima nei tronchi inferiori, per la suddetta soppressione dei bacini, varierebbe da mc. 3537 a 3628.

L'egregio ingegnere Ettore Paladini che nella Relazione avente per titolo: *L'idrotecnica e le questioni relative all'Esposizione di Milano del* 1881, trattò, come si disse in precedenza, la medesima questione, assume per *a* e Q i valori:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *a* | —2.24 m. | 0.00 | 1.40 | 2.87 | 4.50 m. |
| Q | 157 | 673 | 1135 | 1760 | 2550 mc. |

e col suo calcolo arriva ai valori seguenti pel caso della massima piena

$$a_1 = 5.43 \text{ m.} \qquad Q_1 = 2935 \text{ mc.}$$

Egli conclude quindi che « una nuova piena d'Adige come quella del 1882 per rispetto alle cause naturali, si presenterebbe per l'azione artificiale dell'uomo, quando le arginature tirolesi saranno compiute e robuste, con una maggior altezza di m. 0.93 a Verona (ammesso che gli elementi o dati di partenza del calcolo sieno esatti). Volendo dunque difendere Verona con muri, e rialzare le arginature d'Adige a valle, il franco di 0.80, buono pel Po, non basta, massime che, tenendo poi conto di altre cause secondarie e con calcolo migliore, si arriva ad un rialzo prevedibile di m. 1.10 anzichè di m. 0.93 ».

Vedesi dunque che le conclusioni degli egregi idraulici non sono molto discordi fra loro.

Tale questione delle conseguenze dei lavori di sistemazione d'Adige, che si eseguiscono in Tirolo, sui tronchi inferiori, venne discussa nel 1877 anche dall'ing. A. Zanella. Egli la trattò però sotto un altro punto di vista, limitandosi ad esaminare l'influenza dei tagli delle risvolte; e venne alla

conclusione che « *le maggiori velocità delle acque in Adige scorrenti nei tagli in confronto di quelle che avevano nei tronchi abbandonati, non possono per propagazione di moto aver alcuna influenza di accelerazione sulle piene nelle provincie venete* ». Il modo con cui venne formulato il quesito essendo evidentemente incompleto, ne riuscì pur tale la trattazione e discussione in allora fatta. Non possono quindi con quieto animo accettarsi le tranquillanti conclusioni dell'illustre idraulico, onore di Verona, testè rapito alla scienza ed alla patria.

MEMORIA V. — *Alcune considerazioni sulle sezioni trasversali del fiume Adige riportate nelle Tavole dell'Album.*

Le sezioni trasversali d'Adige che diamo nelle diverse tavole si riferiscono ai punti seguenti:

1. Sezioni al Ponte Nuovo e nei pressi del medesimo, a Verona;

2. Sezioni al Ponte Aleardi, pure a Verona;

3. Sezioni al Ponte Ferroviario, tra le stazioni di Porta Nuova e Porta Vescovo, pure a Verona;

4. Sezioni al Ponte di Zevio, che è a Ch. 24 circa misurati lungo l'Adige sottocorrente a Verona;

5. Sezioni al Ponte di Albaredo, che è a Ch. 14,5 circa sotto Zevio.

Angiari poi, che è la località presso la quale si fecero dal Zucchelli le sperienze sulla portata d'Adige, trovasi a Ch. 15,400 sotto Albaredo.

Le arginature d'Adige cominciano a 3 Chil. circa sopra Zevio.

Passiamo ora in rassegna queste diverse sezioni.

1. *Sezioni al Ponte Nuovo* (V. Tav. III). — Di queste sezioni ve n'ha tre: l'una è fatta sull'asse ed attraverso ai ruderi del ponte caduto; l'altra a m. 45 a monte, e la terza a m. 140 a valle del medesimo.

Vedesi innanzi tutto da queste sezioni quanto sensibilmente varii la larghezza d'Adige in questa località; la quale, da 80 m. circa che è a monte, si riduce a soli 60 m. a valle del ponte. Nella seconda sezione sono indicati i ruderi del caduto Ponte Nuovo in muratura. Si riconosce che le due pile dell'arco di mezzo (il secondo da sinistra) caddero l'una verso l'altra, e pare di qui possa arguirsi con certezza che questo arco sia stato il primo a rovinare, e ciò per l'effetto combinato degli scalzamenti prodotti dall'acqua rigurgitata al piede delle pile, e della pressione prodotta dal basso all'alto in chiave.

Una sistemazione in questa tratta d'Adige che comprende

il Ponte Nuovo, e che stendesi dal Ponte Pietra al Ponte Navi, è assolutamente non solo necessaria, ma urgente. Tanto più ora che col nuovo ponte in ferro si è allargato l'alveo portandolo da m. 70 a m. 90, lasciando sussistere a sinistra le case che si protendono nel fiume a monte ed a valle; il che costituisce una condizione pericolosa anche pel ponte medesimo.

La Guardia N. segnata in queste sezioni è quella dell'idrometro di San Gaetano. Più tardi, durante i lavori di costruzione del Ponte Nuovo, venne determinato e segnato altro segno di Guardia approfittando d'un giorno in cui l'Adige era in guardia a S. Gaetano. Tale segno di Guardia ha la quota di m. **52.76**, in luogo di quella di m. 53.10 segnata nel Progetto del Ponte Nuovo, e determinata in base al profilo della piena 1882. Ma convien notare che l'alveo qui si è modificato per diverse circostanze ed anche in causa degli escavi e della demolizione delle case a sinistra.

2. *Sezioni al Ponte Aleardi.* — Queste sezioni sono due: l'una si fece nell'agosto 1877, l'altra nel dicembre 1882. Vi passò dunque di mezzo la piena del settembre 1882.

Il giorno del primo rilievo (5 agosto 1877) si aveano all'idrometro di S. Salvar m. 1.06 sotto G. N. (ore 12 m.). Il giorno del secondo rilievo (13 dicembre 1882) aveansi m. 1.58 sotto G. N. all'idrometro di S. Gaetano. Notisi che quest'ultimo è a 100 metri a valle del primo; i due zeri si corrispondono.

Al Processo Verbale delle infissioni dei pali del vecchio Ponte Aleardi (Verbale che costituisce la Nota I alla Memoria su questo ponte) sono allegati due rilievi delle profondità del fondo sotto il pelo d'acqua dei giorni 25 febbraio e 4 giugno 1878. Il dislivello ivi segnato fra questi due peli è di m. **1.09**. Ora, nel primo di detti giorni l'Adige segnò a S. Gaetano m. 2.36 sotto G. N.; e nel secondo m. 1.00 sotto G. N. La differenza tra i due peli a S. Gaetano è quindi di 1.36: ma conviene notare che l'Adige qui è assai più stretto che al Ponte Aleardi.

Da queste quote si ricavano le corrispondenti sotto G. N. al Ponte Aleardi in m. 1.89 e 0.80, riducendo le prime col rapporto da $\frac{1.36}{1.09}$. E volendo vedere come si ridurrebbe (ove tale rapporto reggesse sempre) anche il livello della massima piena 1882, si avrebbe un'altezza di m. 3.60 in luogo di 4.50.

Riducendo infine anche le quote di m. 1.06 e 1.58 rile-

vate a San Gaetano nei giorni 5 agosto 1877 e 13 dicembre 1882, si avrebbe rispettivamente m. 0.85 e 1.27.

Ritornando ora alle sezioni, si rileva dalle medesime come il fiume abbia cominciato a scavare in questo sito; forse in conseguenza dei tagli avvenuti al di là del ponte ferroviario. Il deposito a destra è accidentale e dovuto allo scarico del fango che l'inondazione lasciò nelle strade.

I rilievi delle profondità del fondo fatti all'atto delle infissioni dei pali (settembre 1883 — aprile 1884), riferiti al piano della strada nel ponte caduto (0.40 m. sotto il piano stradale attuale) ci danno le profondità seguenti:

| | | 1884 | 1877 | 1882 |
|---|---|---|---|---|
| Da destra, | 1ª stillata | 8.40 m. | (8.20) | (8.40) |
| » | 2ª » | 8.95 | (8.60) | (9.20) |
| » | 3ª » | 8.98 | (9.20) | (9.50) |
| » | 4ª » | 8.56 | (8.60) | (8.40) |

Le cifre chiuse tra parentesi indicano dunque: le prime, le profondità che esistevano nel 1877; le seconde, quelle che esistevano nel dicembre 1882 quando si fecero i rilievi. Vedesi dunque da ciò che l'escavazione dopo il 1882 non s'è aumentata.

3. *Sezioni al ponte ferroviario.* — Queste sezioni sono in principio della Tav. XXII.

La prima figura dà il fondo che esisteva avanti la piena 1882 sull'asse del ponte.

Nelle tre figure successive il fondo rilevato il 12 gennaio 1883 è indicato da una linea continua; quello avanti la piena del settembre 1882 con una punteggiata.

Come si vede dalla planimetria riportata nella Tav. XXIII, l'Adige subito dopo il ponte ferroviario si scavò un nuovo alveo a sinistra, raddrizzando la risvolta che qui esiste. In corrispondenza al ponte, ed a monte del medesimo, allargò il proprio letto, scavando a sinistra per una profondità da m. 3.50 a 4.00 e mettendo anche a nudo le teste dei pali di fondazione d'una pila. A destra invece interrì.

Attualmente (novembre 1884) il fiume è in istato di magra, e manda nel nuovo taglio quasi altrettanta acqua, quanta ne corre nel ramo principale.

Il pelo d'acqua durante gli scandagli era a m. 3.02 sotto il piano di posa della fascia all'imposta degli archi centrali del ponte. L'escavazione massima in corrispondenza alla pila spalla a sinistra era di m. 3.00, e in corrispondenza alla prossima pila di m. 2.50.

4. *Sezioni d'Adige a Zevio.* — Queste sezioni sono contenute nella Tav. XXII.

Furono prese alle epoche seguenti:

10 gennaio 1873
ottobre 1876
5 aprile 1880
8 novembre 1882.

Il fiume a Zevio comincia ad essere arginato. Si vede che intorno al 1873 il fiume scavava a destra; poi verso il 1876 l'escavazione si spostò e portossi verso il centro; verso il 1880 si spostò leggermente a sinistra. Subito dopo la piena del 1882 l'alveo si ritrovava in uno stato di generale escavazione. Dopo il 1873 si andò anche accentuando lo scavo d'un canale a destra. L'escavazione però del 1882 non era tale da compromettere la stabilità delle fondazioni del ponte fatte con pali a vite. È a notarsi che nel periodo di decrescimento delle acque il fiume mostrava una tendenza a lasciare degli imbonimenti aderenti alle stillate e principalmente a quelle composte di 4 pali delle campate di mezzo.

Il ponte costrutto in questa località resistette (come si disse) alla piena del 1882. I provvedimenti che valsero a salvarlo furono (oltre alla sua buona costruzione) dei partiacqua isolati, composti di travi di legno, messi davanti alle stillate doppie centrali: i quali le protessero contro gli urti dei molti galleggianti in modo che i medesimi, consistenti per la massima parte in tronchi d'alberi, non s'impigliarono fra i pali. Venne anche ad urtare contro il ponte un molino senza pontoni, ma non gli fece danno. Durante la piena si ebbe molta cura di rimuovere, mano mano che sopravvenivano, tutti gli oggetti che andavano a cozzare contro il ponte. Furono di ottimo effetto anche le gettate in pietrame che eransi fatte preventivamente in corrispondenza alle stillate.

5. *Sezioni del fiume Adige ad Albaredo.* — Fu detto che questo paese è a circa Ch. 14.5 da Zevio. Di queste sezioni fu già parlato altrove. Esse sono interessanti per dimostrare le variazioni sensibilissime e continue che il fondo subì in uno stesso anno. Sono rappresentate nella Tav. XXIV.

6. *Terebrazioni del fondo del fiume Adige a Legnago.* — Avendo potuto avere dal gentilissimo Ingegnere Capo di Verona, cav. Parolini, i risultati dei sondaggi fatti tempo fa a Legnago pel ponte che ivi intendesi costrurre con fondazioni pneumatiche, li pubblichiamo qui di seguito.

Per meglio intendere questi risultati, osserviamo che a Legnago il piano di campagna è circa all'altezza del fondo del fiume. A Zevio invece il primo è di circa m. 1.50 più alto.

