

**RELAZIONE STORICO TECNICA DEI
PONTI E ALTRE OPERE COSTRUITE SUL
FIUME ADDA NELL'AREA DI TREZZO**

268 – 2007 D.C.

Vittorio Robiati

INDICE

- 1a Parte – Fiume Adda, Costruzioni Idrauliche 1896 – 1950, Ponti: 268 – 1886 d.C., altro.
- 2a Parte – Ponte sulla Provinciale a Trezzo - 1880 – 1953. Acciaio 1880, rifacimento in Cls 1953.
- 3a Parte – Breve storia della costruzione della prima autostrada MI-BG – 1926-1927.
- 4a Parte – Primo Ponte Autostradale a Trezzo – 1926 - 1927, risanamenti nel 1966, 1982 - Cls.
- 5a Parte – Secondo Ponte Autostradale a Trezzo - 1960 – 1966 - Cls
- 6a Parte – Terzo Ponte Autostradale a Trezzo – 2006 - 2007 - Acciaio
- 7a Parte – Riepiloghi e conclusioni

1a Parte

- Crediti e ringraziamenti
- Il fiume Adda – barriera naturale
- Passeggiata da Groppello fino ai ponti di Trezzo
- Idrologia
- Il Canale della Martesana
- Costruzioni idrauliche per regolare il fiume e generare EE
- Il primissimo ponte - Ponte Romano - Pontirolo: 268 d.C.
- Il primo ponte - Ponte di Bernabò Visconti 1350 - Distrutto nel 1416

2a Parte

- Ponte sulla provinciale a Trezzo
- Comprende: Criteri progettuali, Tecnologie dei materiali, Fondazioni, Strutture portanti, Metodi costruttivi e tempi, Interventi di risanamento.

3a Parte

- Breve storia della costruzione della prima autostrada MI-BG – 1926-1927.

4a Parte

- Primo ponte autostradale a Trezzo
- Criteri progettuali, Tecnologie dei materiali, Fondazioni, Strutture portanti, Metodi costruttivi e tempi, Interventi di risanamento.

5a Parte

- Secondo ponte autostradale a Trezzo
- Criteri progettuali, Tecnologie dei materiali, Fondazioni, Strutture portanti, Metodi costruttivi e tempi, Interventi di risanamento.

6a Parte

- Terzo ponte autostradale a Trezzo
- Criteri progettuali, Tecnologie dei materiali, Fondazioni, Strutture portanti, Metodi costruttivi e tempi, Interventi di risanamento.

7a Parte

- Riepiloghi e Conclusioni

**RELAZIONE STORICO TECNICA DEI PONTI E ALTRE OPERE
COSTRUITE SUL FIUME ADDA NELL'AREA DI TREZZO**

268 – 2007 d.C.

1a parte – 268 al 1886 d.C.

PONTI AUTOSTRADALI SULL'ADDA A TREZZO



**Ponte autostradale sull'Adda a Trezzo visto da sud – 2005
Esistevano i 2 ponti realizzati nel 27 e nel 60**



Ponte sulla provinciale che attraversa l'Adda a Trezzo visto da nord



Foto Trezzo con il fiume Adda, Centrale Taccani, Ponte sulla provinciale e Ponti Autostradali

“Uscito dall'osteria di Gorgonzola, Renzo prosegue il suo cammino nell'oscurità, lungo le strade verso l'Adda. Durante il tragitto, i suoi pensieri vanno al mercante e al suo resoconto calunnioso. Dopo alcuni paesi, Renzo si inoltra in una zona non coltivata e poi in un bosco. Qui viene colto da un oscuro timore, ma sente il rumore dell'Adda e si precipita verso il fiume. Non potendo attraversare il fiume, si rifugia in una capanna abbandonata. Tenta di addormentarsi, ma alla sua mente si affacciano ricordi dolorosi. Verso le sei del mattino riprende il cammino verso l'Adda. Traghettato da un pescatore, passa sulla sponda di Bergamo dirigendosi verso il paese del cugino.
 Passo tratto dai Promessi Sposi del Manzoni



Chiesa SS. Gervaso e Protaso sul cui campanile è affissa la targa di marmo sul Manzoni

Il materiale è stato ricavato da testi storici, dall'archivio SPEA e da privati e dalla Rete WEB. Molte foto del territorio ed opere sono state eseguite da Vittorio Robiati e Paolo Morlacchi.

Credits

Si ringraziano:

Ing. F. Tolentino per le monografie del primo ponte Autostradale anno 1926/1927.

Ing. P. Sembenelli per aver avviato il progetto.

Ing. G. Sembenelli per notizie sul progetto del 2007.

Ing. Domanico – Direttore dei Lavori SPEA progetto Corsia A4 – per recupero materiale grafico.

Ing. A. Vintani – Progettista della prima edizione del Ponte 2006/2007, per materiale grafico.

Ing. Pistoletti – Progettista dell'opera eseguita – per le note relative alla relazione di calcolo.

SPEA – Ing. Furlanetto, per recupero elementi di calcolo del ponte del 60/66.

Società Autostrade, per l'utilizzo di foto e dati ingegneristici dei ponti del 1960 e 2006/2007.

Ing. Storoni, Project Manager di Autostrade, per l'utilizzazione materiale di Autostrade.

Impresa Pavimental S.p.a. – Ing. Sertori – Direttore del progetto, per foto aeree.

Geom. Fomasi, per notizie relative agli interventi del 1982 sul ponte anni 1926, 1927.

Sig. Rino Tinelli di Trezzo, autore di numerose opere sul territorio, per il materiale grafico e foto.

Arch. Ravasio Fulvio per alcune foto relative alla realizzazione del ponte del 1960/66.

Amministrazione del Comune di Trezzo per alcune immagini storiche.

Italcementi, per notizie storiche relative alla centrale di Vaprio, presa a Trezzo.

Enel, per alcune foto della Centrale Taccani di Trezzo.

Istituto Italiano D'Arti Grafiche – Bergamo, per alcune pubblicazioni storiche

Geom Cereda, per la collaborazione e coordinamento di vari enti.

Ing. P. Morlacchi, per la collaborazione e la stesura della relazione.

Geom. V. Robiati, per il coordinamento e la stesura del testo.

Il fiume Adda – barriera naturale

Il fiume Adda, con i suoi 313 chilometri, è il quarto in Italia per lunghezza ed è il maggiore affluente del Po. Trae le sue origini dal passo di Val Alpisella ad Ovest dello Stelvio; scorre attraverso la valle di Fraele, a Bormio, scorre tra le Alpi Retiche e le Orobie, lungo tutta la Valtellina sino a sboccare nel lago di Como a nord di Colico. Uscito dal Lario, entra nei due laghi di Garlate e di Olginate, riprendendo poi la sua corsa verso il Po; fino a Cassano è incassato fra sponde alte di puddinghe (rocce formate dalla cementazione di ciottoli di fiume, cioè arrotondati dall'erosione deriva da "pudding" = budino in inglese). Tra Lecco e Trezzo d'Adda, il fiume costituisce, su entrambe le sponde, il collettore principale della ramificazione di rogge e torrenti. Tra Brivio e Paderno, in provincia di Lecco, l'Adda scorre in una valle incassata tra formazioni moreniche e alluvionali immerse in ripe boschive ad ampio dislivello, che furono insormontabili ostacoli per i naviganti dei secoli scorsi. Da Paderno fino alle porte della provincia di Milano e poi più giù fino a Cassano d'Adda, il fiume muta il suo corso in un divenire progressivamente più calmo ma pur sempre scosceso.



Passeggiata da Gropello fino ai ponti di Trezzo



Mappa del percorso da Gropello a Trezzo. – Notare la località di Pontirolo (Pons – Aureola)

Il percorso circolare e ciclopedonale parte da Gropello, località di Cassano d'Adda. Il nome Gropello deriva dal termine germanico krop che significa gobba, altura, posizione sopraelevata sull'altipiano prospiciente il territorio della Geradadda

Parte dal casello idraulico al servizio del naviglio Martesana la cui costruzione ha inizio il 3 giugno 1443.



Questa fase dei lavori del naviglio Martesana vide l'intervento di una delle più ingegnose menti dell'epoca: Leonardo da Vinci. In prossimità del casello idraulico si incontra la Conca di navigazione, simile nell'impianto a tutte le altre conche del Martesana: conca vinciana con portone e portine in ferro; sul lato destro della conca il canale di scarico del naviglio.



Ruota d'epoca per la presa d'acqua per irrigazione campi

Poco più avanti, sulla destra, merita attenzione la villa arcivescovile voluta dal Cardinale Borromeo come luogo di cura per ecclesiastici.



Proseguendo lungo la strada alzaia si raggiunge il Salto del gatto dove le acque del canale Villoresi entrano in parte nell'Adda ed in parte nella Martesana tramite un opera in gradoni e sottopassi. Il canale Villoresi prende le acque dal fiume Ticino, in località diga del Pan Perduto, nel comune di Somma Lombardo.

Più avanti la diga dell'Italcementi sbarrà il corso del naviglio creando un piccolo invaso in prossimità della centrale. Situata in sponda destra, in sponda sinistra rispetto al Martesana, la diga venne costruita dal Linificio Canapificio Nazionale insieme alla centrale idroelettrica che poi fu ceduta all'Italcementi. Ha le sue opere di presa poco più a monte della diga di Crespi d'Adda. Tra il 1948 ed il 1953 furono effettuati i lavori per la costruzione di un canale sotterraneo che, passando sotto la collina di Concesa, porta l'acqua alla centrale.



Prese della centrale Italcementi, diga di regolazione, imbocco canale Martesana, ponti sull'Adda

In territorio di Vaprio d'Adda si incontra il Vellutificio Visconti, il più antico monumento industriale tra quelli rimasti ancora visibili lungo l'Adda. Il corpo centrale a quattro piani, tipico esempio di architettura industriale a sviluppo verticale, è caratterizzato da una imponente torre merlata e da due torrette agli angoli del lato corto dell'edificio.





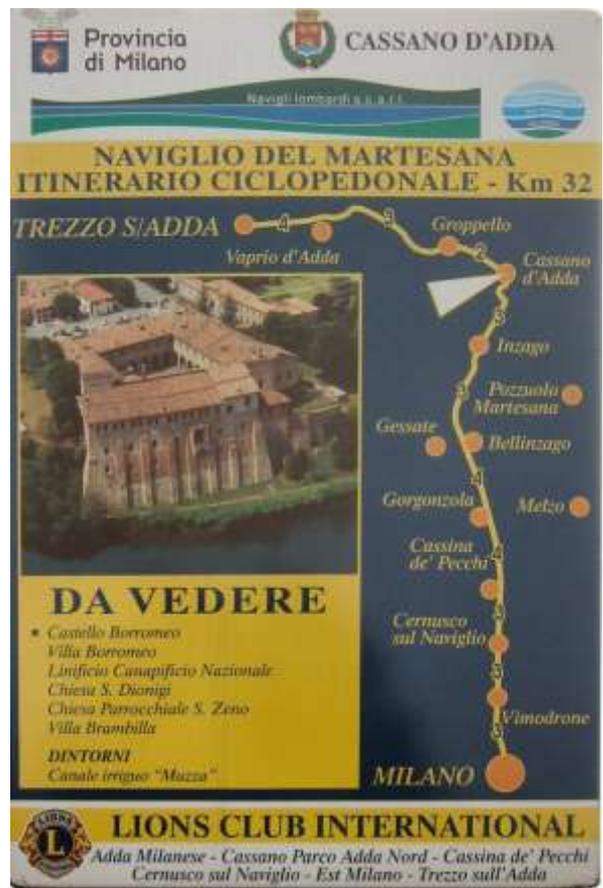
Stemma Visconti

Sempre proseguendo sull'alzaia del naviglio si può ammirare la Casa del Custode delle Acque, la Regia Camera di Vaprio d'Adda che sorge tra il Naviglio Martesana e l'alveo del fiume Adda, in una posizione strategica per controllare i flussi delle merci e dei viaggiatori sulle vie d'acqua vapriesi e riscuoterne i dazi.





Dettaglio della volta dell'abitazione con un dipinto



Alzando lo sguardo, a sinistra, sul poggio di Vaprio, si può osservare la villa Visconti, riconoscibile per un tondo con lo stemma del nobile casato milanese. Costruita prima del 1755, la villa è caratterizzata da un'ampia terrazza rivolta al naviglio ed al fiume, nei pressi del lavatoio pubblico che, con belle colonne in pietra e capitelli, è luogo di memoria e di aggregazione e rievoca la figura della lavandaia, umile e dedita ad un lavoro faticoso tra lo sbatter dei panni e gli spruzzi d'acqua



Villa
Visconti di Modrone
(anteriore al 1755 -
rifacimento eclettico del sec. XIX)
Torretta e cantine con forno
del sec. XIX
giardino storico terrazzato
sul Naviglio con ninfeo



Sempre in alto, a picco sul naviglio e sul fiume sorge la Villa Melzi d'Eril, costruita a partire dal 1483 per volere di Giovanni Melzi. Il nobile edificio di gusto rinascimentale, elegantissimo nella sua lineare semplicità, domina dall'alto lo scenografico giardino che con ampi terrazzi panoramici digrada verso il naviglio Martesana e il fiume. La fama della villa si deve al fatto di aver ospitato, tra il 1506 ed il 1513, Leonardo da Vinci.



· IN · QUESTA · VILLA · MONUMENTO · NAZIONALE ·
· LEONARDO · DA · VINCI ·
· EDUCAVA · ALL' ARTE · FRANCESCO · MELZI ·
· DISCEPOLO · PREDILETTO · EREDE · DEI · SUOI · MANOSCRITTI ·
· FRANCESCO · E · LODOVICO · MELZI · D' ERIL ·
· VOLLERO · COSÌ · RICORDARE · IL · IV · CENTENARIO · VINCIANO ·
· MDXIX · · MCMXIX ·



Nel corso della sua vita intensa e laboriosa, Leonardo da Vinci si trasferì due volte a Milano fra il 1482 e il 1499, periodo in cui, sotto la munifica protezione di Lodovico il Moro, dipinse la prima versione della Vergine delle Rocce (Parigi, Louvre), la Dama dell'Ermellino (Cracovia, Czartoryski Muzeum) e il Cenacolo (Milano, Refettorio di Santa Maria delle Grazie), e fra il 1506 e il 1513, gli anni della seconda versione della Vergine delle Rocce (Londra, National Gallery), San Giovanni Battista e Sant'Anna (Parigi, Louvre). Fu durante questo secondo soggiorno milanese che fece tappa più volte sull'Adda, ospite nella dimora del nobile Girolamo Melzi Giunto al suo massimo splendore, l'artista, ormai sessantenne, approfittò della tranquillità di Vaprio e dell'assistenza di Francesco Melzi, figlio di Girolamo, per riordinare la gran messe di carte e manoscritti, che proprio qui furono conservati prima della loro dispersione. Dalla splendida terrazza della villa o dai suoi immediati dintorni, Leonardo disegnò ripetutamente il paesaggio dell'Adda: il fiume tra Monasterolo e Trezzo (Windsor, Royal Library, 12398), la Martesana e il promontorio di Concesa (Windsor, Royal Library, 12399), il

traghetto tra Vaprio e Canonica (Windsor, Royal Library, 12400). Su quest'ultimo foglio appare un barcone del tutto simile a quello ancora in uso a Imbersago. Dovrebbe appartenere allo stesso periodo anche un altro disegno, che potrebbe essere considerato un autoritratto ideale del maestro un vecchio è seduto sulla riva di un fiume, intento a studiare vortici d'acqua (Windsor, Royal Library, 12579).

La passione di Leonardo per i temi idraulici è nota. Ad essi si dedicò tutta la vita. Durante i soggiorni a Vaprio, intraprese gli studi per collegare il lago di Como con la città di Milano, discendendo l'Adda. Le sue intuizioni geniali crearono i presupposti per la nascita del naviglio di Paderno.

Egli prevedeva di superare il tratto di fiume non navigabile, ossia quello compreso nello stupefacente scenario naturale della valle della Rocchetta, con un'opera ardita uno sbarramento da realizzare in prossimità dei Tre Corni, una tratta cieca di canale scavato nella sponda bergamasca, una sola grande conca e uno sbocco in Adda, sempre in galleria, per portare le barche al di là delle rapide, laddove la navigazione poteva riprendere senza ostacoli.

Schizzi e appunti del progetto appaiono nel foglio 141 del Codice Atlantico (Milano, Biblioteca Ambrosiana) mentre un altro foglio del medesimo Codice, il 335, riporta un bel disegno planimetrico del tratto di fiume tra Brivio e la Martesana, con le disposizioni da adottare per superare le rapide turbolente. Tre Corni, il luogo indicato negli studi idraulici, sembra essere stato richiamato anche nel fondale della Vergine delle Rocce. Un episodio che rinsalda l'artista con lo scienziato. I lavori al naviglio di Paderno presero il via circa 70 anni dopo la scomparsa del maestro e seguirono un progetto in buona parte differente. Ma questo canale parallelo, con le sue conche, le porte oblique, i gradoni di caduta delle acque, è un superbo omaggio alle idee di Leonardo.

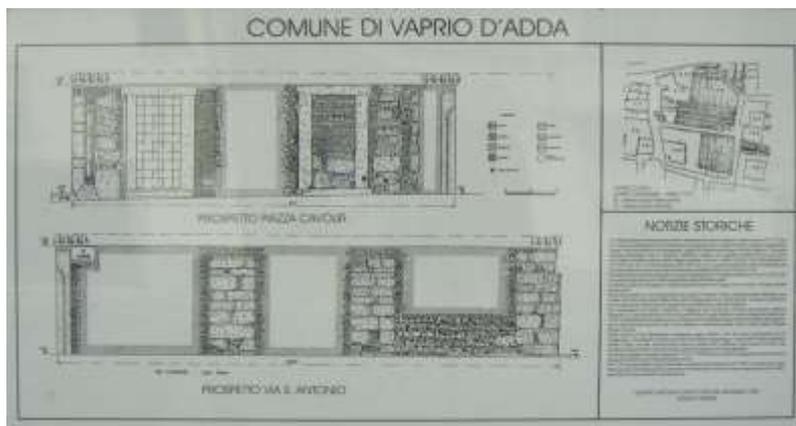
In questo punto si abbandona la strada alzaia e si percorre il Pons Aureoli. La costruzione attuale risale al 1950, ma questa è solo l'ultima delle opere costruite dall'uomo per scavalcare il fiume.



La prima risalirebbe addirittura all'età romana, quando un accampamento militare fortificato, nucleo originario dell'abitato, sorse proprio in questo punto particolarmente favorevole all'attraversamento dove già per i servizi militari e commerciali funzionava una *mutatio* sulla via *militaris* Milano-Aquileia, sorse un villaggio che dell'aspra battaglia avvenuta nel 268 dopo Cristo tra l'imperatore Claudio II e M. Acilio Aureolo, usurpatore del potere imperiale, ricordò i termini e il nome del soccombente: Pons Aureoli, il ponte di Aureolo, volgarmente Pontirolo.



Ciò che rimane in riva sinistra. Due campate del ponte ad archi fatto dai romani.



Testimonianza materiale risalente all'epoca Romana

Superato il ponte si scende verso il fiume per seguire l'alzaia della roggia Vailata i cui lavori iniziarono del XV secolo appena a monte del traghetto. Nei disegni di Leonardo sono rappresentate le opere di presa delle acque, le bocche, ancor oggi esistenti.



Il percorso prosegue sempre seguendo la roggia Vailata e si raggiunge l'ex chiesa di S. Anna. All'oratorio, di epoca seicentesca, è affiancato a nord un secondo edificio a destinazione residenziale; di questo una parte è sorta in contemporanea con la chiesa e un'altra, presumibilmente, nel XIX secolo.



Sulla sinistra si vede bene la roggia Vailata



Ex chiesa di S. Anna.

Poco più avanti si incontra un altro sbarramento del fiume, la diga di Sant'Anna, dal quale parte il canale del Linificio Canapificio Nazionale necessario ad alimentare la centrale idroelettrica del Linificio stesso.



Si prosegue, quindi, lungo il canale per arrivare al villaggio operaio di Fara Gera d'Adda con i suoi palass fatti costruire per gli operai e le sue villette realizzate per gli impiegati, l'asilo, la cooperativa di consumo, la fabbrica ed il convitto appena ristrutturato.

Il centro storico di Fara rievoca senz'altro la figura di Autari, terzo re dei Longobardi in Italia, eletto nel 585. A lui la tradizione attribuisce l'insediamento della sua tribù o fara sulle rive dell'Adda, luogo che acquistò in seguito notevole importanza, per avervi il re costruito un palazzo ed una basilica di culto ariano, e che da lui si chiamò FARA AUTARENA.

Si attraversa la Piazza Roma e si incontra la Basilica Autarena edificata alla fine del VI secolo. Superato il centro storico del paese si arriva ancora all'Adda che si attraversa percorrendo una passerella in legno e ferro realizzata nel 1890 in sostituzione di un traghetto prima e di un ponte di barche poi. Il ponte supera il canale del Linificio e l'Adda, un altro ponte supera il canale dell'Italcementi e si giunge in località Pignone, area di sosta e di ristoro da poco attrezzata e molto frequentata specialmente nel periodo estivo.

Risalendo lungo una strada asfaltata, ma sempre inibita al traffico veicolare, si giunge a Gropello al punto di partenza dell'itinerario.

Idrologia

Il regime dell'Adda è di tipo alpino e viene modulato naturalmente dal Lago di Como, di cui è contemporaneamente immissario ed emissario. Il modulo medio annuo presso la foce nel Po è notevole in quanto pari a circa 190 mc/sec. La portata minima del fiume tuttavia nei periodi di forte siccità (come ad esempio nell'estate 2003) può scendere anche notevolmente toccando valori di 18 m³/sec, mentre quella massima può anche superare i 1.000 m³/sec. Tale regime tuttavia è ampiamente modificato da indigamenti costruiti a scopo di sfruttamento idroelettrico, presenti soprattutto nella zona montana, ma anche nel basso corso (Pizzighettone). Non mancano eventi di piena eccezionali: nel novembre 2002 ad esempio forti piogge hanno ingrossato pesantemente il fiume all'uscita dal lago di Como e soprattutto il suo affluente Brembo causando così una violenta piena di 2.500 mc/sec che ha sommerso in parte la città di Lodi.

Il canale della Martesana

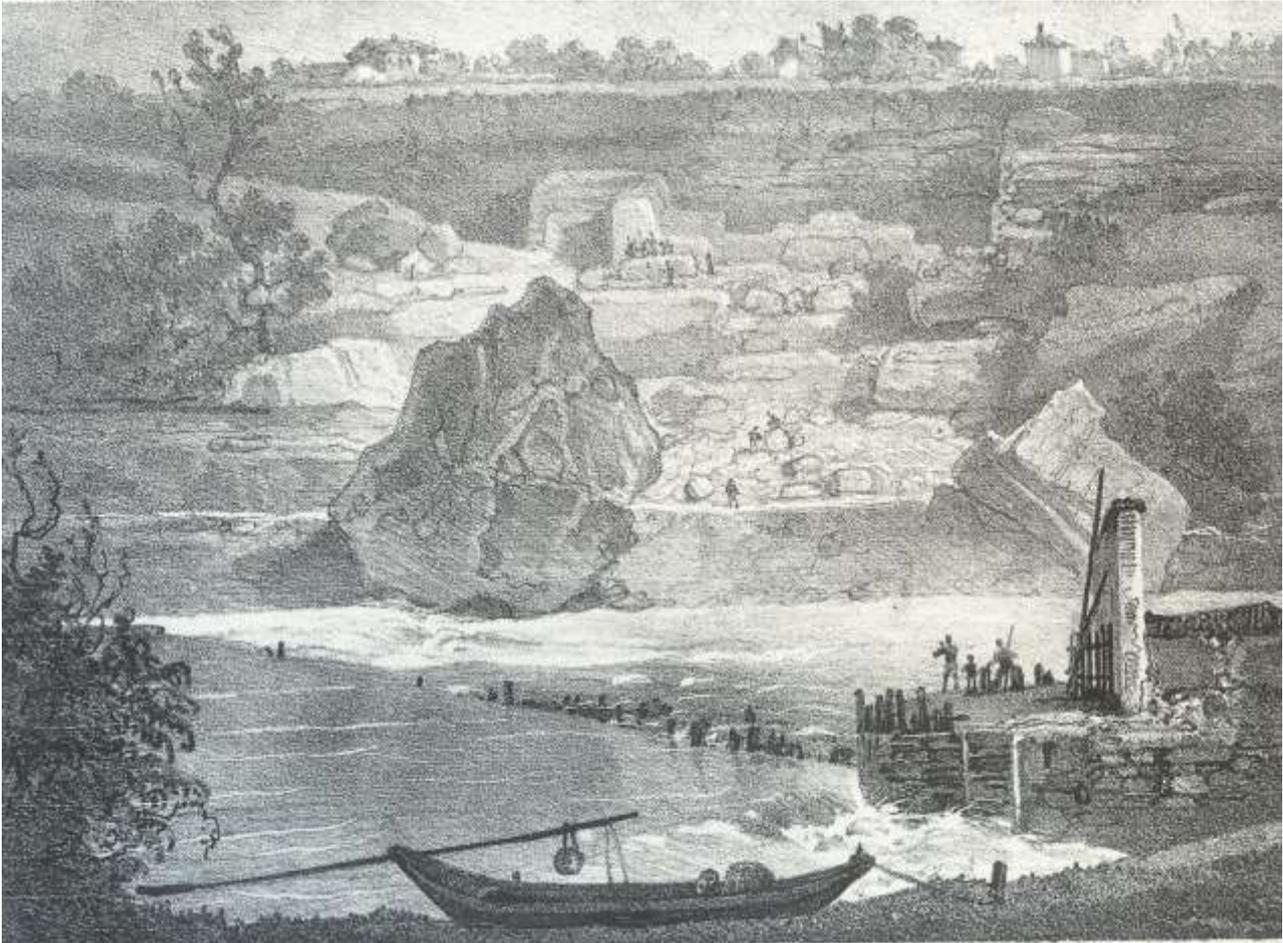


Disegni storici del 1890 con imbocco canale e relativa planimetria che risale attorno al 1500

Il naviglio della Martesana si deriva in sponda destra e la sua portata è regolata da due paratoie da mt. 6x1,50 comandate idraulicamente. In sponda sinistra una paratoia a due elementi per 12x6,30 con comando idraulico regola la portata del canale di derivazione della centrale ex S.T.I..

La presa dell'impianto di Vaprio è posta invece sulla sponda destra del fiume e l'acqua affluisce nel canale in galleria attraverso quattro grandi bocche opportunamente raccordate al canale stesso e munite di griglie e paratoie.

Lo sviluppo del canale di carico, interamente in galleria e a pelo libero, è di 4.436 metri.



«Il naviglio della Martesana è così chiamato dal nome d'uno dei contadi rurali in cui era diviso il Milanese prima del trionfo de' comuni, e che comprendendo gran parte di quella che con recente nome chiamasi la Brianza, avea per capo luogo il borgo di Vimercato (Vicus-Mercatus). Di sotto al castello di Trezzo entra l'Adda in esso naviglio, che di qui arriva sino a Milano, destinato a mettere la metropoli dell'Insubria in comunicazione col lago di Como; ed ora che gli altri canali sono pure compiti, a fare che da esso lago si possa passare da una parte nel Maggiore, dall'altra nel Ticino e quindi in Po e nell'Adriatico.

Quando Francesco Sforza ebbe colla forza della spada sostenuto la debolezza dei diritti di sua moglie al ducato di Milano, fu tutta cura di far dimenticare l'usurpazione coll'abbellire la servitù. Fra i molti savii suoi provvedimenti fu pure quello dato nel 1460 perché si aprisse questo canale. Dirigevano i lavori l'ingegnere Bertola da Novate e il commissario Rosino Piola; e primamente si formò lo sprone qui disegnato, che nell'Adda si stende 500 braccia, sollevato appena braccia 4, acciocché qualora il fiume si gonfi, le acque possano da quel ciglio traboccarsi, lasciando quasi sempre ad eguale livello il naviglio.

Ma poiché dapprima si pensò forse più all'irrigazione, angusta n'è l'imboccatura, e richiedesi l'opera d'esperti paroni, come qui chiamano i piloti, per guidarvi la nave sicuramente. Tutto più stretto era dappriincipio, e solo nel 1573 fu ridotto alla presente larghezza che sta' fra i 17, e i 10 metri. Per lungo tratto il naviglio continua rasente al fiume, talché è spettacolo singolare per chi passeggi sulla strada dell'alzaia, il vedere di sotto ronda vorticoso e spumante frangersi tra i massi, mentre in alto, obbediente ai voleri dell'uomo, lentamente spinge o scarsamente resiste alle navi, che vi sono tratte da pazienti cavalli.

Colla direzione da levante a ponente, passando vicino alle comunità di Concesa, Vaprio, Gropello, Inzago, Gorgonzola, Cernusco, Crescenzago, Gorla, Segnano; attraversando i fiumi Molgora e Lambro, dapprima il canale sfogava pel torrente del Seveso, poi fu accostato alla città per opera di Leonardo da Vinci. Quivi entra dal Tombone di S. Marco e girando nel fosso interno, n'esce a Viarena, per congiungersi con quel che viene dal Ticino per Abbiategrasso, e con quello che vi va per Pavia.

La maggior portata delle navi su questo canale è di circa 30,000 chilogrammi. Poca in generale è la pendenza di esso, e sebbene in alcuni siti, come tra le Fornaci e Gorgonzola, acceleri visibilmente il corso, non fu mestieri farvi conche, se non alla Cascina dei Pomi; oltre quelle nell'interno della città. Il sito che noi qui diamo disegnato è appunto l'imboccatura anzi detta, e v'abbiamo accennato in lontananza le cave di ceppo, o pudinga anagenica, di cui sono visibilmente costituite le sponde dell'Adda qui intorno. Cavasi esso a Canonica, sotto Capriate, San Gervasio e Brembate.

Massimamente del ceppo gentile si fa molto uso tra noi nelle costruzioni, ed anche per qualche statua di grossolana finitura. C. Cantù».

Costruzioni idrauliche per regolare il fiume e generare EE

Tra Brivio e Rivolta d'Adda sono presenti ben **otto centrali idroelettriche** costruite tra il 1895 e il 1928. Tra queste, **oltre alla centrale Taccani**, rivestono una certa importanza la **centrale Bertini** di Porto d'Adda, inaugurata nel 1898 e la **centrale Esterle** aperta a Cornate d'Adda nel 1910, caratterizzate entrambe da monumentali **forme neorinascimentali**.

Qui tratteremo brevemente quelle nei pressi dei ponti a Trezzo, Taccani e Vaprio, Bertini.

La Centrale idroelettrica Taccani, detta Moretti. - Trezzo d'Adda. Milano. - Centrale ENEL

Costruita dall'architetto Moretti sul ceppo dell'Adda ai primi del '900, in funzione ininterrotta dal 1906. Erano in funzione 10 generatori per un totale di 10.000 kW. Oggi rimodernata consta di 6 alternatori e fornisce una potenza complessiva di 10.500 kW.

Attraverso il fiume è stato realizzato uno sbarramento: lungo circa 98 metri con paratoie azionate oleodinamicamente. La portata massima derivabile è di 180 metri cubi/s. La diga di derivazione sbarrata il fiume Adda in corrispondenza dell'ansa detta del castello di Trezzo e ne innalza il livello ordinario di magra di circa 7 metri. Il salto netto utile per le turbine è circa 8 metri.

Uscendo dalle turbine l'acqua defluisce in una grande vasca lunga 80 metri e larga circa 20. Dalla vasca due gallerie scavate nella roccia e lunghe 90 metri restituiscono l'acqua al fiume.





Primi lavori per la costruzione della diga di sbarramento.

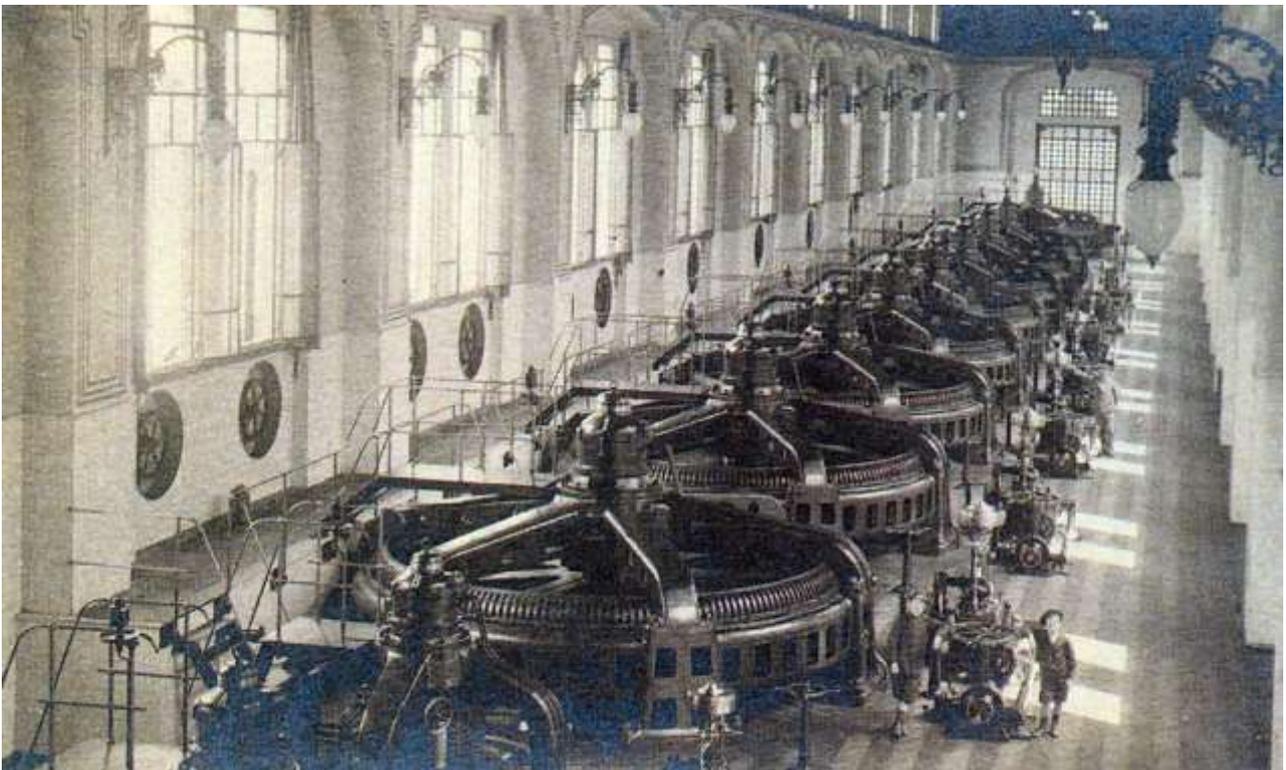


Barcone dal quale venivano infissi in acqua nel letto del fiume i pali di legno per realizzare la briglia di regolazione necessaria per alzare il livello dell'acqua a monte.



*Impianto Idraulico di Trezzo sull'Adda 3 Ottobre 1904.
Armature dei tubi d'aspirazione per le Turbini*

"La casa della forza", come fu denominato l'intero complesso, costituì una tappa importante per lo sviluppo della zona. nel 1906.

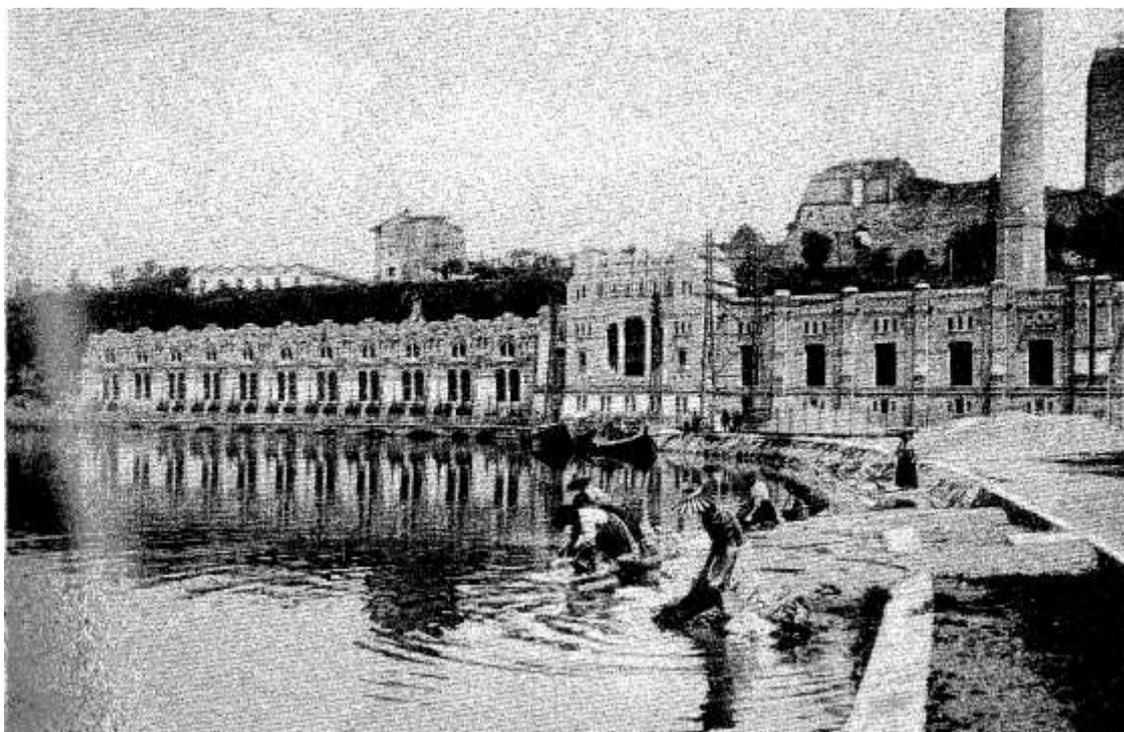


Sala Macchine



Dettagli di un Alternatore sotto il quale soggiace il rotore e la presa d'acqua

La Centrale si trova a monte dei ponti stradali realizzati sul territorio del Comune di Trezzo D'Adda.



Vista frontale dell'edificio della centrale che contiene le turbine ed alternatori



Centrale vista dall'alto con a destra la briglia costruita nel fiume per alzare il pelo dell'acqua





Foto odierne della Centrale



Viste frontali del meraviglioso edificio realizzato in pietra



Notasi le grigie per la rimozione della vegetazione ed una girante



Bocche di scarico della centrale Taccani

Centrale idroelettrica Italcementi

Concessioni sull'asta fluviale Trezzo sull'Adda-Fra d'Adda.

La società Stabilimenti Tessili Italiani (successi al Cotonificio Crespi) erano titolari di una domanda di concessione per lo sfruttamento del salto esistente sull'Adda, fra lo scarico della centrale di Trezzo e la foce del Brembo.

Mentre il Linificio e Canapificio Nazionale era titolare di una domanda di concessione in data

19 ottobre 1919 per l'ampliamento dell'impianto idroelettrico di Fara d'Adda che prevedeva lo sfruttamento del salto esistente in Adda tra la foce del Brembo e lo scarico della centrale di Fara d'Adda.

A seguito di nuovi studi, effettuati dal prof. Ing. Marco Semenza incaricato dalle due società, era apparso conveniente l'unione in un solo salto dei due impianti.

Il 26 febbraio 1942 il Linificio e Canapificio Nazionale, in accordo con gli Stabilimenti Tessili Italiani, presentò un proprio progetto per ottenere la concessione di derivare l'acqua per l'esercizio della nuova centrale, sfruttando il salto esistente tra lo scarico della centrale di Trezzo e l'invaso della centrale di Cassano d'Adda anch'essa del Linificio.

Il luogo delle opere di presa era stato individuato in sponda destra dell'Adda in località Concesa comune di Trezzo sull'Adda, poco a monte dell'esistente presa dell'impianto di Crespi.

Le nuove opere hanno sotteso l'esistente impianto degli STI, ed in corrispondenza di tali opere è stato costruito il nuovo incile del Naviglio della Martesana, costituito da una conca di navigazione e da un canale separato da essa per consentire il deflusso spettante al Naviglio.

L'impianto fu poi ceduto alla società Italcementi S.p.A.





Vista della presa della Centrale, della briglia per alzare il pelo dell'acqua e di regolazione del fiume, a sinistra la presa del canale Naviglio Martesana.

Relazione generale descrittiva dell'impianto

L'impianto idroelettrico di Vaprio d'Adda è situato sul fiume Adda ed utilizza una parte delle acque del corso medio del fiume fra lo scarico della centrale di Trezzo sull'Adda e la presa dell'impianto di Cassano d'Adda.

La superficie del bacino imbrifero interessante la derivazione è di circa 5.000 Km² ed il deflusso è regolato dal Consorzio dell'Adda mediante le opere di sbarramento poste ad Olginate, le quali permettono di variare il livello del lago di Como per una escursione massima di metri 1,70, corrispondente ad un invaso utile di oltre 260 milioni di metri cubi.

Le opere di presa sono situate nel comune di Trezzo sull'Adda, in località Concesa immediatamente a valle del ponte dell'autostrada Milano - Venezia, dove il fiume scorre in un alveo incassato fra terrazzi morenici e diluvi alti 40 – 50 metri.

Dette opere che interessano anche il naviglio della Martesana e l'impianto idroelettrico ex S.T.I., sono costituite da uno sbarramento mobile sull'Adda da una grande paratoia a funzionamento automatico, da una conca di navigazione e da due derivazioni laterali.

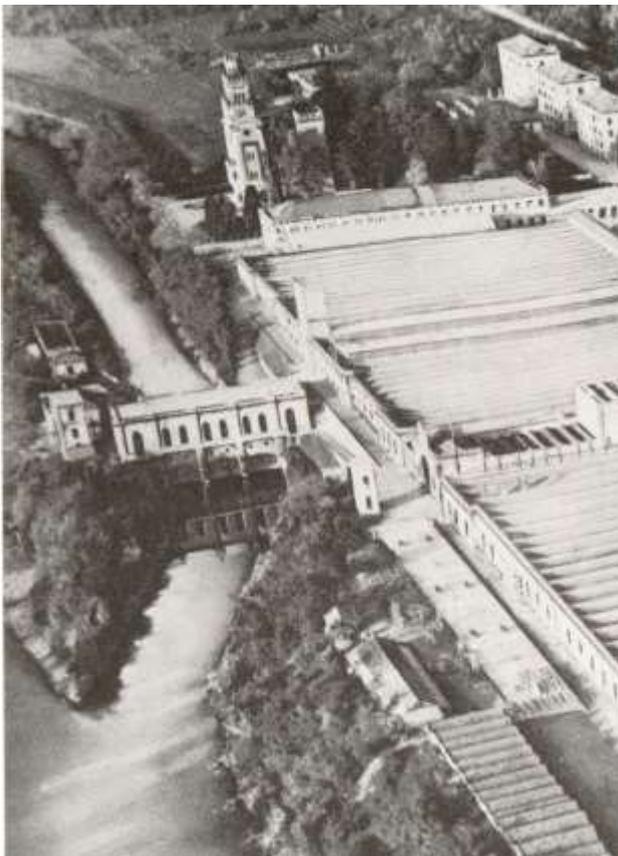
Lo sbarramento mobile (Poirèè) è del tipo a panconcelli e cavalletti metallici ribaltabili sistemati sopra una traversa in calcestruzzo che occupa circa i due terzi (36 metri) della larghezza dell'alveo del fiume.

La paratoia automatica, di mt. 12x3,75 comandata idraulicamente, regola il livello del bacino di presa in relazione alle portate.



**Vista del sistema di regolazione a valle delle prese della centrale Italcementi.
Da sinistra: la presa per la centrale Bertini – La paratoia di regolazione principale, paratoia automatica, Presa canale Naviglio Martesana, bocca a bacino per immissione natante.**

Centrale realizzata nel Villaggio Industriale Crespi



Pietro Brunati, ingegnere, fu il grande progettista a Crespi d'Adda. Venne assunto nel 1889 dal comm. Benigno Crespi come ingegnere per tutti i suoi stabilimenti cotonieri e in tale occupazione costruì quasi per intero la Colonia di Crespi d'Adda ... Completò il fabbricato della Filatura, costruì la tessitura, impiantò la motrice a vapore con le relative caldaie e ciminiere. Costruì l'asilo, le scuole e il teatro, la chiesa, riproduzione esatta di Santa Maria di Piazza di Busto Arsizio; e poi la villa in stile medievale in forma di castello e un casette operaie semplici e doppie coi loro giardini.

Ma l'obiettivo dell'industriale cotoniero non era rivolto al vecchio maniero, bensì alla costruzione di una centrale idroelettrica che sorgerà ai primi anni del Novecento sotto le mura viscontee.

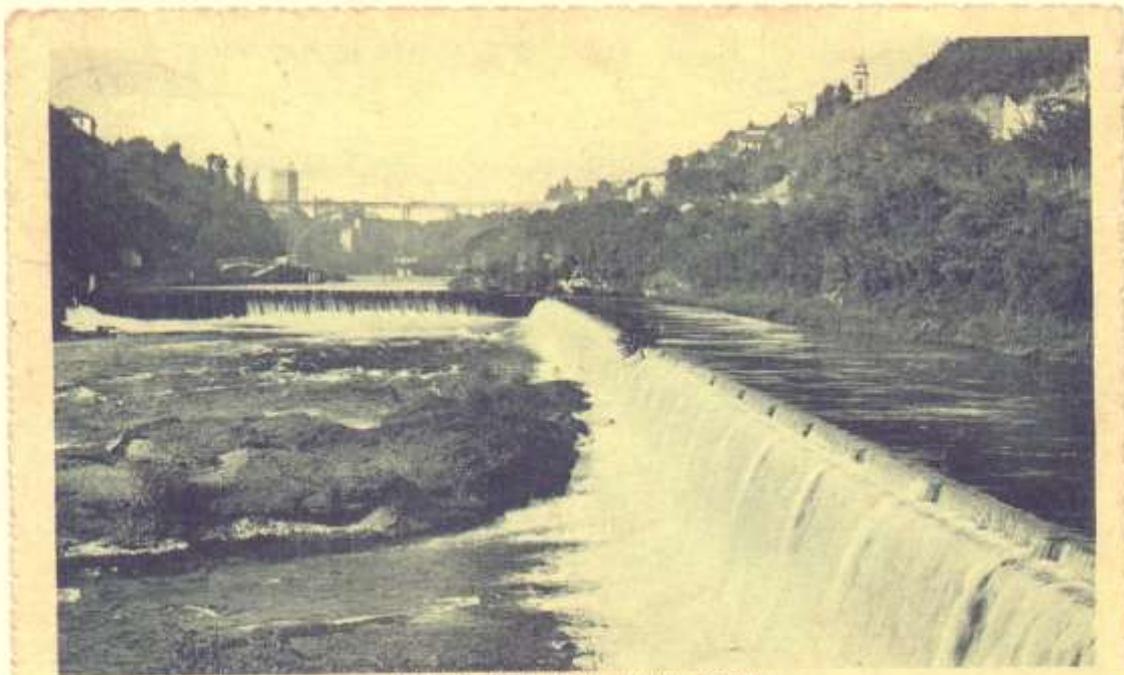
Centrale Idroelettrica nel villaggio Crespi Dismessa

Viene realizzata nel 1898 con un altro sbarramento del fiume, la diga di Sant'Anna, dal quale parte il canale del Linificio Canapificio Nazionale necessario ad alimentare la centrale idroelettrica del Linificio stesso.



A sinistra - Canale di presa per la centrale

Vista panoramica Villaggio Crespi



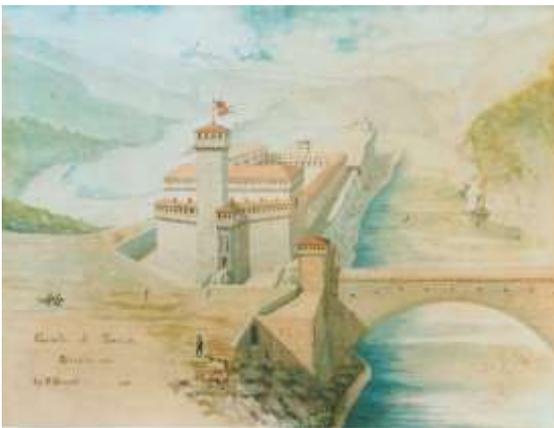
TREZZO SULL'ADDA - Lungo il Fiume

La cascata, formata dall'acqua in esubero dal canale "Crespi" che alimenta la centrale elettrica del complesso tessile situato nell'omonima frazione di Capriate d'Adda.

Il primissimo ponte - Ponte Romano - Pontirolo: 268 d.C.

La costruzione dell'attraversamento risalirebbe all'età romana, 268 dopo Cristo, vicino ad un accampamento militare fortificato in un punto particolarmente favorevole dove già per i servizi militari e commerciali funzionava una *mutatio* sulla via *militaris* Milano-Aquileia a seguito di una battaglia tra l'imperatore Claudio II e M. Acilio Aureolo, usurpatore del potere imperiale. Il luogo prese il nome del soccombente: Pons Aureoli, il ponte di Aureolo, volgarmente chiamato Pontirolo.

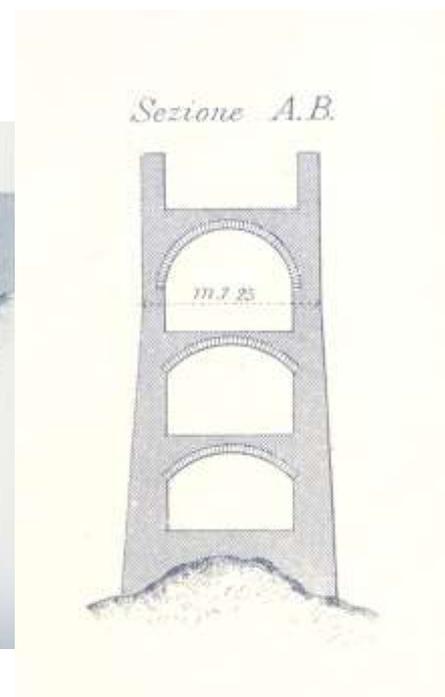
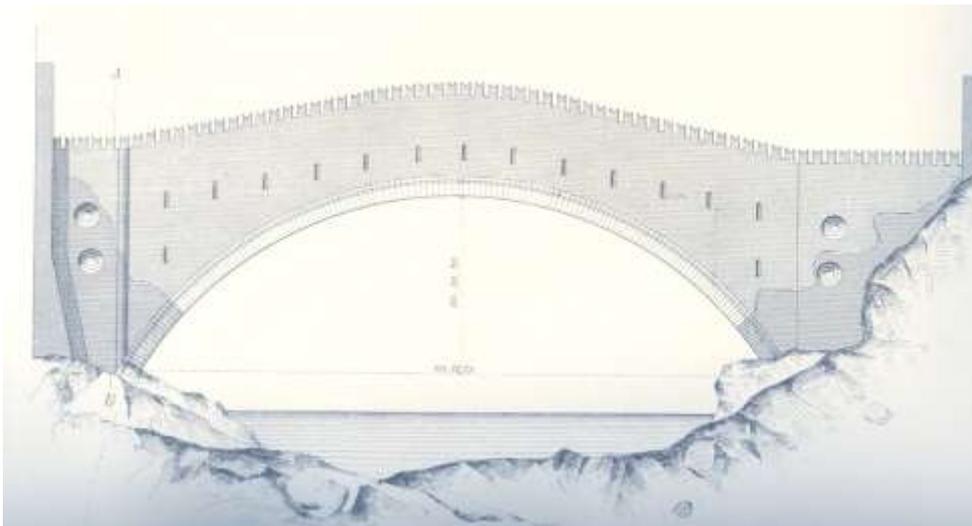
Il primo ponte - Ponte di Bernabò Visconti 1350 - Distrutto nel 1416



Il primo ponte prese il nome di Bernabò Visconti ed è stato realizzato probabilmente nel 1300. È stato costruito in muratura a un solo arco formato da più piani che collegava direttamente il castello all'altra sponda. Fu distrutto dal Carmagnola nel 1416 e sostituito da un pontone mobile fino al 1886 quando fu inaugurato il ponte in ferro sull'Adda a Trezzo.



Le rappresentazioni grafiche delle due versioni sono differenti ma quella arcuata sembrerebbe storicamente la più corretta.



«Bernabò Visconte, succeduto nel Ducato di Milano all'Arcivescovo Giovanni morto il 5 ottobre 1354, volendo consolidare il suo potere ed assicurarsi contro le replicate scorrerie de' suoi avversari, pensò di fortificare alcuni punti strategici del suo Ducato e, fra questi Trezzo. Nel 1370 egli diede perciò ordine perché il Castello, rimesso a nuovo ed ingrandito, fosse dotato di un solido ponte

sull'Adda, come scrive Cantù nella sua storia della Brianza, congiungendolo all'opposta riva del fiume e guardato da una torre a ciascuno dei capi.

Quasi tutti gli storici s'accordano nell'affermare che quel ponte era costituito da un unico arco. Bernardino Corio nella sua storia di Milano scrive «Bernabò cominciò la riedificazione del Castello di Trezzo e fece pur fare il ponte sul fiume Adda, che venne gettato con un solo arco, il che parve cosa miracolosa; a ciascun lato fece innalzare due torri, e sì grande edificio fu compiuto in sette anni e tre mesi».

Il compianto Luigi Ferrario, cultore scrupoloso di memorie storiche, nella sua pregiata memoria sul Borgo di Trezzo e il suo Castello, ritiene l'antico ponte essere stato di un solo arco, basandosi, oltre alle asserzioni di Andrea Biglia, di Donato Bosso, di Corio, di Giulini, alle sue accurate indagini da lui praticate fra quelle rovine. Il medesimo, a rilevare l'importanza dei lavori ordinati da Bernabò per il ponte e Castello di Trezzo, riferisce che il Duca fu obbligato ricorrere a parecchi comuni della Bergamasca onde sopperire alle grandi spese delle nuove costruzioni ordinate.

Disgraziatamente questo ardito ponte doveva sussistere pochi anni e per mano stesso degli uomini essere distrutto.

Nell'anno 1416 il Duca Filippo Maria Visconti mandava il generale Francesco Busone da Carmagnola ad impossessarsi del Castello di Trezzo difeso allora dai Colleoni. Il comandante delle truppe Milanesi allo scopo di impedire agli assediati i soccorsi provenienti da quella parte di territorio Bergamasco soggetto al Malatesta, aveva fatto costruire sull'Adda dei ponti di legno, i quali venivano assicurati con funi da un capo all'altro delle due rive ... Ma il Carmagnola, vedendo che i suoi ponti di legno non bastavano per impedire agli assediati di ricevere ciò che loro abbisognava mediante il gran ponte, impaziente della resa del Castello, dava ordine perché quello fosse in vari punti tagliato e distrutto. Il che ebbe effetto, secondo Donato Bosso, il 21 di dicembre del 1416 e con troppo tardo pentimento.

Due quindi sarebbero stati i passaggi sul ponte secondo questo disegno ed uno soprapposto all'altro. Il superiore scoperto, fiancheggiato da parapetto merlato, su cui transitavano pedoni, carri, cavalli, ecc. con ponti levatoi alle due teste fortificate del ponte: località ove esercitavasi il diritto di pedaggio. Il secondo, sottostante al primo, coperto probabilmente con volto di mattoni, illuminato da semplici feritoie oppure da finestre circolari come quelle che ancora si riscontrano ai fianchi delle due testate. Devesi quindi ritenere che per la sua speciale costruzione fosse riservato esclusivamente al servizio degli abitanti del Castello. Dal 1416 in poi il Borgo di Trezzo non ebbe più la fortuna di possedere un ponte stabile, ed il passaggio del fiume fu sempre effettuato mediante porto natante. Solo in diverse epoche successive avvenne che si sostituissero a quello leggeri ponti di legno o di sole barche fra loro collegate in occasione di passaggi di truppe».

Da quando fu distrutto il ponte di Bernabò Visconti nel 1416 ad opera del Carmagnola i collegamenti tra le due sponde dell'Adda in prossimità di Trezzo furono effettuati con ponti di barche o passerelle volanti, ma per un buon periodo di tempo, e sino al 1887, funzionò stabile un traghetto a fune simile agli altri tre che a Brivio, Imbersago e Vaprio tagliavano il corso del fiume da Lecco a Cassano. Il traghetto sfruttava la spinta meccanica prodotta dalla corrente in orizzontale (obliquamente) spingendo il natante: nulla interveniva che la semplice azione meccanica.

Importante, per il commercio, era il "Porto" in riva all'Adda, esattamente ai piedi dell'attuale ponte in cemento: due strade, una per ogni sponda, scendeva a valle per portare viandanti e merci all'imbarco. Per traghettare il fiume, infatti, era necessario servirsi del "ponte natante". Per questo motivo si doveva pagare (prima al governo, poi ai privati), un pedaggio non indifferente.

Ogni pedone, ad esempio, doveva pagare sei denari; un uomo a cavallo ne doveva sborsare dodici, per una carrozza due soldi; per cento pecore o capre dieci soldi, per una brenta di vino sei denari.

E questo quando il ponte era in "corda", ossia quando il traghetto si trovava sulla sponda dove si doveva caricare, mentre se si trovava sul lato opposto si doveva pagare il doppio.

E diverse controversie sorsero per salvaguardare i diritti dei "portinari". Una di queste fu quella del 1804 tra il titolare del traghetto e i Comuni di Capriate e di San Gervasio. Tale controversia, che si rifà al "Trattato di Mantova" del 26 novembre 1594, che assegna alla provincia di Milano le acque dell'Adda sino al limite della sponda bergamasca, è dovuta al fatto che i predetti Comuni non sarebbero stati ai "patti" concordemente sottoscritti con atto notarile del 6 aprile 1798.

