



COMUNE DI
VERONA

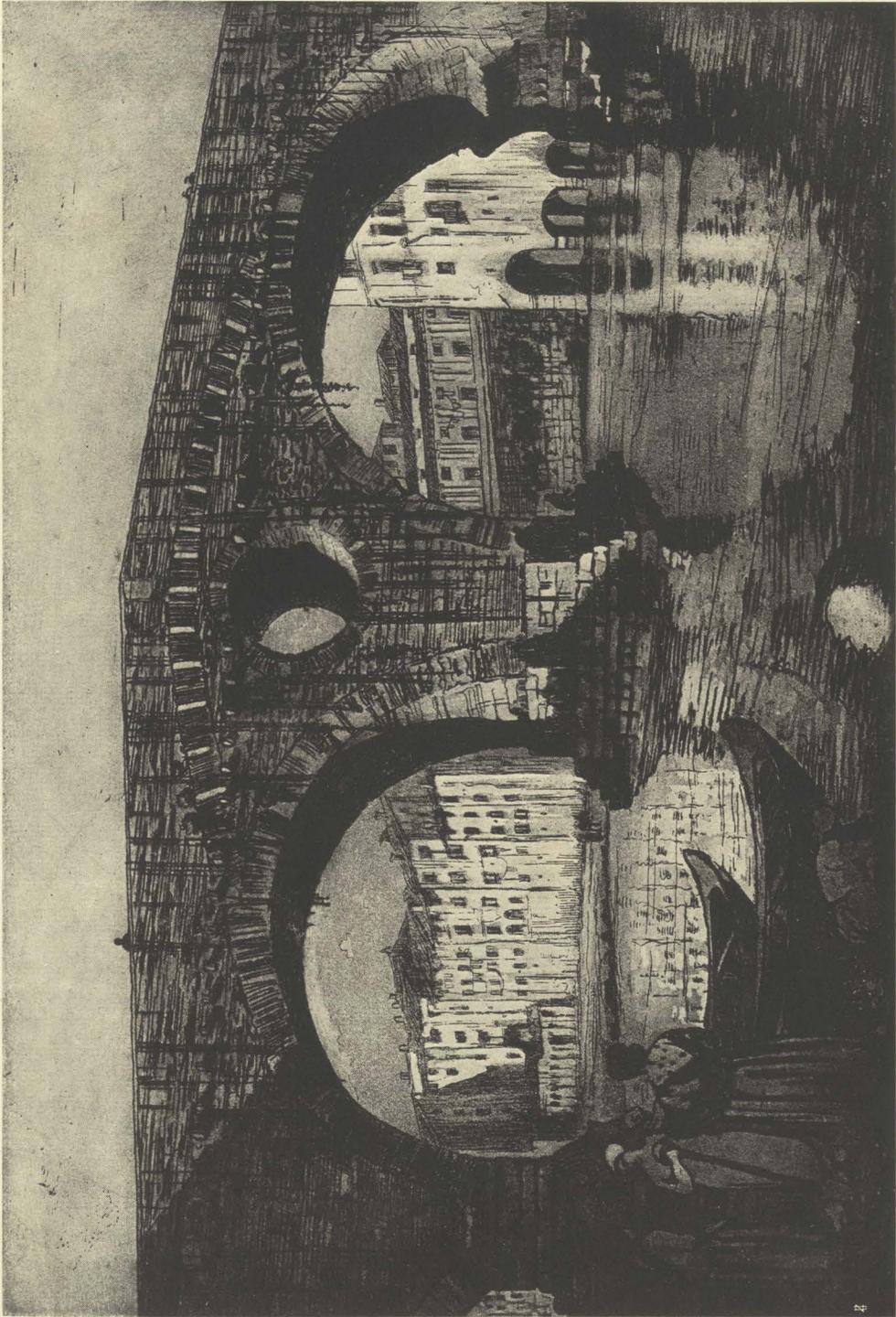
CONCORSO NAZIONALE
PER IL
PONTE DELLA VITTORIA

E. FAGIOLI

CONCORSO NAZIONALE

PER LA COSTRUZIONE DI UN
PONTE MONUMENTALE
SUL FIUME ADIGE

AD ESALTAZIONE DELLA VITTORIA ED A
RICORDO DEI CADUTI VERONESI
NELLA GRANDE GUERRA
1915 - 1918



IL PONTE DELLA PIETRA IN VERONA
(Acquatorte di E. Fagiuoli)

CONCORSO NAZIONALE

PER LA COSTRUZIONE DI UN

PONTE MONUMENTALE SUL FIUME ADIGE

AD ESALTAZIONE DELLA VITTORIA
ED A RICORDO DEI CADUTI VERONESI NELLA GRANDE GUERRA
1915 - 1918

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE GIUDICATRICE DEL CONCORSO

composta dai Signori:

Arch. Prof. Comm. GAETANO MORETTI, dell'Accademia di Brera
Ing. Prof. Comm. CAMILLO GUIDI, del Politecnico di Torino
Prof. Grand'Uff. CORRADO RICCI, Senatore del Regno e Presidente
dell'Istituto Archeologico di Roma

Illustrissimo Signor Sindaco di Verona

Presentiamo alla S. V. Ill.ma il nostro parere intorno ai progetti esposti nel concorso del Ponte Monumentale della Vittoria in Verona; parere che è frutto di accurato esame, di coscienza e di concordia delle nostre opinioni.

I progetti erano quaranta; e, naturalmente, di pregio disparato; alcuni abbastanza ragguardevoli tecnicamente, ma poveri dal lato estetico; altri invece artisticamente buoni ma tecnicamente infelici. Mentre poi, nei riguardi del bando non potevamo approvare progetti che non rispondessero all'alto scopo per cui il concorso era stato indetto, non potevamo d'altra parte ammettere progetti, scenograficamente esuberanti, i quali, oltre a non dare garanzia di sorta circa la somma stanziata per l'esecuzione, non si presentavano in armonia col luogo in cui il ponte deve sorgere; luogo che, a sua volta, fu da noi esaminato e trovato conveniente nei riguardi dell'arte, dell'edilizia, della viabilità.

Ci torna grato, ad ogni modo, dichiarare che, nel suo insieme il concorso si presentava bene. Il soggetto, vincolato a difficoltà esecutive e ad una città eminentemente monumentale, ha tenuto a dovere quasi tutti i concorrenti, sì che ben pochi si sono lasciati trascinare dalla sbrigliatezza di una incomposta fantasia.

Non è a ritenersi, però, che il soggetto fosse facile. Il largo e magnifico Adige è nella città, valicato da sei ponti. Quello da costruirsi si troverà tra il ponte Scaligero ed il ponte Garibaldi, cioè in una delle parti più aperte e luminose, tra sponde lievemente curve, sulle quali da un lato emergono gli amenissimi colli e dall'altro l'austera mole di Castelvecchio e, al disopra delle case e degli alberi, i Campanili di S. Lorenzo, di S. Eufemia, del Duomo, e la vetta della Torre dei Lambertini. È ovvio che nè sulla stesa dell'acqua nè in mezzo a tali orizzonti può esser consentito di elevare moli troppo alte e macchinose, a danno della visione complessiva, così del fiume come delle sue rive.

Ci siamo posti anche il problema dello stile più conveniente al ponte da costruirsi, problema che non avremmo affrontato per una città moderna e senza carattere. Verona è troppo bella e gloriosa per i suoi monumenti e per il suo aspetto totale, perchè si debba prescindere da quelli e da questo. Purtroppo anche in essa tentano di prender campo forme futili e discordanti, ma noi speriamo che i Veronesi così, a ragione, amatori della loro città, sapranno severamente eliminarle. Verona, come Venezia, come Siena, come Perugia, è prodotto meraviglioso ed armonioso di tutto un passato di concordia estetica e va rispettato in quello che esiste, e seguito in quello che è indispensabile erigere.

Verona è dunque, nelle parti più nobili, romana e medioevale. Gli stili del rinascimento, barocchi e dell'impero si sono svolti sui principi classici e cioè in armonia con la Verona romana. Anche l'arte romanica di alcune mirabili sue Chiese attinge del resto, da essa (come dice lo stesso suo nome) i criteri fondamentali, e solo l'arte cosiddetta gotica, dominante nel periodo Scaligero, ne esula completamente.

Ma l'arte romanica e l'arte gotica sono arti divenute storiche, ossia fuori dell'odierno sentimento. Cosicchè, mentre anche oggi le forze architettoniche classiche costituiscono il fondo della nostra architettura e del nostro gusto (sì che tornano accette a noi come cosa nostra) le forme medioevali invece ne sono fuori e non dovrebbero perciò essere più argomento di imitazione e di riproduzione, ma solo di studio. È per questo che nessuna ricostruzione gotica, anche se dapprima è apparsa bella, resiste al tempo. E si comprende. Mutando, con lo studio e col gusto, l'interpretazione di quello stile, se ne muta man mano anche l'ap-

prezzamento. Non si dimentichi infatti che le facciate del Duomo di Napoli e di Santa Croce in Firenze, le quali appena scoperte (1855 e 1863) parvero bellissime, oggi sembrano addirittura intollerabili.

Anche tali osservazioni, d'ordine storico ed estetico, ci furono guida del nostro giudizio.