**Registro delle terebrazioni** *eseguite nell'alveo d'Adige fra il mezzo Bastione N. 8 e la Cortina N. 9 della fortezza di Legnago.*

| N. d'ord. | Profondità dell'assaggio sotto il segno di G. N. | | Profondità dell'assaggio sotto il fondo | | Qualità della materia estratta ed osservazioni | Distanza dalla sponda destra | Distanza dalla sponda sinistra |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 | 45 | 1 | 00 | Sabbia granita mobile d'Adige | 20 | » |
| 2 | 8 | 02 | 2 | 00 | Id. id. | 20 | » |
| 3 | 10 | 46 | 4 | 55 | Sabbia granita mobile | 20 | » |
| 4 | 13 | 29 | 6 | 84 | Sabbia mista ad alluvione | 20 | » |
| 5 | 14 | 60 | 8 | 85 | Id. id. | 20 | » |
| 6 | 16 | 06 | 10 | 25 | Id. id. | 20 | » |
| 7 | 18 | 24 | 13 | 70 | Alluvione compatta | 20 | » |
| 8 | 22 | 60 | 18 | 40 | Id. id. | 20 | » |
| 9 | 24 | 08 | 19 | 80 | Id. id. | 20 | » |
| 10 | 21 | 64 | 16 | 30 | Alluvione d'Adige | 40 | » |
| 11 | 23 | 65 | 19 | 35 | Id. id. | 40 | » |
| 12 | 8 | 72 | 7 | 05 | Sabbia mista ad alluvione | » | 30 |
| 13 | 10 | 10 | 8 | 45 | Sabbia d'Adige | » | 30 |
| 14 | 11 | 53 | 10 | 05 | Lezza pantanosa mista a torba | » | 30 |
| 15 | 12 | 98 | 11 | 50 | Lezza consistente mista a torba | » | 30 |
| 16 | 14 | 55 | 13 | 10 | Id. id. | » | 30 |
| 17 | 15 | 97 | 14 | 55 | Sabbia granita d'Adige | » | 30 |
| 18 | 16 | 15 | 14 | 90 | Sabbia mista ad alluvione | » | 30 |
| 19 | 10 | 12 | 8 | 10 | Sabbia granita d'Adige | » | 60 |
| 20 | 12 | 01 | 10 | 00 | Id. id. | » | 60 |
| 21 | 13 | 52 | 11 | 40 | Vallina grassa | » | 60 |
| 22 | 14 | 15 | 12 | 00 | Terra limosa grassa | » | 60 |
| 23 | 15 | 90 | 13 | 40 | Lezza mista a torba | » | 60 |
| 24 | 17 | 50 | 15 | 00 | Alluvione d'Adige molle | » | 60 |
| 25 | 19 | 13 | 16 | 80 | Alluvione compatta | » | 60 |
| 26 | 20 | 54 | 18 | 20 | Sabbia minuta mista ad alluvione | » | 60 |
| 27 | 10 | 77 | 8 | 30 | Sabbia granita d'Adige | » | 80 |
| 28 | 11 | 79 | 9 | 45 | Id. id. | » | 80 |
| 29 | 13 | 42 | 10 | 70 | Lino consistente | » | 80 |
| 30 | 14 | 88 | 12 | 25 | Lezza mista a torba | » | 80 |
| 31 | 16 | 36 | 13 | 70 | Id. id. | » | 80 |
| 32 | 17 | 76 | 15 | 10 | Alluvione d'Adige molle | » | 80 |
| 33 | 19 | 05 | 16 | 30 | Alluvione d'Adige mista a lezza | » | 80 |
| 34 | 20 | 25 | 17 | 45 | Sabbia minuta d'Adige | » | 80 |
| 35 | 10 | 83 | 7 | 30 | Sabbia granita d'Adige | » | 90 |
| 36 | 13 | 02 | 9 | 50 | Sabbia mista a granelli di ghiaia | » | 90 |
| 37 | 13 | 56 | 10 | 10 | Torba pura | » | 90 |
| 38 | 14 | 92 | 11 | 50 | Lezza mista a vallina | » | 90 |
| 39 | 16 | 54 | 13 | 40 | Lezza mista a torba | » | 90 |
| 40 | 17 | 60 | 15 | 20 | Lezza mista a sabbia minuta | » | 90 |
| 41 | 19 | 80 | 17 | 20 | Sabbia minuta mista a lezza | » | 90 |
| 42 | 20 | 42 | 17 | 80 | Sabbia minuta mista ad alluvione | » | 90 |
| 43 | 22 | 10 | 19 | 30 | Sabbia mista a lezza | » | 90 |
| 44 | 19 | 75 | 16 | 10 | Sabbia mista a cardo moretta | » | 25 |
| 45 | 20 | 75 | 17 | 00 | Sabbia mista a ghiaia ed alluv. | » | 30 |
| 46 | 21 | 95 | 18 | 90 | Sabbia mista a ghiaia | » | 50 |

MEMORIA VI. — *Sulla sistemazione del Tronco Urbano dell'Adige a Verona. Notizie e riflessioni.*

« Dopo l'inondazione del 1776, l'Accademia Agraria di Verona, a ciò incitata dal Comunale Consiglio, aveva messo fuori il quesito del come preservare la città da simili danni. Ma le Memorie presentate in proposito, fra le quali quella di *Zaccaria Betti*, non videro la luce. Quest'ultima conservasi ora manoscritta nella Biblioteca Comunale di Verona ». Così il Venturi (II, 197). Tale quesito però, della regolazione del fiume Adige in via generale, e in particolare del modo di preservare Verona dai danni delle piene, era stato sollevato e discusso anche in precedenza.

Intorno al 1600 Teodoro Da Monte proponeva nel suo *Ricordo contro l'escrescenze dell'Adige* un *taglio di diversione*, com'egli lo chiama, per salvare Verona dalle inondazioni. Nella sua Memoria (V. Nota I) egli accenna anche al progetto, altra volta ventilato, di un taglio da farsi a Rivoli per divertir l'Adige nel Lago di Garda.

Nella Biblioteca Comunale di Verona esiste pure un notevole volume manoscritto di Ludovico dalla Torre (1623), intitolato: *Discorsi sopra i rimedii alle inondazioni delle acque.*

Il volume è diviso in due parti; nella prima si tratta dei modi con cui si possono impedire o menomare le inondazioni; nella seconda della custodia degli argini. L'Autore rifiuta il partito de' diversivi. In generale, dice, bisogna cercare o di profondare gli alvei o d'impedire che si alzino: devesi quindi ottenere che, o i torrenti non portino materia ai fiumi, o che se i fiumi la ricevono, non la depongano nel loro alveo. A tal uopo suggerisce tra le altre cose di *aggiungere velocità al corso dei fiumi col levarne i seni ed i giri.*

Ad altro scritto assai importante, relativo ad un progetto inteso a riparare Verona dalle inondazioni, ed a cui avevano

dato occasione le piene del 1615 e 1616, accenna il Paleocapa nel brano seguente (l. c., 21):

« I sani principii d'idraulica, che in generale condannano i diversivi dei fiumi incassati, sono in Italia stabiliti da epoca remota. Si attribuisce al Castelli l'onore di avere prima fatto conoscere tale verità. Ma, molti anni prima, quando cioè dopo i sommi danni a cui andò soggetta la città di Verona per le piene del 1615 e 1616, era stato divisato un diversivo all'Adige per dare più pronto sfogo alle sue alte acque, si vedono presentate alla città di Verona due altre scritture, che il Lorgna dice auree e che furono pubblicate nel 1623, nelle quali con giusti e sodi argomenti si cerca distogliere la città stessa da quella operazione ».

Sull'argomento medesimo abbiamo pure uno scritto di Scipione Maffei (*Ragionamento sopra la regolazione dell'Adige*; V. *Rime e Prose*, p. 340. Venezia, 1749), nel quale egli esamina la proposta fatta di scaricare le piene dell'Adige nel Lago di Garda e ne dimostra l'assurdità.

La questione generale della regolazione d'Adige venne, tra gli altri, trattata dal Lorgna, e il suo sistema si trova preso in esame in uno scritto del Belloni (*Dell'Adige e de' suoi diversivi*, Venezia, 1774).

Il Lorgna medesimo trattò pure la speciale questione del *come riparare dalle inondazioni dell'Adige la Città di Verona* (Verona, 1768). Il suo scritto, benchè succinto, è assai rimarchevole. Osserva egli innanzi tutto causa prima delle piene « essere le pioggie copiose unite a subitaneo squagliamento di nevi »: crede che le irregolarità dell'alveo in città producano deposizioni di materia e rialzi conseguenti: rifiuta la proposta del diversivo come inutile, e quella del nuovo alveo esterno alla città come troppo dispendiosa; e propone come più pratico il partito « di rimuovere quegli impedimenti che tengono in collo le acque di piena, e riparare per tal modo le sponde che le acque possano mantenersi incassate nel loro letto, e non scaricarsi liberamente in città ». Occorre dunque, conchiude, sbassare il livello delle piene ed impedire si spandino per la città; ed a tale scopo propone i seguenti lavori tendenti a migliorare le condizioni dell'alveo:

1. la regolazione dell'alveo alla risvolta del Ponte Pietra;
2. la chiusura in tempo di piena *all'incile e allo sbocco* del braccio d'Adige o canale derivato a Castelvecchio;
3. di raddrizzare sotto Verona il sinuoso corso d'Adige con un taglio che vada da Tomba alle Chiaviche Sagramose. Lo sviluppo del corso del Fiume misurato sulle curve sarebbe di pertiche 5000; pel taglio si ridurrebbe a 1900.

Per tal guisa, osserva, « aumentandosi la velocità dell'acque si verrebbe ad assicurare il nostro alveo in grandissima parte dagl'interrimenti, si faciliterebbe il suo scavamento ed abbassamento, e le piene vi si manterrebbero per tante ragioni più basse di pelo di quel che succede attualmente ».

Notiamo che il dislivello tra i punti estremi del taglio, secondo il profilo della piena del 1882, sarebbe di m. 11.50 e la lunghezza del taglio di m. 4000, per cui si otterrebbe la pendenza del 2.90 per mille.

In aggiunta a questi lavori altri il Lorgna ne propone tendenti a regolare le sponde e sono i seguenti:

1. di chiudere stabilmente alcuni Vò e regolare tutti gli altri. Aggiunge a questo proposito: « la stabile chiusura non sarebbe necessaria in muro, potendosene arginare un gran numero colla terra difendendo il piede dell'arginatura con sassi sciolti o altrimenti »;

2. di armare le bocche dei condotti di scolo della città in Adige di chiaviche da chiudersi al venir delle piene;

3. di chiudere, o alzare convenientemente o difendere con doppia porta le aperture delle case esposte al fiume.

Quanto allo scolo dell'acque piovane cadenti in città durante la piena, che sarebbe da questi lavori impedito, il Lorgna osserva essere ancora minor male (p. 52) che pel momento un po' d'acqua ristagni nelle vie; e che in ogni modo, anche se fossero aperti gli sbocchi, l'acqua in Adige non potrebbe scolare egualmente.

Dopo che il Lorgna avea pubblicato il suo scritto, Zaccaria Betti fece, come si disse, un progetto concreto e particolareggiato di sistemazione dell'Adige, in e presso Verona, corredato da due Tavole idrografiche comprendenti il corso del fiume dalla catena di S. Zeno, fino alla Colombarola Guarienti; e nel quale, salve alcune modificazioni, traduce in carta i provvedimenti proposti da quell'insigne idraulico. Fra l'altro, egli propone di trasportare sopra Castelvecchio tutti i molini che si trovano tra Ponte Pietra e Ponte Nuovo. Vuole inoltre sia ordinato di interrire tutti i sotterranei scavati lungo il fiume. Quanto al taglio dell'Adige sotto Verona, egli modifica un po' il concetto del Lorgna. L'Adige dopo il ponte ferroviario fa 4 risvolte; egli salta la prima; e fa il taglio sulla seconda e terza, arrivando così in faccia ai terreni di Casa Buri. Per tal modo nel suo progetto la via tortuosa misura un viaggio di sole 2200 pertiche: le quali col taglio si riducono a sole 400; la pendenza è di 12 piedi. Certo egli fece ciò per viste di economia; ci sembra però assai più adatto allo scopo il taglio Lorgna (V. Tav. XXVI).

La spesa viene preventivata in ducati **105433**, pari a circa L. it. 335000, ed è così ripartita:

| | | |
|---|---|---|
| Regia . . . | Ducati | 87903 |
| Municipale . . | » | 13840 |
| Contradale . . | » | 2090 |
| Particolare . . | » | 1600 |
| Totale Ducati | | 105433 |

Nella spesa regia pel taglio d'Adige sotto Verona sono calcolati D. 70.000: e si ritiene di D. 3000 il ricavo della vendita dell'alveo abbandonato.

