

worldwide leader in the foundation engineering field



Il ponte ferroviario strallato, in calcestruzzo precompresso, più lungo al mondo!  
192 m di luce nella campata centrale

# Ponte sul Po

## Bridge over the river Po

Linea Alta Capacità, tratta Milano-Bologna  
High speed railway, Milan-Bologna line

Photo by Cristina Ciudan

San Rocco al Porto (LO),  
Italy



Pali Trivellati  
Bored Piles

Cliente :  
Owner:

RFI - TAV

Contrattista principale :  
Main Contractor :

CEPAV UNO Consorzio (AQUATER-SNAMPROGETTI-GRANDI LAVORI FINCOSIT)

Durata dei lavori :  
Duration of work :

2002 - 2006

## Introduzione

La linea ad alta capacità/alta velocità Milano-Bologna si sviluppa per 182 km da Melegnano fino a Lavino attraversando la pianura padana e le province di Milano, Lodi, Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena e Bologna. Grazie allo spostamento del traffico a lunga percorrenza sulla linea AV anche il servizio ferroviario per le merci e il traffico a media e breve percorrenza è stato potenziato con una capacità di trasporto doppia rispetto a quella precedente. La nuova linea AV Mi-Bo attraversa il fiume Po poco a valle di Piacenza in località San Rocco al Porto (LO); **l'intero scavalco del fiume ha una lunghezza di circa 1343 metri** di cui 400 occorrenti per superare l'alveo propriamente detto.

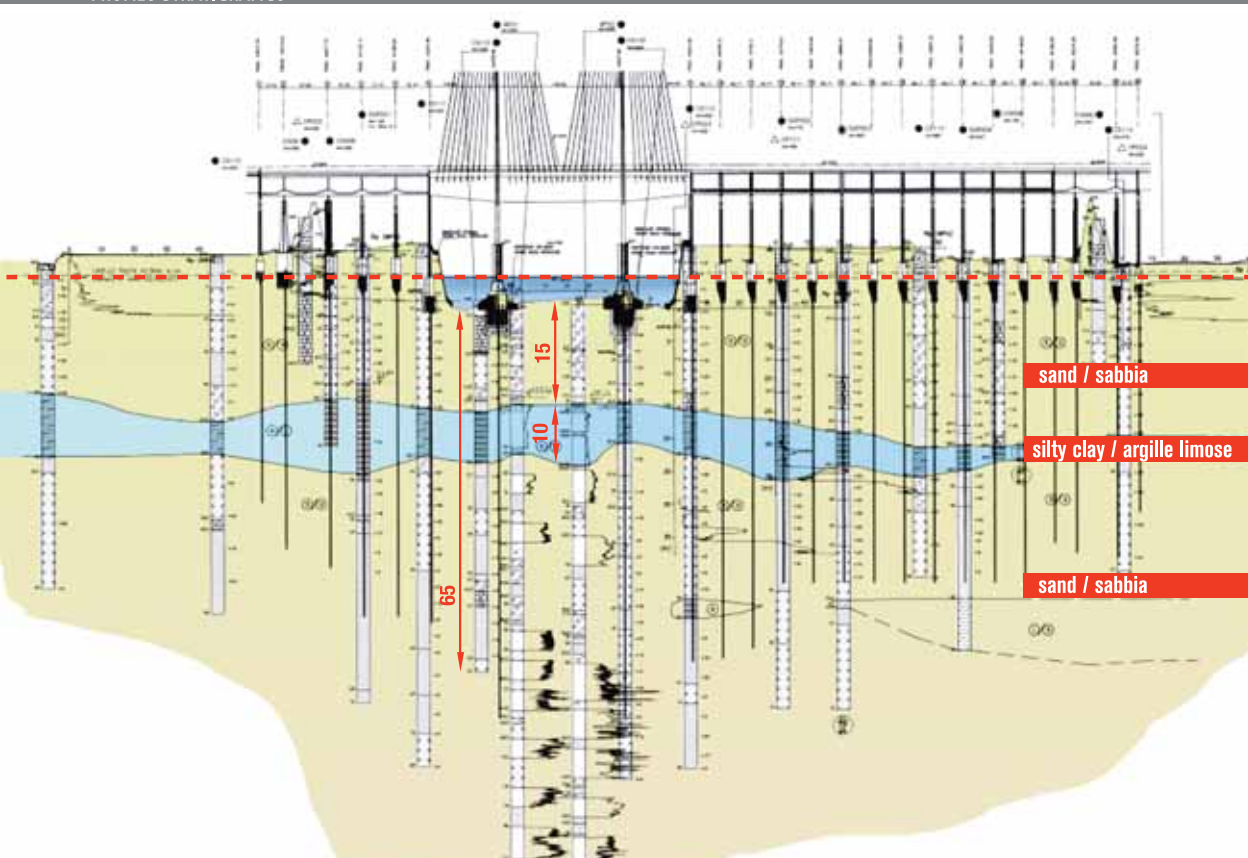
La lunghezza rimanente si articola sulle aree di golenia con 12 campate realizzate con travi in c.a.p., semplicemente appoggiate,

