

allegato n. <b>12.5.17</b>	titolo abbreviato: <b>SP EX SS N 415 - LOTTO 3</b>	
-------------------------------	-------------------------------------------------------	--

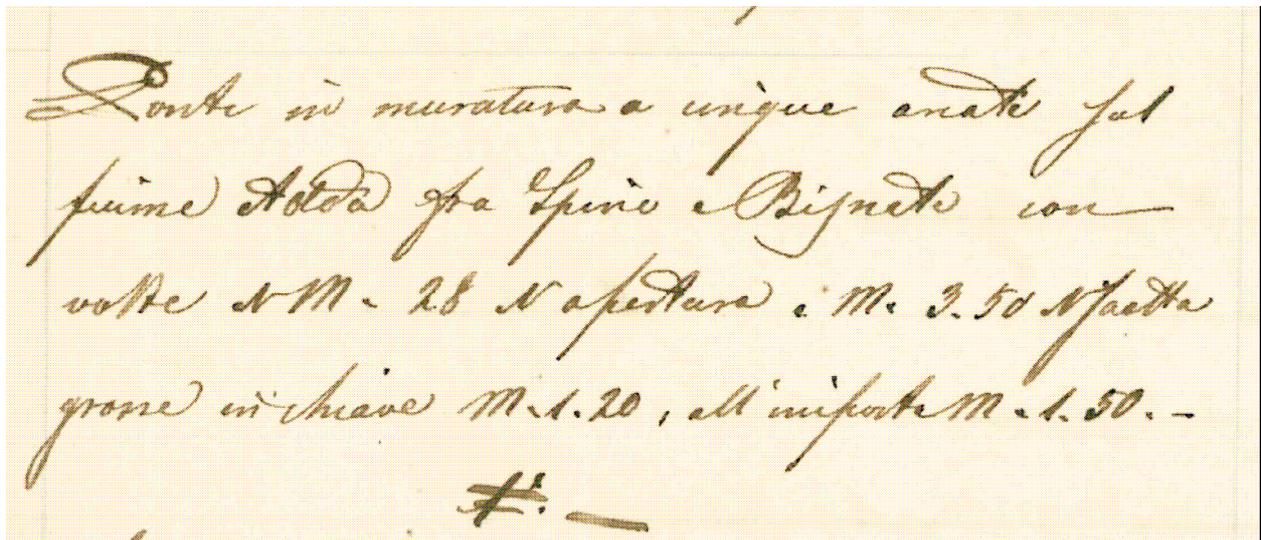


**PROVINCIA DI CREMONA**  
**SETTORE INFRASTRUTTURE STRADALI**

**S.P. ex S.S. n. 415 "PAULLESE"**  
**AMMODERNAMENTO TRATTO "CREMA-SPINO D'ADDA"**

**LOTTO N. 3 - "NUOVO PONTE SUL FIUME ADDA"**  
**LAVORI DI RADDOPPIO DEL PONTE SUL FIUME ADDA**  
**E DEI RELATIVI RACCORDI IN PROVINCIA DI CREMONA E LODI**

0	prima emissione		APRILE 2016
emissione	descrizione	disegnato	data emissione
livello: <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		codice CUP: <b>G41B03000270002</b>	
elaborato: <b>O.A. n. 2 - Ponte "Asburgico"</b> <b>Relazioni e disegni per il rinforzo</b> <b>Interventi di restauro</b> <b>Relazione tecnica e storica</b>		codice: <b>27.17</b>	
		allegato n.: <b>12.5.17</b>	scala:
IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL PROGETTISTA GENERALE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	data <b>27 MAG, 2016</b>
(Arch. Massimo Masotti) 	(Ing. Davide Pisana) 	(Ing. Roberto Vanzini) 	



Ponte in muratura a ungue anate sul  
fiume Adda fra Spino e Pignate con  
volte n. 28 n. aperture i. M. 3.50 n. faccia  
grone in chiave M. 1.20, all'imponte M. 1.50. -  
# -

*Estratto dal computo metrico estimativo del 21 ottobre 1883*

## PREMESSA

Il presente lavoro si inserisce nel lotto n. 3 del progetto di ammodernamento del tratto della S.P. ex S.S. n. 415 "Paullese" tra Crema e Spino d'Adda, in particolare nelle opere di consolidamento e restauro del ponte storico di Bisnate.

Per tutto quello che concerne gli interventi di consolidamento del ponte si rimanda alla relazione ed agli elaborati pertinenti le parti strutturali.

La presente relazione, insieme agli elaborati grafici, illustra l'intervento di restauro delle superfici del ponte e la messa in opera del nuovo parapetto.

Dopo la stesura di una prima bozza di progetto definitivo, realizzata nel mese di dicembre 2015, si sono successivamente incontrati i funzionari delle Soprintendenze di Milano e Brescia per presentare la parte di lavoro svolta e recepire eventuali suggerimenti per il proseguimento del progetto.

Nell'incontro che si è tenuto il 19 febbraio 2016 con l'Arch. Elena Rizzi, Responsabile del Segretariato Regionale per la Lombardia del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, alla presenza degli funzionari del Segretariato Regionale, Arch. Andrea Costa e Samanta Braga, e dell'Ing. Roberto Vanzini, Responsabile del Procedimento dell'intera opera, sono stati affrontati i principali temi del progetto, in particolare gli interventi di consolidamento strutturale, il progetto di restauro e l'inserimento di nuovi manufatti.

I funzionari hanno evidenziato alcuni rilievi rispetto al progetto di consolidamento e le relative osservazioni sono state recepite nella fase di completamento del progetto definitivo.

In merito al progetto di restauro, è stata recepita l'esigenza di realizzare un rilievo ad una scala maggiore di rappresentazione ed eseguita con strumenti fotogrammetrici, incaricando la ditta Geogrà S.r.l. di Sermide (MN) di effettuare i rilievi planimetrici delle piante e gli ortofotopiani dei prospetti del manufatto, il tutto per dare maggiore dettaglio agli elaborati grafici alla base del progetto di restauro delle superfici del ponte.

In data 3 marzo 2016 si è tenuto un incontro con il funzionario della Soprintendenza di Brescia, Arch. Diego Morato, per portare alla sua conoscenza il progetto in oggetto.

Le indicazioni che, principalmente, sono emerse dai due incontri sono state quelle di raccogliere maggiori informazioni sul ponte storico, sia per l'evoluzione degli interventi strutturali che sono stati eseguiti dopo il primo cedimento del ponte, sia per avere una maggiore conoscenza storica e materica del bene. Inoltre, ci si è attivati per cercare un eventuale atto di vincolo specifico emesso nei confronti del ponte. In tal senso è stato analizzato tutto il materiale presente nell'archivio della

Soprintendenza di Brescia ed è stato chiesto alla Dott.ssa Ivana Novani, Responsabile degli Archivi Sezione Monumenti della Soprintendenza Belle Arti e Paesaggio delle Province di Milano, Bergamo, Como, Lodi, Monza, Pavia, Sondrio, Varese, una verifica della presenza di eventuali documenti relativi al ponte.

Del materiale depositato all'Archivio di Brescia si riferirà nella relazione storica, mentre la Dott.ssa Novani ci ha comunicato che non vi sono documenti relativi al ponte storico di Bisnate presso la Soprintendenza che fa riferimento alle Province di Milano e Lodi.

**Ne consegue, quindi, che non vi siano vincoli specifici sul bene, ma solo il vincolo *ope legis*, che si attiva in automatico per i beni architettonici di proprietà pubblica aventi più di 70 anni di età ai sensi dell'art. 10, comma 1, e dell'art. 12, c. 1, del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.**

È stato approfondito il lavoro di ricerca dei documenti presso gli archivi della Provincia di Cremona, che ha prodotto una serie di documenti interessanti in merito alle caratteristiche del ponte in fase di progettazione e di esecuzione.

Un ulteriore approfondimento della ricerca del materiale storico è stata fatta presso gli uffici dell'A.N.A.S. di Milano, per cercare di reperire del materiale che descrivesse più compiutamente gli interventi di consolidamento realizzati sul ponte dopo il cedimento strutturale del 1981. Purtroppo, però, il materiale archiviato presso l'A.N.A.S. non è risultato di interesse in quanto relativo principalmente alla costruzione del nuovo ponte realizzato successivamente alla chiusura di quello in muratura.

La seguente relazione tecnica si comporrà delle seguenti parti:

- una relazione storica del manufatto relativa alle fonti indagate prima specificate;
- una descrizione dello stato attuale con l'analisi materica e patologica;
- un'indicazione degli interventi di restauro delle superfici;
- le scelte in merito alla collocazione in opera di un nuovo parapetto e del manto stradale.

## RELAZIONE STORICA

Come accennato in premessa, le principali fonti documentarie indagate sono state i seguenti archivi:

- archivio dell'Ufficio Tecnico della Provincia di Cremona;
- archivio della Soprintendenza di Brescia;
- archivio della Soprintendenza di Milano e Lodi;
- archivio dell'A.N.A.S. di Milano.

È stata, inoltre, contattata anche la Dott.ssa Novani della Soprintendenza Belle Arti e Paesaggio delle Province di Milano, Bergamo, Como, Lodi, Monza, Pavia, Sondrio, Varese, la quale ha riferito che non è presente materiale riferibile al ponte storico presso il loro archivio.

Il materiale visionato ha consentito la ricostruzione delle principali fasi di funzionalità del ponte e precisamente:

1. ***Prima della costruzione del ponte;***
2. ***Il nuovo ponte;***
3. ***La gestione del ponte fino al 1981;***
4. ***Dalla dismissione del ponte fino ad oggi.***

### **1 – Prima della costruzione del ponte**

*Le informazioni seguenti sono tratte dal sito del Comune di Spino d'Adda <http://www.comune.spinodadda.gov.it/territorio/storia/ponte.aspx>. Nella pagina dove sono riportati i cenni storici delle fasi precedenti alla costruzione del ponte è fornita anche una discreta bibliografia, in particolare articoli di giornale, sulle vicende che hanno visto protagonista il ponte dopo il cedimento di un pilone nel 1981.*

Risulta che in questa zona già dal 1500 – ed in particolare dall'epoca napoleonica – vi fosse l'esistenza di un porto, posto sul fiume Adda tra Spino e Bisnate. Questo piccolo porto, non di grandi dimensioni, detto *Volante*, era costituito da due imbarcazioni affiancate tra loro, legate con una corda a due pontili, posti sulle sponde opposte. Era l'unico modo possibile per traghettare l'Adda, a parte l'utilizzo di singole imbarcazioni private.

Tra i motivi che portarono alla decisione di costruire un ponte vi fu quella di dismettere il vecchio porto e di agevolare l'accesso dei Comuni cremaschi a Milano senza il pagamento del pedaggio, che l'attraversamento dell'Adda nei pressi di Lodi e Cassano d'Adda invece obbligava a pagare.