Il Consiglio Comunale di Verona, a cui il progetto del Betti veniva rassegnato dall'Accademia Agraria con lettera del 14 agosto 1778, prese il 4 settembre 1778 la deliberazione seguente:

« che restino incaricati il co. O. Campagna e Agostino Pignolati a rimostrar con adattate espressioni all'Accademia Agraria *il pieno aggradimento* con cui è stata ricevuta la nuova opera del di lei zelo ».

E tutto finì lì.

Come fu accennato nella prima parte di questo volume, dopo la piena del 1882 venne dal Comune di Verona aperto un concorso a premio pei migliori progetti di sistemazione d'Adige.

Il tema proposto era il seguente:

« È aperto un concorso *per un progetto di massima avente per iscopo la sistemazione degli argini del tronco urbano e suburbano dell'Adige, nonchè delle gallerie di scolo delle case e delle strade della città e dell'immediato suburbio* ».

Dalla Relazione stesa dal ch. prof. D. Turazza sui progetti presentati e giudicati migliori (Verona, 1883), rileviamo come le idee che vi predominavano fossero quelle di regolare il tronco urbano del fiume, racchiudendolo fra muraglioni insommergibili: e di sistemare gli scoli della Città, chiudendo stabilmente le bocche che ora li mettono in Adige direttamente, e portandoli, mediante un apposito condotto, a scaricarsi sottocorrente alla medesima in punto opportuno e tale da non doversi temere i rigurgiti. L'importo della spesa fu preventivato in circa L. 6,000,000.

Oltre ai succitati, i provvedimenti principali proposti erano i seguenti. Si sopprimeva l'Adigetto e il Canale dell'acqua morta e la Sabbionara. I Ponti Nuovo e Navi proponevasi sostituire con travate in ferro. Si proponeva pure allargare il Ponte Garibaldi. Si sopprimeva inoltre lo stabilimento Bonomi che ingombra l'alveo e produce nel tronco a monte un alzamento di piena, come può vedersi dal profilo della medesima (V. Memoria III). Il franco accordato ai muraglioni

era di 0.80 m. sopra il profilo della piena del 1882. La larghezza proposta dell'alveo sistemato variava da 90 a 100 metri. Le rive del fiume sopra e sotto Verona si difendevano con argini.

La questione dello scolo delle acque della città, veniva risolta separatamente per le due parti a destra e sinistra d'Adige mediante canali collettori, i quali raccoglievansi poi in un unico scaricatore, che andava a sfociare a valle della medesima, vale a dire a Tombetta a destra, e a San Pancrazio a sinistra.

Non in tutti i progetti erano, ben inteso, identici i provvedimenti; nè questi son tutti, ma abbiamo riassunto qui i più salienti e gli essenziali.

Questo concorso e questi progetti diedero poi luogo ad una viva discussione; che si fece più ardente quando si trattò di stabilire la luce del nuovo *Ponte Nuovo*. L'ing. A. Zanella voleva si studiasse anche il partito del taglio delle risvolte a valle di Verona, e a questo si coordinasse la larghezza dell'alveo sistemato in città. E faceva così rivivere e rimetteva sul tappeto l'idea del Lorgna. L'ing. Splendich faceva da sua parte rivivere un'altra ottima idea accennata dal Betti, di rimuovere cioè dal tronco urbano i molini natanti; e proponeva di sostituire anche il Ponte Pietra con una travata metallica.

Questi progetti, presentati al concorso, vennero in massima approvati dal Consiglio Comunale: e certo i principali provvedimenti che li informano sono ottimi. Ora se ne sta studiando uno solo, il quale raccolga il buono di tutti. Ci auguriamo che si venga presto all'esecuzione: sia pure anche ad un'esecuzione non precipitata, ma sicura. È indubitato che anche senza ricorrere a rimedii colossali, potrebbesi, coll'attuazione di più modesti provvedimenti, e quindi con non soverchia spesa, se non eliminare del tutto, certo menomare d'assai i danni che Verona soffre ad ogni inondazione. L'esecuzione potrebbe ripartirsi in una non breve serie d'anni; in modo da far cosa tollerabile anche pel bilancio. Se a modo d'esempio, dopo la piena del 1757 si fosse rivolto l'animo con pazienza, cura ed amore, e con vera intenzione e fermo proposito di fare, alla soluzione di un tale quesito, nel 1882 non ci saremmo trovati a così mal partito. Ma pur troppo avviene sempre così: durante la piena, il terrore e lo sgomento; subito dopo, le più alte proteste di voler fare, fare, fare: ma poi a poco a poco sbolliscono gli entusiasmi, e dei solenni giuramenti non si sente più che un'eco fioca e lontana.

« Non so comprendere (scriveva il Lorgna parlando delle rive così indifese) come un somigliante disordine siasi sempre

tollerato *e non siasi poco a poco cercato di correggerlo,* seguendo nel miglior modo e più conveniente, secondo la diversità dei siti, le traccie di quei primi che alle *Regaste* ed altrove presero a riparare le ripe. È egli possibile che vicino ad un fiume di questa natura star si possa senza riparo impunemente ? ».

Che direbbe quel valente idraulico se rivivesse per un momento? Certo che vedendo il Ponte Nuovo ricostrutto con luce di 90 m., penserebbe che chi ha così bene incominciato, non deve arrestarsi nel principio della buona via.

Pur troppo è vero che chi vuol fare, si trova di dover lottare contro moltissimi ostacoli, e il maggiore è l'inerzia dei più. V'ha chi osserva che i progetti costano somme enormi, che piene così straordinarie come quelle del 1757 e 1882 non si verificano che ad intervalli di tempo lunghissimi, e che in conclusione i danni che esse arrecano non son poi tali da giustificare quella enorme spesa. Ora, quanto all'enorme spesa non è veramente detta ancora l'ultima parola. Certo che gli egregi ingegneri che fecero i progetti di sistemazione nel 1882, non ebbero tutto il tempo di ponderarli ; il concorso era a termini così abbreviati, che pareva quasi fosse lì lì per sopravvenire una nuova piena. Come bene osservava il Lorgna, non è il caso di pensare a rimedi colossali, poichè gli è come non volere concludere nulla. Ammesso dunque che si possa fare con ben minore spesa qualche cosa di tollerabile, e pur efficace, noi vorremmo che i contraddittori facessero un po' di calcolo dell'ammontare dei danni portati dalla piena del 1882, e non al solo Comune, ma a tutti i privati. Forse al tirar delle somme troverebbero di che modificare la loro opinione. E conviene anche notare una circostanza assai importante; ed è che siccome le piene dell'Adige sopravvengono il più delle volte improvvisamente, avviene non di rado sia messa in pericolo la vita stessa dei cittadini, e portino con sè delle vittime; il che è veramente un danno di natura inapprezzabile.

Ma volendo limitarci all'esame della questione da un punto di vista puramente finanziario, soffermiamoci un momento sulle cifre. Il Comune di Verona spese per l'inondazione:

| | | |
|---|---|---|
| Nel 1882 . . | L. | 290855.26 |
| Nel 1883 . . | » | 226969.08 |
| Nel 1884 . . | » | 220000.00 |
| Totale | L. | 737824.34 |

Alle spese predette va aggiunto il contributo del Governo pel Ponte Nuovo; sono altre 220000 lire. Per cui abbiamo

in tutto L. 957824.34 di spese per danni prodotti dall'inondazione.

Quanto ai sussidi elargiti dalla Commissione di beneficenza pegli inondati, essi ammontano:

Pella 1ª gestione $\left(\frac{25}{9}-\frac{5}{12}\ 1882\right)$ a L. 235088.98

Pella 2ª » . . . . . a L. 95886.43

Totale L. 330975.41

Questa somma non può dare che una ben lieve idea dei danni sofferti dai particolari, i quali si fecero ascendere a circa 1,459,436 (V. Nota II).

Nè ancor questo è tutto. Al Museo di Belle Arti, per esempio, guastaronsi molti oggetti di valore. Così a Santa Maria in Organis si guastò il coro, opera d'arte stupenda, la sagrestia ed il candelabro intarsiato dal celebre Fra Giovanni da Verona.

Fu scritto inoltre che la Dogana ebbe una perdita per oltre 200 mila lire. Ma una enumerazione completa dei danni ci porterebbe troppo lungi dal nostro assunto.

Un'altra obbiezione fu fatta ai progetti di sistemazione d'Adige, ed è questa: che il suolo di Verona essendo permeabile, anche una volta difese le rive, l'acqua entrerà per filtrazione in città. Questa obbiezione era stata sollevata anche dal Lorgna. Egli nota però che finchè vi sono tanti aditi aperti liberamente al fiume non può definirsi quanta parte della inondazione debba attribuirsi al trapelare delle acque. E d'altronde poi rileva essere un fatto « che cioè un gran numero di abitazioni costituite sul vivo della sponda, e che in tempo di piena hanno il piano dei sotterranei da servizio molti piedi sotto il pelo del fiume, va illeso del tutto dall'inondazione, quando l'acqua per allagarle non si faccia strada per altra via ». Questo fatto dimostrerebbe già che il suolo costituente le rive ed il fondo non è permeabile.

Parlando del Ponte Nuovo, a proposito degli escavi di fondazione delle spalle abbiamo rilevato, che, quantunque si sia arrivati a profondità inferiore al pelo d'acqua nel fiume, non vi si trovò acqua di filtrazione. Fu detto pure che un pozzo vicino alla spalla sinistra si trovò avere il pelo d'acqua più basso del pelo d'Adige. Ciò si verifica in molti altri pozzi a Verona.

A Roma, invece, dove il suolo è veramente permeabile, i pozzi sono in continua comunicazione col Tevere, a segno che ogni qualvolta il suo livello per piena s'innalza, anche le acque dei pozzi si sollevano, e viceversa quando il li-

vello del Tevere per magra si abbassa, altrettanto avviene all'acqua dei pozzi. (Betocchi, 69).

Un caso identico a quello delle fondazioni del Ponte Nuovo si verificò nel fondare la spalla sinistra del ponte Aleardi.

Nei muraglioni eseguiti sul canale Giuliari lungo la riva destra inferiormente a Tombetta (muraglioni che hanno il piano di fondazione a soli m. 2.20 sotto la magra, e che pur sussistono intatti anche dopo l'ultima piena, sebbene battuti dal vivo della corrente), si verificò il caso che a soli 30 cent. dalla corrente viva, siasi potuto eseguire uno scavo lungo parecchie decine di metri perfettamente all'asciutto fino a m. 2.10 sotto il pelo delle acque d'Adige. E le acque trovate nello scavo tanto al disotto del pelo della corrente subivano variazioni assolutamente indipendenti dalle variazioni di essa; locchè vuol dire che avevano una provenienza diversa. Il medesimo fatto si è verificato molti anni or sono (a detta dell'ing. A. Zanella) in vicinanza di S. Lorenzo, dove per il più comodo approdo si potè escavare per oltre un metro il letto del fiume lavorando all'asciutto, dopo avere contornato lo spazio da escavare con dighe impermeabili.

Questi fatti inducono a credere in via generale non permeabile il suolo costituente l'alveo dell'Adige a Verona.

Tale questione fu recentemente trattata benchè indirettamente, sia dal lato geologico, sia dal lato fisico-chimico, da due nostri concittadini, il dottor Enrico Nicolis (*Idrografia sotterranea nell'alta pianura Veronese*, Verona, 1884), e il professore Camillo Negri (*Analisi dell'acqua del Basso Acquar, e di altre che si trovano in relazione con essa*, Verona, 1884). I loro studi tendono a stabilire *una completa indipendenza fra la idrografia superficiale e quella sotterranea nell'alto Agro Veronese*. Ora ci sembra evidente che una volta stabilita tale indipendenza ne viene da sè, in via generale ben inteso, e salve le eccezioni di casi speciali, la non permeabilità dell'alveo dell'Adige. Dal prospetto riportato a pag. 23 dello scritto del Nicolis si rileva come, mentre, per esempio, il pelo d'Adige al Basso Acquar era alla quota 50.91, quello delle sorgive pure nel Basso Acquar era a m. 48.49. Questa località è pure vicinissima all'Adige: come si spiega quindi un tale fenomeno, ammettendo la permeabilità del suolo interposto? Fra i molti fatti citati dal Nicolis uno assai importante è accennato a pag. 17. A proposito di un pozzo esistente a Bussolengo (S. Valentino), egli scrive che durante l'inondazione del 1882, a m. 40 circa sopra il pelo dell'acqua, dalla canna gemeva continuamente acqua. Si ebbe nell'interno di esso un rialzo di circa m. 1. Avvertasi che il

livello ordinario dell'acqua nel pozzo è di m. 45.40, mentre quella del fondo medio d'Adige a Bussolengo è a m. 74.82, e il pozzo è profondo m. 75 circa. Il signor Bortolani, costruttore di questo pozzo, disse di avere incontrato nello scavo la puddinga a lieve profondità, ed in basso, vicino alla zona acquifera, un grossissimo masso erratico di porfido.

