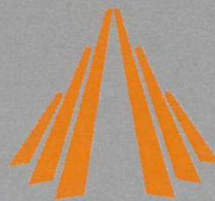


Collegio dei Tecnici dell'Acciaio



PROMOZIONE ACCIAIO

III SETTIMANA DELLE COSTRUZIONI IN ACCIAIO

GENOVA 28-29-30 SETTEMBRE, 1 OTTOBRE 2003

XIX CONGRESSO C.T.A.

GENOVA 28 - 29 - 30 SETTEMBRE 2003

VOLUME 1

RICERCA - INNOVAZIONE - SVILUPPO
GIUNTI
STRUTTURE MISTE
SISMICA
FUOCO

C.T.A. Collegio dei Tecnici dell'Acciaio
GIORNATE ITALIANE DELLA COSTRUZIONE IN ACCIAIO
Genova: 28-30 Settembre 2003

**RIFACIMENTO DEL PONTE DI MALIZIA
CON TRAVATA LANGER
AD ARCO CENTRALE TUBOLARE IN ACCIAIO INOX
“PONTE DI MALIZIA” REMAKING WITH A STAINLESS
STEEL ARCH BRIDGE**

P. D'Orsi², R. Fontani², P. Maestrelli¹, P. Pistoletti¹,

¹ Seteco s.a.s. di Pistoletti Ing. Pierangelo, C.so A. Saffi 1C/15 – 16128 Genova

² Comune di Siena, Piazza del Campo,1 – 53100 Siena

SOMMARIO

Il progetto di rifacimento del Ponte di Malizia si propone di risolvere uno snodo viario particolarmente delicato, per la confluenza del traffico proveniente dal Policlinico delle Scotte, dal vicino Centro Commerciale, nonché dai quartieri di San Miniato e di Scacciapensieri. La centralità dell'opera ha condotto alla ricerca di una soluzione che avesse anche un contenuto architettonicamente pregevole, unito, per quanto possibile, a soluzioni tecnologicamente innovative.

ABSTRACT

The aim of “Ponte di Malizia” ‘s design is to work out a very complicated crossroad where the traffic coming from “Policlinico delle Scotte” joins the traffic from “ Centro Commerciale”, “ San Miniato” and “ Scacciapensieri” districts.

The importance of this project carried us to a choice not only architetturally fine but also technologically innovative.

GENERALITA'

Quando il progetto per il Nuovo Ponte di Malizia iniziò a prendere forma, i presupposti dettati dal contesto piano – altimetrico, dal quadro normativo e dalle condizioni di attraversamento della ferrovia, condussero subito all'ipotesi di un ponte a via inferiore, strallato o sospeso, il solo in grado di soddisfare, nell'ambito di una struttura a campata unica, la necessità di limitare al minimo il dimensionamento della struttura, per ottenere l'altezza sul piano ferroviario tale da consentire una futura elettrificazione della linea.

Una volta definito il principio strutturale iniziale, sono state ipotizzate alcune soluzioni strallate, con pilone asimmetrico, ma la soluzione più valida in relazione alle caratteristiche del luogo, in grado di eliminare qualunque ricordanza strutturale, è stata quella di un ponte con un unico arco in acciaio, disposto al centro dell'impalcato, a sua volta sospeso all'arco tramite cavi in acciaio, secondo uno schema statico globale di ponte ad arco a spinta eliminata.

L'impostazione strutturale del tema, così risolta, è stata in seguito "confortata" dalla scoperta della storia del Ponte di Malizia, che nella sua prima configurazione (1936) era proprio ad arco "con travi paraboliche e tiranti".

Con lo spostamento della prima stazione, costruita nel 1850 in prossimità delle mura della città, e la costruzione della Nuova Stazione Passeggeri nel 1935, l'assetto dell'area compresa tra la porta di San Lorenzo e il fondovalle subì una profonda trasformazione.

I vecchi binari diventano viali urbani di accesso alla nuova Stazione e allo scalo Merci (viale mazzini e viale Sardegna), mentre la costruzione della nuova strada ferrata a fondovalle comporta la deviazione di un tratto della vecchia strada di Malizia, e la conseguente costruzione del Ponte per l'attraversamento dei binari.

La struttura era quella tipica dei Ponti ferroviari dell'epoca (l'opera fu realizzata dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato), con due archi in acciaio ai lati dell'impalcato, connessi in corrispondenza della chiave.

DESCRIZIONE DEL PONTE

Il ponte é costituito da una struttura in campata unica di 50 m di luce.

E' un ponte con un unico arco in acciaio, disposto al centro dell'impalcato, che regge un cassone, anch'esso di acciaio, tramite pendini ogni 6,3 m.

