

IL PONTE MEIER TRA PASSATO E FUTURO

**IL PROGETTO DI UN'OPERA A COLLEGAMENTO E CONNESSIONE PER LA CITTÀ DI ALESSANDRIA:
UN VERO SPAZIO PUBBLICO SOSPESO SULLE ACQUE DEL FIUME**

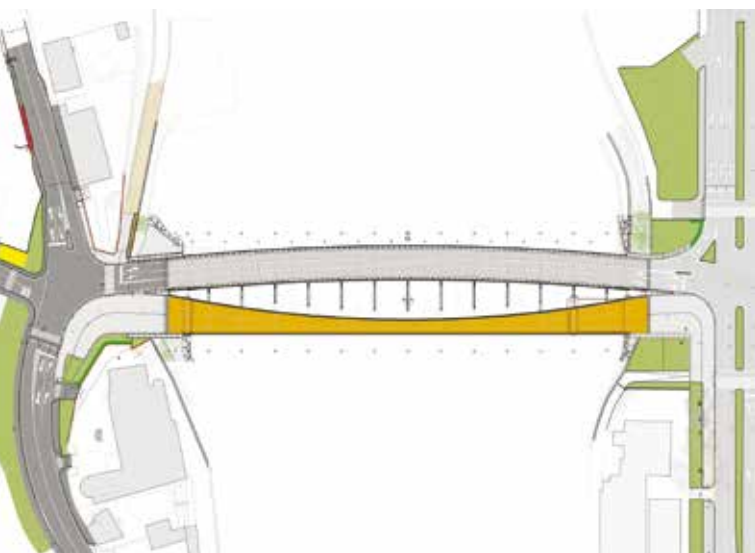
Alessandria è sempre stata una piazzaforte di importanza strategica a difesa della Pianura Padana. Sulla sponda Sinistra nel XVII secolo è stata realizzata la Cittadella di Alessandria che costituisce uno dei più grandiosi e meglio conservati esempi di fortificazione permanente di tutta Europa. La Cittadella è da sempre collegata alla Città di Alessandria tramite un ponte che attraversa il fiume Tanaro. Fino al 1994, anno della disastrosa alluvione del Piemonte che ha provocato decine di morti, il collegamento era assicurato dal Ponte Napoleonico. A seguito dei danneggiamenti dovuti all'alluvione, alcuni anni fa è stato necessario procedere alla sua demolizione.

IL PONTE DELLA CITTADELLA

La Città di Alessandria ha affidato la progettazione del nuovo ponte all'Arch. americano Richard Meier, che ha proposto un'opera ardita ideando un ponte a campata unica di oltre 185 m, con struttura portante ad arco sbandato a spinta eliminata.

Dopo una serie di sopralluoghi, alla presentazione del progetto preliminare l'Arch. Richard Meier così descrive il processo di ideazione dell'opera: "Mi ha colpito molto l'inserimento dell'attuale ponte Cittadella in città.

Quando l'ho visto ho capito che non si trattava soltanto di creare un collegamento fra una sponda e l'altra, ma di connettere fra loro le due parti della città".



1. La planimetria generale



2. Il vecchio ponte della Cittadella



3. Una foto satellitare dell'area urbana d'inserimento del ponte Meier

Il nuovo ponte andrà posto in relazione con la Cittadella e dovrà servire anche a valorizzare l'entrata del grandioso monumento militare, da una parte, e l'ingresso in città dall'altra.

Il nuovo ponte nasce all'interno di un cerchio progettuale tra le rive del Tanaro. All'interno di questo cerchio la struttura può muoversi come le lancette di un orologio creando una sensazione di movimento, di dinamicità dello spazio. Anche la scelta del materiale, acciaio verniciato bianco, risponde alle esigenze di snellezza e dinamicità dello spazio. La nuova costruzione riconosce tre flussi principali: quello del traffico, che riproduce una lunga S, quello pedonale che è rettilineo (sull'asse Piazza Gobetti, Via Giordano Bruno), quello dell'acqua del fiume, che disegna un'ampia curva.