Le conclusioni a cui arriva il Nicolis nel suo lavoro sono le seguenti:

« 1° Che la conoide alluvio-glaciale costituente l'alta pianura veronese è intersecata da strati acquiferi perenni e costanti, la cui faccia superiore scende approssimativamente da m. 52 a m. 33 sul livello del mare;

2° Che la regione assorbente ed alimentatrice di questo regime idrografico sotterraneo si estende oltre alla stessa pianura alluvionale alquanto nelle finitime prealpi, cioè ad una vasta porzione montuosa del bacino idrografico del fiume Adige;

3° Che tali nappi d'acqua interna pressochè al confine fra l'alta e la bassa pianura ed al piede dei terrazzi, ove l'Adige ha profondamente scolpito il suo alveo, affiorano, dando origine colle loro acque rinascenti ai così detti fontanili, i quali generano un sistema idrografico permanente sulla superficie;

4° Che nell'alto agro veronese, cioè nel territorio terrazzato e ciottoloso, delimitato a valle dalla zona delle sorgenti, havvi indipendenza fra l'idrografia superficiale e quella sotterranea;

5° Che i pozzi perforanti la stessa area sono le sorgenti artificiali, e le risultive quelle naturali degli stessi strati acquiferi, dei quali non si conosce la potenza verticale ».

I fatti precedentemente esposti inducono dunque a credere alla impermeabilità dell'alveo dell'Adige. Ma del resto se anche essa soffrisse qualche soluzione di continuità non sarebbe certamente questo un motivo per distogliere dal difendere Verona dalle inondazioni. Poichè a tale inconveniente si potrebbe ovviare senza molta difficoltà.

Ma non ostante i fatti citati vi sono ancora di quelli che ritengono l'alveo del fiume Adige permeabile. È bensì vero che durante l'inondazione del 1882 si verificarono dei fenomeni che parvero dar loro ragione. Per esempio nella chiesa dei SS. Apostoli (lungo il corso Cavour) l'altar maggiore si profondò; ma quando si scavò poi per fondare il nuovo, si trovò che il terreno su cui appoggiava era tutto di riporto: anzi pare che anticamente fosse qui un cimitero. Inoltre verificossi che anche in località non visitate e lontane dall'acqua le case minacciarono rovina e furono seriamente compromesse nelle fondamenta. Ma lasciando stare che que-

st'ultimo fatto si attribuì ad una scossa di terremoto che allora si sarebbe avvertita, conviene anche osservare che l'acqua incombeva con enorme pressione sul piano delle strade; e che gli strati superiori del suolo della città, molte volte manomessi, possono essere benissimo permeabili. Con che si spiegherebbe anche il fatto che in alcuni punti della città dove il terreno è tutto di riporto l'acqua nel 1884 gemeva dal suolo.

Un altro fatto potrebbe apparentemente contraddire alla impermeabilità del fondo d'Adige, ed è questo: che i pozzi di Verona, durante l'inverno, quando l'Adige è in magra, sono scarsi d'acqua, e qualche volta anche si esauriscono; mentre d'estate, per quanto grande sia la siccità, non ne soffrono mai difetto. Ma ciò si può spiegare benissimo anche senza ammettere la permeabilità del fondo del fiume.

Noi non vogliamo toccare nemmeno di sfuggita delle cause generali che influiscono sul crescere e sul ripetersi frequente delle piene. La questione che ci preoccupa è quella del riparare Verona dalle inondazioni; questione alla quale uopo è pensare seriamente; e non pensare solo, ma anche fare e senza ritardo. E ciò è tanto più necessario pel fatto che, come fu visto, i lavori che si eseguiscono in Tirolo porteranno un aumento di circa un metro sull'altezza della massima piena nei tronchi inferiori.

E a questo proposito ci sia concesso di fare un'ultima osservazione. Si dice, e si ripete spesso, che questi delle piene così enormi sono avvenimenti secolari straordinari, quasi non fosse poi tanto necessario, nè urgente il premunirsi. — Quelli che ciò vanno ripetendo si fanno forti dell'autorità di sommi idraulici. E difatti, p. es., Paleocapa stesso così scriveva della piena del 1845:

« E qui devo anche avvertire che l'enorme aumento della piena del 1845 in confronto delle piene anteriori non può riguardarsi come l'effetto d'un progressivo incremento delle piene medesime, ma bensì come un evento straordinario derivante da uno di quei cataclismi che si ripetono *a lontane epoche* in tutti i fiumi che ricevono acque da numerosi e grossi influenti e da bacini estesissimi; quando avviene che da tutti o dalla principale parte di essi scendano contemporaneamente acque grossissime nel comun recipiente. La piena infatti del 1845 deve paragonarsi a quella che avvenne nel 1757: come allora la città di Verona ne patì danni enormi; come allora tutta la vallata superiore dell'Adige ne ebbe a soffrire molte rovine, e gravissimi furono i disastri toccati alla città di Trento, dove la piena lambì la pietra monu-

mentale su cui è scolpito il segno al quale arrivò la suddetta piena del 1757, a perpetua memoria di quel gran disastro » (l. c., 148).

Noi non vogliamo certo contraddire alle considerazioni del Paleocapa, che sono giustissime, e meno poi sostenere la tesi del progressivo e continuo aumento delle piene. Vogliamo solo osservare che come a quella del 1757 seguì la piena non meno funesta del 1776, così in questo secolo a quella del 1845 tennero dietro l'altra del 1868, e quella memorabile tra tutte del 1882. A dir vero queste *lontane epoche* si vanno un po' troppo ravvicinando, e questi avvenimenti straordinarii si vanno ormai ripetendo con troppa frequenza per poter permetterci di meditare troppo a lungo sul da farsi.

## NOTE ALLA PARTE IV

### Nota I.

Nel suo *Ricordo contro l'escrescenze et inondatione dell'Adige*, scritto nel 1600 e citato nel testo, Teodoro da Monte propone come unico rimedio per salvar Verona dalle inondazioni un *Taglio di diversione*, com'egli lo chiama, da incominciare a Bussolengo, *dove finisce l'arginar de' monti*, e il quale dovea farsi in modo « *che non si tolga all'Adige se non il soverchio, quando inonda per tutto divertirlo in questo taglio* ». Aggiunge che questo « *taglio di diversione non sarà perenne, ma non durerà se non tre o quattro giorni alla volta, che non più suol durar l'inondatione dell'Adige* ».

Il Da Monte ricorda pure « *che altre volte si trattò di far un taglio a Rivoli sopra la Chiusa per divertir l'Adige nel Lago di Garda over nel Mincio* ». Dice che ci voleva una spesa di 300 mila ducati: mentre qui ne occorreva appena un quinto.

### Nota II.

**Danni di piena.**

Alle somme elargite dalla Commissione di Beneficenza devesi aggiungere l'importo corrispondente al valore dei molti *effetti* distribuiti. « Certo, (dice il primo Rapporto di quella Commissione) vi è differenza sensibile fra il totale danno che venne stimato in L. 1459.136, e il totale dei corrispondenti sussidii ».

### Nota III.

**Elenco delle strade di Verona che rimasero inondate dalla piena del settembre 1882 e quote relative.**

Il defunto ing. Splendich, dopo l'inondazione del 1882, ha segnato sopra una pianta della Città i punti e le strade inondate. Da essa fu desunto l'elenco seguente:

Biadego. — *Il Ponte Nuovo sull'Adige*, ecc. — 32.

Porta S. Zeno — Bastione S. Zeno — Bastione Catena — Via Caserma Chiodo — Piazza Corrubbio (metà soltanto) — Via di mezzo S. Zeno — Strada di S. Giuseppe — Rigaste S. Zeno — Vicolo lungo S. Bernardino — Via S. Bernardino — Strada di Porta Palio — Strada degli Scalzi — Strada S. Antonio — Via Valle (teatro Ristori). Corso Cavour — Rigaste S. Lorenzo — Piazzetta S. Micheletto — Vicolo Pomodoro — Vicolo Chiodo — Vicolo Fratta — Piazza SS. Apostoli — Via Gran Czara — Via Colomba (non tutta) — Via dietro Gran Czara — Porta Borsari — Corso Porta Borsari — Piazza S. Eufemia — Via S. Eufemia — Vicolo Fama — Via S. Nicolò — Via Quattro Spade — Via Scala — Via Nuova (non tutta) — Via dietro Via Nuova — Via Stella — Corte Farina — Via Seghe S. Eufemia — Vicolo Corte Quaranta — Vicolo S. Egidio — Via Cadrega — Via S. Fermetto — Via Rosa — Via Pigna — Via Barchetta — Vicolo Salici — Regaste Salici — Piazza Duomo — Vicolo S. Jacopo — Via Duomo — Piazza Vescovato — Piazza Brolo — Sabbionara — Vicolo Acoliti — Vicolo Cappelletta — Vicolo S. Felicetta — Via Ponte Pietra — Via Liceo — Piazza S. Anastasia — Via Sottoriva — Vicolo del Gatto — Via S. Anastasia — Via due Mori — Vicolo Cavalletto — Via Arche — Piazza dei Signori — Via Dante — Piazza Navona — Vicolo S. Salvar Corte Reggia — Vicolo S Sebastiano — Via S. Sebastiano — Via Amanti — Vicolo Leoni — Via Ponte Navi — Via Leoncino — Arena — Piazza Bra (non tutta) — Vicolo S. Fermo — Strada S. Fermo Maggiore — Via S. Pietro Incarnario (non tutta) — Strada Pallone (non tutta) — Via Pallone (quasi tutta) — Via Filippini — Via Dogana — Strada del Satiro — Vicolo Vento — Vicolo Torcolo — Vicolo S. Pietro Incarnario — Vicolo Oratorio.

Via Caserma Adigetto — Vicolo Croce Verde (non tutto) — Vicolo S. Domenico (non tutto) — Via Cappuccini — Via Campane.

Regaste Porta Vittoria — Via S. Francesco (non tutta) — Vicolo Codalunga — Via Scrimiari — Via S. Vitale — Via Disciplina (metà) — Via Giardino Giusti — Via S. Chiara — Vicolo Mustacchi — Via Seminario — Isolo S. Maria in Organo — Vicolo Seghe S. Tommaso — Ponte Acqua Morta — Vicolo Pastorello — Via S. Maria Rocca Maggiore — Via Isolo — Vicolo Pulce — Via Sanmicheli — Stradone S. Tommaso — Via Campanile S. Tommaso.

Via S. Stefano.

Arsenale d'Artiglieria fino al ponte Garibaldi.

Fondo Pellegrini (gazometro).

---

Ecco invece l'elenco delle strade e dei punti della Città che rimasero asciutti durante la piena del 1882:

Strada S. Zeno — Piazza S. Zeno — Castel Vecchio — Via Teatro Filarmonico — Ponte Manin — Strada di S. Caterina — Piazza S. Silvestro — Vicolo Sotto S. Luca — Vicolo S. Antonio (quasi tutto) — Vicolo Pero (due terzi) — Vicolo Carcirei — Corso Vittorio

Emanuele — Via Cimitero SS. Trinità — Via Angeli — Via SS. Trinità — Vicolo Stimate — Vicolo Madonna — Via Carlo Montanari — — Vicolo Volto Cittadella — Piazza Cittadella (quasi tutta) — Vicolo Terese — Vicolo Ghiaia — Piazza Vittorio Emanuele (in parte) — Via Pallone (in parte) — Via Colomba (metà) — Via Teatro Filarmonico — Vicolo dietro Listone — Via Nuova Lastricata — Via Anfiteatro — Piazza S. Nicolò — Via Caserma S. Nicolò (una parte) — Vicoletto S. Andrea — Vicolo S. Andrea — Vicolo S. Cosimo — Corte Nogara (metà) — Vicolo S. Nicolò — Vicolo Scudo di Francia — Vicolo Regina d'Ungheria — Vicolo S. Rocchetto — Via Pellicciai — Vicolo S. Marco — Vicolo Nuovo — Piazza Erbe (parte) — Mercato Vecchio — Via Gallina (parte) — Vicolo Crocioni — Piazza Indipendenza — Piazza S. Giorgio — Via degli Esposti — Via S. Carlo — Vicolo S. Bartolomeo — Rigaste Redentore — Vicolo Moise — Vicolo Giardino Giusti — Via dietro Muro Padri — Strada Porta Vescovo — Via di Mezzo Porta Vescovo — Strada Campo Marzo — Via Nicola Mazza — Via Cantarane.