In esso si riconosceva il diritto di transito gratuito sul "porto" ai cittadini delle due comunità senza carico, a patto che i due Comuni avessero assicurato il buon mantenimento della strada e tenuta in efficienza la predella di accesso al porto. La questione venne risolta con l'obbligo per i due Comuni di far sospendere alcuni lavori per il taglio del ceppo che non permettevano il regolare svolgimento dell'esercizio di trasbordo sul fiume, la risistemazione delle strade di accesso e di tenere in efficienza la predella.

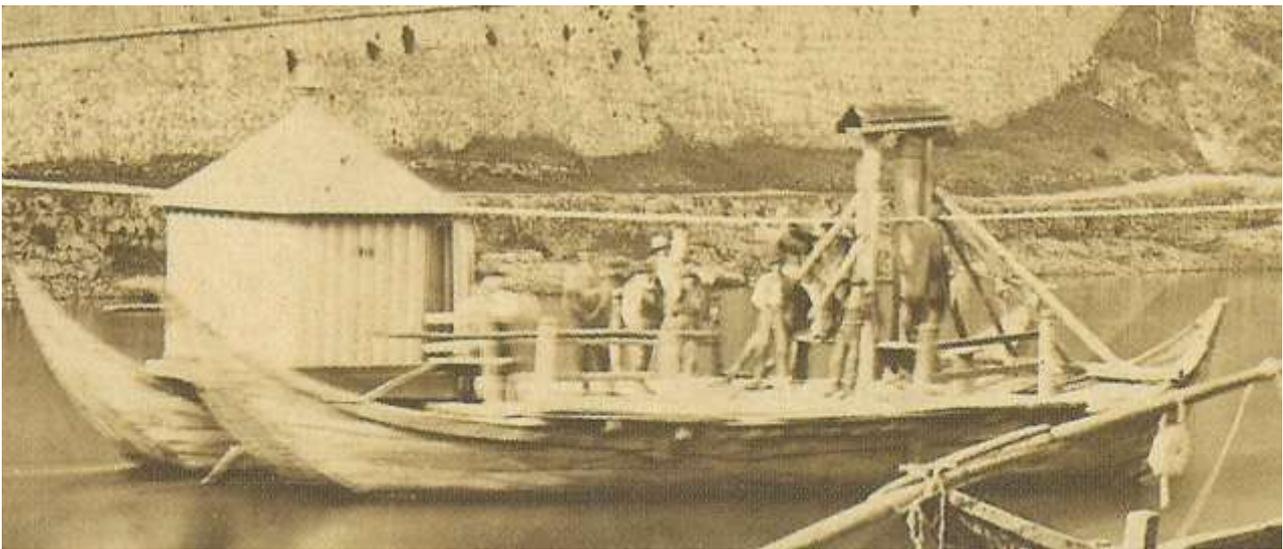
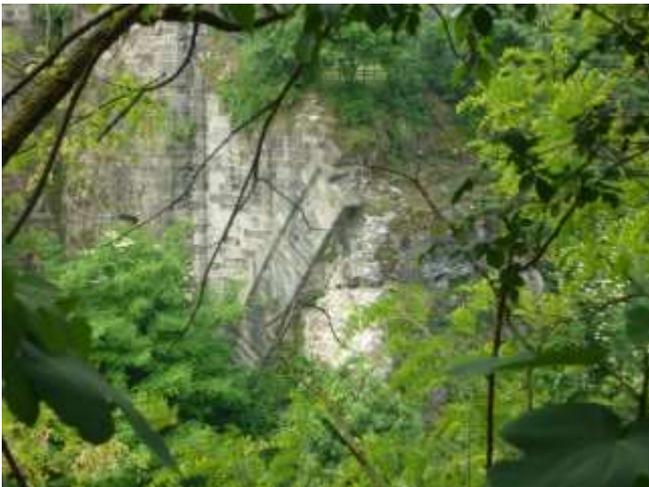


Immagine fotografica del pontone risalente al 1870 circa





Moncherino rimasto fino alla data odierna



Dettaglio moncherino in Ovest originale



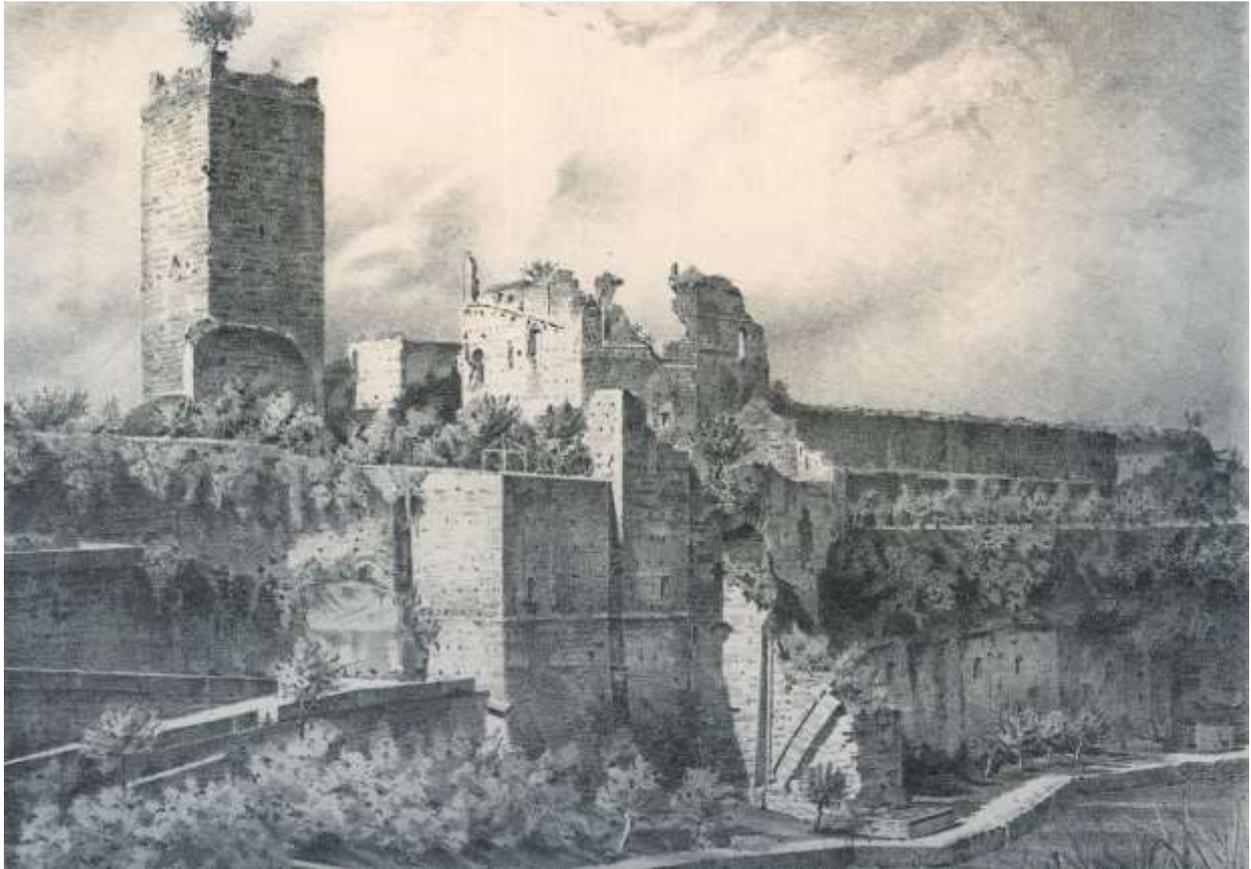
Dettaglio torre rimasta del castello



Dettaglio ravvicinato del moncherino che è rimasto in Ovest alla data odierna



Dettaglio ravvicinato della struttura che è rimasta in Est alla data odierna



Disegno del castello e foto della vallata dell'Adda da sud della stessa area



RELAZIONE STORICO TECNICA DEI PONTI E ALTRE OPERE
COSTRUITE SUL FIUME ADDA NELL'AREA DI TREZZO

268 – 2007 d.C.

2a parte – dal 1880 al 1953

Ponte in acciaio sulla provinciale – 1886

e

Ponte in cls in sostituzione dei quello in acciaio - 1953

Sulla provinciale 1886 – In Acciaio

Così ce ne parla l'ingegnere Ariberto Crivelli nel novembre 1886.

Giuseppe Biffi, allora uno dei più solerti e diligenti deputati del Borgo di Trezzo, caldeggiò l'idea di una società di azionisti fra i proprietari principali di quel Comune e vicinanze per la costruzione di un nuovo ponte. Sul finire dell'anno 1879 alcuni proprietari ed industriali, si costituirono in comitato dietro iniziativa del Nob. Gritti Morlacchi cav. Carlo, allo scopo di sviluppare una nuova e diretta via commerciale con la confinante provincia milanese. Adottarono essi in massima l'esecuzione di un progetto di tramvia Bergamo con Trezzo compilato dagli ingegneri Gustavo Strazza e Biffi Giovanni.

Nella primavera dell'anno 1880 si confermava la necessità dello studio di un ponte stabile sull'Adda a Trezzo.

Ma se il sacrificio era grande, più grande ne era l'intento, e Trezzo può andar oggi superba di avere dato, coll'ingente cifra del suo concorso, la prima spinta all'esecuzione del grandioso progetto del nuovo ponte, ed assicurata la costruzione.

Case industriali nostre ed estere, distinti tecnici non tardarono a presentare progetti per un ponte sull'Adda a Trezzo, ed il comitato dava la preferenza a quello dell'Ing. Giulio Moroni di Bergamo.

Questo progetto presentando alcune difficoltà di costruzione segnatamente per la parte in ferro, la sua esecuzione, dietro consenso governativo, fu privatamente appaltata alla distinta officina Nazionale di Savigliano.

Le opere in ferro che costituiscono il ponte, consistono nelle travate con impalcatura sostenuta da due pile e da un'arcata centrale.

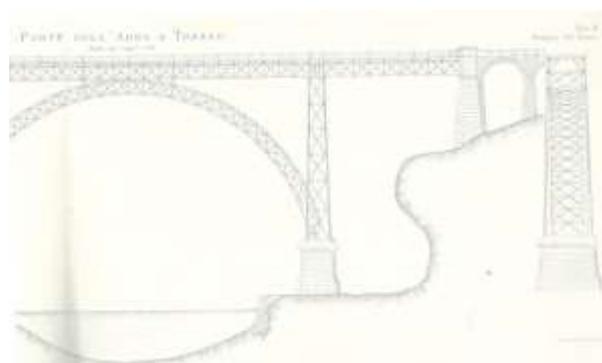
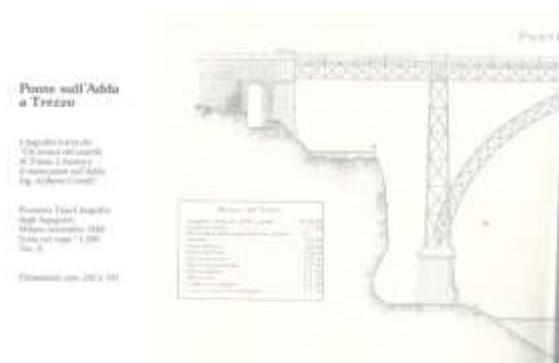
L'impalcatura o travata estendendosi in lunghezza a m. 110,00 misurata fra le spalle, con una larghezza netta di via carreggiabile di m. 5,50 oltre i marciapiedi laterali, cadauno largo m. 0,75.

Le prove statiche o di resistenza del nuovo ponte sull'Adda a Trezzo, vennero eseguite nei giorni 21, 22, 23, 24, 25 Settembre 1886.

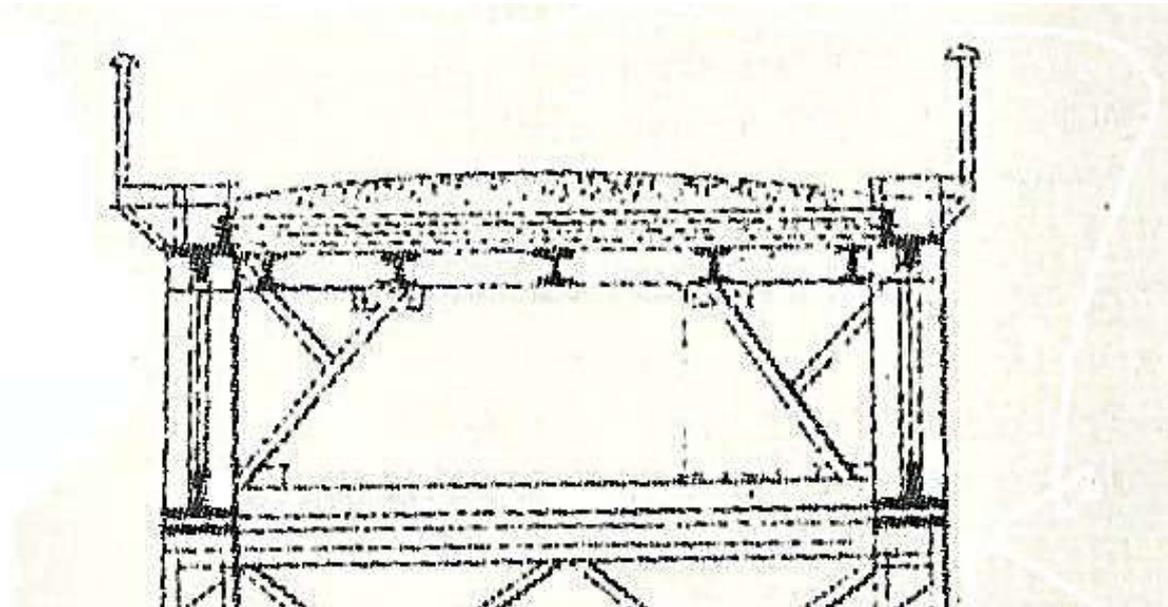
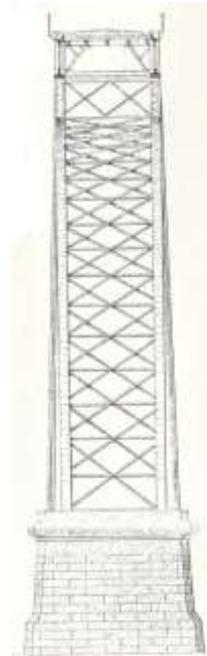
Affermava il Crivelli sul ponte di ferro appena costruito:

"Al vecchio ponte (di Bernabò Visconti) è subentrato il nuovo, ma con quale diversità di origine e di vedute. Il primo sorto per volontà assoluta di un Principe despota, destinato pressoché al di lui esclusivo servizio o del suo Castello, e se al pubblico, gravato da tali balzelli ed angherie da renderne limitato il passaggio.

Il secondo invece costruito per il concorso spontaneo di Comuni, di Provincie e del Governo stesso, destinato, col facilitare il passaggio del fiume, a portare incremento al commercio, che è ricchezza principale di ogni plaga».



Misure del Ponte	
Lunghezza totale da spalla a spalla	M ^{te} 110 00
Larghezza totale	7 00
Altezza totale dalla risega fondazione al piano stradale	39 70
Corda dell'arco	62 50
Freccia dell'arco	24 50
Altezza pile in ferro	27 50
Altezza basamento pile	9 20
Altezza travata	2 50
Altezza arco	2 50
Larghezza carreggiata	5 50
Larghezza totale dei marciapiedi	1 50



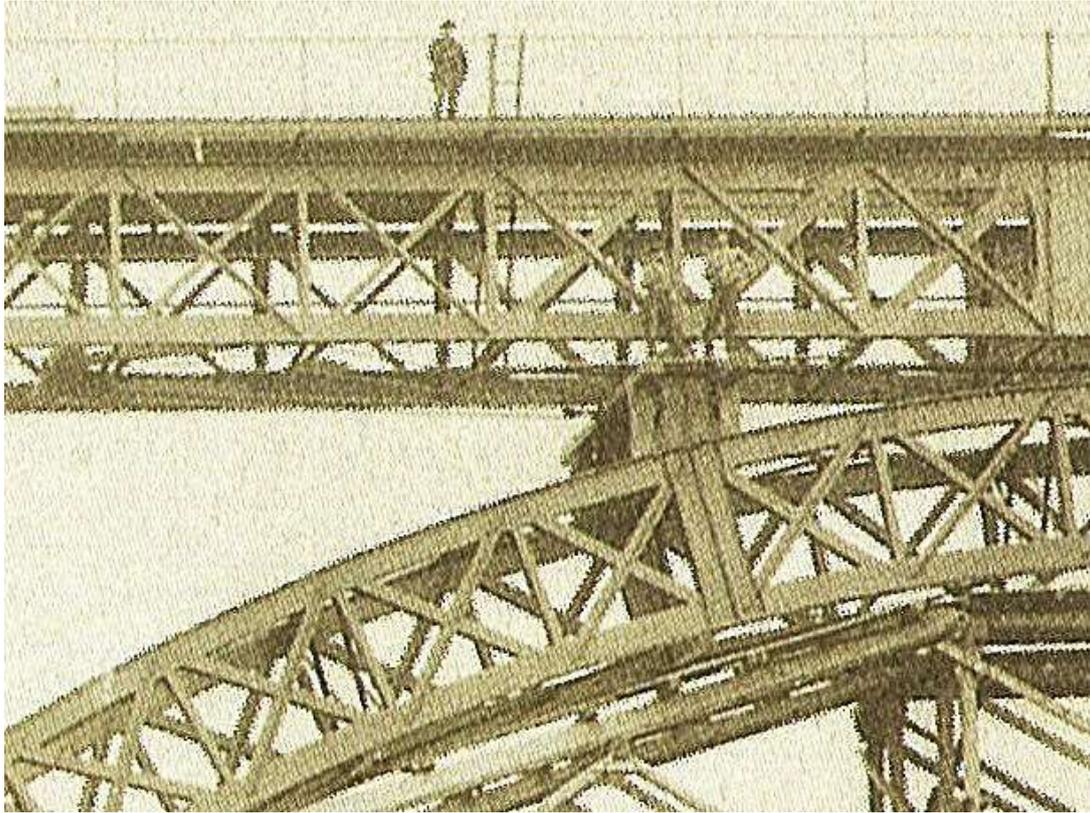
Dettaglio Impalcato in Ferro



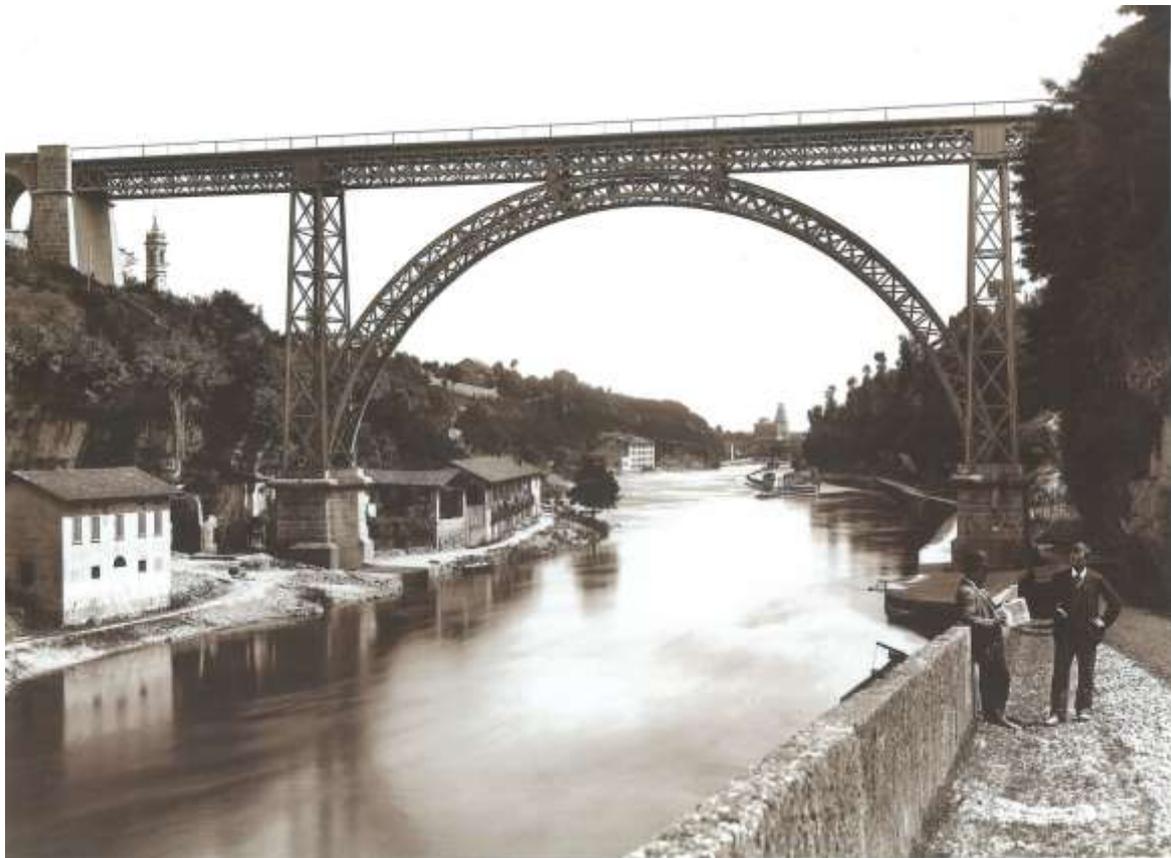
Immagine presa da valle. Si vedono le due fondazioni, il ponteggio utilizzato per il montaggio delle pile e dell'arco, il premontaggio ed il varo dell'impalcato dal lato Milano, le due spalle in muratura tuttora esistenti, le banchine di legno usate per l'impalcato, i pontoni di barche per il trasporto dei materiali da un lato all'altro del fiume.



Dettagli della stessa immagine di cui sopra



Dettaglio particolareggiato dell'attacco fra l'arco e la travata orizzontale



Ponte completo visto da Nord



Disegno d'epoca della Tramvia –Gamba de legn – Bergamo/Milano

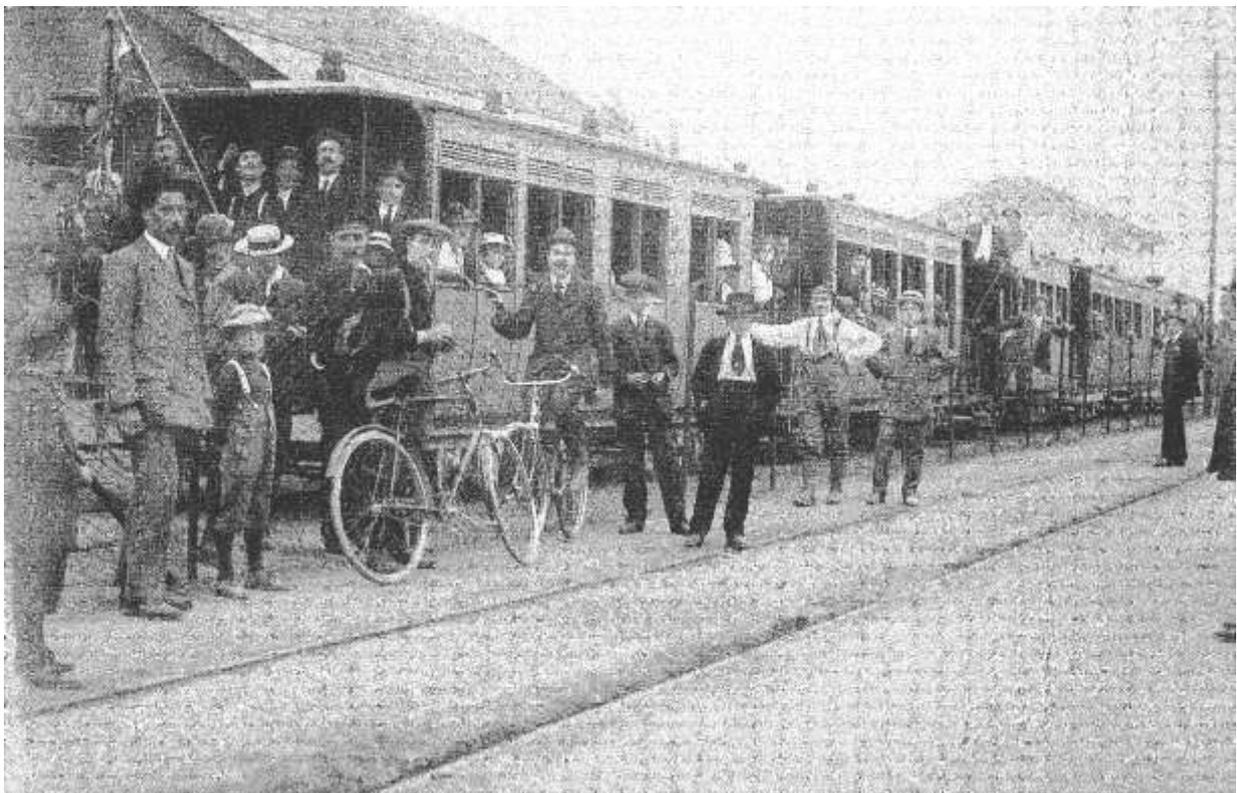
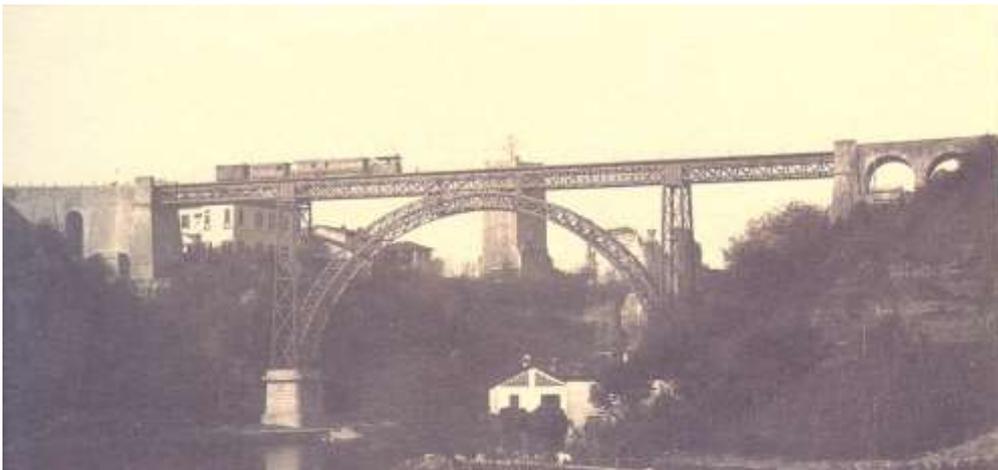


Foto delle carrozze della tramvia



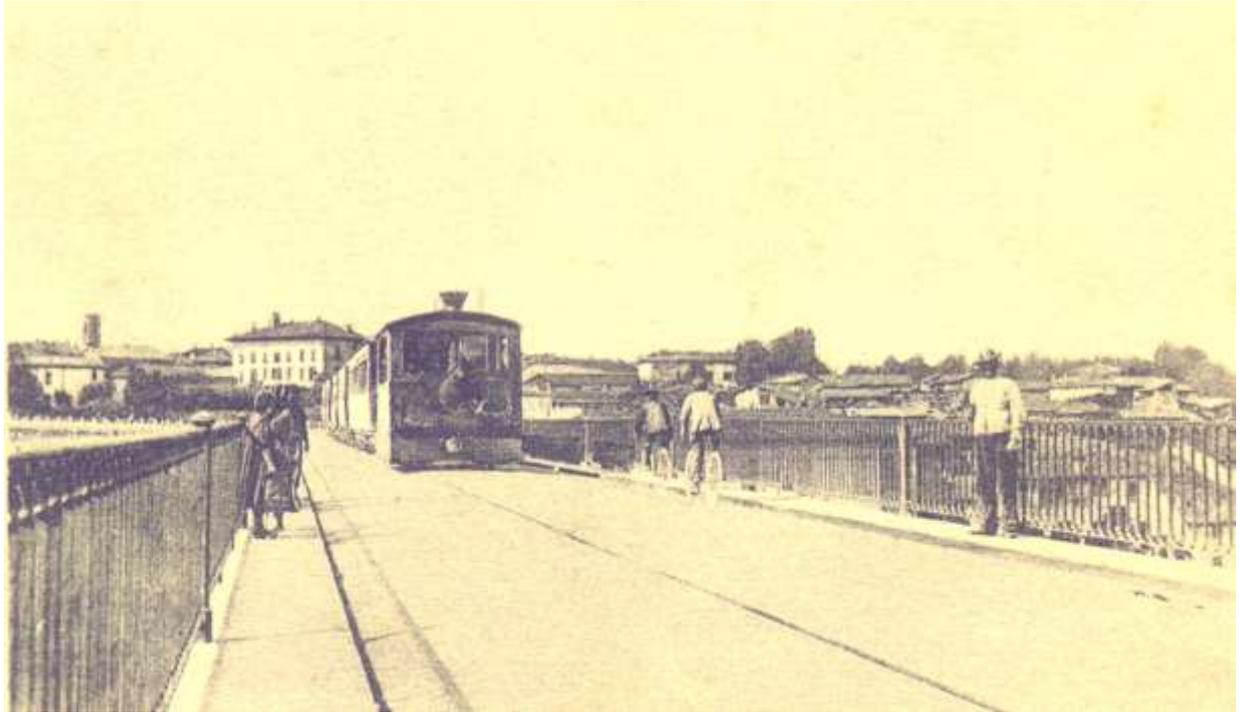
Vista del ponte dalla sponda lato Bergamo - Si vede in lontananza il rudere del castello



Vista del ponte con il passaggio del trenino



Dettaglio del trenino che passa sul ponte



Vista del ponte con il transito della tramvia



Panoramica del ponte completo e del Castello di Trezzo



Vista laterale del ponte finito visto da Sud Ovest.



Cartoline d'epoca





Aumento del traffico automobilistico che si alterna con il passaggio del treno

Ponte sulla provinciale in cls 1952

A parte qualche piccolo inconveniente, il bellissimo ponte in ferro costituì un vero orgoglio nonché un simbolo per Trezzo. Purtroppo, doveva avere una sorte molto simile a quella toccata al ponte fatto costruire cinque secoli prima da Bernabò Visconti: durò appena 66 anni.

Forse il ferro non era di ottima lega, almeno lo fece dubitare il fatto che non tardò molto a presentare segni di corrosione in alcune parti; poi una frana, precipitata nel dicembre 1940 presso il pilone della sponda bergamasca, gli inflisse un duro colpo, tale da porre fondati dubbi sulla sua stabilità. Dodici anni dopo veniva demolito.

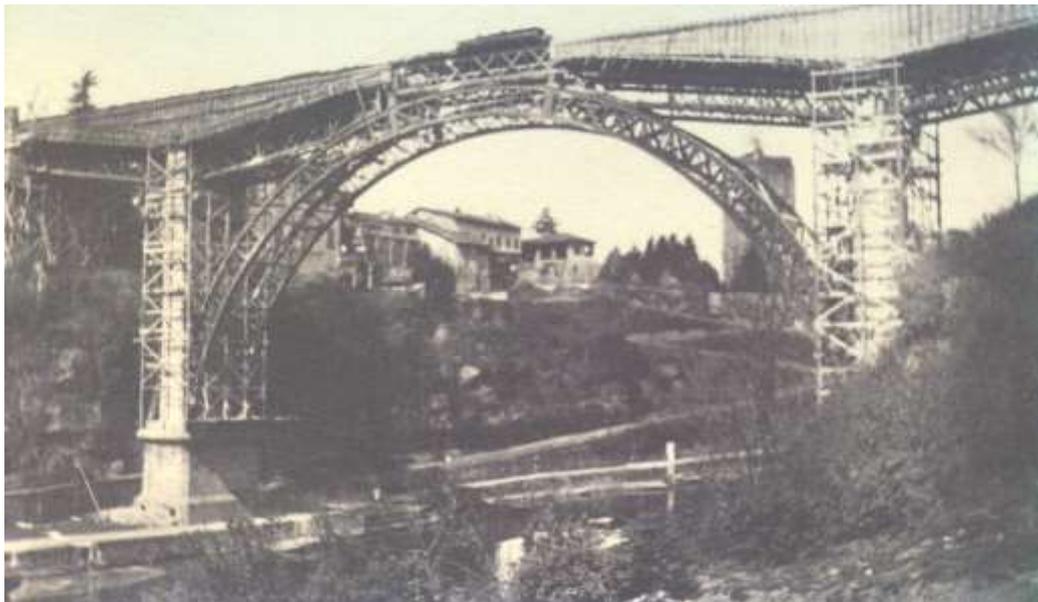


Due testimonianze importanti che documentano il passaggio dal vecchio ponte in ferro a quello in cemento. La struttura in ferro centrale si sovrappone alle gettate dei pilastri del nuovo ponte: In effetti, per guadagnare tempo ed anche per ragioni di economia, si pensò di sfruttare i basamenti esistenti e di fasciare con calcestruzzo le colonne del ponte demolito.

L'ultima arcata in ferro del vecchio ponte viene calata dopo appena 66 anni dal suo montaggio. I lavori, iniziati il 5 agosto 1952, vennero affidati alla Società Ferrobeton di Milano, che realizzò l'opera in poco più di un anno.

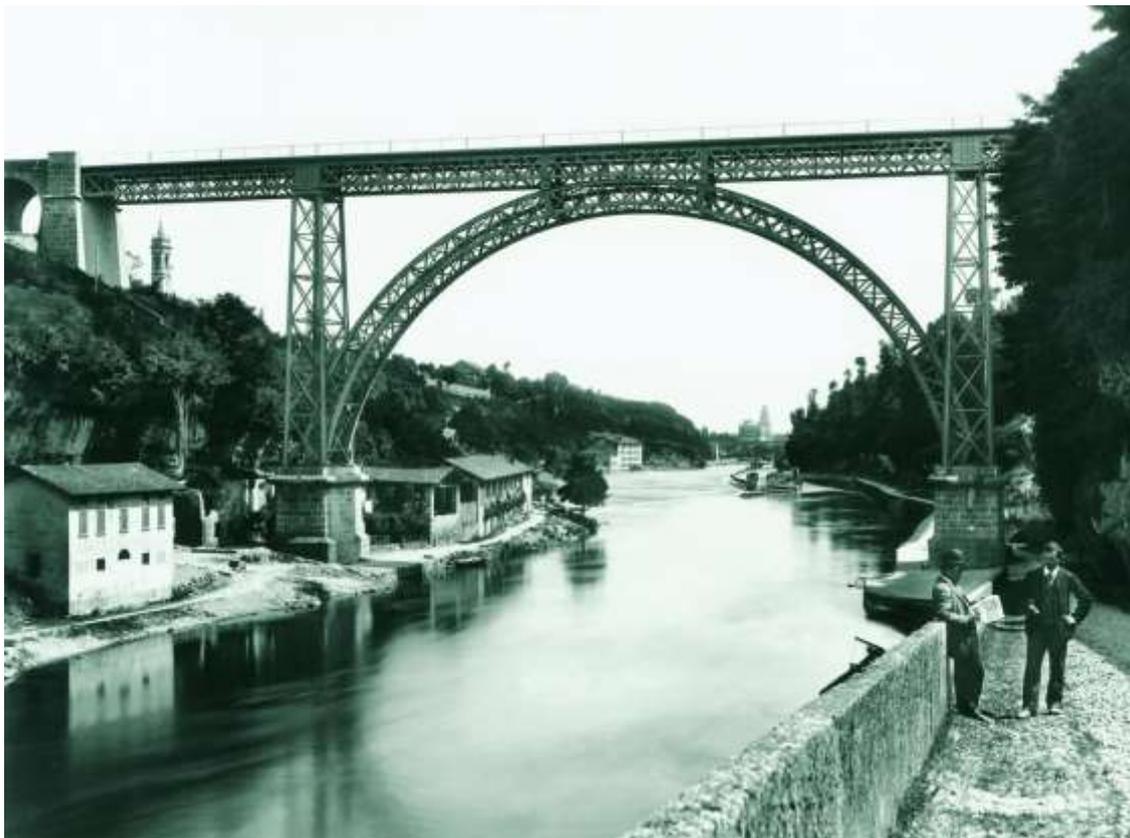
Il nuovo ponte in cemento armato inaugurato il 13 dicembre 1953 ha tre arcate appena pronunciate, di cui due di metri 27,80 e la centrale di metri 62,50; è lungo metri 118,10, largo metri 9,50; la sede stradale ha la larghezza di metri 7,50; i due marciapiedi assorbono un metro ciascuno. Il livello stradale è a circa 40 metri sul pelo dell'acqua, come il precedente.

Si notano nelle foto finali le protuberanze usate sulle pile per l'appoggio delle strutture in acciaio che sono state abbassate. I moncherini sono presenti ancora oggi.

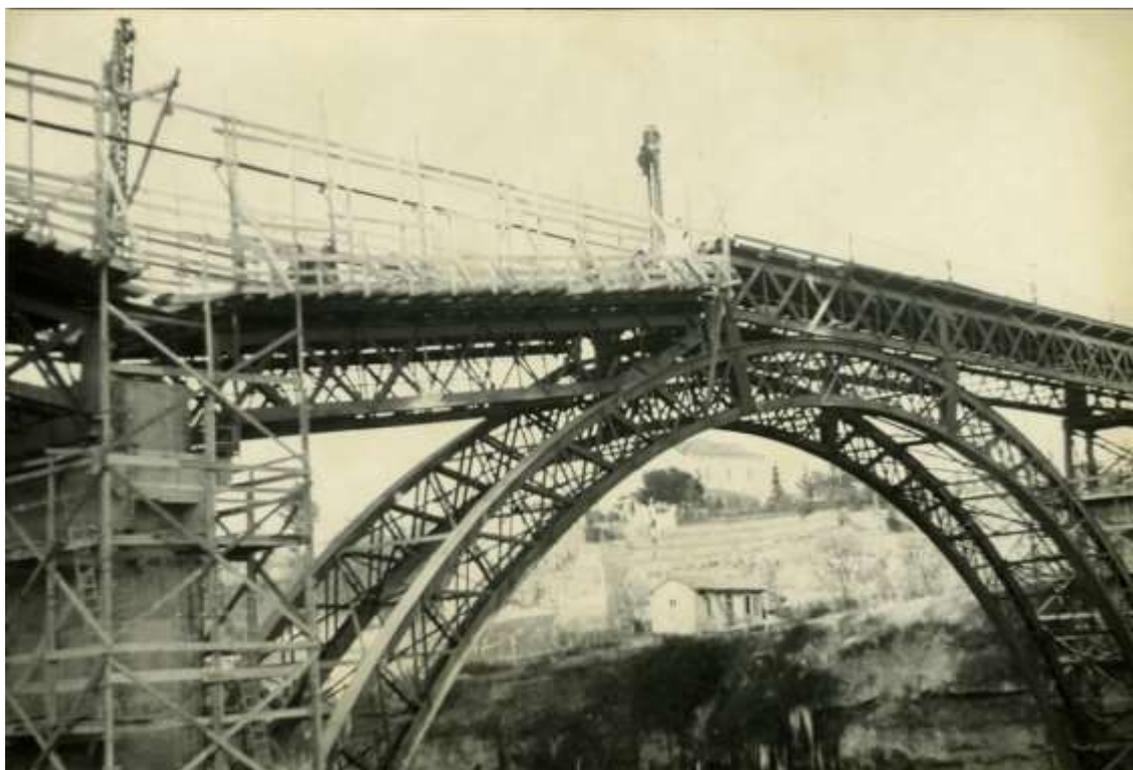


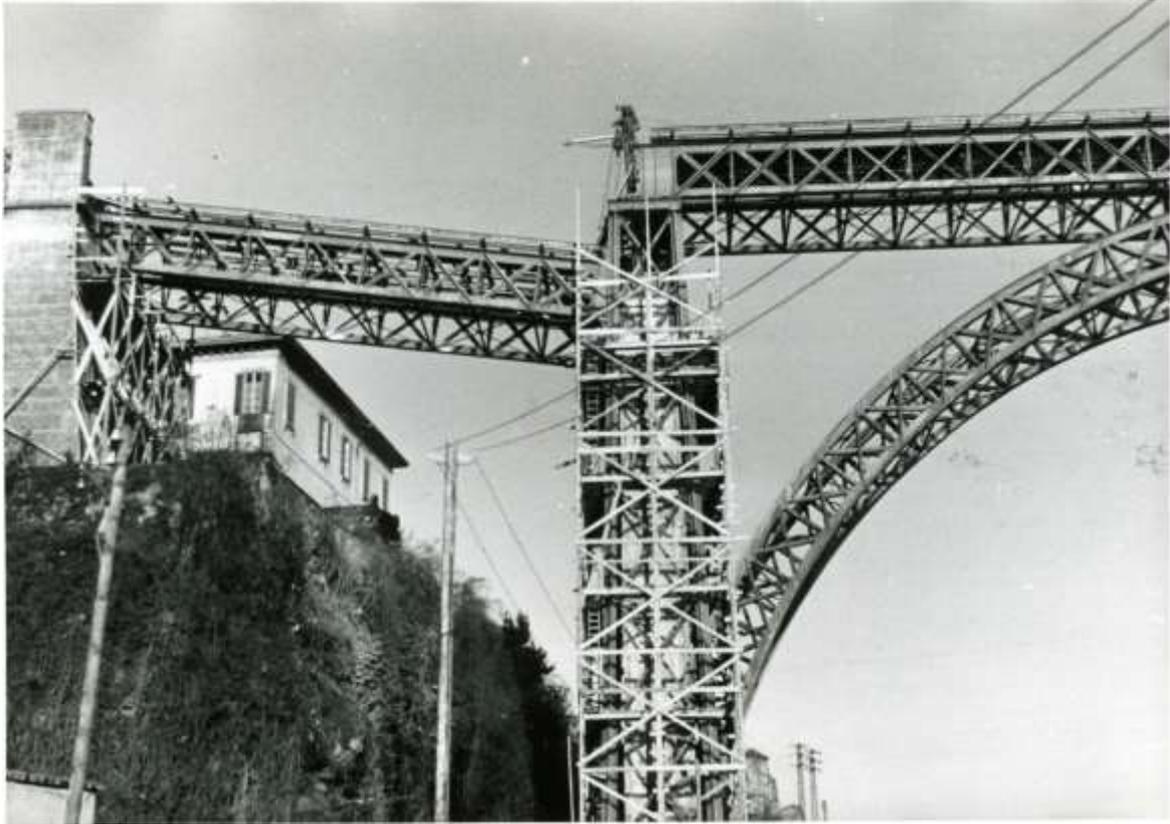
**Notare l'utilizzo delle strutture di acciaio preesistenti per realizzare gli appoggi delle casserature utilizzate per realizzare il nuovo impalcato
I tralicci delle pile sono stati inglobati nelle nuove pile in cls.**

Serie progressiva di foto d'epoca che segnano la sequenza dei lavori



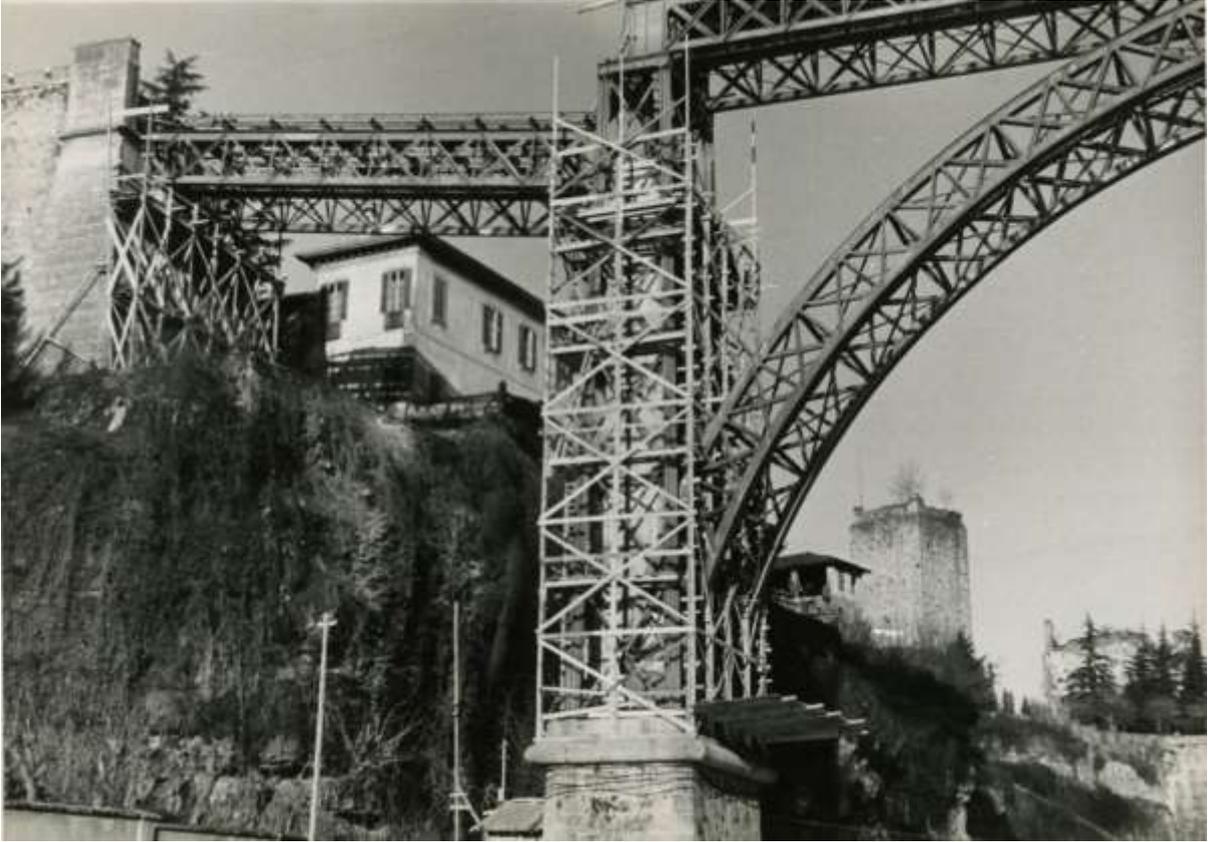
Ponte finito visto da Nord e le strutture in ferro del vecchio ponte tagliate ed abbassate





Sistema di argani per abbassare le vecchie strutture in ferro e le pile in cls. già completate





Ditto





Dettaglio dei nasi in cls lasciati sulle pile per appoggiarvi le strutture tagliate ed abbassate



Vista frontale del sistema di argani e carrucole e parte delle vecchie strutture già abbassate

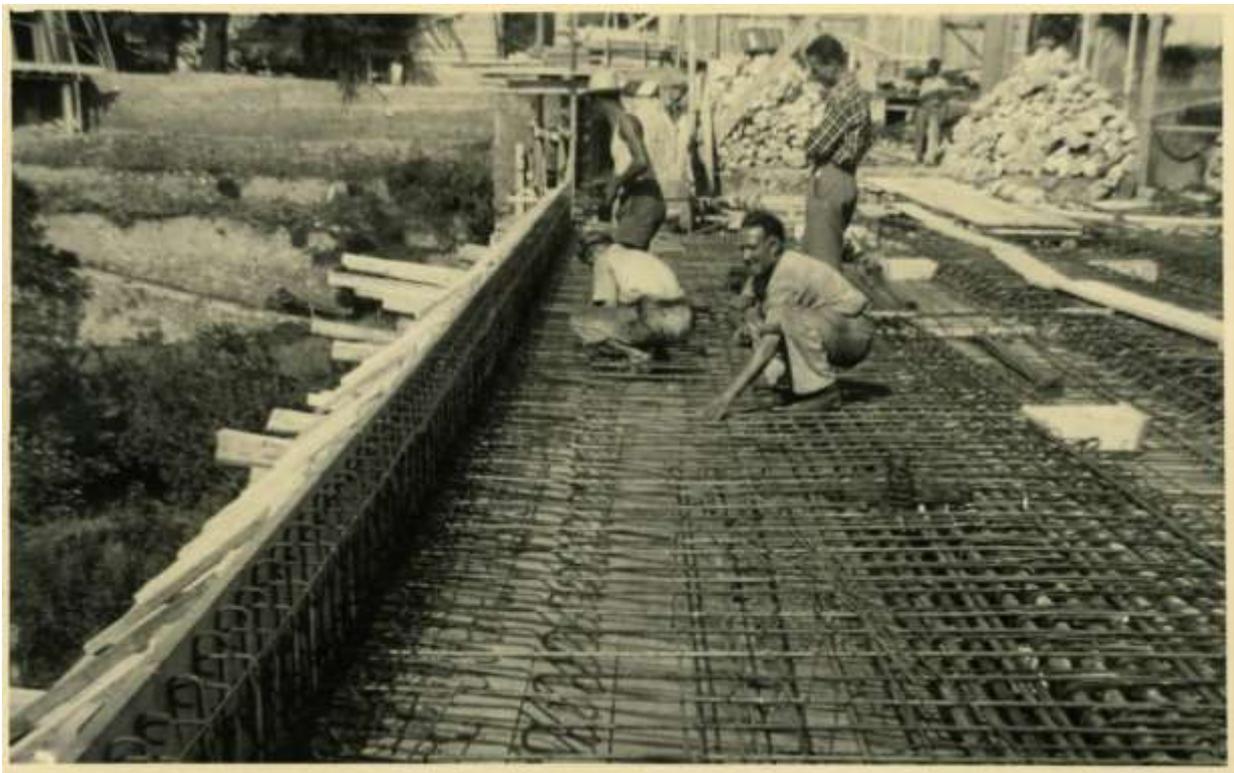


Dettagli delle cassature in legno che appoggiano sulle strutture in ferro già abbassate





Vista delle lavorazioni in corso e posa armatura in ferro della nuova struttura in cls.



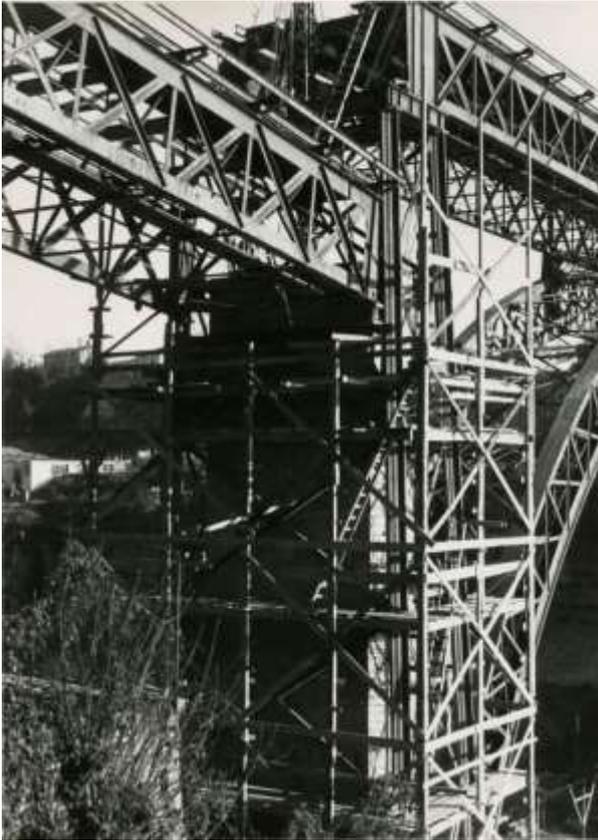
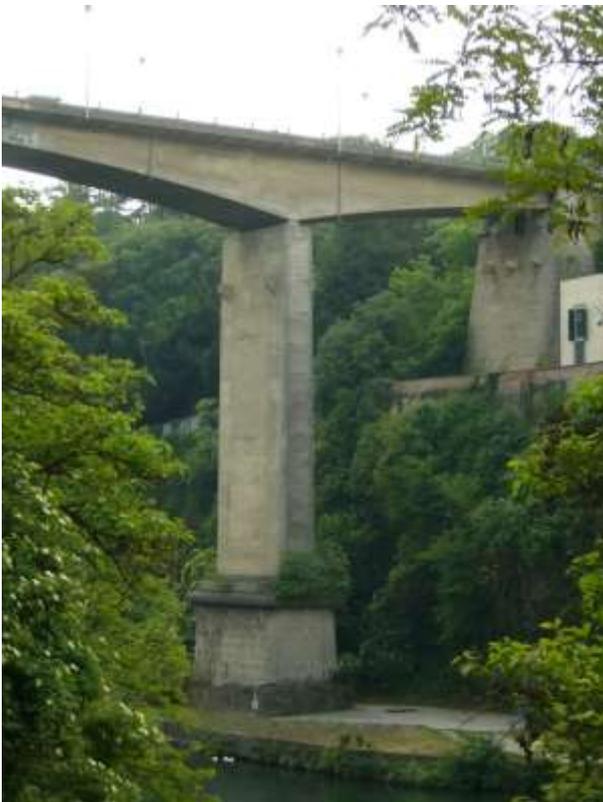
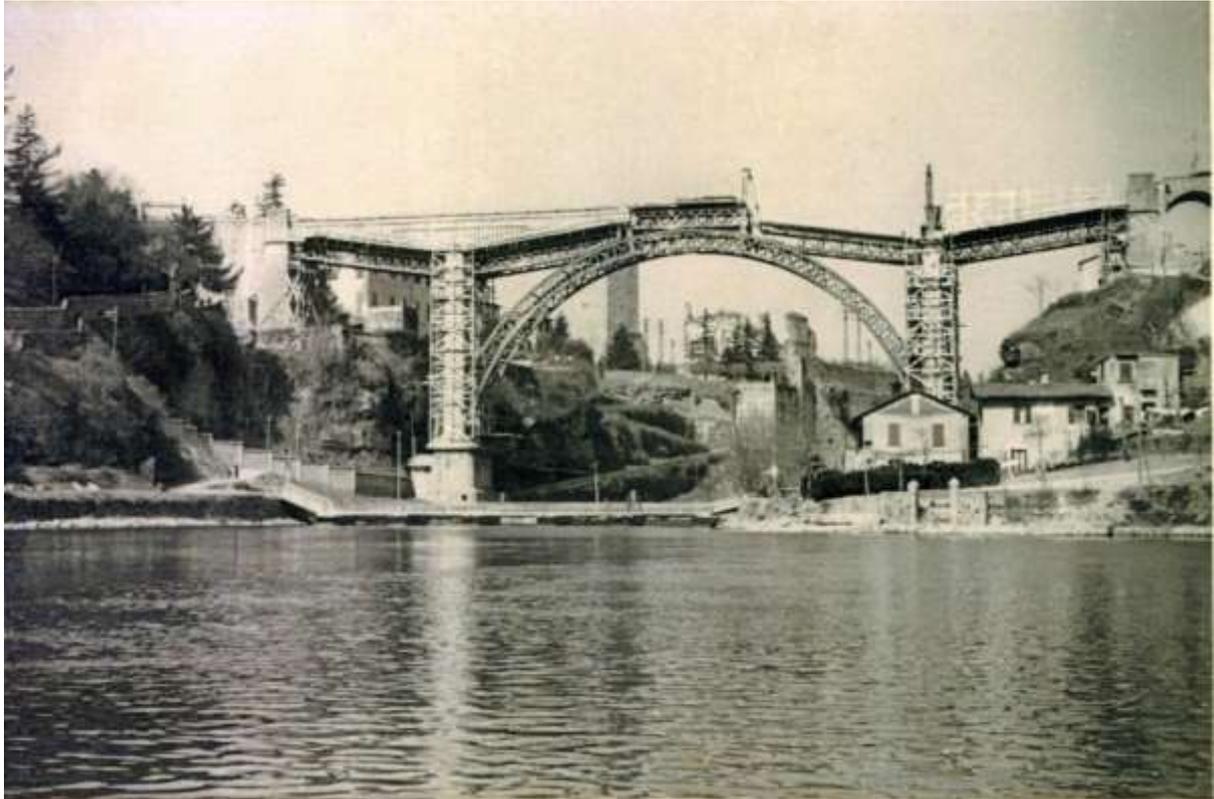
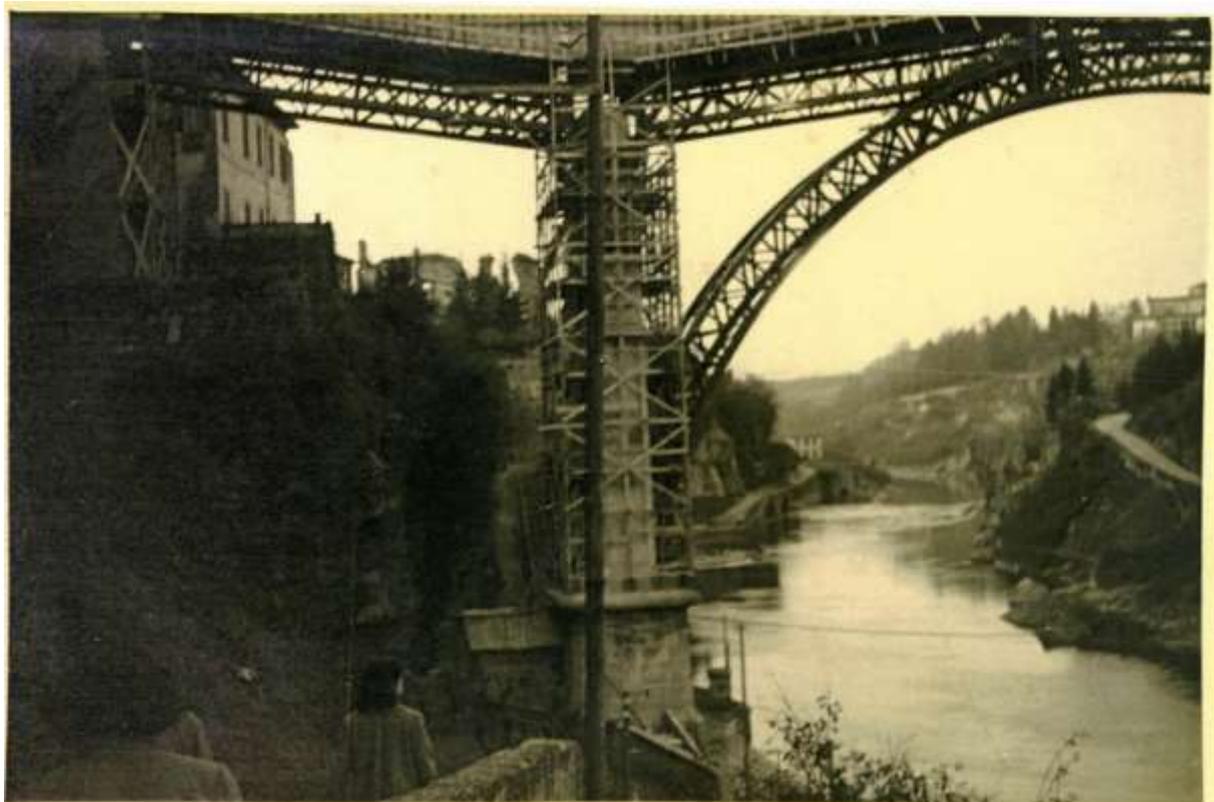


Foto delle lavorazioni in corso e dell'opera finita.





