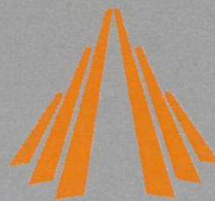


Collegio dei Tecnici dell'Acciaio



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

**POLITECNICO DI TORINO
EDIFICI DI SCAVALCO**

**POLITECNICO DI TORINO
BRIDGE BUILDINGS**

F. Costa², G. Costa¹, F. Ossola², P. Pistoletti¹, F. Tomaselli³

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

² Politecnico di Torino, C.so Ferrucci, 119 - 10129 Torino

³ FIP Industriale S.p.A., Via Scapacchiò 41 – 35030 Selvazzano Dentro (PD)

SOMMARIO

La presente memoria illustra il progetto degli edifici metallici di scavalco su corso Castelfidardo, opere inserite nell'ambito dei lavori di raddoppio del Politecnico di Torino ed attualmente in fase di realizzazione.

Vengono di seguito descritti i criteri che hanno determinato le scelte progettuali e strutturali, nonché le principali fasi del montaggio.

ABSTRACT

The paper presents the project for steel bridge buildings over Castelfidardo street, structure included of the "Construction Works" as a part of the enlargement of Politecnico di Torino, now in advanced realization phase.

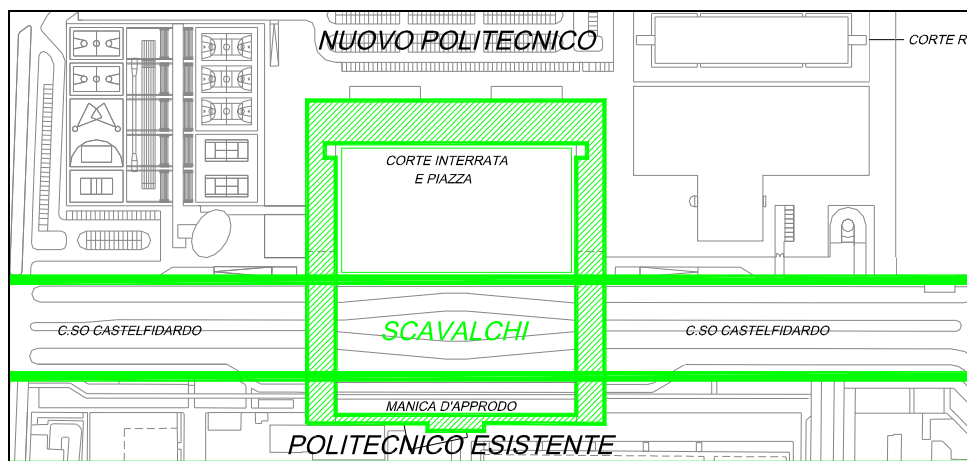
Described here are the criteria that have determined the choice of the structural design and the main phases of construction of the bridges.

1. GENERALITA'

La realizzazione degli edifici di scavalco su Corso Castelfidardo si inserisce nell'ambito di un vasto intervento di espansione e riqualificazione urbana del Politecnico di Torino sulle attigue aree Ex Officine Grandi Riparazioni già delle Ferrovie dello Stato; tali strutture costituiscono infatti un vero e proprio "ponte" tra il nucleo storico della facoltà di Ingegneria e l'area che diventerà il nuovo fulcro dell'attività didattica di ricerca.

2. CONSIDERAZIONI DI PROGETTO

I criteri che hanno portato alla concezione degli edifici di scavalco sono stati fortemente influenzati dalle numerose condizioni al contorno sia di carattere ambientale, sia di carattere architettonico-impiantistico; infatti il sottosuolo della area di inserimento di tali strutture è interessato dal passaggio di un doppio tunnel ferroviario oltre che da un'arteria viaria in superficie di notevole importanza per la circolazione urbana come Corso Castelfidardo (nuovo Viale Spina). Ciò ha comportato una serie di vincoli sulle fondazioni e sulle modalità e le tempistiche di montaggio (carichi massimi sopportabili dall'impalcato di copertura del passante ferroviario, tempi di riapertura del Corso Castelfidardo, interferenze con gli altri cantieri che stanno realizzando l'ampliamento e la sistemazione della nuova carreggiata del Corso Castelfidardo).