A questo elenco facciamo seguire i dati altimetrici relativi alle diverse strade lungo l'Adige e alla piena del 1882.

Le quote sono riferite al Comune Marino dell'Adriatico, e sono desunte dalla livellazione eseguita dall'Ing. E. Carli. Questi dati servono anche ad illustrazione delle ricerche fatte nella Parte III sul Pons Fractus: nonchè per aver un'idea dell'altezza delle diverse piene citate nella Parte IV (Memoria II).

### Strade e punti sulla riva destra.

*Chiesa e piazza di S. Zeno.*

| | |
|---|---|
| Quota marciapiede all'angolo sud-ovest di Piazza S. Zeno. | 61. 39 |
| Angolo a destra del primo gradino della chiesa S. Zeno. | 62. 221 |
| Marciapiede all'angolo nord-est di Piazza S. Zeno . | 61. 539 |

*Porta S. Zeno.*

| | |
|---|---|
| Soglia portina a sinistra di Porta S. Zeno vista dall'esterno (punto di mezzo). Quota. . . . . | 60. 934 |
| Sommità del paracarro a sinistra della porta grande di Porta S. Zeno . . . . . | 61. 727 |

*Via Caserma Chiodo.*

| | |
|---|---|
| Quota Via Chiodo . . . . . | 61. 609 |
| Ibid. quota di m.a piena 1882 . . . . . | 61. 184 |
| Via Chiodo, casa n. 12 (casa Perenzoni) soglia cancello. | 61. 15 |
| Mezzaria poggiolo verso Adige . . . . . | 60. 16 |
| Vo' di via Chiodo. Zoccolo superiore della casa n. 10 sull'Adige . . . . . | 59. 121 |

*Bastione Catena.*

| | |
|---|---|
| Pilastrino di faccia alla caserma Catena (angolo casa a destra della via, guardando la Caserma) . . . | 62.273 |
| Soglia di Porta Catena . . . . . | 59.671 |

*Rigaste S. Zeno.*

| | |
|---|---|
| Vo' Zattere. Piena 1882. Quota . . . . . | 61.147 |
| » 1868 » . . . . . | 59.794 |
| » 1757 » . . . . . | 60.494 |
| Piano stradale davanti l'accesso alla ruota idrofora Ferrari (casa n. 33) . . . . . | 58.545 |
| Sommità lastra d'angolo verso Adige della casa a destra del Vo' Zattere . . . . . | 57.661 |
| Piano stradale Vo' Zattere . . . . . | 58.194 |
| Principio parapetto Regaste S. Zeno . . . . | 59.876 |
| Altro parapetto Regaste a m. 82.50 dal precedente . | 59.625 |
| Altro parapetto a m. 82 dal precedente . . . | 59.479 |

*Via S. Zeno in Oratorio.*

| | |
|---|---|
| Piano marciapiede angolo destro casa Maas . . . | 57.952 |

*Strada di Porta Pallio.*

| | |
|---|---|
| Mezzaria bocchetto di fronte al vicolo Ognissanti. . | 57.39 |
| Marciapiede di fronte alla porta della Direzione Genio Militare . . . . . | 56.333 |
| Mezzaria bocchetto cunetta sinistra al principio corso Porta Pallio (verso Castelvecchio) . . . . . | 59.994 |
| Soglia Porta Pallio . . . . . | 56.761 |

*Strada degli Scalzi.*

| | |
|---|---|
| Mezzaria bocchetto sulla strada di Porta Pallio di fronte a via Scalzi . . . . . | 56.436 |

*Castelvecchio.*

| | |
|---|---|
| Piede pilastrino destro davanti la porta d'ingresso al ponte | 61.409 |
| Angolo corso Castelvecchio e via Teatro Filarmonico . | 61.333 |
| Angolo corso Porta Borsari e piazzetta casa Abbruciate | 60.57 |
| Mezzaria del corso di fronte al punto suddetto . . | 60.426 |
| Soglia della porta d'accesso alla Batteria di Castel Vecchio | 58.74 |
| Capo stabile base dell'Idrometro della Batteria di Castelvecchio . . . . . | 56.330 |

*Corso Cavour.*

| | |
|---|---|
| Marciapiede angolo corso Cavour col vicolo Calcina . | 59.347 |
| Soglia portone casa Canossa. . . . . | 60.249 |

| | |
|---|---|
| Mezzaria corso Cavour rimpetto al vicolo Chiodo | 59. 84 |
| » rimpetto via Fratta | 59. 244 |
| » rimpetto monumento Aleardi | 58. 46 |
| » rimpetto al palazzo Carlotti | 57. 932 |
| Marciapiede angolo corso Cavour col vicolo cieco Pomodoro | 60. 376 |
| Piano stradale del corso Cavour allo sbocco del vicolo S. Michele alla Porta | 58. 974 |

*Porta Borsari.*

| | |
|---|---|
| Soglia portico destro ai portoni Borsari | 57. 573 |
| Angolo con via S. Eufemia | 58. 184 |
| Estremità di via Fama verso via S. Eufemia | 60. 764 |
| Piano stradale di Porta Borsari | 57. 722 |

*Piazza Erbe* (asciutta).

| | |
|---|---|
| Alla colonna di Piazza Erbe | 61. (circa) |

*NB.* Da Piazza Erbe le quote diminuiscono andando verso S. Anastasia e verso Porta Borsari.

*Rigaste S. Lorenzo.*

| | |
|---|---|
| Sommità parapetto di faccia Albergo Riva S. Lorenzo (marcato XII, *a*) | 59. 160 |
| Angolo marciapiede rimpetto al casotto del Dazio (dazietto) | 56. 828 |
| Sommità del pilone sulla rigasta esistente dopo il dazietto (XIII, *a*) sottocorrente | 58. 88 |
| Piano stradale davanti la casa che sta vicina al detto pilone | 56. 593 |
| Soglia dello stabilimento Bonomi (base e stipite sinistro) | 57. 406 |
| Ibid. Quota piena 1882 | 60. 406 |
| Sommità parapetto stabilimento Bonomi di fronte all'ingresso | 58. 420 |

*Via Seghe S. Eufemia.*

| | |
|---|---|
| Vo' Adige dietro S. Eufemia (da piazzetta bassa angolo destro) | 56. 30 |
| Porta Bonomi. Via dietro S. Eufemia | 57. 41 |

*Via Cadrega.*

| | |
|---|---|
| Via Sole (alla Cadrega). Piena 1882. Quota. | 59. 959 |
| » » 1868 » | 58. 409 |

*Riva Battello.*

| | |
|---|---|
| Sommità pilastrino in riva all'Adige a metà della via Riva Battello . . . . . | 58. 29 |

*Via Ponte Garibaldi.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale. Via Ponte Garibaldi . . . . | 58. 336 |
| Soglia Ponte Garibaldi. . . . . | 59. 99 |
| Parapetto dell'orto annesso alla conceria Zamboni . | 58. 10 |

*Regaste Salici.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale sull'angolo della via Salici e vicolo omonimo | 57. 778 |

*Piazza Duomo.*

| | |
|---|---|
| Angolo nord-est Porta del Duomo . . . . | 58. 117 |
| Corte S. Elena . . . . . | 57. 896 |
| Soglia del cancello verso Adige di Corte S. Elena . | 56. 726 |
| Quota m.ª p.ª 1882 in Corte S. Elena . . . | 59. 398 |

*Piazza Vescovado e Sabbionara.*

| | |
|---|---|
| Sommità pilastrino destro davanti al vicolo Sabbionara (In piazza Vescovado) . . . . . | 57. 928 |
| Piano atrio Vescovado . . . . . | 56. 933 |
| Scaletta Sabbionara, C. S. a destra scaletta in fondo al vicolo Sabbionara . . . . . | 56. 85 |
| Corte Vescovado. Piena 1882. Quota . . . . | 59. 213 |
| » » 1757 » . . . . | 58. 633 |

*Piazza Brolo.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale medio di Piazza Brolo . . . . | 58. 031 |
| Angolo della casa n. 3 fra Piazza Brolo e vicolo Fontanelle | 58. 454 |

*Ponte Pietra.*

| | |
|---|---|
| Quota marciapiede al punto più alto . . . . | 63. 400 |
| Id. all'estremo a valle a sinistra fiume . . . | 61. 83 |
| Angolo casa n. 29 al Ponte Pietra con via Broilo . | 60. 105 |
| Marciapiede destro sotto l'arco d'ingresso al Ponte Pietra (a destra) . . . . . | 60. 75 |

*Via Ponte Pietra e Vicolo S. Felicetta.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale di via Ponte Pietra all'imbocco del vicolo Santa Felicetta . . . . . | 58. 149 |
| Quota della linea di piena 1882 all'angolo casa n. 8, Vo' Brà Molinari . . . . . | 58. 236 |
| Sommità muricciuolo verso Adige in fondo al Vo' Brà Molinari . . . . . | 56. 990 |
| Soglia cancello giardino Portalupi in via Ponte Pietra | 56. 788 |
| Mezzaria strada ibid. . . . . | 56. 609 |
| Id. via Ponte Pietra di fronte alla Palestra Ginnastica | 56. 475 |
| Angolo Vo' in Bra dei Molinari (via Ponte Pietra) . | 56. 868 |

*Vicolo Cappelletta.*

| | |
|---|---|
| Angolo di via Ponte Pietra con vicolo Cappelletta . | 58. 285 |

*Via S. Eufemia.*

| | |
|---|---|
| Angolo casa Emilei al vicolo Due Mori (dalla parte di via S. Eufemia) . . . . . | 58. 017 |

*Via Liceo.*

| | |
|---|---|
| Angolo casa Emilei (ora Forti) in via Liceo Sipione Maffei | 57. 033 |

*Piazza S. Anastasia.*

| | |
|---|---|
| Angolo Albergo Due Torri . . . . . | 56. 66 |

*Via Sottoriva.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale. Angolo casa n. 28 in via Sottoriva C. S. | 55. 55 |
| Ibid. Piena 1882. Quota . . . . . | 58. 235 |
| Ibid. » 1868 » . . . . . | 56. 902 |
| C. S. Vo' Sottoriva al Dazio . . . . . | 56. 902 |
| Piano stradale davanti all'ultimo Vo' di Sottoriva vicino al Dazio . . . . . | 55. 883 |
| Via Sottoriva davanti alla casa n. 18, piano stradale . | 55. 574 |
| Davanzale finestra casa n. 12 nel Vo' Ponte Nuovo . | 56. 210 |
| Piano stradale sotto la lapide della piena 1868 (in via Sottoriva) . . . . . | 55. 681 |
| Ibid. quota piena 1868 . . . . . | 56. 899 |
| Ibid. » » 1882 . . . . . | 58. 211 |
| Angolo 1° casa n. 9 verso l'Adige . . . . . | 57. 108 |
| » 2° » . . . . . | 57. 643 |

*Via Trota e Chiavica.*

| | |
|---|---|
| Angolo casa n. 7 fra Ponte Nuovo e Via Trota . . | 57. 131 |
| Angolo casa Gazzola in Chiavica . . . . . | 55. 879 |

*Piazzetta Ponte Nuovo e Pescheria.*

| | |
|---|---|
| Termine discesa Ponte Nuovo in Piazzetta Pescheria e piano medio della piazzetta . . . . . | 56. 286 |
| Casa n. 1 in via Pescheria Vecchia (angolo) . . | 57. 791 |
| Angolo casa n. 13 in Piazzetta Pescheria . . . | 56. 15 |

*Via S. Salvar, Corte Regia e Vo' Cristo.*

| | |
|---|---|
| Soglia d'ingresso al Vo' Cristo (stipite destro del cancello) | 55. 413 |
| Ibid. quota piena 1868. . . . . | 56. 263 |
| Zero dell'Idrometro di S. Salvar. . . . . | 53. 152 |
| Piano stradale allo stipite destro portone casa n. 8, via S. Salvar. . . . . | 55. 587 |
| Ibid. quota piena 1882. . . . . | 57. 437 |
| Zero dell'Idrometro di S. Gaetano . . . . | 53. 008 |

