

## **DUE VIADOTTI DELLA SGC E78 “GROSSETO-FANO”**

## **TWO VIADUCTS OF THE SGC E78 “GROSSETO-FANO”**

Luigino Dezi  
Università Politecnica delle Marche  
Dipartimento di Architettura Costruzioni Strutturali  
Ancona, Italia  
[l.dezi@univpm.it](mailto:l.dezi@univpm.it)

Massimo Formica, Stefano Niccolini  
Liberi Professionisti in Ancona  
Ancona, Italia  
[studezi@tin.it](mailto:studezi@tin.it)

### **ABSTRACT**

The paper describes two structural typologies used in the project of viaducts of the SGC E78 “Grosseto-Fano” in the Marche region. The first is a wide deck, containing both the carriageways, adopted for the Venturello viaduct, with a central span of 120 m and the two approach spans of 60 m. The second one is a more standard solution which has been adopted for many viaducts, with two separate twin girder decks. The Metauro 3 viaduct with a variable depth span of 90 m over the river is presented. The main design criteria and the technical solutions adopted for steel deck and substructures are briefly described.

### **SOMMARIO**

La memoria presenta due tipologie strutturali previste nel progetto dei viadotti del tratto marchigiano della E 78 “Grosseto-Fano”. La prima ad impalcato unico di grande larghezza, in grado di ospitare entrambe le carreggiate stradali, è stata utilizzata per l’attraversamento del Venturello, con una campata principale di 120 m e due campate laterali di 60 m. La seconda è di tipo corrente con due impalcati separati a sezione bitrave composta. Si presenta il viadotto Metauro 3, che consente lo scavalco dell’alveo con una campata di 90 m a sezione variabile. Si illustrano i criteri generali di progetto e le soluzioni tecniche adottate per l’impalcato e le sottostrutture.

### **1 INTRODUZIONE**

Nel progetto del tratto marchigiano della E 78 Grosseto-Fano, i viadotti principali sono stati previsti a sezione composta acciaio-calcestruzzo, con varie tipologie strutturali. La soluzione corrente è ad impalcati separati a sezione composta acciaio-calcestruzzo di 12,20 m di larghezza, realizzati con due travi parallele a doppio T, collegate da traversi anch’essi a doppio T. Nei principali attraversamenti del fiume Metauro, al fine di evitare l’inserimento di pile nell’alveo di magra, è stata prevista una campata a sezione variabile di luce tale da consentire lo scavalco dell’alveo. È questo il caso del viadotto Metauro 3, di lunghezza complessiva pari a 450.0 m che attraversa l’alveo del fiume Metauro con un tratto ad altezza

variabile e campata principale di 90 m. Le pile hanno sezione ottagonale e presentano un allargamento in sommità con raccordo circolare, tale da consentire l'appoggio delle travi.

Nel caso del viadotto Venturello, che ha richiesto una campata principale di 120 m di luce e due campate laterali di 60 m, è prevista una soluzione ad impalcato unico di grande larghezza, in grado di ospitare entrambe le carreggiate stradali. L'impalcato è costituito da due travi a sezione variabile, poste ad interasse di circa 13,00 m, e da traversi estradossati che escono a sbalzo dalle travi, fino a formare una larghezza complessiva di 27,50 m. La posa in opera della carpenteria metallica è stata prevista con un varo di punta organizzato in due fasi, una per ciascun semi-impalcato, ottenuto con un taglio nella mezzeria della campata principale, con saldatura finale nella sezione di chiave e distorsione impressa tale da ripristinare il momento di continuità.

In entrambi i viadotti la soletta è realizzata con getti frazionati e con sequenze ottimizzate dei getti che prevedono prima l'esecuzione dei conci di campata, poi quelli in corrispondenza degli appoggi.

## 2 IL VIADOTTO VENTURELLO

Il viadotto Venturello, ubicato tra le progressive km 3+758.93 e 3+998.93, è l'opera principale del tratto stradale in provincia di Pesaro ed Urbino. Il viadotto permette il superamento di una profonda (circa 45 m) e stretta depressione nella parte di tracciato compresa tra due gallerie consecutive. L'obliquità del tracciato rispetto alla vallata ed il maggiore interasse degli assi stradali all'uscita delle gallerie, hanno imposto la ricerca di una soluzione con impalcato di notevole larghezza in grado di contenere entrambe le carreggiate.