Oltre a quanto detto era poi necessario soddisfare ad una serie di requisiti minimi della richiesti dalla committenza quali : elevata flessibilità della destinazione d'uso dei locali (aule e laboratori) comfort acustico, riduzione delle vibrazioni indotte dal traffico veicolare sul viale e dal traffico ferroviario nel tunnel sotterraneo, elevate garanzie di durabilità ed ispezionabilità per le strutture in acciaio, tempistiche di consegna delle strutture molto ristretti e correlati all'esistenza di altri cantieri sull'area, garanzie di protezione termica ed al fuoco anche in caso di incendio di un veicolo al di sotto delle strutture dell'edificio a ponte.

Tali aspetti hanno costituito un sistema di vincoli ed obiettivi di cui si è tenuto conto sia nella progettazione sia nei piani operativi del cantiere.

3. LA STRUTTURA

Il corpo degli edifici di scavalco è stato concepito come un vero e proprio “ponte” che sormonta il passante ferroviario interrato e l’asse stradale di Corso Castelfidardo; la struttura portante è infatti realizzata con due travature reticolari affiancate ad interasse 15.6 m che sostengono cinque impalcati più un vano tecnico in copertura da quota +7.15 a quota +25.90.



Figura 1: Prospetto delle strutture

Tali travature reticolari, concepite come travi continue di tre campate (luci rispettivamente di 21.98 m, 48.0 m e 21.74 m), sono realizzate con campi tipo di lunghezza 8.00 m e di altezza 6.78 m; le aste di parete e di corrente sono costituite da profili a doppio T composti saldati, disposti ad anima orizzontale ed accoppiati fra di loro mediante fazzoletti di coprigiunto a loro volta saldati.

Questa soluzione progettuale ha reso possibile la distribuzione delle aree resistenti di acciaio in funzione dell’effettivo andamento dei flussi tensionali e nel contempo il completo rispetto dei vincoli architettonici in termini di ingombro dei profili; inoltre la modalità di collegamento adottata ha semplificato notevolmente le procedure di montaggio consentendo il preassemblaggio in officina dei campi tipici di travatura reticolare ed una drastica riduzione del numero di saldature da effettuare in cantiere.

Le orditure di impalcato da quota +7.15 a +14.40 (estradosso briglia superiore) sono direttamente collegate ai tralicci mentre gli impalcati dei livelli superiori, da quota +19.20 a +25.90, vengono sostenuti da un’orditura di colonne pendolari in HEA400, ciascuna collegata con giunti bullonati ai montanti della travatura, e controventate longitudinalmente da un elemento a martello in lamiera ad anima piena.



Figura 2: Controvento longitudinale superiore

In direzione trasversale agli scavalchi l'orditura portante è costituita da una travatura reticolare da montante a montante per i primi due piani (la cui volumetria, destinata alla realizzazione del vano tecnico, ha richiesto geometrie degli assi schema molto particolari) e da travi a doppio T composte saldate per i piani superiori, le quali per esigenze impiantistiche presentano nell'anima una serie di forometrie opportunamente nervate; in corrispondenza di ciascuno dei campi di appoggio sulle pile delle travature longitudinali principali, sono stati disposti le strutture reticolari di controventamento trasversale.



Figura 3: Sezione trasversale

L'orditura di piano è completata infine da una serie di travi secondarie di lunghezza 8.0 m e da una soletta in cemento armato gettata su lamiera grecata collaborante di spessore complessivo pari a 11.5 cm (5.5 + 6 cm); la soletta in c.a., solidarizzata alle travi metalliche principali e secondarie con pioli elettrosaldati tipo Nelson, oltre a fornire un significativo incremento alla rigidezza flessionale delle travi di impalcato, costituisce il piano rigido di controventamento orizzontale.

I vincoli verticali delle due travature principali sono disposti su otto pile in cemento armato, quattro per ciascun filo longitudinale, e sono realizzati con appositi elementi in parete piena; essi, oltre a dover riportare le azioni della struttura sul testa pila, sono dotati di nervature per il sollevamento con martinetti dell'edificio (nell'eventualità della sostituzione degli apparecchi di appoggio) e di un passo d'uomo che garantisce la completa ispezionabilità dell'elemento anche in presenza del carter di tamponamento.