L'arco ha funzione portante per i carichi verticali, il cassone assolve la funzione di elemento torsio-rigido per i carichi eccentrici.

L'arco é costituito da un tubo di diametro ϕ 800 m con altezza in chiave di 10 m.

L'impalcato del ponte avrà una monta di 1 m circa in mezzeria per poter ottenere il franco richiesto sopra i binari.

I diaframmi strutturali sono posti ad interasse di 3,125 m, e vengono prolungati con mensole esterne che hanno la funzione di reggere la piastra ortotropa dell'impalcato a sbalzo del cassone principale.

La pendenza trasversale della carreggiata é realizzata direttamente con il posizionamento della piastra ortotropa.

Lo smaltimento acque avviene tramite griglie poste ogni 6,25 m, tra le mensole esterne.

La larghezza totale dell'impalcato e' di 15,8 m.

Il ponte sarà dotato di due carreggiate costituite ciascuna da una zona pedonale o ciclabile di estremità larga 2,0 m e da una corsia di 3,5 m con banchine rispettivamente di 0,75 m la centrale e 0,75 m la laterale.

Tra le due carreggiate vi sarà una zona di 1 m di protezione per l'attacco dei cavi di sospensione e dell'innesto dell'arco.

La zona di protezione dei cavi di sospensione ed il blocco di ancoraggio dell'arco saranno protetti da un sicurvia.

L'arco sarà interamente realizzato in officina in 5 conci che verranno saldati tra loro a piena penetrazione in cantiere e collegati ai blocchi di incastro.

L'impalcato sarà costituito da un cassone chiuso interamente in acciaio costruito anch'esso in 5 conci lunghi tra 9 e 11,5 m, realizzati in officina e collegati in cantiere tramite giunti saldati a piena penetrazione.

Il cassone ha sezione trapezia con base inferiore di 6,7 m, superiore di 8,1 m ed altezza di 1,2 m.

Ogni concio sarà formato da due anime inclinate ed una centrale di spessore 16 mm.

Il fondello sarà costituito da una lamiera spessa 25 mm con fori da 1200 mm disposti fra un traverso e l'altro, che ne permetteranno la ventilazione e l'ispezionabilità.

Le mensole esterne sono costituite dalla piastra ortotropa superiore, da una piattabanda inferiore di larghezza 400 mm e da una lamiera d'anima sagomata. L'attacco mensole-cassone é realizzato attraverso saldatura a piena penetrazione.

L'arco é collegato all'impalcato tramite cavi costituiti da funi chiuse di diametro nominale ϕ 28,65 mm.

Ogni strallo é collegato mediante perni all'arco attraverso un capocorda fisso ed all'impalcato attraverso capocorda regolabile che permette di ottenere la giusta monta nell'impalcato nonché la verifica e/o correzione del precarico dello sbalzo stesso.

L'impalcato è interamente realizzato in acciaio autopatinabile S 355 W (ex Fe510), mentre per l'arco si è previsto l'impiego di materiale duplex tipo 2205 ASTM A 240 UNS S31803

Al ponte infatti si è voluto conferire qualità innovative ove possibile ed in particolare si è agito sull'arco tubolare.

Recentemente si è parlato molto, e sono allo studio progetti di ricerca in ambito europeo, dell'impiego di "duplex" nelle costruzioni di ponti.

Il duplex, come letteralmente il nome dice, ha una doppia costituzione, ferritica e martensitica, che insieme conferiscono al materiale caratteristiche meccaniche altoresistenziali e grande resistenza alla corrosione.

Qualità di notevole interesse nella costruzione di ponti, tanto che se ne è cominciato a parlarne addirittura per possibili impieghi per ponti sospesi di grande luce.

Attualmente non risultano in Italia altre applicazioni e quindi l'arco in oggetto costituisce una interessantissima novità.

L'esecuzione della pavimentazione sarà realizzata mediante la seguente procedura:

- 1) Sabbiatura: grado 2 ½ Svenks Standard.
N.B. Sabbia asciutta fornita in sacchi, operazione da non eseguire in presenza di nebbia o pioggia.
- 2) Impermeabilizzazione e protezione: bitume elastomerico spessore medio 3 mm da applicare a caldo a temperatura di 180° / 200° C.
- 3) Pavimentazione: conglomerato bituminoso modificato con additivi elastomerici di 4 cm
- 4) Manto di usura: conglomerato bituminoso modificato con additivi elastomerici di 3 cm.

FASI DI MONTAGGIO

Il montaggio é previsto in parte a terra, nella zona prospiciente la sede del ponte ed in parte sul piano costituito dall'impalcato varato.