Fig. 1: Campata centrale del viadotto Venturello (rendering)

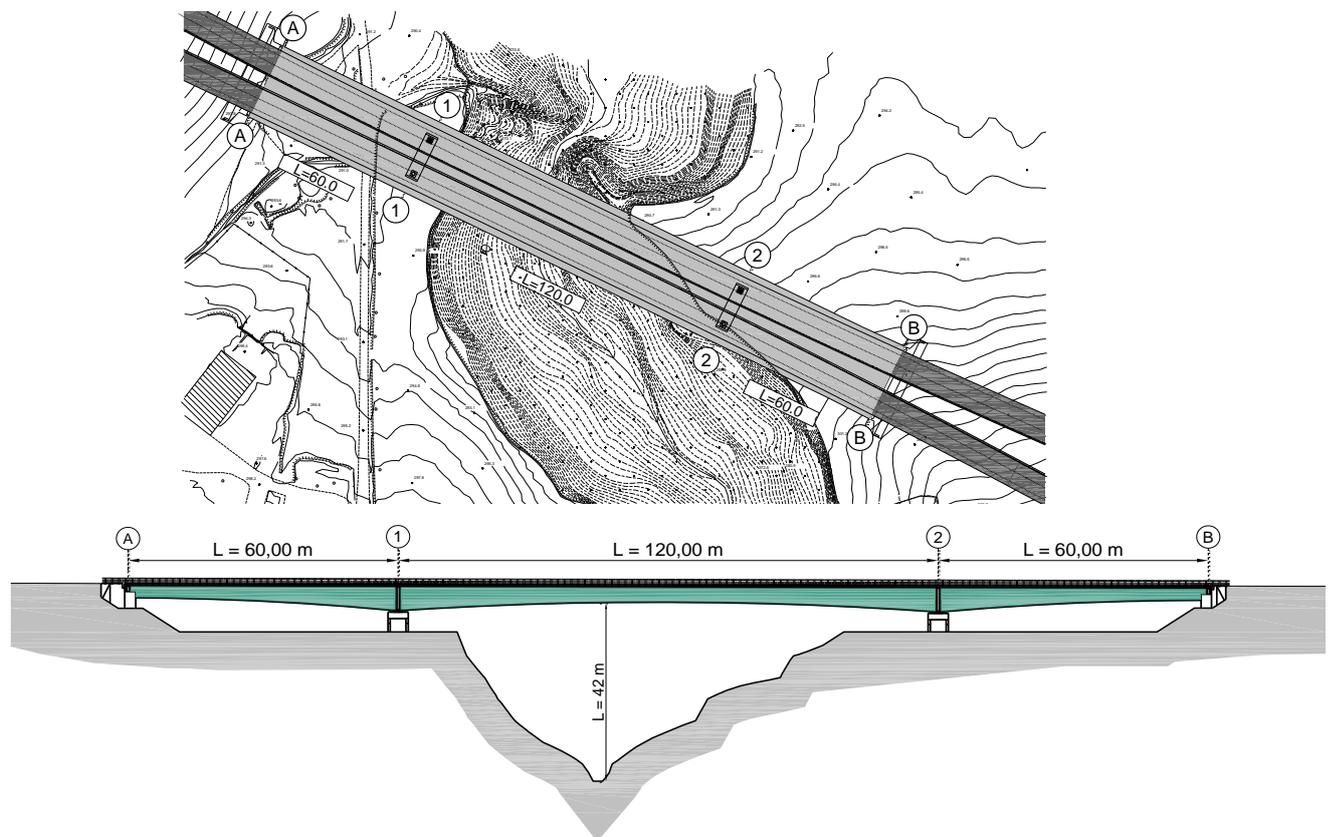
### 2.1 Impalcato

Il viadotto presenta 3 campate di luci 60,0 m, 120,0 m e 60,0 m per uno sviluppo complessivo di 240,0 m (Fig. 2). La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 27,50 m e contiene entrambe le carreggiate stradali. L'impalcato, a sezione composta acciaio-calcestruzzo, è costituito da due travi metalliche (bi-trave) a doppio T poste a distanza di 13,00 m e da traversi a doppio T estradossati e aggettanti ad interasse di 4,0 m, sui quali è ordita una soletta di 25 cm di spessore. Le travi hanno altezza variabile con legge parabolica. Nelle campate laterali da 60,0 m l'altezza della trave varia da 2,75 m sulla spalla fino a 5,50 m all'appoggio, su quella centrale da 120,0 m, l'altezza varia da 3,50 m (L/34) in mezzeria a 5,50 m (L/22)

sugli appoggi. I traversi correnti hanno altezza variabile da 1,60 a 1,785 m nella parte centrale e da 0,40 a 1,60 m nella parte a sbalzo.

In corrispondenza dei traversi le travi sono irrigidite da montanti a T saldati alle anime e alle piattabande. Il particolare di attacco del montante alle piattabande delle travi è suggerito dalla verifica a fatica (Fig. 3).