Vista panoramica delle opere in corso, dell'impalcato lato Milano già gettato

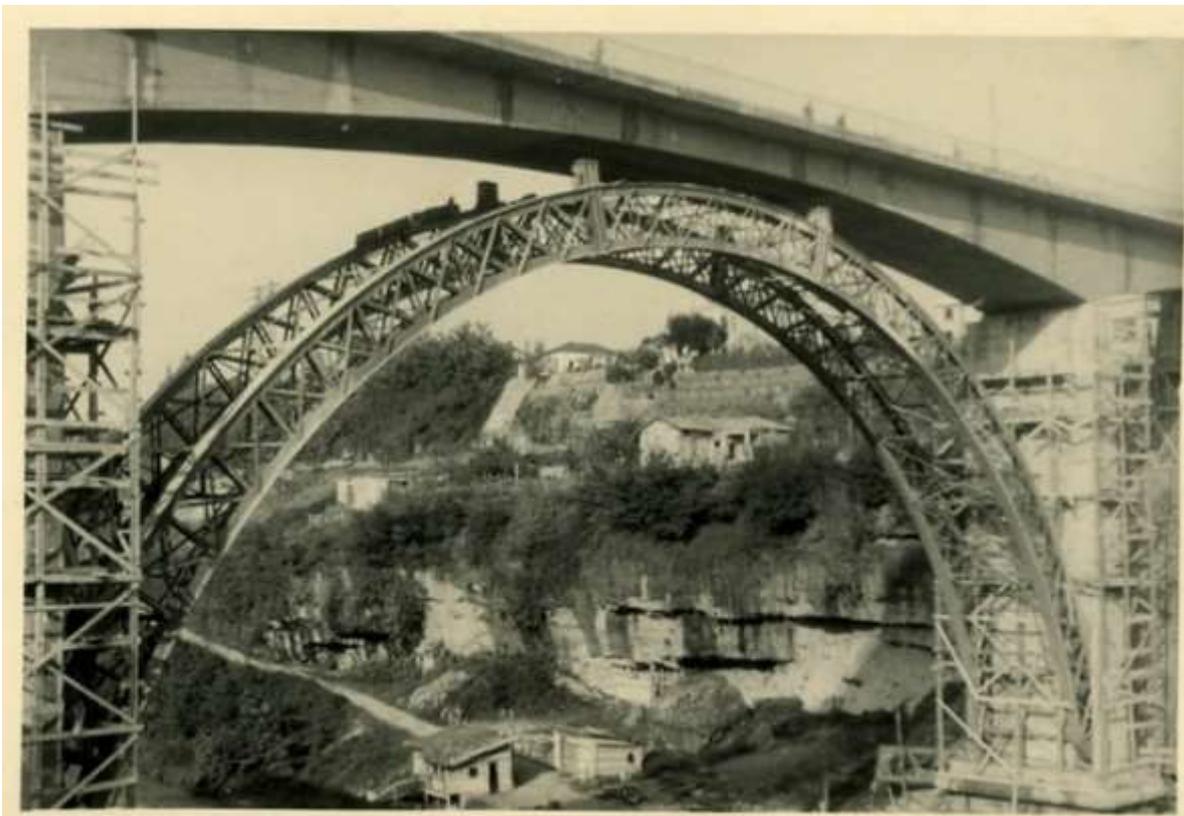


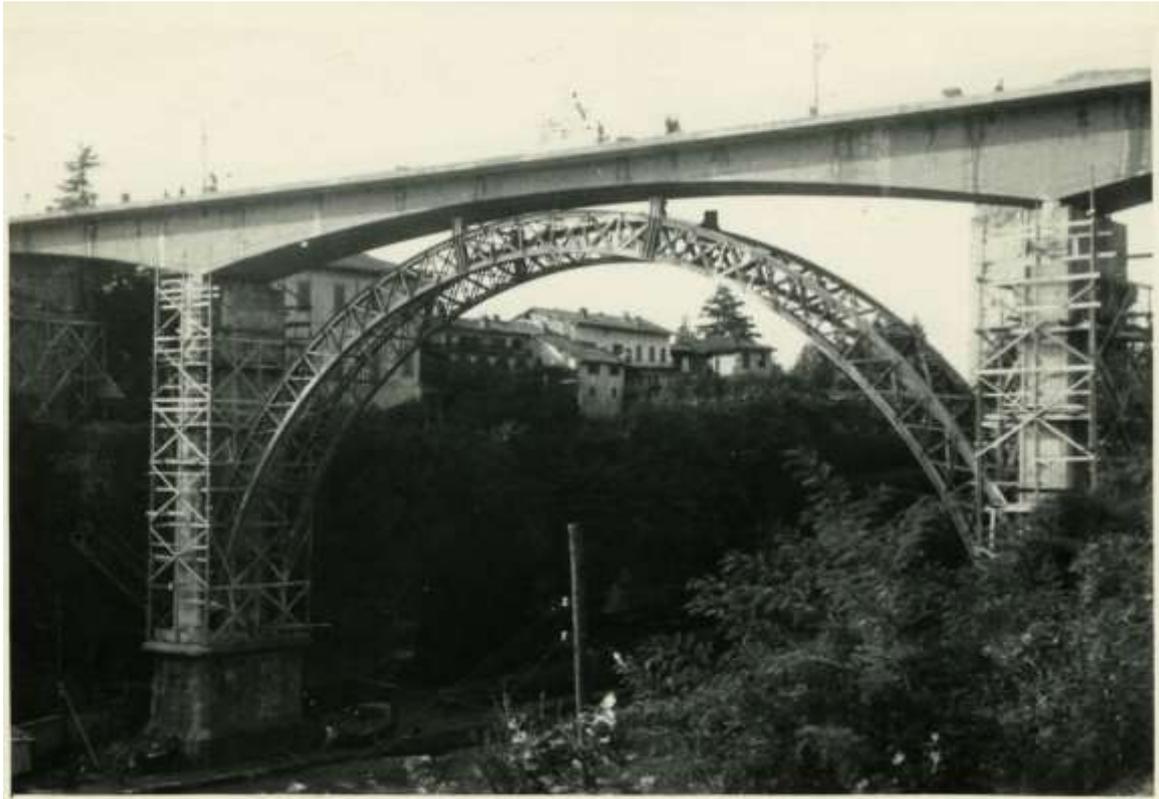


Dettaglio di tutto il sistema predisposto dall'Impresa Ferrobeton per eseguire i lavori



**Una volta completati i getti, si iniziano le fasi di smontaggio della struttura in ferro.
Notare il ponte su barche montato per agevolare le operazioni di smontaggio e per accedere da una sponda all'altra del fiume.**





Proseguimento delle fasi di smontaggio. Il ponte di barche è stato già rimosso





Ponte completo visto da valle e da monte





Viste del ponte completo. Foto del 2007





Le campate di accesso al ponte sono le stesse del ponte originale in acciaio. Foto del 2007



RELAZIONE STORICO TECNICA DEI PONTI E ALTRE OPERE COSTRUITE SUL FIUME ADDA NELL'AREA DI TREZZO

1926 - 1927 d.C.

3a PARTE

*Breve storia sulla costruzione dell'Autostrada
Milano – Bergamo
realizzata negli anni 1926/1927.*

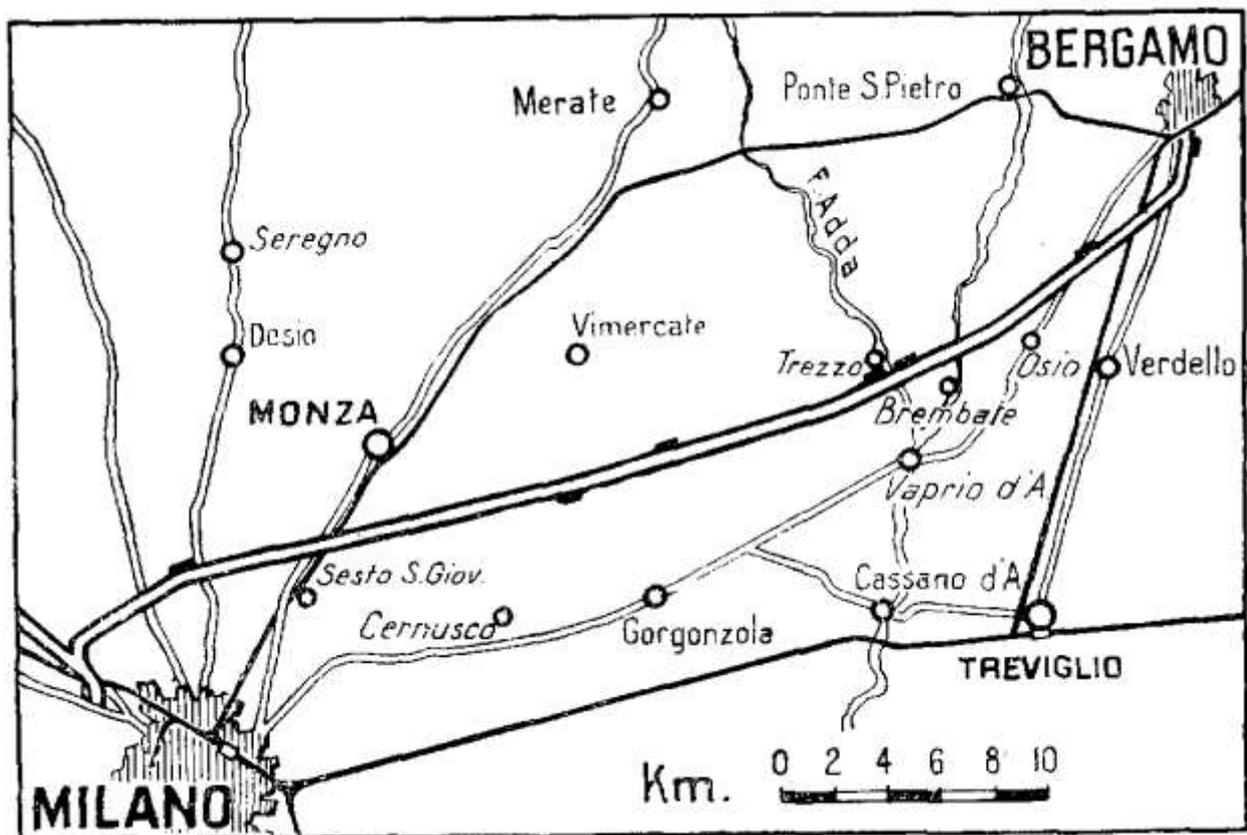


FIG. 5 - PLANIMETRIA DELL'AUTOSTRADA MILANO-BERGAMO E DELLE FERROVIE FRA I DUE CENTRI.

Il materiale è stato tratto da documenti storici pubblicati all'epoca.

“Con puntualità esemplare, nel giorno e l’ora fissata, senza verboso frasario di cerimoniale inaugurativo il mattino del 24 Settembre 1927, un fausto sabato, alle ore otto l’autostrada Bergamo – Milano venne aperta al traffico delle vetture automobili, e quest’opera arditata, questa grandiosa e bella opera precipuamente bergamasca, fu un fatto compiuto.”¹

“La cerimonia inaugurale fu la più simbolica ed insieme la più pratica, che si potesse immaginare: Un magnifico autobus della S.A. “Autostradale” partiva da Bergamo, e filando velocemente lungo la nuova direttissima arteria, giungeva esattamente un’ora dopo al Largo Cairoli in Milano...”²

La prima idea di realizzare detta opera nasce nel 1922 da parte di imprenditori Bergamaschi non appena si precisò la possibilità di esecuzione dell’Autostrada Milano – Laghi dovuta all’Ing. Puricelli e quando la Società Autostrade Milano – Laghi ottenne la concessione e sussidi. Occorre collegare due città di grande sviluppo industriale: Bergamo e Milano. A seguito degli interventi del Politico Ing. Carlo Cesarei e della Camera di Commercio venne nominata una Commissione che formulasse proposte concrete. Il 4 Maggio 1923 fu costituita la *Società Anonima Bergamasca per la Costruzione ed Esercizio di Autovie* con un piccolo capitale per la preparazione di un progetto di massima e domanda di concessione. Primo presidente fu l’On Paolo Bonomi. Il Consiglio di amministrazione della società nominava una commissione con l’incarico di studiare in modo definitivo il progetto tecnico, economico e finanziario. Intervenne poi l’Ing. Puricelli il quale mise a disposizione la sua collaborazione ed organizzazione. Nel 1924 furono concessi gli stessi provvedimenti assicurati alla Milano – laghi e il 28 giugno 1925 venne posato il cippo per la realizzazione dell’opera. Alla fine di ottobre del 1925 venivano iniziate le pratiche espropriative e all’inizio del 1926 l’avvio dei lavori di costruzione che si completarono il 24 Settembre 1927.



ING. GR. UFF. PIERO PURICELLI,
IDEATORE
DELLE AUTOSTRADE ITALIANE.



ON. AVV. GR. UFF. P. BONOMI,
PRESIDENTE DELLA SOCIETÀ
AUTOSTRADA BERGAMO-MILANO.

¹ La Rivista di Bergamo – Ottobre 1927 – Anno V. Le grandi opere bergamasche. L’Autostrada è finita di Renzo Larco.

² Rivista mensile del T.C.I – Le vie d’Italia

L'autostrada si innesta sulla Milano Laghi presso Musocco, è lunga 48 868 metri passa a sud di Monza e a nord di Gorgonzola, taglia l'Adda tra Crespi e Marne e punta sulla città del Colleoni. Lunghissimi rettifili di cui uno di 17 chilometri e pochissime curve con un raggio minimo di 400 metri. La mezzeria è segnata con striscia bianca. E' costata 54 milioni di lire.



Sottofondazione, i binari necessari al trasporto di materiali e mezzi, un sovrappasso.

Comprende numerosi manufatti per il sovrappasso o sotto passo delle 63 strade comunali e provinciali, 6 attraversamenti ferroviari strada ferrata, 22 corsi d'acqua fra cui i Ponti sull'Adda e sul Grembo, 225 manufatti per le condutture d'acqua e rogge d'irrigazione. Sono stati scavati 676,000 mc. di terra e roccia e fatti riporti per 750,000. 110,000 mc. di ghiaia per il sottofondo, 160,000 mc. di pietrisco, ghiaietta e sabbia e 38,000 ton di cemento per la pavimentazione e 580,000 kg. di ferro per ponti e cementi armati. La pavimentazione larga 8,60 mt. più due banchine laterali di 1.50 mt. ed è in calcestruzzo dello spessore di cm. 20. più una base bituminosa. I trasporti dei materiali furono tutti realizzati con vagoni ferroviari su binario su cui viaggiava anche l'impianto per la produzione e distribuzione del calcestruzzo.

L'Autostrada dispone anche di un servizio di biglietteria e di abbonamenti.

“Segnalazione e banderuole rosse, arancioni e verdi ad ala fissa o manovrate alla mano, fari luminosi la notte, l'anima, le danno un preciso linguaggio di vita, e ha le sue stazioncine e le sue cantoniere elegantissime; e sorveglianti in divisa che la percorrono in bicicletta o motocicletta, per farne rispettare i severi regolamenti che disciplinano il transito.

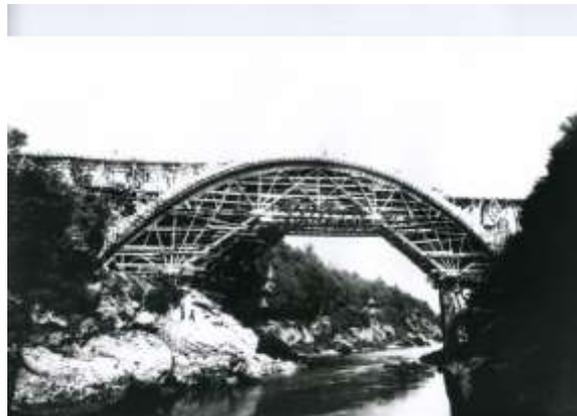
L'Autostrada è compiuta; centinaia di macchine l'attraversano in vario senso ogni giorno; già il pubblico che ha una sua squisita sensibilità immediata, ha potuto constatare, quasi vorrei dire, toccar con mano, la convenienza e l'utilità di questa elegantissima e



singularissima via di transito. Bergamo è per essa, oggi, all'ordine del giorno non solo in Italia, ma in tutta Europa...³



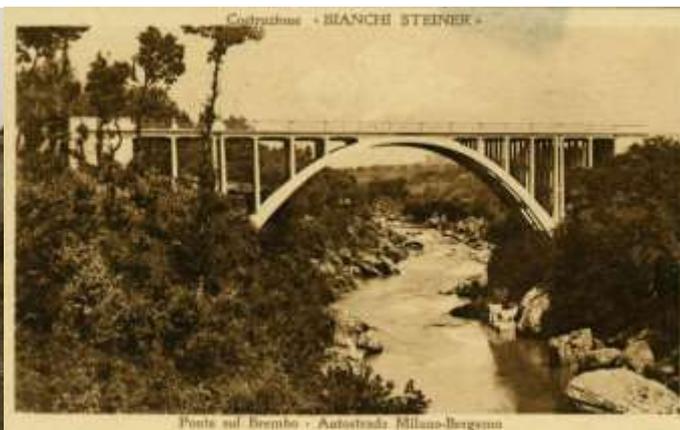
Ponte sul fiume Adda in costruzione



Ponte sul fiume Brembo in costruzione



Ponte sul fiume Adda



Ponte sul fiume Brembo

Non fu però tutto così facile.

Anche all'epoca vi erano contestatori e gente che non voleva l'autostrada. Come si doveva finanziare questi lavori. Le concessionarie. L'avvenire di Bergamo. Le ferrovie. I luoghi e le bellezze della nuova Autostrada.

Riportiamo a seguito passi tratti da pubblicazioni dell'epoca.

Da un articolo di Piero Puricelli

Nasce il concetto di Autostrada

“Che cos'è un'autostrada e dove occorre.

³ La Rivista di Bergamo – Ottobre 1927 – Anno V. Le grandi opere bergamasche. L'Autostrada è finita di Renzo Larco

L'attuale sistema stradale che – più o meno – si uguaglia in tutte le nazioni civili, costituito esclusivamente come è per un traffico a trazione animale, non corrisponde più alle caratteristiche ed alle necessità dell'autoveicolo.”

“Creare una strada più breve, più veloce e più sicura, vuol dire offrire al nuovo traffico la possibilità di dare il maggior rendimento; vuol dire – se non eliminare – certo ridurre le distanze fra centro e centro; adeguare la vecchia velocità di traffico al ritmo sempre più accelerato che in ogni attività si imprime nella vita moderna; prevenire un allacciamento stradale nuovo...il motore va oramai soppiantando ogni altro genere di traino e perciò occorre che la tecnica stradale si uniformi alle esigenze che, dall'impiego del motore ne derivano...”

Postulati per un autostrada: Via più breve, più veloce, più sicura, più adatta alla nuova locomozione a motore. Tracciato prevalentemente rettilineo, assenza di grandi dislivelli, eliminazione attraversamento dei centri abitati, scarsità di curve e curve a grandi raggi con sopraelevazione, esclusione di passaggi a livello, pavimentazione liscia, omogenea, senza polvere e fango, di sicura aderenza, esclusione dei pedoni, vigilata con regolamenti e disciplina.

“Quando si deve costruire un'autostrada?

Mi sembra che il quesito si possa generalizzare, e se vorremmo far tacere per un momento gli usi, le abitudini, le consuetudini, ed un poco anche gli interessi precostituiti, dovremmo con franchezza riconoscere che di strade già sature di traffico, di centri insufficientemente serviti da strade, di zone non completamente sfruttate per mancanza di comunicazioni rapide, ve ne sono in tutti i Paesi e poiché a dirimere questi inconvenienti provvede ottimamente l'autostrada, si dovrà pure concludere che una opposizione sistematica alla medesima non può essere ragionevolmente sostenuta.”

“L'equivoco nel quale incorrono i critici intransigenti è quello di credere che da noi si richiede una trasformazione radicale delle attuali strade in autostrade, annullando così un patrimonio stradale che, a loro giudizio, corrisponde anche alle esigenze attuali del traffico...”

“Diciamo subito che sostenere ciò è attribuirci una interpretazione gratuita e perfettamente contraria al nostro punto di vista, ché, anzi, posto il dilemma «costruire un'autostrada o sistemare una buona e tecnicamente sana strada esistente», noi propendiamo, senza riserve, per la seconda tesi.”

“...Le attuali strade devono restare, non solo, ma devono essere migliorate ed integrate con altre...ma se già attualmente concorrono le circostanze più volte accennate di ambiente, di frequenza e di movimento, ed a sopperire a tali necessità non bastano le strade esistenti, anche se ben fatte e meglio tenute, allora, noi sosteniamo, si deve costruire un'Autostrada.”

“Commetteremo un errore se, in così fatte circostanze, ricostruissimo una strada ordinaria, sia pur ampia, capace e perfetta, o ad altra strada simile aggiungessimo a quelle esistenti. Il problema resterebbe pur sempre insoluto e non mai raggiunti resterebbero quegli scopi che si ottengono unicamente dall'applicazione dell'autostrada.” ...

Lo stesso dicasi per le linee ferroviarie.

“Sostanzialmente la differenza che corre tra un'Autostrada ed una ordinaria strada a traffico misto, è la stessa di quella esistente fra una linea ferroviaria per treni diretti a grande velocità ed una linea ferroviaria per comunicazioni locali a data per treni omnibus. Nel campo ferroviario si va compiendo ogni giorno un'evoluzione analoga a quella che deve e dovrà essere svolta nel

campo stradale... Le line ferroviarie direttissime, quando esistono delle necessità fortemente sentite, vengono introdotte a complemento o perfezionamento delle comunicazioni esistenti. ”

“...Autoveicoli e velocità sono tale binomio da provocare speciali ed incontrastabili esigenze che, prima o poi occorrerà affrontare e risolvere. ”⁴

Chi la deve finanziare?

“...è mio convincimento che, almeno in un primo tempo, le autostrade siano fatte esclusivamente per iniziativa privata: ciò è sufficiente garanzia perché si facciano soltanto dove esiste un vero e proprio stato di necessità e dove i presunti risultati economici siano tali da impegnare il capitale privato. ”

“Verrà così escluso il pericoloso favorire iniziative le quali, se potessero fare affidamento sull'intervento e sul finanziamento statale, sarebbero spesso suggerite da interessi opportunistici o da convenienze politiche, il che è assolutamente da vietare, per non portare allo Stato inutili ed eccessivi gravami. ”

“Con ciò non si dice che lo stato debba restare del tutto estraneo perché una strada...non può sottrarsi alla legislazione generale che regola in ciascuno stato questa materia. ”

“...bisogna che l'Autostrada...venga cautelata da un complesso di norme e regolamenti, che soltanto lo Stato può far valere nei confronti di tutti i cittadini. ”

“...Per questa necessità di carattere costituzionale lo Stato deve intervenire e, poiché ne riceve un vantaggio, sembra giusto debba corrispondere un proporzionale compenso. ”

“La forma di questo compenso può essere anche varia, ma l'essenziale si è che lo Stato permetta e favorisca gli espropri dei terreni, riconosca e tuteli la concessione di costruzione di esercizio, ed offra qualche garanzia di carattere economico che faciliti il capitale privato destinato alla costruzione dell'Autostrada. ”

“Detta garanzia sarà compensata dall'utile generale che ne viene al pubblico degli utenti...che l'Autostrada, trascorso il periodo di sfruttamento facoltizzato alla concessione privata, passa, senza oneri e senza spesa, in proprietà dello Stato. ”

“In aggiunta alla iniziativa privata ed al concorso dello Stato...è doveroso che intervengano pure i Comuni e le Provincie, che, all'apertura di una autostrada, traggono il più diretto vantaggio. ”

“Riassumendo,: il finanziamento deve trovare la sua base nel capitale privato, integrato dalla garanzia governativa e dal concorso che gli Enti Pubblici interessati saranno chiamati a fornire in proporzione dei vantaggi che ne verranno per ricevere. ”

“...La Milano – Laghi, prima iniziativa del genere ha completamente soddisfatto le previsioni...nel primo anno dell'esercizio (1925) ha dato una media giornaliera di oltre 500 macchine, nel secondo anno (1926) 750 e se ne prevede per il 1927 oltre 1000. ”⁵

⁴ Piero Puricelli – Istituto d'arti grafiche – Bergamo – 28 Ottobre 1927

⁵ Ditto - di Piero Puricelli

Da un articolo dell'Avv. Paolo Bonomi

Presidente della *Società Anonima Bergamasca per la Costruzione ed Esercizio di Autovie*
Concessionaria per la costruzione e manutenzione dell'Autostrada Bergamo – Milano.

Concessione

La Società Anonima Bergamasca per la Costruzione ed Esercizio di Autovie fu costituita il 4 Maggio 1923 con un piccolo capitale per la preparazione di un progetto di massima e domanda di concessione.

Più lungo e faticoso fu il periodo successivo riflettente le pratiche per l'istruttoria e la raccolta del capitale sociale necessario per l'attuazione del piano finanziario per la costruzione dell'Autostrada.

Tale era l'entusiasmo per l'iniziativa che ancora prima di ricevere la concessione venne tenuta una cerimonia il 28 Giugno 1925 la cerimonia della posa del cippo e del primo colpo di piccone.

La Concessione venne accordata con Regio Decreto Legge 4 Settembre 1925 i cui termini erano: 4 mesi dal 19 Ottobre 1925 data della sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale del Regno per la presentazione del progetto esecutivo due mesi dalla sua approvazione per l'inizio dei lavori e trenta mesi per il compimento dell'Autostrada.

L'Ing. Puricelli a suo rischio e pericolo aveva però già eseguito in anticipo il progetto esecutivo per cui i lavori poterono iniziare contemporaneamente alla pubblicazione del decreto di Concessione. Gli venne anche assegnata da Direzione Generale dell'esecuzione dell'opera.

Non sono mai venuti meno i mezzi finanziari che ammontarono a 54 milioni di lire.

“Il Capitale sociale di lire 20 milioni venne raccolto mercé il generale concorso di banche, di società, di Ditte Industriali e commerciali e di privati e degli stessi appaltatori.

Il sussidio- garanzia dello Stato poté essere utilizzato durante il periodo dei lavori pwr effetto delle concessioni fate con il Regio Decreto Legge 15 luglio 1926 e diede la disponibilità di altri 15 milioni.

In attesa che possa avere il suo conveniente collocamento l'operazione di 15 milioni di obbligazioni autorizzata dall'Assemblea, si ottennero, specialmente dalle banche, con vera larghezza i fidi necessari.

Il reso del fabbisogno trova la sua contropartita nei sussidi degli Enti Locali e cioè delle Provincie di Milano e Bergamo, che hanno inoltre generosamente concessa la loro fideiussione per il servizio del capitale e degli interessi delle obbligazioni.”⁶

Da un articolo di Ettore Capuani, Podestà di Bergamo.

L'autostrada è benvenuta a Bergamo in un fecondo periodo di rinnovamento

L'autostrada è stata benvenuta a Bergamo anche a causa delle passate vicende ferroviarie che vengono qui raccontate da Ettore Capuani.

⁶ Avv. Paolo Bonomi Presidente della Soc. An. Berg. per la costruzione ed esercizio Autostrada.

“...Bergamo, nella sistemazione delle reti ferroviarie dell’alta Italia era stata duramente sacrificata... e tagliata fuori dalla via maestra del traffico padano, scartata dal tracciato ferroviario che congiunge per la via più corta Torino a Milano, Milano a Brescia, a Verona ecc. Questa linea ferrata tocca dopo Milano a un terzo di strada per Brescia, la cittadina di Treviglio; ed è da Treviglio che si diparte la verticale che risale a Bergamo. Ancora, fino a 40, 50 anni fa funzionava su questo tratto secondario un doppio binario che, per un errato calcolo o un dannoso concetto di economia, venne ridotto ad uno solo. I bergamaschi considerano tuttora come un onta questa soppressione che colpiva il prestigio stesso della loro città...”

“Si manifestò allora ben presto il desiderio di provvedere con una «direttissima» ...e un disegno vagheggiato era quello che mirava a creare una ferrovia elettrica di grande transito mossa a notevole velocità. Ma il progetto caldeggiato da una decina d’anni ebbe la sorte di altri progetti, geniali e utili, che intristirono nella morta palude del parlamentarismo. Si pervenne così, senza nulla aver potuto concludere agli ultimi anni e al momento dell’inizio dei lavori per la rete autostradale dei Laghi creata dall’Ing. Puricelli...e l’idea della costruzione di un’autostrada tra Milano e Bergamo... trovò presto la via della sua rapida realizzazione...”

“Bergamo pensa con fervida virilità al suo avvenire...creazione di un nuovo centro cittadino...risanamento dei vecchi quartieri...sostituisce il vecchio ospedale vecchio di dieci secoli...vuole offrire ai suoi visitatori bellezze naturali ed artistiche...salubrità di clima per tranquillità di vita...richiama non pochi abitanti di Milano spinti a scegliere qui la dimora della famiglia, potendo oramai in brevissimo tempo raggiungere il loro centro d’affari.

Da un articolo di Renzo Larco

I luoghi e le bellezze della nuova Autostrada

“Quando il lussuoso autotreno, che in varie ore del giorno con puntualità esemplare parte dal centro di Milano diretto alla città del Colleoni – dopo di avere a lungo serpeggiato fra il groviglio fragoroso dei veicoli d’ogni foggia e velocità per le strade cittadine che menano alla periferia – tocca la cementata pista dell’autostrada, un movimento fervido di curiosità si produce di consueto fra il nucleo degli eleganti viaggiatori e dai sedili ognuno un poco si protende e conduce lo sguardo a cogliere la fisionomia subito marcante della nuova arteria.

“Strada Ben tipica del secolo ventesimo: uniforme, disadorna, ma levigatissima; che taglia i campi dilungandosi come la guida di un corridoio d’albergo, evitando fino al possibile le curve e ogni contatto, ogni intimità e ogni emozione, il pittoresco e il romantico; arida e nuda come un’asta, precisa come una pagina d’orario, obbediente a una disciplina – la brevità, e a uno scopo – l’utilitarismo. E strada del secolo ventesimo, in conseguenza anche per questo: che ai lati le si assiepa e strepita con mille silenziosi richiami, con cento ingegnose trovate ‘le reclame’ e accosta alla sua frigidità di prodotto di laboratorio la spregiudicata e illusoria festevolezza del lunaparco. “Poi quando s’entra, quasi automaticamente le macchine accelerano la velocità e s’incomincia a scivolare, in silenzio, con un diletto slittante, cullante. A dire il vero non ci si accorge di salire a velocità speso da ‘record’; non s’avverte un sobbalzo, non un variare di ritmo; ma come il motore ha composto il suo accordo armonioso lo mantiene senza oscillazioni, noi si perviene a una immobilità centrata e sostenuta. Davanti quasi invariata di dimensioni, si stampa la sagoma di qualche macchina che ci precede, che non raggiungiamo, che non ci sfugge, cose se un invisibile filo essa e noi trascinasse all’infinito, sulla identica trama.



UN TRATTO DELL'AUTOSTRADA FINITA.

“Dopo, la solitudine ronzante riprende –ininterrotta. E ai lati della larga arteria scorrono gli edifici bassi, quadrati, chiari, armoniosi delle cantoniere – che nell’interno sono con sobria e fine eleganza arredate. E i cantonieri, irreprensibili nelle severe divise grigie, rigide figurette, balzano sull’attenti al saluto romano.

“Avanti, ai lati, di continuo, a perdita d’occhio, si dilata e distende la bella pianura lombarda.

“S’è lasciato indietro Novate, Cinisello, Balsamo che sono le sparpagliate membra della Grande metropoli che intorno al marmoreo Duomo si condensa.

“...lo stradale di Monza...ecco l’erti pareti disadorne e l’ordinate tettoie e le ciminiere fumanti delle tante officine di Sesto S. Giovanni...di là della strada... dilaga l’immenso parco di Monza. Poi si sorpassa il Lambro, cui un tempo veniva a scaricarsi il Naviglio della Martesana....siamo nelle bassure pittoresche della Brianza.

“...Si fugge, si vola attraverso il Contado della Martesana...E’ un immenso scacchiere variato di toni verdi, e denso di casali e di frazioni e di borgate...Cernusco...la villa di Omate...e le tante torri e i ruderi di castelli che quà e là per la campagna e nei paesi sopravanzano...il castello di Pessano...il vecchio ponte di S. Rocco...la Logora a Vimercate...l’Adda...

“Si giunge d’improvviso sul bel ponte nuovo dell’Adda e il fiume si vede correre glorioso, a una quarantina di metri sotto la fragile arcata che congiunge le due sponde ammantate di verde...la Martesana proprio qui nasce...

“Dove l’Adda fa gomito, a monte del manufatto troneggiano sulla sponda milanese, dominando la ripida scoscesa bergamasca, i ruderi ciclopici del più bello e del più gagliardo castello della Lombardia. E’ ciò che avanza della rocca di Trezzo...

“...Per Trezzo e Marne passava la strada romana tracciata a collegare Milano a Bergamo ...sul Grembo noi gettiamo in corsa un saluto veloce al castello di Marne, poi ci chiama da lungi lo smerlettato campanile barocco di Osio di Sopra...

“...Casamenti dai grigi muri fatti di ciottoli disposti a spina di pesce. Siamo nei dintorni di Dalmine...la bella villa della nobile famiglia Camozzi...

“...ma quale miraggio dispiega laggiù l'incanto delle sue luci e delle sue forme su uno scenario di colli che degradano dall'alte vette tormentate e del canto Alto?

“Bergamo viene sollevata in alto sul suo soffice anello di verde bosco incontro al visitatore; e pare, sotto la curva abside del cielo, una città dipinta su una pala d'altare: una città dell'evo medio, tutta – com'è; con quei grandi lastroni verticali delle facciate dei palazzi che paiono anch'essi tutta una fitta cortina di torri l'una ridossa all'altra...

“L'autostrada finisce alle porte della Bergamo piana...Centro nuovo di Bergamo...il nuovo presso al vecchio in una stessa cornice ambientale, come sempre curarono in sommo grado i nostri grandi architetti del passato.

“Al sentierone s'invertebra la città bassa...un nastro di strada serpeggia sulla schiena del colle, che mena alla Porta di S. Agostino. Via Pignolo con i suoi palazzi che respirano l'agiatezza...la piazzola con la fontanella del Tritone e del Delfino...

“Dalla Porta di S. Agostino si spazia con la vista sopra gli estremi contrafforti boscosi della val seriana...oltrepassati gli arconi della porta...godrai la conca floridissima di Valesse...

“...L'ardua salita di Porta Dipinta, che con amichevole pensiero ci mette infine alla città coronata del colle...

“...la lunetta ogivale di San pancrazio e la fontanella omonima, che pare un boccio di giacinto...e infine, la meraviglia della piazza, sorella minore di quella di San Marco, dove sui quadratelli spinati di rosso mattone i ragazzi giocano alla bilia e i piccioni rinnovano candidamente il ritorno eterno dell'amor profano.

“La vecchia torre lascia gocciolare i rintocchi del suo stanco campanone, che precipitano gravi rintonando in un gorgo, che si dissolve con dolcissimi fremiti...

“La Dietro è ancora la più alta meraviglia – del Battistero, della Cappella Colleoni, di S. Maria del Duomo, dell'Ateneo, delle alte mura – e dei tramonti fantasmagorici sopra la speronata oasi boeckliniana della Tenaglia.”

Da un articolo dell'Ing. Piero Puricelli ideatore della Autostrade Italiane

L'opera e gli uomini

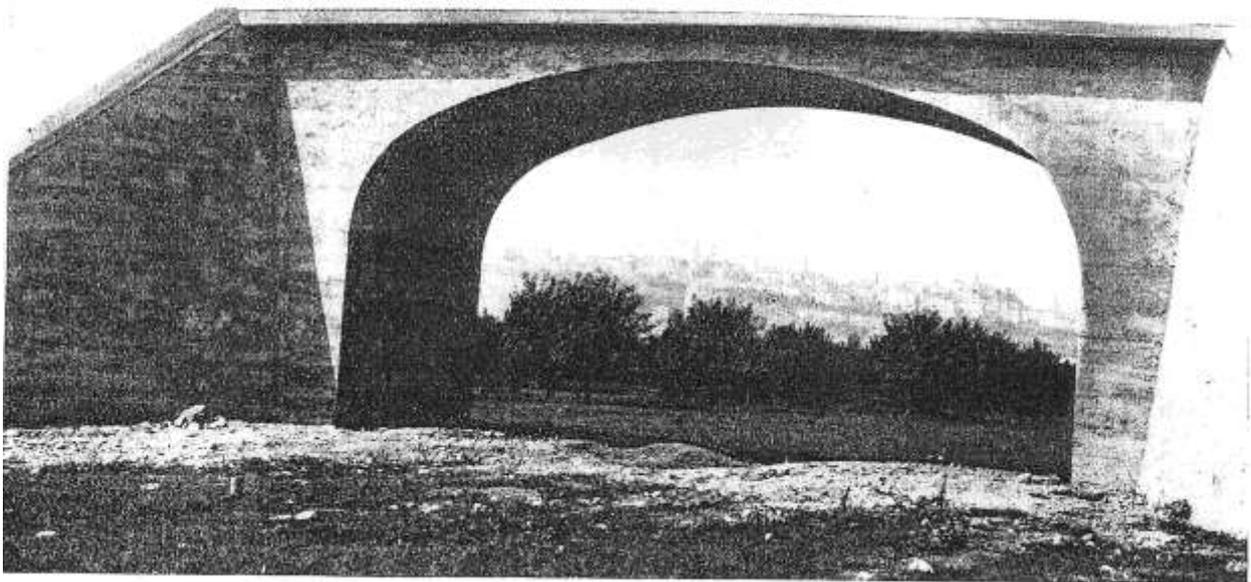
“Si sviluppa, come è canone fondamentale d'ogni autostrada, per grandi rettilinei, il maggiore dei quali misura poco più di 15 km.; e si contano sull'intero percorso solo sette curve, di raggio che varia dagli 800 a 3000 metri. Tutte le curve sono sopraelevate di venti c. verso l'esterno, per

consentire con assoluta sicurezza velocità anche da record. I dislivelli si mantengono insignificanti: al massimo del tre per cento su percorsi brevissimi là dove la strada dell'auto deve valicare con soprappassaggi la strada comune.

“Poiché, infatti, ogni autostrada deve evitare i passaggi a livello, si costruirono parecchie decine di manufatti per il soprappassaggio o il sottopassaggio delle strade nazionali, provinciali e comunali, e della strada ferrata...220 acquedotti per irrigazione e lo scarico delle acque di cui 20 di una certa importanza manufatti su torrenti e canali...

“...due infine, richiamano l'attenzione dei profani e quella dei tecnici: e sono i ponti in cemento armato lanciati sopra i fiumi Brembo e Adda. Entrambi i ponti, ma più quello sull'Adda, sono riusciti di una leggerezza e di una arditezza davvero impressionanti...

“A otto sommano i raccordi del tronco autostradale con le strade comuni - compreso il capolinea di Bergamo - e sono - scaglionati lungo il tracciato i raccordi di Sabbio-Dalmine, di Capriate-Crespi d'Adda, Di Trezzo-Concesa d'Adda, di Cavenago, di Agrate, di Balsamo-Sesto-Monza, di Cormano-Brusaglio.



Bergamo vista dal sottopassaggio di Colognola.

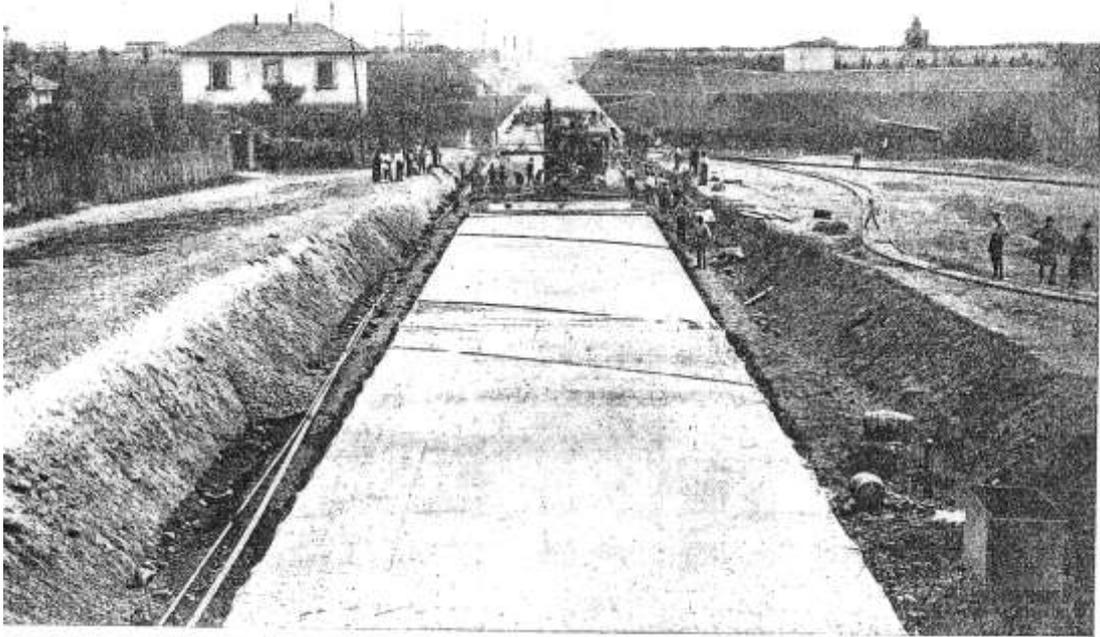


Movimenti terra

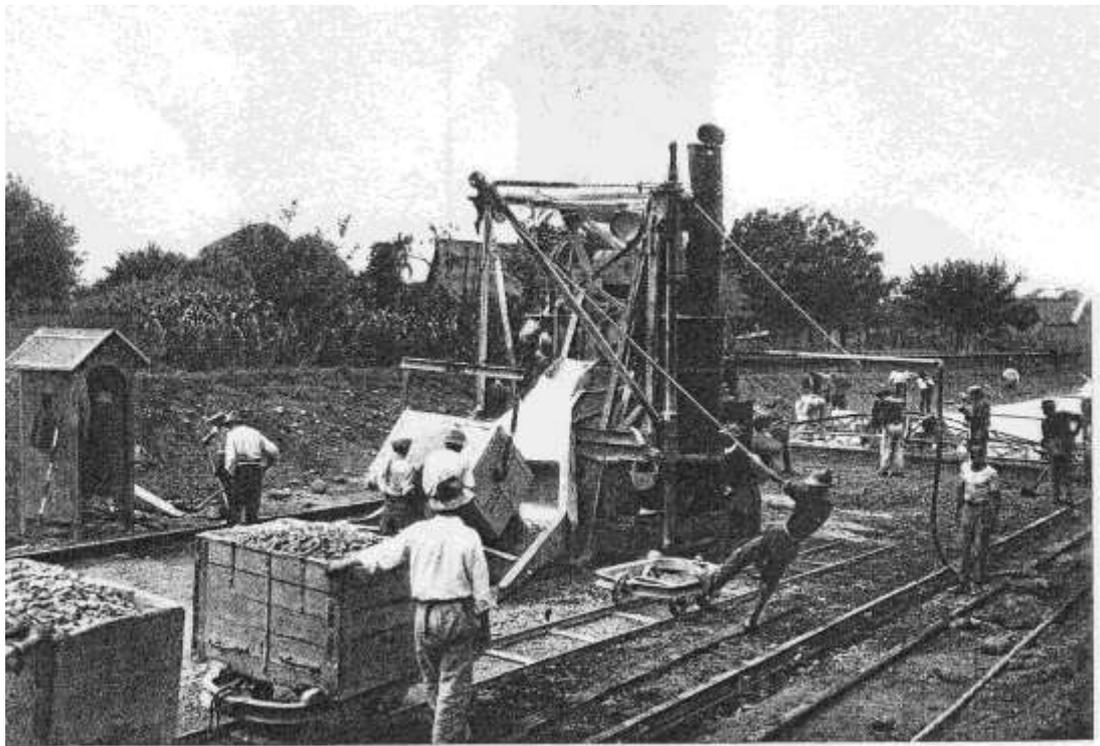
“Per mesi e mesi cantieri grandi e piccoli si disseminarono lungo il tracciato dei lavori. In questa baracca era collocata la «betoniera» che ingoiava e rimescolava pietrisco e cemento e con sapiente graduazione li inaffiava d’acqua, per restituire dal suo largo becco imbutiforme, il grasso impasto del calcestruzzo. In baraccamenti improvvisati alloggiarono i drappelli d’operai. Millenovecento operai dettero il loro assiduo lavoro a questa grande impresa, che, perché procedesse al suo termine spedita, fu suddivisa in tredici lotti.”



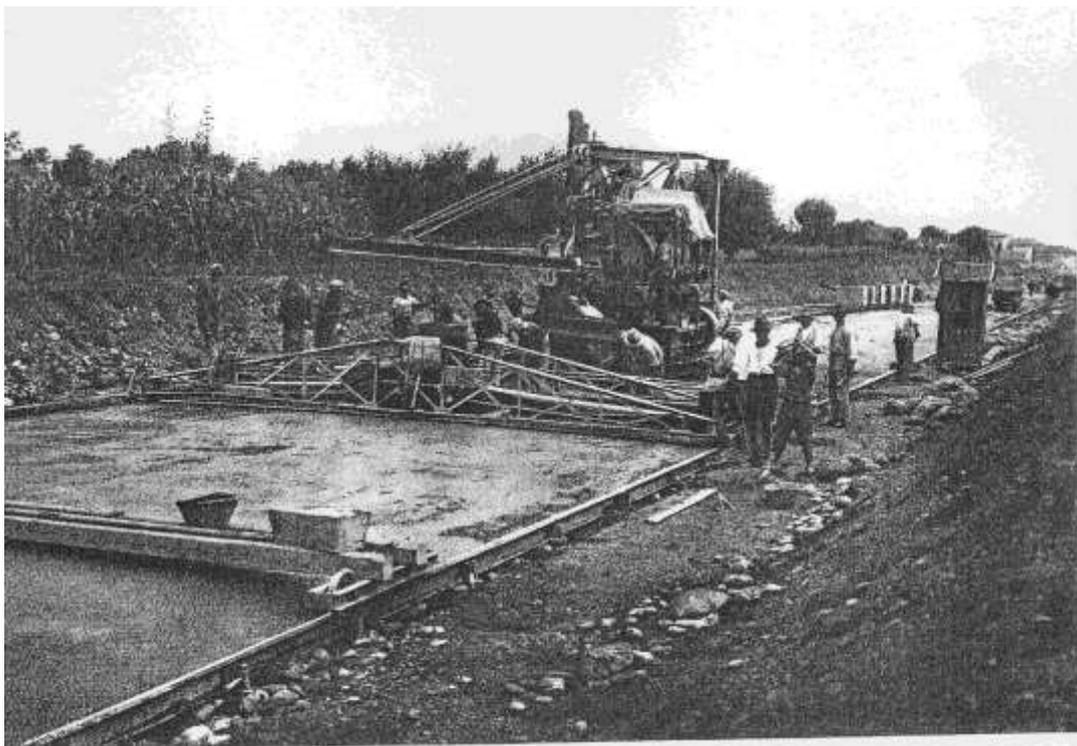
Novate: il soprapassaggio alla ferrovia Milano-Nord.



La pavimentazione del grande rettifilo.



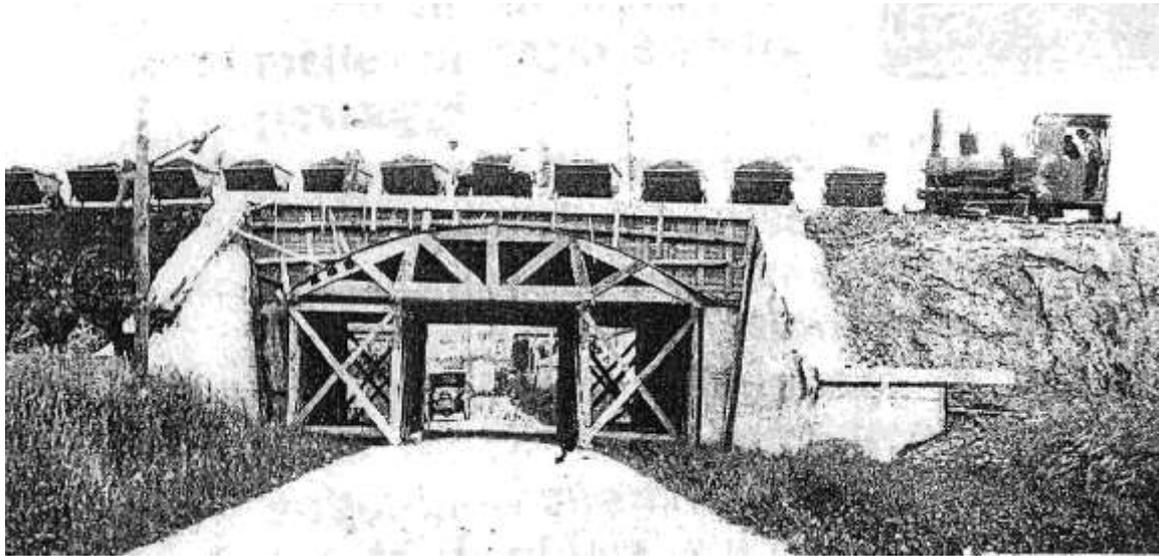
Una betoniera in azione.



La gettata in calcestruzzo.

“A varia distanza pei campi, nei pressi del taglio autostradale, s’aprono immense buche, ch’erano le cave da cui fu tratto, con una pazienza assidua di formiche, metro a metro e vagoncino a vagoncino, il materiale necessario ai lavori di rialzo. Ma più preoccupante fu sovente il problema di distribuire e collocare la terra ricavata dagli scavi –decine e decine di migliaia di metri cubi.”





“...una trincea larga dieci metri, fonda talvolta otto metri, sulla quale poggiano i binari della ‘decauville’, che infaticabilmente lasciavano scivolare avanti e indietro come rosari di vagoncini colmi di materiale. Altrove invece si andava sollevando la schiena di rilevati che mettevano capo ai sovrappassaggi.”



Il trasporto del materiale di sterro.



La cementata pista dell'autostrada.

Quando l'intero tracciato stradale fu eseguito, quando cioè lo scheletro della nuova autostrada fu compiuto, si procedette al secondo lavoro di più rapida attuazione: venne depositato un sottofondo stradale di circa venti centimetri di ghiaia, sul quale furono poi addensati il pietrisco e la sabbia per la pavimentazione in calcestruzzo.



LA LINEA FERROVIARIA DEVIATA ALLA MADONNA DEI CAMPI.



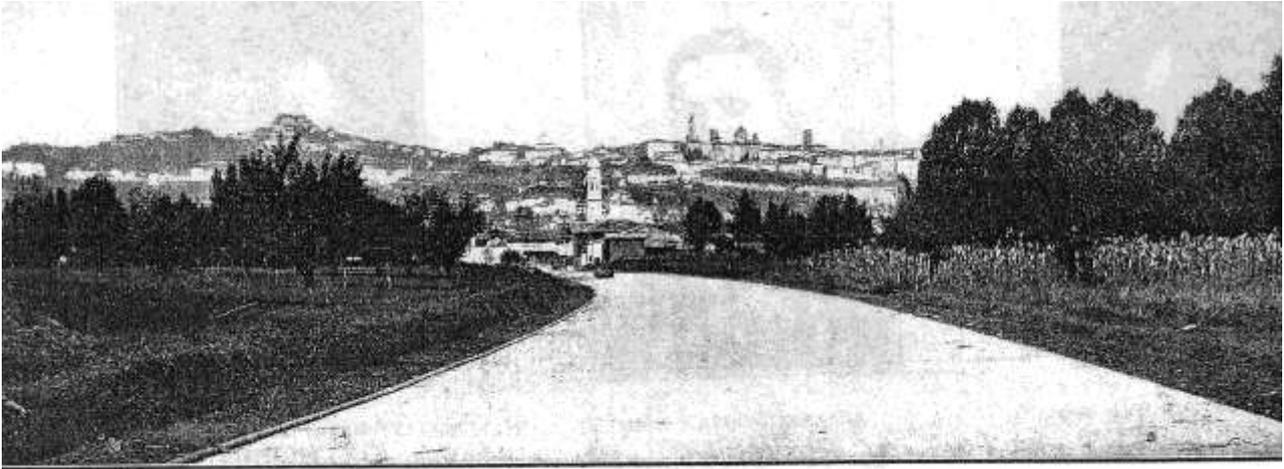
Compiuto il lavoro di sterro vien deposto il fondo di ghiaia.

E livellata questa pavimentazione, e lasciata con metodo rasciugare, si procedé poi alla incatramatura, alo spolvero, alla spazzolatura.



L'AUTOSTRADA È FINITA: IL SUPERBO RETTIFILO DI 15 CHILOMETRI.

Un'autostrada è invero un'opera d'una finitezza minuziosa. Essa esce dai compiuti lavori linda, levigatissima, lucida, resistente e soffice, pronta ad accogliere il carosello ininterrotto delle macchine rombanti.”



BERGAMO VISTA DALL'AUTOSTRADA.

(fot. Ogliari)

Poi...

“Brescia è infatti già pronta a iniziare anch'essa la sua utile e bella impresa, la sua autostrada sotto la guida ardita e sapiente del comm. Giovanni Gorio e del grande capitano d'industria gr. uff. Giulio Togni...”

Gli Uomini

Ing. Piero Puricelli - Ideatore delle autostrade italiane.

Ing. Carlo Cesareni - Realizzatore della Autostrada Bergamo – Milano.

Cav. Ugo Rusca, Direttore Generale della Società Anonima Puricelli - Direttore dei lavori.

S. E. On. Giacomo Suardo - Sostenitore di tutta l'operazione.

S.E. Giuriati, del Ministero lavori Pubblici - Convinto fautore delle Autostrade

S.E. Conte Volpi di Misurata - Ministero delle Finanze.

Gr. Uff. Francesco la Farina - Direttore Capo Divisione Viabilità che curò la particolare legislazione che regge le autostrade.

On. Avv. Paolo Bonomi - Presidente della Soc. An. Berg. per la costruzione ed esercizio Autostrada.

Comm. Avv. Giacomo Oliva - Direttore Generale della Milano Laghi per l'assistenza fornita.

Ing. Alfredo Rosselli - Direttore dell'Ufficio Tecnico Puricelli – Progetto esecutivo.

Ing. Pietro Beonio - Della Direzione tecnica dei lavori - suo esecutore sul terreno.

Ing. Pietro Pantanida, Ettore Zanchi, Nani Ravazzoli, Attilio Stefani, Wladislaw De Grabla, Arch.

Mario Tanzi, - Assistenti alla direzione tecnica.

Geom. Barbaglia, Luciano Zanrè, per l'ingrato compito degli espropri.

Rag. Elia Milesi, Parte Contabile Amministrativa con sede a Bergamo.

Giulio Pavoni, Ufficio Stampa.



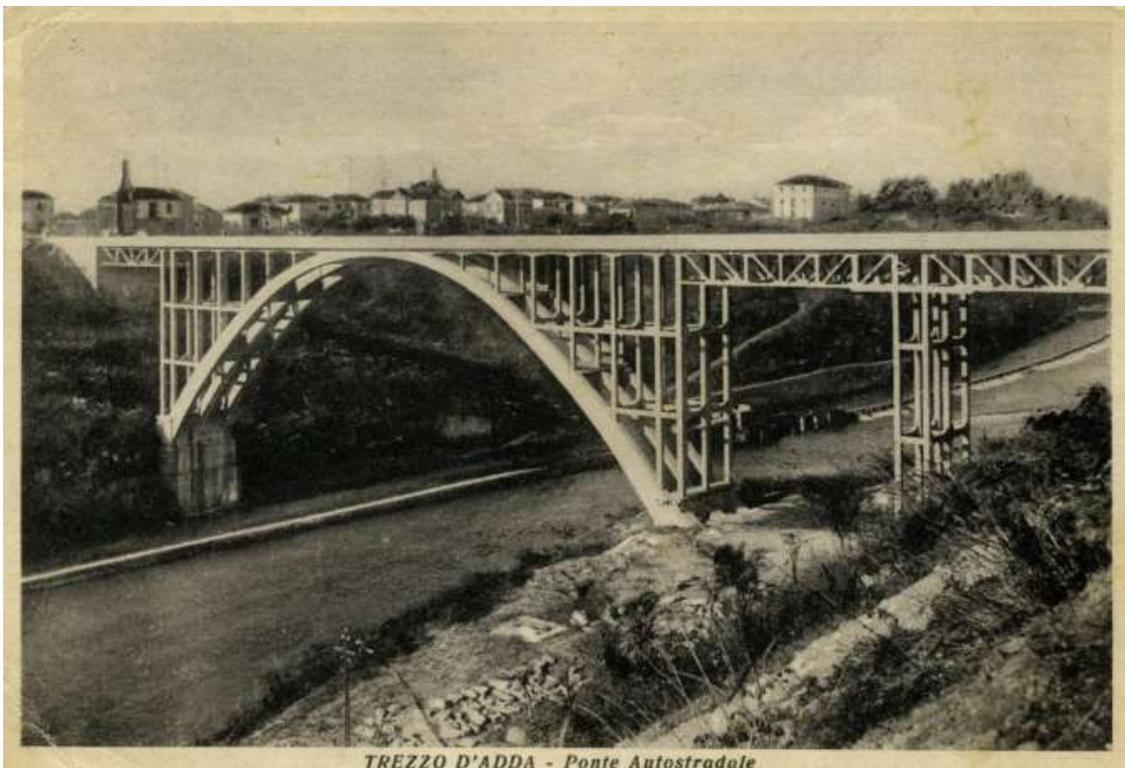
ING. CARLO CESARENI,
REALIZZATORE
DELLA BERGAMO-MILANO.