Le fasi previste sono le seguenti:

1. arrivo in cantiere dei conci costituenti l'impalcato;
2. assemblaggio a terra di tutti gli elementi costituenti il cassone, tramite saldatura della piastra ortotropa;
3. varo e spinta frontale dell'intero impalcato, comprese le mensole esterne, utilizzando le pile esistenti sulla sede ferroviaria quali appoggi provvisori;
4. posizionamento sull'impalcato di tralicci provvisori su cui poggiare i tronconi d'arco;
5. sollevamento e posizionamento dei tronconi d'arco e loro connessione;
6. rimozione tralicci provvisori;
7. montaggio funi e loro messa in carico;
8. eliminazione delle pile esistenti;
9. montaggio degli elementi costituenti marciapiedi, cordoli e ringhiere;
10. finiture varie.

CONSIDERAZIONI DI PROGETTO

La struttura è concepita, in esercizio, come un cassone torsiorigido alla Bredt con le anime delle travi metalliche, piastra superiore ed il fondo inferiore che costituiscono le quattro pareti delimitanti il cassone stesso e quindi il percorso per il flusso di tensione tangenziale.

I traversi, disposti al passo di 3,125 m costituiscono valido ritegno per consentire il mantenimento di forma della sezione, nonché una corretta ripartizione dei carichi applicati.

Lo schema statico globale è di ponte ad arco a spinta eliminata.

Per gli indici di deformabilità si provvede a controllare che le frecce indotte dai carichi permanenti, prima fase, siano contenute entro il valore di $L/300$, pur predisponendo opportune contromonte d'officina e che infine le deformazioni per i carichi mobili, terza fase, siano contenute entro i limiti di $L/700$, come prescritto dalle istruzioni FF.SS. 44A regolamento vigente.

I carichi mobili sono desunti dal D.M. 04.05.90 e relative Istruzioni LL. PP.

Per quanto riguarda la piastra ortotropa, ai fini della distribuzione locale delle azioni, si hanno due distinti schemi statici:

- Le canalette : si considerano come travi continue su appoggi rigidi sollecitate da una linea di carico, ridotta del 15 % per la compartecipazione delle canalette adiacenti. Suddivisione comprovata da studi a grigliato effettuati su analoghe situazioni statiche.

- I traversi : sollecitati dalle reazioni max. delle canalette ed operanti come travi continue su tre appoggi e con due sbalzi.

Per la determinazione della porzione di piastra collaborante si considera 3125 mm (piastra interamente collaborante).

Per entrambi gli elementi strutturali si considera un coefficiente $f_i = 1.4$.

Per l'analisi statica globale si considerano tre fasi:

Fase 1 : è agente il peso proprio della struttura metallica.

Fase 2 : sono agenti i permanenti portati, ovvero la pavimentazione, i cordoli, i N.J. impianti vari.

Fase 3 : corrisponde al transito dei carichi accidentali.

Particolare attenzione viene rivolta alla determinazione delle lunghezze delle stese di carico per ottenere in ciascuna sezione la condizione di massimo valore di taglio, di momento flettente o di momento torcente.

A tal fine il treno di carico viene fatto scorrere su tutta la campata ricercandone successivamente gli effetti peggiori su ciascuna sezione.

Le sollecitazioni della sezione resistente vengono calcolate in due modi:

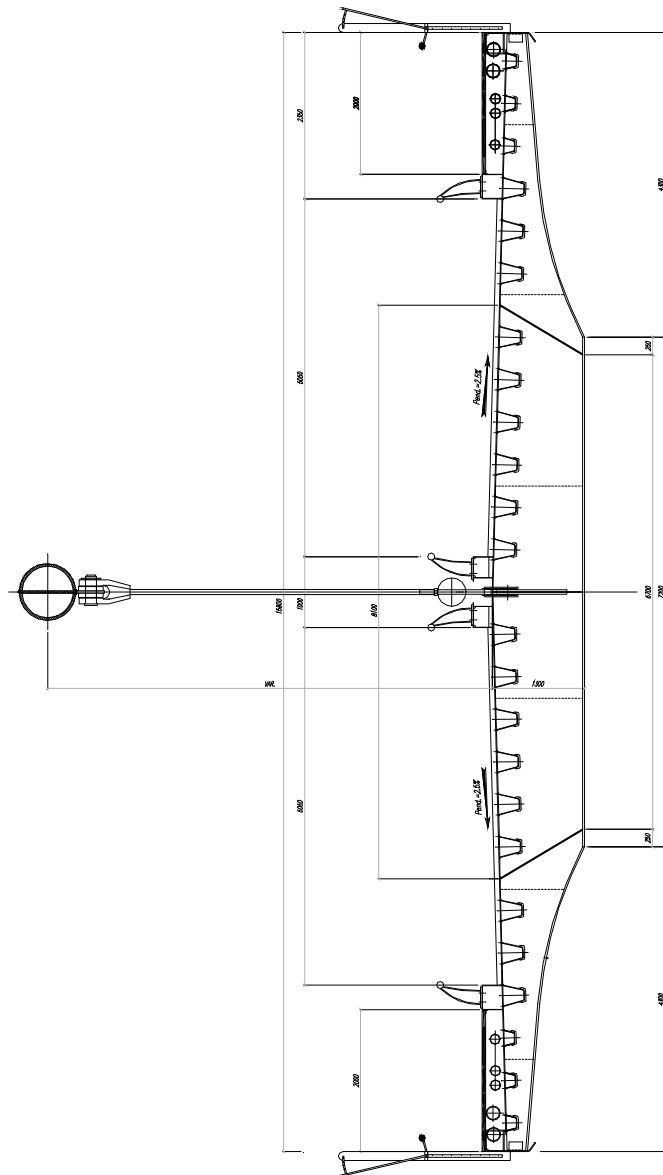
- considerando le canalette come spalmate sulla piastra superiore per verifiche di stabilità delle anime (canalette non reagenti a taglio) e resistenza delle travi principali.
- considerando invece le canalette come compartecipanti con la loro geometria per verifiche di resistenza e combinazione di effetti locali e globali.