## Introduction

*The Milan-Bologna high-capacity/high-speed railway line stretches 182 km from Melegnano to Lavino, crossing the Po Valley and the provinces of Milan, Lodi, Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena and Bologna. By transferring long-distance traffic onto the high speed line also short and medium distance traffic and rail freight service was enhanced, thus doubling the previous transport capacity.*

*The new high speed Milan-Bologna line crosses the Po River near Piacenza, at San Rocco al Porto (LO); **the total distance between the main embankments is about 1343 metres**, with a 400 metre-wide section to cross the ordinary riverbed. The difference in width includes the flood plains where 12 spans were built with beams in prestressed reinforced concrete, which simply rest, each with*

PROFILO STRATIGRAFICO



MILANO



ARGINE E GOLENA S

aventi una luce di ca. 48 m.

Per l'attraversamento dei due argini maestri sono state utilizzate travi continue in cemento armato precompresso costruite a sbalzo, per conci successivi gettati in opera.

Due viadotti di approccio agli argini maestri, lunghi rispettivamente 4 e 5 km completano questa importante opera. Su queste strutture è previsto il passaggio di 471 treni al giorno a 300 chilometri orari.

Il nuovo ponte sul Po, con le sue particolari caratteristiche ingegneristiche e architettoniche, rappresenta **una delle più avanzate realizzazioni ferroviarie in Europa**. Il ponte è una novità per i viadotti ferroviari, specie in Italia, non solo per le dimensioni ma anche perché presenta una struttura in cemento armato precompresso contro una tradizione consolidata che, per questo tipo di strutture, ha sempre privilegiato l'acciaio.

*a span of approximately 48 m.*

*Cantilevered continuous girders in prestressed reinforced concrete were used to span the distance between the two main embankments, with ashlar cast in situ.*

*Two 4 and 5 km long viaducts leading to the main embankments, complete this impressive project. It is estimated that 471 trains will pass over this bridge every day at 300 km/h.*

*Thanks to its special engineering and architectural features, the new bridge over the River Po is **one of the most advanced railway construction projects in Europe**. The bridge represents a new direction for railway viaducts, especially in Italy, not only because of its size, but also because its structure is in prestressed reinforced concrete, while steel has traditionally been the material of choice for this kind of structures.*