*Via Stallaggio Pesce e Via Amanti.*

| | |
|---|---|
| Angolo fra via Stallaggio Pesce e via Amanti . . | 55. 887 |

*Via Leoni.*

| | |
|---|---|
| Marciapiede angolo casa Salvotti fra via Leoni e vicolo Corticella Leoni . . . . . | 55. 011 |
| Piano stradale sotto il 1° pilastro di via Leoni di fronte allo stradone di S. Fermo . . . . . | 56. 417 |
| Sommità del pilastro suddetto . . . . . | 57. 228 |
| Estremità parapetto a monte del Ponte Navi verso i Leoni | 58. 540 |
| Punto più alto del Ponte Navi . . . . . | 59. 569 |
| Piano stradale ai piedi del pilastrino a destra dell'attacco dello stradone di S. Tomaso col Ponte Navi . . | 58. 841 |

*Via Dogana.*

| | |
|---|---|
| Angolo stabilimento Civelli in via Dogana . . . | 55. 061 |
| Pilone all'angolo sinistro del molo della Dogana . . | 54. 43 |
| Quota linea inferiore di posa del davanzale delle finestre del piano terreno del Molo . . . . . | 55. 177 |
| Secondo portone della Dogana . . . . . | 54. 727 |

*Via Filippini.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale davanti alla Chiesa dei Filippini . . | 54. 653 |
| Soglia della porta di mezzo del Macello . . . | 55. 138 |
| Capo stabile in fondo al Vo' Filippini . . . . | 53 536 |
| Stabilimento Vicentini ai Filippini: piena 1882, quota . | 56. 650 |
| » 1868 » . | 55. 530 |
| » 1757 » . | 55. 898 |

*Ponte Aleardi.*

| | |
|---|---|
| Soglia ex Ponte Aleardi . . . . . | 56. 876 |

*Strada Pallone.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale davanti la Chiesa del Cristo al Pallone. | 55. 150 |
| Angolo S. E. di casa Strauss al Pallone . . . | 55. 104 |
| Pietra del cunettone in via Pallone (C. S.) . . . | 55. 99 |
| Via Pallone . . . . . | |

*Ponte Rofiolo.*

| | |
|---|---|
| Fondo Adigetto sotto il Ponte . . . . . | 52. 154 |
| Angolo casa n. 10 al Ponte Rofiolo . . . . | 54. 778 |

*Via Cappuccini.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale in via Cappuccini Vecchi (marciapiede destro) | 54. 662 |
| Piano stradale, stipite destro, porta n. 22, in via Cappuccini Vecchi . . . . . | 54. 343 |
| Piano nel cortile caserma Cappuccini . . . . | 53. 846 |
| Piano strada in via Cappuccini Vecchi, rimpetto ingresso Pontieri . . . . . | 54. 34 |

*Via Campone.*

| | |
|---|---|
| Piano strada all' angolo casa e rimpetto al centro Caserma Campone . . . . . | 54. 668 |
| Piano strada angolo sud Caserma Campone . . . | 54. 371 |
| Piano stradale davanti cisterna Caserma Pallone . . | 55. 949 |
| Piano stradale davanti alla Cavallerizza . . . | 60. 74 |

*Scalo Pontieri.*

| | |
|---|---|
| Dado mezzaria porta d'accesso Scalo Pontieri (piano Scalo) | 53. 888 |
| Quota piena 1868, Scalo Pontieri. . . . . | 54. 739 |
| » » 1882 ibid. . . . . | 55. 849 |
| Angolo vivo, rialzo a valle della porta d'accesso Scalo Pontieri . . . . . | 54. 30 |
| Piano medio a valle dello Scalo . . . . . | 54. 02 |

*Corso Porta Nuova.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale angolo Quadro Muselli (via Ghiaia) . | 59. 094 |

*Porta Nuova, piazzale esterno e circonvallazione esterna.*

| | |
|---|---|
| Soglia di Porta Nuova, a destra, uscendo . . . | 62. 408 |
| Soglia portina piccola a sinistra, entrando . . . | 62. 326 |

| | |
|---|---|
| Marciapiede al fanale a sinistra fuori di Porta Nuova, all'angolo verso la Stazione | 63. 510 |
| Piano delle rotaie al passaggio a livello a Porta Nuova (Ferrovia Verona-Milano) | 63. 753 |
| Piano strada circonvallazione esterna davanti Casamatta Campone (caduta) | 63. 287 |
| Piano strada circonvallazione esterna rimpetto al Campone | 59. 504 |
| Soglia porta maggiore presso la Ruota Scandolara | 53. 033 |

*Ponte Ferrovia Verona-Milano e Basso Acquar.*

| | |
|---|---|
| Sommità paracarro a sinistra nel primo sottopassaggio a destra del ponte (C. S.) | 54. 420 |
| Sommità pilotto rimpetto alla scaletta ponte ferrovia | 54. 19 |
| Pietra da molino sulla sponda d'Adige, vicino al casottino rovinato | 52. 880 |
| Sommità argine Acquar, rimpetto a casa Salomoni | 54. 04 |
| Linea di piena sulla pietra posta da Pisani, nel 1868 | 53. 895 |
| Sommità arginetto interno contrargine | 53. 674 |
| Interno stabilimento Salomoni: quota piena 1868 | 53. 576 |
| » » 1882 | 53. 796 |

*NB.* La differenza fu verificata di m. 0,22.

| | |
|---|---|
| Piloncino del parapetto verso Adige dell'isolo Salomoni, rimpetto all'ingresso | 52. 837 |
| Piano stradale Acquar, rimpetto alla ruota dei Luoghi Pii | 52. 136 |
| Soglia porta d'ingresso a destra di casa Mosconi | 51. 546 |
| Piano stradale | 51. 748 |
| Soglia Chiesa | 52. 352 |
| Ibid. Segno di piena 1882, esterno, sulla soglia | 53. 382 |

*Tombetta.*

| | |
|---|---|
| Zero dell'Idrometro | 50. 418 |
| Quota piena 1882 | 53. 344 |
| Soglia portina della Chiesa, verso l'orto | 52. 351 |
| Presa Giuliani. Zero idrometro | 49. 790 |

**Strade e punti sulla riva sinistra.**

*Via e Porta San Giorgio.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale, stipite sinistro, portina destra, porta San Giorgio (uscendo) | 62. 287 |
| Soglia chiesa S. Giorgio | 62. 186 |
| Punta Est Forte S. Giorgio | 61. 96 |

| | |
|---|---|
| Sommità parapetto dell'orto annesso alla chiesa di San Giorgio | 61. 78 |
| Punta Est Forte S. Giorgio. | 61. 96 |

*Via S. Stefano e Piazza S. Stefano.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale sull'angolo chiesa S. Stefano, a cui corrisponde il livello massima piena 1882. | 59. 266 |
| Ibid. Scarico gallerie | 56. 562 |
| Piazzetta S. Stefano, punto di massima depressione all'imbocco di via S. Alessio. | 57. 898 |
| Angolo Sud del primo gradino della gradinata di San Stefano | 59. 600 |
| Marciapiedi all'angolo S O. dello Stabilimento Sala | 62. 641 |

*Regaste Redentore.*

| | |
|---|---|
| Mezzaria della strada di fronte all' ingresso alla scala della Ruota Spitz. | 61. 601 |
| Pianerottolo scala d'accesso alla Ruota Spitz | 61. 235 |
| Soglia casa n. 4, Regaste | 61. 559 |
| Angolo casa n. 4 sulle Regaste Redentore verso lo scalone Castello S. Pietro | 61. 566 |
| Sommità parapetto Regaste Redentore sullo spigolo spalla-Ponte Pietra | 62. 520 |
| Parapetto a sinistra a monte Ponte Pietra (C. S). | 62. 853 |

*Via Redentore.*

| | |
|---|---|
| Spigolo chiesa Redentore | 61. 268 |
| S. casa n. 10 in via Redentore | 60. 028 |
| Mezzaria strada di fronte allo spigolo suddetto | 59. 988 |
| Angolo vicolo S. Faustino con via Redentore, casa n. 6 | 58. 708 |
| Mezzaria strada di fronte all'angolo suddetto | 58. 708 |
| Angolo di casa Spitz verso il vicolo S. Faustino | 59. 305 |
| C. S. nel Vo' S. Faustino | 55. 871 |
| Angolo vicolo S Faustino | 56. 810 |
| Piano stradale all'angolo del vicolo id. col Vo' | 55. 84 |
| Piena ottobre 1868 | 56. 734 |
| Piena settembre 1882 | 58. 554 |

*Via Giardino Giusti, Via S. Maria in Organis, Via S. Chiara.*

| | |
|---|---|
| Spigolo destro, casa n. 13, angolo via S. Chiara con vicoletto San Faustino | 58. 523 |
| Mezzaria strada ibid. | 58. 53 |
| Soglia cancello chiesa S. Chiara | 57. 429 |
| Angolo via S. Chiara con via Ponte Pignolo | 56. 523 |
| Mezzaria strada ibid. | 56. 592 |
| Soglia casa n. 14 in via S. Maria in Organis | 56. 387 |

| | |
|---|---|
| Angolo via S. Maria in Organis con vicolo Circo Campostrini | 56.773 |
| Mezzaria strada ibid. | 56.841 |
| Angolo Palazzo Giusti con via S. Zeno in Monte | 58.447 |
| Angolo via Disciplina con via Giardino Giusti | 58.859 |

*Vicolo Mustacchi e Via Ponte Pignolo.*

| | |
|---|---|
| Angolo con vicolo Ponte Pignolo, piena 1882, quota | 58.452 |
| Piano stradale sottoposto al segno di piena (Casa n. 19). | 56.27 |
| Ponte Pignolo: piano stradale a monte, corrispondente alla chiave dell'arco | 56.811 |
| Ibid. fondo Adigetto a m. 4 sotto il piano stradale | 52.811 |

*Isolo e Via Isolo.*

| | |
|---|---|
| Sommità muro di cinta alla Fornace sulla punta dell'isolo Foresti (C. S.) | 56.750 |

*Via Beccheria Vacche.*

| | |
|---|---|
| Sommità parapetto casa Castellani all'estremo di via Beccheria Vacche (C. S.) | 56.577 |
| Quota piena 1868 ibid. | 57.044 |
| Quota piena 1882 ibid. | 58.455 |
| C. S. davanti al portone di casa Da Lisca | 56.094 |
| Angolo casa Da Lisca colla vecchia strada Ponte Nuovo. | 57.063 |

*Via Sanmicheli (Binastrova) e Vicolo Pulce.*

| | |
|---|---|
| Via Binastrova. Piena 1882, quota | 57.457 |
| Piena 1757, quota | 56.747 |
| Piano strada via Binastrova, angolo casa n. 7 | 55.693 |
| Pietra del terrazzo sull'Adige, casa n. 38, via Binastrova, rimpetto al vicolo Sanmicheli (C. S.) | 54.84 |
| Piano stradale angolo vicolo Pulce | 55.575 |
| Cortile di casa Gozzi | 55.082 |
| Piano stradale sotto lo stipite, casa n. 36, in via Binastrova | 54.855 |
| Ibid, piena 1757. | 56.745 |
| Ibid., piena 1882. | 57.355 |
| Piano stradale sotto il portone di casa Lassotovich in via Binastrova | 54.657 |

*Stradone S. Tomaso e Ponte Navi.*

| | |
|---|---|
| Pilastro casa Lugo: piena 1882, quota | 57.387 |
| » 1868 » | 56.007 |
| » 1757 » | 56.579 |
| » 1823 » | 55.537 |
| » 1841 » | 55.327 |
| Piano stradale angolo casa n. 20, stradone S. Tomaso | 55.177 |

| | |
|---|---|
| Soglia 2ª porta di casa Trezza | 54. 835 |
| Angolo casa n. 26 fra stradone San Tomaso e vicoletto Sanmicheli | 54. 941 |
| Piano stradale al piede del pilastrino a destra dell'incontro via S. Tomaso col Ponte Navi | 58. 834 |
| Sommità parapetto sinistro all'imbocco Rampa S. Tomaso | 59. 980 |

*Via Scrimiari.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale all'angolo sotto il fanale verso via Scrimiari | 56. 767 |