Cav. Ugo Busca, direttore dei lavori.

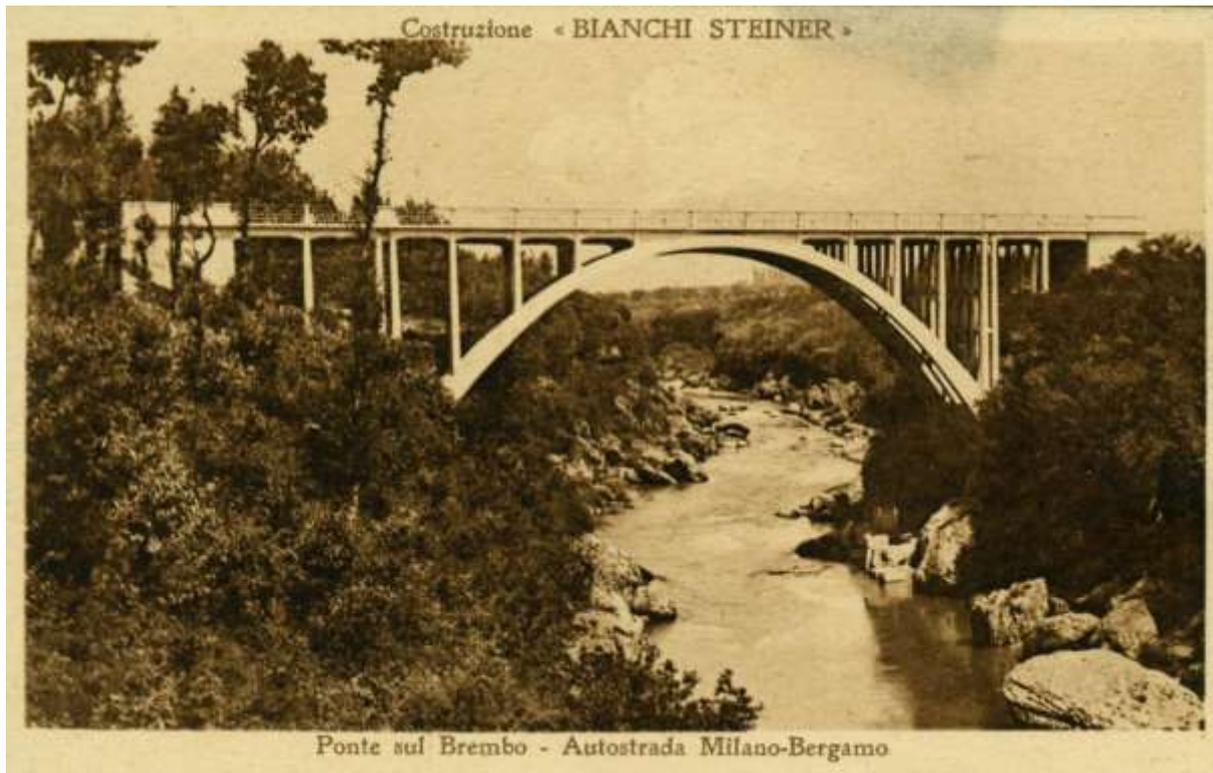
I Progettisti dei ponti

Ponte sull'Brembo - Prof. Luigi Santarella,. Assunse anche il controllo dei lavori.
Ing. E. Galassini, Ponte sull'Adda.



TREZZO D'ADDA - Ponte Autostradale

Ponte finito sul fiume Adda



Ponte finito sul fiume Brembo

Le Imprese appaltatrici

Civelli-Albergoni, che per prima completò il suo lotto.

Ing. Aldo Tagliazucchi, che compì il mirabile ponte sull'Adda
Rossi e C.

Panzeri e Rossi,

Bianchi, Steiner, che costruì il ponte sul Brembo.

Cittadini,

Albertario,

Soc. Bellunese Costruzioni Civili,

Forlani Quarti e Valsecchi,

Antoniazzi,

Savoldelli.

Sottoscrittori umili e potenti:

Millecentoundici.

Uomini del popolo, sia della città che della campagna,

curati,

artigiani,

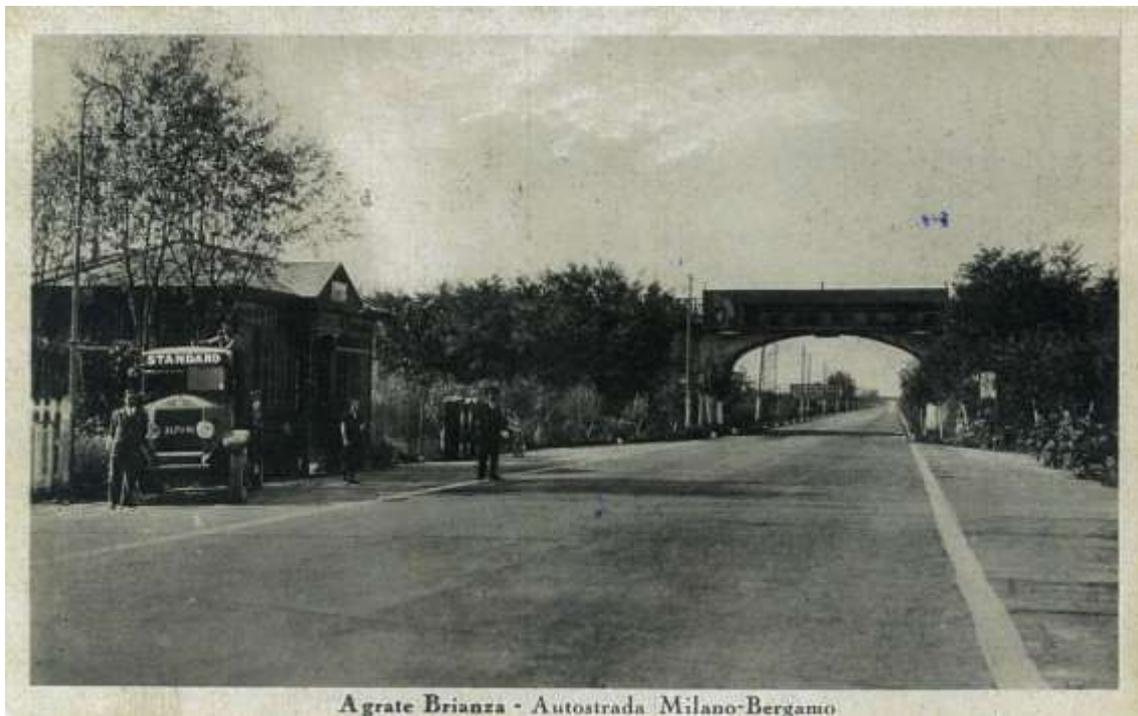
impiegati,

Grandi ditte industriali,

Tutte le banche locali; la Bergamasca, la Mutua Popolare, il Piccolo Credito, il Banco di Sant'Alessandro, la Banca Commerciale, la Banca Industriale, altre minori.

Le alte autorità gerarchiche delle Province di Bergamo e Milano:

Sileno Fabbri, Commissario Prov. Di Milano,
Ettore Capuani, Podestà di Bergamo,
Comm. Belloni, Commissione Reale di Bergamo,
Comm. Capoferri, Segretario federale e Sindacale della Federazione prov. Fascista bergamasca.



Nuovo ponte sul fiume Adda



3 PONTI AUTOSTRADALI

1936 - 2007 d.C.

4a PARTE

1° Ponte Autostradale sulla Mi – BG – 1926/27

Consolidamento fondazioni - 1960

Rifacimento impalcato – 1966

Risanamenti vari – 1966

Collegamento con 2° ponte e giunto sotto traccia -1966

Consolidamento generale della struttura - 1982

CRONOLOGIA COSTRUZIONI E INTERVENTI SUI PONTI SULL'ADDA (1927 – 1982)

- 1 – 1927 – Costruzione del primo nuovo ponte Autostradale sull'Adda
- 2 – 1960 – Costruzione del secondo nuovo ponte Autostradale sull'Adda
- 3 – Consolidamento fondazione lato Bergamo del ponte costruito nel 1927
- 4 – 1966 – Rifacimento campate di accesso del ponte 1927 con travi prefabbricate tipo SCAC
Esecuzione contro-soletta del ponte del 1927 zona arco
Trattamento con gunite di parte dell'arco e pilastri ponte 1927
Esecuzione d'imbottitura armata spessore cm 10 sotto travi ad arco
- 5 – 1982 – Tutta la struttura ponte anno 1927 viene scarnificata con rifacimento dei manti esterni.
- 6 – 2006/7 – Costruzione del nuovo ponte sull'ADDA in accostamento ai primi due.

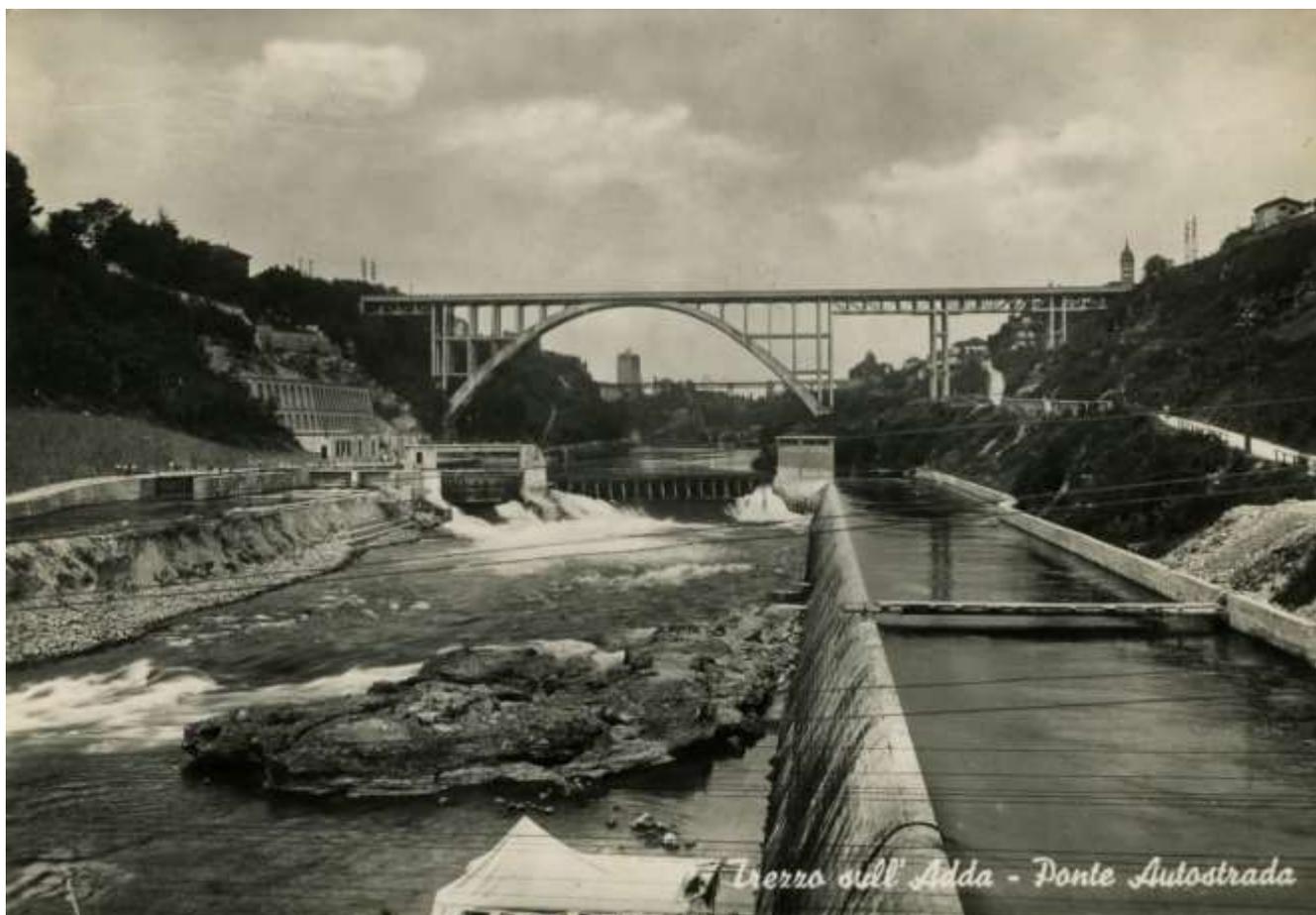
INTRODUZIONE

“Quietamente, senza pompe e senza discorsi, il 24 settembre 1927 si è inaugurata questa nuova Autostrada, questa nuova propaggine del buon ceppo che in Milano ha le radici e che già da qualche anno protende le sue ramificazioni al Lago Maggiore, a Como, a Varese.

“Per chi percorra la Milano-Bergamo [...] una veduta veramente superba s'incontra in corrispondenza agli attraversamenti dell'Adda e del Brembo, fra Trezzo e Brembate. La magnificenza della natura ivi si sposa alla manifestazione della potenza industriale della zona attraversata, e l'occhio non si sazia di trascorrere dall'una all'altra meraviglia. [...]

“I due ponti per l'attraversamento di codesti fiumi sono opere d'arte di grande importanza, che onorano l'ingegneria italiana. Le figure non valgono a dare un'esatta idea dell'impressione che fanno codeste apparentemente esili strutture, candide come il marmo per il contrasto col fosco verde di fondo, campate nello spazio come per opera d'incanto. Parrebbe che debbano piegarsi sotto l'impeto dei venti o cedere sotto il peso dei gravi carichi transitanti, ma il “cemento armato” ha nervi solidi e possenti assai più che non appaia all'occhio profano.”

[Rivista del Touring Club Italiano “Le vie d'Italia”]



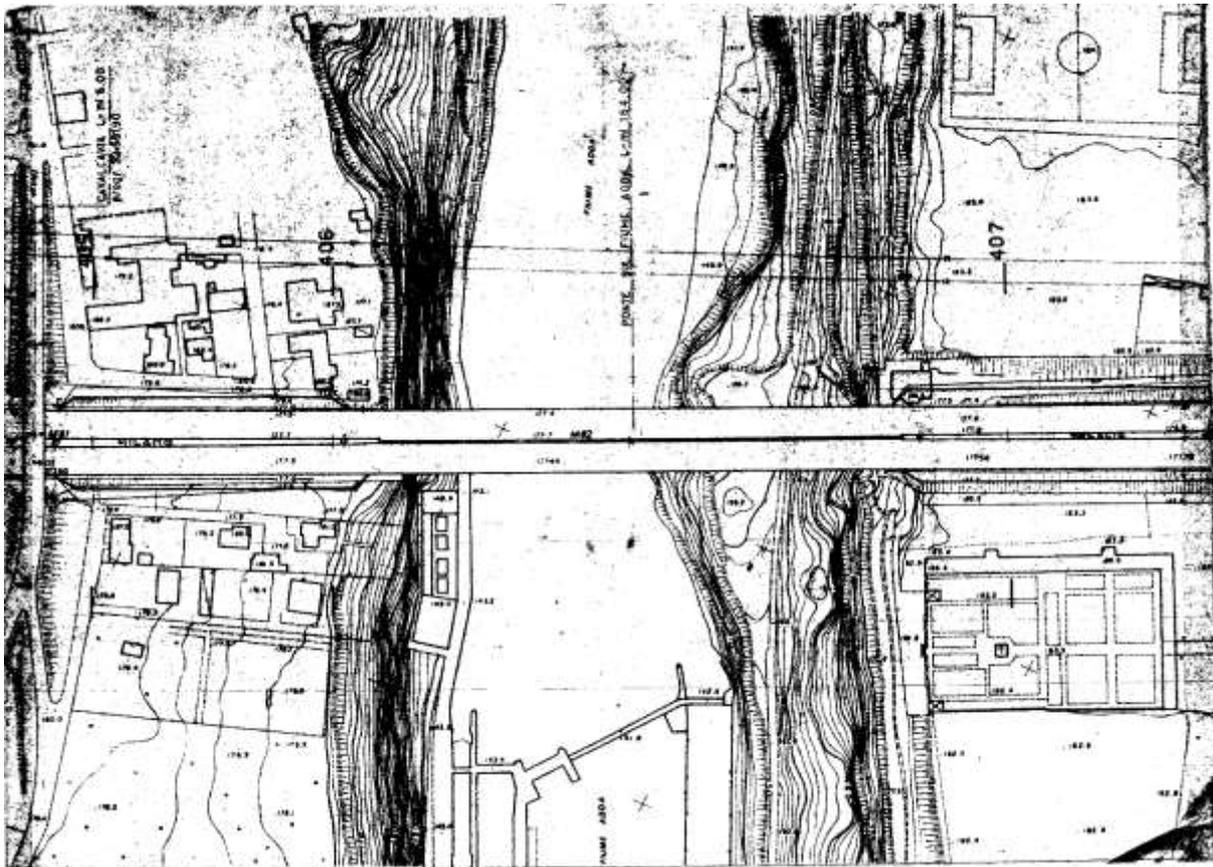
dati geometrici dell'opera

luce totale	165 m
luce campata arco	80 m
luce campata accesso lato MI	15 m
luci campate accesso lato BG	16 + 21 + 21 m
freccia dell'arco	25.3 m
altezza dal pelo dell'acqua	38 m circa
larghezza sezione trasversale	10.6 m

CONSIDERAZIONI GENERALI DI PROGETTO

Le seguenti note sono ricavate dal volume “Ponti Italiani in cemento armato”, capitolo “Ponte sull’Adda per l’Autostrada Milano-Bergamo” di L. Santarella ed E. Mozzi (seconda edizione, Ulrico Hoepli Editore, Milano, 1932):

“L’Autostrada Milano-Bergamo attraversa l’Adda poco a valle di Trezzo, ove il fiume si trova in una incassatura profonda sul piano campagna.”



planimetria generale della valle dell’Adda con il ponte autostradale

“Il ponte doveva rispondere, oltre ai requisiti comuni di stabilità ed economia, a diversi requisiti particolari. Anzitutto si doveva rispettare la proibizione, dovuta a ragioni tecniche e giuridiche, di occupare l’alveo con appoggi sia di carattere permanente che provvisorio; e questo ha imposto un tipo ad arcata unica. Inoltre si doveva dare alla struttura la massima leggerezza ed eleganza, sia per riguardo alla singolare bellezza del paesaggio, sia per la vicinanza del Ponte di ferro della strada provinciale, costruzione notevole per slancio ed eleganza.

“L’ostacolo principale per conservare leggerezza alla costruzione era dato dai carichi imposti assai gravosi. Altre difficoltà influivano sullo studio del progetto; particolarmente la diversa natura del terreno nei punti di appoggio delle spalle. Questo ha consigliato di adottare una struttura quanto meno rigida fosse possibile, in modo da sfruttare al massimo le qualità di adattamento a eventuali cedimenti, offerte dal ‘monolitismo elastico’ del cemento armato.”



l'elegante linea del ponte vista da valle

DESCRIZIONE DELL'OPERA

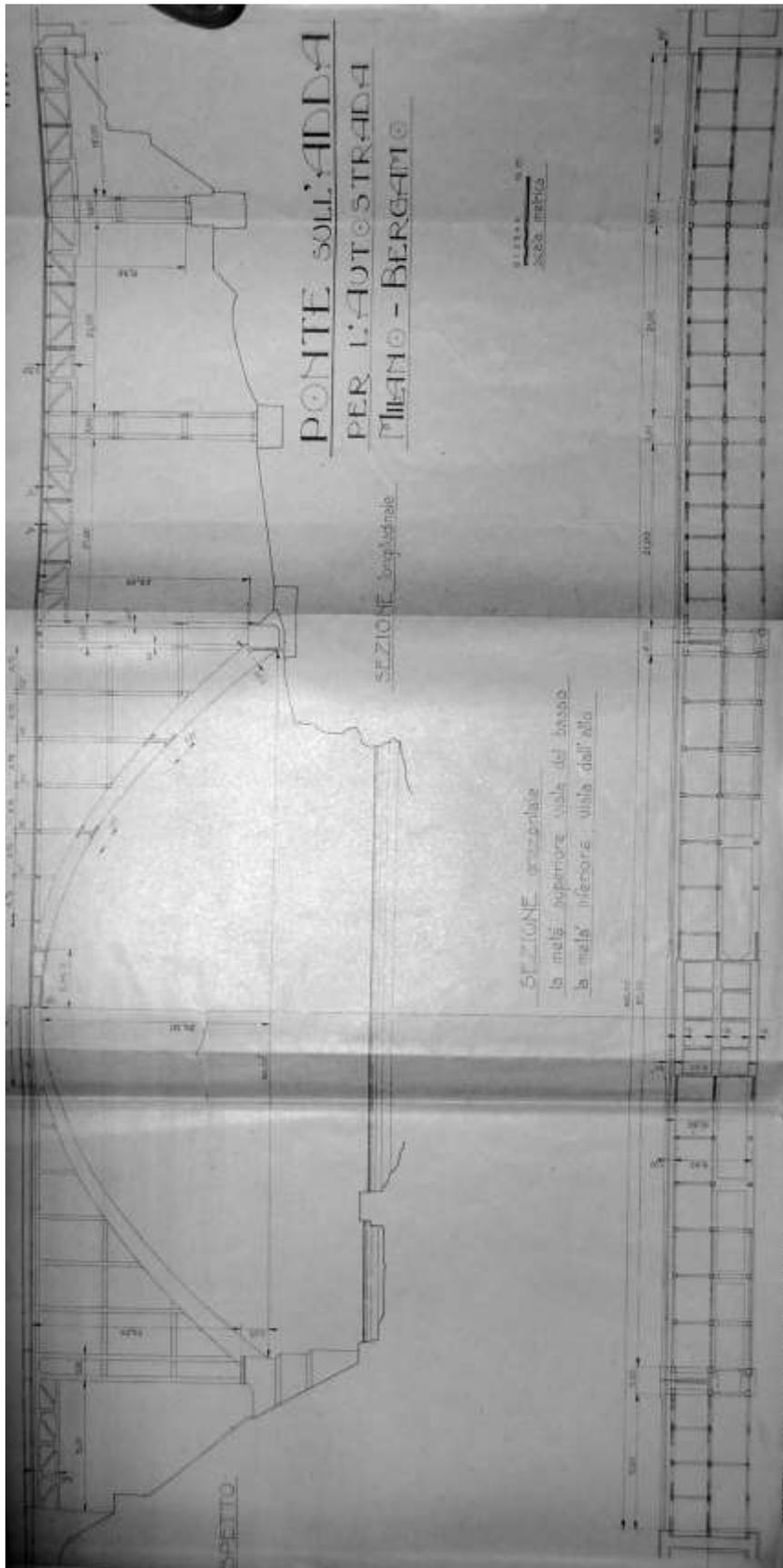
Geometria generale e schema statico



vista d'assieme dalla sponda Bergamo

“L’opera, progettata dall’ing. E. Galassini ed eseguita dall’Impresa Aldo Tagliazucchi, consta di un arco [incastrato al piede] di m. 80,00 di corda netta e m. 25,30 di freccia all’intradosso; l’impalcato appoggia sull’arco mediante pilastri.

“L’arcata è preceduta verso la riva sinistra (bergamasca) da una travata continua a tre campate di m. 16,00 – 21,00 – 21,00 di luce netta e verso la riva destra (milanese) da una travata semplice di m. 15,00 di luce netta. Queste travate sono a traliccio. Le spalle estreme sono di calcestruzzo semplice; le pile intermedie della travata continua sono costituite di stilate di cemento armato larghe m. 3,00; pure due stilate di m. 3,00 si elevano sulle spalle dell’arco separando l’arcata dalle travate di riva. La lunghezza del manufatto, da filo a filo delle spalle estreme, è di m. 165,00.” [..]



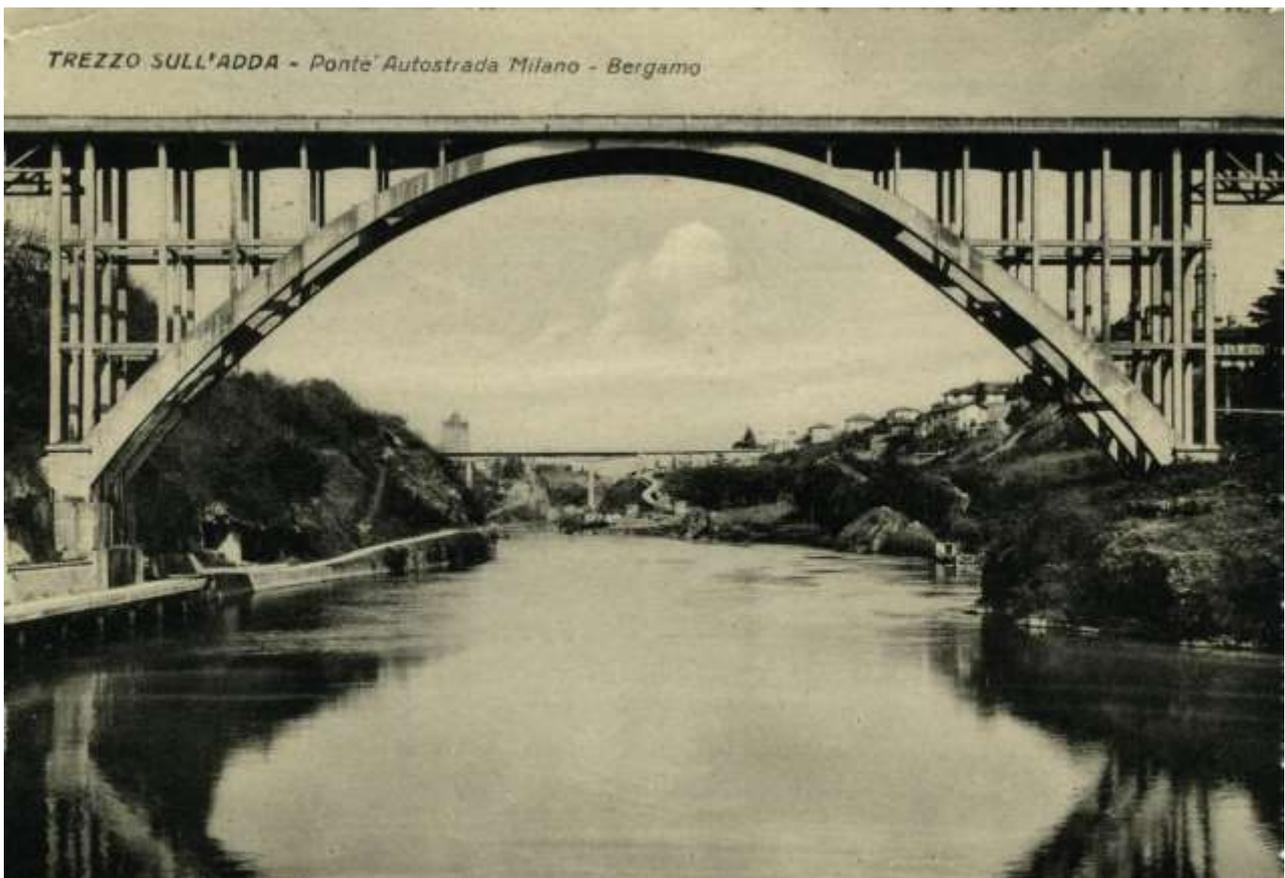
prospetto, sezione longitudinale e sezioni orizzontali di assieme

La campata ad arco

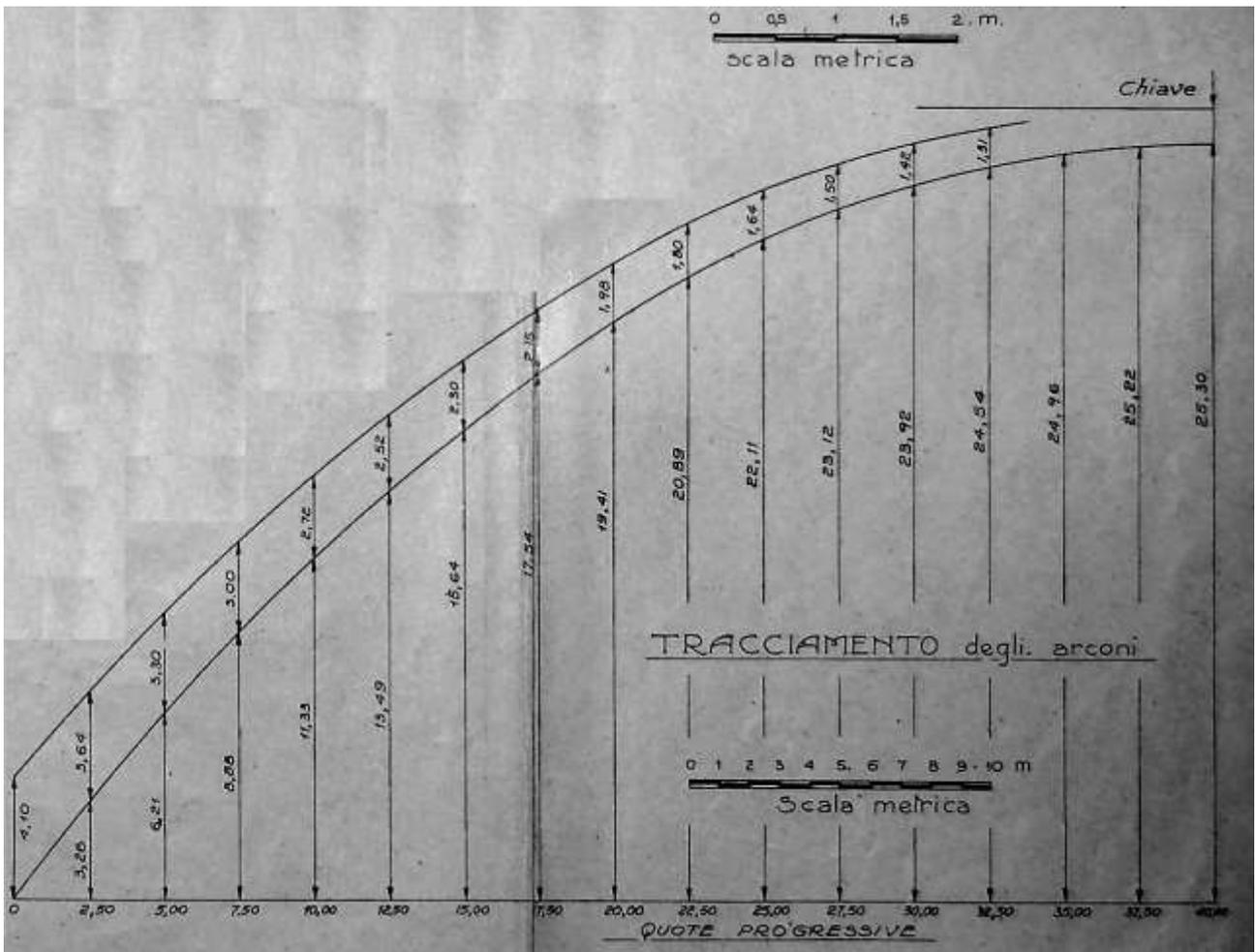
“L’arcata ha un profilo pressoché parabolico, con qualche correzione per centrare meglio le pressioni dovute a condizioni dissimmetriche di carico. Essa è costituita da tre arconi paralleli larghi 90 cm e di altezza variabile da m. 1,12 in chiave fino a m. 2,45 (radiali) alle imposte. La larghezza tra i fili esterni degli arconi è di m. 9,00, mentre la larghezza fra i fili esterni dei soprastanti pilastri è di 8,60 m. Ne risulta che l’impalcato sporge a sbalzo di un metro dal filo pilastri e di 80 cm dagli arconi.

“La spaziatura trasversale data agli arconi ha per conseguenza che il carico permanente risulta pressoché uguale per tutti e tre. Gli arconi sono collegati trasversalmente da una struttura cellulare in chiave e da quattro travi a doppio T lungo l’arcata. Scopo di questi collegamenti trasversali, oltre alla solita funzione di controvento, è quello di ripartire in parti uguali sui tre arconi il sopraccarico dissimmetrico dell’impalcato. Questo spiega la notevole importanza che è stata data dal progettista a tali collegamenti.

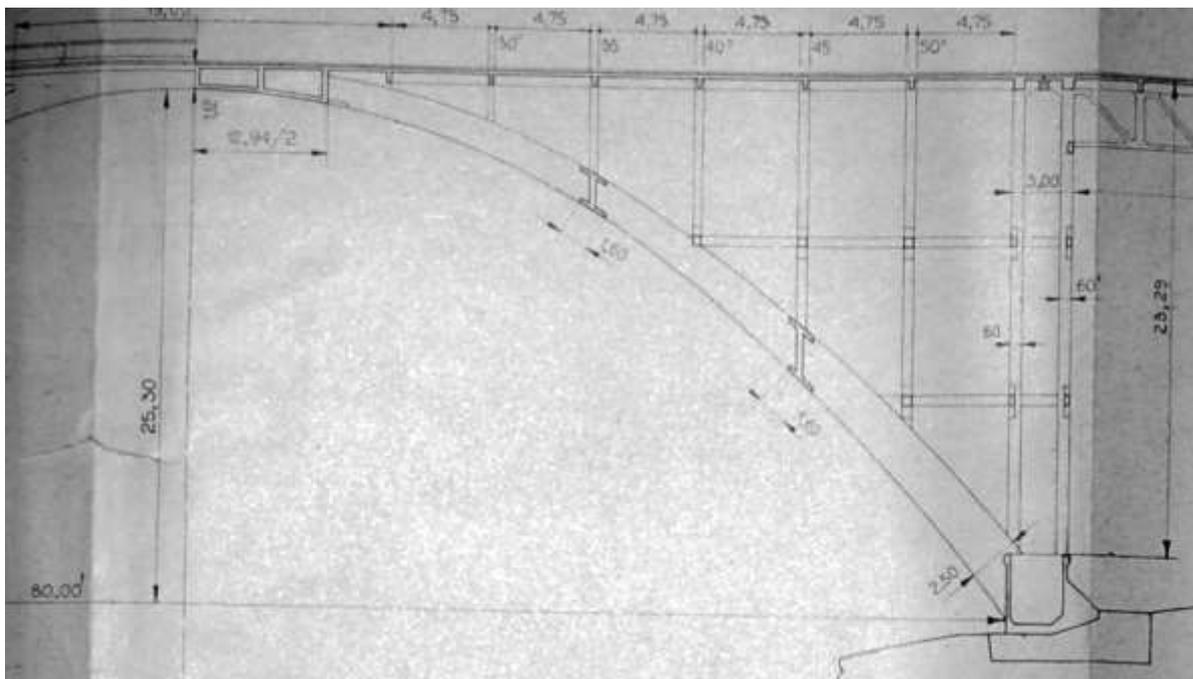
“I pilastri che portano l’impalcato sono larghi 50 cm in senso trasversale al ponte, mentre la larghezza parallela all’asse stradale varia da 50 a 30 cm secondo l’altezza del pilastro. Questa disposizione non ha una giustificazione statica, ma fu adottata per ragioni estetiche. L’interasse dei pilastri in senso longitudinale fu determinato in modo da avere le solette dell’impalcato assai prossime alla pianta quadrata. Così si sono potute utilizzare al massimo le capacità di resistenza, notoriamente larghissime, delle lastre armate in croce.”



prospetto della campata ad arco

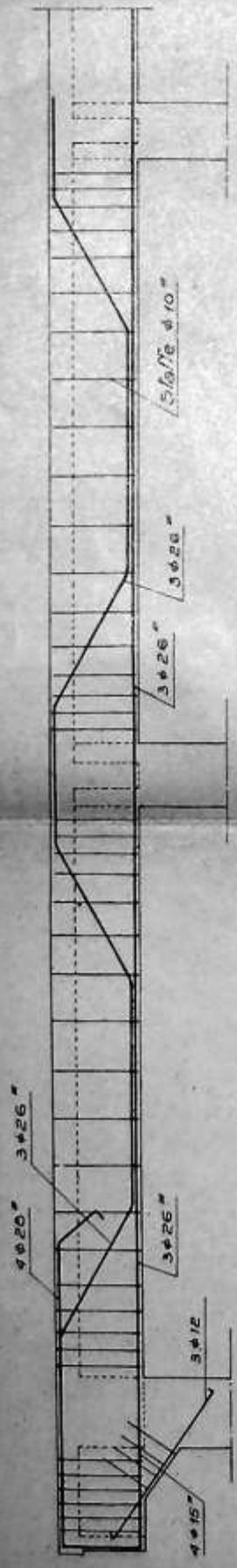


tracciamento degli arconi

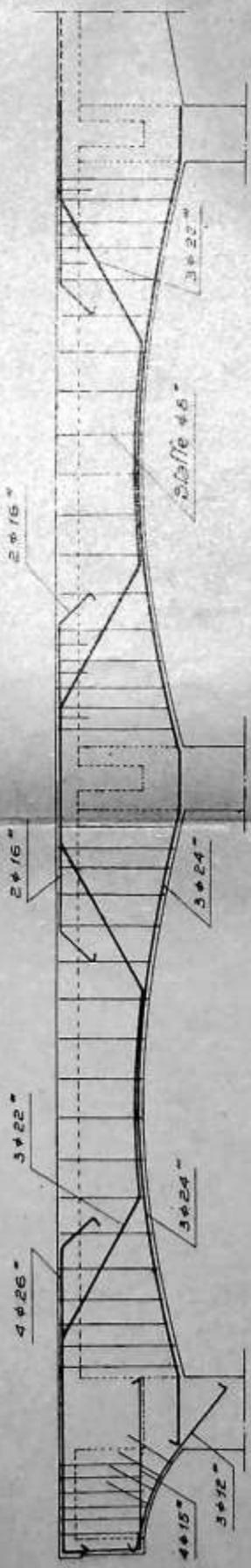


dettaglio sezione longitudinale semi-arcata

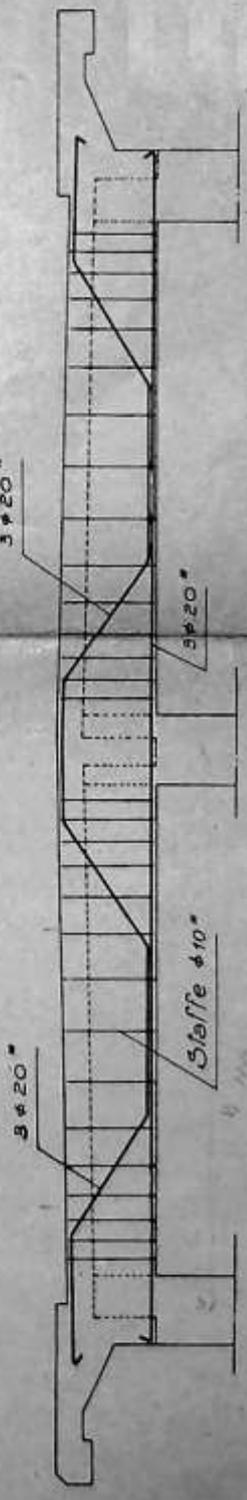
ARMATURA della trave longitudinale interna dell'impalcato



ARMATURA delle travi longitudinali esterne dell'impalcato



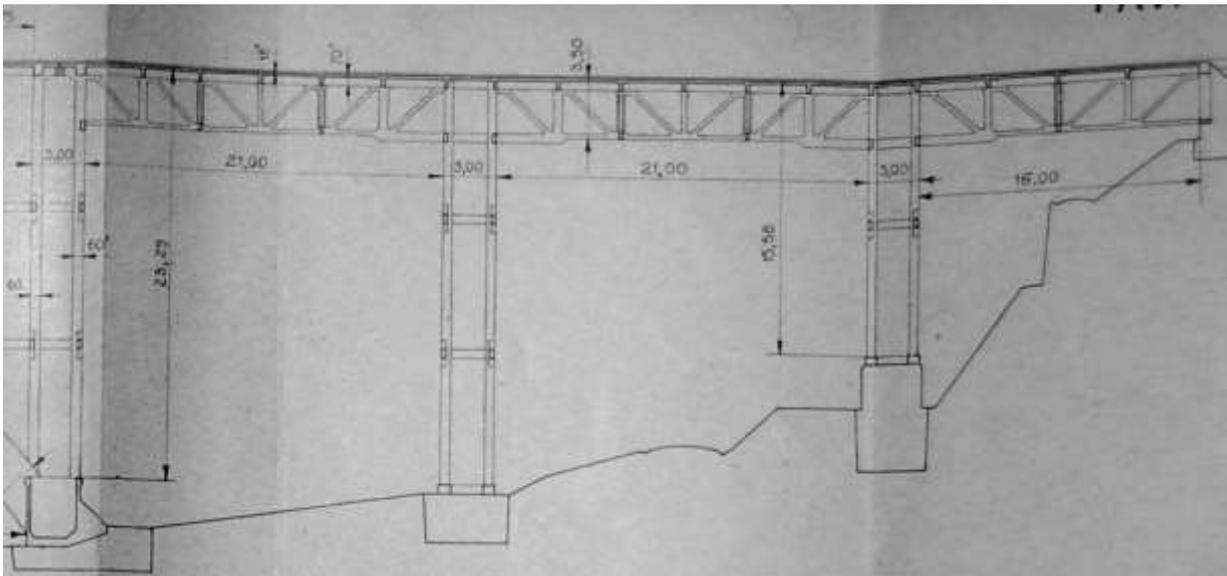
ARMATURA delle travi trasversali dell'impalcato



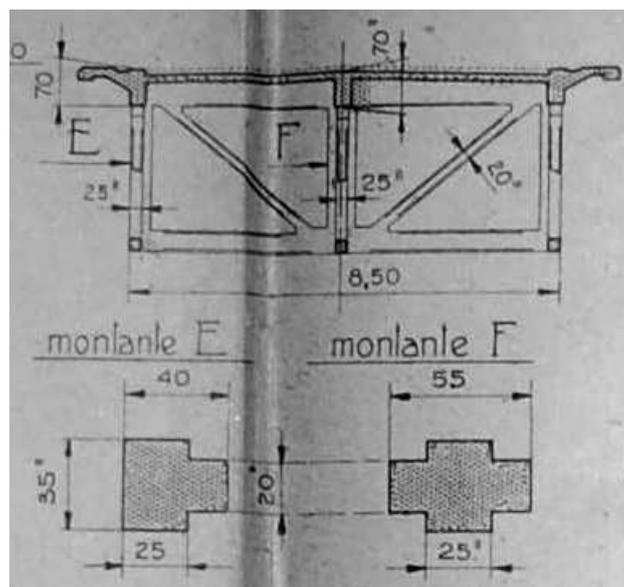
dettaglio armature metalliche delle travi di impalcato nella campata ad arco

Le campate di accesso

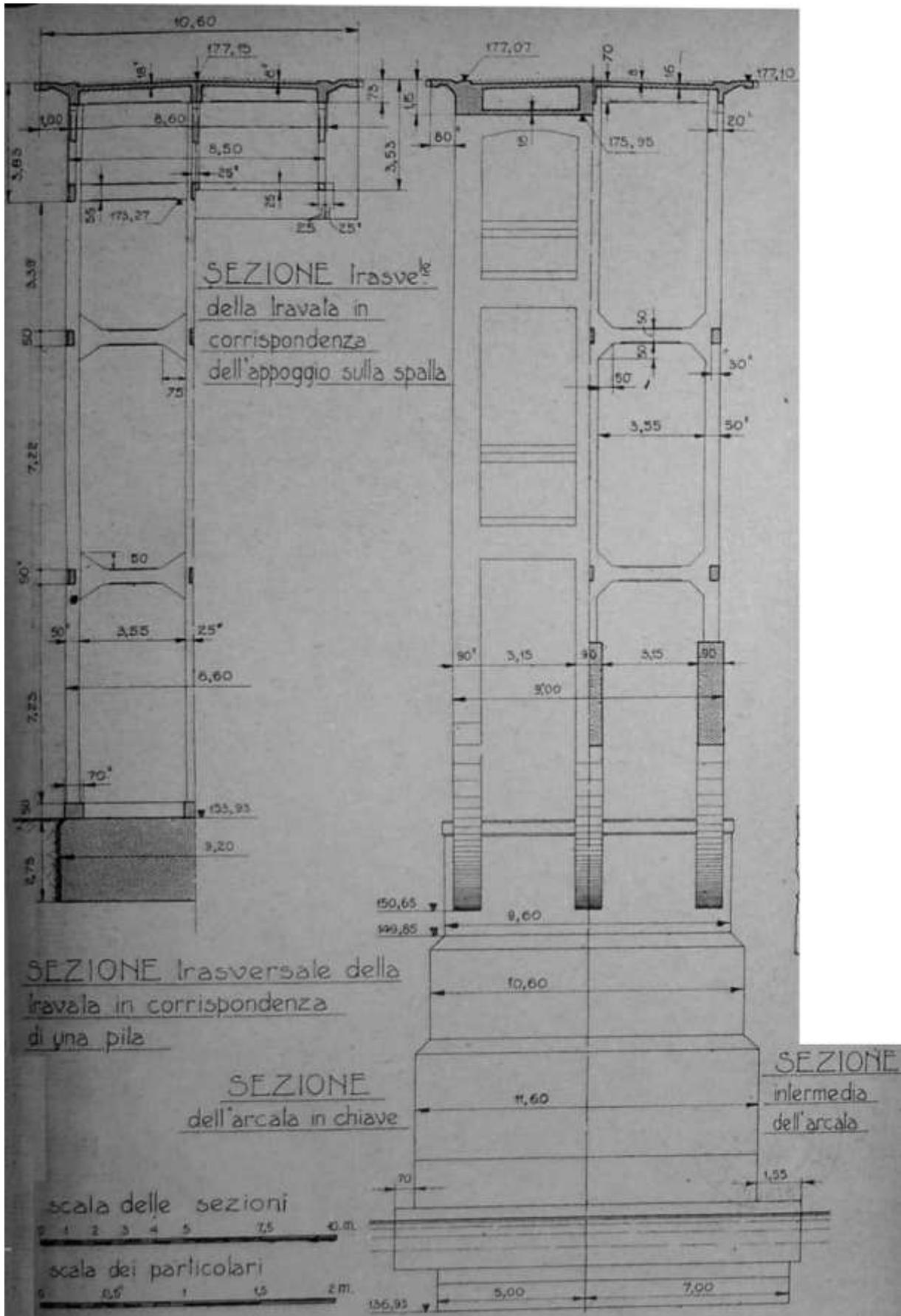
“Le travate di riva a traliccio sono pure formate da tre travi portanti parallele con spaziatura corrispondente a quella degli arconi e con solette armate in croce. Anche per le travate si è fatto affidamento sulla collaborazione tra le travi parallele che sono armate tutte e tre in modo identico (come pure si è fatto per gli arconi), quantunque il carico accidentale sia diversamente ripartito sulle tre travi. Il compito di uguagliare gli sforzi è affidato ai collegamenti trasversali, che sono vere travi a traliccio di altezza uguale alle travi portanti ed in numero di due per ogni campata di m. 21 e di uno per le campate di m. 15 e 16. [...] Le stilate della travata continua sulla riva bergamasca sono formate ciascuna da sei pilastri di cm 50 x 50. [...] Le stilate tra arcata e travi di riva posano direttamente sulle spalle dell'arco e contribuiscono alla loro stabilità.” [...]



dettaglio sezione longitudinale travata a traliccio, campata d'accesso lato Bergamo



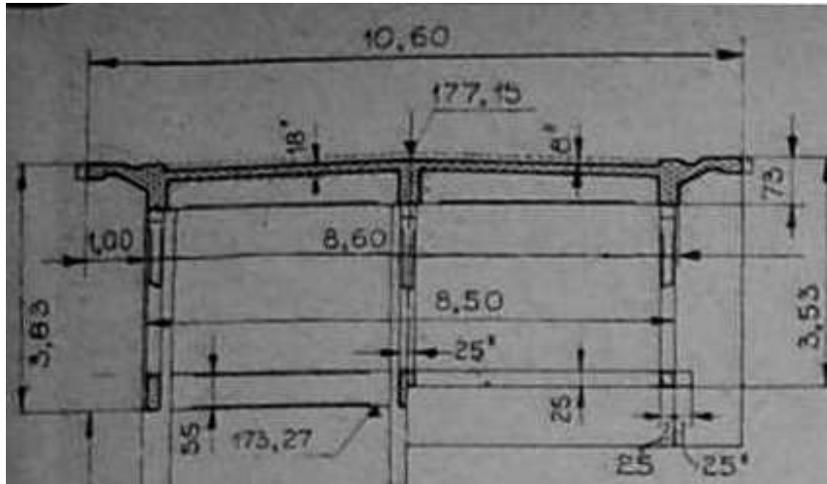
dettaglio sezione trasversale dell'impalcato nelle campate di accesso



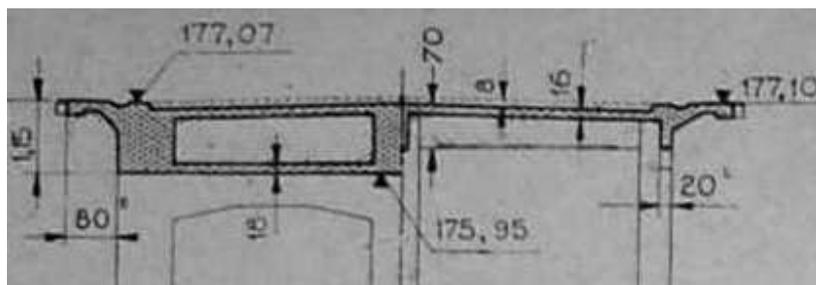
sezioni trasversali delle travate in corrispondenza di una pila e della spalla
sezioni trasversali delle arcate in chiave e in posizione intermedia

La soletta

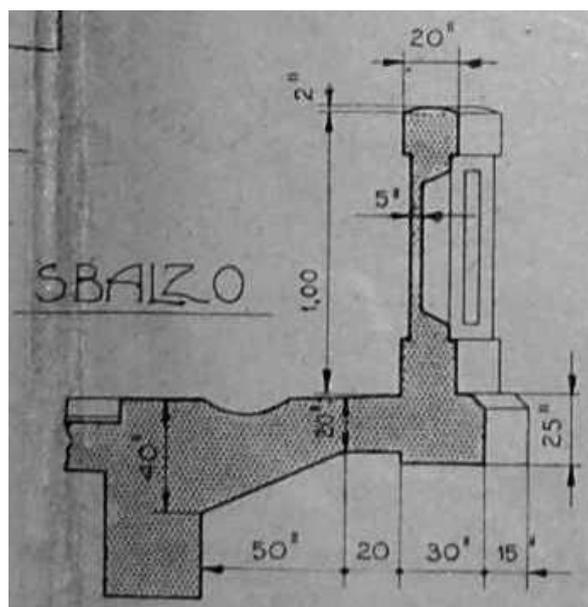
“L’impalcato ha la larghezza di m. 10,60 ed è munito di un parapetto eseguito in cemento armato ed ancorato all’impalcato. La larghezza netta risulta di m. 10,00, di cui m. 8,00 pavimentati con piastrelle di asfalto tipo Puricelli di 8 cm di spessore.” [..]



dettaglio sezione trasversale dell’impalcato in corrispondenza di una pila e della spalla



dettaglio sezione trasversale dell’impalcato sull’arcata, in chiave e in posizione intermedia



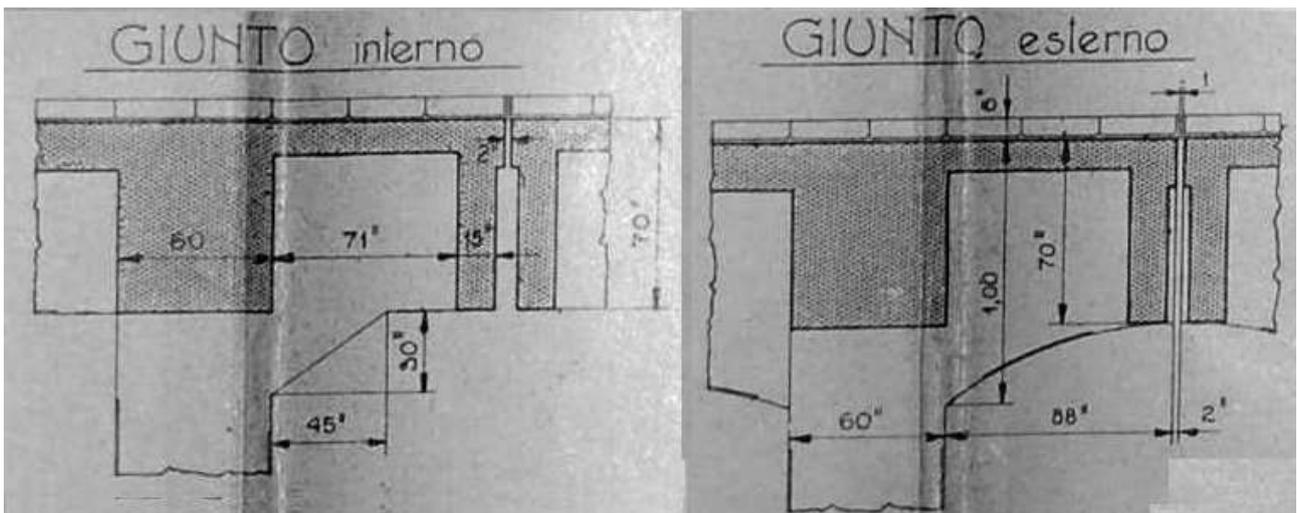
dettaglio parapetto d’impalcato



dettaglio armature metalliche della soletta sopra le travate di accesso

“Una particolarità della struttura è costituita dai giunti di dilatazione che si trovano a metà di ognuna delle due stilate tra arcata e travate di riva. Quivi l’impalcato è nettamente interrotto e sostenuto da mensole di 90 cm di sbalzo fissate ai pilastri della stilata stessa.

Il funzionamento del giunto è affidato alla elasticità dei pilastri e delle piattabande orizzontali. Misure fatte a tutti i nodi della stilata e all’estremo superiore rivelano che per effetto termico tutto il pilastro fino al piede si deforma elasticamente. Rilievi fatti nell’anno 1928 hanno dato una variazione di apertura di 22,00 mm al giunto lato Bergamo e di mm 16,5 al giunto lato Milano, con temperature variabili da -3° a $+33^{\circ}$.” [..]



dettaglio giunto d’impalcato

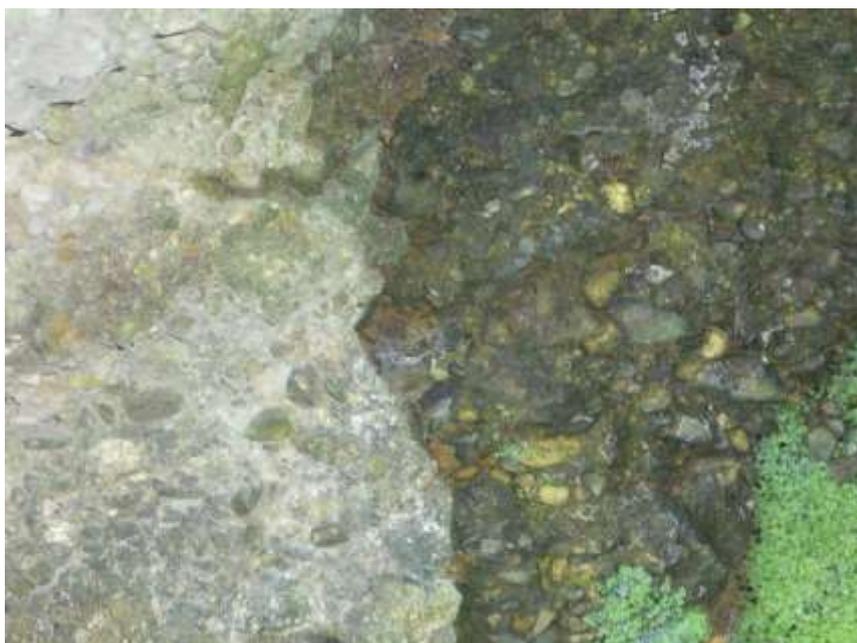
Le spalle e le fondazioni

“Le spalle degli archi sono di cemento armato zavorrate di calcestruzzo magro e poco sviluppate: appena quanto è necessario per la stabilità; e ciò allo scopo di consentire una certa capacità di rotazione delle sezioni all’imposta, le quali, essendo le più gravemente sollecitate, ricevono sicuramente qualche vantaggio da un cedimento angolare anche piccolo degli appoggi, del genere dei cedimenti elastici prodotti dagli sforzi. Le spalle posano su una gettata di sottofondo di calcestruzzo semplice adattata al terreno.