4. Il render del progetto definitivo

“Le due forme arrotondate a pelo d'acqua sono in relazione a questi movimenti: in particolare vorrei sottolineare il rapporto fra il ponte e l'acqua. L'acqua che scorre non è diritta; scorre in una curva, per cui il ponte è curvato in relazione al corso dell'acqua, e lo accompagna... Vorrei inoltre spiegare perché si è scelto di costruire due ponti separati e non uno solo. Pedoni e auto hanno esigenze totalmente differenti; tutte le volte che si trovano a convivere, nessuno di loro è felice di essere in compagnia, meglio due spazi separati che permettano ad ognuno di muoversi in libertà... Il ponte della Cittadella infatti prevede tre corsie per il traffico veicolare, e in sede separata, una pista ciclopeditonale, con pavimentazione in legno, che costituisce “un vero spazio pubblico sospeso sulle acque del fiume”.

La struttura

Il progetto prevede un'unica campata di 185,08 m ed è composto da tre elementi principali: l'arco, la piattaforma destinata al transito pedonale e la piattaforma destinata al transito veicolare, separate tra di loro. Questi elementi sono curvati attorno ad uno spazio vuoto centrale a “forma di mandorla” e sono interconnessi attraverso travi e cavi d'acciaio che configurano il modello strutturale. Il ponte, in acciaio e soletta collaborante in calcestruzzo armato, si

compone di due impalcati con andamento planimetrico curvo, sostenuti da un sistema di stralli ancorati ad un arco inclinato (21° rispetto alla verticale); l'arco conformato in pianta con lo stesso andamento della trave di bordo dell'impalcato pedonale, conduce a stralli verticali, per il sostegno della parte pedonale, e a stralli a inclinazione variabile, per quelli dell'impalcato stradale.

Tutte le strutture di carpenteria sono rifinite con una vernice poliuretana bianca (RAL 9010) con elevata brillantezza (gloss 60), che conferisce luce e leggerezza a questa struttura di circa 3.000 t di acciaio.

L'arco, impostandosi sull'impalcato, ne sfrutta l'effetto catena risultando secondo uno schema statico di “spinta eliminata”.

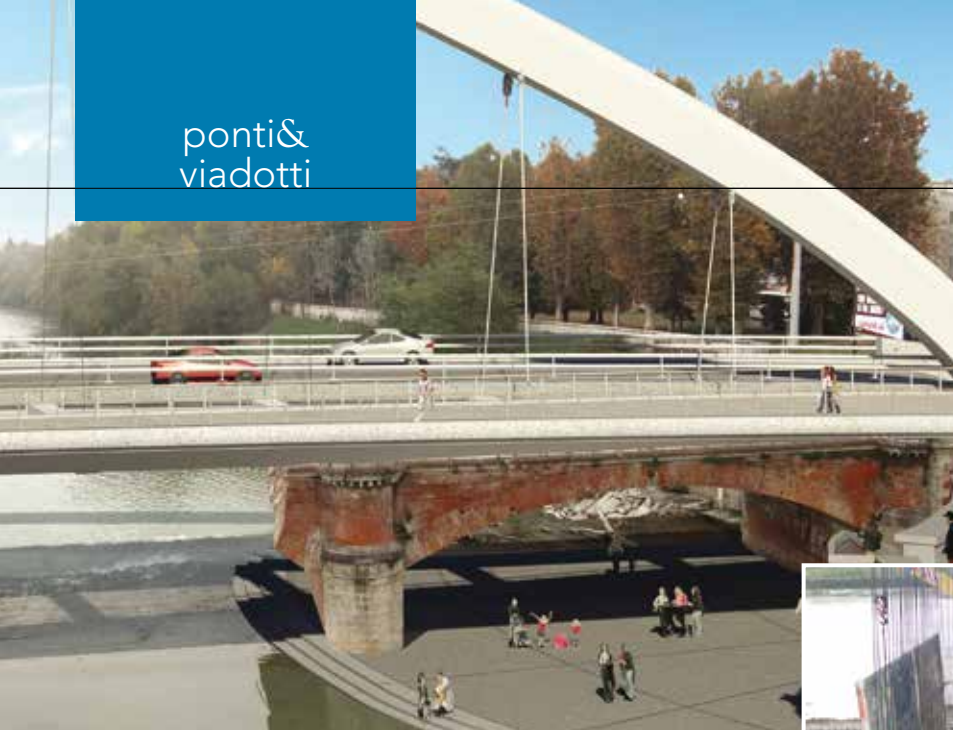
Gli impalcati poggiano in testata su spalle in calcestruzzo armato tramite dispositivi isolatori elastomerici.