## L'intervento

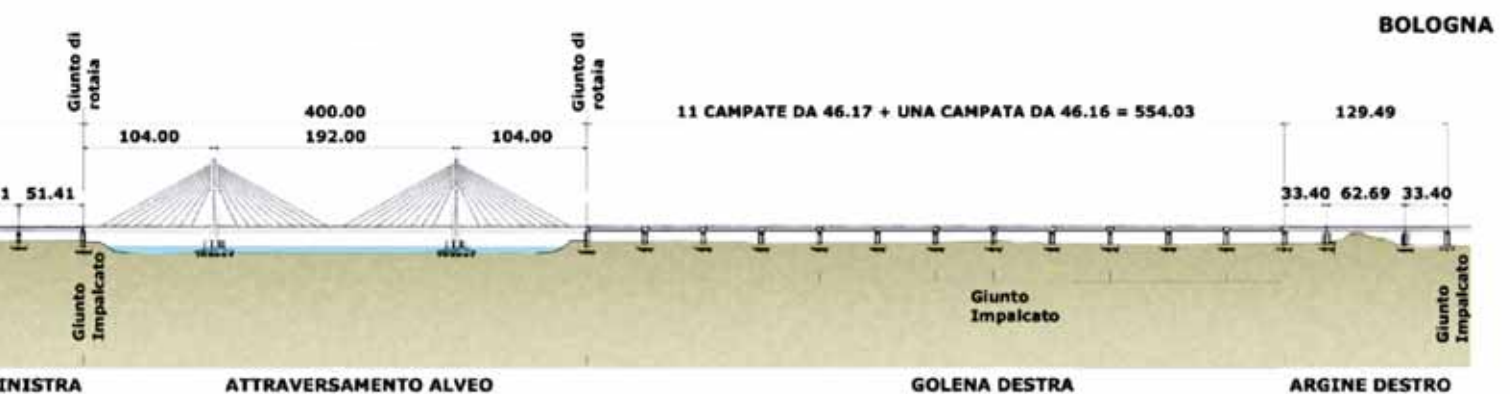
Il ponte pensato da Mario Paolo Petrangeli si contraddistingue per essere strallato, cioè "appeso" mediante gli stralli a due pile di sostegno alte ca. 61 m dallo spiccato delle fondazioni e si colloca tra i maggiori del mondo della sua categoria grazie alla **luce libera di 192 metri, record assoluto dei ponti strallati ferroviari in cemento armato precompresso.**

Il ponte sul Po è stato progettato per consentire in piena sicurezza il transito di treni a velocità anche superiori ai 300 km/h, grazie all'utilizzo di un impalcato flessibile costituito da una trave continua a cassone alta circa 4,5 metri, con un appoggio fisso su una delle due torri e appoggi scorrevoli sull'altra e sulle pile di riva.

## The project

The bridge designed by Mario Paolo Petrangeli is a cable-stayed bridge, in other words it "hangs" - by means of stays - from two supporting piers which are approximately 61 m high from the footing. It is one of the largest of its kind in the world, thanks to its **192 metres main span, a record for cable-stayed railway bridges in prestressed reinforced concrete.**

The bridge over the River Po was designed in such a way that high-speed trains, reaching speeds of over 300 km/h, can cross it in total safety, thanks to a flexible deck consisting of an approx. 4.5 metres high continuous open box girder, with a fixed point on one of the two towers and sliding bearings on the other tower and on the river bank's piers.



### La struttura portante

Il ponte è costituito da una soletta di cemento armato (*largo circa 16 m*), sorretto da un **sistema di 72 funi di acciaio agganciate a due grandi piloni alti 51 metri rispetto al piano** su cui scorrono binari. Una struttura scatolare metallica rivestita in calcestruzzo costituisce la zona di ancoraggio dei tiranti d'acciaio (*formati da più cavi di due centimetri di diametro*) protetti da guaine. Un rivestimento in polietilene ad alta densità, con iniettata malta di cemento, garantisce una tripla protezione anticorrosiva degli stralli.

**Ciascuna delle due pile poggia su una struttura di 28 pali con diametro 2 m e 65 metri di lunghezza utile.**

Il gruppo Trevi è stato impegnato nella realizzazione dei pali in alveo ed a terra (*golena*) e nella realizzazione delle opere di contenimento per la costruzione delle due isole artificiali da cui poi sono stati eseguiti i pali in alveo e tutte le opere civili per la costruzione delle due pile.

### The load-bearing structure

The bridge consists of a reinforced-concrete base (*approximately 16 m wide*), held up by a **system of 72 steel ropes anchored to two large pylons 51 metres above the railway lines laid on the deck**. The steel tie rods (*made up of several 2 cm diameter cables*) are protected by sheaths and anchored in an area with a concrete covered metal box structure. The stays have triple protection against corrosion thanks to a of a high density polyethylene coating with injected cement mortar.

**Each of the two piers sits on 28 piles with a diameter of 2 metres and a working length of 65 metres.**

The Trevi Group was involved in the construction of the piles on the riverbed and on land (*on the flood plain*) and in the retaining works to build the two artificial islands from where the piles on the riverbed were built and all the civil engineering works for the construction of the two piers were carried out.