Il telaio costituito dal traverso e dai montanti ha anche la funzione di stabilizzare le piattabande sia nelle fasi di varo che in esercizio. Per garantire la stabilità nelle fasi di montaggio e getto della soletta l'impalcato sarà irrigidito da un controvento provvisorio. In esercizio, la presenza della soletta rende inutile la presenza dei controventi che saranno pertanto smontati.



**Fig. 2:** Planimetria e prospetto del viadotto Venturello

I traversi e montanti presenti in corrispondenza degli appoggi hanno l'ulteriore funzione di trasferire le azioni orizzontali del vento e del sisma agli appoggi e quindi alle sottostrutture. I montanti di pila sono realizzati con 2 profili centrali a T e 4 piatti laterali disposti simmetricamente rispetto all'anima, ad un interasse di 0.55 m, in modo da garantire il corretto trasferimento delle reazioni vincolari all'impalcato anche in presenza di escursioni termiche longitudinali.

La larghezza complessiva di 27.50 m è composta dalle due carreggiate stradali di 9.75 m (ciascuna suddivisa in due corsie di marcia da 3.75 m e due banchine, rispettivamente da 1.75 e 0.5 m), due marciapiedi laterali ed uno spartitraffico centrale, di larghezze variabili rispettivamente tra 1.50 m e 2.50 m e tra 3.00 m e 4.60 m. La pendenza trasversale dell'impalcato è realizzata inclinando i traversi e mantenendo costante lo spessore della soletta. Per la raccolta e l'allontanamento delle acque provenienti dalla piattaforma stradale sono previsti due canali di alluminio rivestiti da un fascione in alluminio verniciato.

