

XVIII CONGRESSO C.T.A.  
NUOVE SFIDE PER L'ACCIAIO

Isola di San Giorgio Maggiore - Venezia: 26 - 27 - 28 Settembre 2001

**IL VIADOTTO FONTESCODELLA A MACERATA**

**THE FONTESCODELLA VIADUCT IN MACERATA**

Prof. Ing. Luigino Dezi<sup>1</sup>- Dott. Ing. Stefano Niccolini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni nell'Università di Ancona

<sup>2</sup>Libero Professionista in Ancona

SOMMARIO

In questa memoria si presenta un viadotto continuo a quattro campate ad asse curvo e sezione trasversale a cassone composto acciaio-calcestruzzo, in corso di realizzazione nella città di Macerata.

Si illustrano i criteri generali di progetto e le soluzioni tecniche adottate per l'impalcato metallico e il getto della soletta.

ABSTRACT

The paper presents a curved four span continuous bridge, with steel concrete composite box deck, which is under construction in Macerata.

The general design criteria and the technical solutions adopted for steel deck and slab casting are briefly described.

## 1. INTRODUZIONE

Il viadotto, inserito nel tratto terminale della strada che collega lo svincolo di Fontescodella a Via Mugnoz, ha uno sviluppo di 132 m, raggio di curvatura planimetrica di 159,5 m ed una pendenza longitudinale del 9,4%. La sede stradale ha pendenza trasversale costante ed è costituita da due corsie e due marciapiedi per una larghezza complessiva di 11 m (Fig. 1).

Ogni marciapiede è protetto da un guardrail lato carreggiata e da un parapetto sul lato esterno. Per l'allontanamento delle acque meteoriche è stato previsto un canale di raccolta che convoglia le acque da una spalla all'altra.

## 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

### 2.1. Impalcato

Il viadotto è costituito da un impalcato curvo continuo a quattro campate (luci 29 m, 37 m, 37 m e 29 m) con sezione trasversale a cassone composto acciaio-calcestruzzo di altezza costante pari a 1.60 m. La trave metallica ha un'altezza di 1.30 m, mentre la soletta ha spessore costante di 0.30 m nella parte centrale del cassone e variabile da 0.30 m a 0.15 m negli sbalzi (Fig. 1).