Comunque, una prima serie di esami di carattere artistico ci condusse ad eliminare successivamente, con differenti gradazioni di merito, ventisei dei quaranta progetti e a trattenere, per un ulteriore esame, i quattordici seguenti:

- | | |
|----------------------------|---|
| N. 5 - PERSEVERANZA. | N. 22 - COSTRUIRE. |
| N. 6 - XXXI - XXXII. | N. 24 - ROMA. |
| N. 7 - MASTIN. | N. 27 - NEC DESCENDERE NEC MORARI. |
| N. 11 - ARDISCI E SPERA. | N. 30 - PACE E GLORIA. |
| N. 12 - PATRIA. | N. 36 - VITTORIO VENETO. |
| N. 14 - CAN GRANDE. | N. 37 - ENTRO VERONA BELLA INFATTO
CATO MORMORI E VAL. |
| N. 17 - LABORAVI FIDENTER. | |
| N. 38 - CAN GRANDE. | |

L'attenzione, a questo punto, s'intensificò, e, con cauto procedimento, condusse, prima a eliminare: N. 5 "Perseveranza", N. 6 "XXXI - XXXII", N. 14 "Can Grande", N. 30 "Pace e Gloria", poi ad escludere altri sette progetti sino a concentrare la scelta, a norma del bando, su tre, e precisamente su questi: N. 12 "Patria", N. 24 "Roma", N. 27 "Nec descendere nec morari".

Nel N. 12 PATRIA, vedemmo ben trovati e ben disposti i piloni i quali, ripartendo lo sviluppo del ponte in modo da facilitare l'opportuna collocazione dei ricordi storici, affermano anche (felicitemente casuale o sapientemente voluta) una assonanza con la movenza di linea che profila il Ponte Scaligero. E ci piacque pure l'impronta stilistica romana liberamente seguita in tutta l'opera, anche nei piloni d'entrata, ai quali però nuoce l'altezza eccessiva.

Nel N. 24 ROMA, trovammo notevole, oltre la linea indovinata degli archi, l'armonia e la semplicità dell'insieme, del quale risultano forse fin troppo modesti (non dimentichiamo che si tratta di un ponte monumentale) gli elementi decorativi.

Nel N. 27 NEC DESCENDERE NEC MORARI, (di cui fu pure presentata una variante della parte architettonica monumentale, variante accettata dalla Commissione) piacque il motivo corrispondente alle pile, sobrio ed elegante, che si presta bene, nella parte scultoria ad esprimere ricordi della guerra vittoriosa e artisticamente pratico nel felice

complemento dei balconi che sporgono sul fiume. Non meno apprezzabile parve, nella sua nobile semplicità e nel contenuto suo sviluppo, il tipo dei piloni di ingresso alle due testate. Le preoccupazioni, inoltre, e i propositi espressi nella relazione circa le garanzie che saranno da esigere per il felice risultato dei complementi scultorei, le riserve fatte a proposito del costo a cui potranno elevarsi alcuni elementi delle varianti e gli studi del piano regolatore delle adiacenze, specialmente per ciò che riguarda la via d'accesso al Ponte sulla riva destra del fiume fanno fede della serietà di questo progetto, il quale si armonizza in pieno con l'antico e cospicuo Ponte di Verona detto Ponte della Pietra, così singolare frutto ed accordo di vari tempi.

Un più lungo studio richiesero tali tre progetti dal lato tecnico.

Premettiamo che l'art. 4 del bando di concorso stabiliva che "come materiale in vista dovrà essere adottata unicamente la pietra di Verona, oppure mattoni".

Tale norma è stata tenuta in gran conto da noi, come quella che sanziona il proposito di esigere che il materiale in vista appaia realmente come il complemento logico e di per sè solido, di un organismo tutto o di pietra o di laterizio, anche se nella sua interna struttura al costruttore sia consentito giovare di altri sistemi costruttivi meno dispendiosi, ma esclude, all'opposto, il principio innaturale che codesta moderna struttura appaia puramente rivestita da pietre o da mattoni, i quali costituendo una semplice superficie di copertura vi si adagino a guisa di parato murario.

Ora torniamo ai progetti prescelti. Il N. 12 "Patria" si rivelò tosto, dei tre, il meno felice tecnicamente. In esso ciascuna delle arcate ad intradosso policentrico, risulta di una volta continua in cemento armato contenuta tra fronti in pietra di Verona. Sulla volta in cemento armato si erigono cinque speroni dello spessore di cm. 20 distanti fra loro m. 2.60, che si protraggono sulle pile e sulle spalle. Sopra i timpani frontali e sugli speroni longitudinali riposa un solaio in cemento armato che serve a sostegno del piano stradale, solaio formato con nervature trasversali poste alla distanza di m. 1.20 da asse ad asse, le quali sostengono una soletta continua; tipo di costruzione simile a quello del ponte del Risorgimento a Roma.

I calcoli di stabilità appaiono eseguiti molto affrettatamente; quelli relativi al solaio contengono errori numerici; le armature metalliche non sono razionalmente ideate, nè completamente studiate, e mentre da un lato si sono esagerati i carichi accidentali supponendo che *simultaneamente sulla stessa area insistano il compressore a vapore e una*

folla di gente, d'altra parte lo studio statico della volta è incompleto e condotto con metodo non accettabile, difetto questo tanto più grave in quanto si tratta di costruzione di notevole arditezza.

Il N. 24 "Roma" consiste di tre arcate notevolmente ribassate ad intradosso policentrico, per non ostacolare soverchiamente il deflusso delle acque. Le volte sono progettate in conglomerato di cemento, le fronti sono rivestite e decorate in pietra viva di S. Ambrogio.

I calcoli statici delle arcate e dei piedritti sono sviluppati esaurientemente con metodo rigoroso e moderno, e ne è stata verificata la esattezza. Il regime statico delle arcate, in grazia dell'adozione di volte di scarico sulle reni, tenuto pur conto delle sollecitazioni termiche, è molto buono, prescindendo anche dalle armature metalliche che il progettista ha voluto predisporre, in via di abbondanza, per provvedere ad eccezionali variazioni di temperatura. Buono è anche il regime statico delle spalle dovuto ai carichi e può prevedersi che non resterà sensibilmente alterato da variazioni termiche.

Men buono è il regime statico delle pile in conseguenza della ampiezza notevolmente maggiore attribuita all'arcata centrale, rispetto alle laterali, difetto notato dallo stesso concorrente nella sua relazione e che molto facilmente verrebbe eliminato riducendo di qualche poco la luce dell'arcata centrale, ed aumentando quella delle arcate laterali, ciò che il concorrente stesso dichiara che farebbe in un progetto di esecuzione.

Il preventivo in base al computo metrico eseguito dal concorrente, che peraltro non può essere rigorosamente verificato per insufficienza di dati, è attendibile.

A tutto ciò è da aggiungere che la soppressione delle ghiera attorno agli archivolti se conferisce in modo predominante alla semplicità, lascia alquanto dubbiosi sulla solidità strutturale del rivestimento marmoreo.

N. 27 "Nec descendere nec morari". Le arcate ad intradosso policentrico, hanno le fronti in pietra da taglio di Verona, mentre internamente, per le esigenze della modesta spesa preventivata, sono progettate in cemento armato. In chiave l'armatura della volta, è simmetrica; discendendo verso le imposte l'armatura superiore ed in parte anche l'inferiore aumentano e dall'estradosso della volta si sopraelevano delle nervature che sostengono l'armatura tesa la quale viene collegata, con staffe, all'armatura compressa. La sezione longitudinale della volta a partire da una certa distanza dal vertice e andando alle imposte presenta perciò la forma di un solettone rinforzato da sette nervature soprastanti.

Per la verifica della stabilità il progettista si è limitato a prendere in esame un'arcata laterale che ha ritenuto maggiormente cimentata perchè più depressa. Non ha esteso le sue indagini ai piedritti, spalle e pile, ed ha trascurato di considerare gli effetti delle sollecitazioni termiche. Inoltre ha supposto che funzioni come volta soltanto una parte centrale di m. 27.60, di luce misurata a l'intradosso, mentre le rimanenti parti, raccordate coi piedritti, sono state riguardate come integrali di questi ultimi. È poi da osservare che, d'accordo, veramente, con le vigenti prescrizioni regolamentari, le sollecitazioni esterne massime per le varie sezioni dell'anello di volta preso in esame sono state dedotte ammettendo la compartecipazione anche del conglomerato teso, compartecipazione che poi giustamente si è esclusa nella ricerca degli sforzi unitari massimi interni. Tuttavia, poichè nel caso specifico, secondo i calcoli del progettista risultava, specialmente in vicinanza delle imposte, grandemente ridotta la parte di sezione resistente a pressione, si è stimato conveniente rifare a nuovo il calcolo dell'arcata, tenendo un giusto conto nella riduzione suddetta. Dagli allegati nuovi calcoli sono risultati per le sezioni di imposta e per quella al vertice, che sono le più cimentate, sforzi unitari massimi per il conglomerato e per il ferro notevolmente superiori a quelli calcolati dal progettista. Quando si tenga conto anche di una variazione di temperatura di $\pm 15^\circ$ da quella di costruzione, il che non è eccessivo, i nuovi calcoli hanno dato per sforzo unitario massimo di compressione nel conglomerato, all'intradosso dell'imposta più cimentata, 64.1 kg/cmq. in luogo dei 35 trovati dal progettista. Al vertice il conglomeramento sopporta uno sforzo massimo di 48.8 kg/cmq. in luogo di 38.5 trovato dal progettista.

È poi anche da osservare che il progettista ha elevato il rapporto fra i moduli di elasticità del ferro e del conglomerato a 12, mentre il nostro regolamento prescrive 10; tuttavia, osservando che esiste sempre qualche discrepanza sulla valutazione di tale rapporto, e che il regolamento tedesco l'assume eguale a 15, non si è ritenuto di attribuire sovrachia importanza a tale parziale deroga dalle norme vigenti e si è mantenuto il valore nei nuovi calcoli.

