



La Società Integra impegnata nella città di Tunisi nel progetto esecutivo e nell'assistenza di cantiere dell'ampliamento metropolitano della più importante arteria stradale tunisina

UN FLY-OVER NEL CENTRO DI TUNISI

Marco Petrangeli*
Gaetano Usai**
Paola Rita Marcantonio***
Mauro Sasso****

La città di Tunisi, come altri importanti centri dell'Africa Magrebina, sta attraversando un periodo di forte sviluppo infrastrutturale.

Tale sviluppo comporta la realizzazione di nuova viabilità ma anche il potenziamento di quella esistente, potenziamento reso necessario dal forte incremento di traffico veicolare dovuto alla diffusione di mezzi di trasporto privato tra i ceti medi emergenti di questi Paesi. Come per la vicina Algeria, l'asse autostradale principale della Tunisia si sviluppa parallelamente alla costa collegando i centri che si affacciano sul Mediterraneo. In Tunisia tale asse passa quindi per la città di Tunisi, la quale è però anche nodo di congiunzione di tutti gli altri assi infrastrutturali principali che la collegano all'entroterra dato che oltre ad essere la capitale ha anche il porto più importante della nazione.

Questa situazione si somma a una particolarità del territorio di Tunisi che, nonostante sia una città di mare, dispone di ampi terreni non ancora urbanizzati tra il centro stesso e la costa (Figura 2). Il motivo di questa configurazione è dato dalla presenza di grandi estensioni lacustri/paludose che, se da un lato hanno reso possibile lo sviluppo del porto turistico e commerciale, dall'altro hanno suggerito l'arretramento del centro abitato rispetto alla linea costiera. Ecco quindi che l'asse autostradale principale della Tunisia corre tra il centro abitato e il mare anziché by-passare la città nell'entroterra (Figura 3).

Da Tunisi questo asse prosegue quindi verso Sud toccando tutti i principali centri costieri della Tunisia, da Hammamet proseguendo quindi verso Sfax, il golfo di Gabès e quindi la Libia. L'asse è attualmente in fase di ammodernamento nel tratto che da Sfax prosegue verso il confine Libico.



Figura 1

Nei primi anni Novanta, alcune Imprese Italiane realizzarono quindi un lungo fly-over che sollevava questo asse nel centro di Tunisi dando al centro stesso - e specificatamente al corso principale (Avenue Habib Bourguiba) - la necessaria permeabilità verso il porto e i quartieri eleganti siti a Nord-Est (La Goulette e Cartagine).

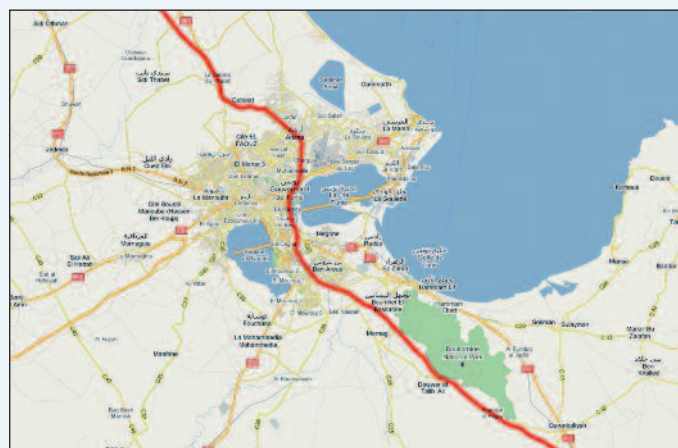


Figura 2 - La mappa stradale nei dintorni di Tunisi. In evidenza la Trans-African Highway 1 della quale fanno parte le opere in oggetto

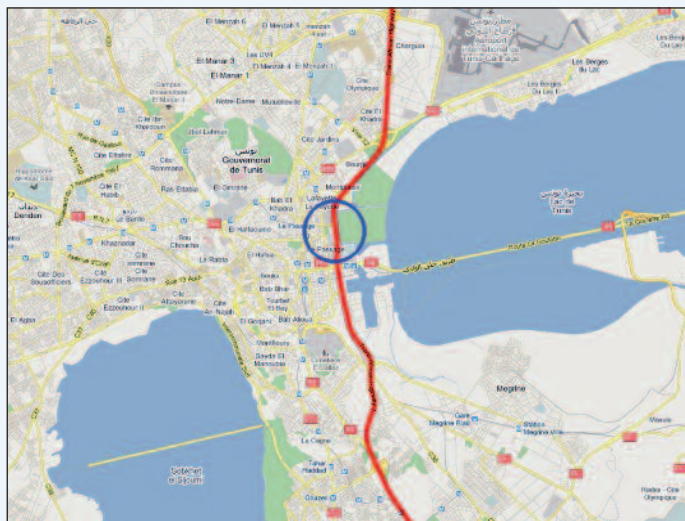


Figura 3 - La pianta della città di Tunisi. Nel tondo, l'ubicazione delle opere in oggetto

Tale fly-over venne realizzato con dei lunghi solettoni precompressi a sezione piena poggianti su pile a setto (Figura 4). Ciascuna carreggiata da due corsie veniva quindi portata su un impalcato indipendente di larghezza pari a 9 m circa.

Con gli anni, la sezione a due corsie è chiaramente diventata insufficiente e si è reso pertanto necessario il suo raddoppio. Si è quindi pensato di realizzare un nuovo fly-over in affiancamento a quelli esistenti (Figura 5), di lunghezza pari a circa 840 m e larghezza di 16,2 m (quattro corsie), da destinare interamente al traffico in direzione Nord, e di collegare i due impalcati esistenti per ospitare la carreggiata a quattro corsie in direzione Sud.