*Regaste Porta Vittoria, e Porta Vittoria.*

| | |
|---|---|
| Principio parapetto Lungadige Porta Vittoria | 55. 58 |
| Museo: piena 1868, quota | 55. 634 |
| Soglia Museo | 54. 975 |
| Ibid. piena 1882 | 56. 735 |
| Piano stradale sotto il Museo | 54. 477 |
| Piano stradale alla bocchetta di scolo davanti al Museo | 54. 328 |
| Ibid. sull'asse del viale pei pedoni. | 54. 814 |
| Ibid. sulla linea degli alberi verso fiume | 54. 748 |
| Ibid. quota del parapetto verso Adige di fronte al Museo | 55. 517 |
| Marciapiede davanti via S. Francesco | 54. 545 |
| Ibid. piano stradale contro le case | 54. 828 |
| Ibid. pietra di scolo | 54. 198 |
| Ibid. mezzaria 1° viale. | 54. 765 |
| Ibid. copertina muretto verso Adige | 55. 433 |
| Angolo Sud Caserma Porta Vittoria | 54. 866 |
| Soglia portina di mezzo del Dazio. | 55. 708 |
| Ibid. piena 1882 | 56. 578 |
| Soglia Porta Vittoria | 55. 772 |
| Piano del Ponte di Porta Vittoria | 55. 765 |
| Parapetto Lungadige all'ingresso molino n. 80 | 55. 23 |
| Zoccolo estremo muraglione Porta Vittoria | 53. 25 |

*Lungadige fuori Porta Vittoria, Ponte Aleardi e Ponte Ferrovia.*

| | |
|---|---|
| Piano stradale all'incontro del Lungadige fuori Porta Vittoria colla nuova strada per Porta Vescovo | 56. 524 |
| Pietra al piede pilastrino destro ponte Aleardi | 56. 524 |
| Soglia Ponte Aleardi | 56. 880 |
| Soglia Cimitero | 57. 508 |
| Soglia porta laterale Cimitero | 56. 015 |
| Ibid. incontro strade | 56. 025 |
| Mezzaria strada in principio alla rampa di discesa al sottopassaggio Ferrovia al ponte sull'Adige (luce m. 4) | 54. 296 |

NOTA IV.

**Brani del cronista Alberti relativi ai Ponti Pietra e Nuovo.**

Ripubblichiamo questi brani del cronista Alberti, a complemento delle notizie date sui ponti Pietra e Nuovo.

1822.

Negli ultimi giorni di maggio di quest'anno si atterrarono varie case piantate sull'ultimo arco del Ponte della Pietra verso santa Libera; case deformi e miserabili, parte di legno, e, come vogliono alcuni, piantate colà nel tempo della peste del 1630 per separarsi dagli altri e respirare un'aria più pura.

*Adì 8, 9, 10, 11, 12 e 13 agosto 1825.*

Per ordine pubblico si diede principio ai lavori di demolizione di quelle case tutte che appoggiavano sopra del Ponte Nuovo, onde solevare il detto Ponte da un tal peso, ed in conseguenza di ciò venne chiuso il passaggio del medesimo agli abitanti; ma perchè gli abitanti abbiano un comodo di passare da una parte all'altra dell'Adige, fu posta sopra l'Adige stesso una Barca corredata ad uso di Porto che dal Vo' a S. Salvar Corte Regia vicino al Macello dei Porci veniva tradotti al Vo' di facciata riferibile sulla Bina Strova tutti quelli che volevano traghettare pei loro interessi, e si pagava per tal passaggio cinque centesimi a testa.

*Adì 16 detto giorno di martedì.*

In questo giorno nel bel Meriggio mi sono portato a veder il passaggio degli abitanti del Ponte Nuovo poichè fu fatto un foro nel muro delle Beccarie, e mediante un Ponte di asse appoggiato ad una delle Case esistenti alla destra del Ponte Nuovo avevano luogo gli abitanti di poter passare senza essere esposti al pericolo della demolizione delle Case, che si faceva alla parte sinistra di detto Ponte, e per la pubblica tranquillità lunghesso il Ponte vi si tenevano delle sentinelle in buon ordine, anzi io pure sono passato per andare in Veronetta.

*Addì 17 detto giorno di mercoledì.*

Anche in questo giorno continua il passaggio degli abitanti da una parte e l'altra del Ponte nella forma di cui sopra.

*Addì 27 agosto 1825 giorno di sabbato.*

In continuazione dell'atterramento delle case esistenti all'imboccatura a destra del Ponte Nuovo fu demolito in questo giorno il grande Arco che sosteneva il Torrione esistentevi sopra, il quale era costrutto con molta arte, e di quadrati di Pietra ch'era una meraviglia il vederli, e proddigioso fu il fracasso che fecero nel cadere. Infatti dopo l'atterramento d'un sifatto Torrione e grandioso volto è una bellezza il vedere il Cielo scoperto e la prospettiva che presenta all'occhio il Palazzo Murari Bra posto a sinistra in fianco all'imboccatura di detto Ponte. Staremo a vedere in seguito cosa accadrà essendo ancora tante le case che devono essere atterrate tanto a destra che a sinistra dell'Adige.

*Addì primo settembre 1825 Verona.*

Si continuano a demolire le Case sul Ponte Nuovo tanto da una parte che dall'altra sino a S. Tommaso. Quando sarà finita la demolizione sarà tutto a posto a retta linea, e con belle facciate, dovendo essere atterrati, i portici di S. Tommaso, esistenti a destra andando al Ponte dell'Acqua Morta, e poscia deve essere ristaurata la strada fino alla Porta del Vescovo, ove già si travaglia ora presente.

*Addì 6 settembre 1825 Verona.*

Continuano li lavori al Ponte Nuovo tanto alla parte sinistra che alla destra dell'Adige, e mentre demoliscono le case che sono decrettate pel suo atterramento, *s'incomincia a rifabbricare le demolite in Veronetta a S. Tommaso, conformando la facciata di tutte con uniformità, che faranno un bellissimo vedere, allorchè saranno terminate.*

(*Ms. 950 della Bibl. Com. di Verona,* III, 24).

# ELENCO DELLE FONTI

VENTURI — *Compendio della storia di Verona.* 2 volumi, Verona, 1825.

MOSCARDO L. — *Historia di Verona dall'origine fino al 1668.* Verona, 1668.

DALLA CORTE GIR. — *L'Istoria di Verona.* Parti 2. Verona, 1594.

DA PERSICO — *Descrizione di Verona e della sua provincia.* Verona, 1820.

BIANCOLINI — *Cronaca della città di Verona descritta da Pier Zagata,* ecc. 3 volumi. Verona, 1745-1747-1749.

BIANCOLINI — *Dei Vescovi e Governatori di Verona.* Verona, 1757.

*Trezzo e il suo castello,* schizzo storico di LUIGI FERRARIO. Milano, Bernardoni, 1867.

TINTO GIO. FRANCESCO — *La nobiltà di Verona.* Verona, Discepolo, 1592.

SARAINA TORELLO — *Le historie e fatti dei Veronesi ne i tempi del popolo e signori Scaligeri.* Verona, De Rossi, 1649.

*Onuphrii Panvinii veronensis antiquitatum veronensium libri VIII.* Veronae, Frambotti, 1648.

*Cronaca inedita dei tempi degli Scaligeri, pubblicata con annotazioni e corredata di documenti per cura di* Giovanni Orti-Manara. Verona, 1842.

Maffei Scipione — *Verona illustrata.* Verona, Vallarsi, 1732.

Nicola Guadagni — *Cronaca dei fatti veronesi dal 1669 al 1710.* (Fu pubblicata nell'*Archivio Storico veronese*, 1880).

*Raccolta storica, cronologica di tutti gli avvenimenti, sì politici che particolari, accaduti dalla venuta de' Galli in Italia, nell'anno 1796, quoadusque* compilata dall'Oste delle 3 Corone sig. Valentino Alberti. — Mss. (Pubblicata nell'*Archivio Storico veronese*, vol. 1, 2, 3). La cronaca va dal 1796 al 1834: ed è divisa in 12 libri. È il ms. n. 950 della Biblioteca Comunale di Verona.

*Fatti memorabili di Verona, 1814-1822*, di anonimo, *Archivio storico veronese*, vol. v e vi).

*Notiziario cronologico veronese.* Fu pubblicato nell'*Archivio storico veronese*, vol. xvii, giugno 1883.

Secondo l'editore è opera di 3 cronisti, dei quali il più vecchio non andrebbe al di là della seconda metà del secolo xvii.

*Cronaca di* Michele *e* Cesare Mona *(1553-159.....).* V. *Archivio storico veronese*, vol. xvii, maggio 1883.

*Supplica di D.* Alessandro Radice *sopra la regolatione dell'Adige, con le contraditioni della Magnifica Città di Verona. Et altri atti seguiti in questo proposito.* In Verona per Bartolamio Merlo (1623).

Maffei Scipione. — *Ragionamento sopra la regolazione dell'Adige.*

È nelle Rime e Prose a pag. 34 (Venezia, 1719).

*Scrittura intorno ai modi di liberare la città di Verona dalle inondazioni, presentata alla Pub. Accademia d'Agricoltura dal sig.* C. Zaccaria Betti, *segretario perpetuo della medesima.* Ms. n. 975 della Biblioteca Comunale di Verona.

*Discorso intorno al riparare dalle inondazioni dell'Adige la città di Verona,* di Anton Mario Lorgna. Verona, Moroni, 1768.

*Memorie di Idraulica pratica,* dell'ing. Pietro Paleocapa. Venezia, E. Antonelli, 1859.

*Memoria storico-critica dell'inondazione di Legnago del 1868*, di Stefano De Rorai. Legnago, Bardellini, p. 32, in-8°.

*Cronaca idrografica della bassa vallata padana, illustrata da* Fr. Bocchi (*Archivio veneto*, vi e vii, 1873-74).

A. ing. Zanella — *Osservazioni intorno ai tagli d'Adige in Tirolo*. Verona, 1877.

*Regno d'Italia, Ministero dei Lavori Pubblici — Cenni monografici sui singoli servizi*, v, *Fiumi*. Roma, Botta, 1878.
Pubblicazione inviata all'Esposizione universale di Parigi nel 1878.

A. Betocchi — *Del fiume Tevere*. Roma, 1878.

Prof. G. Dal Sie — *Determinazioni fisico-chimiche eseguite sull'acqua dell'Adige dal 24 novembre al 31 dicembre 1877 e dal 1° gennaio al 23 novembre 1878*. Verona, Franchini, 1879.

E. Paladini — *L'idrotecnica e le questioni relative all'Esposizione di Milano del 1881*. Milano, 1881.

*Regno d'Italia, Ministero dei Lavori pubblici — Cenni monografici sui singoli servizi per gli anni 1878, 1879 e 1880*, compilati in occasione della Esposizione Nazionale di Milano dell'anno 1881, a complemento delle monografie pubblicate per l'Esposizione universale di Parigi nel 1878. Roma, Botta, 1881.

*Ricordo contro l'escrescenze et inondatione dell'Adige a prò della città di Verona et sue campagne*. Verona, Franchini, 1881.
Il *Ricordo* è di Teodoro Da Monte e fu scritto intorno al 1600.

*Le inondazioni dell'Adige in Verona, con appendice di incendi, pestilenze, terremoti, locuste, carestie e geli*, pel sac. Pighi Antonio. Verona, Merlo, 1882.

*Provvedimenti presi dal Consiglio di Verona in occasione della piena del 1757*. Estratto dall'*Archivio veneto*, xxiv (1882). La memoria è di Carlo Cipolla ed ha la data del 22 ottobre 1882.

*Cronaca delle principali inondazioni d'Adige avvenute specialmente nel Veronese*. (V. *Almanacco Prov. veronese* per l'anno 1883). Verona, Apollonio, 1882. È del D.r Francesco Zambelli.

*L'Adige e la sua rotta (17 settembre 1882) ad Angiari-Legnago. Notizie raccolte da* F. Bocchi. Venezia, 1883.

*La piena d'Adige in Verona del 1776. Documenti raccolti da* Giuseppe Biadego. Verona, Franchini, 1883.

Relazione sui progetti presentati nel 1882 al Municipio di Verona per la sistemazione d'Adige, stesa del prof. D. Turazza. Verona, Franchini, 1883.