Già dalla metà del 1800 furono avviati i lavori per la costruzione di un ponte di legno, che agevolò il passaggio delle merci e diminuì la distanza tra Milano e il cremasco.

L'importanza strategica del ponte si fece sentire soprattutto dopo il 1848, quando gli austriaci furono scacciati da Milano e percorsero la strada per il ponte di Bisnate per dirigersi verso il

Quadrilatero, dove si sarebbero asserragliati per ricomporre il loro esercito. Il ponte fu utilizzato dagli stessi austriaci nell'agosto dello stesso anno per riconquistare Milano e, pochi anni più tardi, nel 1859, lo distrussero durante la ritirata dopo la battaglia combattuta a Melegnano.

*Grazie ad una legge governativa del 1882, che finanziava per metà dell'importo la sistemazione di importanti opere viarie, le Province di Cremona e Milano avviarono l'iter di riqualificazione della strada "Crema – Paullo" che fu allargata fino ad otto metri (anche in previsione dell'allestimento di una tranvia, mai realizzata) e fu costruito il nuovo ponte sull'Adda, in cotto e lungo 154 metri. Costò 351.538,41 lire e fu inaugurato nel 1896. Tale ponte negli anni Sessanta del XX secolo divenne asse portante per attraversare l'Adda nell'ampio progetto che le Province di Cremona e Milano stavano attuando in quegli anni, ossia la realizzazione di una "direttissima" tra Cremona e Milano; pochi anni dopo la strada divenne di competenza statale e affidata all'A.N.A.S. che la identificò con il numero 415 e la denominò "Paullese".*

*(estratto dal testo pubblicato al link <http://www.comune.spinodadda.gov.it/territorio/storia/ponte.aspx>.)*

Il periodo che va dall'unità d'Italia fino ai primi anni del 1900 vide il forte sviluppo della nostra rete viaria nazionale passando dai 89.765 km del 1864 ai 138.097 km del 1910 (fonte A.N.A.S.).

## **2 – Il nuovo ponte**

Dalla consultazione del materiale archiviato presso l'Ufficio Tecnico del nostro Ente è possibile ricostruire le fasi di ideazione, progettazione e realizzazione del ponte.

Dalla "Relazione spiegativa" del 24 ottobre 1883 a firma di tale Mazzari (o Nazzari) si dà conto che la Legge 23 luglio 1881 ha autorizzato la spesa per le nuove opere straordinarie stradali ed idrauliche per il quindicennio 1881–1895 che comprendono il tratto di strada tra Paullo e Spino comprensive del nuovo ponte sull'Adda. Nella relazione si ha conferma della distruzione di un precedente ponte in legno avvenuta nel 1859.

Sono allegati alla relazione anche una stima delle opere con il relativo computo metrico estimativo. Da questi documenti possiamo ricavare molte utili informazioni relativamente ai materiali impiegati per la costruzione del ponte; si "parla":

- di "calcestruzzo da immersione" da gettare nel recinto delle paratie, di muratura di volta e muratura retta per le pile, spalle e risvolti, delle pietre da taglio ed, in particolare del Ceppo di Brembate per cornici, rivestimenti, cuscinetti e pilastri del parapetto;
- di granito per la parte di imbocco del ponte;
- di una cappa sul volto (che sembra non sia poi stata eseguita) e riempimento in ghiaia sulle arcate e fra i muri di risvolto;

- di ferro per i parapetti del ponte (si veda l'analisi di dettaglio nel paragrafo dedicato) e per l'armatura delle volte.

In data 25 ottobre 1883 il progetto di massima del ponte sull'Adda, come risulta dai documenti, viene approvato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. In data 21 marzo 1885 segue l'incarico alla Deputazione Provinciale di Cremona per la redazione del progetto definitivo del ponte. Si arriva poi al 7 gennaio 1891 con la consegna dei lavori; da tale verbale ricaviamo alcune utili informazioni:

- i lavori di costruzione del ponte vengono affidati all'Impresa Durando Vittorio con contratto del 24 novembre 1890;
- il progetto redatto dall'Ufficio Tecnico Provinciale di Cremona è stato approvato dal Consiglio Superiore dei lavori Pubblici il 27 gennaio 1890.

Da una nota dell'Ingegnere Capo della Deputazione Provinciale indirizzata all'Ingegnere del Genio Civile del 25 luglio 1892 apprendiamo che il ponte è in fase di completamento (si parla nella nota di tre mesi per la conclusione dei lavori). Nella stessa nota vengono anche elencati i materiali utilizzati per la costruzione del ponte; in particolare, si citano:

- i mattoni forti provenienti dalla fornace di Zelo Buon Persico;
- le fondazioni realizzate in calcestruzzo con paratie di legname;
- il rivestimento con brecciola di Urago dei rostri delle pile e delle spalle, così come del cornicione di coronamento all'imposta ed i copri rostri.

Il 19 gennaio 1893 viene fatto il collaudo del ponte e quindi a questa data si può dire ultimato.

### **3 - La gestione del ponte fino al 1981**

Seguono poi, negli anni immediatamente successivi, altri lavori nell'alveo a protezione del ponte, come il getto di prismi e gabbioni a difesa soprattutto dell'argine destro a monte del ponte. Dette opere, però, vengono parzialmente criticate dall'Ingegnere Capo dell'Ufficio Tecnico della Provincia di Milano Parona, che sottolinea come la messa in opera dei prismi non abbia sortito gli effetti desiderati, suggerendo, invece, l'impiego di sacchi di tela riempiti di calcestruzzo. Con buona probabilità, quindi, il ponte aveva mostrato da subito qualche problema di erosione delle pile.

Ipotesi suffragata dal successivo carteggio, a partire dalla nota dell'Ingegnere Capo della Provincia di Milano del 12 settembre 1905 indirizzata all'Ufficio Tecnico della Provincia di Cremona e che riguarda i lavori di rinforzo delle difese del ponte; nella stessa nota:

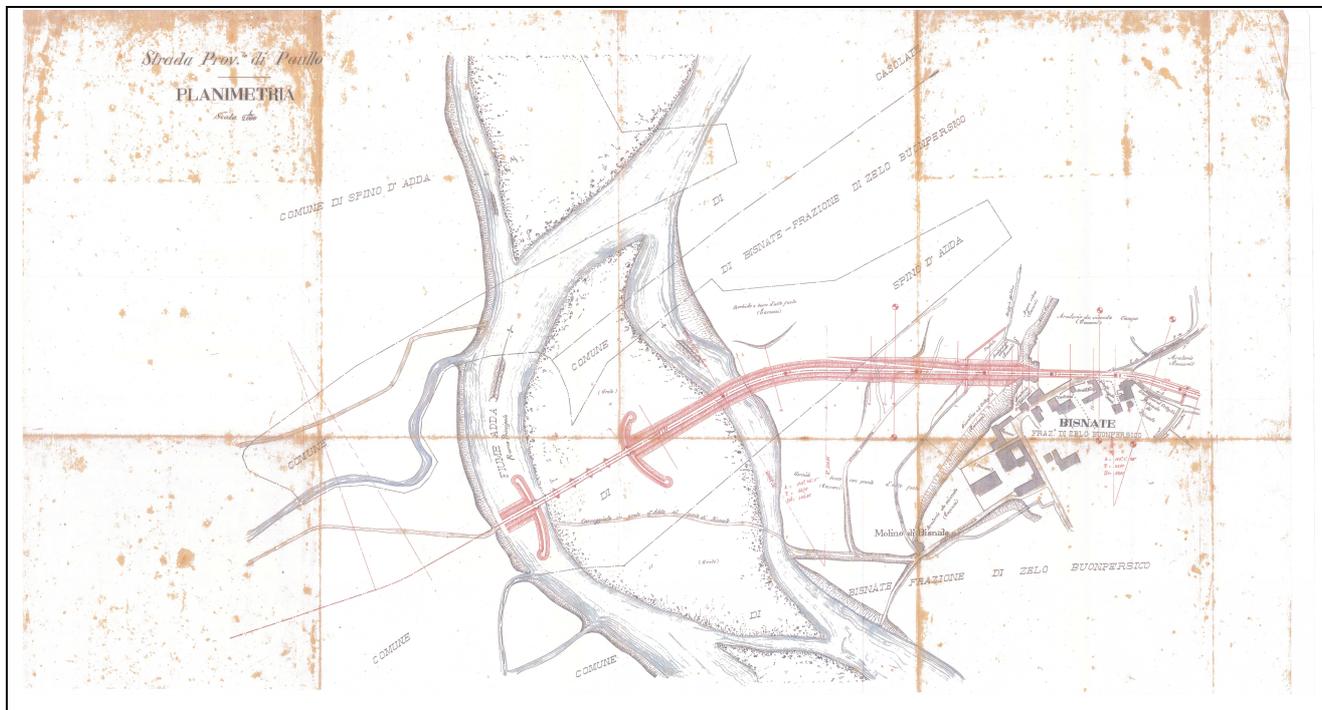
- si ribadisce che è necessario procedere alla difesa delle fondazioni del ponte con getti di sacchi riempiti di calcestruzzo in quanto le vecchie protezioni (prismi e gabbie) erano state rimosse dalla corrente del fiume;

- si fa presente che le fondazioni del ponte, e quindi la stabilità dello stesso, possono essere a grave rischio a causa dell'esigua profondità delle fondazioni stesse, che espongono i punti di appoggio del ponte al pericolo dell'erosione della base, con conseguenti cedimenti della struttura;
- si cita di opere da realizzarsi per raddrizzare la corrente del fiume, che probabilmente a quel periodo impattava con le strutture del ponte con angolazioni non corrette e pericolose.