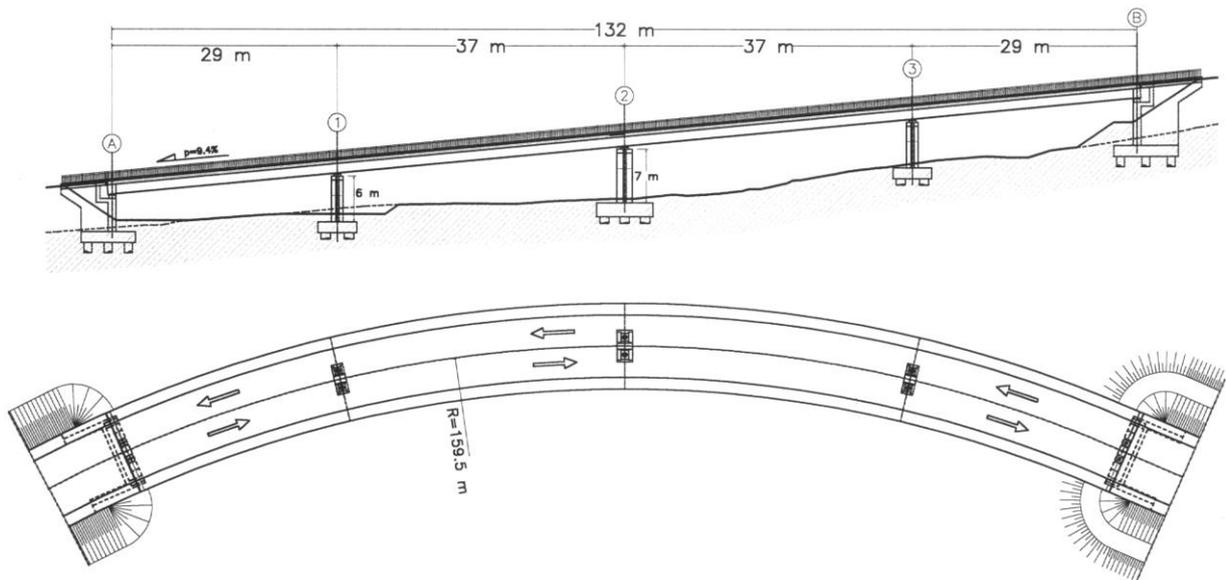


Fig. 1 – Prospetto e planimetria

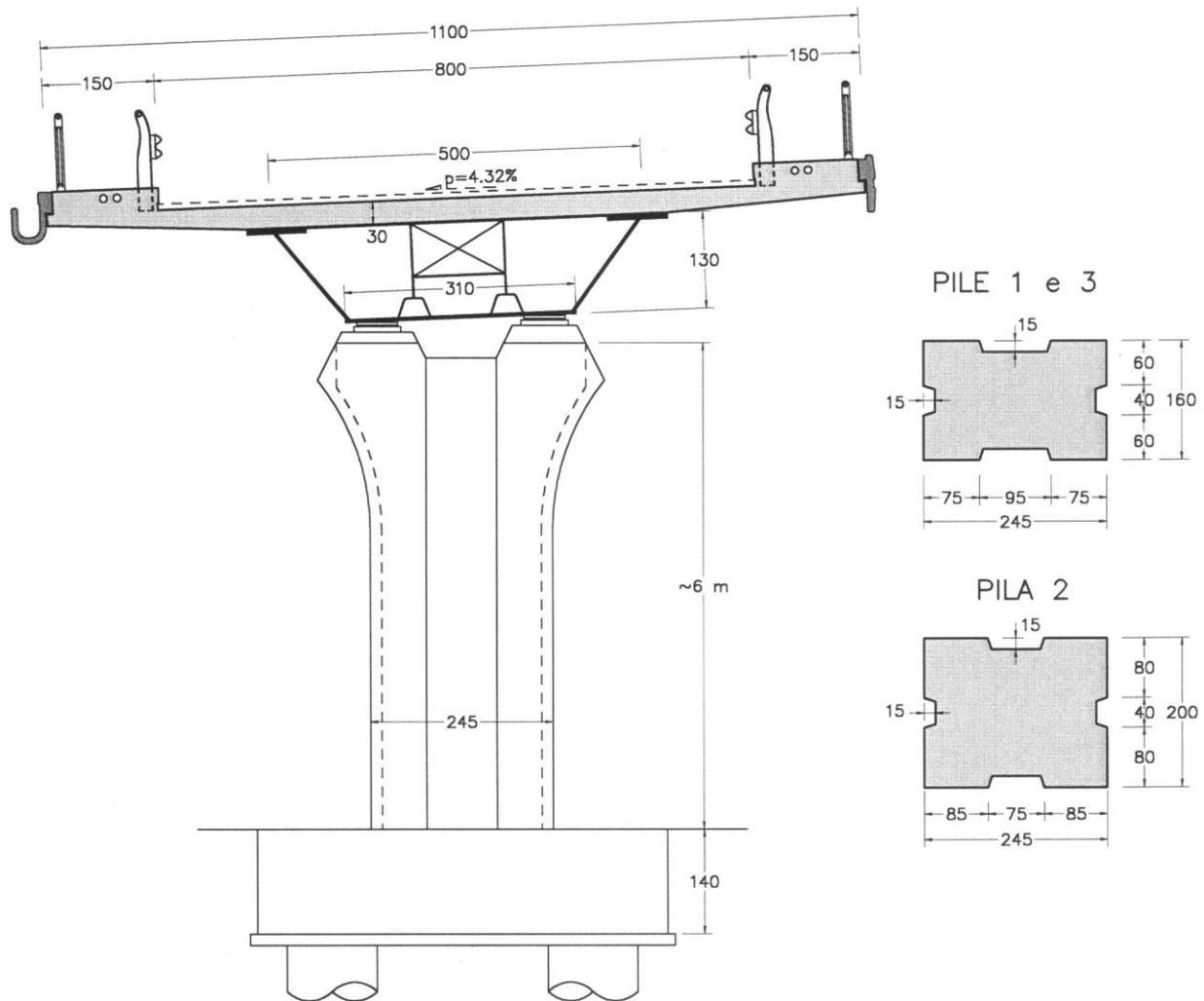


Fig. 2 – Sezione trasversale impalcato e pile

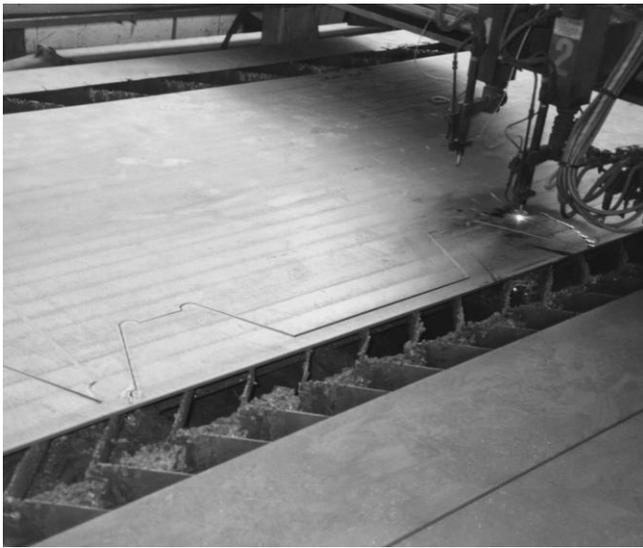
La parte in acciaio presenta una sezione trapezia aperta superiormente, dotata di diaframmi trasversali di irrigidimento e di controventi orizzontali provvisori atti a garantirne la stabilità durante le fasi di varo e di getto della soletta.

I diaframmi trasversali sono realizzati a sezione piena con piatti di 15 mm di spessore, con passo d'uomo di 1.25x0.73 m e sono solidali alla soletta; sulle campate interne il loro interasse è di 5 m, fatta eccezione per i due diaframmi vicini agli appoggi sulle pile, che sono posti a 3,5 m dall'asse d'appoggio, al fine di contenere i problemi di instabilità del fondo del cassone.

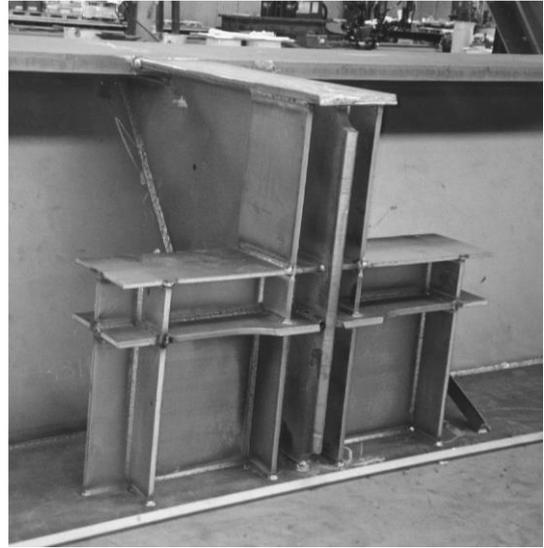
La piattabanda inferiore è dotata di due irrigidimenti longitudinali di tipo chiuso, mentre le anime sono irrigidite dai soli diaframmi.

I diaframmi sulle pile presentano uno spessore di 40 mm e sono collegati alle anime con giunto a completa penetrazione; sono dimensionati per trasmettere le reazioni verticali degli appoggi e per





a)



b)

Fig. 5 –Taglio lamiera diaframma (a) e diaframma di pila (b)

L'impalcato è vincolato alle sottostrutture con coppie di appoggi puntiformi in acciaio-teflon: due appoggi fissi in grado di fronteggiare l'intera azione sismica longitudinale sulla pila centrale e due appoggi unidirezionali orientati secondo la corda (retta congiungente con l'appoggio fisso) sulle restanti due pile e sulle spalle. La scelta dell'appoggio fisso sulla pila centrale è stata dettata dalla opportunità di contenere le componenti trasversali degli spostamenti in corrispondenza dei giunti sulle due spalle.