“E precisamente sulla sponda bergamasca formata da un conglomerato assai compatto (ceppo) la gettata è limitata da un piano pressoché orizzontale più basso di m. 1,30 del piano di posa della spalla.”



dettaglio del conglomerato detto “ceppo”: si nota la parte cementata e la presenza di alluvioni



dettaglio della superficie di accostamento tra calcestruzzo (sinistra) e ceppo (destra)

“Sulla sponda milanese invece il terreno era costituito da grossi strati schistosi intramezzati da marne ed argilla inclinati circa 45° verso terra. Si è dovuto perciò compiere un consolidamento degli strati rocciosi sostituendo blocchi di argilla con gettate di calcestruzzo; questo consolidamento fu esteso per una decina di metri a valle e a monte della futura fondazione. Quindi si ritagliarono gli affioramenti degli strati rocciosi ad ampie riseghe e si addossò infine alla sponda così preparata la gettata di calcestruzzo semplice sulla quale poi trovò appoggio la spalla. In questo modo la gettata di sottofondo è risultata di spessore orizzontale maggiore in sommità (m. 6,20) che alla base (m. 3,00).

“Questa disposizione certamente poco comune, fu adottata per non indebolire gli strati rocciosi sottostanti; ed ebbe pure il vantaggio di fornire alla base sforzi poco variabili col variare delle condizioni di carico (da 2,16 a 2,75 kg/cmq) Tale circostanza è una buona garanzia dato che il terreno di appoggio del lembo inferiore della gettata di sottofondo è costituito prevalentemente da marne, le quali si trovano in buone condizioni, ma avrebbero potuto essere danneggiate da infiltrazioni provenienti dal vicino canale Martesana, qualora la pressione su di esse fosse stata inferiore alla spinta idrostatica.

“Gli sforzi trasmessi dalla spalla alla gettata di sottofondo sono sempre e dovunque di compressione e variano da 0,42 a 7,41 kg/cmq. Gli sforzi sul terreno roccioso sono pure ovunque di compressione e raggiungono 3,07 kg/cmq. [...]”



fondazione arco sulla sponda Milano

“Le stilate della travata continua sulla riva bergamasca posano su uno zoccolo di calcestruzzo mediante un reticolato di piattabande. La fondazione delle stilate e delle spalle estreme non ha presentato speciali difficoltà sulla riva bergamasca ove il terreno era roccioso. Invece la spalla della travata sulla riva milanese ha richiesto il consolidamento dello strato roccioso di appoggio nel modo detto per la spalla dell’arco.”

Dalle note precedenti appare che non siano state eseguite opere di palificazione a sostegno delle fondazioni del ponte, che sono invece state eseguite nella realizzazione dei due successivi manufatti; negli anni 1960 e 2007.

CARICHI

Oltre ai carichi da peso proprio e ai carichi permanenti, ricavabili dalle dimensioni geometriche del manufatto, per il calcolo delle strutture sono stati utilizzati alcuni carichi da ponte, contenuti però in una normativa, vigente all'epoca, a noi non nota. Le azioni variabili sono state perciò desunte ancora dal volume "Ponti Italiani in cemento armato", questa volta nel capitolo "Il ponte sul Brembo per l'Autostrada Milano-Bergamo", dal momento che quest'opera è stata costruita nei medesimi anni per la stessa autostrada, su progetto e calcolo dell'ing. Luigi Santarella.

Non si è invece trovato alcun riferimento alle azioni ambientali del vento e del sisma.

Carichi accidentali

"Furono ammessi i carichi fissati per tutti i ponti delle Autostrade:

folla di 500 kg/mq;

treni di autocarri, di cui quello trattore di 30 ton. su due assi di 10 e 20 ton. (interasse m. 3,50, scartamento m. 1,50) e i rimorchi di 10 ton. su due assi di 5 ton. ciascuno (interasse m. 3,00)."

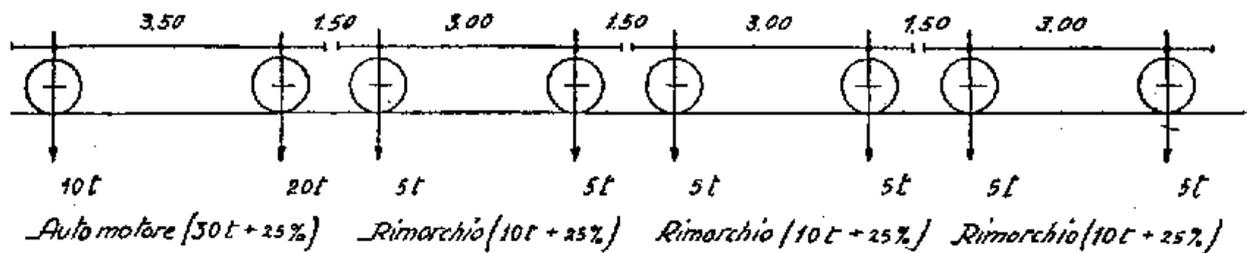


Fig. 111. - Ponte sul Brembo per l'Autostrada Milano-Bergamo: schema di treno autostradale (carichi gravanti su assi dello scartamento di m. 1,50).

schema di treno autostradale

"Per tener conto delle azioni dinamiche provocate dal passaggio di tali carichi si considerò nel calcolo delle diverse parti del manufatto l'aumento del 25% della loro intensità. [..]

"Tenendo presente che l'ingombro trasversale del treno mobile è di m. 3,25 e la larghezza del ponte m. 10,00 tra i parapetti, ne risulta che la sede stradale può essere occupata contemporaneamente da tre file affiancate di autocarri." [..]

Variazioni di temperatura

"Con masse cementizie di notevole spessore, come sono quelle del manufatto progettato, [..] si ritenne conveniente considerare una variazione di temperatura $T = \pm 15^\circ$ tra le medie massima e minima cui la massa cementizia può andar soggetta." [..]

Ritiro

"Data l'epoca in cui la costruzione venne eseguita si ritenne sufficiente considerare il ritiro nella misura di $\varepsilon = 0,12$ mm per ml. Tale valore del ritiro corrisponde ad una deformazione per diminuzione di temperatura pari a $T = 10^\circ$.

Alla stregua degli sforzi valutati per le variazioni di temperatura, si valutarono anche quelli indotti dal ritiro, ottenendo complessivamente sollecitazioni di entità poco rilevante." [..]

MATERIALI

Come per i carichi da ponte, non si conosce la normativa che disciplinava la qualità e la resistenza dei materiali utilizzati per la realizzazione del ponte.

Ricorrendo nuovamente ai dati della costruzione del ponte sul Brembo dell'epoca, si possono ricavare le seguenti informazioni:

Calcestruzzo

“Per i diversi getti vennero usati i seguenti quantitativi di calcestruzzo:

<i>impasto a 300 kg per mc di cemento Portland di 2° qualità</i>	<i>mc 1005,5;</i>
<i>impasto a 200 kg per mc di cemento Portland di 2° qualità</i>	<i>mc 397.” [..]</i>

I coefficienti di lavoro nei traversi non superano il valore di 40 kg/cm² nelle zone soggette a momenti positivi e 45 Kg/cm² nelle zone di momenti negativi [..]”.

“Sulla base dei valori dei momenti e degli sforzi normali indotti dal peso proprio e dal sovraccarico accidentale su metà arcata, si calcolarono nella sezione di chiave le corrispondenti sollecitazioni:

$$\sigma_c = 49,7 \text{ kg/cm}^2$$

Si ritenne accettabile la sollecitazione di kg 49,7 risultante dal calcolo per la sezione di chiave perché molto probabilmente tale sollecitazione non sarà mai praticamente raggiunta. Infatti la condizione ammessa nel calcolo della presenza contemporanea di tre file di autocarri potrà difficilmente avverarsi o quanto meno, anche se ciò potesse accadere, il transito contemporaneo richiederebbe una andatura a velocità così ridotta (per evitare collisioni) da non dover tener conto di aumenti per effetto dinamico [..]”.

Ferro

“Per le armature metalliche del calcestruzzo si usarono tondini comuni di ferro omogeneo per cemento armato [..]”.

“Nei traversi la trazione massima nel ferro non supera il valore di 1150 kg/cm² [..]”.

METODO DI CALCOLO

Riprendiamo le note del capitolo “Ponte sull’Adda per l’Autostrada Milano-Bergamo”:

“Il calcolo dell’arcata fu condotto dal Prof. E. Galassini col metodo dell’ellisse di elasticità attraverso le linee d’influenza che furono eseguite per sei sezioni. [..]

Per il calcolo delle sezioni si è fatta completa astrazione dalle solette superiore ed inferiore delle zone prossime alla chiave. [..] In compenso si è tenuto per la sezione di chiave l’altezza di m. 1,20 invece di 1,12; ed infatti l’estradosso, idealmente prolungato, passerebbe in chiave a m. 1,20 invece che a m. 1,12.

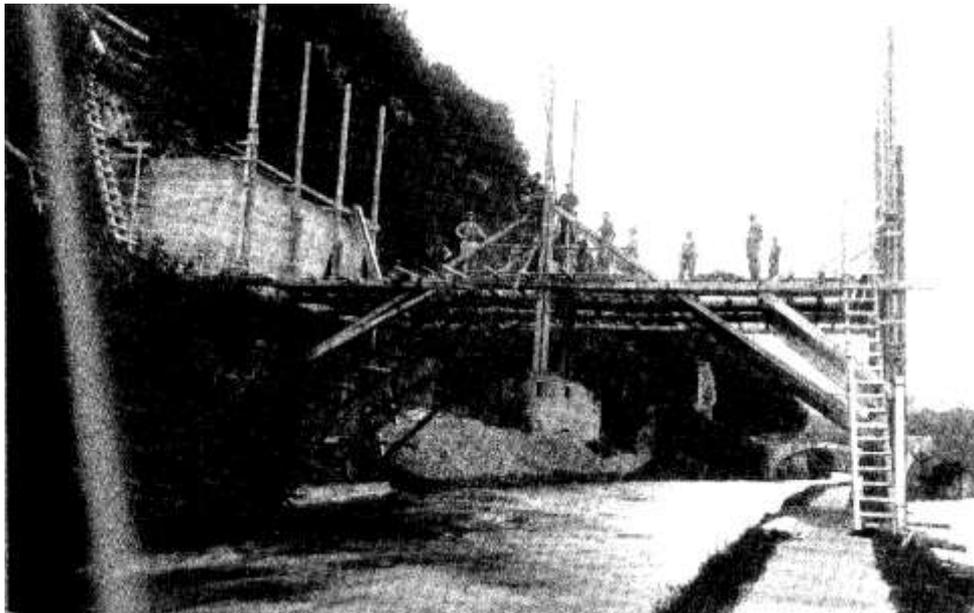
“Per le travate fu eseguito il calcolo degli sforzi assiali principali come se ai nodi del traliccio vi fossero cerniere. Le flessioni del corrente superiore, dovute ai carichi, furono calcolate a parte. Per i montanti ed i correnti superiore ed inferiore inoltre si sono calcolati sforzi flettenti dovuti ad un parziale comportamento di trave tipo Vierendeel, il che ha permesso di diminuire gli sforzi assiali nelle diagonali. Questa diminuzione, rispetto agli sforzi calcolati nell’ipotesi di cerniere ai nodi, variò dal 10 al 5% circa.

“Sia nelle travate che negli arconi, per le ragioni dette sopra, furono adottate le stesse dimensioni ed armature metalliche tanto per gli elementi interni che per gli esterni. I collegamenti trasversali furono calcolati come se dovessero assicurare lo stesso cedimento elastico verticale dei tre elementi portanti paralleli, senza tenere conto della freccia propria dei collegamenti trasversali stessi [..]”.

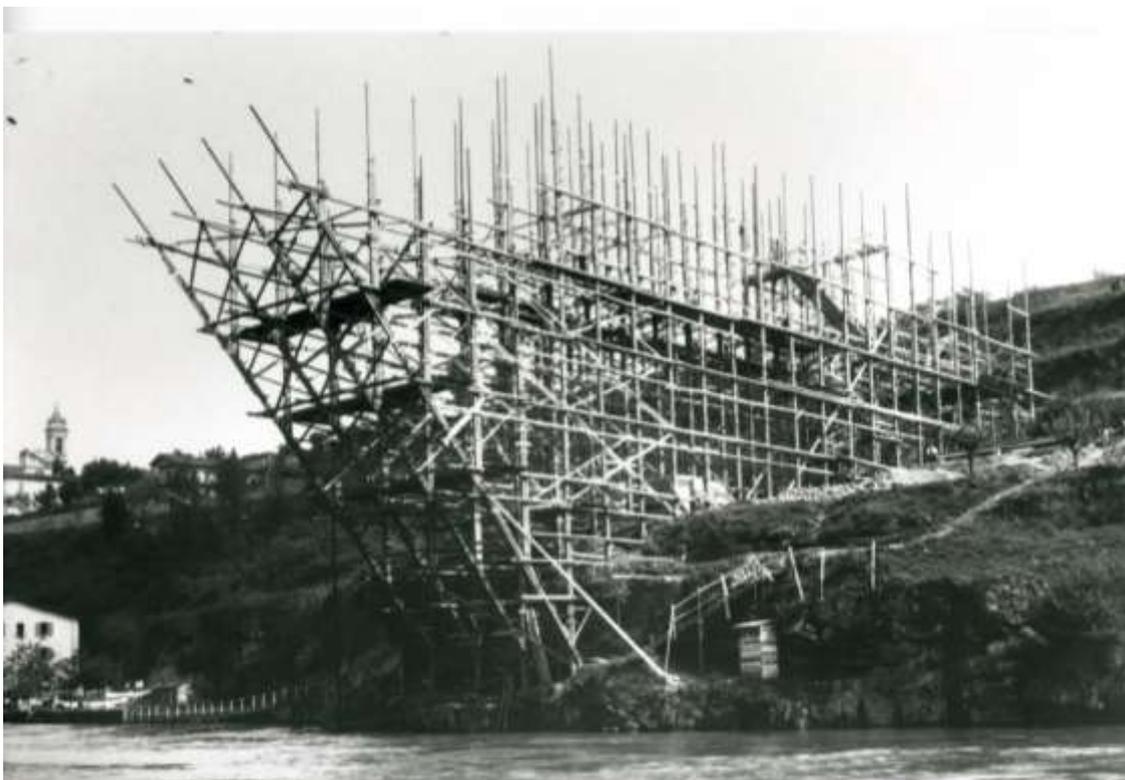
METODI COSTRUTTIVI

Riprendiamo le note del capitolo “Ponte sull’Adda per l’Autostrada Milano-Bergamo”:

“Nella fase di costruzione la principale difficoltà fu incontrata nel montaggio dell’armatura provvisoria del grande arco, specialmente per la proibizione, ricordata sopra, di prendere appoggio nell’alveo. Si è così dovuto costruire una armatura appoggiata sulla riva bergamasca e sul muro di sponda del canale Martesana, che fu dovuto essere opportunamente rinforzato.”

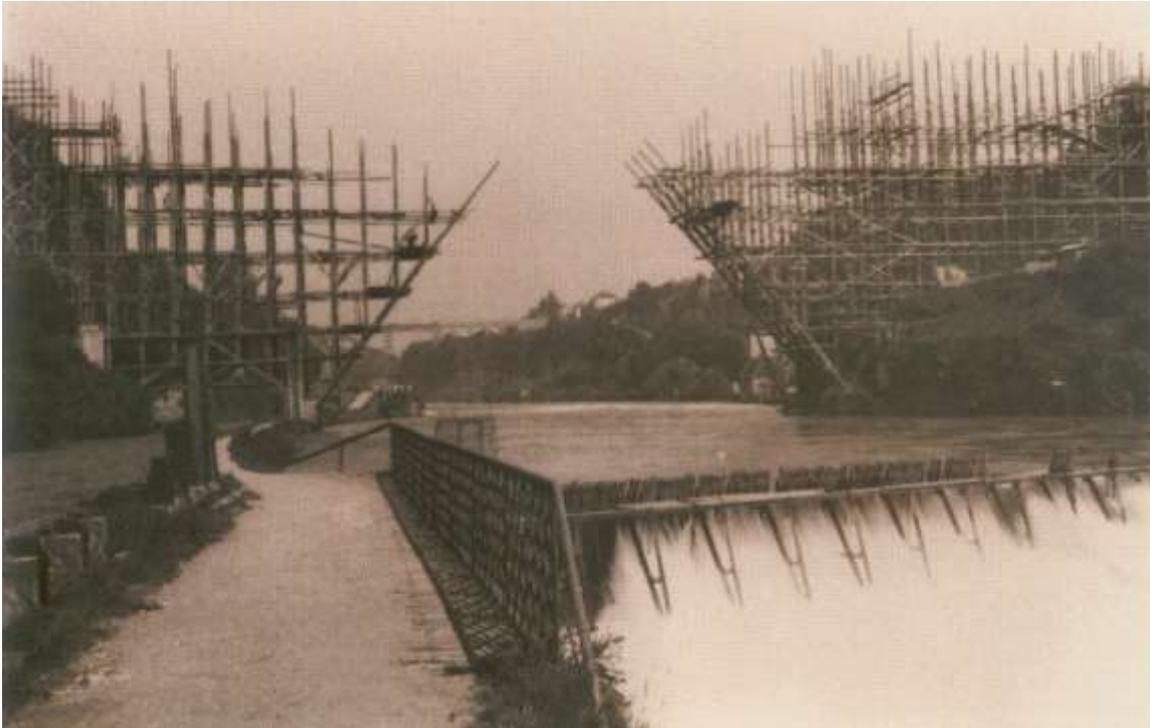


armatura provvisoria sulle rive del canale Martesana (sponda Milano)

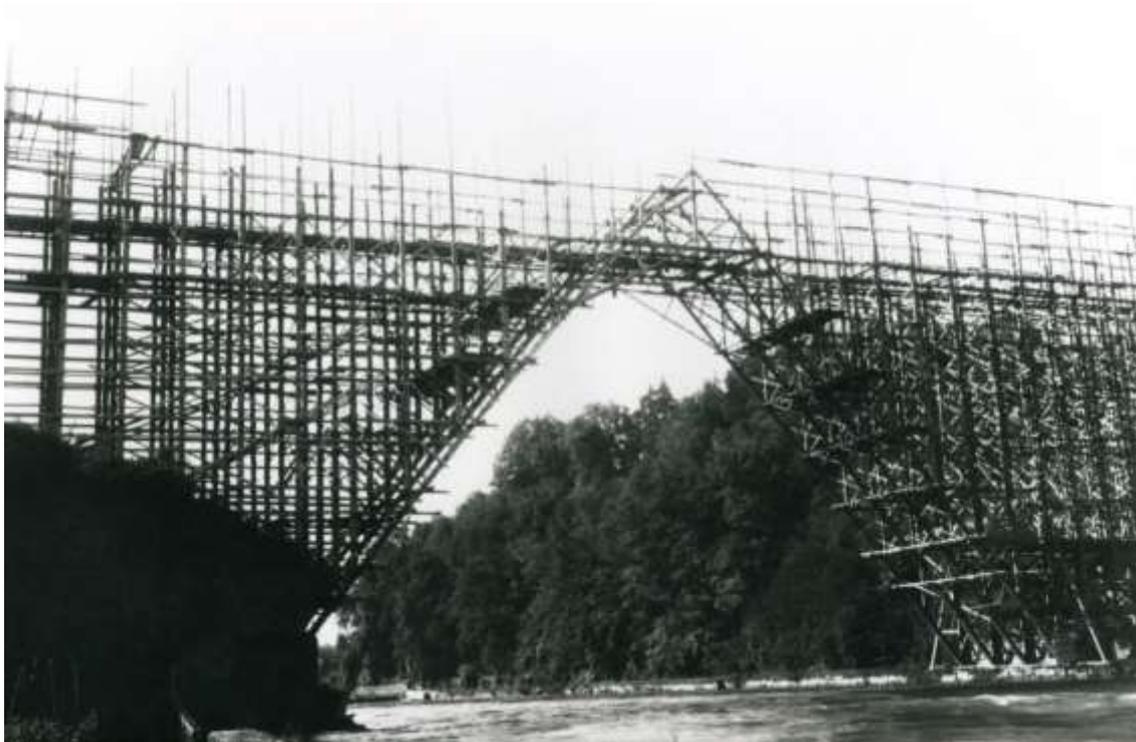


ponteggio sponda Bergamo

“L’armatura fu montata per elementi successivi, ancorando l’estremità del corrente orizzontale di ogni elemento nel terreno mediante blocchi di calcestruzzo. Ogni elemento veniva poi messo in tensione mediante cunei di legno duro forzati nei giunti. Quando le due metà dell’armatura si congiunsero al vertice fu creato quivi un robusto nodo formato di diagonali longitudinali e trasversali, di importanza capitale per la stabilità dell’armatura.”



armatura provvisoria in avanzamento dalle due rive

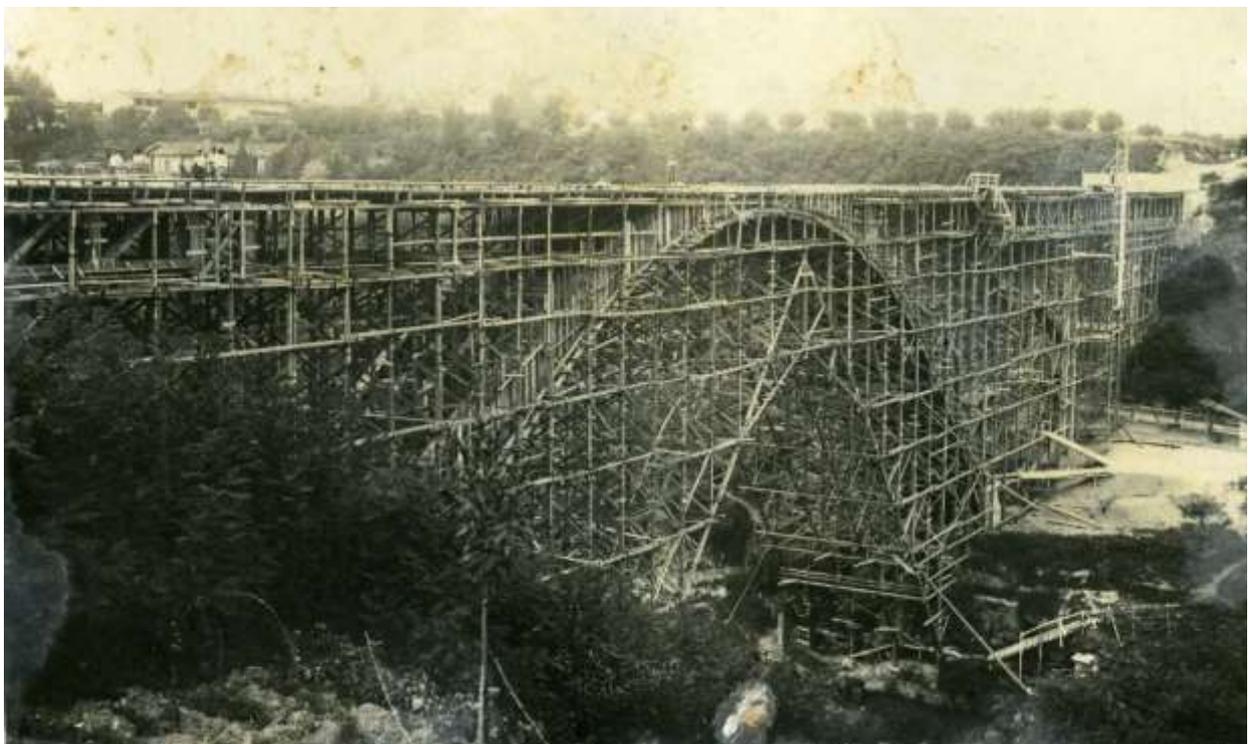


congiungimento dell’armatura provvisoria al vertice



completamento dell'armatura provvisoria vista da monte

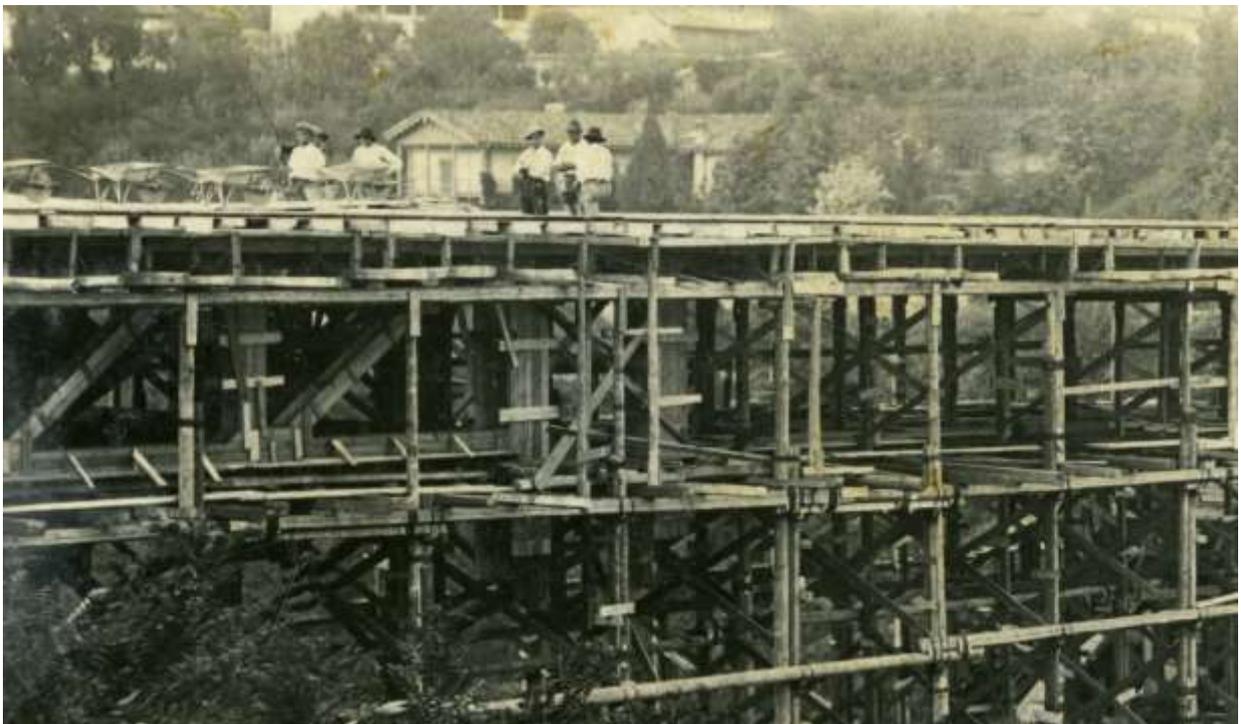
“Gli elementi portanti dell'armatura sono quattro, cosicché si poterono poi applicare i casseri dei tre archi e dell'impalcato, in modo da eseguire il getto indipendentemente per l'impalcato e per gli archi (i due getti furono infatti eseguiti contemporaneamente, anzi per alcuni tratti fu eseguito prima il getto dell'impalcato e poi quello del sottostante arco).”



montaggio dei casseri sull'armatura provvisoria completata



completamento dei casseri degli archi e delle pile

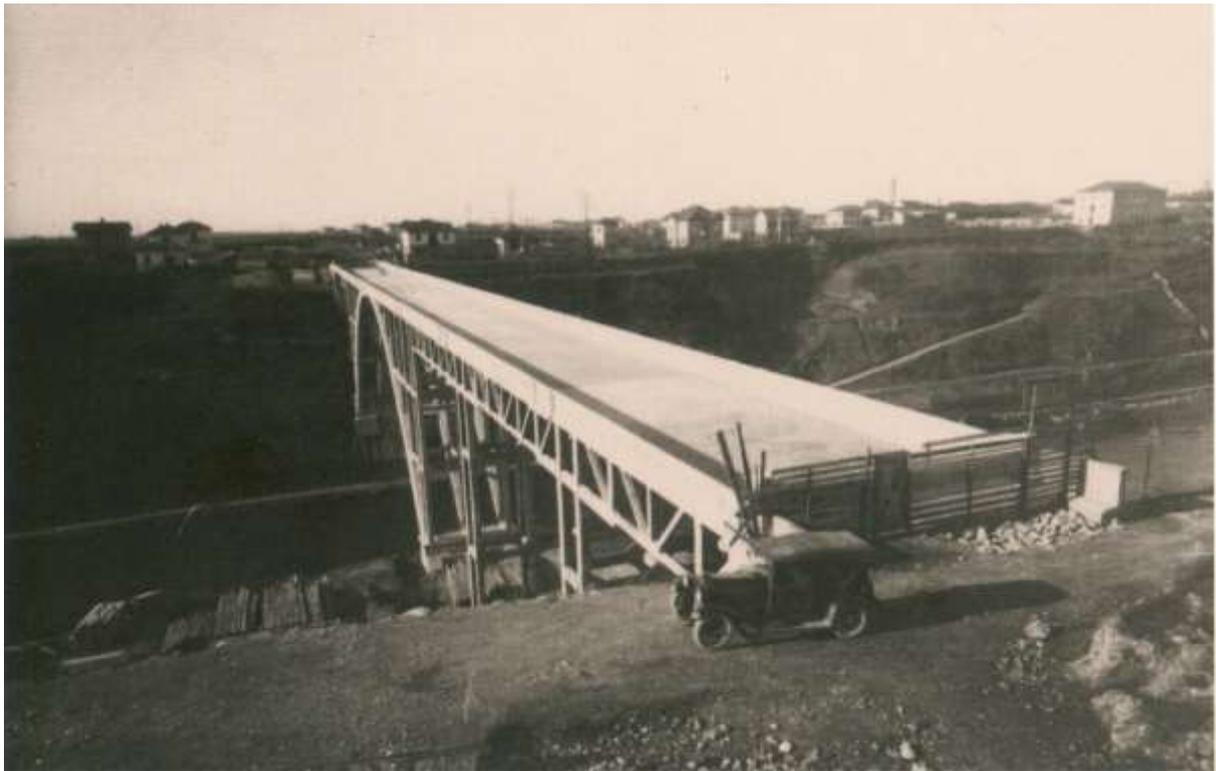


dettaglio del cassero per le travi tralicciate delle campate di accesso

“Il getto dell’impalcato e delle travi di riva non richiese nessuna speciale avvertenza. Per l’arco si gettarono due tronchi lunghi circa m. 5 presso le imposte in un blocco solo per tutta l’altezza. La rimanente parte dell’arcone fu gettata a strati anulari di spessore variabile da 40 a 20 cm. Ogni strato veniva completato per tutto lo sviluppo dell’arco prima dell’inizio dello strato successivo. Questo andamento dei getti ha il vantaggio, rispetto alla gettata per elementi distaccati (ad imitazione dei conci delle arcate di armatura), che affatica molto meno le armature provvisorie, senza contare per altro il gioco del ritiro nel calcestruzzo di diversi strati la cui discussione ci porterebbe fuori argomento. Unica obiezione che viene fatta a questo sistema dai sostenitori del getto per conci, riguarda una tendenza allo scorrimento fra strato e strato. Ma basta un calcolo molto semplice per dimostrare che gli sforzi di taglio tangenti alla curva dell’arco sono molto piccoli e completamente assorbiti da una staffatura anche leggera. Il sistema tenuto per il getto e le avvertenze seguite nel montaggio dell’arcone hanno infatti dato ottimi risultati: mentre era previsto un cedimento al vertice di soli 5 cm, il cedimento effettivo misurato dopo il disarmo fu di 3,5 cm. Difficilmente una centina di tipo solito ed il getto per conci avrebbero potuto dare risultati altrettanto buoni.”



vista di assieme delle centine e dei casseri



il ponte completato, non ancora aperto al traffico



il ponte ad autostrada in funzione, con una balilla, i gonfaloni, il posto di guardia e i cantonieri, le pompe di rifornimento dei carburanti ed il palo del telegrafo e del telefono.

COLLAUDO STATICO

A completamento della descrizione del progetto e della costruzione del ponte sul fiume Adda, si riporta nel seguito la descrizione dell'analogo prova di collaudo statico eseguita sul ponte del Brembo.

“Il collaudo fu eseguito il 22 settembre 1927 da una commissione costituita dagli ingegneri Italo Vandone, Giuseppe Sdravovich e Giuseppe Baselli, presenti l'ing. Donizetti Emilio, Capo dell'Ufficio Tecnico della Provincia di Bergamo, e l'ing. D'Orlando, Capo del Genio Civile di Bergamo, presenti anche il Comm. Rusca e gli ingegneri Vigna, Beonio e Piantanida per la Direzione dei Lavori, l'ing. Bianchi per l'Impresa ed il progettista ing. Santarella.

“Dopo l'esame della struttura, si procedette alle prove di carico.

“Si eseguirono prove preliminari facendo passare sopra il ponte autocarri carichi di ghiaia in varia formazione e si misurarono le deformazioni.

“Si eseguì il carico statico nella misura indicata estendendo tale carico alla sola zona centrale di influenza positiva dell'arco stesso, allo scopo di ottenere la massima freccia positiva in chiave.

Si procedette poi al carico dinamico facendo passare tre treni affiancati di autocarri in modo da misurare prima la massima freccia negativa, più la massima positiva, e poi ancora la negativa, a seconda che il carico passava dall'una all'altra zona di diversa influenza...

...La misura delle frecce fu effettuata con tacheometro-Cleps Salmoiraghi....”

Controllo eseguiti con fili d'acciaio tirati lungo i parapetti...

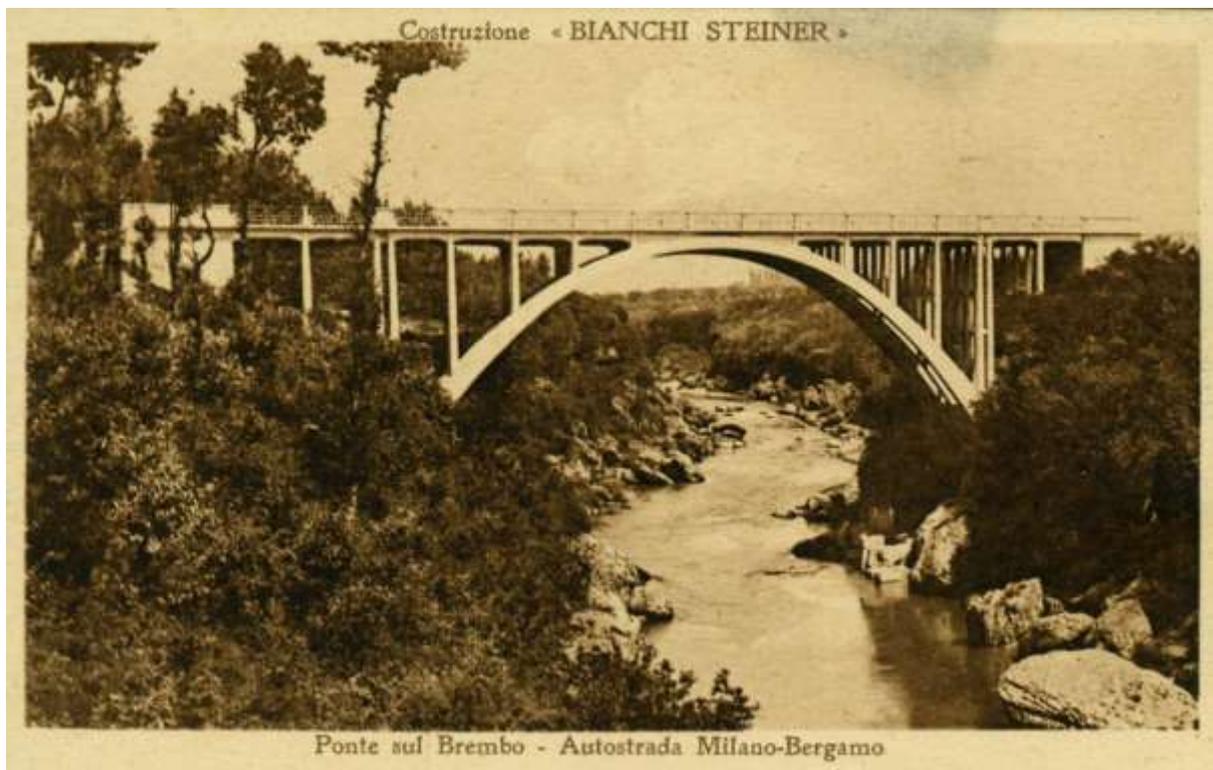
“...Le frecce massime si riscontrarono al passaggio del treno di carichi: si osservarono frecce negative e positive comprese tutte entro un campo di oscillazione di mm. 2,5 fra la massima e negativa e la massima positiva...

...Il carico massimo effettuato risultò per ciascun arco di ton 1,56 per ml di corda...

...dalla linea d'influenza della deformazione in chiave risulta che l'area di influenza positiva è di mq. 0.59 per 100 tonn. di carico e quindi la freccia teorica per il carico distribuito sulla zona centrale di influenza positiva risulta di mm. 9,2.



ponte sul fiume Brembo in costruzione, centine e casseri



ponte completato

CONSOLIDAMENTO FONDAZIONE LATO BERGAMO (1960)

Durante l'esecuzione dei lavori di fondazione del secondo ponte negli anni 60, era stata notata una discontinuità ed una fessura di 1 mm. sulle strutture verticali della pila a sei pilastri che partiva dalla fondazione dell'arco. Fu allora deciso di effettuare un lavoro di indagine mediante carotaggi per individuare la causa di tali fessurazione. Fu scoperta una caverna al di sotto delle fondazioni che è stata riempita con iniezioni di cemento e ghiaia.

Indagini e interventi di risanamento

- 2 -

le pile) hanno rivelato (come indicato nel disegno allegato) l'esistenza di un banco piuttosto compatto di conglomerato dalle spessore variabile di 3 a 4 metri sul quale poggia la fondazione; al di sotto di detto banco si trova una strata continua di limo argilloso misto a ciottoli che presenta alcune cavità piuttosto rilevanti; seguono in profondità stratificazioni di conglomerato alternate ad argilla con qualche cavità di minore entità. È possibile che le cavità siano causate dal dilavamento e successiva asportazione di materiali dagli strati di argilla mista a sabbia dovuti ad infiltrazioni d'acqua meteorica e di acque provenienti dalla campagna circostante.

Per arrestare il processo di degradamento in atto nella zona in cui trovasi la pila e per consolidare il terreno su cui appoggia la fondazione si ritiene necessario procedere al riempimento delle cavità rivelate dai sondaggi iniettando nella perforazione cemento liquido e ghiaietto misto a sabbia e successivamente eseguire iniezioni di cemento direttamente nelle falde di terreno sottostanti alla fondazione mediante trivellazioni eseguite nel perimetro della pila ed attraversanti il blocco di fondazione. Il numero di trivellazioni previste è di 6 spinte alla profondità di circa m.10,00.

Si procederà inoltre a opere di salvaguardia della fenditura esistente per impedire infiltrazioni d'acqua e conseguenti formazioni di ghiaccio all'interno della spalla.

15 Giugno 1966

RELAZIONE

Durante l'esecuzione dei lavori di ripristino del Tevere sul Fiume Adda interessanti le strutture in elevazione, opere alle quali si è dato corso a seguito di verbale di sommaria urgenza del 5 marzo 1966 trasmesso con lettera del 21 marzo 1966 numero 934 della Direzione Lavori delle Autostrade SENA, si è constatato che il terreno su cui si appoggia la spalla lato S S del ponte presentava discontinuità e una fenditura.

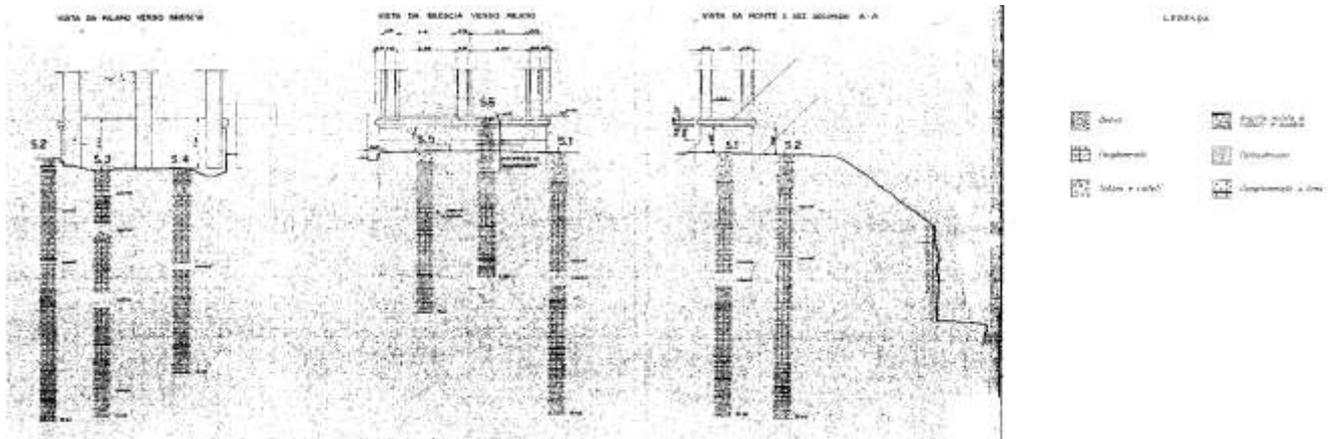
Durante i lavori per le fondazioni del nuovo ponte, costruite affiancate a quelle in oggetto, furono effettuate notevoli opere di consolidamento del terreno (palificazioni e pilonature) eseguite necessarie a seguito del risultato delle esplorazioni degli strati di terreno eseguite a mezzo sondaggi.

Sulla spalla sito sulla sponda sinistra del fiume (lato Brescia) venne rilevata una fessurazione orizzontale ubicata nella parte retrostante rispetto all'alveo del fiume ed in corrispondenza dell'inserimento dell'estremità della arcata nel blocco di fondazione in calcestruzzo non armato costituente il pilone interposto d'appoggio della spalla e delle pile.

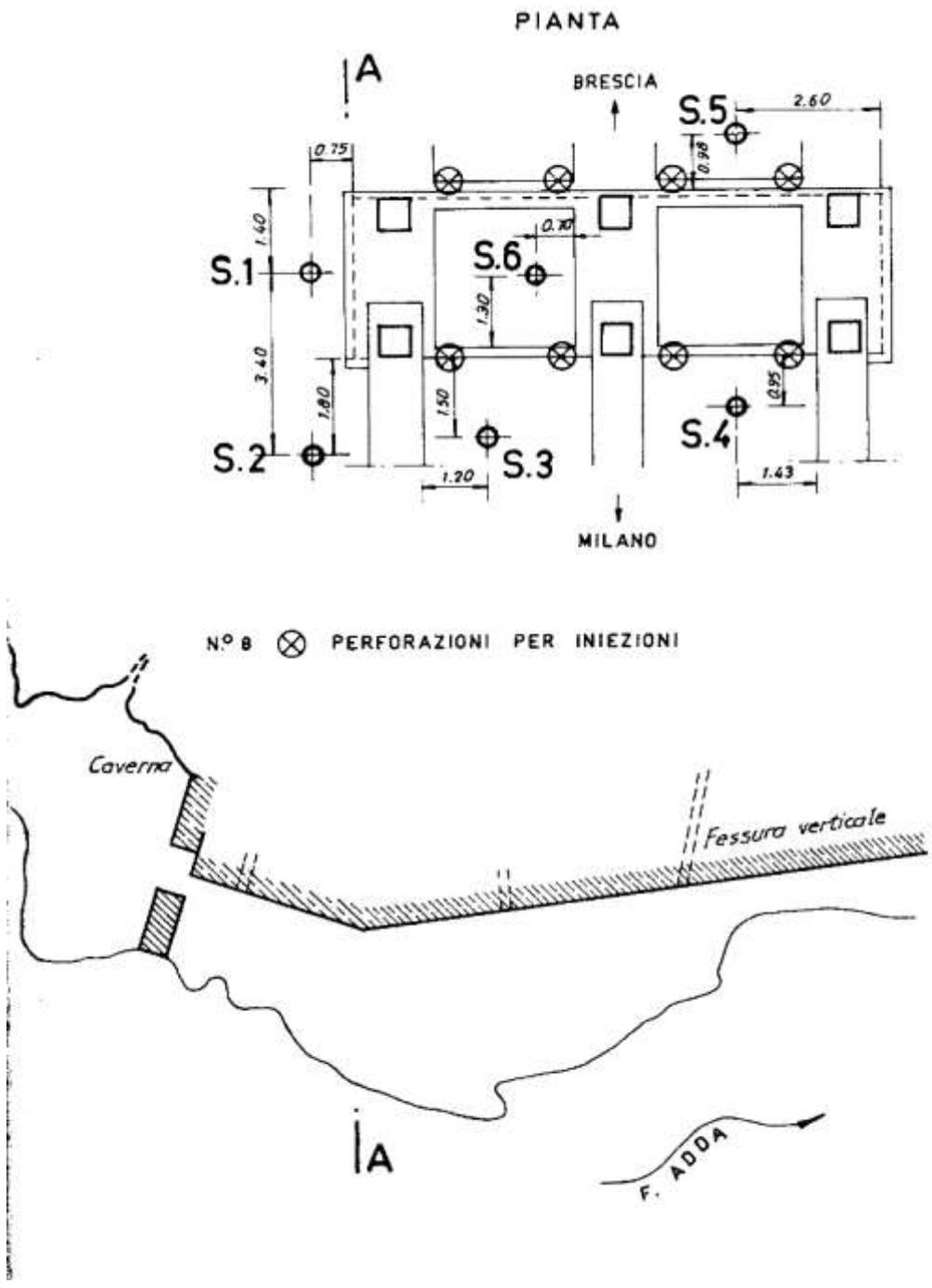
La larghezza di tale lesione è inferiore ad 1 mm.

In considerazione a quanto riscontrato si è ritenuto opportuno procedere a sondaggi esplorativi per decidere l'effettuazione di opere di consolidamento, da completarsi prima dell'apertura al traffico dell'opera.

Si è proceduto pertanto a eseguire dei sondaggi mediante perforazione del terreno, spinti a profondità media di 15 metri da quota terreno, raggiungendo così una quota di circa 6 metri più bassa dell'attuale pelo d'acqua del fiume. I sondaggi eseguiti in numero di 6 (5 posti a corona attorno alla pila ed uno all'interno del-



Carotaggi e stratigrafie lato Bergamo



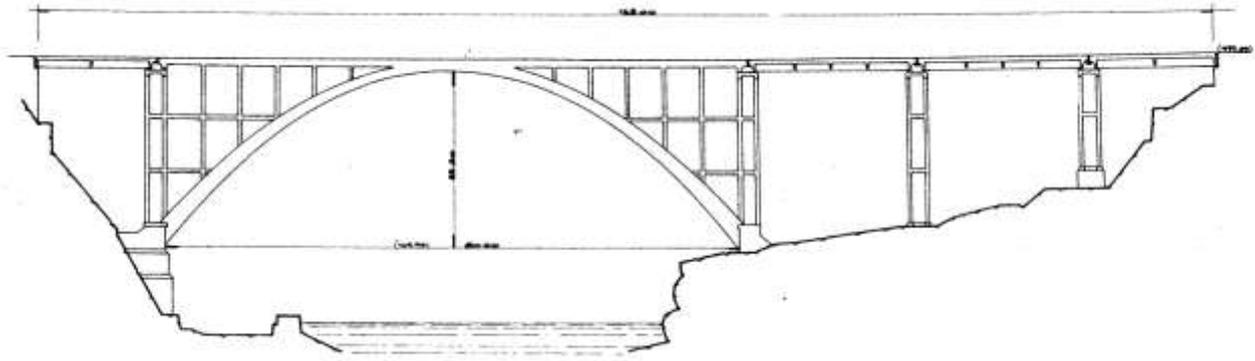
Indagini e interventi di risanamento

STIMA DELLE OPERE

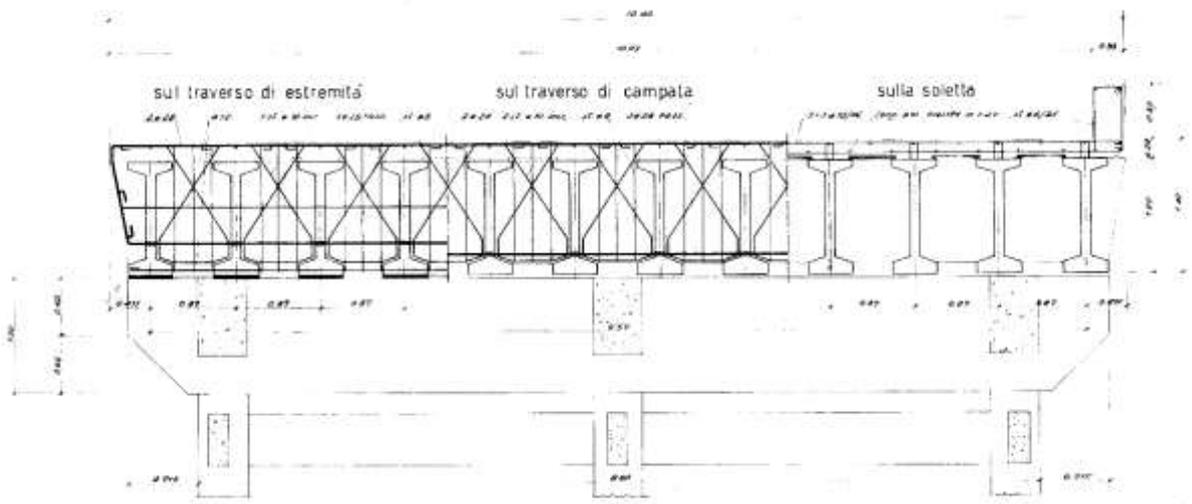
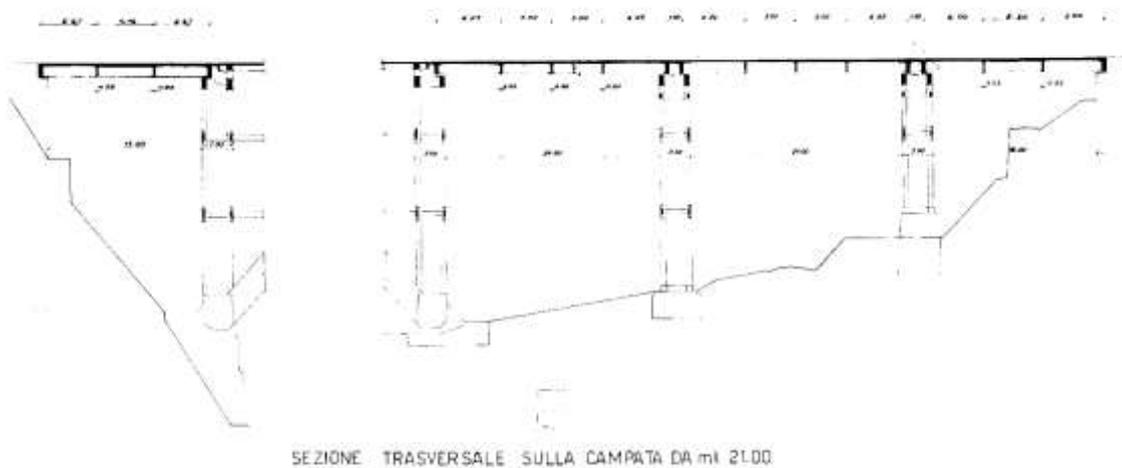
<u>Perforazioni per sondaggi</u> Ø 85 mm. profondità media 15 m. compreso incidenza impianto (trasporto installazione e spostamento in luogo) N. 6 x 15,00 m.	ml.	90 ==	15.000
<u>Perforazioni per iniezioni</u> Ø 55 profondità circa 10 m. compreso incidenza impianto id. c.s. N. 8 x 10,00 ml.	ml.	80 ==	12.000
<u>Costipamento sondaggi e iniezioni per 100 mq. circa :</u>			
a) Noleggio impianto con assistenza di mano d'opera specializzata giorni 30 x 10 ore	h	300 ==	6.000
b) Compenso per materiali di consumo (per ogni q.le di materiale a secco) Q.li 600		600 ==	400
c) Fornitura di cemento Q.li 100 x 4		400 ==	1.150
d) Fornitura di sabbia e ghiaietto - circa mq.	mq.	40 ==	1.450
<u>Opere di sistemazione spalla fessurata - a stime</u>			

RIFACIMENTO CAMPATE DI ACCESSO E RINFORZO SOLETTA SULL'ARCO (1966)

Dopo il completamento del secondo ponte negli anni 60, che permise di dirottare il traffico, la SPEA progettò il rifacimento degli impalcati delle campate di accesso ed il lavoro fu affidato all'impresa di Costruzione V Dessì di Milano

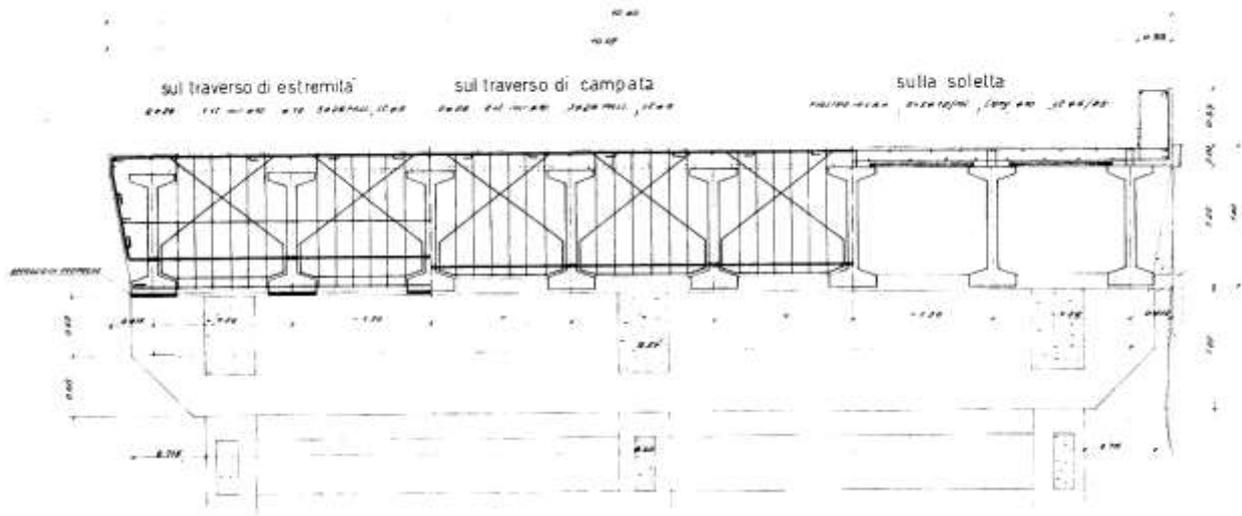


Profilo longitudinale dove si notano strutture delle campate di accesso
Le strutture reticolari sono state sostituite da solette in cls appoggiate su travi precomprese.