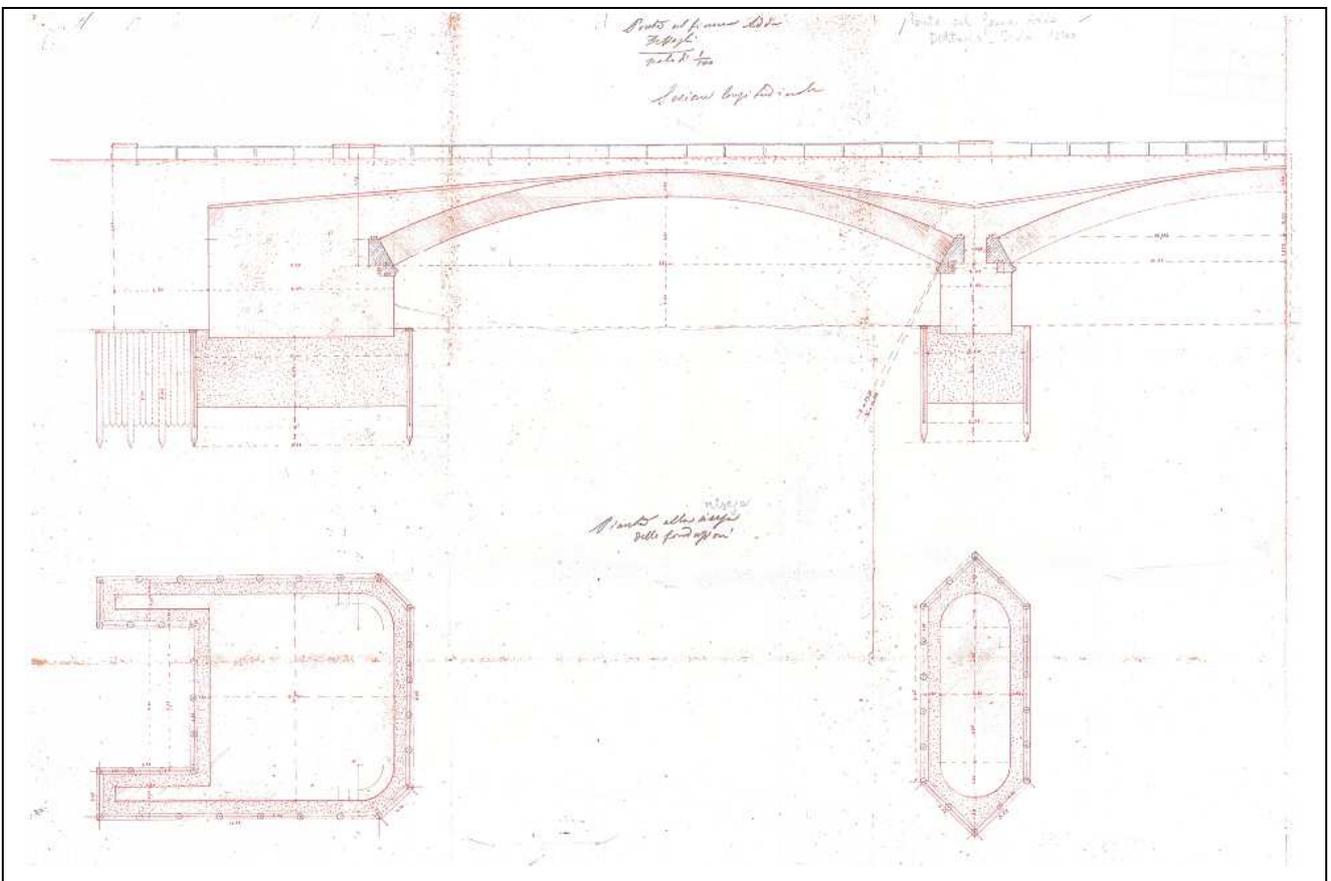
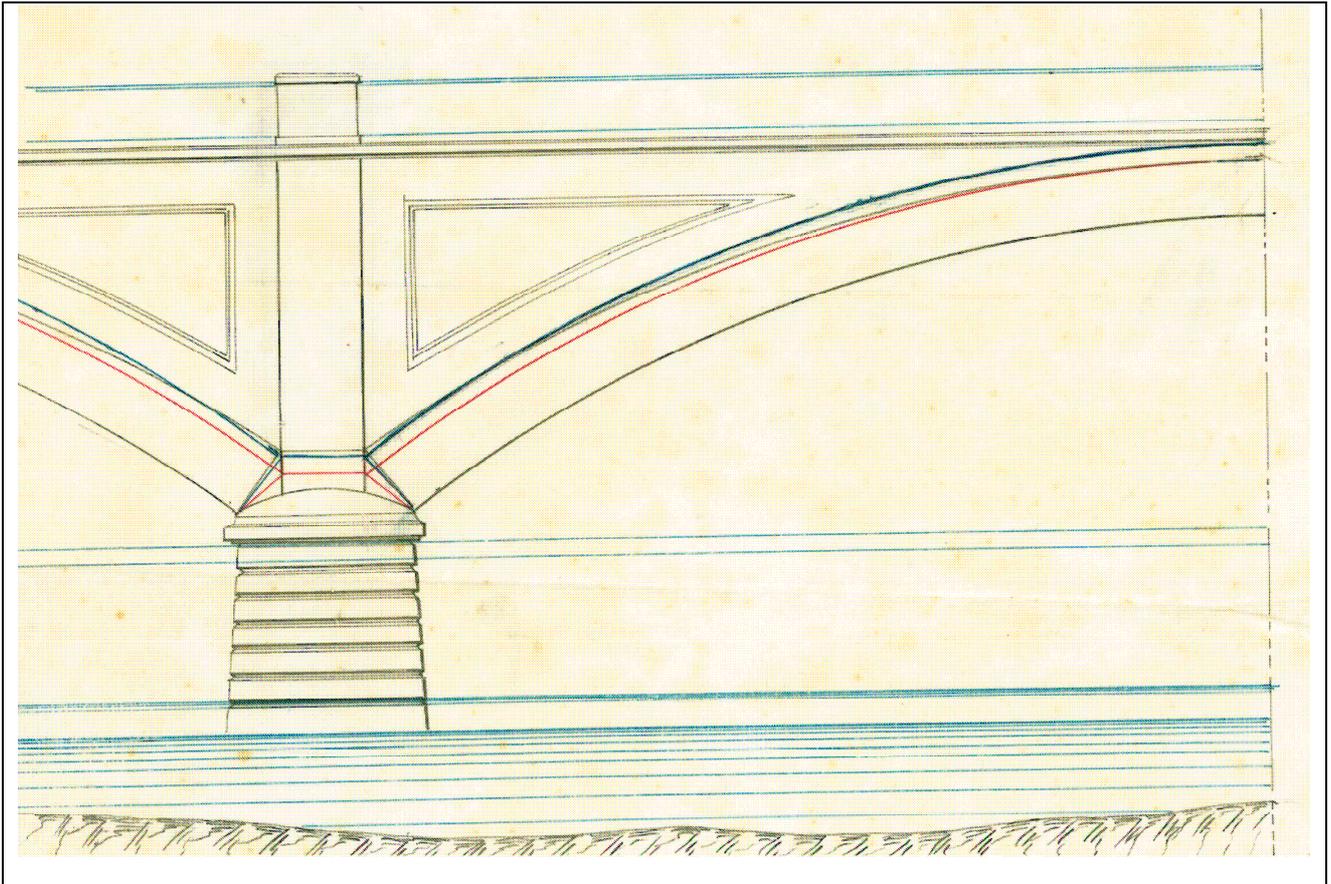
L'analisi del carteggio inerente la manutenzione del ponte fa intuire che la struttura avesse mostrato da subito delle criticità e che negli anni successivi vi siano stati degli interventi per evitare che il ponte potesse cedere sotto l'azione della corrente del fiume.

Lo spostamento del letto del fiume crea, negli anni successivi, altri problemi per il ponte ed obbliga alla costruzione di manufatti (ad esempio "pennelli") per contenere i fenomeni di erosione. In una nota dell'8 novembre 1919 si chiede la messa in opera di nuovi prismi a protezione del ponte.

In altre note successive si riferisce principalmente di opere di manutenzione ordinaria, come la riverniciatura del parapetto in ferro.







*Estratti dalle tavole grafiche allegate al progetto originale del ponte*

Dalla rivista "Il Regime Fascista" del 2 giugno 1928 apprendiamo che "... *la Deputazione Provinciale ha approvato il consuntivo 1927 del ponte sul fiume Adda a Bisnate e l'esecuzione di opere straordinarie con il concorso della Provincia di Milano ...*".

Con buona probabilità proseguono, quindi, gli interventi sul ponte per la messa in sicurezza. Ciò è confermato da una successiva delibera della Deputazione Provinciale, riportata sullo stesso giornale in data 1 novembre 1927 nella quale si riporta che "... *si autorizza il rimborso alla Provincia di Milano della quota spesa spettante per l'effettuata esecuzione di opere di presidio e di difesa al ponte interprovinciale sul fiume Adda a Bisnate ...*". Sempre dal medesimo giornale apprendiamo che a dicembre del 1927 vengono rimborsate altre spese alla Provincia di Milano per la verniciatura del parapetto.

Successivamente non abbiamo più notizie del ponte storico fino al 1981, quando il cedimento di una pila del ponte rende necessaria la chiusura temporanea dello stesso e, quindi, anche della strada statale. Numerosi sono gli articoli di giornale che in quel periodo descrivono la situazione di criticità dovuta alla chiusura del ponte.

#### **4 – Dalla dismissione del ponte fino ad oggi**

Dopo il cedimento vengono effettuate le analisi della struttura, che portano a valutare il ponte non adeguato a sopportare il traffico veicolare, anche in funzione del suo costante e continuo incremento negli anni. Viene presa la decisione di realizzare un nuovo ponte.

Sempre dal sito del Comune di Spino d'Adda apprendiamo che "... *il progetto esecutivo del nuovo ponte fu approntato l'anno successivo, ma nel frattempo proseguirono altri necessari interventi all'ormai secolare costruzione in cotto. I lavori per la nuova struttura furono appaltati nel gennaio 1983 e terminati nella primavera del 1985. Il 24 aprile di quell'anno fu aperto ufficialmente il nuovo collegamento tra le due sponde mentre il vecchio ponte fu abbandonato ma è tuttora integro e resiste al tempo ...*".

Il ponte in muratura, al momento del cedimento strutturale, era sotto la gestione dell'A.N.A.S., che dal 1928 si occupa dell'organizzazione giuridico-amministrativa della rete stradale statale (fonte A.N.A.S.).

Dal 1985, anno di apertura del nuovo ponte, si arriva poi al 1995, quando l'A.N.A.S. propone la demolizione del ponte storico; lo si apprende dai primi atti in ordine cronologico archiviati presso l'archivio della Soprintendenza di Brescia. Di seguito si riporta la sintesi di quei documenti, che servono a ricostruire le vicende a partire dalla metà degli anni '90 fino al progetto attuale di potenziamento della ex S.S. n. 415 e della costruzione di un nuovo ponte tra i due esistenti.