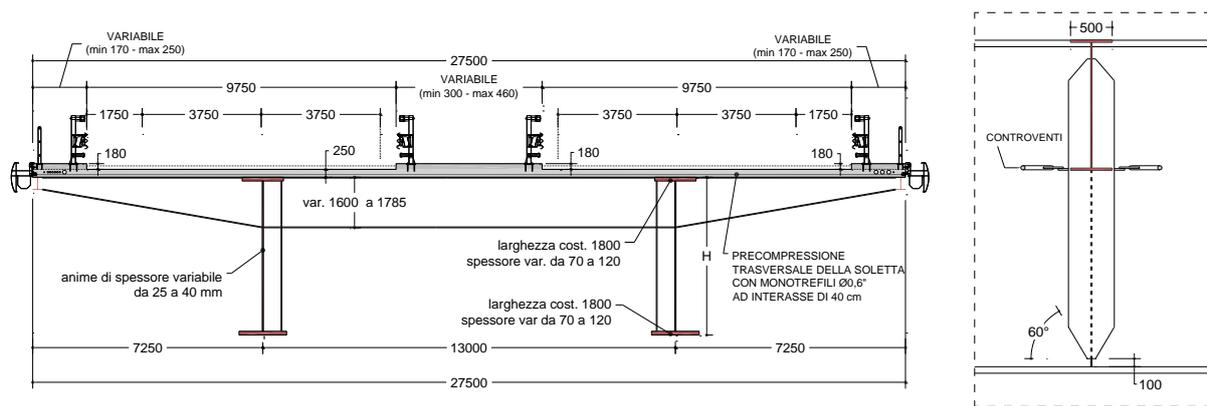


Fig. 3: Sezione trasversale

La soletta è realizzata in opera su casseri mobili, con sequenze ottimizzate di getto che prevedono l'esecuzione dei conci di campata prima di quelli a cavallo degli appoggi, in modo da prevenire la fessurazione della soletta durante le fasi costruttive. Con questa tecnologia è possibile realizzare conci di 10-12 m di lunghezza con frequenza di due conci per settimana per ogni attrezzatura di getto impiegata.

La connessione della soletta alla carpenteria metallica è realizzata con pioli tipo "Nelson" di diametro 22 mm sulle travi e 19 mm sui traversi.

## 2.2 Sottostrutture

Le pile hanno un'altezza di 4,50 m e sono costituite da un fusto-pulvino a sezione variabile con raccordo curvo, a partire dalla larghezza di base 12,40 m fino a 16,35 m ad accogliere le due travi principali. Le fondazioni sono costituite da zattere di dimensioni 13,0 m x 10,0 m, in testa a pozzi di diametro Ø 800 cm e lunghezza complessiva di 18 m. Per l'eccessiva vicinanza al profilo del versante, il pozzo della pila 2 è ancorato ad un doppio ordine di 8+8 tiranti da 6 trefoli Ø 0,6", ognuno di lunghezza pari a 24 m di cui 12 m per il bulbo di fondazione.

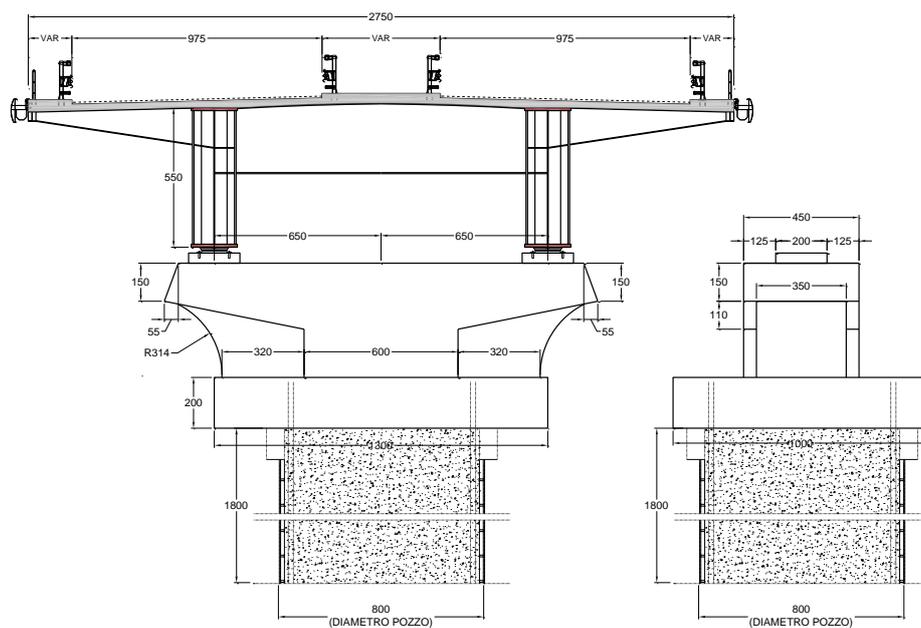


Fig. 4: Prospetto frontale e laterale delle pile

Le spalle hanno sezione a C aperta e sono dotate di ritegni sismici; nella spalla SB, sede degli appoggi fissi, sono presenti 2 dispositivi di ritegno elastico a doppio effetto da 4000 KN, mentre nella spalla SA, sede degli appoggi scorrevoli, sono stati impiegati 2 dispositivi di tipo elastico a doppio effetto da 4000 KN accoppiati con shock absorber che permettono le deformazioni “lente” dell’impalcato (ritiro, escursioni termiche) ma non i movimenti “veloci” indotti dal sisma. I ritegni sono collegati alla parete paraghiaia mediante barre di acciaio fissate a due piastre contrapposte alla parete stessa. Le fondazioni sono costituite da zattere di spessore 200 cm, su mediopali tipo Rotary Ø 45 cm e profondità di 8 m.