E. Nicolis — *Idrografia sotterranea nell'alta pianura veronese.* Verona, Civelli, 1884.

C. Negri — *Analisi dell' acqua del Basso Acquar e d'altre che si trovano in relazione con essa.* Verona, Civelli, 1884.

*Regno d'Italia, Ministero dei Lavori Pubblici — Cenni monografici sui singoli servizi per gli anni 1881, 1882 e 1883,* compilati in occasione della Esposizione Nazionale di Torino dell'anno 1884, a complemento delle monografie pubblicate per l'Esposizione universale di Parigi nel 1878 e per l'Esposizione Nazionale di Milano nel 1881. Roma, Botta, 1884.

*Resoconto della Commissione municipale di beneficenza agli inondati veronesi nell'anno 1882.* Verona, Franchini, 1885.

Dalla Torre — *Discorsi sopra i rimedii alle inondationi delle acque: all'Ill.mi Signori dell'Uffitio sopra la custodia delle acque di Verona.*

Ms. di 114 carte numerate in-4° con 47 fig. intercalate nel testo.

Il ms. porta in fine la data dei 27 marzo 1623, e si conserva nella Biblioteca Comunale di Verona.

PUV 0750295

r.g.e. C1699

# INDICE DEL VOLUME

Dedica . . . . . *Pag.* v
Elenco degli scritti dell'ingegnere A. Castigliano . . » XIII
Prefazione . . . . . » XVII

ERRATA-CORRIGE.

A pag. 131 alla quart'ultima riga deve leggersi:

« *Il diametro che corrisponde a 50 uomini, ammesso per maggior sicurezza* $f = 60$, *è*

$$d = \frac{2 \times 13740}{2 \times 30 \times 50} = 9{,}16 \text{ m.} »$$

Nota I. — Brano di Relazione dell'ingegnere Donatelli, da cui risultano le ragioni per le quali nel suo progetto di sistemazione del Tronco Urbano del fiume Adige ha assegnato all'alveo la larghezza normale di m. 91 . . . . . » 57

Nota II. — Collaudo ed osservazioni diverse . » 59

Dedica . . . . . *Pag.* v
Elenco degli scritti dell'ingegnere A. Castigliano . . » XIII
Prefazione . . . . . » XVII

## PARTE I.

*Ponti in ferro ad arco.* — MEMORIE TRE.

**Memoria I.** — Il Ponte ad arco sull'Adige a Verona (Ponte Umberto I) in una sola luce di m. 90, costrutto in sostituzione del caduto Ponte Nuovo . . . . . » 3

1. Cenni storici . . . . . » 5
2. Progetti di ricostruzione del Ponte . . . » 7
3. Esecuzione . . . . . » 14
4. Travata metallica . . . . . » 18
5. Calcoli di resistenza . . . . . » 23
6. Notizie diverse . . . . . » 45
7. Prove di resistenza . . . . . » 49

**Note.**

NOTA I. — Brano di Relazione dell'ingegnere Donatelli, da cui risultano le ragioni per le quali nel suo progetto di sistemazione del Tronco Urbano del fiume Adige ha assegnato all'alveo la larghezza normale di m. 91 . . . . . » 57

NOTA II. — Collaudo ed osservazioni diverse . » 59

**Memoria II.** — *Il* Ponte in ferro ad arco in una sola luce di m. 83, costrutto sul torrente Cellina a Montereale (Friuli) (Tavole VII e VIII) . . . . . *Pag.* 63

**Memoria III.** — Apparecchi scriventi per le prove delle travature metalliche (Tav. VI) . . . . . » 83

**Appendice alla Parte I.**

**Memoria IV.** — Ponti in arco di piccole luci . . » 89

## PARTE II.

*Di alcuni ponti in ferro con fondazioni di pali a vite; con una memoria su questo sistema di fondazioni.* — MEMORIE SETTE.

**Memoria I.** — Il Ponte in ferro a 5 luci sull'Adige a Verona, detto Ponte Aleardi (Tavole IX, X e XI).

Cenni generali . . . . . » 97
Descrizione generale del Ponte . . . . » 98
Particolari della travatura . . . . . » 99
Calcoli di resistenza . . . . . » 101
Fondazioni con pali a vite . . . . . » 112
Prospetti delle infissioni dei pali a vite . . . » 116
Avanzi del vecchio Ponte . . . . . » 132
Prezzi . . . . . » 132
Dati di peso e costo . . . . . » 133
Scandagli della sezione d'Adige in corrispondenza al Ponte e natura del fondo . . . . . » 133
Prove di resistenza e calcolo del valore di E . . » 134

**Note.**

NOTA I. — Processo verbale dei riconoscimenti sull'andamento dei pali delle stillate del Ponte caduto » 142

NOTA II. — Cenni sul caduto Ponte Aleardi . » 143

NOTA III. — A proposito delle prove di stabilità del nuovo Ponte . . . . . » 149

**Memoria II.** — Il Ponte in ferro in 11 luci sull'Adige a Zevio, con fondazioni di pali a vite (Ponte Perez) (Tavole XII-XIV).

Cenni generali . . . . . *Pag.* 153
Descrizione della travatura metallica . . . » 154
Fondazioni con pali a vite . . . . . » 155
Prospetti delle infissioni dei pali . . . . » 156
Considerazioni diverse sui pali a vite . . . » 171
Calcoli di resistenza . . . . . » 173
Possibilità del passaggio del tram a vapore . . » 175
Dati di peso e costo . . . . . » 175
Prove di resistenza e collaudo . . . . . » 177
Sezioni dell'Adige e terebrazioni del fondo . . » 177

**Memoria III.** — Pochi cenni sul Ponte in ferro a 3 luci, detto Ponte Garibaldi sull'Adige a Verona . . . . » 181

**Memoria IV.** — Ponte in ferro a 7 luci sull'Adige ad Albaredo.

Descrizione del ponte . . . . . » 185
Fondazioni con pali a vite . . . . . » 187
Scandagli e terebrazioni . . . . . » 187
Prove di resistenza . . . . . » 190

**Memoria V.** — Ponte in ferro a tre luci sull'Adige a Pescantina.

Cenni sul ponte . . . . . » 195
Fondazioni con pali a vite . . . . . » 196
Prove di resistenza . . . . . » 196

**Memoria VI.** — Ponte in ferro detto Ponte Molini sul Lago superiore di Mantova per la Ferrovia Mantova-Verona.

Descrizione del ponte . . . . . » 199
Fondazioni con pali a vite . . . . . » 200

**Memoria VII.** — (Appendice alla Parte II). — Cenni sul sistema di fondazioni con pali a vite (Tav. XXV).

Notizie sul metodo . . . . . » 205
Notizie speciali su ponti diversi fondati con pali a vite » 210
Pali a disco (a piatto) . . . . . » 215

## PARTE III.

*Ponti in muratura dell'epoca romana e medioevale, alcuni dei quali a grandi luci.* — MEMORIE CINQUE (Tav. XV-XX).

**Memoria I.** — Il Ponte Nuovo sull'Adige a Verona, distrutto dalla piena del 17 settembre 1882 (Tav. XV) . *Pag.* 219

**Memoria II.** — Il Ponte Romano, detto della Pietra, sull'Adige a Verona (Tav. XVI) . . . . . » 227

**Memoria III.** — Il Ponte detto delle Navi sull'Adige a Verona (scaligero) (Tav. XVII) . . . . . » 239

**Memoria IV.** — Del Ponte a 3 luci sull'Adige detto di Castelvecchio a Verona; con un'arcata di m. 48,70; aggiuntevi notizie su antichi ponti romani, e in particolare sul Ponte così detto Emilio (Tavole XVIII e XIX) . . . » 249

**Memoria V.** — Memorie sul Ponte di Trezzo sull'Adda in una sola arcata in cotto di m. 72,25 (Tav. XX) . . . » 277

### Note alla Parte III.

NOTE I, II, III, IV alle Memorie I, II, III e V » 281

NOTA V. — Documenti diversi . . . . » 285

NOTA VI. — Estratto dall'opera: *Verona e la sua provincia* . . . . . » 323

NOTA VII. — Brani del poemetto di Fr. Corna: *Le antiche cronache di Verona*, relativi ai ponti di Verona » 324

NOTE alla Memoria IV sul Ponte di Castelvecchio. » 326

# PARTE IV.

*Il fiume Adige e le sue piene. Notizie e documenti.* — (Tavole XXI a XXIII e XXV a XXVIII).

**Memoria I.** — Notizie sul fiume Adige e suo confronto con altri fiumi.


| | | |
|---|---|---|
| Notizie preliminari | *Pag.* | 335 |
| Influenti | | 335 |
| Portata | » | 336 |
| Piene e rotte | » | 336 |
| Confronto col fiume Po e Tevere | » | 337 |
| Stati del fiume nei diversi mesi | » | 338 |
| Idrometri | » | 339 |
| Materie sospese | » | 340 |
| Analisi dell'acqua dell'Adige | » | 342 |
| Tagli e lavori di sistemazione nel Tirolo e Trentino | » | 343 |
| Influenza del diboscamento sulle piene | » | 345 |


**Memoria II.** — Le piene del fiume Adige con speciale riguardo alle inondazioni a Verona.


| | | |
|---|---|---|
| Premesse | » | 349 |
| Cronologia e dati sulle piene | » | 349 |
| Indicazioni riassuntive e confronti | » | 413 |
| Conclusione e prospetto riassuntivo | » | 415 |
| Considerazioni finali | » | 417 |
| Notizie e dati sulle piene del fiume Adige nel Trentino | » | 421 |


**Memoria III.** — Speciali notizie e dati sulle piene del 1868 e 1882, con una cronologia delle piene d'Adige dal 1854 al 1882.


| | | |
|---|---|---|
| Profili longitudinali della piena del 1882 | » | 427 |
| Osservazioni sui profili | » | 434 |
| Fondamentale dei medesimi | » | 434 |
| Tagli prodotti dalla piena del 1882 | » | 435 |
| Notizie speciali sulla piena del 1882 | » | 437 |

Altre notizie sulla piena del 1882 . . . . *Pag.* 439
Notizie sulla piena del 1868 . . . . . » 440
Altre notizie sulle dette piene fornite dall'ingegnere Apollonio di Trento . . . . . » 441
Cronologia delle piene del fiume Adige dal 1854 al 1882 » 443

**Memoria IV.** — Sulla portata del fiume Adige e dati diversi.

Premesse . . . . . » 449
Portata di piena (a. 1829) secondo il Paleocapa . » 450
Portata di piena (a. 1882) secondo gli ingegneri Camis e Cavaleri . . . . . » 452
Calcolo della portata media estiva dell'ingegnere E. Storari . . . . . » 454
Dati del Ministero dei Lavori Pubblici . . . » 456
Ricerche sperimentali per la determinazione della portata di magra dell'ingegnere A. Zucchelli . . . » 456
Considerazioni sulla portata di piena e sulle conseguenze dei lavori di sistemazione in Tirolo e Trentino . » 472

**Memoria V.** — Considerazioni sulle sezioni trasversali del fiume Adige riportate nelle Tavole dell'*Album* (Tavole III, XXI, XXII, XXV).

Sezioni al Ponte Nuovo a Verona (Tav. III) . . » 477
Sezioni al Ponte Aleardi, ibid. (Tav. XXI) . . » 478
Sezioni al Ponte della Ferrovia a Verona (Tav. XXII) » 479
Sezioni al Ponte di Zevio (Tav. XXII) . . . » 480
Sezioni al Ponte di Albaredo (Tav. XXV) . . » 480
Terebrazioni a Legnago (Tav. XXV) . . . » 480

**Memoria VI.** — Sulla sistemazione del Tronco Urbano dell'Adige a Verona. Notizie e riflessioni.

Premesse e cenni storici . . . . . » 485
Progetto di sistemazione del Lorgna . . . » 486
Progetto di sistemazione del Betti . . . . » 487
Progetti presentati nel 1882 . . . . . » 488
Riflessioni diverse . . . . . » 488
Danni prodotti dall'inondazione . . . . » 490
Questione della permeabilità dell'alveo dell'Adige . » 491
Considerazioni finali . . . . . » 495

## Note alla Parte IV.

Nota I. — Di uno scritto di Teodoro Da Monte . *Pag.* 497

Nota II. — Danni prodotti dalla piena del 1882 . » 497

Nota III. — Elenco delle strade di Verona che furono inondate dalla piena del 1882 e quote relative . » 497

Nota IV. — Brani del cronista Alberti relativi ai Ponti Nuovo e Navi . . . . . » 510

Elenco delle fonti citate nel volume . . . . . » 513

adonni