I vincoli orizzontali sono invece collocati longitudinalmente su un'unica coppia di pile (quella planimetricamente più distante dal passante ferroviario interrato e conseguentemente con la maggiore portanza della palificata); tale vincolo è fisicamente realizzato con un tacco metallico a contrasto sul ritegno in c.a. della pila.



Figura 4: Elemento di appoggio

Un capitolo a parte meritano i dispositivi di appoggio, la cui tipologia è stata selezionata in base ad un requisito di base essenziale: la capacità di smorzare le vibrazioni ambientali; infatti, come già ampiamente illustrato in sede di presentazione, le condizioni al contorno per gli edifici di scavalco sono tali da far presumere problemi di comfort di esercizio e conseguentemente la scelta del materiale è caduta sull'elastomero armato.

Mediante la scelta della mescola di gomma e l'opportuna calibrazione degli spessori degli strati interni di gomma e acciaio nel nucleo dell'appoggio, si è ipotizzato di smorzare quelle che potranno essere le potenziali frequenze di disturbo nel corso della vita delle strutture.

La progettazione degli appoggi smorzanti è stata conforme alle norme CNR 10018/98 ed alla Circ. Min. LL.PP. n. 34233 del 25/2/91. Ognuna delle due strutture poggia su 8 appoggi, 4 sulle pile centrali e 4 su quelle laterali, ancorati meccanicamente a sovra e sottostruttura come previsto nel caso di zona sismica.

Mentre gli appoggi sulle pile laterali non hanno richiesto particolari accorgimenti costruttivi, non risultando eccessivamente caricati, sono di particolare interesse gli appoggi centrali, denominati EF 1680, per le loro ragguardevoli dimensioni sia in altezza, 405mm, sia in pianta, 1200 x 1550 mm, perché dimensionati per un carico massimo di 16800 kN, pari a 1680 tonn.



Figura 5: Apparecchi d'appoggio smorzanti per le pile centrali

E' intuibile come la realizzazione di un appoggio di queste dimensioni richieda una particolare attenzione ed esperienza quanto a tempi e modalità di vulcanizzazione, risultando fra gli appoggi in elastomero armato più grandi realizzati in Europa.

Simili come composizione strutturale, ma con funzioni del tutto diverse agli stessi sono i DEM, collocati in corrispondenza dei tacchi di riscontro orizzontale (trasversale e longitudinale), allo scopo di ottenere il completo isolamento fra pile e strutture metalliche; si tratta di dispositivi di ritegno scorrevoli in gomma armata posizionati in verticale, sollecitati assialmente da forze orizzontali e non verticali. Ne troviamo in tutto 8 longitudinali da 200 tonnellate e 32 trasversali da 80 tonn.

4. MONTAGGIO

La scelta della tecnica di montaggio è stata condizionata dal rispetto delle seguenti esigenze:

1. Sicurezza del personale presente in cantiere;
2. Sicurezza della costruzione a fronte dei carichi a cui è impegnata nelle fasi intermedie di montaggio;
3. Caratteristiche statiche e geometriche dell'opera;
4. Condizioni operative: agibilità delle aree di montaggio (vincoli nell'applicazione dei carichi nelle zone interessate dal passaggio del passante ferroviario interrato)
5. Rispetto del programma lavori

Tecnica di montaggio:

Le due travature reticolari principali sono state assemblate a terra nel loro intero sviluppo, sfruttando l'imbastitura dei nodi realizzata in officina (ciascuna asta di corrente è stata trasportata in opera con i rispettivi piatti di coprigiunto già saldati su un lato) e procedendo quindi all'assieme delle strutture mediante la realizzazione dei cordoni di saldatura fra il profilo in oggetto e gli elementi confluenti nel nodo.

Una volta composti i tralicci e verificata la geometria (mediante rilievo topografico delle lunghezze campi e della planarità della struttura) sono stati predisposti i golfari, falconi e plinti provvisori per le operazioni di raddrizzamento e posizionamento in quota dei medesimi: le due travature sono state quindi varate nella loro interezza consentendo in questo modo di effettuare in quota i soli collegamenti bullonati fra le strutture reticolari trasversali e quelle longitudinali e richiedendo per le sole fasi sopra menzionate l'utilizzo di gru di portata eccezionale; tutte le rimanenti operazioni di montaggio strutture sono state effettuate con il supporto di gru edili.