Il regime statico delle spalle lascia anche a desiderare per il fatto che il centro di pressione sulla risega di fondazione quando si prescinda, come è prudente, dalla spinta del terreno retrostante, va molto fuori del nocciolo, provocando una discreta pressione al lembo verso terra, e, quel ch'è peggio, tensione al lembo verso acqua, il che, non ostante l'armatura indicata nel disegno non affida troppo per la buona conservazione della muratura.

Manca anche, come si è detto, lo studio statico delle pile, il loro equilibrio desta minore preoccupazione.

In sostanza, lo studio statico di questo ponte, con tutto che discretamente sviluppato con moderni metodi di calcolo, non può dirsi ancora del tutto soddisfacente. Vero è che il problema statico di quest'opera si presentava al progettista come uno dei più ardui, stante il piccolo franco disponibile, che lo obbligava a tenere le arcate oltremodo depresse. Ma con una più giudiziosa distribuzione del carico fisso si potrà ottenere un migliore regime statico evitando così di cimentare il conglomerato a sforzi che, pur potendosi tollerare con materiali sceltissimi e con una scrupolosa esecuzione, è sempre preferibile non provocare.

Riguardo alle modalità costruttive sarebbe stato conveniente attribuire maggiori dimensioni ai canali sottostanti ai marciapiedi per fare maggior posto alle condutture di diverso genere che occorrono nella vita moderna delle grandi città.

Sul preventivo, oltre ad errori di minore importanza, si fa notare una notevole deficienza nel computo metrico dell'armatura trasversale delle volte la quale, secondo il prezzo unitario indicato del progettista, corrisponderebbe ad un valore di circa lire 25.000; come pure nel computo della pietra viva a vista di S. Ambrogio si avverte un'altra deficienza corrispondente a circa lire 35.000.

Si fa inoltre notare l'esiguità della somma stanziata per le armature in legname.

Da tuttocciò risulta chiaro che dal lato tecnico anche i progetti prescelti non risultano finora pienamente conclusivi. Però non si deve dimenticare che, mentre, a tale riguardo, è sempre possibile raggiungere, con più accurate indagini, quella perfezione che deve garantire dal lato costruttivo, è chiaro che noi dovevamo tenere in sommo conto la bellezza del ponte in sè stessa e in armonia col nobilissimo ambiente.

Perciò, tutto considerato, crediamo di dover designare alla S. V. Ill.ma per i tre premi i sopraindicati progetti in questo ordine:

I° N. 27 - NEC DESCENDERE NEC MORARI.

II° N. 24 - ROMA.

III° N. 12 - PATRIA.

e per l'esecuzione il "Nec descendere nec morari", persuasi che, con opportune, facili modificazioni costruttive, quel ponte sarà degno ornamento della bellissima Verona, e degna celebrazione della Vittoria.

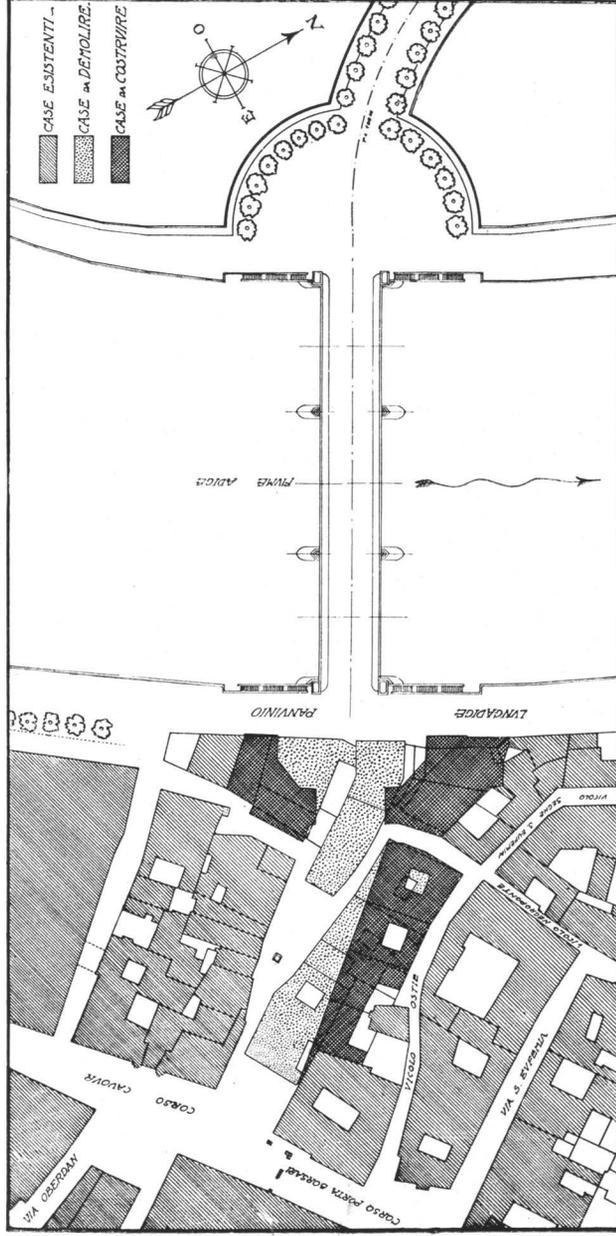
Con perfetto ossequio.