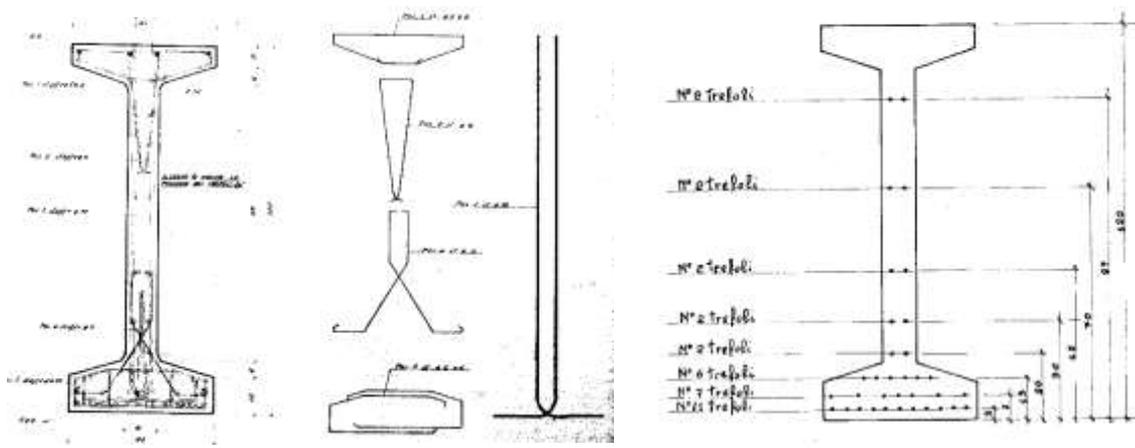
Sezione trasversale sulla campata da 21 metri

SEZIONE TRASVERSALE SULLE CAMPATE DA mt 15.00 e 16.00



Sezione trasversale sulle campate da mt. 15 e 16

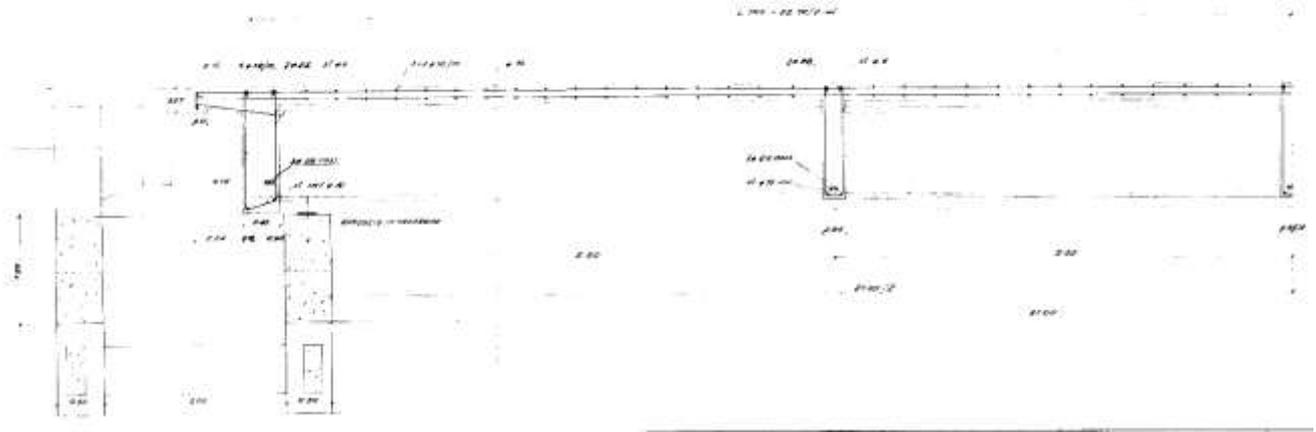
ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE



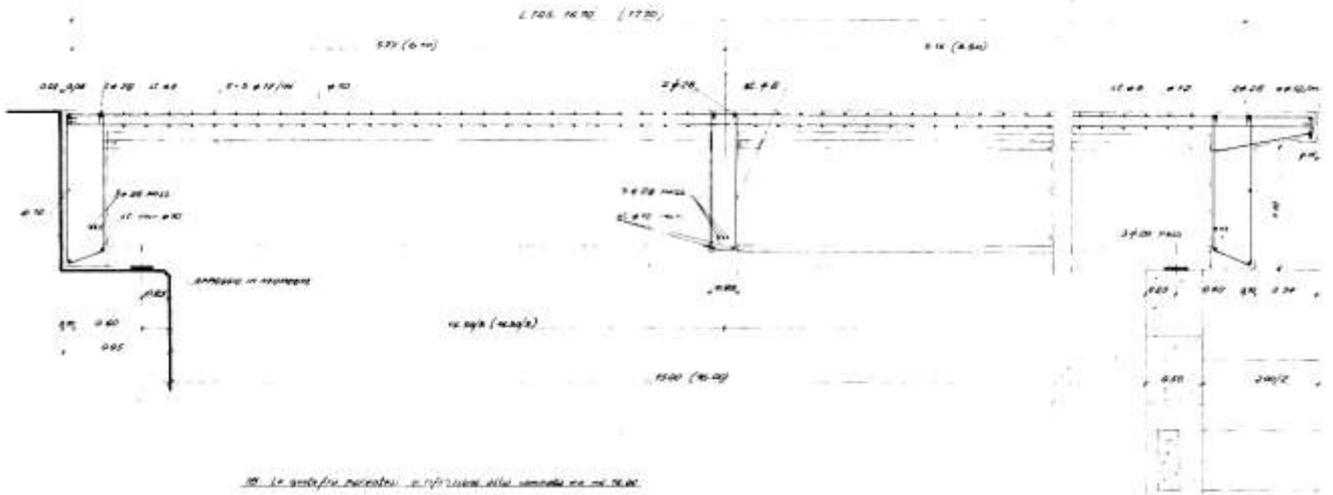
Andamento dei trafilati orizzontale.
 Lunghezza dei trafilati = lunghezza delle travi.
 1° campata Izo Bergamo mt. 15.70
 2° e 3° campata Izo Bergamo mt. 22.70
 campata Izo Milano mt. 17.70

Dettagli delle travi prefabbricate, ferro d'armatura normale e armatura di precompressione

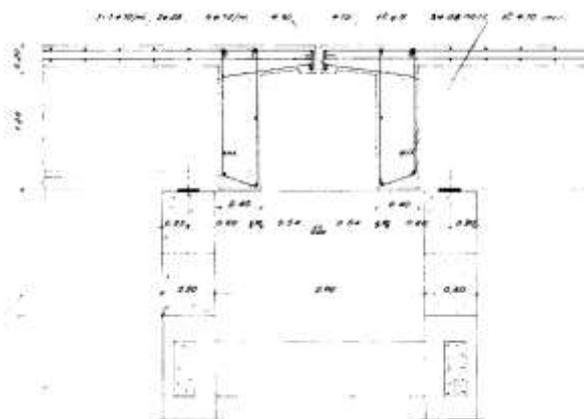
SEZIONE LONGITUDINALE CAMPATA DA ml 21.00



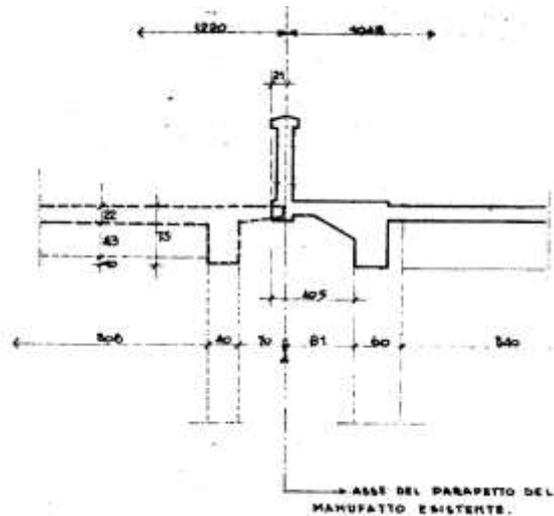
SEZIONE LONGITUDINALE CAMPATE DA ml 15.00 e 16.00



SE LA QUALITÀ MATERIALI E L'ESecuzione DELLA OPERAZIONE NON SIA BUONA



Dettaglio travi di testata sulle pile



Dettaglio del parapetto anni 30 accostato al nuovo manufatto anni 60



Dettaglio delle nuove travi che sostituiscono i vecchi impalcati con travi tralicciate in cls



Dettaglio con le campate di accesso modificate e la zona dell'arco rimasta come eseguita nel 27



**Campate di accesso lato Bergamo rifatte con travi prefabbricate.
Dettaglio nuovo traverso su cui appoggiano le travi prefabbricate.
Moncherino aggiunto a sbalzo dalle colonne delle pile per appoggiare travi di bordo.**

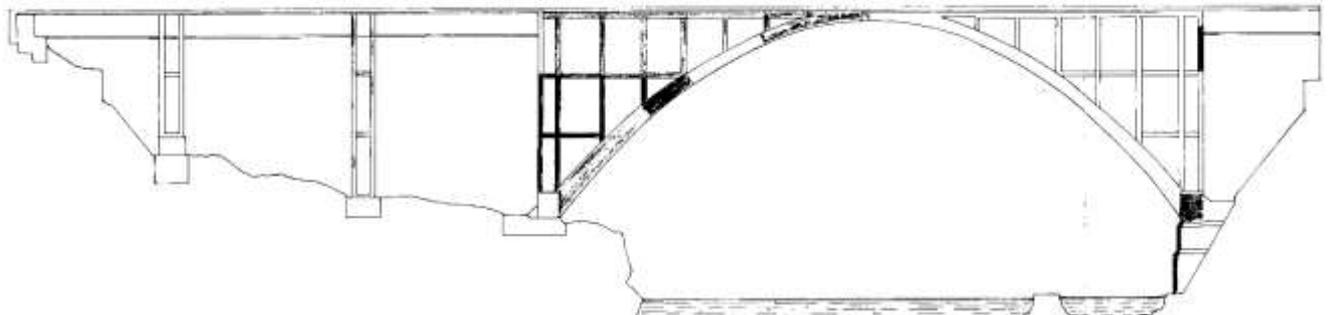


RISANAMENTO SUPERFICI ESTERNE (1966)

Contestualmente all'esecuzione dei lavori per il rifacimento delle campate di accesso, è stato preso atto del forte degrado di alcune parti delle strutture dell'opera eseguita nell'anno 1927.

E' quindi stato eseguito un intervento di consolidamento trattando con gunite a spruzzo su alcune parti dell'opera come si evince dalla grafica qui di seguito.

L'intervento è stato eseguito dall'Impresa Dessì cui era stato affidato l'intervento di risanamento principale.



APP. CIVILINI 4 - ALL. 33 - DR. 150

autostrade
CONSUMI E LAVORI PUBBLICI AUTOSTRADE - S.p.A. - ROMA

**AUTOSTRADA
MILANO - BRESCIA**

PONTE SUL FIUME ADDA

CONTABILITÀ FINALE

GUNITE

ALLEGATO N° 10

S.P.E.A. SOCIETÀ PROGETTAZIONI EDILI AUTOSTRADALI
CONSULENZA - PRESTAZIONI TECNICHE - S.p.A.

IMPRESA: IMPRESA DI COSTRUZIONI N. 4, DESSI
P.A. E. USARDELLI - MILANO - TEL. 44.25.05/149

DECORDI	FOGLIA	ESEGUITO		MODIFICATO	
		DA	FINA	DA	FINA
	1/50	24 GUG		26 SET	

	RILIEVO DEL	30-4-1966
	RILIEVO DEL	4-5-1966
	RILIEVO DELL'	11-5-1966 (1)
	RILIEVO DELL'	11-5-1966 (2)
	RILIEVI DEL	20-5 E 20-7-1966
	RILIEVO DEL	18-6-1966
	RILIEVO DEL	13-7-1966

Dettaglio delle zone trattate

CONSOLIDAMENTO COLONNE E IMPALCATO ZONA ARCO (1982)

Oltre al rifacimento delle campate di accesso delle strutture eseguite negli anni 50 come visto innanzi sono stati eseguiti lavori di risanamento sui colonnati, archi, travi e soletta nell'area dell'arco come si vede dalle foto a seguire.



immagini del ponte e relativi trattamenti fatti nel 1982





Dettagli ponte anno 27 e trattamento di risanamento



**Accoppiamento ponti anni 30 e 50 con vista da sotto chiave arco
Ponte autostradale in cls realizzato negli anni 50**

L'intervento di risanamento è stato realizzato quando il degrado della struttura era tale da mettere a rischio l'integrità e la stabilità dell'intera opera.

Il contratto fu affidato all'Impresa dall'impresa MPM – Materiali protettivi Milano.

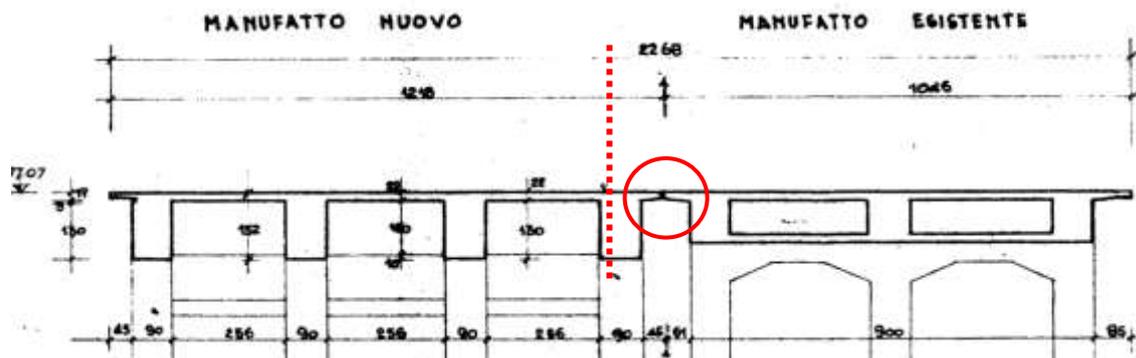
Il lavoro è stato eseguito nei mesi di Aprile, Maggio e Giugno 1982 lavorando su tre turni per un totale di 24 ore al giorno.

Sono stati trattati allo stesso modo, pilastri, travi solette.

Le fasi dell'intervento sono state:

- 1 - Montaggio di ponteggi con tubi innocenti a partire dalle reni dell'arco con ponteggi appesi, mentre nelle campate d'accesso i ponteggi partivano da terra. Gli ultimi 8 metri dall'impalcato sono stati eseguiti mediante l'uso di Bay Bridge dalla carreggiata del ponte esistente.
- 2 – Demolizione delle parti ammalorate mediante l'uso di idrodemolizione e idrosabbatura con lance a mano ad una pressione di 1200 bar. Oltre a rimuovere le parti di cls ammalorate veniva anche messo a vivo l'acciaio di rinforzo esistente. Tutte le lavorazioni sono state effettuate dal basso verso l'alto.
- 3 – Veniva poi fatto un trattamento del ferro per stabilizzarne la corrosione mediante l'applicazione di Sika top.
- 4 – Si applicava successivamente un rinforzo di rete da pollaio o rete elettrosaldata a seconda del livello di demolizione e di degrado.
- 5 – Successivamente si procedeva all'applicazione a spruzzo seguita da relativa frattazzatura dei seguenti prodotti: ½ ponte trattato con Emaco 88 special e l'altra ½ con Rapidogrip.
- 6 – Per ultimo è stata applicata a tutte le superfici una vernice elastomerica grigia.
- 7 - Sono stati rifatti i giunti con tenuta sotto per impedire l'infiltrazione d'acqua.

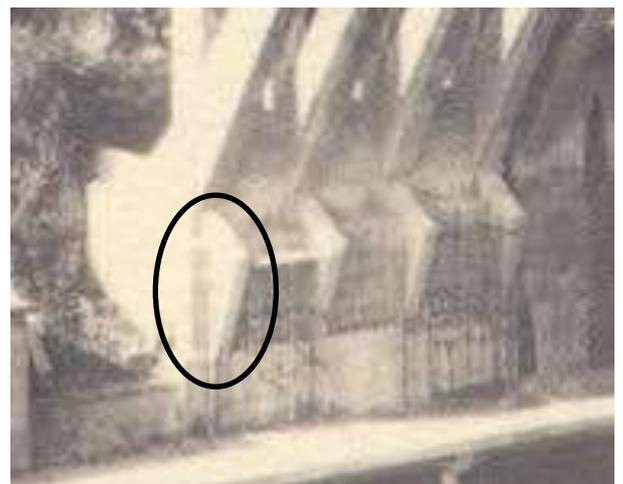
Il giunto, originariamente posto fra le due opere anni 30 e anni 50 è stato spostato sulla carreggiata del 2° ponte per rendere simmetriche le due carreggiate Est ed Ovest, con il giunto originale messo sotto traccia. Vedere la sezione sotto indicata



Sezione dei due impalcati con il nuovo asse ed il giunto sotto traccia cerchiato di rosso



Dado di fondazione arco 2° ponte eseguito nell'anno 60 – Lato Milano - Foto del 2007
Notare i 3 archi per il ponte del 1927 ed i 4 archi in cls. per quello del 1960



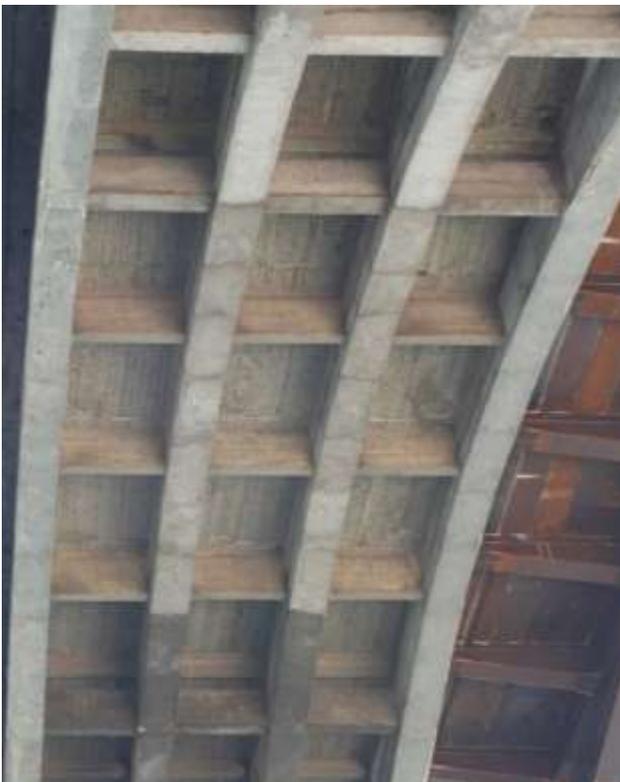
Si noti il taglio degli elementi a bandiera realizzati nell'anno 60 – Vedi foto a ds.
Gli elementi a bandiera erano serviti per appoggiare le centine per la realizzazione degli archi



Dettaglio ponte anni 60 – attacco arco, pile, traversi, impalcato – solette e irrigidimenti



Dettaglio archi dei ponti anno 27 a sinistra e anno 60 a destra



Dettaglio ponte anno 60 e dettagli arco, pilastri, traversi e soletta – notasi impronte casseri

3 PONTI AUTOSTRADALI

1936 - 2007 d.C.

5a PARTE

Costruzione del 2° ponte – 1960-1966

INTRODUZIONE

“Al primo ponte dell'autostrada Milano – Bergamo gettato sull'Adda nel 1927, dopo 40 anni si dovette affiancarne un altro.

“Il vertiginoso sviluppo assunto da questa comoda via di comunicazione, che nel frattempo veniva prolungata, prima sino a Brescia e poi sino a Venezia, imponeva il raddoppio della sede stradale [...]”.



vista generale dell'opera dopo l'apertura al traffico negli anni '60

dati geometrici dell'opera

luce totale	165.55 m
luce campata arco	80 m
luce campata accesso lato MI	17.3 m
luci campate accesso lato BG	17.15 + 23.90 + 24.30 m
freccia dell'arco	24.1 m
altezza dal pelo dell'acqua	38 m circa
larghezza sezione trasversale	12.18 m

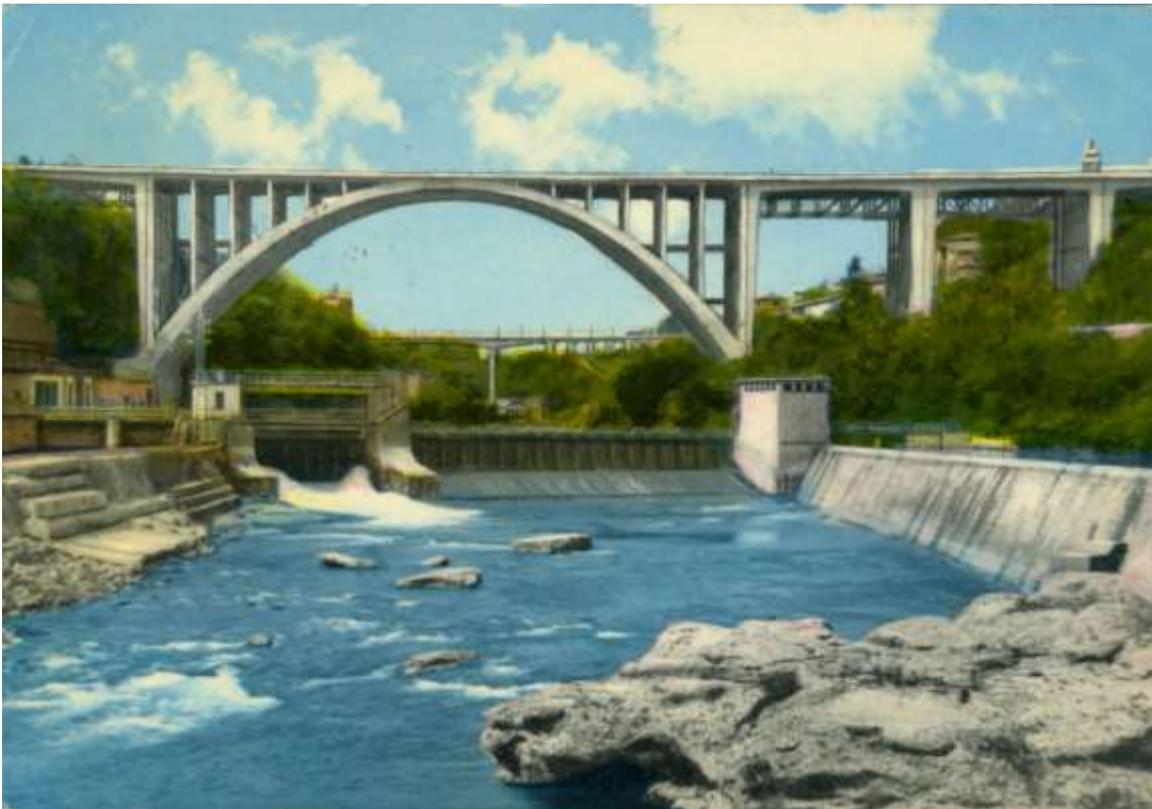
CONSIDERAZIONI GENERALI DI PROGETTO

Le seguenti note sono ricavate dalla “Relazione di calcolo – Progetto del nuovo ponte sul fiume Adda – Autostrada Milano-Bergamo – Raddoppio della sede viabile”.

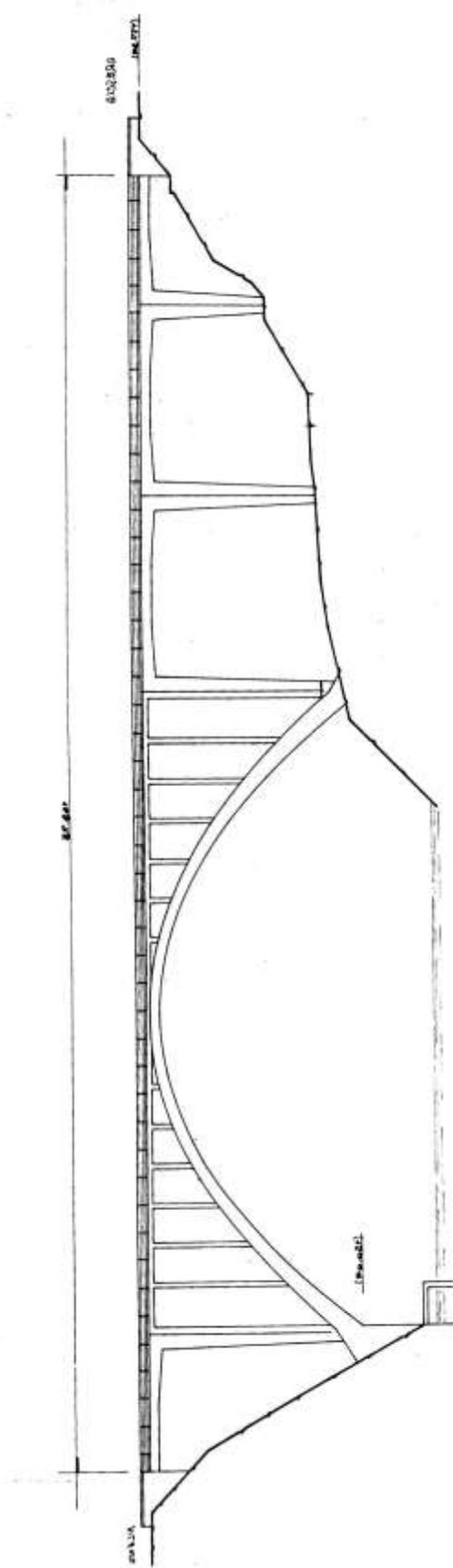
“Nel piano di raddoppio dell’Autostrada Milano Bergamo, il problema del rifacimento delle opere d’arte assume particolare importanza per la presenza di due grandi manufatti: quello sul fiume Adda e quello sul Fiume Brembo a poca distanza dal primo.

“La profonda ed ampia vallata del Fiume Adda in corrispondenza all’attraversamento dell’Autostrada permette di osservare dettagliatamente il complesso dell’opera che deve scavalcare a notevole altezza sul pelo dell’acqua il corso del fiume, mentre nel caso del Brembo, in assenza di strade di fondo valle o laterali alle sponde, il ponte è quasi completamente nascosto allo sguardo del pubblico. Da qui la necessità di curare in modo speciale l’aspetto estetico del nuovo ponte sull’Adda, richiesto dal raddoppio dell’Autostrada in questione.

“Il criterio adottato nel progettare questa importante opera d’arte è quello di rispettare il più possibile le linee generali dell’opera esistente a monte, introducendo alcune varianti architettoniche e strutturali suggerite dalle vedute estetiche moderne, dalla considerazione di alcuni gravi inconvenienti riscontrati nell’opera esistente e dalle nuove possibilità tecniche dei nostri giorni [..].



vista di assieme dei due manufatti 1927 e 1966 in ombra l’uno all’altro, dal lato del ponte 1966 il ponte 1927 presenta ancora le campate di approccio reticolari, poi sostituite



prospetto longitudinale di assieme

“Applicando tale criterio al caso in oggetto, per ragioni estetiche abbiamo soppresso nel prospetto dell’opera i collegamenti orizzontali fra i pilastri cadenti sul volto [sull’arco, NDR], ingrossando i ritti leggermente; inoltre si sono sostituite le travate continue a traliccio di accesso al volto con travi isostatiche ad anima piena di altezza costante (mt. 1,50) per tutte le diverse campate. Sempre per ragioni estetiche, l’adozione di grandi travate rettilinee ad anima piena ha portato come conseguenza la sostituzione dei pilastri a giorno con pilastri a parete piena almeno sui prospetti, la cui larghezza, per esigenze di armonia, è inferiore ai tre metri figuranti tra i vivi esterni dei piastroni dell’opera esistente.

“Con le varianti su citate si è inteso di dare alla nuova opera un carattere di massima semplicità e di robustezza.

“Per ragioni panoramiche si prevede di demolire i parapetti attuali in c.a. e di sostituire quello a monte con parapetto in ferro eguale a quello a valle del nuovo ponte.

“Alcune varianti estetiche di cui sopra sono anche intimamente legate ad osservazioni di indole statica. Difatti nella vecchia opera il viadotto di accesso al volto sulla sponda bergamasca ha una trave continua a traliccio di ben 65 mt. di lunghezza incastrata sui sostegni in c.a. e con appoggio fisso sulla spalla lato Bergamo. Le dilatazioni conseguenti a variazioni di temperatura si ripercuotono quindi quasi interamente sui ritti costituenti il pilastro che sorge sulla spalla del volto lato Bergamo, con grave nocumento della resistenza di tali ritti [..]”.

Nel progetto del nuovo ponte, invece, le campate di accesso sono state realizzate mediante telai longitudinali incastrati al piede, accostati e indipendenti, da spalla a pila e da pila a pila.

“Lo stato di deformazione dei ritti gravanti sulla spalla lato Bergamo dell’opera esistente veniva, inoltre, ulteriormente aggravato dalla rotazione che subisce il blocco di detta spalla per variazioni di temperatura o per effetto di carichi mobili gravosi, essendo perfettamente incastrato con il volto ma semplicemente appoggiato senza armature metalliche sul basamento di calcestruzzo che riempie lo scavo in roccia (ceppo). Si è, infatti, constatato nella predetta spalla una fessura quasi orizzontale beante verso Bergamo; fessura che respira continuamente con il variare della temperatura, e che trasforma il volto dal tipo con incastri perfetti a quello con incastro su un lato e semi cerniera dall’altro.

“Nel nuovo ponte si è cercato di eliminare questo grave inconveniente riducendo la rigidità dell’arco alle imposte incastrate col portarne lo spessore (nel piano verticale) da mt. 2,50 a mt. 2,00 e col prolungare le armature metalliche dell’arco fino alla base della fondazione della spalla.

“La riduzione dello spessore dell’arco alle imposte ci ha permesso nel contempo di risolvere un problema estetico: il distacco netto dell’elemento architettonico del volto da quello dei piloni gravanti sulle spalle; problema che era mal risolto nel vecchio ponte [..]”.

DESCRIZIONE DELL'OPERA

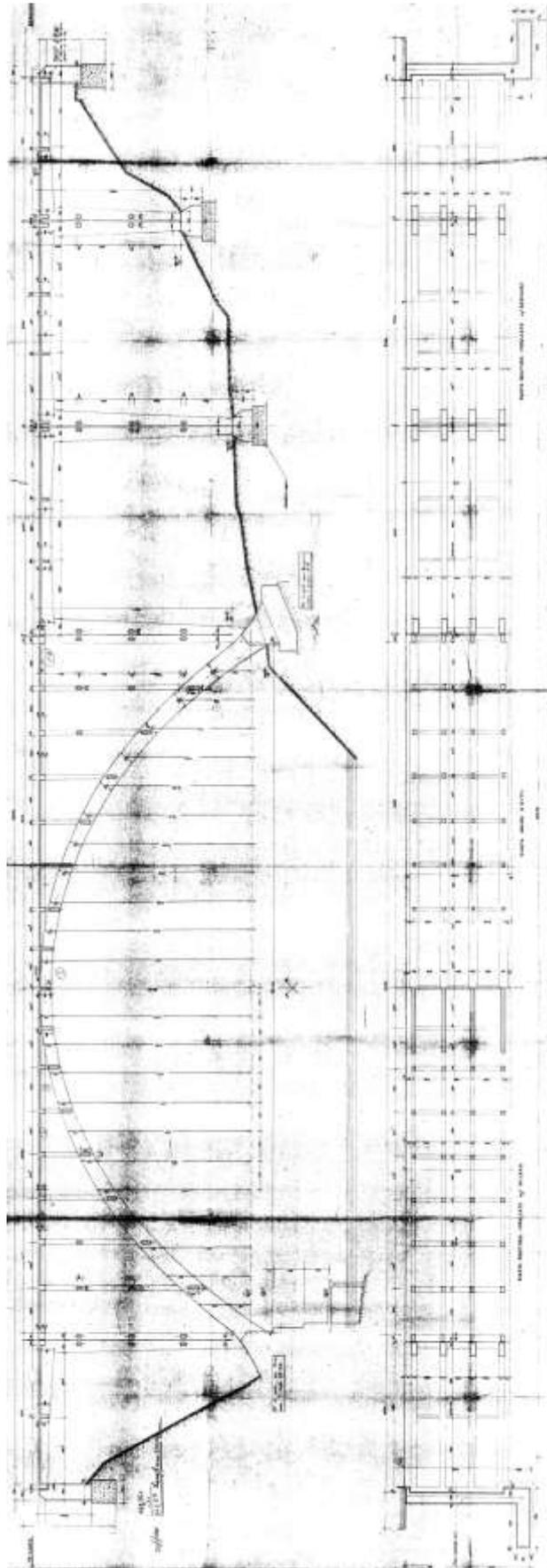
“L’asse del nuovo ponte, parallelo a quello dell’opera esistente è fissato a mt. 10,50 a valle di quest’ultima così da lasciare una zona spartitraffico di tre metri tra le due carreggiate dei manufatti attigui.

“La distanza di mt. 10,50 ci ha permesso di fare in modo che la spalla lato Milano del nuovo ponte non vada a sovrapporsi parzialmente su quella esistente. Quella sulla sponda sinistra è completamente staccata.

“La quota di progetto della carreggiata è identica a quella del vecchio ponte (177,08) [..]”.



**vista di assieme dei due manufatti 1927 e 1966, eseguita nel 2006
nel ponte 1927 sono state sostituite le campate di approccio reticolari con travi a parete piena**



sezione longitudinale e sezioni orizzontali di assieme

La campata ad arco

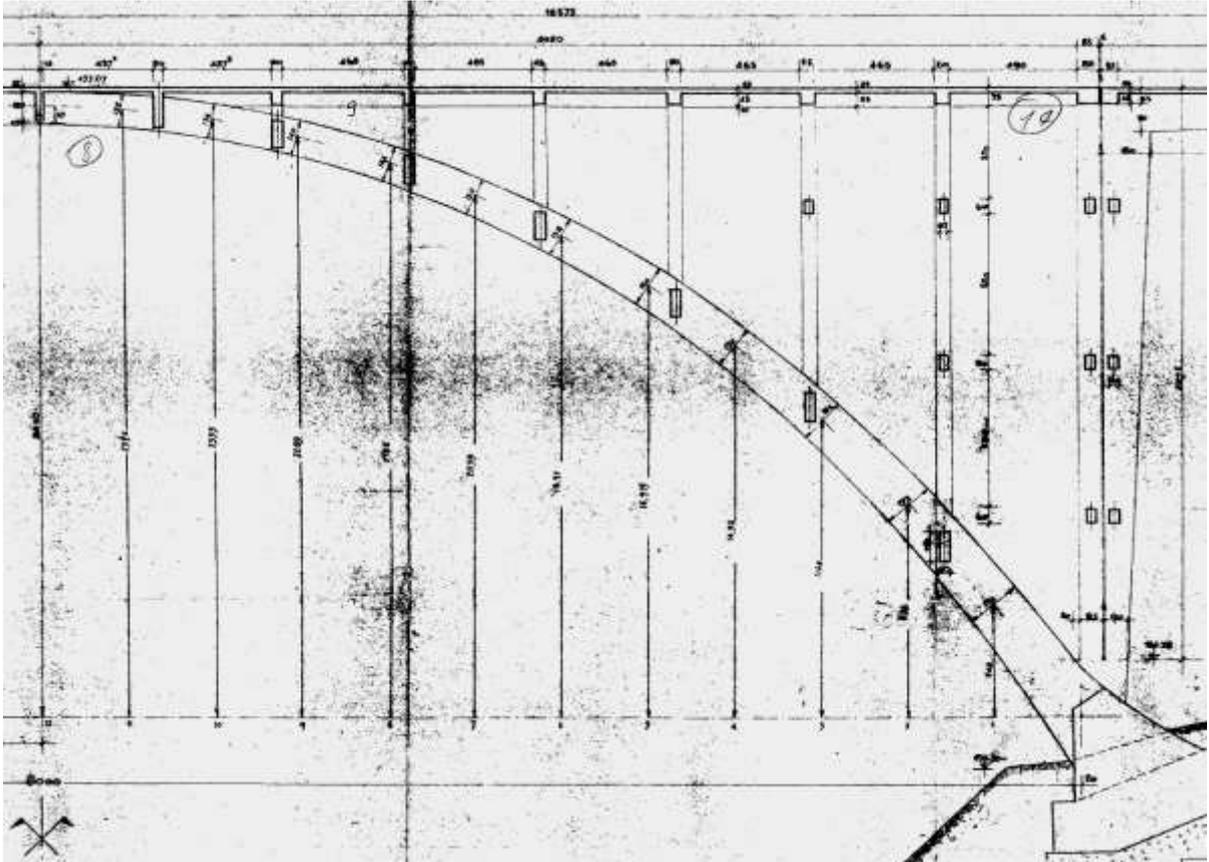
“Il volto, come nell’opera esistente, è costituito da quattro archi paralleli di larghezza costante di 90 cm dalla chiave alle imposte, ad interasse di mt. 3,46 [..]; agli archi è stato dato uno spessore di mt. 1,30 in chiave e di mt. 2,00 all’imposta [..].

“I quattro archi sono collegati da robusti traversi verticali coincidenti con l’asse dei pilastri che sostengono l’impalcato e che corrispondono quasi perfettamente ai pilastri del ponte esistente. [..] Per analogia col ponte esistente, sul volto si sono adottate quattro file longitudinali di pilastri a sostegno dell’impalcato stradale, coincidenti con i piani verticali passanti per i quattro archi del volto. [..] I pilastri in prospetto hanno interasse variabile e ricoprono con il loro spessore i pilastri del ponte esistente più sottili [..].

“Purtroppo si è dovuto rispettare la sagoma antiestetica del prospetto degli zoccoli delle spalle esistenti, e ciò per mantenere la luce di mt. 80,00 tra i vivi interni delle spalle e per far coincidere l’asse dei relativi piloni dei due ponti attigui [..]”.



prospetto della campata ad arco



dettaglio sezione longitudinale semi-arcata e tracciamento degli arconi



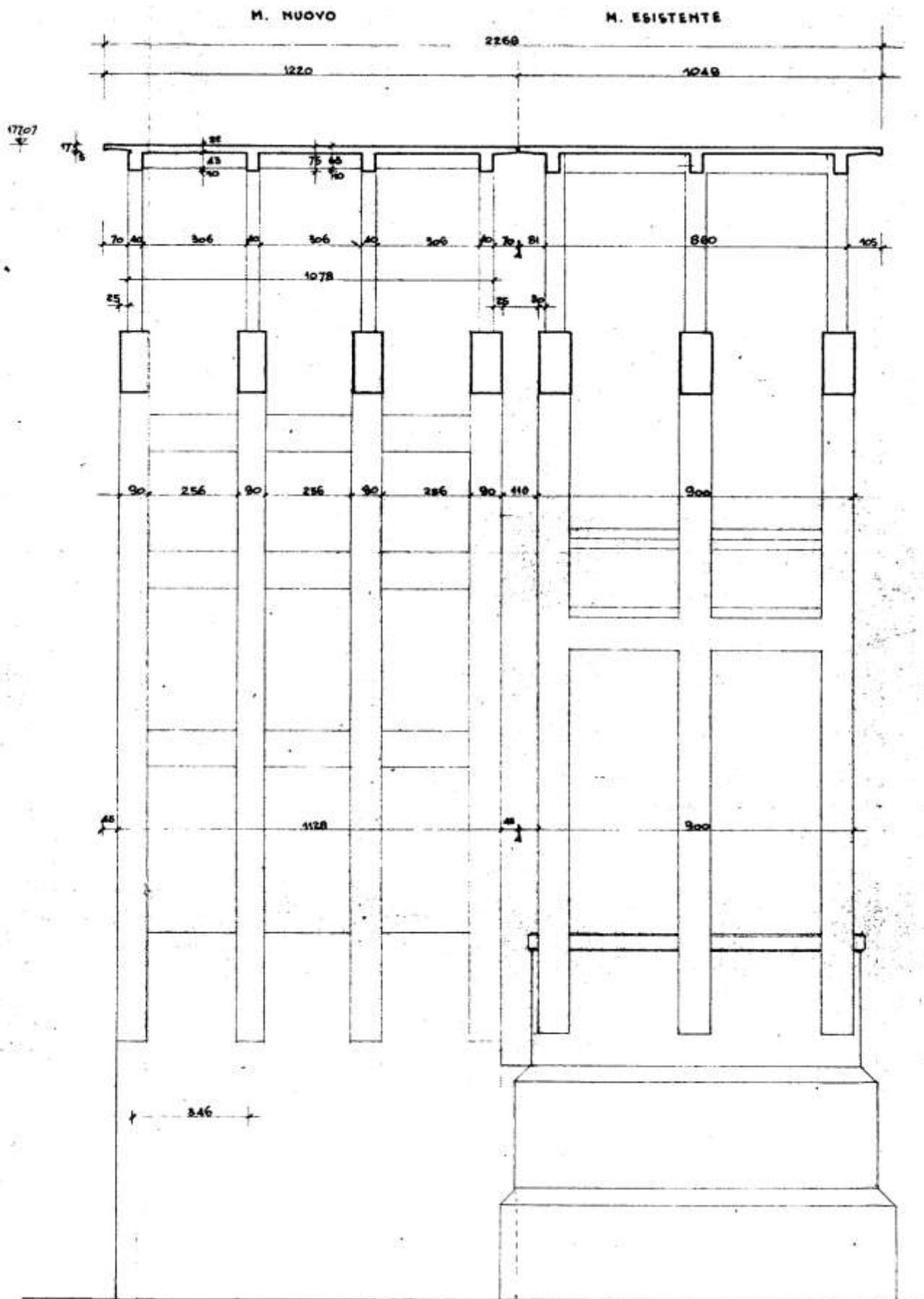
dettaglio zona di chiave delle arcate 1966 (dx), differente da quella del 1927 (sx)



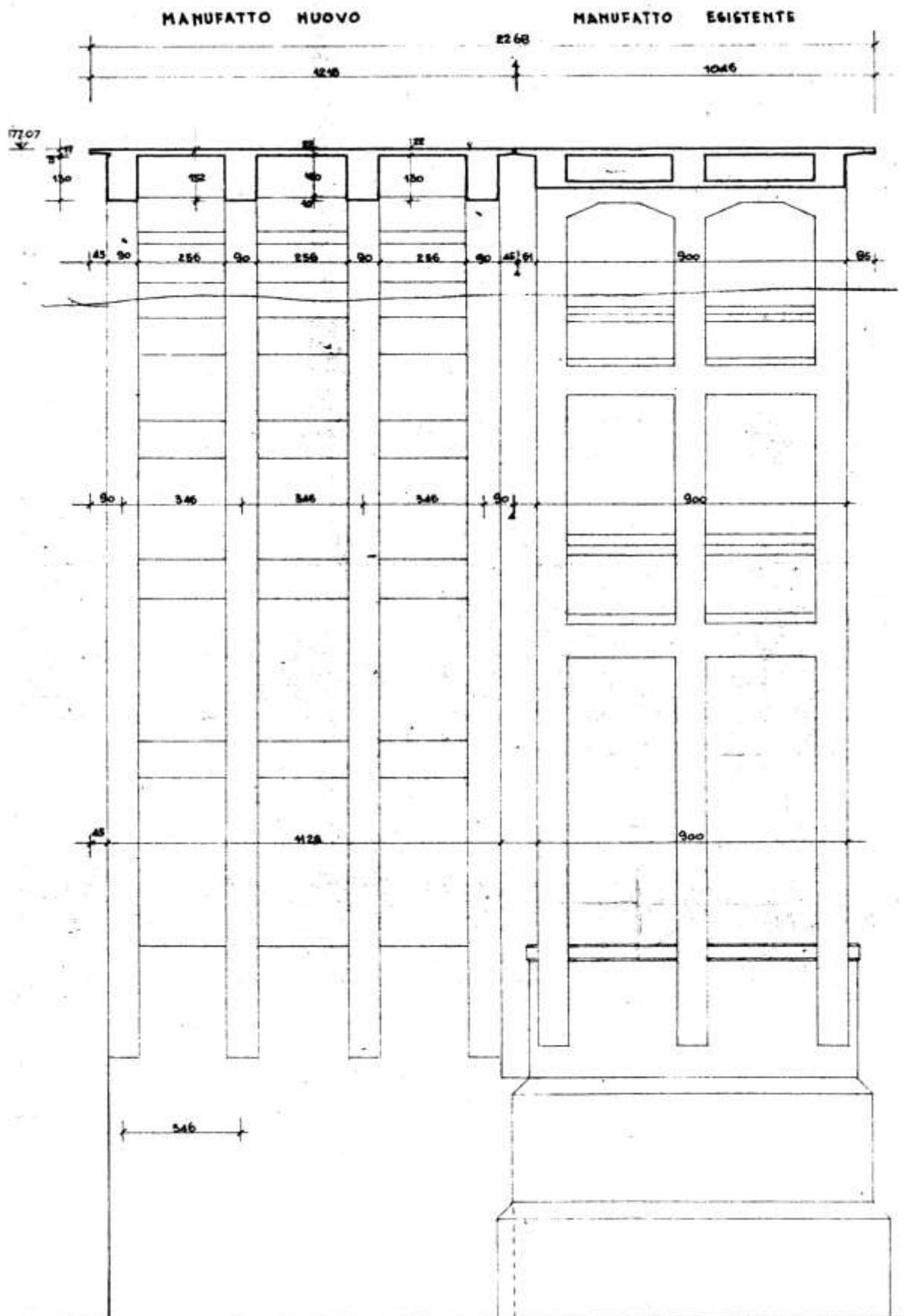
traversi degli archi e pilastri soprastanti (ponte 1966 a dx)



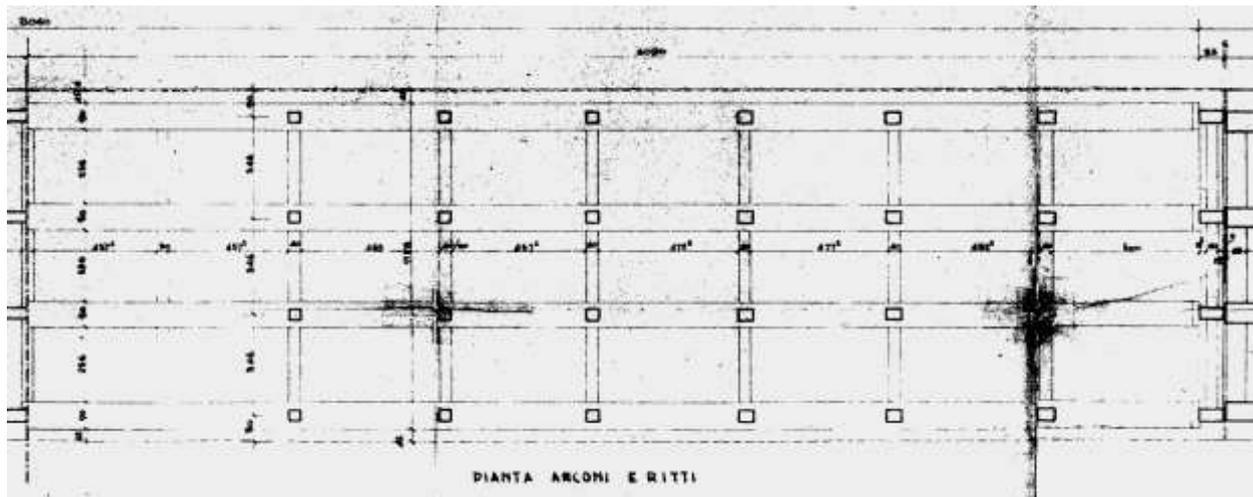
dettaglio di attacco degli archi e della pila con i suoi traversi



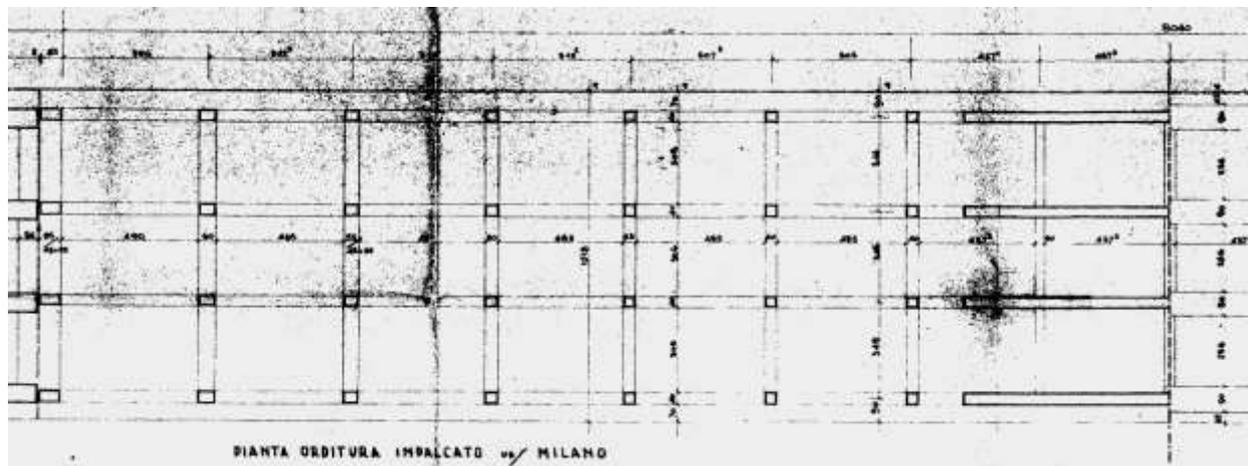
sezione trasversale alle reni delle arcate



sezione trasversale in chiave agli archi



dettaglio planimetria arconi e ritte corrispondenti in semi-campata



dettaglio travi principali longitudinali e trasversi in semi-campata archi

Le campate di accesso

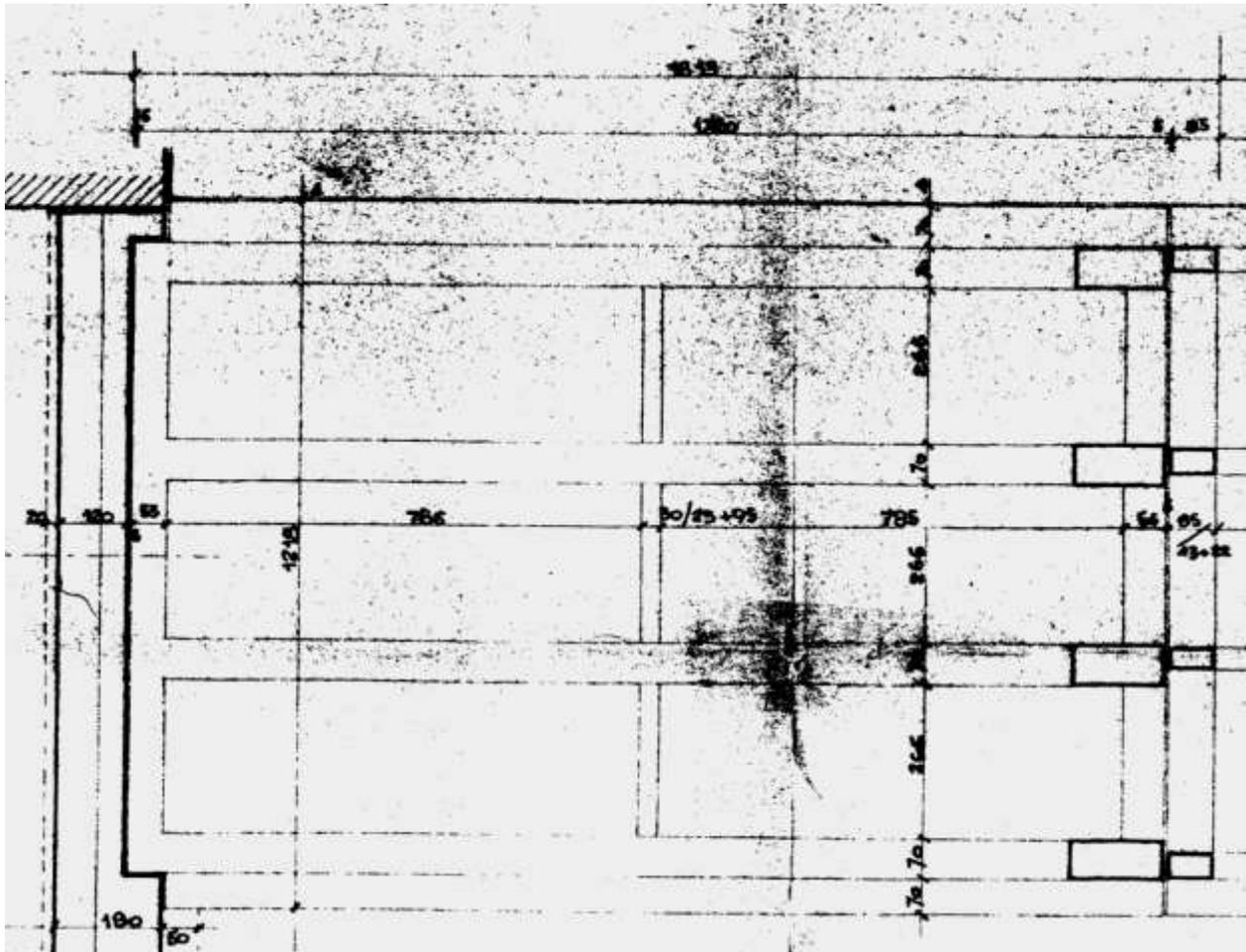
L'accesso alle arcate dalla sponda destra è formato da quattro telai longitudinali zoppi, appoggiati sulla spalla e incastrati al piede nel plinto di fondazione degli archi.

I telai si trovano ad interasse di 3.36 m e hanno una forma rastremata: la trave orizzontale del telaio ha altezza pari a 0.85 m sulla spalla e 1.75 m in corrispondenza della pila, mentre la pila parte da 1.50 m di larghezza in testa per scendere a 0.80 m al piede. Lo spessore dei quattro telai è di 0.70 m.

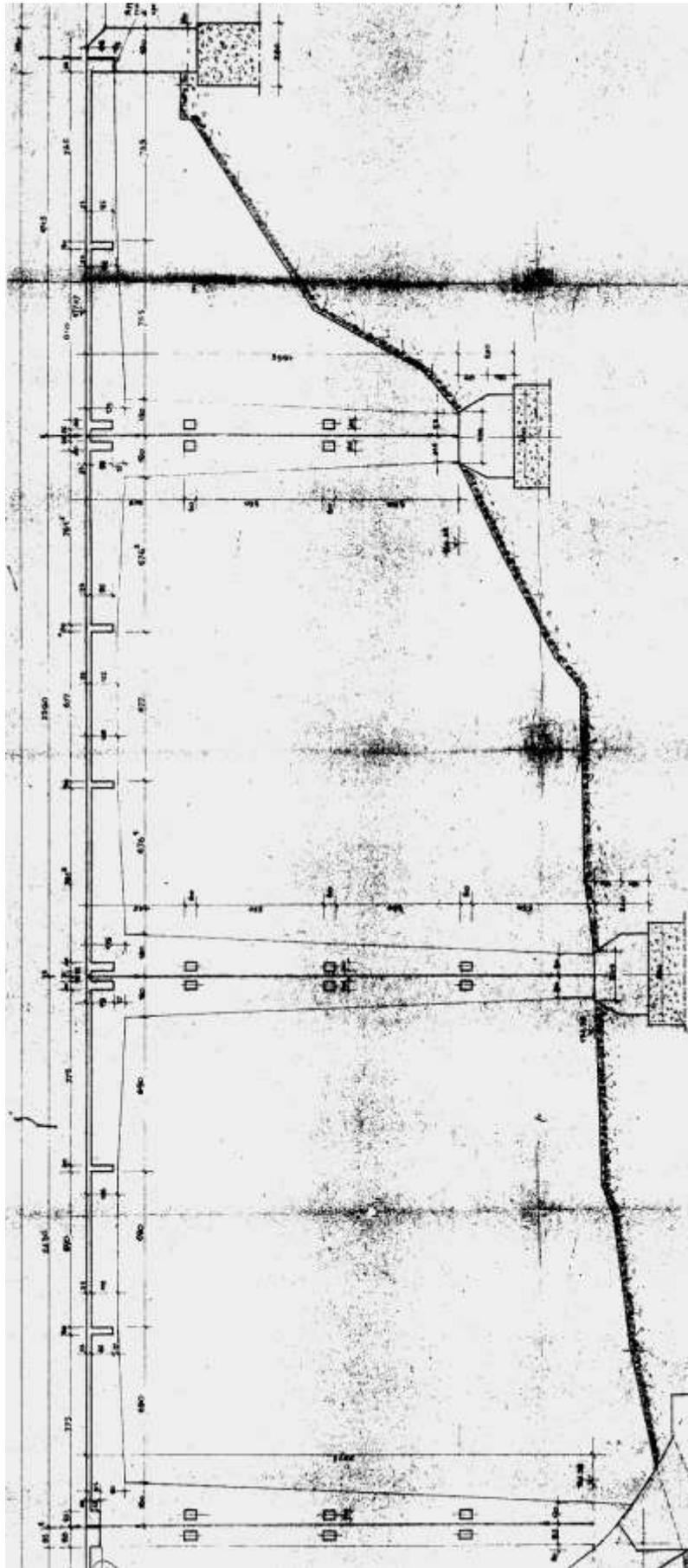
Il viadotto di accesso sulla sponda bergamasca presenta una prima campata da 17.15 m, una seconda da 23.90 m e una terza da 24.30 m. Anche in questo caso si è fatto ricorso, per ciascuna campata, a quattro telai longitudinali: nel caso della prima campata si tratta ancora di un telaio zoppo appoggiato sulla spalla e incastrato al piede, per le altre due campate sono stati utilizzati due telai incastrati alla base. Tutti questi telai sono indipendenti tra loro, separati da un giunto di 5 cm.

L'interasse dei vari telai è sempre di 3.36 m e la forma è nuovamente rastremata. Le dimensioni della sezione trasversale del telaio zoppo sono analoghe a quelle della sponda Milano, mentre le dimensioni dei telai maggiori, in avvicinamento alle arcate, prevedono una pila di larghezza 0.90 m. al piede e 1.80 m in sommità e una trave di 1.75 m di altezza all'incastro e 1.35 m in mezzeria.

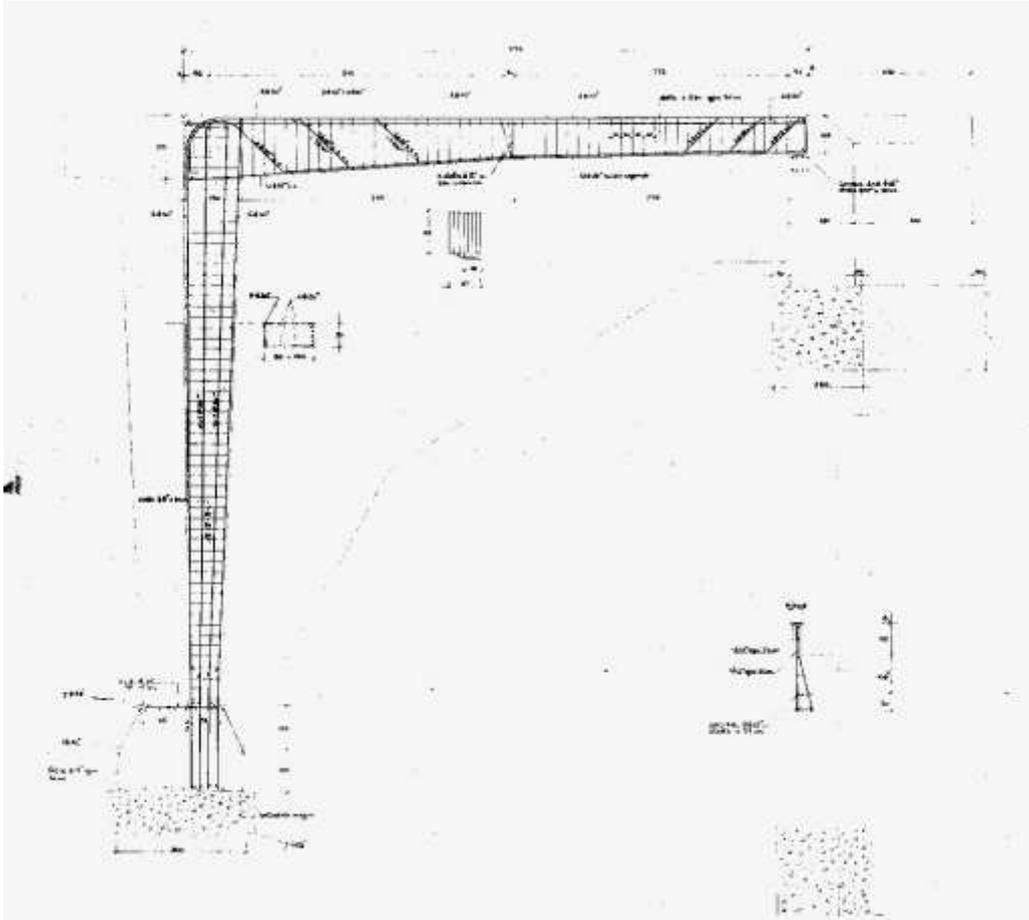
I telai longitudinali sono collegati tra loro trasversalmente da traversi di dimensioni 0.30×0.95 m, in numero di uno per i telai zoppi e due per gli altri, a dividere la lunghezza delle travi in parti uguali.