L'arco, inclinato verso la piattaforma pedonale è l'elemento principale di assorbimento dei carichi ed è collocato approssimativamente lungo l'asse centrale del ponte.

Il progetto del ponte prevede la separazione del traffico veicolare da quello pedonale. La carreggiata stradale è formata da tre corsie veicolari per una larghezza totale di 10,50 m. La piattaforma pedonale e ciclabile è situata sull'asse del vecchio Ponte Napoleonico.

In accordo con le Soprintendenze Archeologica e Monumentale, sono state conservate le vestigia delle spalle del vecchio ponte che sono state inglobate all'intradosso del nuovo ponte.

Tale operazione ha comportato alcune modifiche al progetto originale: fra queste, le più rilevanti riguardano la modifica della quota di estradosso dell'impalcato che è stata adeguata alle capacità di deflusso determinate dall'AIPO e la modifica delle fondazioni delle spalle che sono state riviste temperando la presenza dei reperti storici. Dal punto di vista prestazionale, il ponte è stato progettato prevedendo la zonizzazione sismica in



5. Il render del progetto definitivo lato Alessandria

Classe IV (opere di rilevanza ai fini della Protezione Civile) con vita nominale $V_n = 100$ anni, Classe d'uso $C_u = 2$ e Tempo di ritorno $T_r = 200$ anni.

L'impalcato svolge anche le funzioni di sostegno verticale e catena dell'arco. La conformazione planimetrica curva e la particolare sezione trasversale architettonica conducono a sezioni variabili delle travi con andamento curvo. L'impalcato è collegato all'arco in acciaio mediante stralli a fune vincolati ai traversi posti a interasse di 13,22 m.

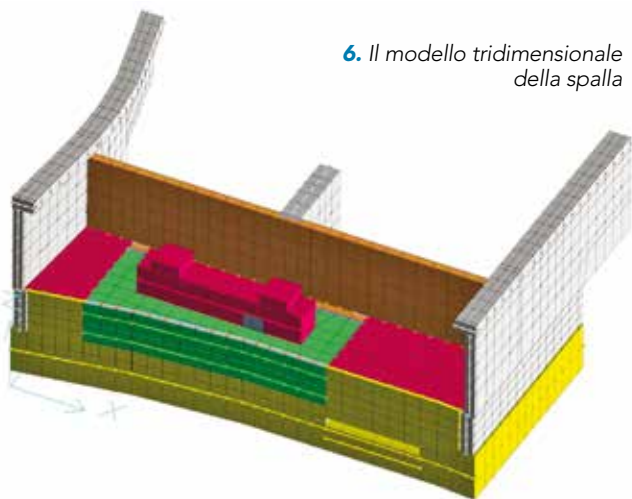
Le fondazioni e le spalle

La presenza dei reperti storici del vecchio Ponte Napoleonico ha comportato la necessità di realizzare una fondazione, prevista su sette pali trivellati del diametro di 2.500 e lunghezza di 36/28 m per ogni lato, con alcuni accorgimenti costruttivi.

La quota di imposta delle fondazioni su testa pali è inferiore al piano di imposta delle fondazioni dei reperti storici; pertanto è stato necessario eseguire una coronella di pali CFA di sostegno dello scavo e, congiuntamente, il tappo di fondo eseguito con la tecnica del jet-grouting.