f. SEN. CORRADO RICCI

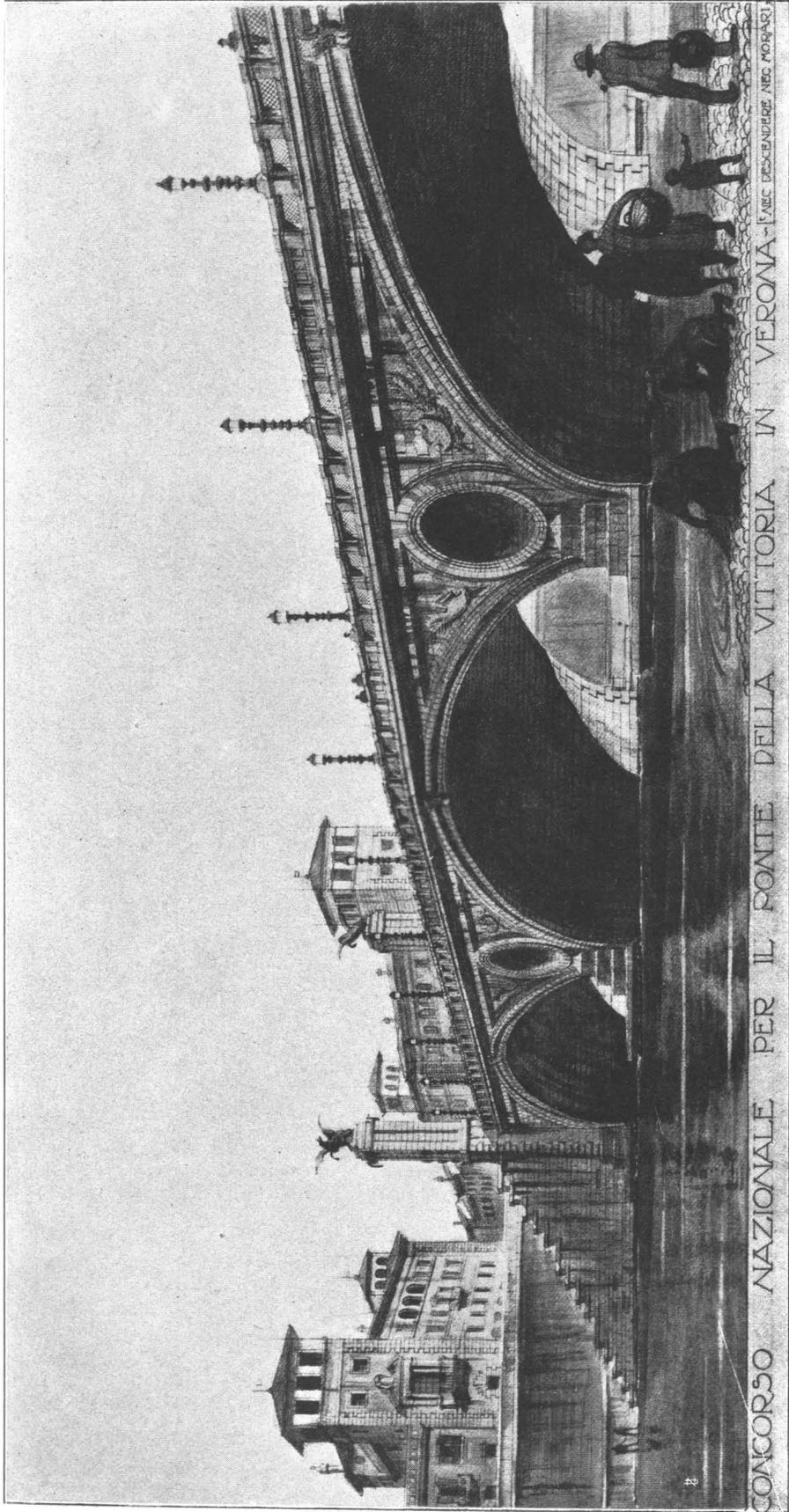
f. ING. CAMILLO GUIDI

f. ARCH. GAETANO MORETTI

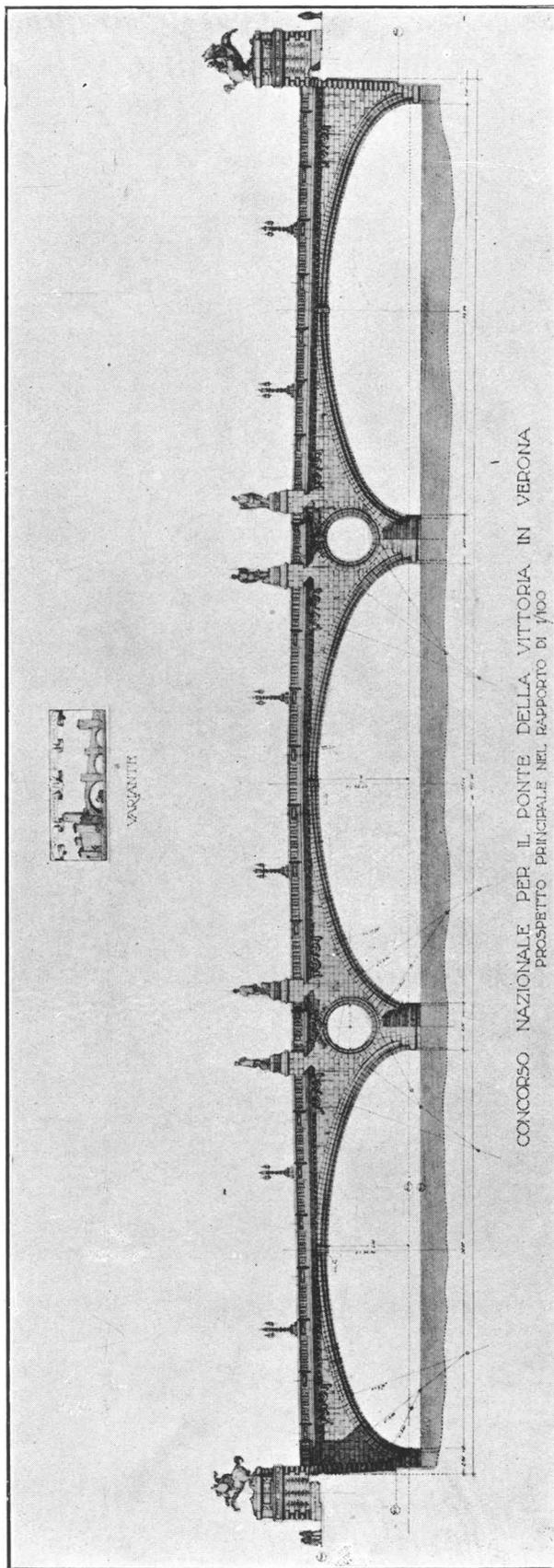
Roma, 28 giugno 1925.



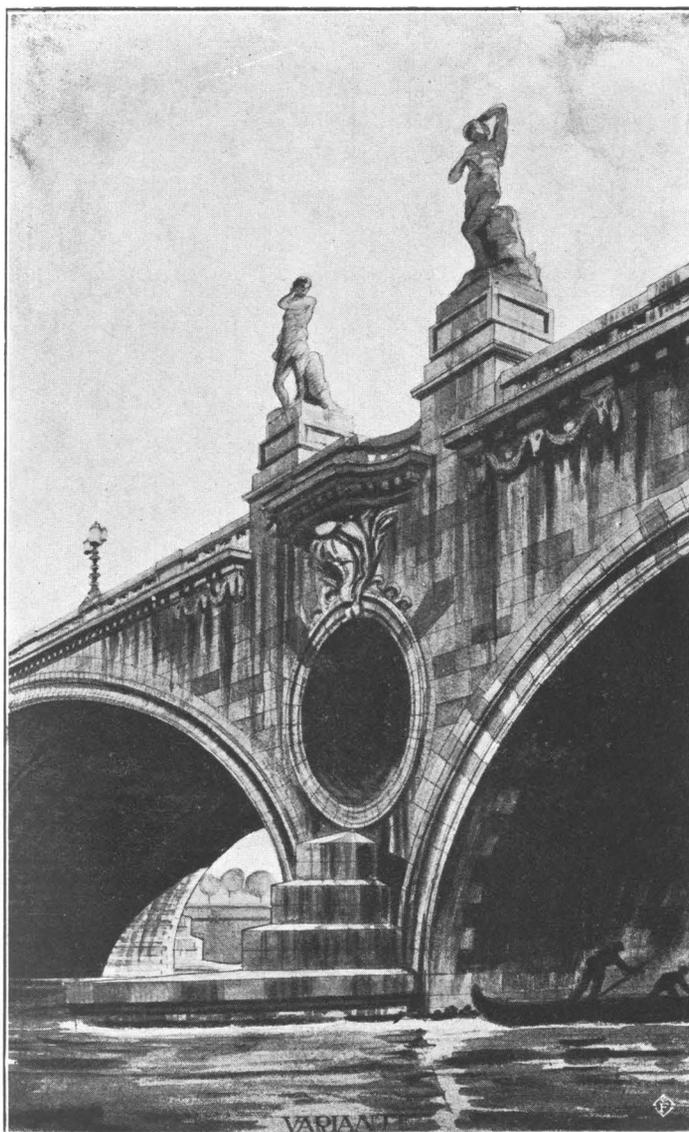
PLANIMETRIA GENERALE



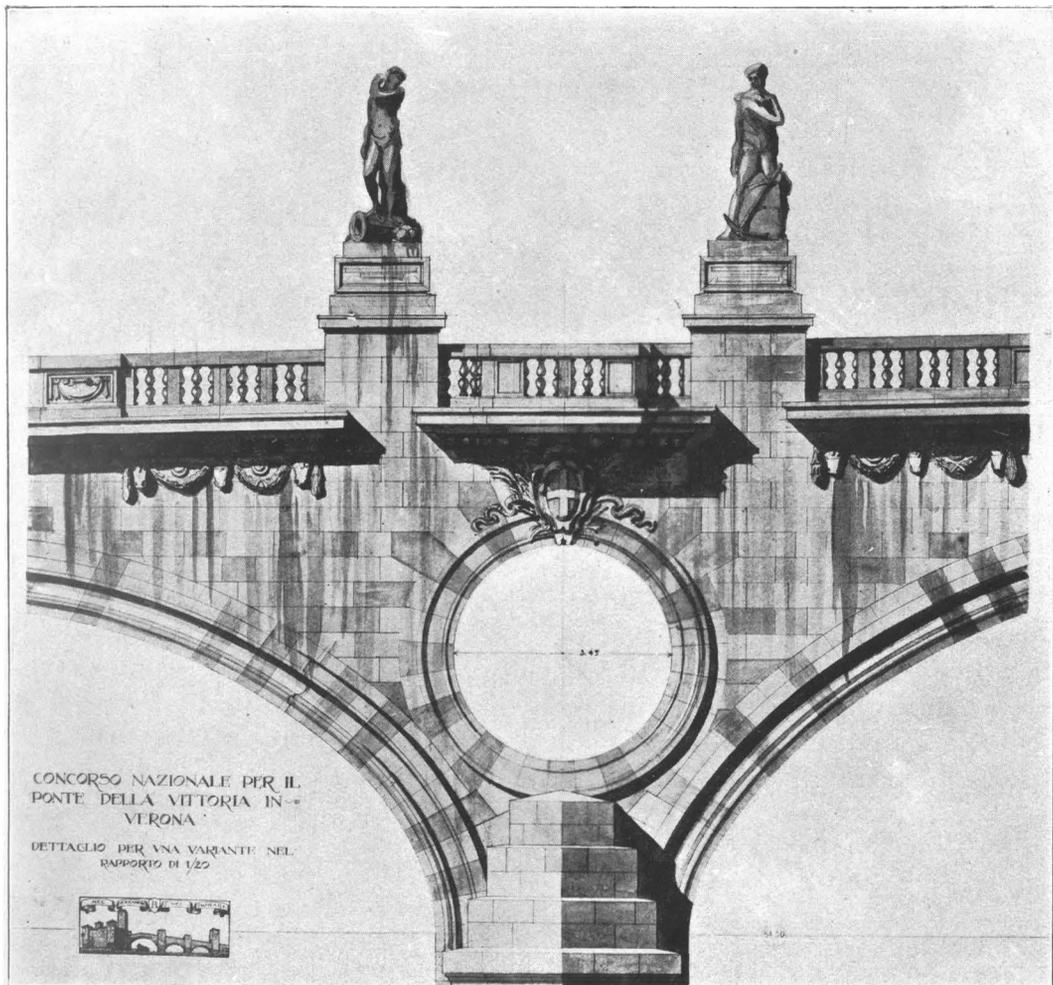
VEDUTA PROSPETTICA DEL PROGETTO VINCITORE DEL CONCORSO



PROSPETTO PRINCIPALE DEL PROGETTO VINCITORE DEL CONCORSO
(Arch. Ettore Fagiuoli - Ing. Ferruccio Cipriani)



DETTAGLIO PROSPETTICO DEL PROGETTO VINCITORE



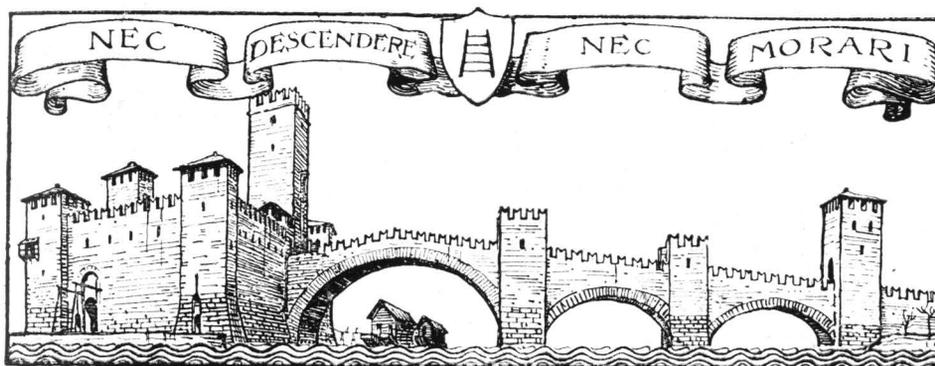
CONCORSO NAZIONALE PER IL
PONTE DELLA VITTORIA IN
VERONA
DETTAGLIO PER UNA VARIANTE NEL
RAPPORTO DI 1/20