### 2.3 Aspetti costruttivi

Per il montaggio dell’impalcato metallico è stato previsto il varo a spinta, a partire da entrambe le spalle, delle due metà di carpenteria metallica e la giunzione mediante saldatura nella mezzeria della campata di 120 m. Il varo a spinta non necessita di avambecco, ma di due pile provvisorie poste a 30 m di distanza dalle spalle ovvero in corrispondenza della mezzeria delle due campate laterali. Una volta completato il varo, le giunzioni è fatta applicando alla sezione centrale una distorsione tale da ripristinare lo schema di trave continua anche per le sollecitazioni del peso proprio della carpenteria metallica. Le fasi principali del varo sono sintetizzate in Fig. 5.

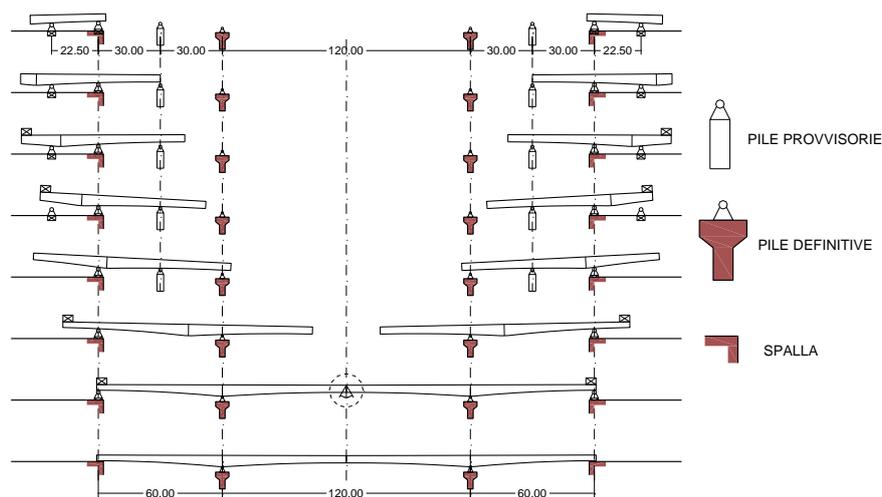


Fig. 5: Modalità e fasi di varo

## 3 IL VIADOTTO METAURO 3

Il viadotto Metauro 3, ubicato tra le progressive km 6+031.00 e 6+482.79, è rappresentativo della soluzione corrente ad impalcato separati, con due travi parallele a doppio T. Nell’attraversamento del fiume Metauro, al fine di evitare l’inserimento di pile nell’alveo di magra, sono state previste tre campate a sezione variabile, di cui la centrale di 90,0 m a scavalcare l’alveo.

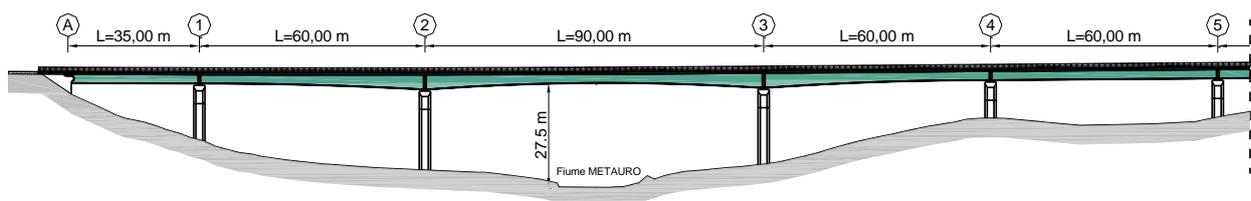
### 3.1 Impalcato

Il viadotto Metauro 3 presenta due impalcato, ciascuno di 8 campate per una lunghezza complessiva di 450,0 m per la carreggiata sinistra (luci di 35,0 m, 60,0 m, 90,0 m, 3x60,0 m, 2x42,5) e di 462,76 m per la carreggiata destra (luci di 42,5 m, 59,96 m, 90,19 m, 61,01 m,

61,19 m, 61,20 m, 43,36 m e 43,35 m). In considerazione del tracciato planimetrico curvilineo, le larghezze trasversali differiscono di 0,70 m e sono rispettivamente 12,90 m per l'impalcato destro e 12,20 m per il sinistro.