*L'A.N.A.S. in data **4 febbraio 1995** scrive al Parco Adda Sud per esprimere la volontà di demolire il ponte, in quanto non più oggetto di manutenzione e, quindi, pericoloso, anche per il solo transito delle persone.*

*In alternativa l'A.N.A.S. propone l'acquisizione del ponte da parte dei Comuni di Spino d'Adda e di Zelo Buon Persico, che, però, non hanno le risorse per farlo.*

*Nel luglio dello stesso anno il Comune di Spino d'Adda chiede alla Soprintendenza se il bene è vincolato e se si può demolire.*

*In data **29 settembre 1995** la Soprintendenza risponde che potrebbe configurarsi un intervento di tutela, visto che si tratta di bene pubblico con più di 50 anni.*

*In una nota del Parco Adda Sud si dà conto di una riunione del 21 settembre 1998 nella quale la Soprintendenza si pronuncia sulla non demolizione del ponte.*

*In una nota della Soprintendenza di Brescia del **25 agosto 1999** indirizzata alla Provincia di Cremona si chiede copia della relazione storico–artistica, della documentazione tecnica e della verifica preliminare di eventuale ricostruzione, nel caso di demolizione, con caratteristiche assimilabili (sembrerebbe per i rivestimenti) a quello attuale.*

*L'**11 luglio 2002** viene protocollato dalla Provincia di Milano presso la Soprintendenza di Brescia il progetto preliminare del ponte redatto della Tecnic Consulting Engineering.*

*Viene convocata la 2<sup>a</sup> Conferenza di Servizi per la valutazione del progetto preliminare il **18 luglio 2002** ed il **23 luglio 2002** la Soprintendenza di Brescia si esprime sul progetto preliminare, invitando a tener presente le soluzioni che non prevedano la demolizione del ponte e che per esso dovrà essere prevista "... una continua ed attenta manutenzione da parte della proprietà ..." e sul futuro del ponte si esprime consigliandone l'utilizzo come pista ciclo-pedonale, in quanto tale uso consentirebbe "...l'utilizzo in sicurezza e la costante manutenzione ...".*

*In una nota della Regione Lombardia del **27 novembre 2002** indirizzata a tutti i soggetti interessati dalla costruzione del nuovo ponte (comprese le due Soprintendenze) si parla di un tavolo regionale in cui si è discusso di nuovo del ponte, prendendo atto del parere sfavorevole della Soprintendenza per la demolizione del ponte storico e facendo alcune considerazioni in merito alla situazione del ponte. Nella nota si chiede alle due Soprintendenze il riesame del parere negativo in merito alla demolizione del ponte ovvero, in caso di conferma, l'assunzione dei lavori di manutenzione da parte del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, declinando ogni responsabilità per futuri eventi che dovessero accadere per l'incolumità pubblica e ribadendo che in caso di mancata risposta si procederebbe con le soluzioni progettuali che prevedono la demolizione del ponte.*

*In una nota del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali del **17 aprile 2003** indirizzata alla Provincia di Milano si chiede, nell'ambito della procedura ex–Legge Obiettivo, di inviare il progetto definitivo e lo studio di impatto ambientale del potenziamento della ex S.S. n. 415 alle due Soprintendenze che dovranno esprimersi "...solo nel caso le opere interessino aree vincolate ...", trasmettendo tale parere direttamente al Ministero in quanto trattasi di atto endoprocedimentale. A sua volta il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali avrebbe trasmesso entro 90 giorni il parere al Ministero dei Trasporti.*

*Con nota del **24 luglio 2003** sempre il Ministero provvede all'invio alle due Soprintendenze del progetto del ponte sull'Adda.*

*La Soprintendenza di Brescia il **15 luglio 2003** ribadisce alla Regione Lombardia quanto già espresso sul ponte nella Conferenza di Servizi del 18 luglio 2002 ed esplicitato nella nota della stessa Soprintendenza del 23 luglio 2002.*

*Nell'ultima nota della Soprintendenza di Brescia presente in ordine cronologico tra i documenti depositati in archivio e datata **27 agosto 2003**, indirizzata al Ministero dei Beni e delle Attività Culturali, si ribadisce che il sito è sottoposto a tutela in quanto:*

- è ricompreso nell'alveo del fiume Adda (art. 146, lettera c, del Titolo II del D. Lgs. 490/1999);
- è ricompreso nel Parco Regionale Adda Sud (art. 146, lettera f, del Titolo II, del D. Lgs. 490/1999).

Valutato che **il ponte di Bisnate ha più di cinquant'anni ed è di proprietà di ente pubblico** e quindi presenta i requisiti dell'art. 2, Titolo I, lettera a, del D. Lgs. 490/1999 si esprimeva parere favorevole all'ipotesi progettuale 2<sup>a</sup> del progetto preliminare, che prevedeva la realizzazione di un nuovo ponte fra i due esistenti, a condizione che le nuove opere non interferissero con le strutture del ponte storico e non ne mettessero in pericolo la stabilità, evidenziando la necessità di interventi di manutenzione e consolidamento delle strutture del ponte storico da valutare nella fase del progetto definitivo.

Quest'ultima nota della Soprintendenza di Brescia ben riassume tutti gli aspetti di tutela del manufatto storico e definisce le indicazioni progettuali che sono alla base dell'attuale progetto del 3° ponte.

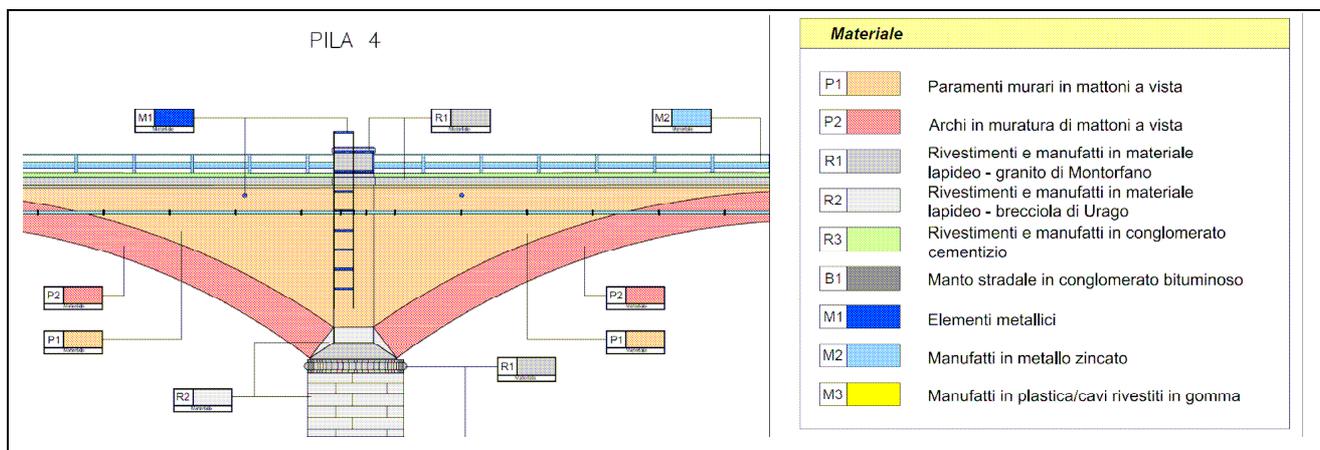
## LO STATO ATTUALE – ANALISI MATERICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI PATOLOGIE

Il ponte storico di Bisnate è attualmente fuori esercizio.

È costituito da cinque arcate in muratura che scaricano su quattro pile posizionate nell'alveo dell'Adda e negli elaborati strutturali del presente progetto si esplicita che *"... il ponte è stato oggetto di diversi interventi nel corso degli anni, volti al consolidamento del piano di fondazione delle pile mediante micropali e palancole con getto interno in calcestruzzo ed al ripristino della sezione in muratura fessuratasi in seguito al cedimento di una pila. Successivamente due pile hanno recentemente subito interventi di consolidamento delle fondazioni a causa dei dissesti causati dalla corrente ..."*.

Per gli interventi di consolidamento statico del ponte storico si rimanda agli appositi elaborati di progetto.

### Analisi materica



All'interno del progetto di restauro è rappresentata l'analisi materica delle superfici del ponte; si rimanda agli elaborati grafici per l'analisi di dettaglio.

L'esame dei documenti del progetto originale, depositato presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico della Provincia di Cremona, ha consentito di risalire ai materiali utilizzati per la costruzione del ponte. Dal Capitolato Speciale d'Appalto del 04 settembre 1887 allegato al progetto definitivo del ponte si ricava che:

saranno eseguite

1. *in murature a getto o calcestruzzo tutte le fondazioni delle spalle e delle pile del nuovo ponte nonché quelle delle opere di difesa;*

2. *in muratura di laterizi tutte le pile e le spalle da mt. 0,05 sotto il piano di risega fino a a raggiungere il piano stradale del ponte, comprese le volte ed i muri di fronte;*
3. *in Ceppo di Brembate di grana mezzana i rivestimenti delle pile e delle spalle e delle fronti del ponte nonché i pilastri del parapetto in ferro;*
4. *in granito di Montorfano le cornici di coronamento alle pile e alle spalle e delle fronti del ponte nonché i pilastri del parapetto in ferro.*

Da una successiva relazione ricaviamo che:

- per le parti in muratura e per le strutture voltate vengono utilizzati “... *mattoni forti provenienti dalla fornace di Zelo Buon Persico ...*”;
- il Ceppo di Brembate è stato sostituito con la Brecciola di Urago dei rostri (elemento aggettante) delle pile e delle spalle, così come per il cornicione di coronamento all’imposta ed i copri rostri.



***Rivestimento in brecciola di Urago***



*Il coronamento in bianco di Montorfano*

*Schede delle due pietre*

BRECCIOLA DI URAGO	GRANITO DI MONTORFANO
<p><b>CLASSIFICAZIONE</b></p> <p>Conglomerato collegato a calcari bioclastici di ambiente marino poco profondo con intercalazioni di argilla; a supporto di matrice se di granulometria fine, a supporto clastico se di granulometria grossolana; matrice di calcite microcristallina, cemento calcitico (11–33% della roccia totale).</p> <p><b>CARATTERI</b></p> <p>Fondo grigio chiaro con clasti scuri o neri. Granulometria fine con clasti 0,2–0,7 cm; grossolana con clasti 10 cm; forma allungata; contorni da sub–angolosi a sub–arrotondati secondo la litologia dei clasti. Composizione: calcari con alghe calcaree, foraminiferi ed altri fossili; selce, quarzo, scisto, arenaria.</p> <p><b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b></p> <p>“Formazione di Ternate” (Eocene superiore) (Mancin et al. 2001).</p> <p><b>ESTRAZIONE</b></p> <p>Le cave erano ubicate alla base di un piccolo rilievo presso l’abitato di Montorfano, circa cinque chilometri a sud–est di Como.</p> <p><b>IMPIEGO</b></p> <p>Locale con blocchi squadri per l’edilizia rurale o con elementi finiti per architravi o stipiti di porte. Nel tardo XIX secolo l’uso si espanse considerevolmente, soprattutto per zoccolature di facciate: la varietà più grossolana era usata nello zoccolo inferiore, la varietà più fine nello zoccolo superiore. La realizzazione più significativa è il Pronao della basilica di S.</p>	<p><b>MONTORFANO</b></p> <p>Granito, grana media, colore bianco o grigiastro con punti neri.</p> <p>Composizione: quarzo, ortoclasio, plagioclasio, biotite.</p> <p>Geologia: corpomagmatico (Graniti dei laghi, plutonismo ercinico) che forma il monte Montorfano presso la foce del fiume Toce.</p> <p>Cave: versante Sud del Montorfano.</p> <p>Dimensioni, utilizzi: come granito di Baveno.</p> <p>Degrado: scagliatura causata da cristallizzazione di sali, macchie rugginose per ossidazione.</p>

Lorenzo a Milano, costruito nel 1894.