DETTAGLIO DI UNA PILA DEL PROGETTO VINCITORE

RELAZIONE TECNICA

DEL PROGETTO PRIMO CLASSIFICATO SOTTO IL MOTTO:



PREMESSA

Il progetto che ha per motto: NEC DESCENDERE NEC MORARI, si ispira al concetto di ottenere mediante l'adozione di una severa linea architettonica (quale richiede la monumentalità del ponte stesso) il massimo rispetto alle condizioni statiche ed idrauliche dell'opera, congiunto a quanto può essere consigliabile ad un sano criterio di economia nelle strutture portanti. La più costante cura è stata portata nel fondere insieme questi vari aspetti ed esigenze della questione.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il problema è risolto mediante tre arcate ad intradosso policentrico della corda di metri 32 le due laterali e di metri 35 la centrale. L'arcata policentrica rialza notevolmente la massa di ingombro del ponte, avvantaggiando così la sezione liquida del passaggio.

Le arcate appoggiano su pile larghe quattro metri prolungantesi nei rostri a valle e a monte del ponte. Le arcate terminali appoggiano verso le rive sulle spalle sporgenti due metri. I rin fianchi del ponte presentano in corrispondenza di ognuna delle pile uno sforo circolare del diametro di metri 3,45 limitato da una struttura ad arco sviluppata su di un cerchio completo. Aggiungendo una linea severamente movimentata ed armonica al ponte, si provvede così, seguendo una pratica antica, ad alleggerire la struttura agli effetti del passaggio dell'acqua in piena.

La volta in pietra conca manifesta nelle divisioni per conci la funzione statica alla quale essa è destinata ed all'uopo i piani di divisione si prolungano nella visione architettonica nei rin fianchi del ponte, su questi corre la fascia sporgente e modanata sulla quale ha la sua base il parapetto del ponte.

Tale piano di posa del parapetto ha questa particolarità: all'accesso del ponte trovasi a 70 centimetri sopra il piano stradale che è alla quota 61,30: a metà del ponte il piano di posa del parapetto trovasi 20 centimetri più alto del piano stradale che trovasi alla quota 62,80.

Il piano stradale viene quindi ad avere un andamento più inclinato di quello della banchina superiore del ponte, ciò che, oltre un estetico movimento nell'ascesa del parapetto, consente di rialzare la quota di intradosso del ponte nelle arcate laterali con vantaggio per l'agilità del ponte e per il passaggio delle acque.

Il parapetto previsto in parte con riquadri pieni ed in parte con riquadri contenenti una maglia di ferro battuto, è variamente interpolato da fanali su piedestalli di bronzo. In una variante presentata del nostro progetto, il parapetto, invece, venne studiato con una lunga balaustrata variamente decorata di candelabri e gruppi statuari.

Questa è la linea generale del progetto; come accessori ad essa sono previsti quattro piloni di accesso al ponte sormontati da opportuni gruppi statuari che potrebbero essere, come indicati schematicamente sui tipi, una figura che rappresenti simbolicamente il combattente di un'arma o gruppo di armi che accompagna ed aiuta il librarsi del cavallo alato simboleggiante la Vittoria.

Sul pilone di accesso potrebbero trovar posto, col nome dei Caduti, i ricordi dei luoghi e tempi delle gloriose gesta, nonchè trofei e mensole per appendervi le corone.

BOZZETTO SCULTORIO

Noi presentiamo il bozzetto in un gruppo scultorio destinato a tali piloni di entrata allo scopo di dimostrare la possibilità risolutiva della statuaria.

Ma in riguardo al Monumento ed a questi motivi che abbiamo chiamato accessori, noi pensiamo che essi non sono legati in modo indissolubile al progetto e dovranno essere conformati ad esigenze varie anche ambientali, non ultime quelle del piano regolatore architettonico della zona circostante al Ponte.

CONCETTI INFORMATIVI

Vogliamo qui ricordare alcuni concetti che ci furono di guida nel nostro progetto.

Abbiamo voluto studiare accuratamente altre soluzioni del problema tenendo conto dello spirito e della nobile finalità del concorso.

L'art. 4 dice che come materiale in vista si dovrà adottare unicamente la pietra della Provincia di Verona oppure i mattoni. Riesce perciò evidente che

pur lasciando libero ai concorrenti per le parti interne l'adozione di qualunque struttura di cemento armato, esternamente la pietra od i mattoni dovranno avere una linea architettonica tale da poter reggersi senza l'aiuto di elementi sussidiari. In altre parole noi diciamo che se il nostro ponte fosse realmente costruito in sole pietre, potrebbe benissimo sostenere gli sforzi ai quali viene assoggettato. Se ciò non fosse la pietra rivestirebbe un'ossatura che per sè sarebbe inverosimile, falsa e contro ogni legge architettonica. Lo schema di tre arcate, di cui la mediana un po' maggiore, riesce costruttivamente la soluzione più soddisfacente al problema. Nei riguardi della corrispondenza statica delle strutture a pietra a vista la scelta di due o anche di una sola arcata che consenta 99 metri di luce netta non venne da noi prescelta perchè le necessità statiche portavano ad un limite tale l'impiego costruttivo della pietra da pregiudicare in definitiva la linea architettonica senza avvantaggiare l'area libera per il deflusso delle acque, senza contare l'entità delle opere di irrobustimento anche delle spalle.

LIMITE FINANZIARIO

Un altro grave vincolo del programma di concorso è il limite massimo della spesa fissato (art. 5 del bando) nella cifra di L. 2.000.000 (escluse le fondazioni). I progettisti hanno dovuto adottare come criterio generale la massima semplicità non disgiunta da una linea nobile e decorativa.

Ci siamo ispirati ad una architettura classica rispettosa delle nostre sane tradizioni italiane. Ed il preventivo rigidamente controllato dalla nostra esperienza costruttiva ne è seria garanzia.

VARIANTE DEL PROGETTO

Presentiamo inoltre una variante al progetto la quale conservando interamente la linea architettonica generale del progetto fa espandere, in corrispondenza delle pile, la massa dei rin fianchi fino a farli salire sopra il piano del ponte a sostenere due gruppi statuari tra i quali un balcone sporgente si protende verso il fiume.

In questa variante i gruppi equestri di accesso al ponte vennero collocati su piedestalli più bassi.

I gruppi equestri e le statue potrebbero rappresentare rispettivamente le varie armi combattenti.

SOLUZIONE STATICA E DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

La soluzione statica dell'arcata in pietra è stata risolta mediante l'adozione dell'arco policentrico del quale abbiamo parlato. Attuando con opportuni alleggerimenti il centramento massimo della pressione lungo l'asse della volta mediante bruschi aumenti del carico permanente in corrispondenza dei cambia-

menti di raggio, si verifica nell'arco in pietra la necessaria condizione che nella volta non si sviluppino sforzi di tensione.

Si va incontro tuttavia a dimensioni notevoli dell'arco in pietra. Gli è per questo che mentre la forma del ponte non esclude che tutta la volta possa essere fatta in pietra, abbiamo pensato ad una soluzione che rispetta la monumentalità del ponte e consente nel contempo di economizzare sulla volta portante di pietra una somma importante, nell'intento quindi di poter, per una determinata spesa, avere disponibile la massima somma da dedicarsi a tutto ciò che conferisce maggior decoro alla monumentalità del ponte.

Ecco perchè abbiamo pensato che a partire da una generatrice della volta ad una quota 57,15, tale da non essere scorta altro che da osservatori posti sotto al piano delle strade d'intorno, potesse l'opera in pietra essere sostituita vantaggiosamente da struttura pure ad arco, ma in cemento armato opportunamente predisposta a graniglia e battuta a martellina; modo di lavorazione che consentirebbe quasi, si può dire, di essere visto nei luoghi poco importanti ma che noi limitiamo comunque proprio ai posti non visti. La volta in cemento armato è completa su tutto l'intradosso senza nessun risalto e fa filo con la corrispondente arcata in pietra a vista che compare sui fianchi. La generatrice dalla quale comincia a comparire la graniglia è alla quota 57,15.

Il collegamento dell'arcata in pietra all'opera in cemento armato è assicurato rigidamente presso le imposte mentre è assicurato elasticamente alla sommità dell'arcata dove, in ultima analisi, l'opera in pietra si riduce a muro di sostegno di poca massicciata stradale.

Questa libertà di movimento è consigliabile per soccorrere ai cedimenti elastici della volta in cemento armato per effetto dei carichi mobili.

Rimandando a maggiori particolari della descrizione diremo che la volta è stata studiata nell'intendimento: di eliminare spese per sovrastrutture del ponte, colmando i rinfianchi della volta con materiale detritico ed a grossi elementi gettati alla rinfusa con sovrapposto l'apparecchio stradale.

La reazione di imposta e conseguentemente il poligono delle pressioni che ne derivano, indicano le tensioni che si sviluppano all'estradosso della volta ed alle quali si provvede con armature metalliche portate fuori dalla volta su costoloni gettati insieme con la volta stessa, sui quali le sbarre degli sforzi taglienti passano per raggiungere una leggera armatura di intradosso. La fisionomia generale della volta è dunque in chiave un'arcata di 70 centimetri di spessore simmetricamente armata.