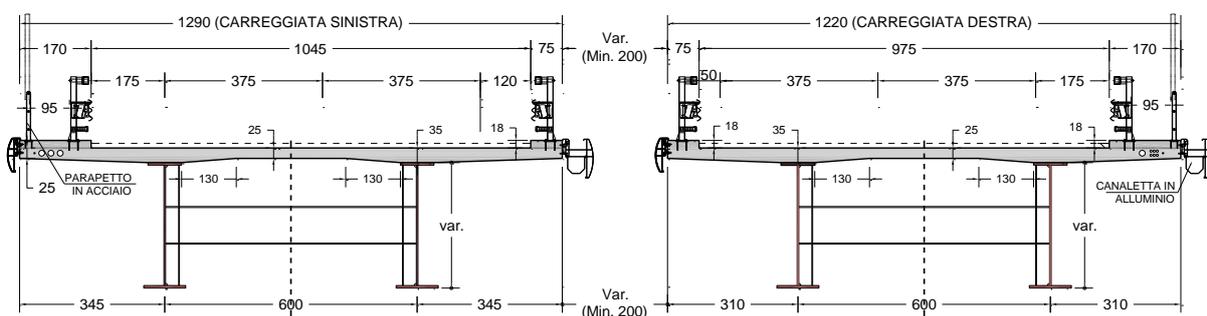


**Fig. 6:** Viadotto Metauro 3 - vista prospettica (rendering)



**Fig. 7:** Prospetto del viadotto

Gli impalcati sono a sezione composta acciaio-calcestruzzo e costituiti da due travi metalliche (bi-trave) a doppio T poste a distanza di 6,0 m, collegate da traversi a doppio T ad anima piena posti a metà altezza delle travi principali e ad interasse longitudinale di circa 6.0 m. Gli sbalzi laterali della soletta sono di 3,45 per l'impalcato destro e 3,10 per l'impalcato sinistro.



**Fig. 8:** Sezione trasversale

Nella campate laterali (la campata 1 in prossimità dalla spalla A e le campate 5, 6 7 e 8 verso la spalla B) l'altezza della trave metallica è costante e pari a 2,50 m. Al contrario, nelle tre campate che scavalcano l'alveo del fiume Metauro, le travi hanno altezza variabile con legge parabolica, da 2.50 m a 4.00 per le campate da 60.0 m e, su quella centrale da 90,0 m, da 4,00 m ( $L/22$ ) sugli appoggi a 2,50 m ( $L/36$ ) in mezzeria. I traversi correnti hanno altezza costante

di 0,90 m nei tratti in cui la trave ha altezza di 2,50 m e 1,20 m quando la trave ha altezza superiore a 3,0 m.

In corrispondenza dei traversi le travi sono irrigidite da montanti a T saldati alle anime e alle piattabande, con la funzione di stabilizzare le piattabande. Nelle fasi transitorie di varo e getto della soletta, è presente un controvento provvisorio a livello delle piattabande superiori dei traversi, non più funzionale in esercizio e pertanto da smontare.

I traversi di pila e spalla sono ad altezza costante pari a 1,20 m, tranne in corrispondenza degli appoggi sulle pile 2 e 3 in cui l'altezza è di 1,80 m. I montanti di pila sono realizzati con 3 piatti esterni ed un profilo a T affiancato da 2 piatti nella parte interna.

La realizzazione della soletta è prevista con getto in opera su casseri mobili, con sequenze ottimizzate. Lo spessore è variabile da 25 cm nella mezzeria e nelle estremità, fino a 35 cm in asse alle 2 travi principali. La connessione della soletta alla carpenteria metallica è realizzata con pioli tipo "Nelson" di diametro 22 mm sulle travi e 19 mm sui traversi.