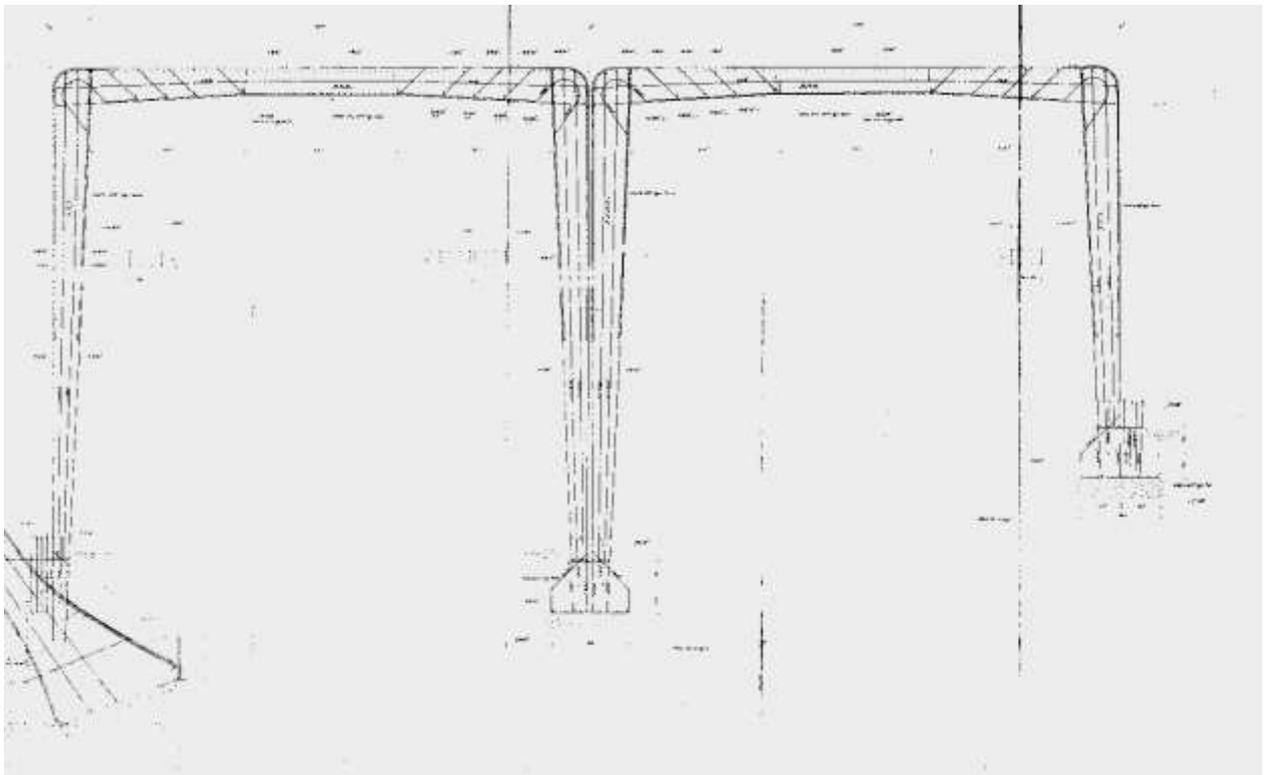
dettaglio orditura impalcato nella campata di accesso lato MI



dettaglio sezione longitudinale telai di campata d'accesso lato Bergamo



armature del telaio zoppo della prima campata lato Bergamo



armature dei portali della seconda e terza campata lato Bergamo



orditura dell'impalcato di appoggio lato Milano, realizzato con calcestruzzo gettato in opera

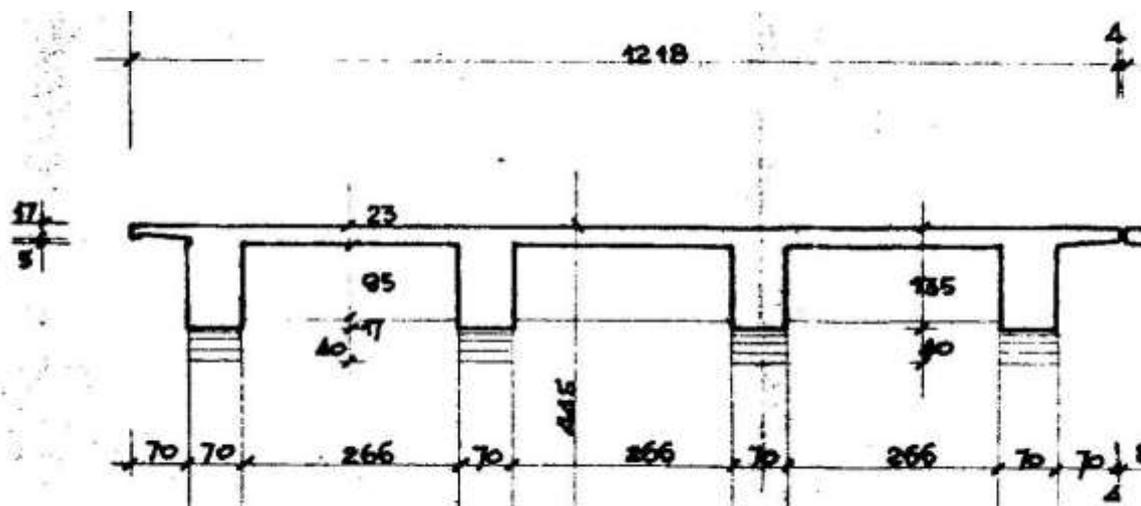
La soletta

L'impalcato ha una larghezza trasversale di 12.18 m costante per tutta la lunghezza del manufatto, con una soletta di 22 cm di spessore in corrispondenza della campata ad arco e di 23 cm sulle campate di accesso.

“La soletta ha l’estradosso perfettamente orizzontale e termina ai lati con due sbalzi di 70 cm, con uno spessore di 17 cm, a sostegno dei marciapiedi rialzati, coperti da lastre asportabili in calcestruzzo armato appoggiate da un lato sul cordone marcapiano e dall’altro sul bordo di contenimento della pavimentazione.

“Quest’ultima è prevista in conglomerato bituminoso a due strati stesi sopra un sottofondo di calcestruzzo magro. La carreggiata di mt. 7,50 ha l’inclinazione unica del 1,3% verso l’esterno (10 cm di dislivello tra i bordi).

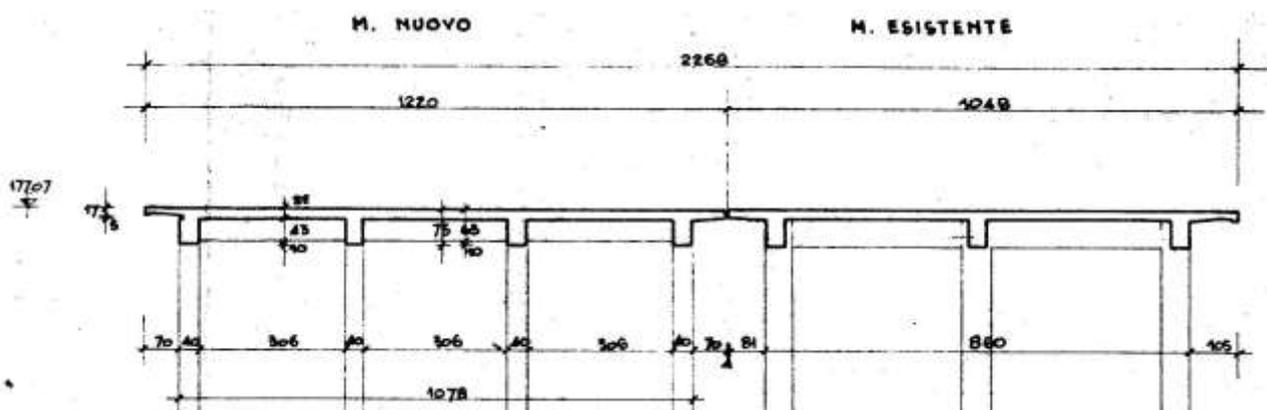
“I marciapiedi rialzati fungono da collettori delle acque piovane che vengono smaltite attraverso tubi metallici del diametro di 10 cm posti ogni 10 mt. circa [..].”



dettaglio della sezione trasversale dell'impalcato

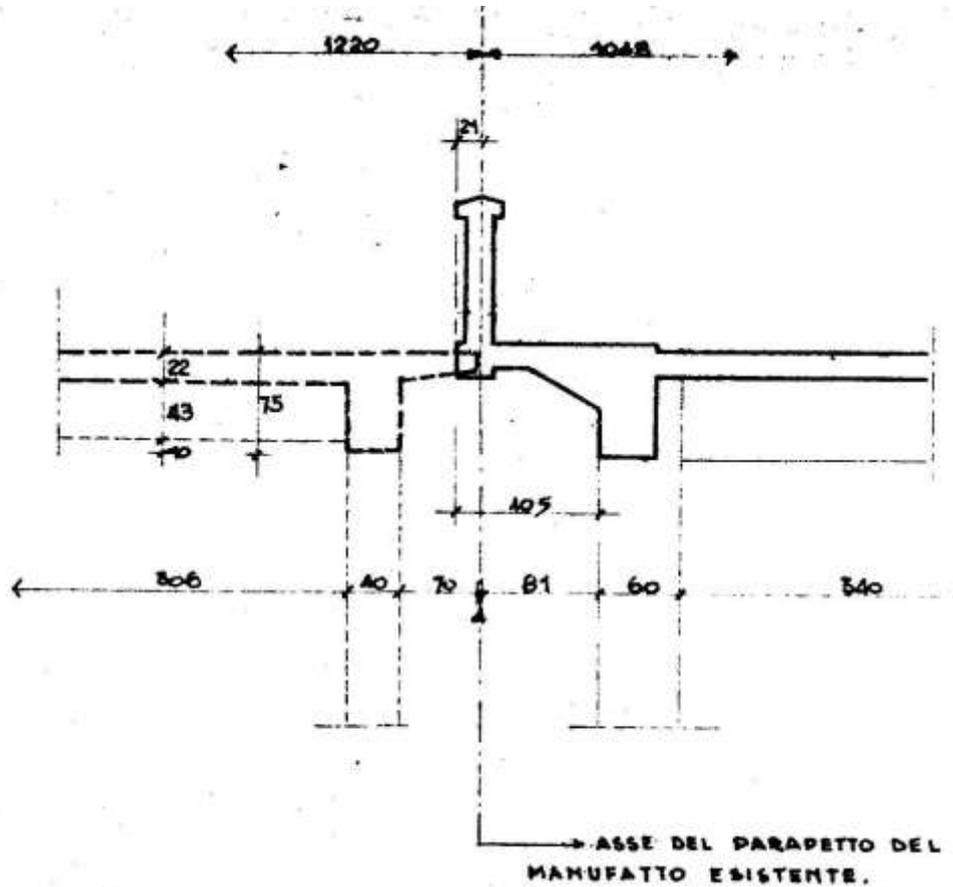
“L’orditura dell’impalcato stradale sul volto è formata da quattro longheroni distanti di mt. 3,46 aventi le stesse dimensioni: spessore 40 cm e altezza 75 cm compresa la soletta di 22 cm [..].”

La soletta risulta così suddivisa in campi rettangolari di 3.46 m di larghezza per una lunghezza che è variabile da 4.37 m in chiave a 5.00 m in corrispondenza dell’imposta degli archi.

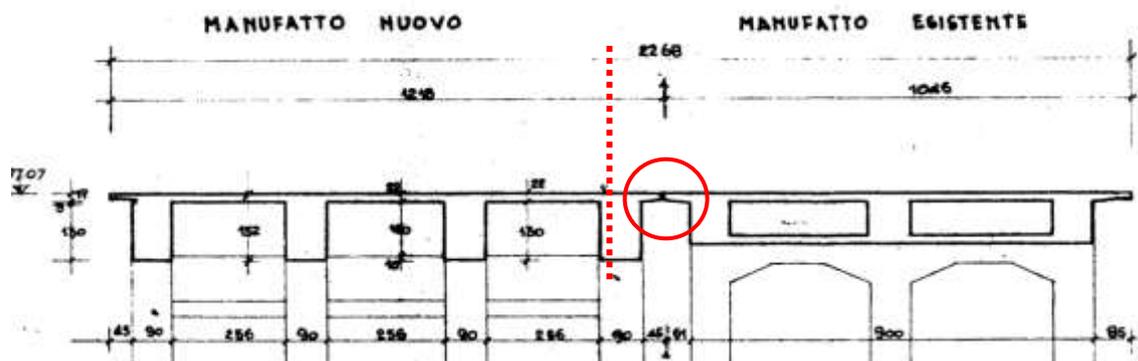


sezione trasversale dell'impalcato in corrispondenza delle reni degli archi

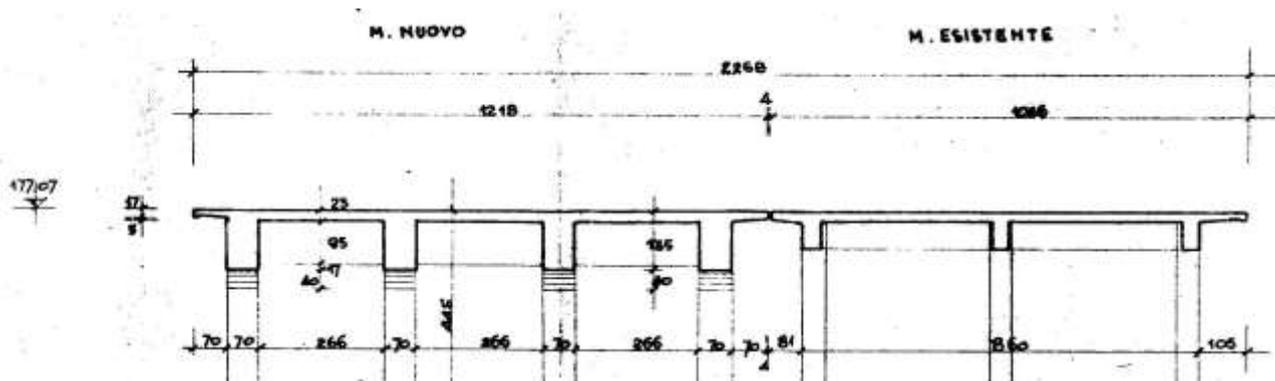
Per l'accoppiamento dei due manufatti del 1927 e del 1966 si è proceduto al taglio del parapetto in c.a. dell'impalcato esistente e ad una rifilatura della soletta a sbalzo verso il nuovo ponte, lasciando un giunto longitudinale di 4 cm di spessore; per rendere simmetriche le due carreggiate est ed ovest, si è reso necessario mettere il giunto longitudinale sotto pavimentazione. I due manufatti accoppiati forniscono pertanto una sezione trasversale d'impalcato complessiva di 22.68 m.



dettaglio dell'interferenza tra ponte 1927 (dx) e ponte 1966 (sx) in evidenza il vecchio parapetto rimosso e la parte di soletta asportata



sezione trasversale dell'impalcato nella zona di chiave degli archi in evidenza il nuovo asse dell'autostrada ed il giunto sotto pavimentazione



sezione trasversale dell'impalcato sulle campate di accesso

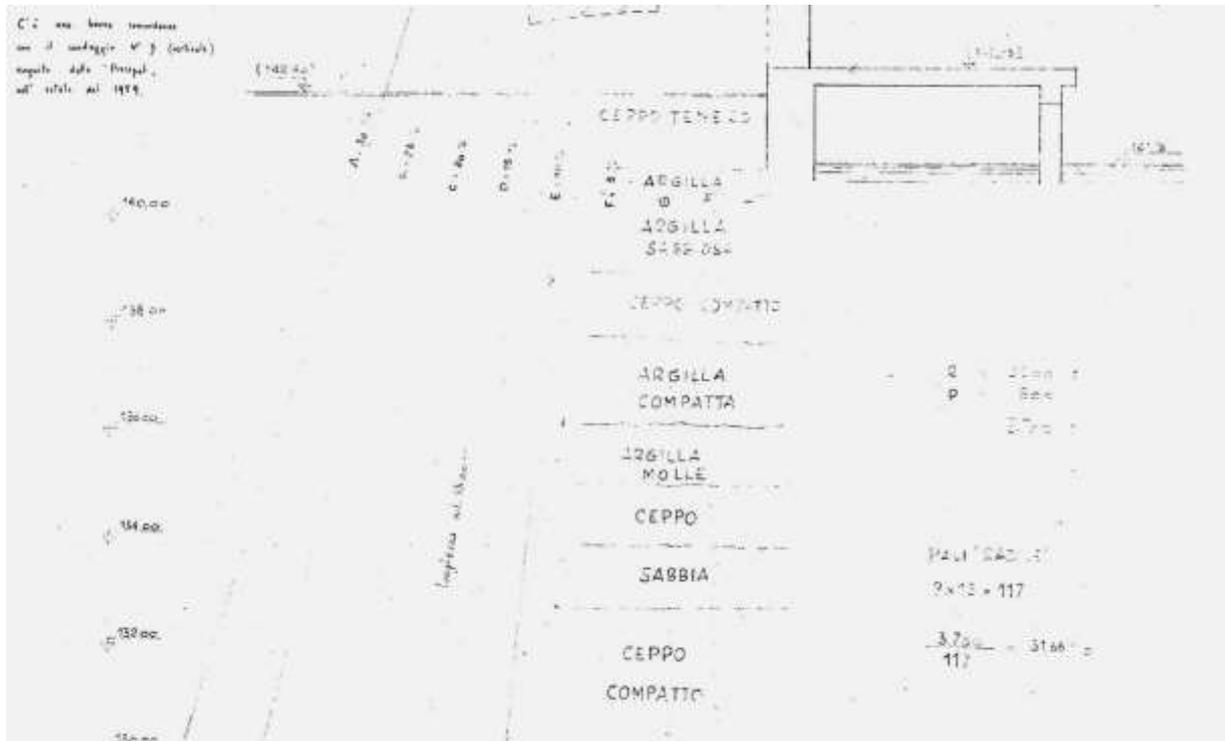


campo di soletta in calcestruzzo gettato in opera all'interno della campata delle arcate

Le fondazioni

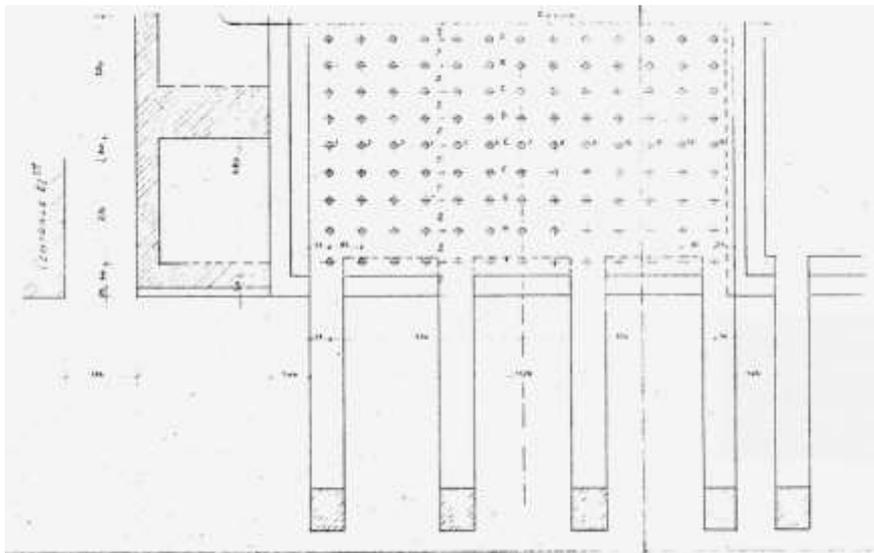
Prima della esecuzione dei lavori sono state condotte dettagliate indagini geologiche e geotecniche, che hanno permesso di progettare delle opere di consolidamento mediante la realizzazioni di pali profondi; la prima serie di indagini era stata effettuata da Pressali nel 1959.

L'indagine lato Milano da quota +142 a quota +130 metteva in evidenza delle alternanze di strati di ceppo, argille, lenti di sabbia, come riportato nella stratigrafia seguente:

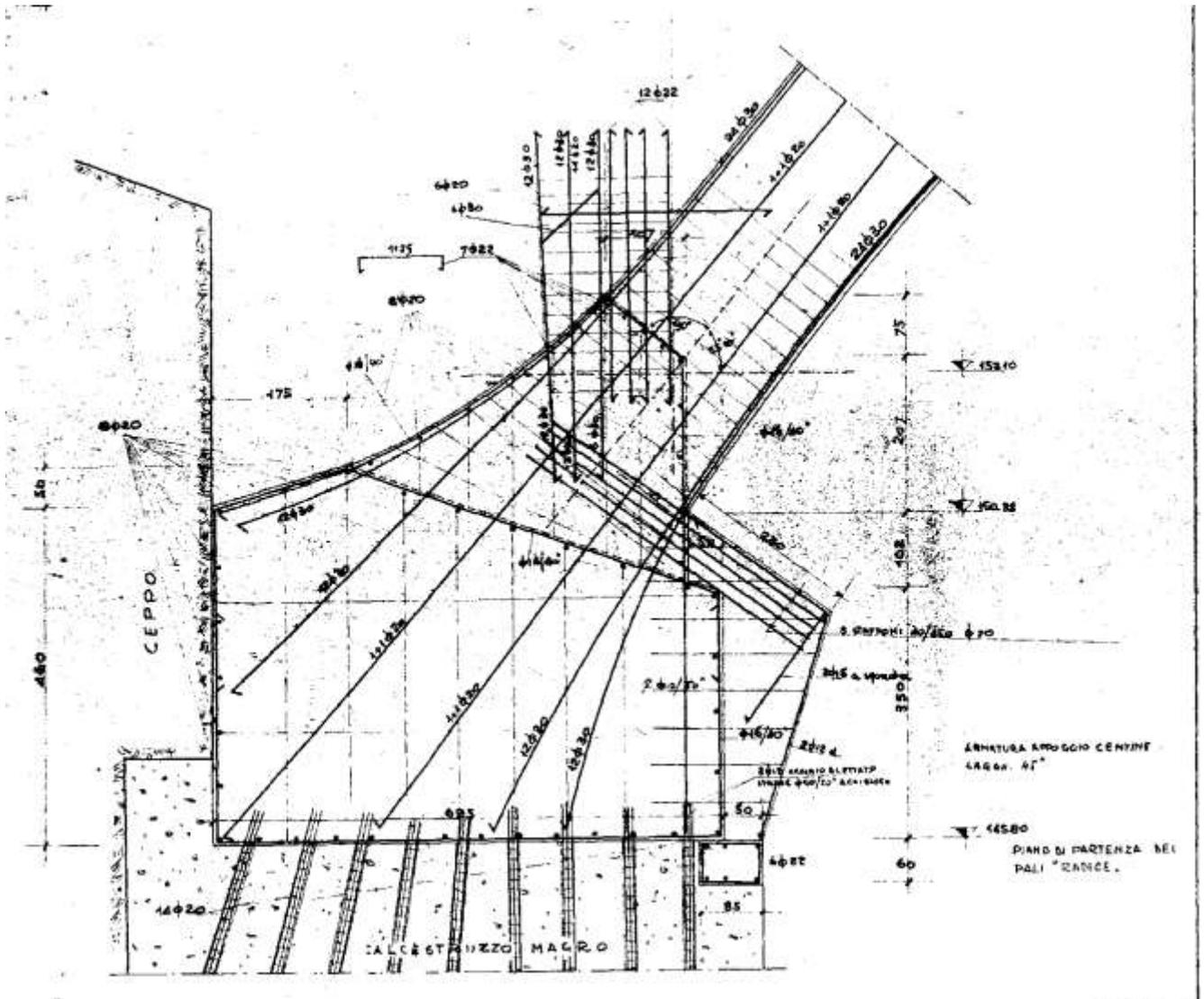


stratigrafia sottostante la fondazione degli archi lato Milano

Come sottofondazione del plinto degli archi lato Milano sono stati realizzati, da parte dell'Impresa Fondedile 117 pali radice (9 orditure da 13 pali), lunghi 18 metri e inclinati da 0 a 30°



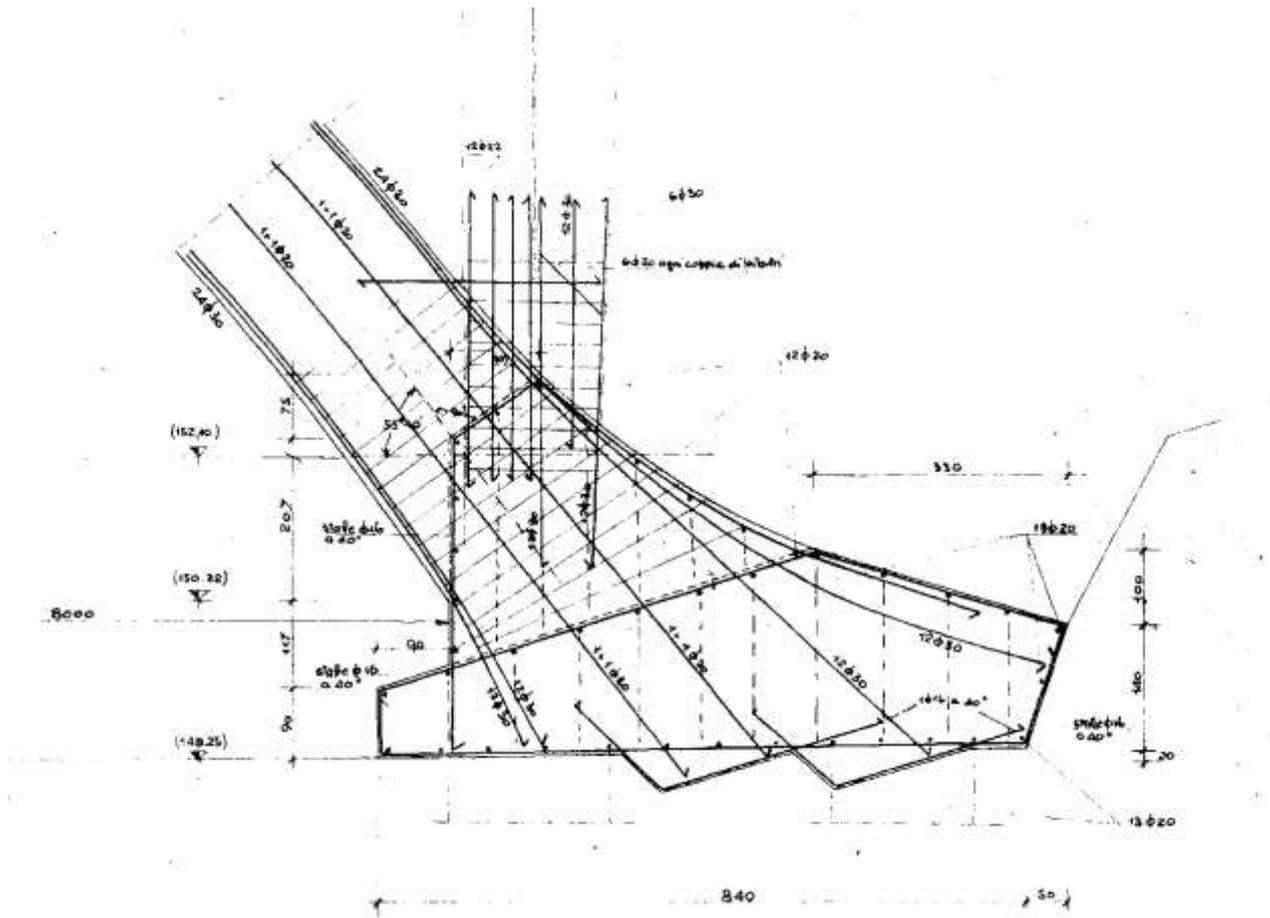
pianta pali radice sotto la fondazione degli archi lato Milano



plinto di fondazione arco lato Milano, con dettaglio di pali radice, magrone e ferri di armatura

Tutte le altre fondazioni sono di tipo diretto, previa bonifica del terreno fino a raggiungere il sottostante strato di ceppo compatto e la realizzazione di un blocco di sottofondazione di calcestruzzo magro, per meglio distribuire le spinte delle sovrastrutture sul terreno.

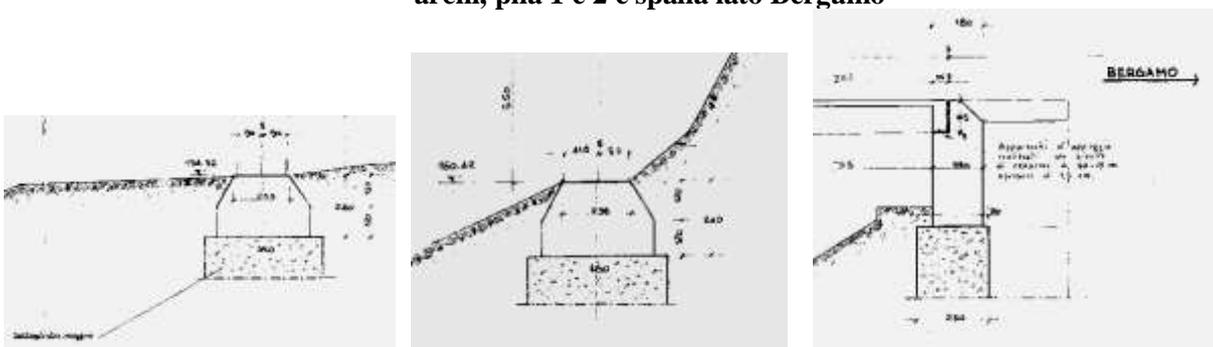
Inoltre, come già riportato, per eliminare il rischio di ritrovarsi nel tempo con uno schema statico delle arcate degradato da doppio incastro perfetto alle imposte a incastro su un lato e semi-cerniera sull'altro, sono state prolungate le armature metalliche dell'arco fino a dentro alla base della fondazione degli archi lato Bergamo; detto rischio è scongiurato sulla sponda Milano dalla presenza dei pali radice.



fondazione arco lato Bergamo, con dettaglio ferri di armatura, inseriti anche nella sottofondazione



assiemi delle singole fondazioni: da sinistra spalla e archi lato Milano, archi, pila 1 e 2 e spalla lato Bergamo



CARICHI

Oltre ai carichi da peso proprio e ai carichi permanenti, ricavabili dalle dimensioni geometriche del manufatto, a proposito dei carichi variabili la Relazione di calcolo specifica che:

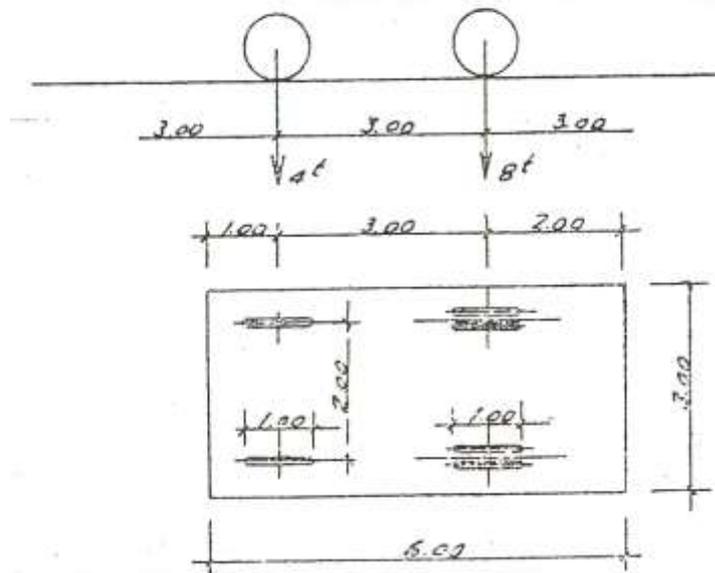
“I sovraccarichi considerati sono quelli indicati nella Normale ministeriale n° 1 del 9/6/1945 e nella Circolare n° 820 del 15/3/1952 dell’Ispettorato Tecnico dell’Anas [...]”.

Non si è invece trovato alcun riferimento alle azioni ambientali del vento e del sisma.

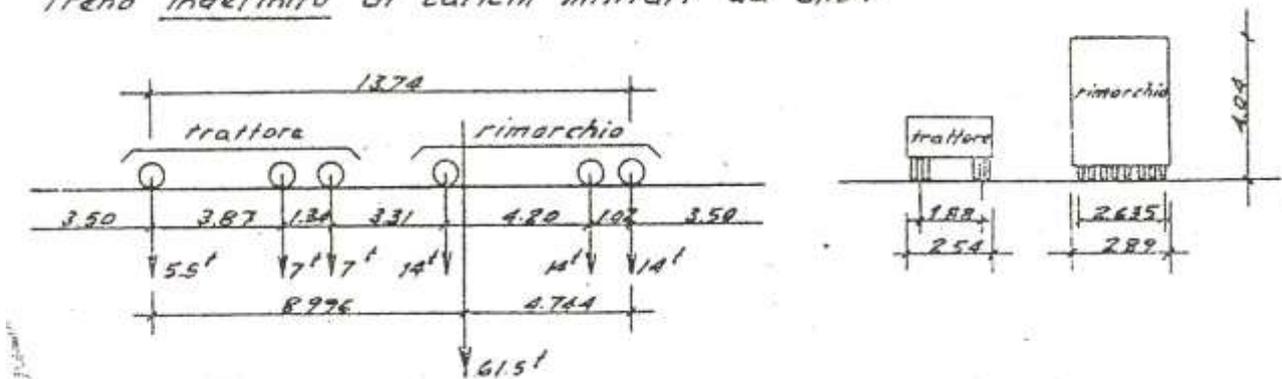
Carichi accidentali

Per il calcolo dei ponti stradali dovevano essere utilizzati i treni di carico illustrati negli schemi seguenti:

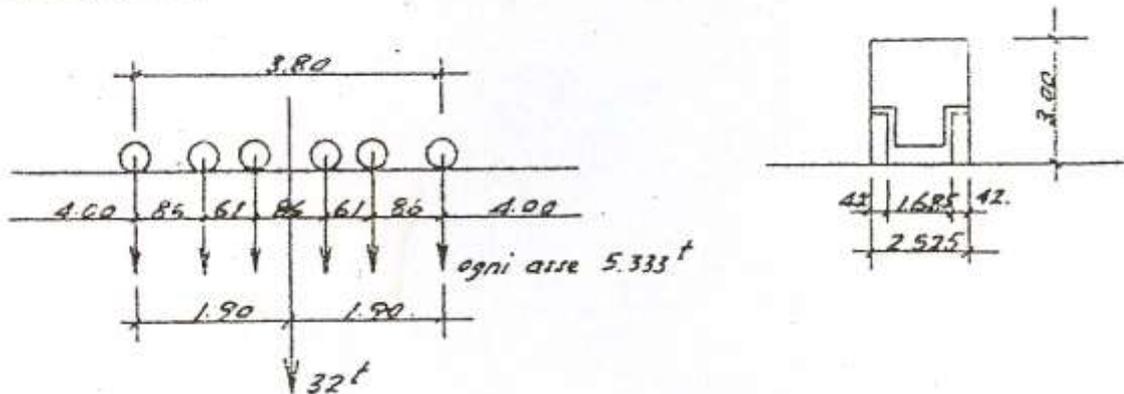
Colonna indefinita di autocarri da 12t



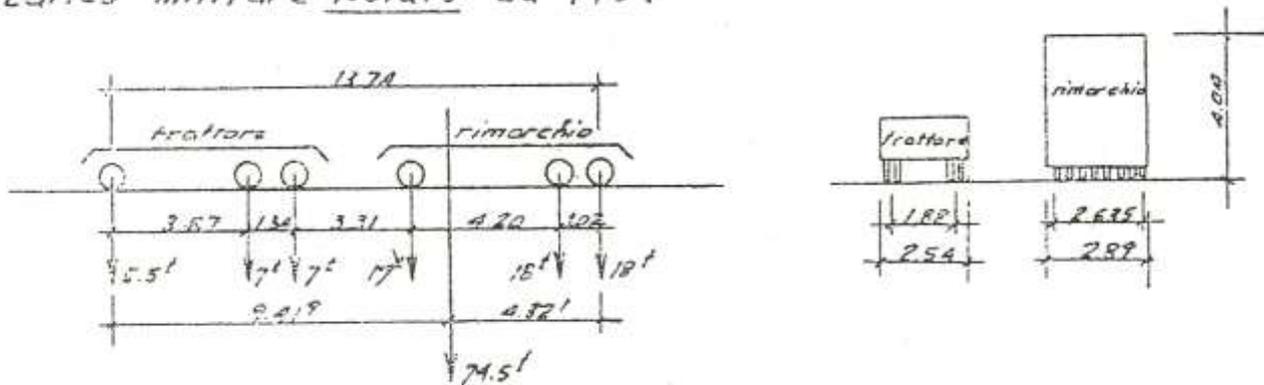
Treno indefinito di carichi militari da 61.5t



Treno indefinito di carichi militari da 32 t



Carico militare isolato da 74.5 t



Un'ulteriore condizione di carico variabile da considerare era la folla compatta di 400 kg/mq. Per tenere conto delle azioni dinamiche provocate dal passaggio dei carichi mobili, la relazione utilizza un coefficiente dinamico moltiplicativo, variabile a seconda della luce L dell'elemento strutturale considerato nelle verifiche, ricavabile dalla seguente formula:

$$n = 1 + 16 / (40 + L)$$

Dal momento che l'ingombro trasversale dei treni mobili era rispettivamente di 3.00 m per il primo schema e di 3.50 m per gli altri tre schemi, all'interno della sede stradale, di larghezza 12 m, potevano trovare spazio contemporaneamente 3÷4 file affiancate di autocarri.

Variazioni di temperatura e ritiro

Il gradiente termico considerato nelle verifiche di calcolo delle strutture in calcestruzzo armato del ponte è stato di +20°C oppure -15°C.

Il ritiro è stato assimilato ad una variazione di temperatura aggiuntiva pari a -5°C.

MATERIALI

“Per i materiali impiegati nelle costruzioni dell’epoca le massime sollecitazioni unitarie dovevano essere contenute entro i limiti stabiliti dal Regio decreto n° 2229 del 16/11/1939 [..]”.

Tale Regolamento stabiliva quanto segue:

Calcestruzzo

azione di compressione:

- | | | |
|----------------------------|---|--|
| - cemento normale: | $\sigma_{\text{ROTTURA}} = 120 \text{ kg/cm}^2$ | $\sigma_{\text{SICUREZZA}} = 35 \text{ kg/cm}^2$ |
| - cemento alta resistenza: | $\sigma_{\text{ROTTURA}} = 160 \text{ kg/cm}^2$ | $\sigma_{\text{SICUREZZA}} = 45 \text{ kg/cm}^2$ |

azione di flessione:

- | | | |
|----------------------------|---|--|
| - cemento normale: | $\sigma_{\text{ROTTURA}} = 120 \text{ kg/cm}^2$ | $\sigma_{\text{SICUREZZA}} = 40 \text{ kg/cm}^2$ |
| - cemento alta resistenza: | $\sigma_{\text{ROTTURA}} = 160 \text{ kg/cm}^2$ | $\sigma_{\text{SICUREZZA}} = 50 \text{ kg/cm}^2$ |

Acciaio di armatura

- | | | |
|----------------------|---|--|
| - acciaio dolce: | $\sigma_{\text{ROTTURA}} = 4200\div 4500 \text{ kg/cm}^2$ | $\sigma_{\text{SICUREZZA}} = 1400 \text{ kg/cm}^2$ |
| - acciaio semi-duro: | $\sigma_{\text{ROTTURA}} = 5000\div 6000 \text{ kg/cm}^2$ | $\sigma_{\text{SICUREZZA}} = 1800 \text{ kg/cm}^2$ |
| - acciaio duro: | $\sigma_{\text{ROTTURA}} = 6000\div 7000 \text{ kg/cm}^2$ | $\sigma_{\text{SICUREZZA}} = 2000 \text{ kg/cm}^2$ |

Dalla relazione di calcolo si ricava che i materiali utilizzati per la costruzione sono i seguenti:

- calcestruzzo fondazione: cemento normale, a 200 kg/mc
- calcestruzzo elevazione: cemento normale, a 250÷300 kg/mc
- calcestruzzo fondazione: cemento alta resistenza, a 300 kg/mc
- acciaio dolce (la gran parte delle armature)
- acciaio semi-duro

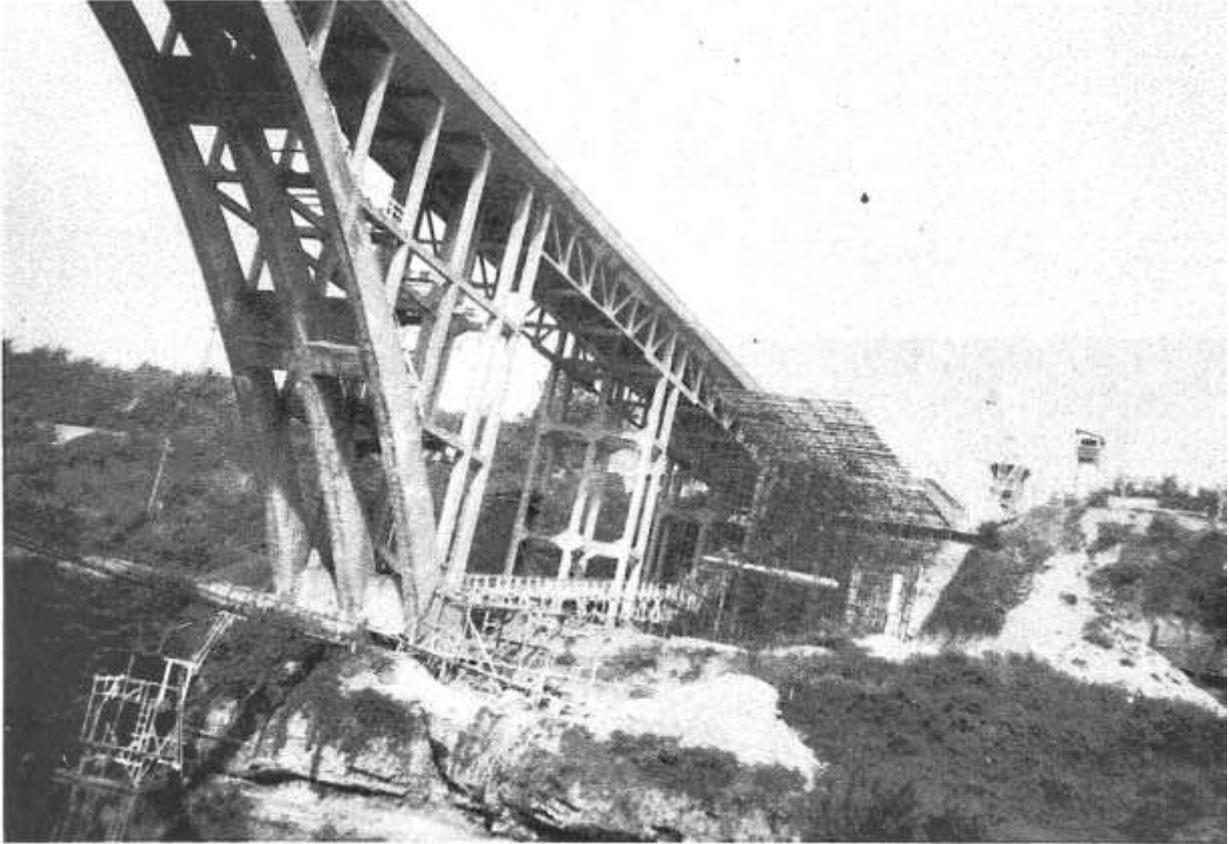


**aspetto esterno delle superfici dei getti di calcestruzzo
in evidenza gli inerti di origine alluvionale**

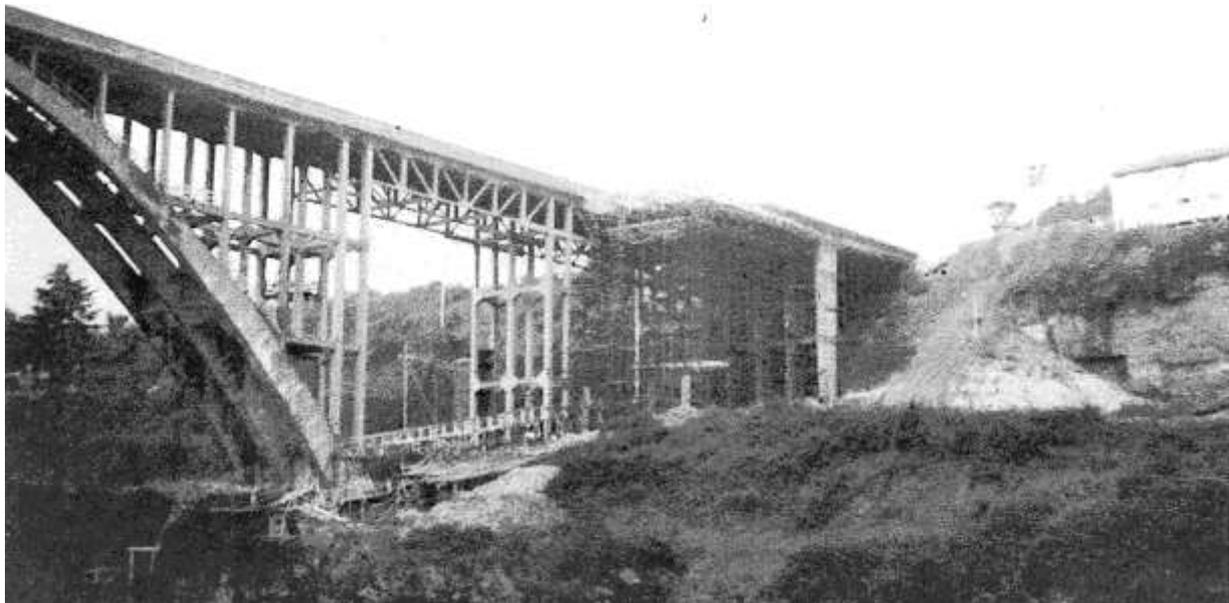
MODALITA' COSTRUTTIVE

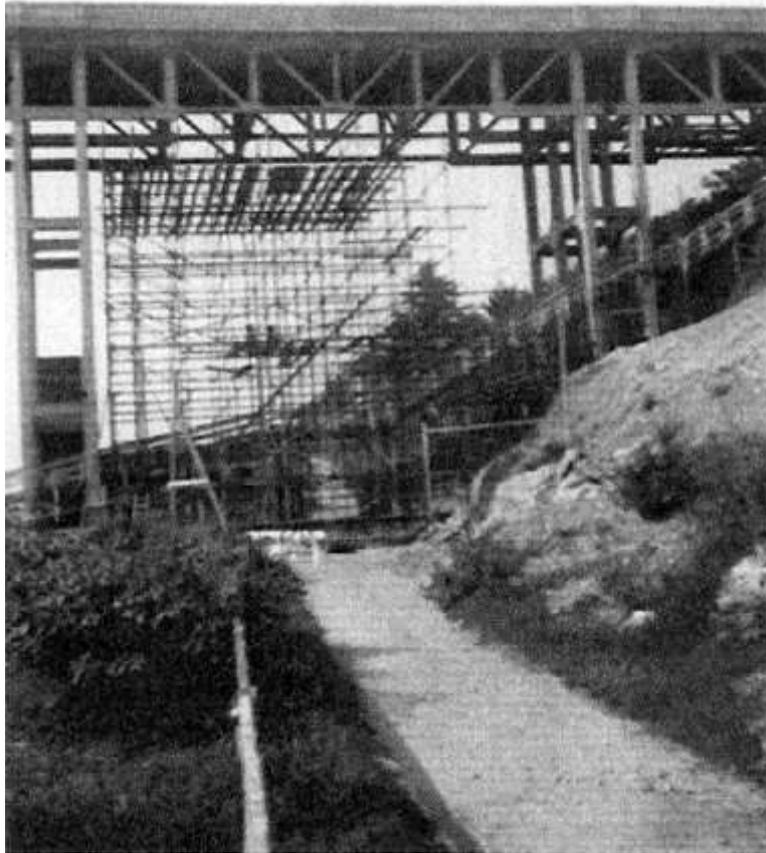
L'opera è stata progettata dalla SPEA e realizzata dall'Impresa Lucchini di Milano.

L'intera opera è stata eseguita in calcestruzzo armato gettato in opera, mediante l'ausilio di ponteggi provvisori realizzati con tubi tipo dalmine, come si evince dalle foto a seguito

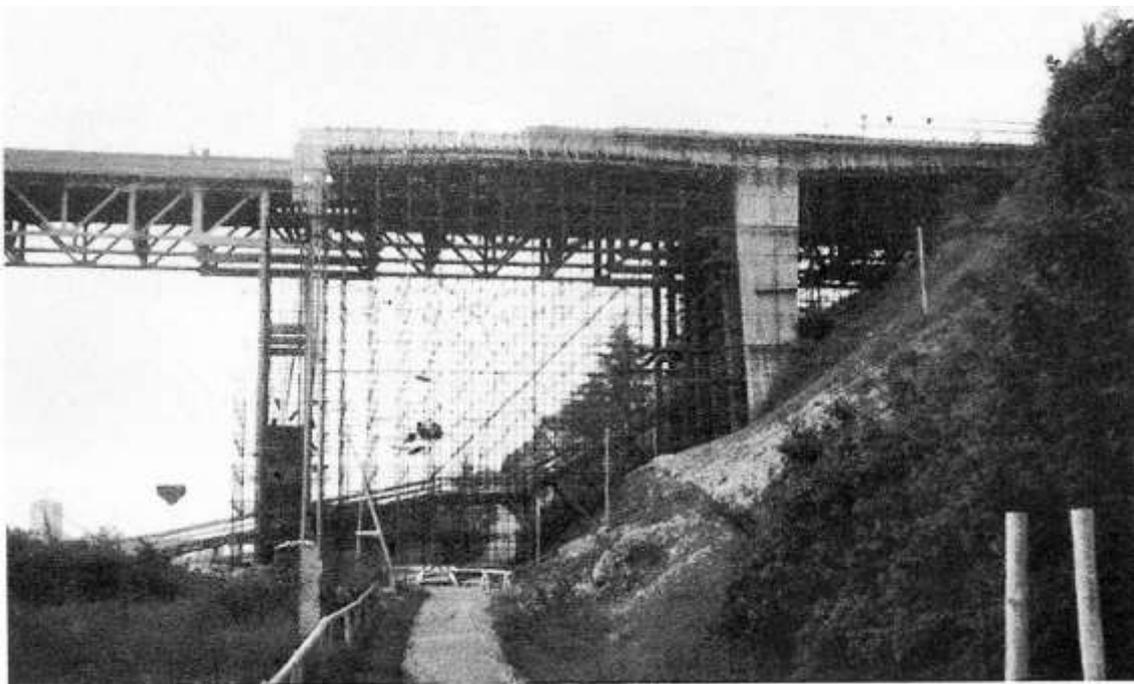


**inizio lavori sulla sponda Bergamo
si veda il ponteggio ed i camminamenti per raggiungere le aree di lavoro più in basso
in secondo piano il ponte 1927 con le campate di accesso ancora tralicciate**



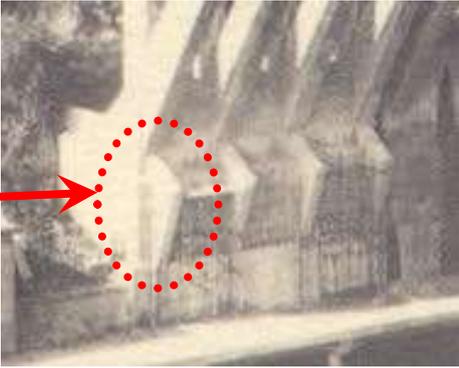
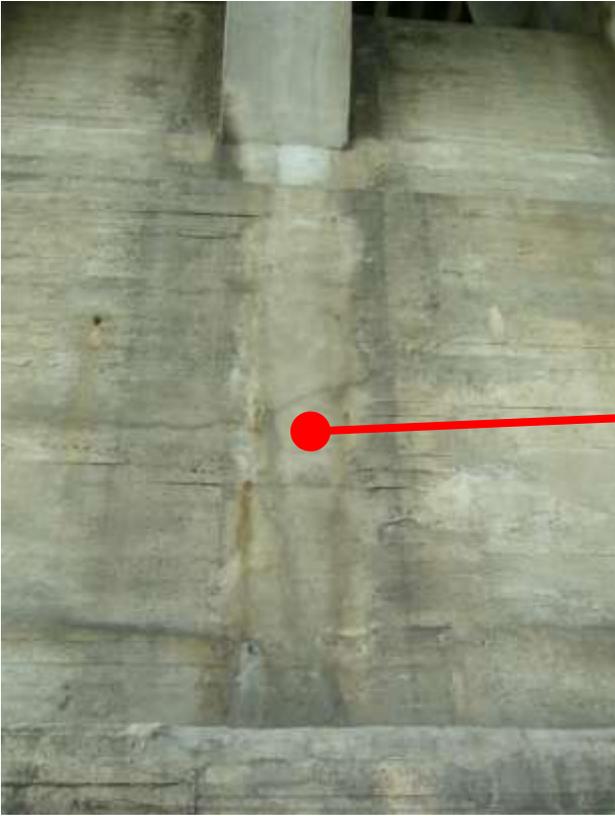


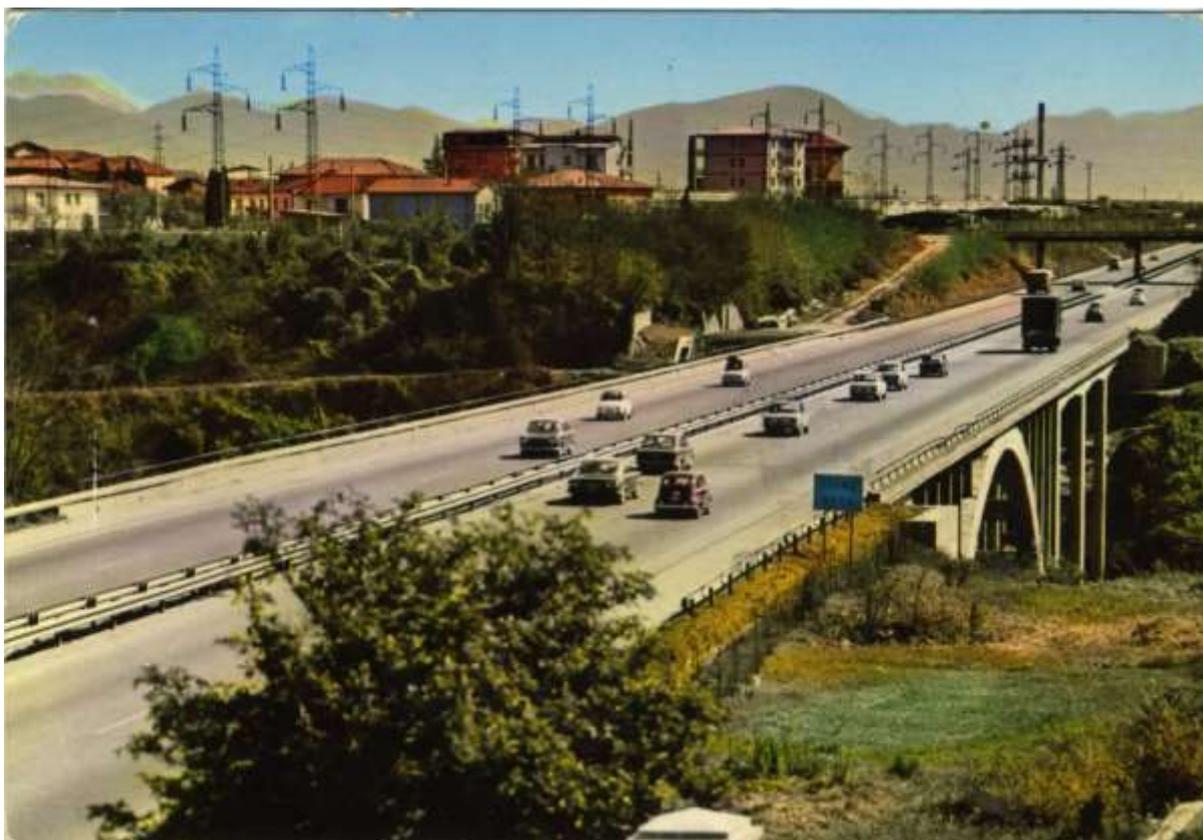
montaggio armature provvisorie in avanzamento per la seconda campata di accesso lato Bergamo



montaggio casseri e getto in avanzamento della seconda campata di accesso lato Bergamo

Anche per le arcate deve essere stato utilizzato un sistema di ponteggi provvisori e centine, del tutto analogo a quello impiegato nella realizzazione del manufatto del 1927, come suggeriscono i quattro moncherini presenti sul plinto di fondazione lato Milano in corrispondenza delle arcate, visibili nella sottostante immagine dell'epoca e poi rimossi.





il ponte sul fiume Adda raddoppiato e aperto al traffico negli anni '60, a 2 corsie per senso di marcia



i due ponti degli anni 1927 e 1966 in un'immagine del 2006, con attive le 3 corsie per senso di marcia, prima dell'inizio dei lavori della 4° corsia

3 PONTI AUTOSTRADALI

1926 - 2007 d.C.

6a PARTE

3° Ponte sull'Adda – 2006/2007

Sull'autostrada 2007 – In Acciaio



Maggio 2005



Maggio 2007

I due ponti realizzati nel 1927 e nel 1960 larghi rispettivamente 10.4 e 12.2 metri collegati assieme con un giunto sotto traccia, permettono l'utilizzo di 3 corsie per direzione di marcia di metri 3.20 cadauno senza emergenza.