Discendendo verso le imposte, dalla massa della volta si staccano dei costoloni che portano l'armatura tesa (sempre più importante) che raggiungono all'imposta metri 1,80 dall'intradosso di rialzo, ossia metri 0,80 sull'estradosso della volta. La posizione della risultante della reazione di imposta viene così anche condotta ad avere un andamento molto inclinato con il risultato di diminuire la importanza delle spalle del ponte e di assicurare il centramento della risultante delle pile in corrispondenza degli sforzi confermando la funzione statica che si manifesta nella massiccia opera vista.

Il sistema costruttivo si presta ad applicare con grande facilità diverse distribuzioni dei carichi permanenti, se queste si renderanno necessarie conseguentemente ad uno studio di dettaglio all'atto esecutivo.

STUDIO PLANIMETRICO E SISTEMAZIONE EDILIZIA

Abbiamo studiato, con documenti catastali e con rilievi fatti sul terreno, la sistemazione planimetrica riguardante la località su cui dovrà sorgere il ponte.

Il nostro studio è preciso ed esauriente e tale da potersi attuare immediatamente.

Al posto delle case demolite si sostituiscono sei nuovi lotti di futuri edifici che potrebbero essere dal Comune di Verona venduti con notevole profitto compensando la spesa delle espropriazioni.

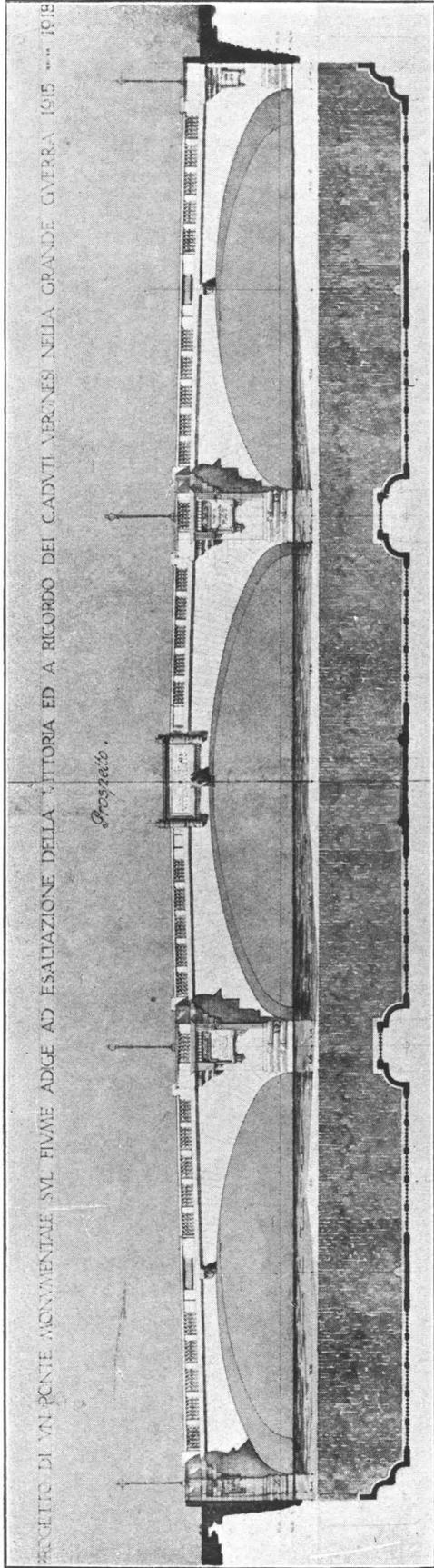
Nella variante alla planimetria abbiamo adottato un criterio di maggiore grandiosità includendo nelle demolizioni la casa Baietta per ottenere un piazzale più vasto. Il quadro prospettico che noi presentiamo comprende una visione di ciò che, a nostro avviso, potrebbe essere la sistemazione edilizia dell'ambiente circostante.

Le case del nuovo piazzale costituiscono con la loro linea decorativa un utile complemento architettonico del ponte stesso.

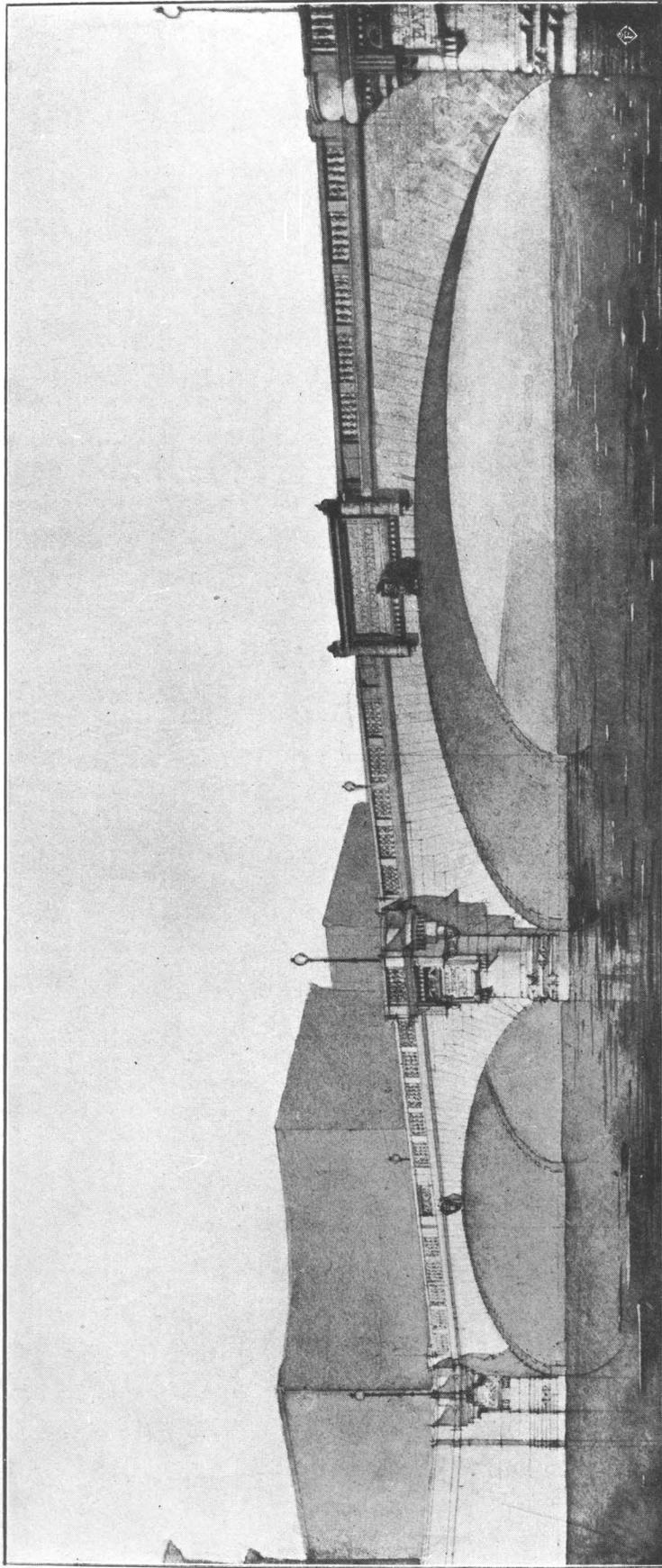
E con ciò confidiamo d'aver esaurientemente risolto tutti gli aspetti della questione.

Verona, 30 dicembre 1924.