#### ALTERAZIONI

Rilievo dei clasti rispetto alla matrice sulle superfici erose; formazione di croste gessose in aree riparate dall'azione dilavante delle piogge.

*Negli ultimi decenni del XIX secolo, successivi all'Unità d'Italia (1861), benchè le pietre locali come il Ceppo, il Ghiandone, i Graniti dei laghi e la pietra di Viggi fossero utilizzate in costruzioni emblematiche come la Galleria Vittorio Emanuele II (1865–1878), comparirono nuove pietre lombarde non ancora cavate: il conglomerato grigio e nero di Urago–Montorfano (Como); il calcare rosso di Ardesio e l'arenaria bruna di Credaro, entrambi dalle Prealpi bergamasche.*



Il paramento murario e le strutture voltate sono in laterizio che, secondo i documenti, provengono dalla fornace locale di Zelo Buon Persico.

Dal sito <http://www.cesaris.lo.it/expo/index.php/it/gli-ambienti-della-cascina1-2/il-laterizio-nella-cascina-lodigiana> reperiamo le notizie sulle fornaci del lodigiano:

*Ed è proprio il rinvenimento di vasellame e altro materiale in laterizio del periodo romano a stabilire l'impiego delle fornaci nel lodigiano, la cui fiorente attività era dovuta alla presenza di filoni argillosi nel sottosuolo. Argille sono presenti in una vasta fascia che da Zelo Buon Persico si snoda verso Paullo, Mulazzano, Tavazzano, Lodi Vecchio, fino ad arrivare alla costiera del Lambro, tra S. Angelo Lodigiano e Borghetto Lodigiano. Un altro filone segue la direzione Brembio – Zorlesco – Casalpusterlengo, costeggiando il corso del Brembiolo. Tra Senna Lodigiana e Orio Litta si riscontra infine il "litone del Po", un deposito argillifero dalla quale sono state estratte argille particolarmente pure per la fabbricazione di vasellame (...) Con la Rivoluzione Industriale, l'impiego del laterizio interessa tutti i settori dell'edilizia. Per l'edificazione delle cascine spesso si ricorreva alla costruzione di fornaci nelle immediate vicinanze, abitudine testimoniata oggi dal permanere del toponimo "fornace" nei nomi di frazioni e aziende agricole, come Costa Fornaci tra Casalpusterlengo e S. Martino Pizzolano, Fornaci di Borghetto Lodigiano, Cascina Fornace di Castelnuovo Bocca d'Adda.*

Non sono state eseguite specifiche analisi chimiche sulla composizione dei laterizi, mentre per le malte sono state esperite analisi chimico-fisiche di laboratorio su tre campioni, che hanno dato i

seguenti risultati (estratto dalla "Relazione d'indagini diagnostiche sulle strutture del ponte storico" – Tecnital):

### 3.1.3 Sintesi dei risultati

Dalle analisi eseguite è stato possibile ricavare indicazioni sulla natura, sulla composizione e sullo stato di conservazione dei materiali.

#### 3.1.3.1 La composizione delle malte

I campioni di malta analizzati sono molto simili tra loro e sono costituiti da malta a granulometria conglomeratica fine, costituita da aggregato di provenienza fluviale, di natura eminentemente silicatica e da cemento. La massa di fondo appare estinta a Nicol incrociati, alterazione comune nei calcestruzzi molto datati. Nella massa di fondo si osserva la segregazione e la ricristallizzazione della calcite di reazione.

Dall'analisi termogravimetrica, che permette di valutare la quantità di cemento ancora efficace si ricava che tale quantità è mediamente di circa 210 kg/mc.

In merito allo stato di conservazione delle malte:

Si conclude, quindi, che le alterazioni riscontrate nei campioni esaminati sono coerenti con la loro età e sono dovute alla degenerazione generalmente osservata nelle malte cementizie. Si ritiene che le malte osservate siano in discrete condizioni di conservazione e abbiano un buon margine di durabilità.

Si tratta, quindi, di malte cementizie in buono stato di salute.

Per quanto riguarda la sede stradale, i pilastri e la cornice di coronamento sono in pietra, mentre il basamento del guard-rail è in malta cementizia ed è un'aggiunta recente realizzata per il sostegno della protezione stradale.



Per l'analisi dell'evoluzione del parapetto si rimanda alla sezione specifica.

Relativamente al manto stradale, nel Capitolato Speciale d'Appalto del 4 settembre 1887 viene riportata la seguente interessante descrizione:

*Art. 40 - Cappa*

*La cappa da stendersi sull'estradosso delle volte sarà formata colle materie e le proporzioni seguenti per ogni metro quadrato.*

- *malta cementizia n. 0,13;*
- *ghiaia minuta i cui conci non abbiano più di due centimetri di lato n. 0,04;*
- *terra passata al graticcio n. 0,20;*
- *sapone kg 0,20.*

*Come è indicato nelle sezioni trasversali le volte dovranno essere coperte dalla cappa, per eseguire la quale si dovrà scalzare, pulire e bagnare con acqua di calce e rinzeppare con malta cementizia le connessure che superiormente presenta l'opera muraria da coprirsi; quindi si dovrà distendere un primo strato della stessa malta cementizia con lo spessore di n. 0,08 e conguagliare con la massima uniformità, lasciando però che la sua superficie sia scalza, affinché succeda un buon collegamento col secondo strato, a questo effetto si dovranno usare regoli o guide di legno aventi grossezza eguale a quella dello strato di malta che vuolsi porre in opera parallelamente disposti n. 0,80 di distanza; dopo distesa la malta cementizia si spargeranno su essa dei sassolini di grossezza non superiore di cent. 2 i quali con pestello di legno si dovranno conficcare nella malta in modo da sparire alla superficie; a più riprese si batterà l'intero strato con verghe di nocciolo incrociando i colpi e poi si coprirà con tela, con stuoie o con paglia, bagnate se si crederà necessario.*

*Il secondo strato della cappa sarà intonaco o scialbo fatto con malta cementizia passata al vaglio fino e dello spessore di n. 0,05; questo secondo strato con uniformità si estenderà sul primo quando questo avrà preso consistenza, col pestello di legno e delle verghe di nocciolo si batterà e si ribatterà a più riprese finché saranno sparite le minime connessure e quindi si liscerà con acqua di sapone.*

*Così finito in secondo strato si coprirà per un'altezza di m 0,20 mediante un cordolo di terra passata al graticcio pestata e distesa col panier. In questa operazione si dovrà badare di non pestare la cappa e per tale scopo sarà necessario di stabilire nelle apposite corsie mediante tavole. Questa terra si conserverà umida pel tempo necessario alla perfetta lapidificazione della cappa; quando essa verrà tolta si pulirà e si bagnerà la superficie con una setola o con una spugna e dopo si ripareranno con cura le più piccole crepature con malta cementizia e con acqua di sapone. Nell'eseguire il reinterro si dovrà accuratamente badare che le terre non vengano ad otturare le cunette e i cappellotti di scarico destinati portar via le acque di trapelamento.*

*Le cunette saranno perciò coperte da un primo strato di pietrami diligentemente accomodati a mano, poi dei ciotoli e di ghiaia e per ultimo di terra ben spianata e mazzarangata per cordoli regolari.*

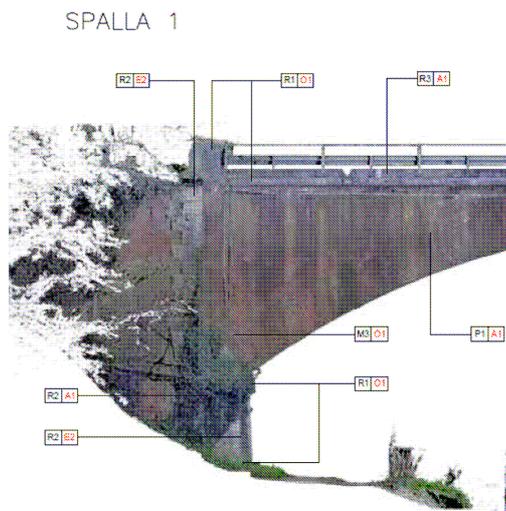
*Quando la cappa sia indurita e collaudata sarà ricoperta con buona terra sciolta e con sabbia; se si trovassero delle parti screpolate o staccate l'assuntore dovrà demolirla e rifarla a tutte sue maggiori spese.*

Da quanto sopra si può desumere che il manto stradale originale era in terra battuta.



## Le principali patologie

- A1 Patine biologiche/vegetazione
- A2 Ossidazione
- A3 Efflorescenze saline
- E1 Deposito superficiale
- E2 Macchie, gocciolature e dilavamenti
- I1 Graffiti/verniciature
- O1 Rotture, scagliature ed erosione superficiali
- O2 Rigonfiamento, distacchi
- O3 Fessurazioni/allargamento delle connessioni



## Muratura e rivestimento lapideo

I principali fenomeni di degrado rilevabili su muratura e superfici in pietra, oltre a quelli generati da sollecitazioni incongrue, dovuti ad azioni ambientali di natura chimica o fisica sono i seguenti:

### *Patina biologica e vegetazione*



In molte parti della muratura e del rivestimento lapideo troviamo la patina biologica, che si presenta come uno strato sottile aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile (di norma verde) costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio, ecc.



È frequente la presenza di vegetazione che si è formata crescendo nei giunti dei mattoni o del rivestimento lapideo.



### *Umidità di risalita*



Si manifesta normalmente con un tono più scuro della parte bassa del tessuto murario e la forma è variabile in quanto dipende dalla provenienza dell'umidità che le genera e dalla composizione del tessuto murario.

### *Macchie da dilavamento*



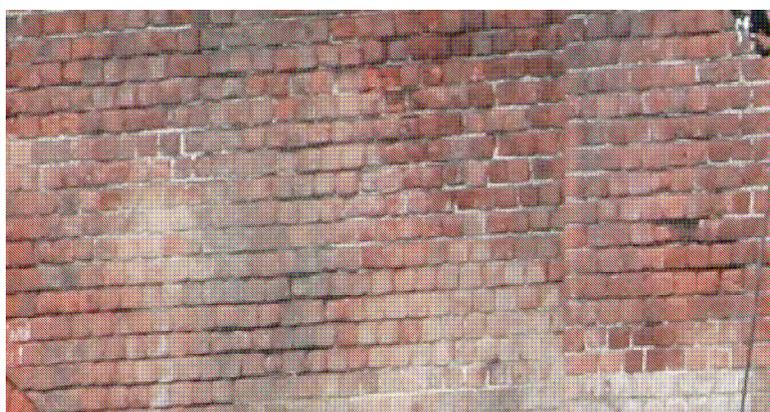
Lo scorretto deflusso delle acque meteoriche dal manto stradale ha causato la formazione di queste macchie; normalmente sono di colore scuro, ma possono essere anche di colore biancastro a causa di depositi di calcare.