Il progetto architettonico prevede che spalle e muri siano rivestiti con lastre in cemento bianco del tutto analoghe a quelle usate per realizzare le velette e i marciapiedi dell'impalcato.

6. Il modello tridimensionale della spalla



L'impalcato

L'impalcato, che come già anticipato svolge anche la funzione di catena dell'arco, poggia su appoggi elastomerici con funzione di isolatori sismici, ed è costituito da un graticcio di travi e traversi su cui poggia la soletta in calcestruzzo armato, solidarizzata alle travi con appositi connettori.



7. L'armatura della spalla

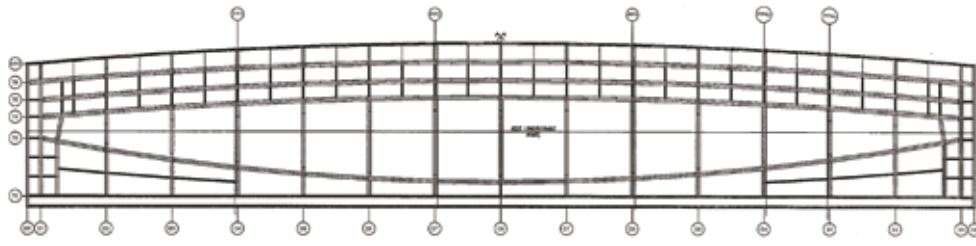
La luce dell'impalcato è pari a 185 m e l'altezza massima dell'arco è pari a 32,5 m; l'impalcato stradale è largo 13,2 m, mentre quello pedonale misura nel suo punto più largo 15 e 5,8 m in mezzeria. Gli impalcato hanno struttura di carpenteria metallica con soletta di c.a. collaborante. Più in dettaglio, la carpenteria di acciaio S355 e S460 è costituita da travi saldate, con sezione a doppio T, unite tra loro da giunti in parte bullonati e in parte saldati; la struttura è completata da una controventatura inferiore composta da profili di acciaio e dalla soletta di calcestruzzo armato superiore. I due impalcato sono inoltre uniti tra loro da 13 diaframmi paralleli di acciaio, anch'essi in trave a doppio T con interasse di 13,22 m.

Più in dettaglio, la sezione trasversale dell'impalcato stradale è composta da quattro travi denominate: SPS, T6, T5 e T4 (Figura 8), mentre due travi compongono l'impalcato pedonale (T3 e T2). La travi hanno sezioni di altezza variabile da 700 mm a 2.400 mm e spessori dei piatti che arrivano fino ai 40 mm. L'intero ponte si divide longitudinalmente in 14 conci, pressoché simmetrici rispetto all'asse di mezzeria.

Le travi di ciascun impalcato sono unite da diaframmi trasversali, con interasse rispettivamente di 13,22 m per l'impalcato pedonale e di 6,5 m per lo stradale. Quest'ultimo è ulteriormente irrigidito dal punto di vista torsionale dalla



8. Vista della struttura dell'impalcato dall'alveo del fiume, lato spalla B



9. La pianta della struttura metallica del ponte Meier



10. Le fasi di montaggio dell'impalcato stradale

presenza della controventatura di piano inferiore tra le sue due travi interne che ne garantisce anche la stabilità fuori piano.

Tutti questi elementi irrigidenti sono connessi con le travi principali attraverso giunti bullonati. Le travi stesse sono dotate di costole verticali e orizzontali che irrigidiscono la sezione a doppia T. Infine, le anime dei diaframmi sono localmente forate a dar luogo a dei passi d'uomo utili all'ispezione e manutenzione delle strutture nel tempo.