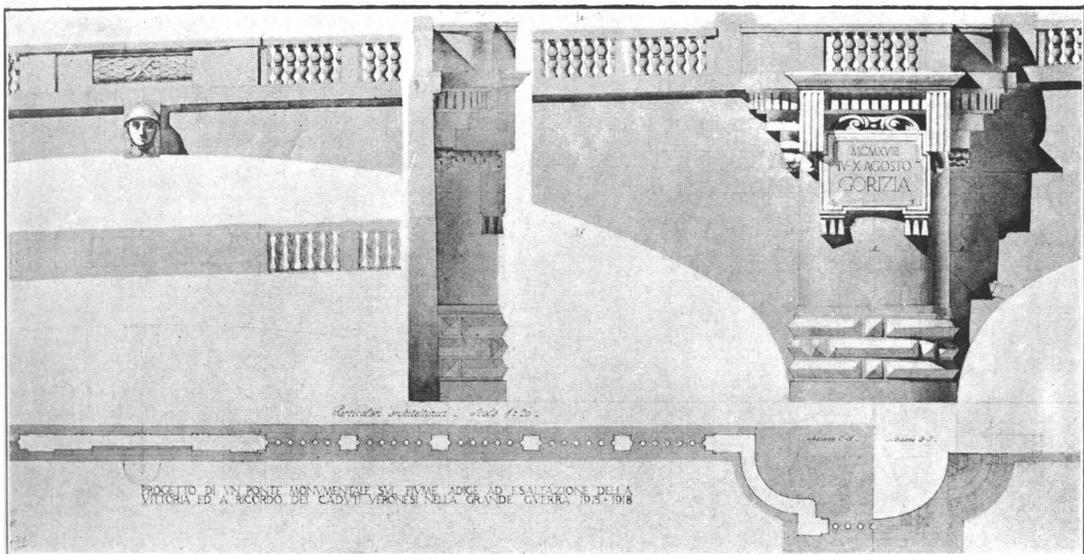
“ NEC DESCENDERE NEC MORARI ,



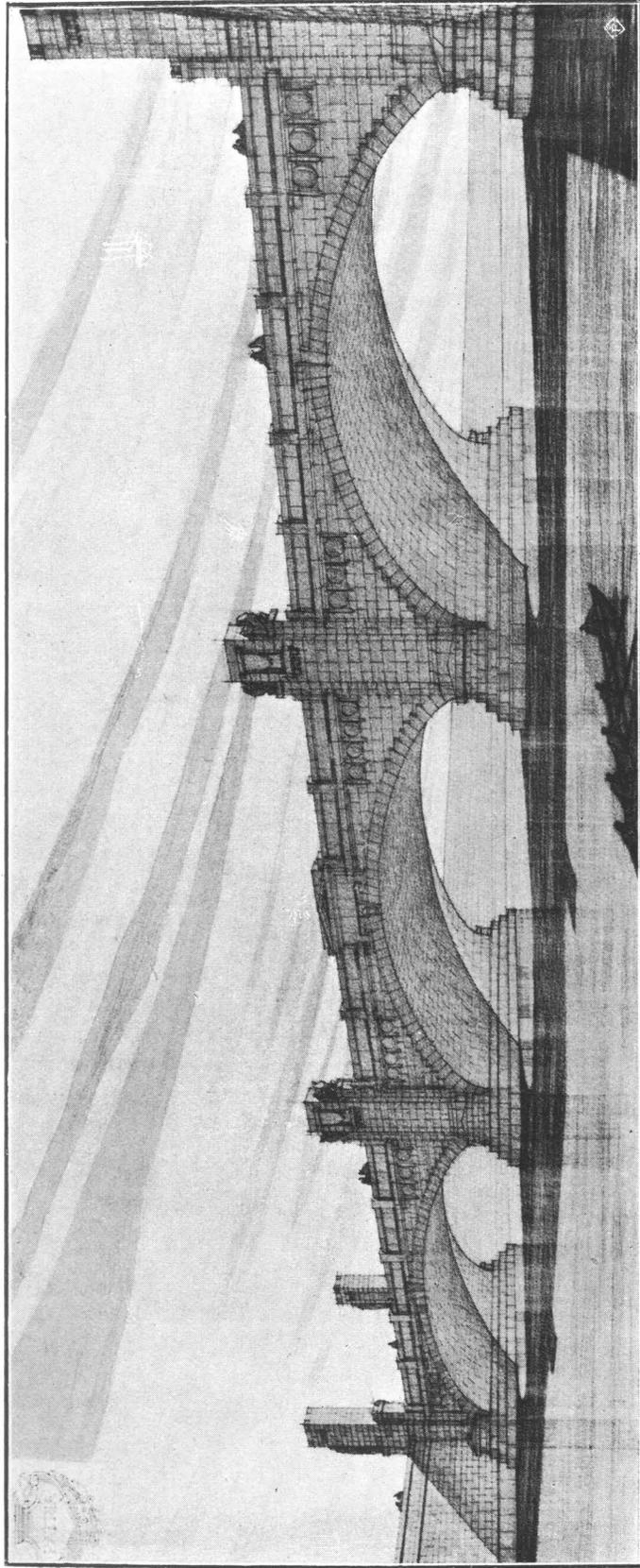
PROSPETTO PRINCIPALE DEL PROGETTO CLASSIFICATO SECONDO
(Arch. Annibale Rigotti - Ing. Luigi Croce)



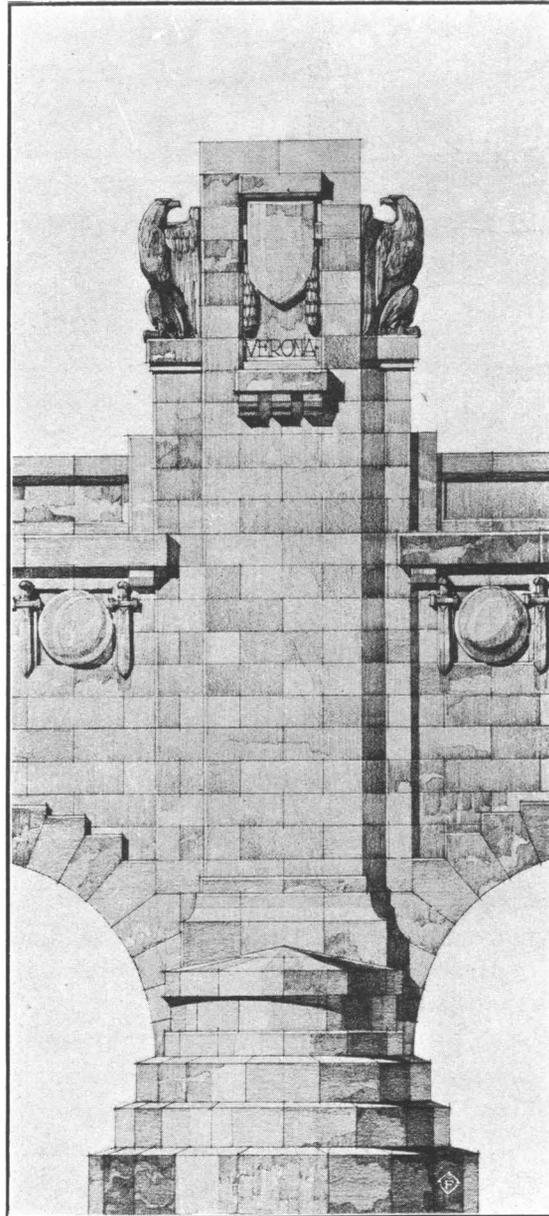
VEDUTA PROSPETTICA DEL PROGETTO CLASSIFICATO SECONDO



DETTAGLIO DEL PROGETTO CLASSIFICATO SECONDO



VEDUTA PROSPETTICA DEL PROGETTO CLASSIFICATO TERZO
(Arch. Cesare Bazzani • Ingr. Augusto Bazzani)



DETTAGLIO DEL PROGETTO CLASSIFICATO TERZO

APPENDICE

Per il progetto del motto "NEC DESCENDERE NEC MORARI", poichè esso, secondo i voti della Commissione, è destinato ad avere effettiva esecuzione, crediamo opportuno fornire maggiori dilucidazioni di quelle necessariamente meno diffuse presentate in sede di Concorso :

Le osservazioni dell'eccellentissima Commissione nei riguardi del calcolo riconoscono la possibilità costruttiva della struttura così come è stata ideata pur riscontrando alcune lacune nella determinazione degli sforzi dovuti alle dilatazioni termiche e nel calcolo delle spalle.

L'enunciazione di quanto sopra ci ha fatto riconoscere l'opportunità di sviluppare il calcolo delle dilatazioni termiche che nei computi iniziali erano state solo compiute sotto forma di verifica per riscontrare che aggiunte ai carichi normali principali (accidentale e peso proprio) non superassero il limite consentito alle sollecitazioni massime.

Interessante si presenta chiarire questi punti in quanto che le sollecitazioni dovute ai carichi permanenti e accidentali sono all'imposta di 35 Kg. al cmq. nei calcoli eseguiti da noi e 44,50 nei calcoli eseguiti dalla Spett. Commissione, mentre per la sezione in chiave noi abbiamo calcolato 38 Kg. in luogo di 33,3, calcolati mediante la più rigorosa determinazione eseguita dalla Ill.ma Commissione escludendo nel calcolo dei pesi elastici la zona a tensione.

Sul calcolo delle variazioni termiche devono precedere alcune considerazioni attinenti all'indole della struttura. In generale la considerazione che il calcolo degli effetti delle dilatazioni termiche conduca ad una valutazione degli sforzi superiore alla reale è assai diffusa. Vi è la tendenza ad estendere con ulteriori indagini le ricerche sulla loro natura e sui fenomeni secondari che l'accompagnano.

Alcune considerazioni riguardano le conseguenze delle variazioni di temperatura nello spessore della volta per effetto della distribuzione di essa nei vari punti dell'arcata.

All'imposta le condizioni più sfavorevoli si hanno per la minima temperatura. Ma la differenza delle temperature dall'intradosso ai punti interni della massa della volta, tende a migliorare le condizioni previste dal calcolo in quanto che essendo la temperatura esterna sempre minore dell'interna, le deformazioni delle fibre rispettive tendono a portare la compressione all'estradosso. Analoghe ed esattamente inverse deduzioni si possono fare per la sezione in chiave.

La considerazione di tale fenomeno trattata dal Guidi per le dighe di ritenuta d'acqua (considerazione che tiene conto in fondo del valore delle oscillazioni termiche a seconda degli spessori della volta) può essere richiamata in quanto che nel nostro caso noi ci troviamo in condizioni analoghe avendo spessori compatti e relativa-

mente importanti ed essendo l'arcata (estradosso) protetta da ripieno di terra in tutta la sua estensione, ripieno che mantiene l'estradosso al riparo dalle oscillazioni termiche. Se accettassimo la limitazione che in base a tali considerazioni ne dà l'Empergher per spessori intorno a 100 cm. e adottata nel calcolo di moltissimi ponti nei quali non si hanno condizioni così favorevoli come questo, dovremmo calcolare una differenza di temperatura da più 17° a -7°.