*In questa foto son ben visibili i fenomeni di degrado dovuti al dilavamento dell'acqua meteorica e della formazione di sali, in particolare sull'intradosso delle volte.*

#### *Porzione di muratura mancante e fenomeni di polverizzazione*

Il difetto è determinato dalla mancanza o dalla rottura di mattoni e/o pietre che appartengono ad elementi strutturali, quali pile, spalle ed archi.



Le lacune presenti nel paramento murario sono riconducibili principalmente al lento deterioramento del mattone dovuto all'azione degli agenti atmosferici od alla presenza di vegetazione infestante che, associati all'umidità ed al gelo, portano ad una disgregazione del tessuto murario.

Si tratta della distruzione e polverizzazione dei giunti di malta o dei materiali lapidei costituenti la muratura stessa. Questo degrado è anche conseguente alla formazione di solfati sulla superficie della muratura, i quali sono solubili in acqua e quindi dilavabili.

### *Efflorescenze*



Buona parte del paramento murario, soprattutto quello dell'intradosso delle volte, è caratterizzato dalla presenza di efflorescenze. Sono ben visibili macchie biancastre in diversi punti che denotano la presenza di sali. La causa principale che porta sulla superficie i cristalli salini è quella dell'infiltrazione dell'acqua piovana dalla struttura – proveniente dal manto stradale – che porta con se i sali e li deposita sul paramento murario.

### Scritte

Su alcune rostri delle pile sono presenti delle scritte e dei *murales* eseguiti con vernici sintetiche di natura antropica.

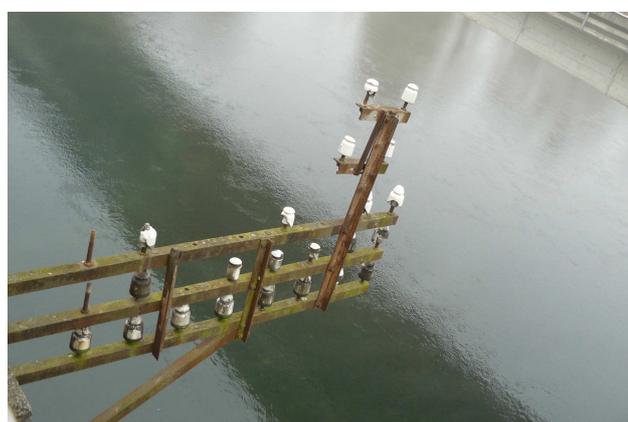


## **Elementi metallici**



Gli elementi metallici presenti sul ponte sono principalmente:

- le scale di discesa per l'accesso alle varie pile con struttura di protezione;
- le porzioni della ringhiera del parapetto precedente alla messa in opera del guard-rail (solo parti iniziali del ponte);
- le mensole per il passaggio delle linee elettriche;
- il guard-rail attuale;
- gli elementi puntuali di fissaggio.





Buona parte degli elementi metallici è interessata da fenomeni di ossidatura e, soprattutto, buona parte di loro ha perso la funzionalità originaria (ad esempio le mensole per il passaggio delle linee elettriche) o risulta essere incongruo con il futuro utilizzo come pista ciclo-pedonale (ad esempio i guard-rail). Altri elementi andranno valutati dal punto di vista dell'opportunità di un recupero o prevederne la sostituzione con nuovi elementi (ad esempio le scale di discesa verso le pile).

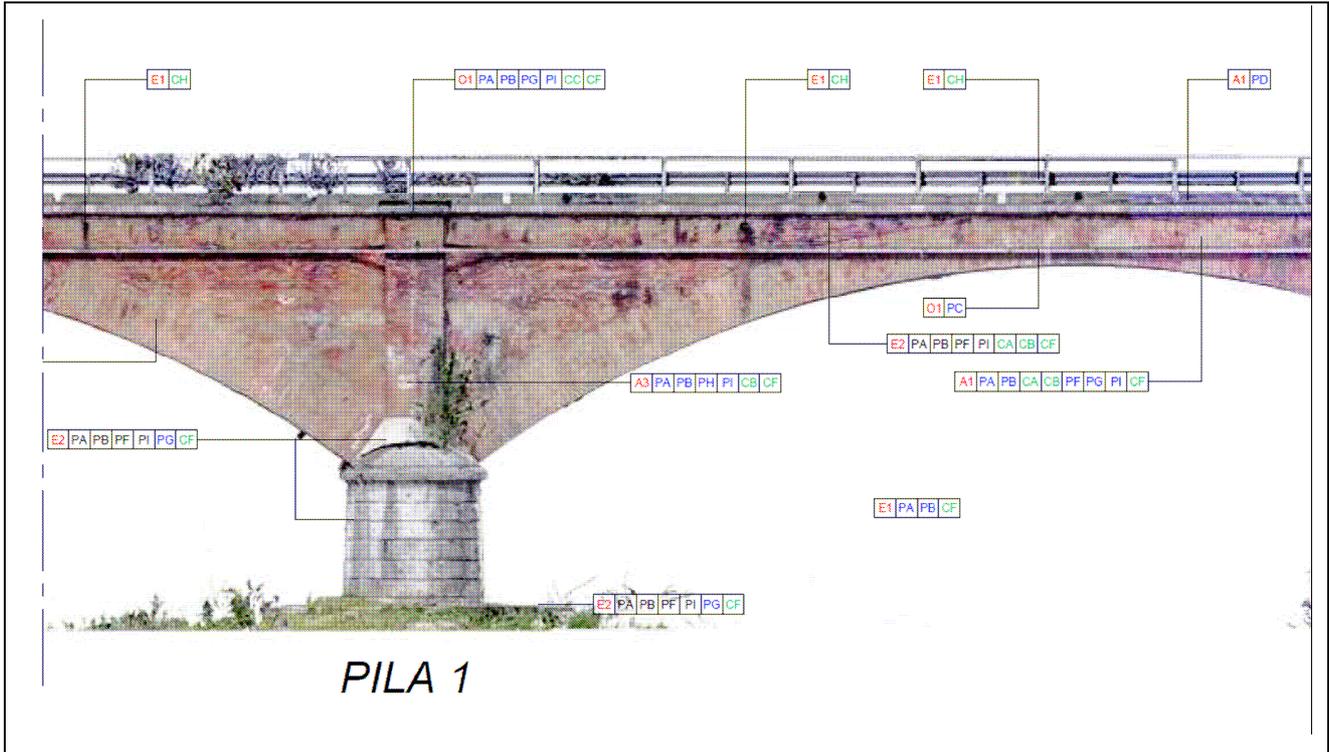
## GLI INTERVENTI DI RESTAURO

Le principali azioni conservative sui materiali possono essere così sinteticamente definite:

- fissaggio di parti non aderenti alla struttura;
- azioni di pulitura;
- eliminazione di elementi incongrui;
- disinfestazioni e trattamenti con biocida per vegetazione ed attacchi biologici;
- estrazione di sali solubili;
- ristabilimento della coesione delle malte e stilatura dei giunti;
- risarcimento delle lacune del paramento murario;
- ricostruzione di elementi mancanti ed eventuale sostituzione di elementi deteriorati;
- trattamenti protettivi.

<b>Puliture e preparazione dell'intervento</b>	
<b>PA</b>	Pulitura a secco ed eventuale aspiratura del particolato atmosferico
<b>PB</b>	Pulitura ad umido - lavaggio
<b>PC</b>	Rimozione di elementi metallici
<b>PD</b>	Rimozione di elementi prefabbricati in cls
<b>PE</b>	Rimozione di graffiti
<b>PF</b>	Disinfestazione mediante applicazione di biocida e rimozione manuale della vegetazione superiore
<b>PG</b>	Rimozione di incrostazioni da attacchi biologici superficiali
<b>PH</b>	Estrazione di sali solubili
<b>PI</b>	Pulizia mediante idrolavaggio

<b>Consolidamento e restauro</b>	
<b>CA</b>	Ristabilimento della coesione nei casi di disgregazione delle malte di allestimento di apparecchiature murarie
<b>CB</b>	Ripresa della stilatura dei giunti
<b>CC</b>	Risarcitura di lacune che interessano il nucleo murario
<b>CD</b>	Ricostruzione degli elementi mancanti
<b>CE</b>	Sostituzione degli elementi danneggiati
<b>CF</b>	Trattamento preventivo contro la formazione di attacchi di microrganismi
<b>CG</b>	Ripristino dei copriferrì e regolarizzazione superficiale delle superfici di calcestruzzo
<b>CH</b>	Rifacimento completo



*Estratto dalla tavole relative all'intervento di conservazione del ponte*

Le fasi principali dell'intervento conservativo posso essere raggruppate in tre azioni:

- la fase della pulitura, con l'asportazione di tutte le sostanze estranee presenti sulla superficie del paramento murario e degli elementi lapidei del ponte, sempre che risultino nocive per la conservazione del manufatto o che impediscano la corretta leggibilità degli elementi costitutivi della struttura;
- la fase del consolidamento materico, atta a migliorare le caratteristiche di coesione tra i componenti;
- la fase della protezione, attuata mediante dei trattamenti delle superfici che servano ad allontanare nel tempo il verificarsi di fenomeni di degrado sui materiali.

Precedentemente a queste fasi, verranno operate alcune rimozioni.

In particolare verranno rimossi il guard-rail, il basamento in c.a. di ancoraggio della protezione e gli elementi metallici incongrui. Verranno rimossi, inoltre, i graffiti presenti su spalle e rostri delle pile del ponte, con formulati a base di solventi e tensioattivi pre la disgregazione degli ossidi coloranti delle vernici a spray.

Preliminarmente alle operazioni di pulizia occorre verificare se sia necessario operare degli interventi localizzati di preconsolidamento, nel caso vi fossero superfici parzialmente distaccate, instabili o pulverulente.

Le principali operazioni che verranno svolte nella fase di pulizia riguarderanno:

- le operazioni di disinfestazione, mediante l'applicazione di biocida e diserbante specifico e la rimozione della vegetazione; verranno rimosse le incrostazioni da attacchi biologici superficiali attraverso due cicli di biocida;
- le eventuali puliture a secco preliminari (se necessarie) di tutte o parti delle superfici esterne verticali e voltate, murature e rivestimenti lapidei;
- l'estrazione di sali solubili, fenomeno molto diffuso sulle superfici dell'intradosso delle volte delle diverse arcate del ponte;
- la pulizia complessiva mediante idrolavaggio a bassa pressione con una soluzione satura di bicarbonato di sodio o miscele di carbonati e successivo lavaggio finale.