Per motivi di sicurezza si prevede la possibilità che manchi uno qualunque dei tiranti.

Si verifica che i tiranti rimanenti siano idonei a sostenere la redistribuzione dei carichi, come pure le travi principali a sostenere gli effetti locali conseguenti.

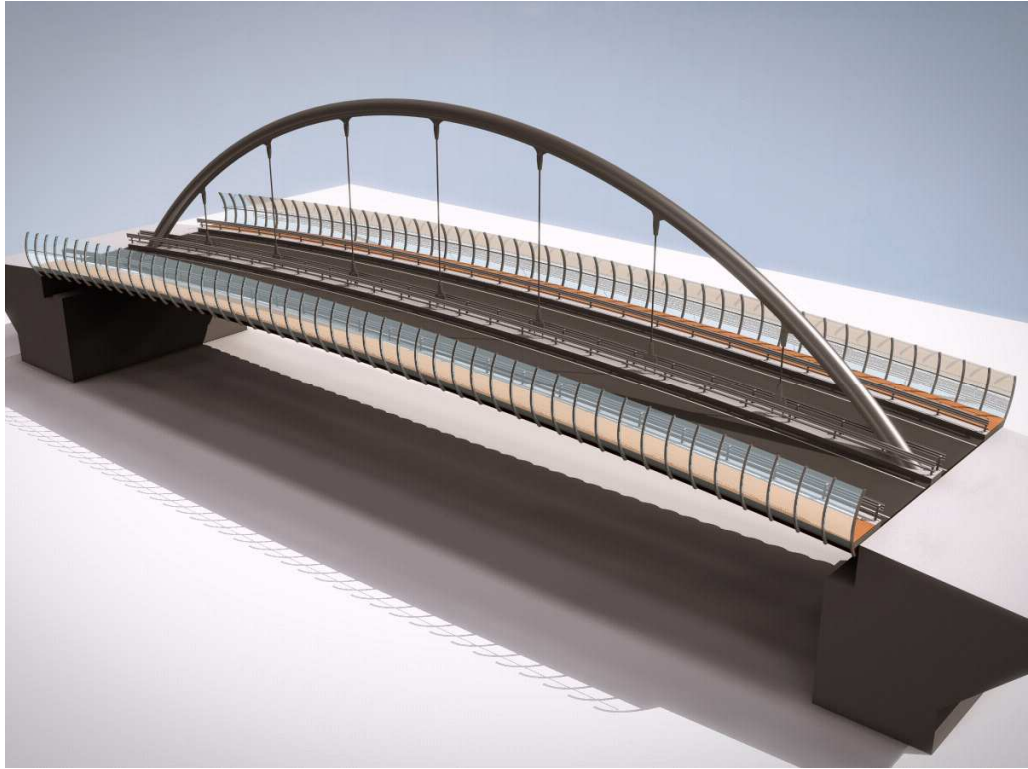
4. IL VIADOTTO IN CIFRE

- Sviluppo complessivo: 51,5 m
- Larghezza d'impalcato: 13,5 m
- Acciaio cassone: 2900 t
- Acciaio arco: 50 t
- Committente: COMUNE DI SIENA
- Progetto esecutivo: SETECO s.a.s. di Pistoletti Ing. Pierangelo
- Progetto definitivo: Ing. Raffaello Fontani
- Progetto architettonico: Arch. Paola D'Orsi
- Realizzazione opere civili: LAURO s.p.a.



SEZIONE INTERMEDIA
Scala 1:25

Sezione trasversale



Vista prospettica