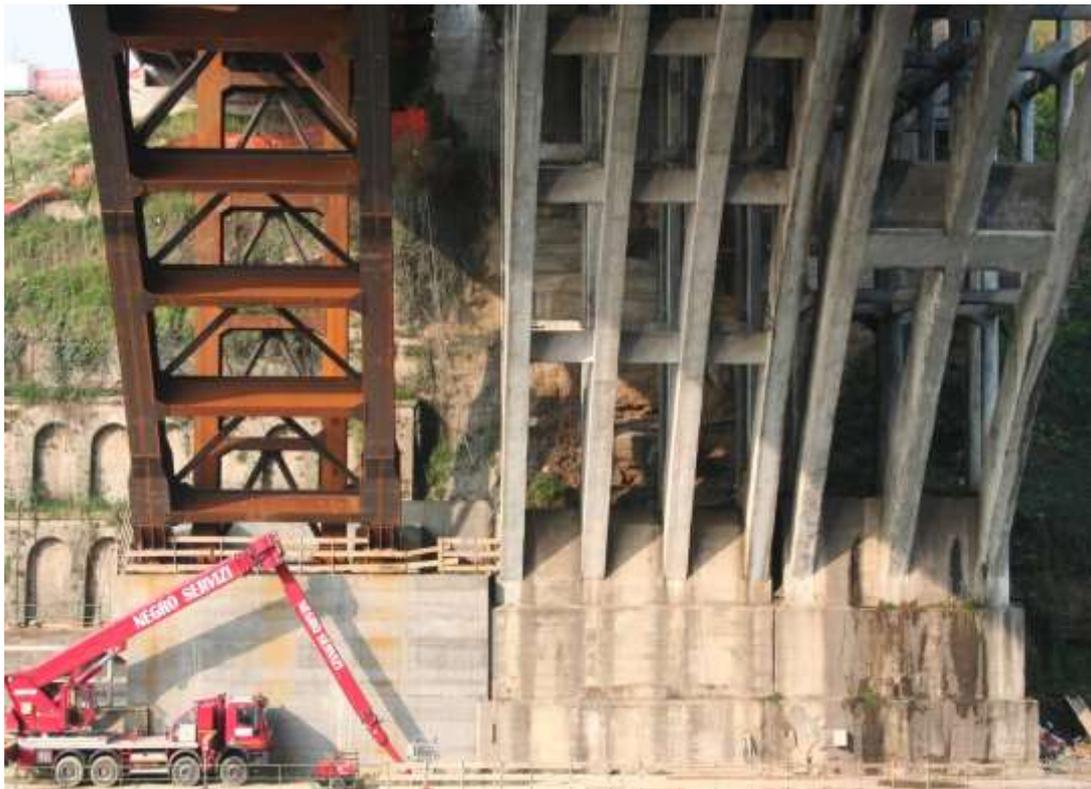
Negli ultimi anni, considerando il drammatico aumento di traffico con punte di 160,000 al giorno in entrambi i sensi di marcia, di cui 50,000 camion ed autobus, le opere erano assolutamente insufficienti ed è stato perciò deciso da parte di Autostrade S.p.a. di costruire una nuova opera da affiancare all'esistente così da poter alloggiare 4 corsie da 3.75 metri più l'emergenza per ogni senso di traffico.

L'opera che è stata affiancata ai ponti esistenti sul lato a sud ha una larghezza di metri 19.20.



Immagini dove si vedono i tre ponti affiancati, nella fase di divisione finale delle carreggiate.

In tale maniera, le due opere preesistenti prenderanno il traffico proveniente da Bergamo mentre la nuova struttura prenderà il traffico proveniente da Milano. I due sensi di marcia saranno separati da 2 adeguate barriere centrali tipo new jersey e tipo bordo ponte.



Mentre le due vecchie opere sono state realizzate in cls, la nuova opera è stata realizzata con fondazioni in cls armato ancorate ad una serie numerosa di micropali, una struttura portante in acciaio ed una soletta armata in cls gettata su un cassero a perdere in acciaio del tipo predalle fissato alle strutture in cls mediante dei chiodi tipo Nelson.

La nuova struttura è stata progettata tenendo conto delle nuove norme sismiche.

E' stato fatto uso di acciaio tipo corten eliminando così un complesso ciclo di verniciature.

Le fondazioni sono state progettate per prendere carichi e sforzi al taglio attraverso una serie fitta di micropali realizzati sotto ciascuna fondazione.

E' stato fatto ampio uso di berlinesi per separare le prime opere da quest'ultima e per operare nelle zone di lavoro in sicurezza.

La fondazione lato Milano è stata particolare dovendo tener conto che non si potevano invadere le bocche di presa della centrale idroelettrica della Italcementi.

Le strutture in acciaio sono state realizzate presso gli stabilimenti dell'Impresa Cimolai, trasportate in cantiere e montate mediante l'uso di autogrù di grande portata da 300 e 800 ton con sbracci fino a metri 110. La prima ha operato dalla spalla lato Bergamo salendo e operando dall'impalcato mano a mano che le campate di accesso all'arco avanzavano, mentre la seconda, quella da 800 ton ha operato dalla spalla lato Milano senza salire sul ponte.

L'accesso al di sotto della struttura per l'assistenza al montaggio è avvenuto mediante altre gru idrauliche di notevole sbraccio ed elevatori idraulici con sbraccio fino a metri 100.

La soletta è stata realizzata in cls armato dello spessore di cm. 30 resa solidale con le strutture in acciaio mediante chiodi tipo Nelson di grande diametro.

Il getto è avvenuto mediante pompe per cls autocarrate dotate di bracci di notevole lunghezza.

La soletta in cls è stata poi resa impermeabile mediante l'applicazione di una guaina liquida prima della posa della piattaforma autostradale in manto bituminoso.

Sul ciglio del ponte è stata posata una sezione rettangolare metallica per il recepimento dei cavi per i servizi autostradali, E.E, segnalamento e quant'altro.

Il bordo ponte è stato protetto mediante il fissaggio sul marciapiede di adeguata barriera in acciaio e relativa struttura di protezione tipo orso grill.

Al di sotto dell'impalcato è stata posata una tubazione metallica del diametro di cm 40, per la raccolta delle acque della piattaforma attraverso pozzetti adeguatamente posizionati.

Il lavoro di montaggio dell'impalcato è stato diviso in due fasi. La seconda ha reso necessario il taglio e la rimozione della soletta a sbalzo del vecchio ponte per poter completare il montaggio dei traversi in acciaio del nuovo ponte. Il taglio dell'opera esistente stato effettuato mediante seghe circolari diamantate e fili diamantati. Per queste lavorazioni si è operato da un cantiere centrale, una volta deviato il traffico sul ponte nuovo in direzione Bergamo.

Una volta risolti i problemi relativi all'accesso alle aree di lavoro e alle attività propedeutiche per il completamento delle pratiche espropriative di alcuni fabbricati e rendere sicuri gli accessi ai due lati del ponte la livello degli impalcati e fondazioni, le opere sono iniziate e completate in mesi 16.

Elenchiamo qui di seguito le quantità principali dei lavori eseguiti sul ponte:

• Disboscamenti	3000 mq
• Scavi	7700 mc
• Micropali Fondazioni (Ø 220)	943 n°
• Micropali Fondazioni (Ø 220)	22800 ml
• Micropali berlinesi (Ø 220)	382 n°
• Micropali berlinesi (Ø 220)	3660 ml
• Armatura micropali	1095 ton
• Calcestruzzi	4360 mc
• Acciaio armatura cls	486 ton
• Acciaio Strutturale	2130 ton
• Impermeabilizzazioni soletta	3300 mq
• Premiscelati pavimentazione	660 ton
• Taglio soletta esistente	178 ml

Per dare un'idea visiva delle lavorazioni richiamate in questa relazione, sono state inserite in ordine progressivo le foto dei lavori a cominciare dalle attività propedeutiche necessarie per dare accesso alle varie aree di lavoro.



Disboscamento, bonifica ordini bellici, posa reti di protezione e paramassi spalla Lato Milano



Demolizione edifici sul nuovo tracciato del 3° ponte



Scavi in spalla sinistra lato Bergamo



Predisposizione accessi alle aree di lavoro



Rinforzo soletta attraversamento bocche di presa centrale idroelettrica Italcementi



Indagini geognostiche aree fondazioni per verificare condizioni sottosuolo



Berlinesi propedeutiche all'isolamento e protezione zone di lavoro



Demolizione edificio Italgem e scavi per la realizzazione delle fondazioni





Realizzazione di micropali sotto le fondazioni



Sotto la fondazione arco sinistro lato Milano e sotto una pila lato Bergamo



Prove di carico e misure su micro-palo strumentato





Magroni di sottofondazione ed armatura in ferro



Armatura in ferro di alcune fondazioni



Ferro di rinforzo e posa tirafondi per ancoraggio strutture archi



Getto con pompa dei calcestruzzi della fondazione arco lato Milano



Completamento spalla la Bergamo e posa appoggi



Completamento fondazione arco lato Milano – Vista panoramica



Arrivo ed allestimento autogrù



Arrivo e pre assemblaggio componenti struttura



Montaggio pile e travi longitudinali





Montaggio pile e traversi campate di appoggio zona arco



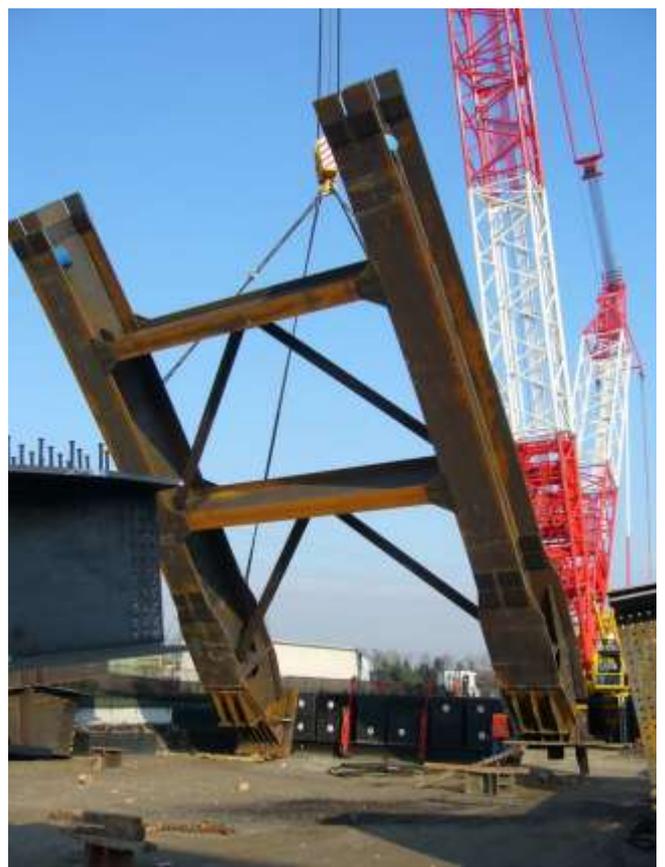
Montaggio traversi a sbalzo e montaggio delle predalles



Vista d'insieme struttura montata delle campate di accesso zona arco lato Bergamo



Posa ferro sopra le predelle e relativo getto della soletta, campate di approccio zona arco. Il getto di queste solette si è reso necessario per poter accedere con le due gru semoventi per il montaggio delle strutture dell'arco.



Gru semovente da 850 ton lato Milano e gru da 400 ton lato Bergamo per montaggi archi



Montaggio parte di arco inferiore lato Bergamo e secondo elemento lato Milano



Dettaglio cerniera al piede degli archi



Sostegno dei conchi in avanzamento dapprima con 2 stralli provvisori fissi, agganciati all'impalcato, successivamente con un argano che consentisse la regolazione della rotazione



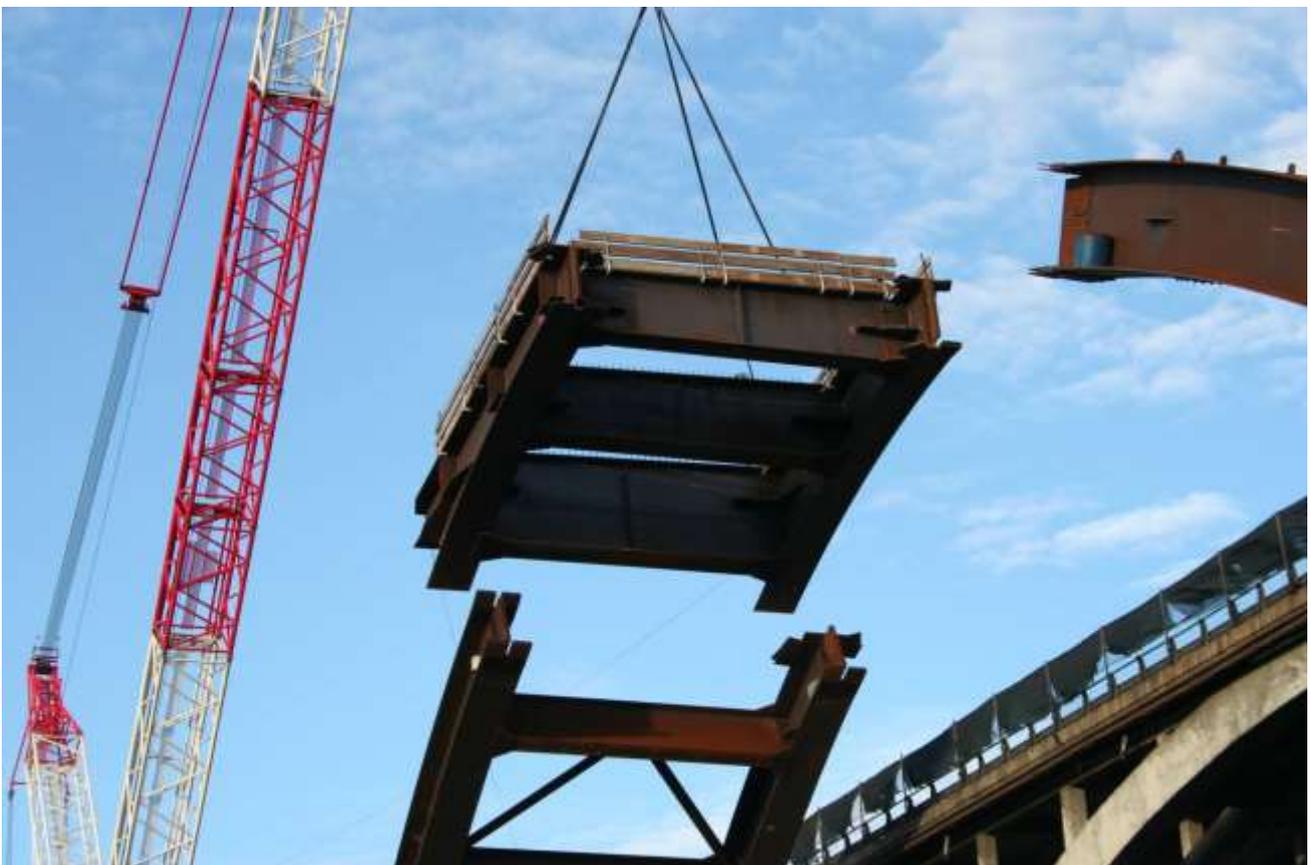


Dettaglio montaggio arco lato Milano. Notasi accesso alle zone di lavoro con piattaforma idraulica





Sollevamento e posa delle zone di chiave pre assemblate





Montaggio elementi della zona in chiave degli archi



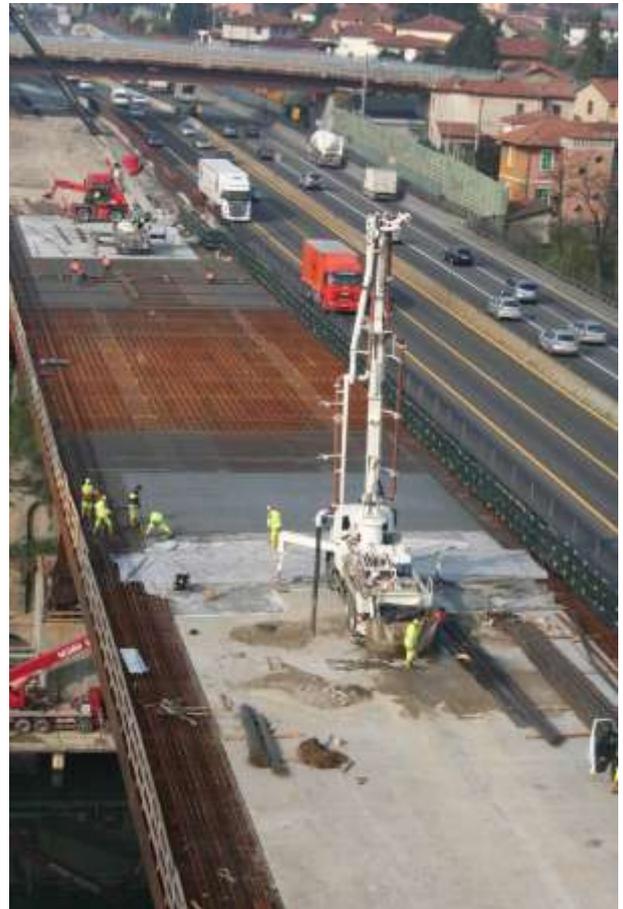
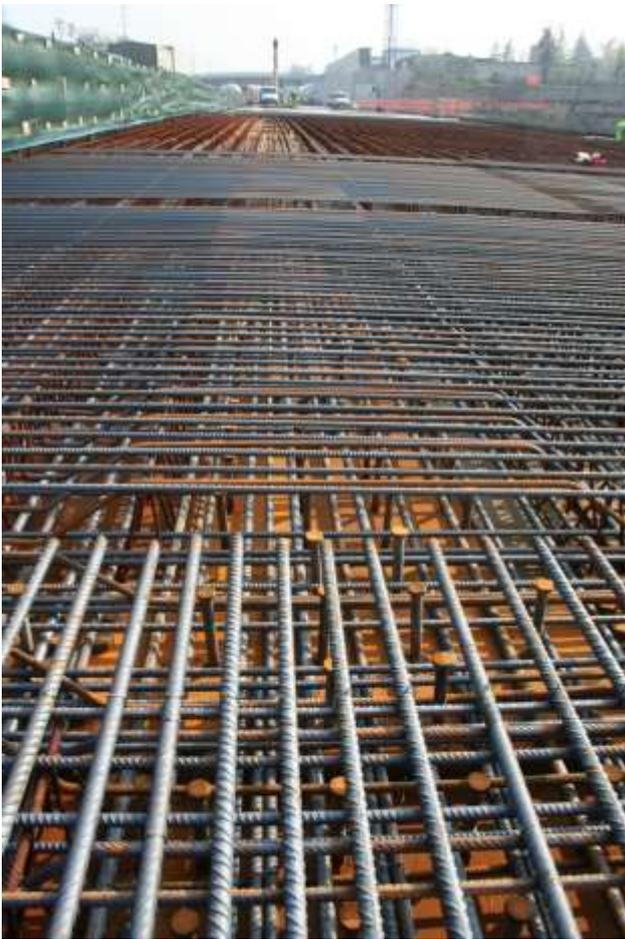


Montaggio delle pile rimanenti che si intestano sull'arco, travi e posa predalles con travi tipo pittini





Montaggio struttura completo



Posa ferro e getto per fasi della rimanente parte di campata



Vista dall'elicottero



Posa della guaina impermeabilizzante



Esecuzione degli asfalti sopra l'impalcato



Posa dei giunti e delle barriere bordo ponte



Segnaletica e collaudo con relative prove di carico





Apertura al traffico con 3 corsie in destra per permette il completamento dei lavori a sinistra.

Esecuzione della striscia di confine del vecchio ponte con la demolizione della soletta a sbalzo, il montaggio dei moncherini rimanti, della struttura definitiva, posa delle predelle rimanenti, la posa del ferro di rinforzo, relativo getto, impermeabilizzazione, asfaltature, posa della barriera New Jersey definitiva e completamento della segnaletica orizzontale e verticale.

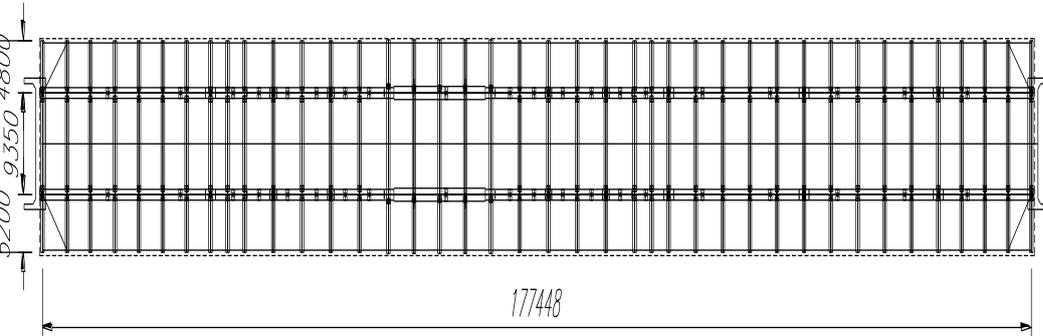


Apertura definitiva dell'opera al traffico con 4 corsie di marcia più quella d'emergenza.

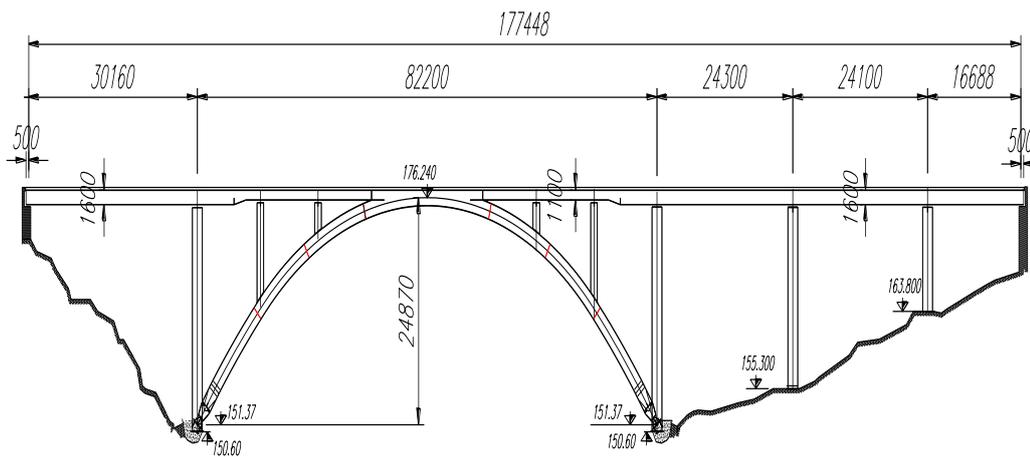


Opera finita

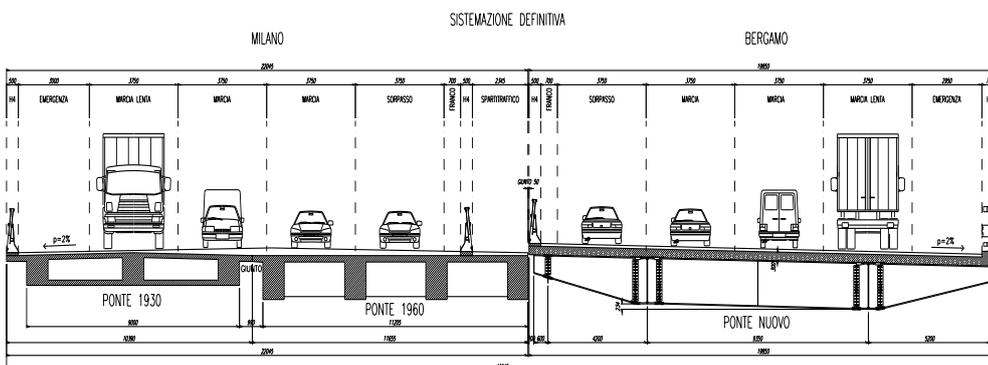
Planimetria della nuova opera



Profilo della nuova opera



Sezione della nuova opera in affiancamento ai ponti anni 60 e anni 30 4 corsie di marcia da 3.75 metri ed una di emergenza per entrambe le direzioni di marcia



CONDIZIONI DELLE AREE DI INSEDIAMENTO DELLA NUOVA OPERA

Morfologia

Il tratto autostradale nel quale ricadono le opere oggetto del lotto 3 presenta caratteristiche morfologiche alquanto uniformi. Il territorio è infatti prevalentemente piatto con modeste depressioni in corrispondenza agli alvei dei corsi d'acqua, salvo le 2 profonde gole corrispondenti alle forre dei fiumi Adda e Brembo.

Geologia

Le formazioni geologiche sono riconducibili al termine pleistocenico fluvio-glaciale, nelle varianti granulometriche e litologiche dettate dai bacini afferenti. I terreni di interesse per il progetto sono costituiti generalmente da alluvioni da molto grossolane a ghiaiose, coperte in superficie da uno strato di alterazione argilloso, giallo rossiccio, di modesto spessore. Localmente la copertura argillosa è ferrettizzata o può essere in parte sostituita e ricoperta da limi fluvio-lacustri più recenti in lembi irregolari. In profondità le ghiaie possono essere cementate in livelli conglomeratici di scarsa continuità laterale e di caratteristiche meccaniche modeste.

Sui fianchi delle incisioni vallive dell'Adda e del Brembo affiorano i conglomerati dell'Adda (formazione del 'ceppo'), le cui caratteristiche meccaniche sono indubbiamente buone e localmente ottime. Lo testimoniano le pareti a volte verticali delle pendici vallive e l'importanza delle strutture che su di esse sono state impostate (ponti e gallerie).

I conglomerati costituiscono una assise di fondazione adatta anche per opere molto impegnative. Vanno tuttavia tenute presenti gli accidenti di tipo sedimentario (interstrati sabbiosi e limosi), fessurativo e tettonico, che interessano in generale i fianchi delle valli.

Geotecnica

Le formazioni superficiali argillose e limose hanno in generale caratteristiche di densità e resistenza non accettabili; il loro coefficiente di permeabilità è basso e tale da impedire un buon drenaggio. Per la fondazione di opere d'arte esse vanno quindi eliminate e sostituite.

Le formazioni ghiaiose e gli orizzonti conglomeratici sottostanti, esistenti a modeste profondità dal piano di campagna, sono al contrario di caratteristiche meccaniche generalmente adeguate e di permeabilità medio-alta. La massa dei conglomerati è permeabile per porosità e soprattutto per fessurazione. Nel complesso tali formazioni forniscono un'ottima fondazione per le opere d'arte e consentono di realizzare fondazioni dirette per la maggior parte delle strutture, con eccezione di quelle più impegnative.

Dal punto di vista delle caratteristiche geotecniche il tracciato, dall'inizio del lotto fino al fiume Adda (km 32 - 34), è caratterizzato da formazioni superficiali con angolo di attrito prossimo a 28°. Oltre l'Adda formazioni simili sono ubicate a profondità maggiori, mentre in superficie sono presenti terreni con angolo di attrito intorno a 34° - 36°. Sono talvolta presenti lenti sabbiose o limose, in corrispondenza di zone superficiali di recente deposizione fluviale (Olocene), ovvero di deposizione di origine eolica o fluviale meno recente (Pleistocene superiore). Localmente sono segnalate cavità

(condotti di percolazione detti anche 'occhi pollini'), che si ritengono subverticali, di piccole dimensioni e scarsamente dinamiche.

I conglomerati dell'Adda possono richiedere localmente consolidamenti (con ancoraggi attivi e passivi e/o con iniezioni) per ovviare alla presenza di interstrati sabbiosi e di giunti aperti di grande continuità laterale. I giunti presenti nei conglomerati dell'Adda sono legati sia a fenomeni di stress relief che a fenomeni tettonici.

Falda

Tutto il tracciato del lotto 3 rimane a monte della linea dei fontanili sicché la falda freatica si incontra ovunque al disotto del piano campagna, spesso a profondità anche notevoli. E' quasi generalizzata la presenza di più falde sovrapposte e largamente indipendenti tra di loro, ma la profondità cui si incontra la seconda falda è di gran lunga superiore allo spessore dei suoli di interesse per le opere del progetto.

Traffico

I lavori dovranno essere eseguiti in presenza di traffico sull'attuale sede autostradale. Eventuali limitazioni alla circolazione e/o chiusure notturne delle carreggiate dovranno preventivamente essere concordate ed autorizzate dalla competente Direzione di Tronco di Autostrade per l'Italia.

Cavi Telefonici

Lungo il tratto di autostrada interessato dai cantieri corre, interrato nella banchina della carreggiata est, un cavo coassiale 7bc per i servizi autostradali. Nei tratti interessati dalle aree di cantiere il cavo sarà preventivamente rimosso e alloggiato provvisoriamente lungo la barriera di protezione a delimitazione del cantiere, per essere successivamente ricollocato sotto la banchina dopo l'adeguamento della sede autostradale a completamento dei lavori

Edifici – linee elettriche – metanodotti.

E' prevista la demolizione di alcuni edifici di civile abitazione ubicati sul margine della carreggiata Est tra Pr. 34+255 e Pr. 34+360 circa.

Nella stessa tratta sono inoltre presenti due condotte del gas di cui una di media ed una di basse pressione della A e B, ed una linea elettrica a bassa tensione ENEL. Tutti i suddetti rami peraltro alimentano gli edifici che devono essere demoliti e, pertanto, è stata prevista la rimozione dei tratti terminali non più funzionali. Deve inoltre essere eseguita una protezione del tratto di acquedotto interessato dalla rampa di accesso al cantiere.

Al km 34+000 circa, in corrispondenza della spalla sinistra, la sede autostradale è attraversata da una linea elettrica aerea di media tensione ENEL, che potrebbe interferire durante le fasi costruttive delle strutture metalliche del ponte. Di conseguenza è stata considerata la necessità di procedere alla sua preventiva deviazione, sostituendo il tratto aereo interessato con una linea interrata.

Poco più a monte, lungo la strada che sottopassa il ponte, è posizionato un collettore fognario del Consorzio Intercomunale dell'Isola, che andrà ricollocato contestualmente alla deviazione della stessa strada, per la presenza delle fondazioni della spalla sinistra del ponte.

Nel tratto seguente, dopo la spalla del ponte, tra le progr. km 34+560 e km 34+630 sempre in carreggiata Est, nella zona interessata dalla paratia di pali, in sommità della trincea lungo il fronte del cimitero di Capriate, sono presenti due condotte di gas a media pressione appartenenti una alla Italgas e l'altra alla AEB, che dovranno essere ricollocate nella posizione indicata nella stessa planimetria delle interferenze.

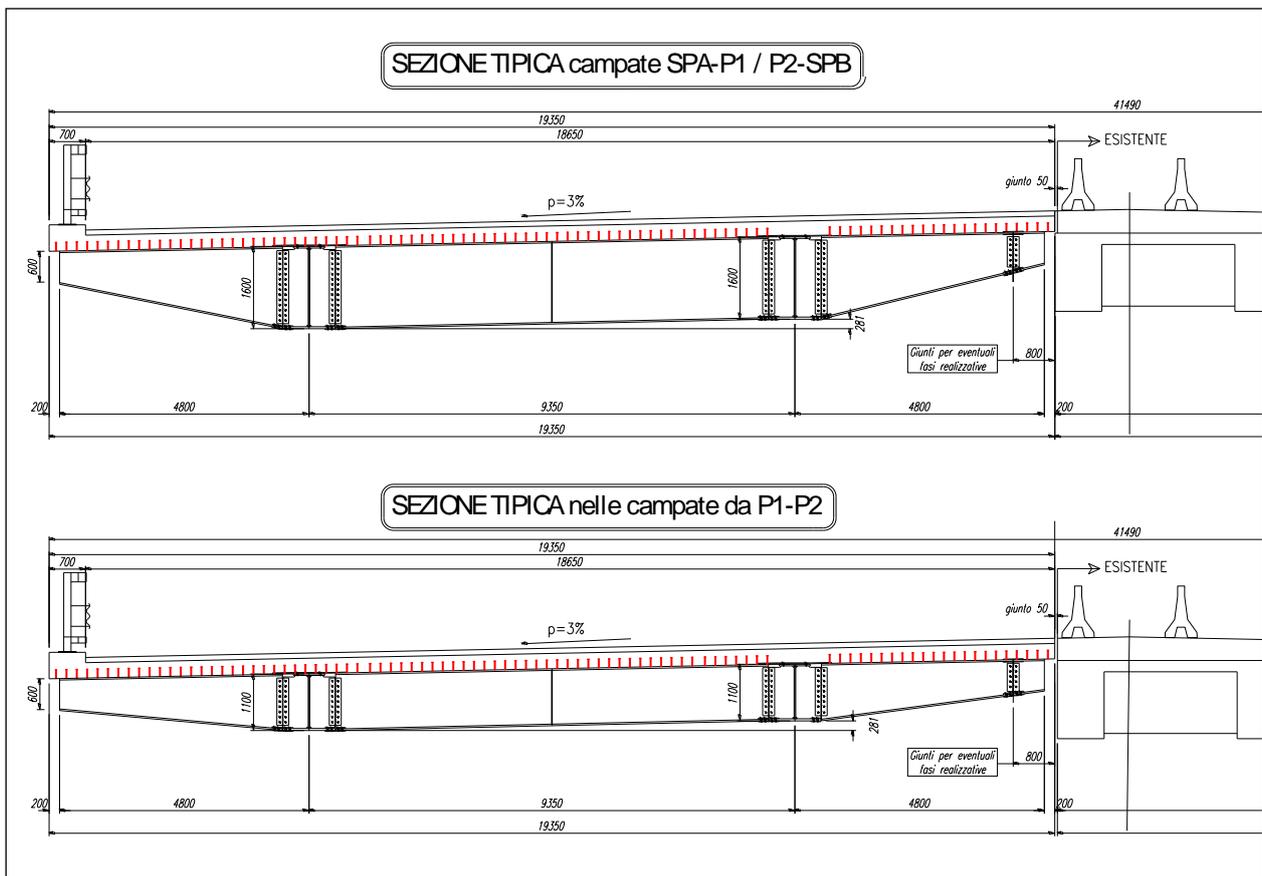
DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'allargamento del ponte sul fiume Adda, situato rispettivamente alla Pr. 34+453 rientra nel progetto di ampliamento della piattaforma autostradale nel tratto Milano – Bergamo, lotto3.

Per adeguare le opere alle caratteristiche della nuova carreggiata autostradale (4 corsie di marcia + 1 corsia di emergenza) la larghezza degli impalcati, che attualmente è di m 22.57 per il ponte sull'Adda va incrementata fino a m 41.40 per entrambi i nuovi manufatti.

L'ampliamento dei manufatti richiede la costruzione di opere fondazionali e di strutture metalliche di rilevante impegno, ad archi multipli, di 82.20 m.di luce.

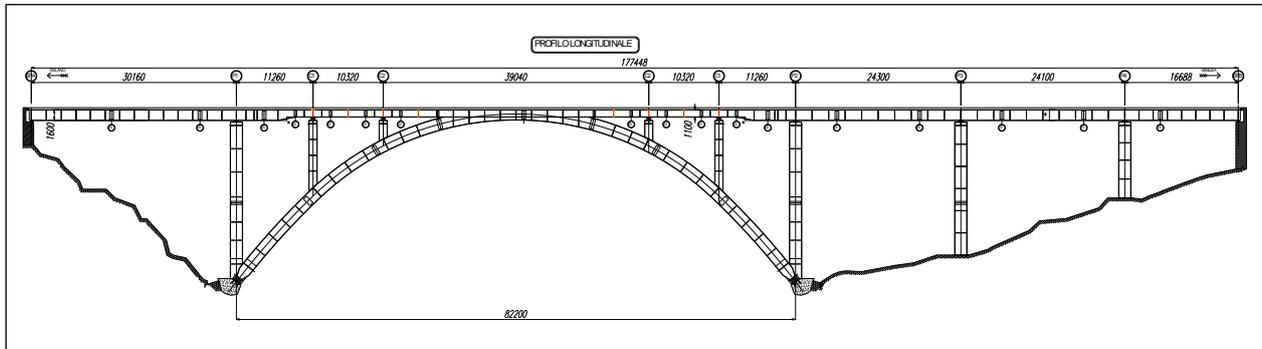
Oltre all'ampliamento dei manufatti, si eseguiranno i lavori di allargamento delle fasce autostradali immediatamente a tergo delle spalle del ponte in carreggiata Est, al fine di consentire la disponibilità di aree sufficientemente estese ed agibili per l'operatività dei cantieri di lavoro.



Sezioni trasversali tipiche

La sezione tipo del ponte prevede due travi metalliche a doppio T in acciaio tipo Fe 510, di altezza pari a 1.1 m nelle campate sopra l'arco (tra P1 e P2) e 1.6 m nelle campate restanti (tra S.p.A. e P1 e tra P2 e SpB).

L'interasse tra le travi è pari a 9.35 m.



Profilo longitudinale

Il ponte è costituito da 9 campate di luce variabile da un minimo di 10.32 m ad un massimo di 30.16 m, sostenute da pile in acciaio di sezione a doppio T saldato. Le pile (tipo P1 – P2 – P3 e P4), aventi un'altezza da circa 11.5 m a circa 23.5 m, sono collegate direttamente alla fondazione, mentre le altre pile (tipo C1 e C2) sono sostenute da due archi in acciaio incernierati alle fondazioni, aventi sezione a doppio T saldato di altezza 1.8 m e posizionati sotto l'asse longitudinale delle travi principali.

Le due travi principali sono collegate tramite traversi piolati ad anima piena, della stessa altezza delle travi principali. La parte a sbalzo della soletta è inoltre sostenuta da remi trasversali che costituiscono la prosecuzione dei traversi.

Nel seguito, si riportano le principali caratteristiche morfologiche, costruttive e statiche.

Travi principali

La sezione trasversale è costituita da 2 travi in acciaio a doppio T di altezza costante pari a 1100 mm nelle campate sopra l'arco e 1600 mm nelle restanti, composte da piatti saldati di spessore variabile. La larghezza dell'ala superiore delle travi è variabile da 600 mm a 1000 mm, mentre la larghezza dell'ala inferiore da 800 mm a 1100 mm.

Traversi e remi

In corrispondenza degli appoggi sulle pile in acciaio e della mezzeria delle campate, sono disposti traversi piolati ad anima piena collegati alle travi tramite giunti bullonati. In corrispondenza di ogni traverso la soletta poggia, nella parte a sbalzo della sezione trasversale, su remi piolati ad anima piena, la cui altezza varia da un massimo di 1100 mm nelle campate ad arco e 1600 mm nelle altre ad un minimo di 600 mm, anch'essi collegati alle travi tramite giunti bullonati.

Archi e pile metalliche

I due arconi sono costituiti da profili saldati a doppio T di altezza 1800 mm. Sono incernierati alle fondazioni e collegati tra loro tramite un sistema di controventatura.

Le pile metalliche sono anch'esse costituite da profili saldati a doppio T. Le pile più esterne sono incernierate alle fondazioni, mentre quelle più interne sono collegate all'arco sempre tramite un collegamento a cerniera. Tutte le pile sono incernierate all'impalcato e collegate trasversalmente a due a due tramite controventi.

Soletta realizzata con predalles

La soletta in calcestruzzo, di spessore costante pari a 30 cm, è gettata su predalles metalliche tralicciate.

Complessivamente la larghezza dell'impalcato è di 19.85 m, di cui 19.15 di carreggiata.

Il getto della soletta è collegato alle sottostanti travi in acciaio mediante connettori tipo Nelson elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi.

La soletta in calcestruzzo armato collaborante con le travi, garantisce, insieme ai traversi, la ripartizione dei carichi a tutte le travi dell'impalcato in esame. La strada sarà percorribile con carichi di prima categoria Q_{1A} posti in due corsie.

Caratteristiche del montaggio

La travata viene prefabbricata in conci di lunghezza massima di ~ 7.5 m. I suddetti conci vengono quindi assemblati in opera mediante giunti bullonati ad attrito.

L'impalcato in conglomerato cementizio è previsto gettato in opera utilizzando coppelle prefabbricate autoportanti metalliche contenenti parte dell'armatura trasversale. Le coppelle sono inoltre provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi sottostanti al fine di consentire la disposizione dei connettori di tipo Nelson.

CONSIDERAZIONI DI PROGETTO

Travata metallica

La struttura è concepita, in esercizio, come un graticcio di travi unite trasversalmente da diaframmi posti ad interasse massimo pari a circa 5 m.

La struttura è concepita, in esercizio, come un insieme di travi connesse tra loro per mezzo di diaframmi verticali che, incastrandosi nelle travi, sfruttano la mutua interazione tra rigidità flessionale e torsionale allo scopo di ripartire i carichi tra le travi principali.

In particolare, il ponte è stato studiato come graticcio di caratteristiche flessotorsionali pari alla sezione strutturale della singola trave, previa opportuna determinazione delle larghezze collaboranti di soletta ai sensi della CNR 10016.

Lo schema statico globale dell'impalcato è di trave continua su sette campate di luce pari a 10.32 m, affiancata dal lato Milano da una campata di luce 30 m e dal lato Venezia da 3 campate rispettivamente di 24.3, 24.1 e 16.7 m.

Per gli indici di deformabilità si provvede a controllare che le frecce indotte dai carichi permanenti, prima e seconda fase, siano contenute entro il valore di $L/150$ (come prescritto dalla CNR 10016-85 paragrafo 3.5.4) pur predisponendo opportune contromonte di officina, ed infine che le deformazioni per i carichi mobili, terza fase, siano contenute entro i limiti di $L/500$, come prescritto dalla CNR 10011-97.

Sezione mista

Trattandosi, nel funzionamento globale, di un sistema misto acciaio-clc, le azioni agenti vengono suddivise in tre fasi, corrispondenti al grado di maturazione del getto di clc e quindi ai diversi livelli di rigidità e caratteristiche statiche delle sezioni.

- Fase I: considera il peso proprio della struttura metallica, delle lastre prefabbricate e del getto della soletta che, in questa fase, è ancora inerte. La sezione resistente corrisponde alla sola parte metallica.
- Fase II: ai successivi carichi permanenti applicati alla struttura (pavimentazione, cordoli, G.R. ecc.) corrisponde invece una sezione resistente mista acciaio-calcestruzzo. Per tenere in considerazione i fenomeni «lenti» che accompagnano questa fase, imputabili alla viscosità del calcestruzzo, si adotta un valore del modulo elastico del calcestruzzo corrispondente a quello suggerito dalla normativa, che si traduce, per le verifiche condotte con il metodo delle tensioni ammissibili, a considerare un valore del coefficiente di omogeneizzazione «n» pari a 17.1 (R_{ck} 400). Anche gli effetti del ritiro sono da considerarsi «lenti», in quanto concomitanti agli effetti viscosi, e vengono pertanto anch'essi valutati con le caratteristiche di resistenza della sezione della fase II. In particolare gli effetti del ritiro sull'intera struttura del ponte vengono tradotti in un'azione di compressione e nel relativo momento flettente, dovuto quest'ultimo all'eccentricità baricentro soletta - baricentro sezione mista, entrambi applicati all'estremità della struttura.
- Fase III: corrisponde all'applicazione dei sovraccarichi. Le sollecitazioni nella sezione resistente acciaio-calcestruzzo vengono calcolate considerando il rapporto tra i moduli elastici effettivi dei due materiali, che vale circa 5.7 per la classe di resistenza del calcestruzzo ipotizzata R_{ck} 400. Particolare attenzione viene rivolta alla determinazione delle lunghezze delle stese di carico per cogliere le sollecitazioni max. flettenti e taglianti effettivamente contemporanee nelle singole sezioni. In tale fase si tiene inoltre conto degli effetti dovuti alla

variazione termica differenziale, che si traduce in un'azione normale lungo l'asse del ponte e relativo momento flettente di trasporto dovuto all'eccentricità baricentro soletta – baricentro sezione mista.

NORMATIVA

Nell'eseguire il dimensionamento dell'opera di cui alla presente relazione, si è fatto riferimento alla seguente normativa tecnica:

D.M. 04.05.1990	Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali.
Cir. Min. LL.PP. n. 34233 25.02.91	Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali.
CNR-UNI 10016/2000	Travi composte acciaio-calcestruzzo. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.
CNR-UNI 10011/97	Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione
CNR 10030/87	Anime irrigidite di travi a parete piena
D.M. 09.01.1996	Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche
Circolare Ministero LL.PP.15.10.1996	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996"
D.M. 16.01.1996	Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
Circ. Min. LL.PP. 24.06.96	Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi e ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni.
O.P.C. 20/03/2003 n° 3274	Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
Legge 05.11.71 n.1086	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
Circ. Min. LL.PP. 31.10.1986	Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale, precompresso e per le strutture metalliche
D.M. 03.10.1978 Circ. n. 18591	E successivi aggiornamenti

CARICHI

Carichi permanenti

fase 1

In questa fase si considerano agenti il peso proprio della struttura metallica ed il peso della soletta in calcestruzzo. La struttura resistente è costituita dalle sole travi metalliche.

Acciaio ponte + arco + predalles (6 mm)	~	121.400	kN/m	
Soletta	$25.0 \text{ kN/m}^3 \times 0.30 \text{ m} \times 14.15 \text{ m}$	=	106.125	kN/m

Totale			227.525	kN/m

fase 2

In questa fase la soletta è interamente reagente ed i carichi agenti sono i permanenti portati: pavimentazione, cordoli, massetto, sicurvia e parapetto esterno.

Pavimentazione	$3.0 \text{ kN/m}^2 \times 19.15 \text{ m}$	=	57.45	kN/m
Cordolo	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0.20 \text{ m} \times 0.7$	≅	3.50	kN/m
Soletta	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0.30 \text{ m} \times 5.7$	≅	42.75	kN/m
N.J.		=	5.00	kN/m
Impianti		=	10.00	kN/m

TOTALE			118.70	kN/m

Carichi accidentali

fase 3

I carichi mobili sono costituiti da:

- una colonna di carichi costituita da un automezzo convenzionale q_{1a} di 600 kN dotato di 3 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.50 m in senso longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito q_{1b} di 30 kN/m distribuito linearmente in asse al convoglio per un lunghezza pari a 15 m oltre l'ingombro del mezzo q_{1a}
- una seconda colonna di carichi, analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente al 50% di q_{1a} e q_{1b} e posta ad interasse di 3.50 m da essa
- una terza ed una quarta colonna di carichi, analoghe alle precedenti, ma con carichi pari rispettivamente al 35% di q_{1a} e q_{1b} e poste ad interasse di 10.50 m e 14 m dalla prima
- una quinta colonna di carichi, analoga alla prima, posta ad interasse di 7.0 m dalla prima e quindi frapposta tra la colonna col 50% dei carichi e la prima colonna col 35%.

Inoltre, per tener conto degli effetti dinamici, l'entità dei carichi mobili sarà amplificata impiegando il coefficiente dinamico:

$$\begin{aligned}\phi &= 1.4 && L_c < 10 \text{ m} \\ \phi &= 1.4 - (L_c - 10)/150 && 10 \text{ m} < L_c < 70 \text{ m} \\ \phi &= 1.0 && L_c > 70 \text{ m}\end{aligned}$$

Ritiro e viscosità del calcestruzzo

Per la valutazione del coefficiente $\varepsilon_{cs(t_{\infty}, t_0)}$, ci si riferisce al D.M. 14/02/92.

Per minimizzare gli effetti del ritiro sulla soletta, si ricorre ad idoneo mix design.

Con queste considerazioni, considerando un'umidità atmosferica relativa pari al 65% risulta:

$$\varepsilon_{cs(t_{\infty}, t_0)} = 0.100 \times 10^{-3}$$

Si adotta un coefficiente finale di viscosità: $\Phi_{\infty} (> 60 \text{ giorni}) = 2$.

Variazione termica differenziale

Si considerano le sollecitazioni generate dal seguente gradiente termico nello spessore dell'impalcato:

+5° estradosso soletta in cls. Armato

+0° intradosso trave in acciaio

E' stato considerato un $\Delta T = \pm 5^{\circ}\text{C}$ fra soletta e trave in acciaio, agente in tempi.

L'acciaio varia la sua temperatura più rapidamente del c.l.s., il quale contrasta la deformazione delle travi in acciaio.

Variazione termica uniforme

Si considerano le sollecitazioni generate dalla massima variazione termica nell'arco dell'anno nei singoli elementi strutturali. Per le strutture in acciaio non protette tale variazione è assunta convenzionalmente pari a $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Tale variazione è considerata uniforme sulla sezione e costante su ogni elemento strutturale.

Azioni del vento

Si considera una pressione cinetica $p_w = 2.50 \text{ kN/m}^2$

Per il calcolo del vento sull'impalcato a ponte carico si considera un ingombro del veicolo pari a 3 m. Poiché l'altezza del G.R. è inferiore all'ingombro verticale del veicolo convenzionale, l'azione del vento a ponte scarico è inferiore all'azione del vento a ponte carico.

In fase di montaggio, si considera una pressione cinetica di riferimento $p = 1.50 \text{ kN/m}^2$.

L'azione del vento sui vari elementi del ponte è pari al 60% dell'azione del vento di esercizio a ponte scarico.

Azioni sismiche

L'analisi sismica impiega come strumento di calcolo uno spettro di progetto opportunamente definito sulla base di parametri caratteristici legati sia alla struttura sia al luogo dove essa dovrà sorgere, sulla base delle specifiche presenti nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n° 3274.

Il ponte verrà edificato in una zona sismica di categoria 4.

Dall'analisi modale si ricavano i modi di vibrazione del modello ed i periodi propri ad essi associati.

Il periodo proprio della struttura, associato al primo modo di vibrazione, è pari a circa 0.6 s.

Frenatura

La forza di frenatura secondo il D.M. 4 maggio 1990 si assume agente in direzione dell'asse della strada al livello della superficie stradale, con intensità pari ad 1/10 della singola colonna di carico più pesante per ciascuna carreggiata. Essa non deve comunque risultare inferiore al 20 % del totale del carico Q_{1A} per i ponti di prima categoria.

Qualora la carreggiata contenga più di 4 corsie i predetti valori vanno raddoppiati.

Forza centrifuga

Poiché l'impalcato è rettilineo, la forza centrifuga è nulla.

Cedimenti vincolari

Il cedimento verticale delle fondazioni è valutato secondo le formule:

$$\text{i-esima Pila:} \quad \delta_i = (l_{i-1} + l_i)/2 \times 1/5000$$

$$\text{i-esima Spalla:} \quad \delta_i = l_i/2 \times 1/5000$$

In particolare vengono considerate due condizioni di carico che prevedono il cedimento alternato delle pile non adiacenti, in modo da massimizzare le azioni dovute ai cedimenti vincolari, ed il cedimento contemporaneo delle due fondazioni di arco e pila P1 o arco e pila P2.

MATERIALI

- A) Elementi saldati in acciaio tipo CORTEN
S355J0W (ex 510C) per spessori <20 mm
S355J2G1W (ex 510D) per spessori >20 mm e <= 40mm
S355K2G1W (ex 510DD) per spessori >40 mm
- B) Elementi non saldati, angolari e piastre sciolte in acciaio tipo CORTEN
S355J0W (ex 510C)
- C) Imbottiture con spessori <= 3 mm acciaio tipo CORTEN
S355J0W (ex 510C)
- D) Pioli di ancoraggio: Secondo UNI EN ISO 13918
Pioli tipo NELSON $\phi = 19$ mm, H=150mm
Acciaio ex ST 37 – 3K (S235J2G3+C450)
 $f_y > 350$ MPa
 $f_u > 450$ MPa
Allungamento > 15% Strizione >50%
- E) Bulloni: Secondo UNI 3740 e 20898 parte I e II
Giunzioni a taglio per controventature orizzontali e diaframmi:
Viti classi 8.8 (UNI 5712); Dadi classe 8 (UNI 5713)
Giunzioni ad attrito per travi principali:
Viti classe 10.9 (UNI 5712); Dadi classe 10 (UNI 5713)
Rosette in acciaio C50 EN10083 (HRC 32-40) (UNI 5714)
- F) Saldature Secondo D.M. 09.01.1996
- G) Soletta in c.a. Calcestruzzo : Rck 450
Armature: Fe B 44K controllato

Tensioni ammissibili

Acciaio tipo Fe 510:

$$\begin{aligned} \text{I ipotesi} \quad \sigma_{\text{adm}} &= 2400 \text{ daN /cm}^2 \\ & (2100 \text{ daN /cm}^2 \text{ spess. } > 40 \text{ mm}) \\ \tau_{\text{adm}} &= 1386 \text{ daN /cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II ipotesi} \quad \sigma_{\text{adm}} &= 1,125 \cdot \sigma_{\text{adm}} = 2700 \text{ daN /cm}^2 \\ & (2363 \text{ daN /cm}^2 \text{ spess. } > 40 \text{ mm}) \\ \tau_{\text{adm}} &= 1559 \text{ daN /cm}^2 \end{aligned}$$

**RELAZIONE STORICO TECNICA DEI PONTI E ALTRE OPERE
COSTRUITE SUL FIUME ADDA NELL'AREA DI TREZZO**

268 – 2007 d.C.

7a parte

Conclusioni

Si conclude questa relazione con una breve carrellata fotografica dell'autostrada Milano - Bergamo dopo la conclusione dei lavori di allargamento nel Settembre 2007.

Il traffico su questa arteria ha cominciato a correre nel 1927 con un passaggio di circa 500 veicoli al giorno su due corsie una per senso di marcia divise da una riga bianca.



Autostrada del 1927

Dopo il completamento della prima bretella del 1927 con una corsia per senso di marcia, fu realizzata negli anni 60 una seconda corsia più l'emergenza, e negli anni 80 la terza corsia.



Autostrada degli anni 60 con due corsie più l'emergenza per ogni senso di marcia

Questi dati danno l'indicazione di come sia cresciuta in questi anni l'economia della zona che prevede la costruzione a breve di due nuove arterie: la Pedemontana e la Brebemi, per alleggerire la massa di traffico che è probabilmente la più intensa d'Italia e forse d'Europa.

Dopo 80 anni dall'inizio, le corsie di marcia da 1°, sono divenute 4, da mt. 3,75 più l'emergenza su entrambe le direttrici, Mi-BG e BG-MI, con una frequenza di traffico giornaliera di circa 150,000 veicoli per ciascuna direzione di cui 45,000 camion e pullman



Autostrada del 2007



Strutture a protezione degli insediamenti abitativi e aree industriali

La prossima sequenza di foto parte dalla Barriera di Agrate in Direzione Bergamo e mostra le opere principali realizzate dal 2005 al 2007.



Barriera di Agrate e cavalcavia n. 132





Bretella di immissione dopo la barriera di Agrate al termine della tangenziale Est





Immissione sulla A4 in direzione Bergamo Brescia Venezia





Prima dell'area di Servizio Brianza con relative barriere antirumore evergreen





Portali di segnalazione e vista aerea svincolo di Cavenago





Uscita Cavenago e proseguimento verso Trezzo dopo re immissione





Nuova generazione di cavalcavia con luci fino a 60 metri ed altezza libera di mt. 5,50





Nuova generazione di barriere antirumore ad alta efficienza – Uscita a Trezzo sull'Adda





Barriera di sicurezza centrale in corrispondenza di opere d'arte





Cavalcavia e piazzole con fermate per i servizi dell'autostradale





Muri di sostegno, e barriere antirumore. Uscita a Capriate San. Gervasio





Tratti di avvicinamento ed attraversamento sul fiume Adda sul nuovo ponte





Nuovo ponte sul fiume Adda con 4 Corsie più l'emergenza in entrambe le direzioni di marcia





Nuovo ponte sul fiume Brembo e proseguimento per Osio





Cavalcavia ed avvicinamento area di Osio. Vista aerea





Cavalcavia 163 nel territorio di Osio e passaggio sotto l'autogrill Brembo





Uscita a Dalmine





Cavalcavia e ponte futura tangenziale di Bergamo





Doppio ponte ferroviario a Stezzano





Uscita a Bergamo





In poco più di due anni sono stati realizzati i seguenti interventi su una lunghezza di circa 35 km.

Realizzata 4 corsia + emergenza

Su queste aree è stato rifatto completamente il pacchetto pavimentazione

Per la prima volta è stato installato un sistema di raccolta dell'acqua di piattaforma per il suo parziale trattamento dell'acqua piovana prima della sua re immissione nei corsi d'acqua.

Sono stati prolungate tutte le opere sotto traccia, sottopassi, ponticelli, condotti per l'acqua, tombini.

Sono stati rifatti completamente i sistemi elettrici, segnalamento, fibra ottica ecc.

Sono stati modificati e rilocati servizi di circa 470 interferenze

Sono stati rifatti completamente i portali di segnalamento.

Sono stati demoliti e ricostruiti n. 38 Cavalcavia con relative piste ciclabili

Sono state ricostruiti 7 sistemi di entrata ed uscita dall'autostrada.

Sono state eseguite nuove stazioni a Trezzo e Capriate

Sono stati fatti tre nuovi ponti stradali a Trezzo, Brembate e quello ferroviario a Stezzano

Sono state realizzate circa 27 km. di barriere antirumore di nuova generazione.

Sono stati realizzati circa 8400 mt. di muri di sostegno di altezza variabile da 1 a 14 metri.

Sono stati eseguiti movimenti di materie per oltre 1,5 milioni di mc.

E' stata rifatta la pavimentazioni bituminosa compresa la posa di uno strato finale anti-pioggia.

Sono stati eseguiti a nuovo sistemi di sottopassi pedonali ed aree di interscambio.

Sono state corrette alcune curve aumentandone il raggio per migliorare la percorribilità.

Sono state rifatte le entrate ed uscite delle aree di servizio Agrate e Brembo

Sono stati eseguiti numerosi lavori di sistemazione della viabilità esterna con la realizzazione di numerose rotonde.

Fine

Finito di scrivere nel 2007 a Trezzo d'Adda

*Scritto da Vittorio Robiati
Revisionato da Paolo Morlacchi*

*Stampato nel 2016
Da
GLOBAL PRINT – Gorgonzola (Mi)*