Anche limitandosi a ciò (il che non parrebbe eccessivo) le sollecitazioni dovute alle oscillazioni termiche, diverrebbero :

$$H t = \frac{E \alpha l}{I x} \times \Delta t = \frac{1.800.000 \times 0,000012 \times 28 \times 7 \times 10^4}{181} = T. 23$$

La sollecitazione massima all'intradosso della sezione d'imposta diviene :

$$\sigma_t = \frac{H t h m v i}{I} = \frac{23,000 \times 2,21 \times 50}{28,300,000} = 9,04 \text{ Kg. cmq.}$$

e la sollecitazione totale massima nel lembo di intradosso diviene :

$$\sigma_c = 44,5 + 9,04 = 53,54$$

Con analoghe deduzioni si ricava la massima sollecitazione della Sezione in chiave calcolando una oscillazione termica di -7°. Ad essa corrisponde una spinta di tonn. 23 ed una sollecitazione massima nella fibra di estradosso in chiave di Kg. 7,13 al cmq. che aggiunti ai 33,40 kgcmq. calcolati per la sollecitazione normale danno una sollecitazione totale di Kg. 40,53 sollecitazioni queste accettabili dato che esse sono comprensive di tutti i carichi.

Non sarà fuori di luogo ricordare, a questo proposito, che i regolamenti prescrivono coefficienti diversi a seconda che nel calcolo delle sollecitazioni si tiene conto o meno delle dilatazioni termiche stabilendo, in generale, che debba essere aumentato di un terzo il carico di sicurezza (che è un quarto del carico di schiacciamento nel nuovo Regolamento Italiano maggio 1925) se si tien conto delle sollecitazioni termiche (regolamento del Württemberg) e di un mezzo se si tien conto della contrazioni del getto. Il regolamento prussiano stabilisce che debbano essere calcolati i ponti in base a sollecitazioni massime a compressione nel calcestruzzo di Kg. 60 al cmq. tenendo conto però della contrazione del getto. Ai riguardi di questa dobbiamo notare che potrà essere attenuata costruttivamente con provvedimenti, quali la chiusura dell'arco alla minima temperatura e l'adozione da noi stabilita dell'impasto relativamente magro quale ci è consentito dalla struttura massiccia della costruzione per buona parte dell'arcata, escludendone la sola imposta ove si hanno le massime sollecitazioni alla compressione ma dove anche la contrazione ha la minore importanza sulla spinta che da essa deriva.

Se seguissimo altri calcolatori di ponti che adottano per E il valore 1,500.000 e per α il valore 0,0000.1 (vedi Empergher) avremmo rispettivamente per le sollecitazioni massime i seguenti valori:

$$\begin{aligned} &\text{all'imposta } 50.8 \text{ Kg. cm.} \\ &\text{in chiave } 38.35 \text{ Kg. cm.} \end{aligned}$$

Un'altra considerazione abbiamo svolto in riguardo all'influenza della elasticità della spalla : La struttura prescelta è un'arcata solidale coi piedritti nei quali essa si prolunga continuandovi i ferri d'armatura e conservando in essi la caratteristica

di pila e spalle in cemento armato. Per il calcolo delle oscillazioni termiche abbiamo dovuto tener conto dei cedimenti elastici della spalla. La linea delle pressioni in essa ad ogni variare della spinta orizzontale compie un'escursione la quale dà luogo alle deformazioni elastiche della spalla, talchè la linea d'imposta pur essendo rigida per cedimenti anelastici, subisce degli spostamenti dovuti alle deformazioni elastiche del sistema.

Determinando mediante la costruzione dell'elisse dell'elasticità della spalla a partire dalla sezione dell'imposta e fino ad una quota posta al piano di fondazione e quindi determinando le rotazioni intorno all'antipolo (centro di rotazione) della retta d'azione (asse baricentrico elastico dell'arcata) ed i corrispondenti spostamenti abbiamo determinato l'influenza che ha tale deformazione elastica della spalla.

L'influenza di tale fenomeno così calcolato è nell'ordine del 5⁰/₁₀ e va a diminuire le corrispondenti sollecitazioni, dovute alle variazioni di temperatura. Assai maggior valore acquisterebbe tale influenza se fosse tenuto conto che anche nel terreno di fondazione avviene un'escursione (per quanto attenuata dalla larga piastra di fondazione, sottoposta alla spalla) della risultante delle pressioni finchè va a disperdersi in una grande massa dove gli effetti dell'escursione sono insensibili. La considerazione della elasticità della spalla non è che il riconoscimento di una realtà fisica esistente e della quale non è possibile non tener conto poichè essa ci rivela e ci accerta l'esistenza di sforzi che non potevano non altrimenti riconoscere.

Limitandoci dunque a considerare l'influenza anzidetta, le sollecitazioni massime si riducono rispettivamente :

All' imposta (intradosso) $53,54 - 0,54 = 53$ Kg. cmq.

Alla sezione in chiave (estradosso) $40,53 - 0,36 = 40,17$ Kg. cmq.

Questo per quanto riguarda l'arcata.

Relativamente alla spalla deve essere detto che la esatta definizione è possibile colla conoscenza del piano di fondazione, la struttura della spalla ripete identicamente quella dell'arcata, accogliendo il prolungamento dei costoloni de l'arcata stessa che vanno espandendosi fino a collegare rigidamente la piastra di fondazione. Limitandoci in via d'ipotesi a m. 9,20 sotto il piano stradale e supposto che esso corrisponda al piano della piastra di fondazione, la spalla risulta costituita da una sezione rettangolare (m. 5,50) munita di costoloni (m. 1,30). Il centro di pressione, supposta la ipotesi della spinta più sfavorevole per la spalla, risulta essere m. 1,47 del lembo a monte.

Supposto, come è nel progetto, che la spalla sia armata da 10 ferri del diametro 16 per metro di fuga della spalla, avremo l'asse neutro a m. 3,60 ed una sollecitazione a monte (di compressione) di Kg. 20 al cmq. nel calcestruzzo, ed una sollecitazione massima di tensione nel ferro di Kg. 100 al cmq. Sollecitazioni molto basse che dovrebbero essere trasmesse ed equilibrate dalla piastra di fondazione. Coll'allargamento dei costoloni e la loro inclinazione sarà facile riportare con un insensibile aumento di spesa la risultante nel 3° medio escludendo quindi gli sforzi di tensione, dovrà essere questo oggetto dell'indagine definitiva quando sia conosciuto l'esatto piano di fondazione.

Alcune considerazioni generali meritano di essere ricordate perchè per quanto non sieno di esatta valutazione pure possono avere la loro influenza per interpretare ulteriormente le risultanze del calcolo. Abbiamo, nel progettare l'arcata al Ponte della Vittoria, abbandonate dopo un attento confronto le strutture leggere ad archi

sovrapposti e impalcature del piano stradale. La scelta è andata a una struttura di indole pesante e massiccia: per ragioni di monumentalità, di franco rispetto all'acqua, di franco rispetto all'esigenza architettonica, di economia nella costruzione (specie nel ferro e nella costruzione delle spalle e nel risparmio dell'impalcatura stradale), di tranquillità per l'arcata tesa, costituente la parte centrale del ponte, specie per gli effetti dinamici, per ragioni di solidarietà piena e completa di tutte le parti dell'arcata, tanto per gli effetti del carico accidentali, che per gli effetti dinamici; tanto per i fattori del carico relativi agli sforzi verticali come per le azioni d'urto orizzontali assai probabili nelle piene del fiume.

La implicita obbligatorietà (data l'indole monumentale dell'opera) a non lasciare in vista costoloni di arcata, obbligava a costruire in ogni caso una maschera di intradosso della volta che avrebbe dovuto (solo per il peso proprio e per renderla non lesionabile nelle dilatazioni termiche e dinamiche) avere uno spessore importante.

Nella struttura ideata tale volta compie interamente la funzione statica portante. La possibilità di ridurre in chiave lo spessore ottenuto con preponderante importanza della spinta dovuta al peso proprio ed al riempimento in confronto di quella derivante dal carico accidentale, ha consentito di portare alla più alta quota l'intradosso in chiave (potrebbe essere anche ulteriormente alzata riducendo il riempimento guadagnando così il massimo spazio per passaggio dell'acqua) inoltre anche per queste ragioni del fattore secondario che vi rappresenta il carico accidentale, hanno poca importanza gli effetti dinamici dei carichi che per quanto non siano un elemento ben definito e neanche richiesto dal bando di concorso, pure è stato sempre presente nelle nostre considerazioni data la singolare agilità della parte centrale dell'arcata.

Il riempimento di terra presso l'imposta provoca una forte inclinazione in basso della risultante delle pressioni ottenendo di poter avere la risultante centrata nell'arcata anche quando per effetto del carico accidentale, la linea della reazione d'imposta si alza, ciò che ci consente di non invadere il campo degli sforzi che sono stati introdotti per conferire maggior snellezza alla linea architettonica del ponte ottenuta nella parte visibile dalla massiccia arcata in pietra. Ciò consente inoltre di ridurre notevolmente le dimensioni delle spalle, le quali risultano di minor dimensioni e di minor inerzia rendendo meno gravosi gli sforzi per le sollecitazioni termiche. È vero che esse sono di cemento armato ma esso può essere costruito economicamente date le sue dimensioni e la sua funzione statica può essere riconosciuta con più esattezza che una muratura. L'arcata nella parte principale (la parte centrale e sottile) non è soggetta a nessun sforzo di tensione e il carico è sempre centrato. Ciò ha consentito anche maggior economia del ferro che ha in molte zone funzione di riserva e di legamento.

La volta costituita da tale massiccia struttura è un tutto unico solidale con le pile e le spalle. Per queste ragioni l'influenza del carico accidentale che si ha in pratica è meno sentita poichè non vi è punto interessato dal carico che non comunichi la sua azione a tutta la volta colla quale ha un rigido collegamento. Anche l'azione che possono avere i galleggianti durante le piene del fiume, sarà quindi tanto meglio prevenuta da questo genere di costruzione.

OFFICINE GRAFICHE
A. MONDADORI
VERONA