I successivi interventi di consolidamento saranno così strutturati:

- il ristabilimento della coesione della continuità tra gli elementi tessiturali, attraverso iniezioni di malta premiscelata a basso contenuto di sali solubili;

- la risarcitura delle parti mancanti sia per il paramento murario sia per la parte di rivestimento lapideo; per la parte del paramento murario verrà fatta la ricostruzione delle parti mancanti con malta idonea per colorazione e granulometria con la lavorazione superficiale della stessa con stilatura ad imitazione della tessitura originaria; per le parti in pietra si opereranno eventuali tassellaure con materiale proveniente dalla cava originale nel caso la perdita di materiale comprometta la durabilità del paramento;
- la ripresa dei giunti di malta del paramento in laterizio con malte idonee per composizione, colorazione e granulometria; le indagini diagnostiche hanno riguardato anche la caratterizzazione della malte di allettamento e ciò ha consentito la ricostruzione della loro composizione; ciò vale anche per il paramento lapideo e per le malte di ancoraggio dei vari elementi;
- la ricostruzione del copriferro per le parti in calcestruzzo e la regolarizzazione della superficie.

La fase protettiva sarà caratterizzata dai seguenti interventi:

- il trattamento preventivo per evitare la formazione di attacchi di microrganismi attraverso l'applicazione di biocida in solvente;
- la protezione delle superfici in pietra con resine acriliche;
- il trattamento idrorepellente di superfici lapidee porose, quali i mattoni del paramento murario e delle volte, mediante impregnazione totale di prodotto a base di resine silossaniche in solvente.

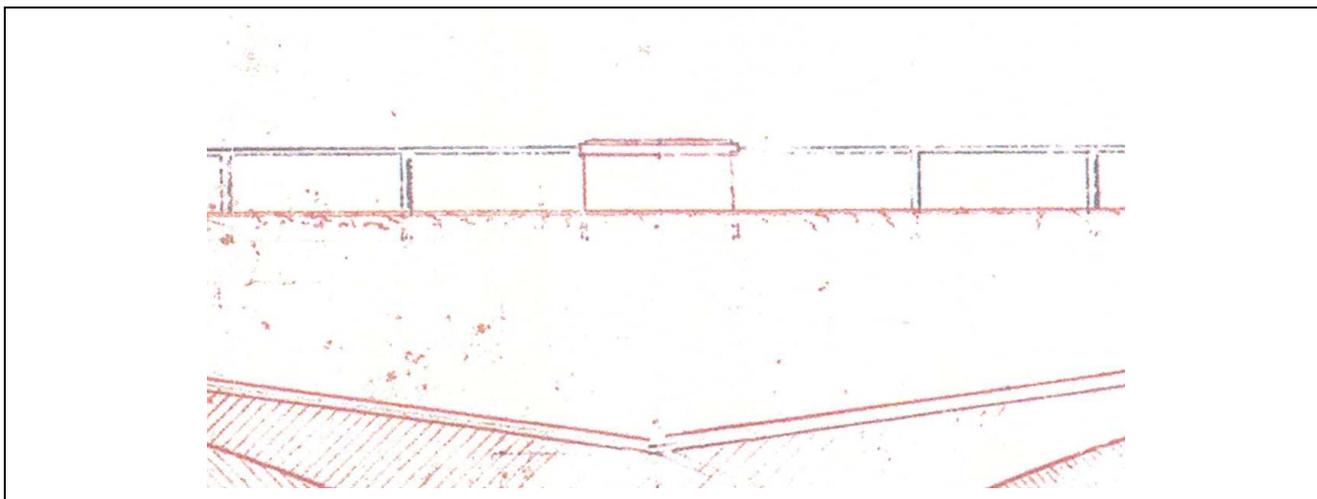
## IL NUOVO PARAPETTO ED IL MANTO STRADALE

Come già accennato nell'analisi materica e nel progetto di restauro, si è deciso di rimuovere l'attuale protezione della sede stradale per porre in opera una nuova protezione.

La rimozione è dovuta al fatto che il ponte avrà un prevalente utilizzo ciclo-pedonale; i mezzi da impiegarsi per le attività manutentive e gli eventuali mezzi agricoli che lo utilizzeranno avranno, oltre a dei limiti di peso, anche una limitazione di velocità tale da rendere non necessaria una protezione particolare per tali veicoli.

Prima di descrivere la protezione che andrà a sostituire l'attuale, si presenta una breve analisi dei documenti reperiti per analizzare in passato quali protezioni sono state adottate per il ponte.

Nel Capitolato Speciale d'Appalto allegato al progetto definitivo del ponte del 4 settembre 1887 si descrive il parapetto con *sbarre in ferro e colonnine in ghisa fissati nella pietra con piombo*.

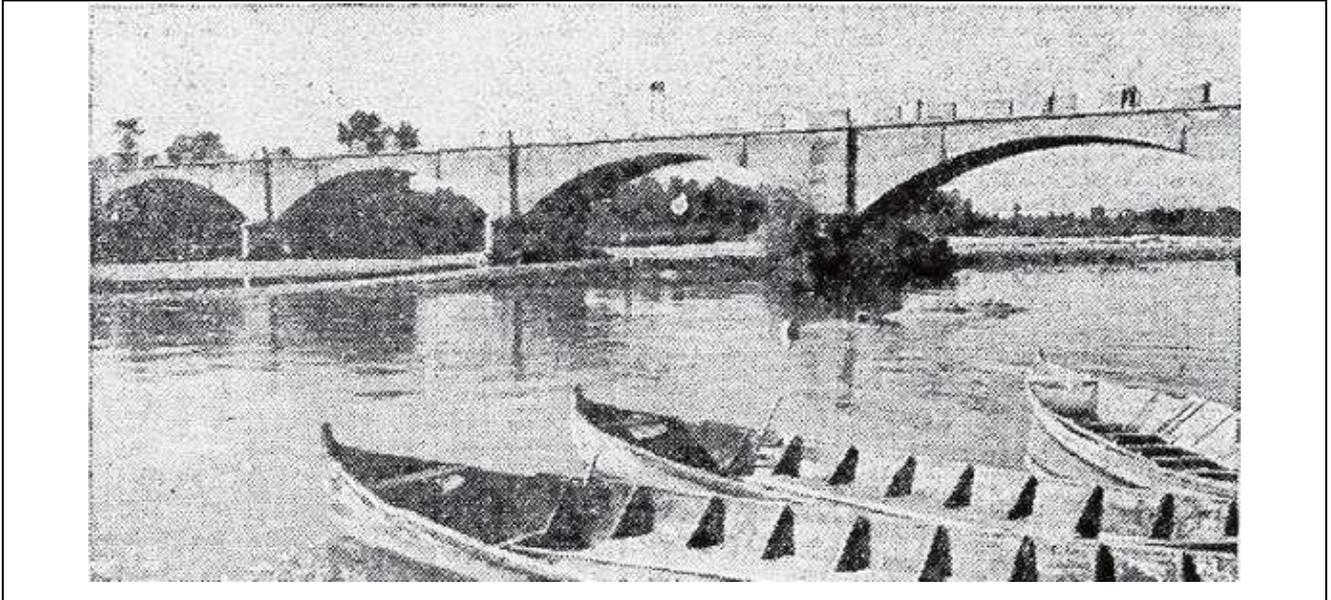


*Estratto dal progetto originale*

Probabilmente lo schema rappresentato nell'immagine precedente – ricavata da una tavola che riporta una sezione longitudinale del ponte – non è detto che sia l'effettivo parapetto realizzato, ma rappresenta solo uno schema; mancano, infatti, le parti di completamento tra le colonnine di ghisa (ammesso che vi fossero). In sintesi, quindi, il parapetto era composto da pilastri in pietra posizionati in corrispondenza delle pile del ponte e tra detti pilastri era fissato un parapetto, di altezza inferiore ai pilastri, costituito da elementi di ancoraggio intermedio in ghisa ed il resto della struttura era in ferro semplice lavorato.

I documenti successivi reperiti, in particolare le disposizioni di rimborso delle spese sostenute dalla Provincia di Milano, riportano frequenti interventi di riverniciatura di tutte le parti in ferro.

Per avere altre informazioni relativamente al parapetto occorre risalire ad una immagine del 1960.



*Immagine tratta dal quotidiano "La Provincia" di domenica 24 luglio 1960*

In questa immagine il parapetto appare diverso rispetto a quello descritto nel progetto del 1887; si vedono altri piastrini – possiamo ipotizzare in muratura – posizionati tra quelli in pietra posti in corrispondenza delle varie pile; non è visibile dalla fotografia la parte, probabilmente in ferro, posta tra i vari pilastrini.

Sono ancora in opera, ai due estremi del ponte, alcuni tratti di ringhiera gravemente deteriorati, che potrebbero essere ciò che è rimasto del parapetto in ferro originario o dell'intervento successivo del quale rende conto l'immagine del 1960.