La complessa geometria dell'impalcato, l'inserimento in ambito urbano e la grossa portata del fiume Tanaro hanno reso complesse le varie fasi realizzative, dalla progettazione, alle difficoltà costruttive, al delicato preassemblaggio prima e montaggio in opera poi. Quest'ultimo, infatti, è stato eseguito con sollevamento dal basso mediante autogru di grossa portata, agendo sull'area di cantiere ricavata dal temporaneo e parziale riempimento dell'alveo del fiume Tanaro. Le travi inizialmente stoccate a terra sul piazzale antistante al ponte nell'area dedicata allo scarico e al premontaggio delle strutture sono state carrellate in alveo e da qui sollevate e appoggiate tem-



11. Vista degli stralli di connessione tra arco e impalcato

poraneamente su calaggi su pile provvisorie in calcestruzzo armato fondate su pali del diametro di 1.500 mm e lunghezza di 30 m. Tale soluzione è stata studiata per garantire una maggior stabilità e resistenza alle strutture provvisorie in alveo. Il montaggio delle travi su pile provvisorie è avanzato da PP2-PP3 verso spalla B, lato Alessandria, fino a completamento degli elementi lato spalla B, e quindi da PP2-PP1 fino a completamento degli elementi verso spalla A, lato Cittadella (Figure 8, 9 e 10).

Gli stralli

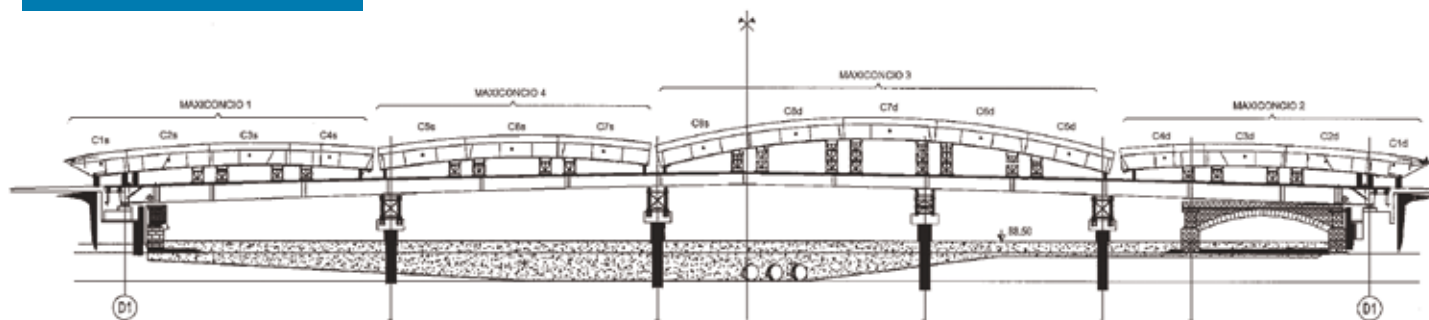
Caratteristica saliente dell'opera di Meier sono anche i 26 stralli che connettono strutturalmente e visivamente arco e impalcato, con diametri nominali dai 56 ai 104 mm, più grossi a sorreggere la viabilità stradale, minori per la passerella pedonale. Tali funi portanti sono completate alle estremità da capicorda che si accoppiano con golfari solidali ai conci d'arco, nella parte superiore, e ai 13 diaframmi di connessione tra impalcato stradale e pedonale, all'estremità inferiore. In aggiunta a questi ultimi golfari sono state previste coppie di golfari aggiuntivi per ciascun strallo al fine di permetterne la tesatura. Detti golfari permarranno sull'impalcato per permetterne la manutenzione futura. Dal punto di vista estetico, dette funi sono state rivestite con una cera bianca che le uniforma al mood architettonico dell'intero impalcato (Figura 11).