## Alcuni dati significativi / A few significant data

Lungh. totale del viadotto / Total length of the viaduct:	1.343 m
Lungh. dello scavalco dell'alveo / Riverbed crossing length:	400 m
Luce massima / Main span	192 m
Numero totale delle campate / Total number of spans:	23
Nr. pile (cinque a doppio fusto) / No. of piers (five with double shaft):	24
Largh. dell'impalcato dell'alveo / Width of the main span deck:	15,7 m
Largh. degli impalcati fuori alveo / Width of the approach span decks:	13,6 m
Altezza dell'impalcato (campata centrale) / Deck height (main span):	4,7 m
Altezza dell'impalcato (campate laterali) / Deck height (approach spans):	3,7 m
Altezza delle antenne (sul p.d.f.) / Tower height (from riverbed level):	51 m
Numero degli stralli / Number of stays:	72
Lungh. cavi di acciaio per gli stralli / Length of the cable-stayed steel structure:	380 km
Calcestruzzo impiegato / Concrete - total:	37.000 mc
Acciaio impiegato / Steel - total:	3.350 ton
Importo lavori / Contract value:	42,5 mln Euro
Numero pali in alveo / Number of piles (river):	56
Numero pali in golena / Number of pile (land):	39
Diametro dei pali di fondazione / Diameter of foundation piles:	2,0 m
Lunghezza dei tubi camicia in alveo / Length of casings in riverbed:	24-28 m
Lunghezza dei pali alveo / Length of piles (river):	65 m
Lunghezza dei pali fuori alveo / Length of piles (land):	50-60 m
Scavi in alveo / Excavation in riverbed:	10.000 mc
Posa palancole in alveo (lungh. 16-24 m)	
Installation of sheet piles in riverbed (length 16-24 m):	6200 mq
Posa palancole in golena (lungh. 10-16 m)	
Installation of sheet piles in flood plains (length 10-16 m):	1000 mq
Superficie delle isole (40 m x 20 m) / Island surface area (40 m x 20 m)::	800 mq







**2 pile centrali**  
*2 central piers*

**28 pali trivellati ognuna**  
*28 bored piles each*

**2000 mm di diametro**  
*2000 mm diameter*

**65 m di lunghezza utile**  
*65m working length*

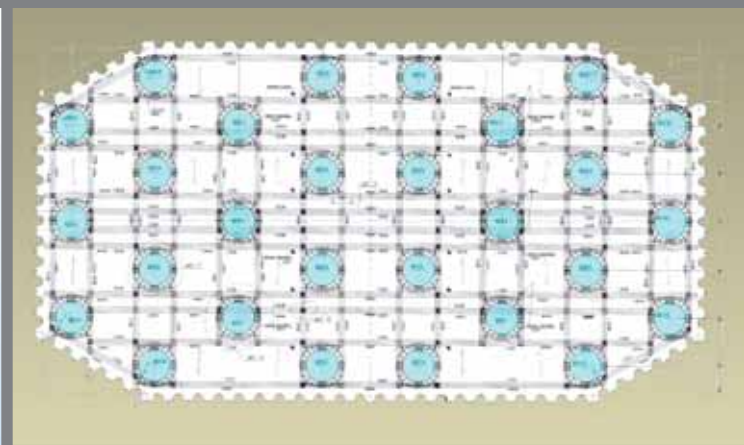
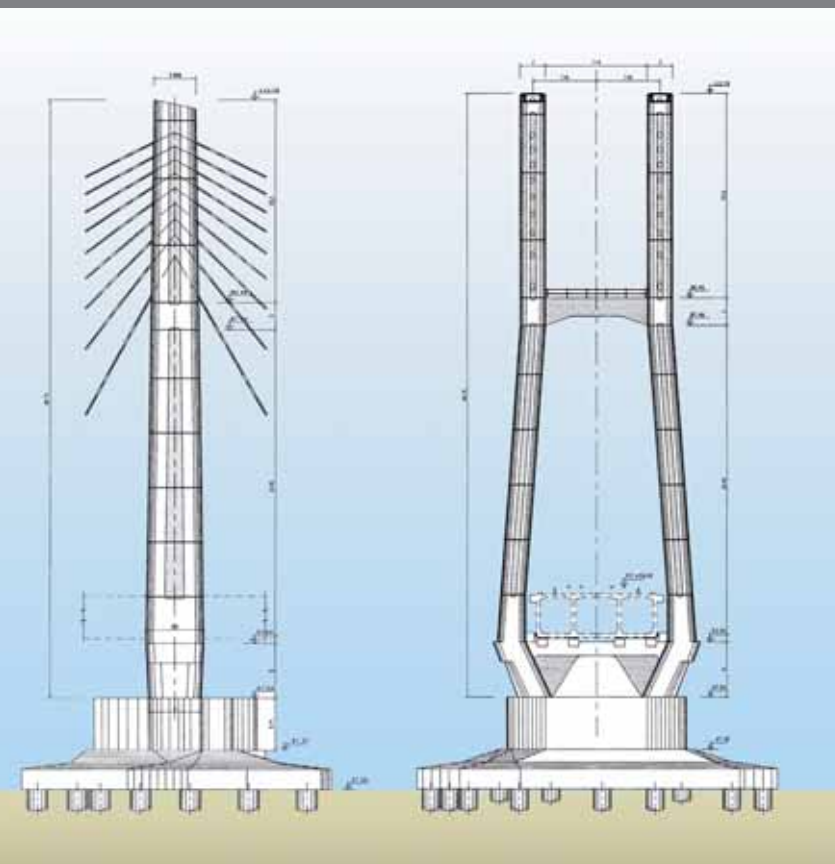
**77 m dal piano di lavoro**  
*77 m from work level*