## **2.2. Sottostrutture**

Le pile hanno altezza di 6 e 7 m e sono costituite da un primo tratto a sezione costante ed un secondo a sezione variabile con raccordo curvo. Le pile hanno dimensioni differenziate: la pila centrale, sede degli appoggi fissi, presenta una sezione di base che può essere inscritta in un rettangolo di lati 2,45 x 2,0 m ed una zattera di fondazione su otto pali  $\phi 1200$ , mentre le altre due hanno sezione di base 2.45x1.50 m e zattera di fondazione su quattro pali  $\phi 1200$  (Fig. 2).

Le spalle hanno un'altezza complessiva di circa 7.5 m, sono dotate di muri andatori per il contenimento del rilevato e sono fondate su 11 pali  $\phi 1000$ . Il paraghiaia è arretrato rispetto alla parete verticale in modo da consentire la realizzazione di un vano d'ispezione su ciascuna estremità del viadotto.

### 3. CRITERI DI VERIFICA

Lo schema statico longitudinale è quello di una trave continua su cinque appoggi, con sviluppo elicoidale avente raggio di curvatura 159,5 m e pendenza longitudinale di 9.4%.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato su un modello semplificato ad asse rettilineo di pari lunghezza. Per tenere conto dell'incremento delle sollecitazioni prodotto dalla curvatura sono stati utilizzati coefficienti amplificativi, preventivamente determinati per confronto tra le sollecitazioni ottenute sul modello ad asse rettilineo e su quello ad asse curvo.

L'impalcato è stato schematizzato con elementi finiti che suddividono l'asse della trave in conci di circa 3 m di lunghezza. La determinazione delle sollecitazioni e le verifiche di sicurezza sono state condotte con il metodo semiprobabilistico agli stati limite operando su quattro modelli.

Il primo, costituito dalla sola trave metallica, è stato utilizzato per valutare gli effetti del peso proprio della carpenteria metallica e della soletta, considerata come un carico uniformemente distribuito (ipotesi di un unico getto). Delle effettive modalità di getto si è tenuto conto nella verifica a fessurazione e nel calcolo delle controfrecce.

Gli altri tre modelli sono costituiti dalla trave metallica con soletta collaborante e differiscono per il coefficiente di omogeneizzazione impiegato:

- $n=E_a/E_c$  per il calcolo della struttura sotto i carichi di breve durata;
- $n=(1+\phi)E_a/E_c$  per le azioni statiche di lungo termine;
- $n=(1+0.55\phi)E_a/E_c$  per valutare gli effetti indotti dal ritiro (cfr. EC4.2);

essendo  $\phi$  il coefficiente di viscosità valutato per l'istante di applicazione dei carichi ( $t_0=28$  gg per le azioni statiche e  $t_0=3$  gg per il ritiro).

Per tenere conto della fessurazione della soletta nelle regioni a momento negativo, in corrispondenza degli appoggi intermedi è stato trascurato il contributo del calcestruzzo per un tratto pari al 15 % delle campate adiacenti.

Nella verifica a *fessurazione* si è tenuto conto del frazionamento dei getti della soletta, che riduce in maniera significativa lo stato tensionale di trazione che interessa i conci a pochi giorni dal getto.

L'armatura longitudinale minima della soletta è pari all'1%

Nella valutazione degli effetti prodotti dal ritiro da essiccamento, trattandosi di un'analisi a lungo termine, sono state trascurate le fasi di getto considerando la soletta realizzata in un'unica soluzione. L'effetto primario del ritiro è stato trascurato nel tratto in cui si considera la soletta fessurata, mentre quello secondario è stato valutato, a vantaggio di statica, in assenza di fessurazione.

Per la verifica a fatica, così come per i problemi di viscosità, ritiro e fessurazione, si è fatto riferimento all'EC4.2; per la verifica del fondo del cassone sono stati utilizzati i suggerimenti dell'EC3-1.5.

#### 4. ASPETTI ESECUTIVI

La parte metallica è stata realizzata in officina con la geometria imposta dalla curvatura e dalla pendenza del tracciato stradale; l'intero impalcato è stato suddiviso in 7 conci di lunghezza variabile da 18 a 20.65 m e ciascun concio è stato trasversalmente scomposto in tre parti, le due pareti laterali con la piattabanda superiore e un tratto di piatto inferiore e la porzione del fondo del cassone interessata dagli irrigidimenti (parti 1, 2 e 3 di Fig.4)).