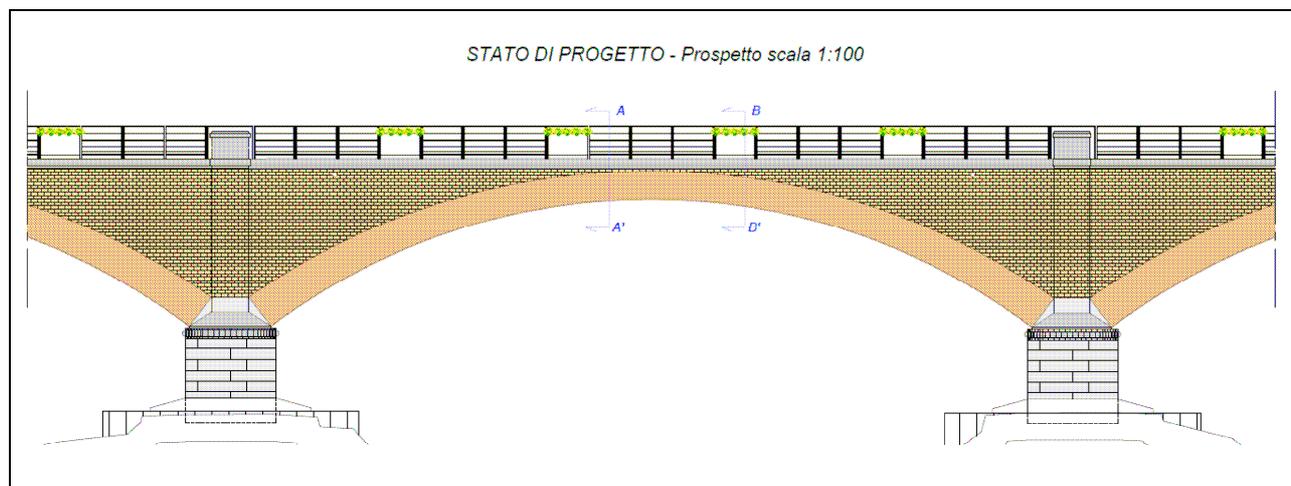
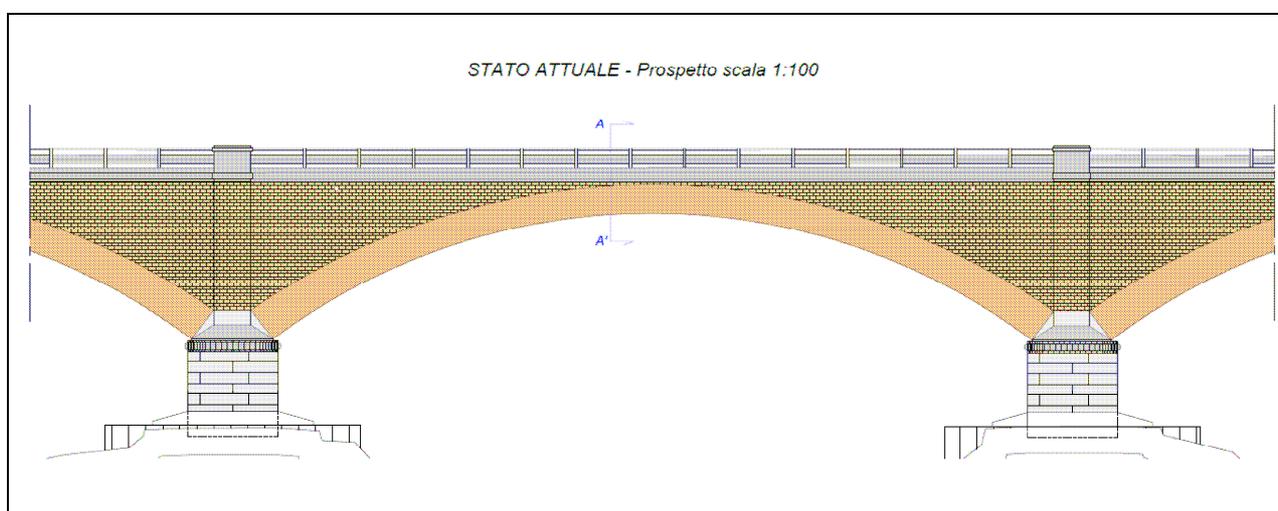


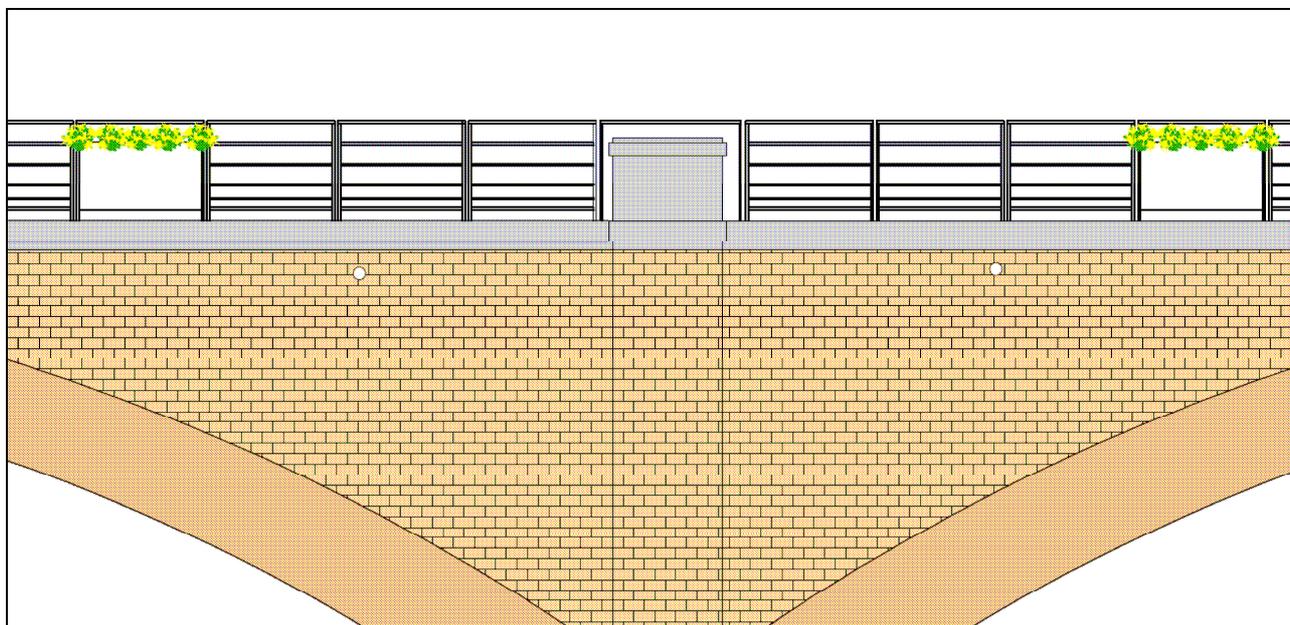
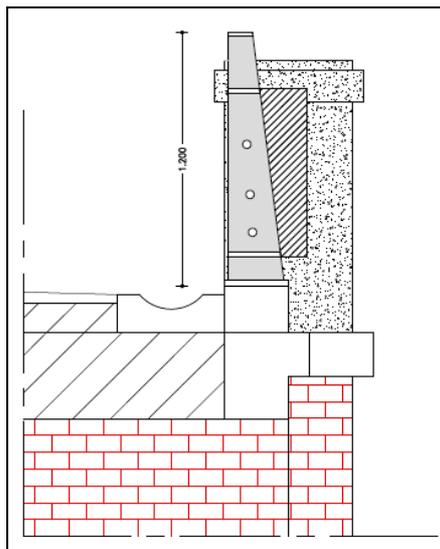
## Il nuovo parapetto

La scelta di progetto è quella di confermare l'uso dell'acciaio quale materiale per il nuovo parapetto, cercando di realizzare una protezione con un disegno attuale e che allo stesso tempo riprenda le linee generali delle strutture precedenti, senza però operare la semplice replica.

Nel disegno del parapetto viene ripresa la partitura modulare (tratti da mt 1,50 autonomi) già presente nelle due precedenti protezioni (definita in origine con le colonnine in ghisa e successivamente dai muretti), con l'inserimento di elementi opachi ogni tre moduli per realizzare, nella parte alta, delle fioriere.

Il parapetto sarà costituito da montanti di forma trapezioidale, costituiti da piatti accoppiati, e da correnti orizzontali composti da piatti e tondi come rappresentato nella tavola grafica di dettaglio.





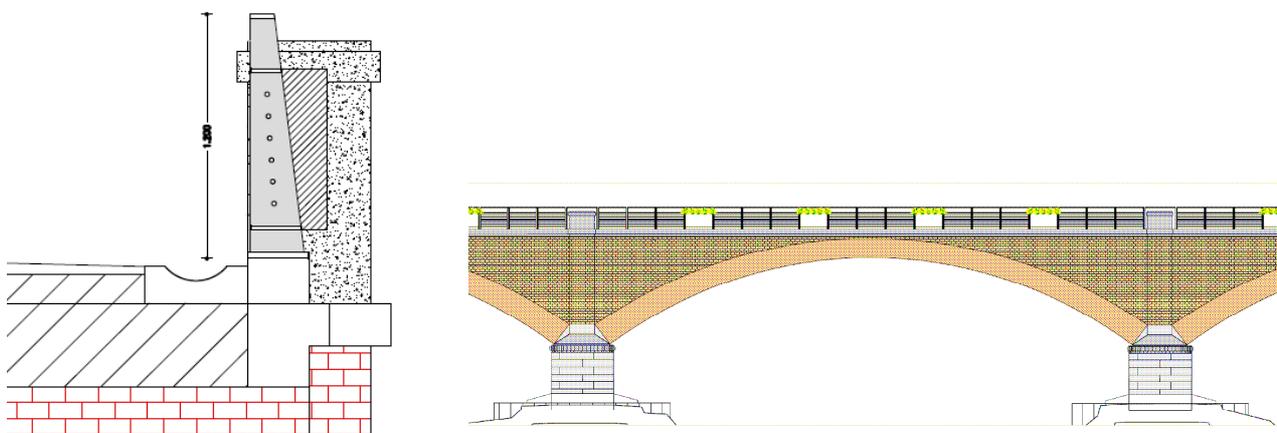
Non essendosi reperita una normativa specifica per la progettazioni dei parapetti per ponti con utilizzo misto ciclo-pedonale-carraio, ci si riferisce a quelle che sono le caratteristiche di corretta costruzione in relazione ai parametri di sicurezza utilizzati in altri ambiti. Il parapetto ha, infatti, il principale ruolo di proteggere dalla caduta nel vuoto e dovrà resistere alle azioni meccaniche dovute principalmente agli sforzi esercitati da persone e mezzi in appoggio sulla struttura.

L'altezza normale prevista per i parapetti, pari ad 1,00–1,10 m, viene aumentata precauzionalmente ad 1,20 per il parapetto in progetto del ponte storico.

Altro elemento che si ritiene utile considerare è la "non scalabilità" del parapetto; di conseguenza, i traversi posti orizzontalmente sono posizionati su un piano inclinato, tale da non rendere possibile l'effetto "scala".

Un ulteriore elemento di sicurezza del parapetto è la "non attraversabilità" dello stesso. Non essendosi reperita una specifica normativa in materia, se non prescrizioni contenute in altre normative (D.M. 236/1989 per le barriere architettoniche, nel quale si specifica che il parapetto deve avere un'altezza minima di 100 cm ed essere inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro) si è ipotizzata la soluzione progettuale con 4 traversi che occupano la specchiatura centrale per la suddivisione.

Quanto sopra fatti salvi gli ulteriori approfondimenti da espletarsi nella fase della progettazione esecutiva.



Il parapetto sarà realizzato in acciaio zincato e verrà verniciato a polvere con colori sui toni del grigio o del marrone (nel caso ci si voglia avvicinare come tonalità all'effetto corten).

### Il manto stradale

Per quanto riguarda il manto stradale lo stesso sarà realizzato in asfalto con inerti, che conferiscano allo stesso una colorazione simile alle gamme del beige – marrone, cromaticamente più compatibili con le caratteristiche del ponte e con il tracciato di natura ciclo-pedonale.

Nella fase del progetto esecutivo sarà valutata la segnaletica stradale orizzontale occorrente.