## Fasi esecutive delle fondazioni

- 1) Infissione dei tubi** di rivestimento metallici da pontone, per l'attraversamento del fondale ( $\varnothing$  2000 mm, lunghezze variabili fra 24 e 28 metri).
- 2) Saldatura delle strutture di controventamento** dei tubi di rivestimento, dei capitelli e delle travi di guida per il posizionamento delle palancole metalliche
- 3) Infissione delle palancole metalliche** (lunghezza variabile fra 16 e 24 metri dal letto del fiume) lungo tutto il perimetro del plinto.
- 4) Posizionamento dei telai e delle strutture metalliche**, posa predalle prefabbricate in calcestruzzo per la formazione piano di lavoro
- 5) Posizionamento passerella** per il collegamento fra l'isola artificiale e la sponda, con passaggio tubazioni per calcestruzzo

## Execution phases (foundations)

- 1) Driving of the metal casings** (from the barge) to excavate through the riverbed ( $\varnothing$  2000 mm, variable lengths ranging from 24 to 28 metres).
- 2) Welding of the bracing structures of the casings**, capitals and guide girders to position the metal sheet piles.
- 3) Driving of the metal sheet piles** (variable length ranging from 16 to 24 metres from the riverbed) along the whole perimeter of the plinth.
- 4) Positioning of the frames and metal structures**, laying of the prefab concrete pre-slabs to construct the work level.
- 5) Positioning of a walkway** to connect the artificial island with the bank, with cement and bentonite slurry pipes passing through.



e fango bentonitico.

- 6) Realizzazione dei pali** ( $\varnothing$  2000 mm, lunghezze utili di 65 metri - lunghezza da piano di lavoro pari a 77 metri).
- 7) Scavo terreno** interno all'isola artificiale e successivo getto subacqueo; tutte le fasi sono controllate da tecnici-sommozzatori; le fasi di scavo e getto sono state divise in due settori mediante un palancoleto.
- 8) Rimozione acqua interna**, taglio e estrazione della parte superiore dei tubi metallici, scapitozzatura e pulizia della testa pali.
- 9) Posa armatura e getto** del plinto di fondazione delle pile e costruzione della sovrastruttura ed dell' impalcato.

**6) Construction of piles** ( $\varnothing$  2000 mm, working lengths of 65 metres - 77 metres from the work level).

**7) Excavation of soil** from the artificial island, followed by underwater casting; all stages were monitored by technicians-divers; the excavation and casting stages were divided into two sectors by an inner sheet pile.

**8) Removal of water from inside**, cutting and extraction of the top part of the metal pipes, trimming and cleaning of the pile heads.

**9) Laying of the reinforcement**, casting of the pier foundation plinth and construction of the superstructure and deck.







5819, via Dismano - 47522 **Cesena** (FC) - Italy  
Tel. +39.0547.319311 - Fax +39.0547.318542  
e-mail: [intdept@trevispa.com](mailto:intdept@trevispa.com)  
[www.trevispa.com](http://www.trevispa.com)



TREVI S.p.A.  
Divisione RODIO