Fig. 6 – Particolare assemblaggio lamiera

Le tre parti del cassone sono preassemblate a piè d'opera mediante saldature longitudinali e successivamente poste in opera con autogrù e l'ausilio di sostegni provvisori. La solidarizzazione dei conci di impalcato è poi eseguita con giunto saldato testa a testa.



Fig. 8 – Preparazione di un concio contenente l'anima del cassone



Fig. 9 – Saldatura pioli su un concio d'anima



Fig. 10 – Assemblaggio di prova delle tre parti costituenti il cassone metallico

Il getto della soletta viene eseguito per tratti con sequenze ottimizzate che prevedono il getto dei due conci di campata prima di quello agli appoggi (Fig. 7). I casseri sono di tipo tradizionale e sono sostenuti da puntelli nella parte centrale del cassone e da elementi metallici collegati al cassone nelle parti a sbalzo.

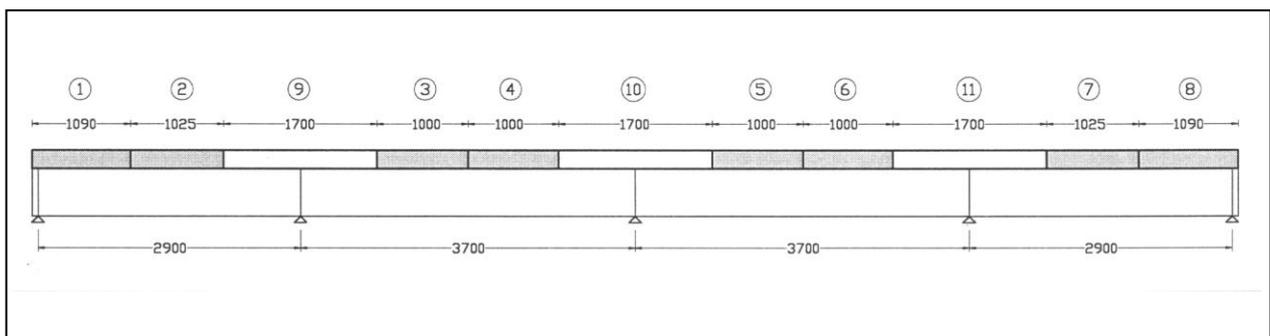


Fig. 11 – Sequenze di getto della soletta

La carpenteria metallica è stata realizzata in acciaio Fe510 e tutte le giunzioni, escluse quelle dei controventi provvisori di montaggio, sono di tipo saldato.

Per la protezione superficiale dell'acciaio sono previsti i seguenti tre 3 strati protettivi:

- il primo strato, di circa 40 micron, è costituito da una mano di fondo epossidica pigmentata con cromato di zinco avente ottimo potere bagnante del supporto, applicata su superfici precedentemente pulite mediante sabbiatura al metallo bianco;
- il secondo strato, applicato dopo la fabbricazione dei diversi elementi della carpenteria metallica, è costituito da una mano di vernice epossidica pigmentata con biossido di titanio (strato intermedio) avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante (spessore di circa 120 micron);
- il terzo ed ultimo strato di vernice, di tipo poliuretanico e spessore di circa 60 micron, sarà applicato ad opera ultimata e conferirà il colore finale alle parti in vista della carpenteria metallica.

Sulle parti interne della carpenteria metallica si applicano solo i primi due strati protettivi.

Committente: Comune di Macerata

Impresa appaltatrice: PEMA Srl, Fermo (AP)

Carpenteria metallica: CMP Srl, Martinsicuro (TE)

Progetto definitivo ed esecutivo: Prof. Ing. Luigino DEZI, Ancona

Collaborazione: Dott. Ing. Stefano Niccolini, Ancona

Direzione Lavori opere strutturali: Prof. Ing. Luigino Dezi, Ancona

Direzione Lavori opere stradali: Dott. Ing. Virgilio Ferranti, Comune di Macerata

Responsabile del Procedimento: Dott. Ing. Andrea Fornarelli, Comune di Macerata