La pendenza trasversale è realizzata sfalsando in altezza le due travi in acciaio. Per la raccolta e l'allontanamento delle acque provenienti dalla piattaforma stradale sono previsti due canali di alluminio rivestiti da un fascione in alluminio verniciato.

### 3.2 Sottostrutture

Le pile hanno altezza variabile tra di 5,20 m e 22,90 m. Il fusto presenta sezione ottagonale inscritta in un rettangolo di dimensioni 3,0 m x 4,5 m, per le pile 1, 2 e 3 di altezza maggiore, e di dimensioni 3,0 m x 3,5 m per le restanti pile. Il pulvino è a sezione variabile con raccordo curvo, a partire dalle larghezze di 4,5 m e 3,5 m, fino ad accogliere le due travi principali. Le fondazioni delle pile 1,2 e 3 sono costituite da zattere di dimensioni 8.0 m x 9.4 m e spessore 2,3 m, su 42 mediopali Ø 45 cm tipo Rotary e profondi 15,0 m. Per le restanti pile, le zattere sono di 5,2 m x 8,0 m e spessore 2.3 m, su 24 mediopali Ø 45 cm tipo Rotary e profondi 15,0 m.

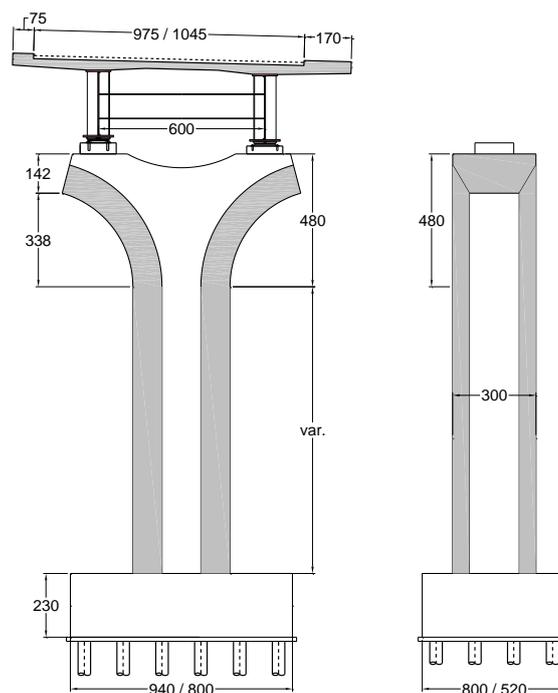


Fig. 9: Prospetto laterale e frontale delle pile

Le spalle hanno sezione a C e sono dotate di ritegni sismici longitudinali. Nella spalla SA, sede degli appoggi fissi, sono presenti 2 dispositivi di ritegno elastico a doppio effetto da 3500 KN , mentre nella spalla SA, sede degli appoggi scorrevoli, sono stati impiegati 2 dispositivi di tipo elastico a doppio effetto da 3500 KN accoppiati con shock absorber. I ritegni sono collegati alla parete paragonata mediante barre di acciaio fissate a due piastre contrapposte alla parete stessa. Le fondazioni, per tutte e quattro le spalle, sono costituite da zattere di spessore 2.0 m, su mediopali tipo Rotary Ø 45 cm profondi 8 m.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Dezi L., Raccosta M. – *Il viadotto Serra Cazzola sulla S.S. 640 di “Porto Empedocle”*. XX Congresso CTA, Ischia 2005
- [2] Dezi L., Niccolini S. - *Les Viaducs de la Bretelle d’Urbino. Italie*. Ponts Métalliques Bulletin n° 22 - OTUA, 2003
- [3] Dezi L., Formica M.- *La stabilità delle piattabande negli impalcati bitrave continui con traversi portanti* - VI Workshop Italiano sulle Strutture Composte Trieste, Novembre 2005.
- [4] Dezi L., Formica M.– *Verifica di Patch Loading negli impalcati metallici varati a spinta*. XX Congresso CTA, Ischia 2005

## **KEYWORDS**

Steel-concrete composite deck, composite crossbeams, shear connectors, bridge launching, patch loading, shrinkage, creep, cracking.