L'arco

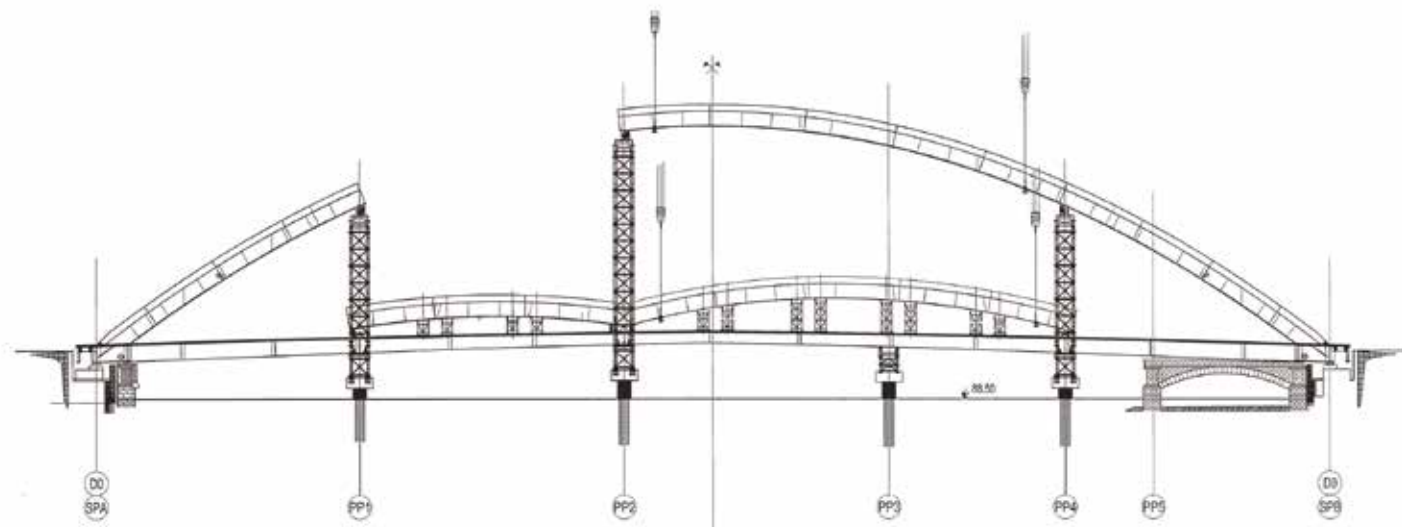
La sua linea d'asse risulta prossima ad un arco di circonferenza che a livello planimetrico mostra un'esatta corrispondenza con la linea d'asse della trave sottostante dell'impalcato pedonale.

La complessa geometria dell'arco ha richiesto un'attività di progettazione particolarmente attenta nonché si è reso necessario il completo premontaggio della struttura a terra all'interno dell'officina, prima del trasporto in cantiere dei singoli pezzi. Tale movimentazione è avvenuta con trasporti eccezionali a causa del formato "fuori-sagoma" e del peso dei singoli elementi. La prova di assiemaggio in stabilimento è servita per verificare che le geometrie dei conci, una volta montati e sollevati nello spazio, considerando la somma degli effetti dati dal peso proprio della struttura e dalle forze derivanti dalla connessione con gli stralli, portassero l'arco nella sua conformazione progettuale.

Un'accurata modellazione è stata riservata al delicato nodo d'intersezione arco-impalcato per verificare il reale comportamento sollecitativo e deformativo della struttura. Per la ve-



12. I maxi-conci dell'arco posizionati sull'impalcato, prima del montaggio in quota



13. Le fasi di montaggio in quota dei maxi-conci dell'arco

rifica delle lamiere e delle saldature del nodo d'appoggio, è stato costruito infatti un modello in elementi "plate". A comprova della criticità del nodo, il concio terminale dell'arco è stato realizzato in acciaio S460 mentre la parte inferiore è realizzata in acciaio S355 e in alcuni punti si sono raggiunti i 65 mm di spessore delle lamiere. La conformazione a cassone dell'arco presenta una sezione tra-

versale trapezia sui tre lati inferiori, completata da una calotta circolare superiormente. L'arco è suddiviso in 16 conci di lunghezza variabile da 8,5 a 14,4 m e larghi 3 m, composti da lamiere di spessore variabile dai 28 ai 45 mm. Ciascun concio è rafforzato da diaframmi e irrigidimenti longitudinali interni, che assumono configurazioni differenti a seconda che si trovino in corrispon-

denza degli stralli o in posizione intermedia tra questi. L'altezza dei conci dell'arco supera i 3 m e rende quindi facilmente ispezionabile l'arco dall'interno. È infatti presente una scala a pioli che permette di salire all'interno della struttura a partire dalla base dell'arco per i tratti più pendenti e di raggiungerne la passerella che si trova nella zona sommitale, potendo così percorrere l'intera lunghezza dell'arco. I conci sono stati saldati tra loro a terra in un'area adiacente al ponte, a comporre quattro maxi-conci che sono stati successivamente trasportati con carrelloni in alveo; posizionati sulla soletta del ponte e infine sollevati nella posizione finale a mezzo di autogru di grossa portata.