Al completamento del montaggio dei primi tre impalcati ed dei controventi verticali trasversali (la controventatura di piano era garantita in queste fasi dalle lamiere grecate opportunamente puntate a greche alterne), sono stati realizzati livelli superiori, partendo dal controvento longitudinale e procedendo poi con colonne pendolari, le travi trasversali principali ed infine le orditure di piano.



Figura 6: Raddrizzamento travatura reticolare



Figura 7: Sollevamento sugli appoggi definitivi

Il getto delle solette in c.a. e dei ritegni orizzontali sui testa pila è stato effettuato al termine delle operazioni di montaggio relative alle carpenterie metalliche, compreso l'impalcato di servizio provvisorio collegato a sbalzo dalle travature reticolari longitudinali.



Figura 8: Sollevamento sugli appoggi definitivi della seconda trave

5. COLLAUDI E MONITORAGGI NEL TEMPO

Il Politecnico di Torino intende svolgere una serie di prove sperimentali nell'ambito delle attività necessarie per il collaudo strutturale e per il monitoraggio nel tempo della struttura.

Le tipologie di prova previste possono esser riassunte come segue:

5.1 Prove da condurre per il collaudo strutturale in opera:

- 1 Determinazione delle principali sollecitazioni durante le fasi di montaggio della struttura
- 2 Conduzione di una prova di carico di tipo statico a montaggio ultimato della struttura, mediante applicazioni zavorre applicate tramite un portale formato da due travi principali poste in senso trasversale allo Scavalco e una serie di travi secondarie che hanno lo scopo di sostenere i blocchi di calcestruzzo utilizzati come zavorre.
- 3 Valutazione delle accelerazioni sulla struttura causate dal transito veicolare e ferroviario;
- 4 Confronto con il modello di calcolo previsionale elaborato in sede di progetto;
- 5 Determinazione dello "stato 0" geometrico, tensionale e dinamico iniziale da porre come base di raffronto per il monitoraggio nel tempo

5.2 Monitoraggio nel tempo del comportamento strutturale:

- 1 Monitoraggio nel tempo delle deformazioni (e quindi delle sollecitazioni) sulla struttura;
- 2 Monitoraggio nel tempo delle accelerazioni sulla struttura causate dal transito veicolare e ferroviario;

- 3 Conduzione di prove dinamiche con vibrodina per valutare eventuali modifiche della rigidità della struttura;
- 4 Valutazione della risposta nel tempo (durabilità) degli isolatori in base alle prove dinamiche di cui sopra e in base a prove di laboratorio illustrate di seguito.

6. CONCLUSIONI

La struttura rappresenta un'opera di notevole importanza e complessità tecnologica sia per gli aspetti di progettazione sia per gli aspetti di realizzazione proprio per i vincoli e i tempi a disposizione.

L'intera opera è stata realizzata con costi contenuti e tempi di costruzione sostanzialmente rispettati grazie ad una attenta progettazione, produzione e buona pianificazione operativa, nonché grazie alla stretta collaborazione con l'impresa.

GLI EDIFICI "SCAVALCHI" IN CIFRE

- Sviluppo complessivo:	92 m	<i>per ogni scavalco</i>
- Superficie d'impalcato:	1470 m ²	<i>per ogni piano</i>
- Acciaio strutturale:	1.400 t	<i>per ogni scavalco</i>
- Larghezza d'impalcato:	16 m	
- Committente:	POLITECNICO DI TORINO sede centrale 10129 Torino, Corso Duca degli Abruzzi, 24	
- Responsabile del Procedimento	Prof. Ing. Francesco Ossola	
- Progetto esecutivo:	SETECO s.a.s. di Pistoletti Ing. Pierangelo 16128 Genova, C.so A. Saffi 1C/15	
- Costo complessivo dell'opera	12.819.599,00 €	
di cui oneri per la sicurezza	1.080.483,00 €	
- Costo strutture metalliche	5.484.979,00 €	
- Realizzazione dell'opera	dell'A.T.I. (Associazione Temporanea di Imprese) formata dalle società: ORTOLAN S.r.l. di Codognè (Tv) M.B.M. S.r.l. di Caselle di Sommacampagna (Vr) ZUMAGLINI & GALLINA S.p.A. di Torino.	