A sostegno della struttura dell'arco durante tali fasi di montaggio, sono state montate torri provvisorie in acciaio di altezza variabile, vincolate alle sottostanti pile provvisorie in c.a. già realizzate per l'appoggio delle travi dell'impalcato. Sono stati realizzati dei giunti saldati in quota con piattaforme a quasi 30 m di altezza.



14. Le fasi di montaggio in quota dei maxi-conci dell'arco



15. Vista frontale del ponte

Si è proceduto infatti al montaggio mediante gru del maxi-concso 1 dell'arco, bullonandolo al nodo d'impalcato e appoggiandolo in PP1, similmente per il maxi-concso 2 appoggiandolo in PP4, saldando i maxi-conci e i nodi. Si è poi montato il maxi-concso 3 appoggiandolo in PP2 e bullonandolo al maxi-concso 2. Si sono regolate quindi le quote dell'arco con i martinetti posti sulle teste pile. Infine sempre tramite gru si è montato il maxi-concso 4 bullonandolo ai maxi-conci 1 e 3 e si sono realizzate le saldature tra i conci.

Per completare il montaggio dell'arco e portarlo nella sua condizione definitiva si sono posati e tesati gli stralli iniziando dalle spalle e procedendo verso la mezzera dell'impalcato.

Queste ultime fasi sono state particolarmente critiche per la delicata fase di messa in carico dell'arco. Particolare attenzione è stata prestata sia alle regolazioni che al montaggio avvenuto in quota, spesso infatti le attività sono state monitorate topograficamente per garantire conformità alle geometrie architettoniche richieste (Figure 12, 13 e 14).



16. Vista del ponte durante il tramonto

I materiali

I materiali impiegati, di elevata qualità, risultano:

- acciaio per le strutture metalliche dell'impalcato e dell'arco: S355 e S460;
- armatura per la soletta in cemento armato: B450C;
- calcestruzzo per soletta: C35/45;
- classe di esposizione: XF4 getto soletta;
- XD3 predalles;
- apparecchi d'appoggio: isolatori sismici di tipo elastomerico in grado di attenuare l'azione sismica.

Le finiture

Una particolare cura, quasi maniacale, è stata dedicata alle finiture del ponte che è stato trattato come un vero e proprio oggetto di design. Tutti i dettagli sono stati concordati con l'Arch. Meier al fine di ottenere il risultato voluto. La pista ciclo pedonale del ponte è stata pavimentata in listoni di legno Teak con superficie superiore antiscivolo posti in opera su sottostruttura in listelli di legno e su telaio in profili in acciaio. I parapetti di protezione sia della passerella pedonale che della carreggiata stradale (guard rail) sono stati realizzati in acciaio su disegno dell'Arch. R. Meier. ■

⁽¹⁾ Ingegnere, Direttore Costruzioni di Itinera SpA

⁽²⁾ Ingegnere, Direttore Tecnico di Cimolai SpA

DATI TECNICI

Progettista: Richard Meier & Partners Architects

Direttore Lavori: Dante O. Benini & Partners Architects

Importo: 18.200.000 Euro

Coordinatore della Sicurezza: Dante O. Benini & Partners Architects

Impresa incaricata: Itinera SpA e Cimolai SpA

Progetto esecutivo: Sina SpA

Progetto esecutivo di cantiere: Si.me.te. Srl / Seteco Engineering Srl

Progetto di montaggio: Cimolai SpA

Data inizio lavori: 19.12.2012