Dato che i due impalcati esistenti non avevano la stessa lunghezza, si è inoltre resa necessaria la demolizione della rampa meridionale della ex carreggiata Nord (Figura 6), lunga circa 120 m, e la successiva realizzazione di un impalcato da 9 m di larghezza in affiancamento a quello esistente per ulteriori 420 m circa.

Il lavoro di costruzione è stato aggiudicato a una delle principali Imprese Tunisine, la Chaabane & Cie. Il progetto a base di gara, redatto da Setra, non era però sviluppato a un livello costruttivo e si rendeva

pertanto necessaria la sua ingegnerizzazione per il cantiere e la successiva assistenza in fase di costruzione.

Nei primi mesi del 2009, Integra è stata pertanto incaricata di redigere il progetto esecutivo-costruttivo, sottoposto ad Audit indipendente da parte del Cliente, e quindi seguire le fasi di realizzazione del manufatto con la necessaria assistenza in cantiere. E' infatti necessario considerare che, nonostante l'Impresa aggiudicataria sia tra le principali Imprese Tunisine e disponga di mezzi e capacità tecniche di ottimo livello, la stessa - come del resto le sue concorrenti nazionali - non avevano mai avuto esperienza di costruzione d'impalcati post-tesi di questo tipo.



Figura 6 - La demolizione della vecchia rampa dell'impalcato esistente (OA1)

Il progetto esecutivo

Le due opere da realizzare erano in definitiva composte come segue: l'opera principale, quella con larghezza di impalcato da 16,2 m (Figura 7), consiste in sei tratti continui di sei/sette campate di luce oscillante intorno ai 22 m circa; l'opera più piccola, quella con impalcato largo 9 m, consiste invece in tre tratti continui sempre di sei/sette campate e di luci analoghe (le pile dei due viadotti sono perfettamente allineate).



Figura 4 - I due impalcati esistenti in affiancamento



Figura 5 - L'impalcato da 16 m (OA2) in costruzione

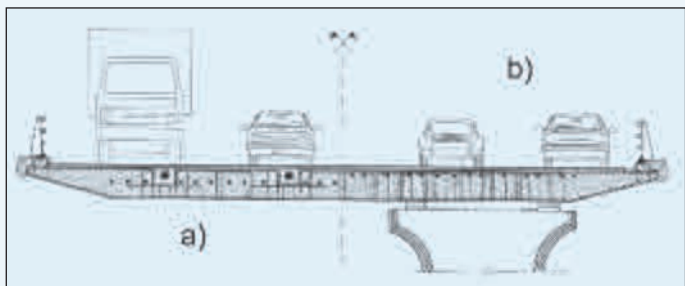


Figura 7 - La sezione del nuovo impalcato OA1: a) in corrispondenza di due nicchie per testate di ancoraggio; b) sugli appoggi

Il nodo principale da risolvere in fase di progettazione esecutiva era proprio quello della precompressione. Il progetto a base di gara prevedeva infatti una realizzazione di questi impalcato in avanzamento gettando una o più campate per volta e quindi riprendendo la precompressione con degli accoppiatori. In definitiva, i cavi di precompressione correvano lungo tutto l'impalcato, ripresi con coupler a ogni fase di getto, sino all'ancoraggio finale posto in corrispondenza dei giunti, ovvero ogni sei/sette campate. Questo era stato del resto il metodo utilizzato per la realizzazione degli impalcato esistenti, gettati su centina autovarante in avanzamento dall'Impresa italiana Lodigiani nei primi anni Novanta.

Questa soluzione non poteva però essere utilizzata nel caso specifico per una serie di motivi ovviamente non noti in sede di stesura del progetto a base di gara. Il principale di questi è dovuto alla necessità di espropriare e abbattere alcuni grossi caseggiati. Tale operazione è stata piuttosto delicata in quanto tali caseggiati erano densamente abitati. La realizzazione del tratto di viadotto in corrispondenza di queste palazzine è stato pertanto posticipato. Il fly over non si è quindi costruito in avanzamento e questo non ha permesso la tesatura dei cavi nella successione ipotizzata dal progetto definitivo, ovvero getto di una campata, tesatura dal lato libero, accoppiamento dei cavi, getto di una ulteriore campata, ecc. (Figura 8).

Dato inoltre che i tratti continui di impalcato sono lunghi anche 150 m e i giunti tra i diversi tratti sono di appena 10 cm, non era neanche possibile tirare i cavi da detti giunti sia per mancanza di spazio che per l'entità eccessiva delle perdite dovute all'attrito.



Figura 8 - L'impalcato da 16 m (OA2) in costruzione

Anche avendo sempre un estremo libero da cui tirare, cosa che non si verificava per l'incidente di cui sopra, a sette campate e 150 m di distanza si sarebbe ottenuto un tiro residuo troppo modesto.

Considerata inoltre la ridotta altezza da terra dei due impalcato, l'Impresa ha reputato conveniente gettare i solettoni su casseri sorretti dal basso. Disponendo di una quantità veramente notevole di casseri e puntelli, la soluzione ottimale era quindi quella di rendere totalmente indipendente il getto dell'opera dalla tesatura dei cavi. Integra ha pertanto studiato una soluzione specifica per ogni tratto di impalcato nel quale i cavi potessero essere tesati dalle estremità eventualmente libere ovvero dall'estradosso dell'impalcato mediante scassi opportunamente sagomati (Figure 9, 10 e 11).

In definitiva, ciascun tratto continuo di impalcato (sei per l'opera principale e tre per quella più piccola) è stato armato e gettato in un'unica soluzione. Una volta ottenuta una buona maturazione del calce-

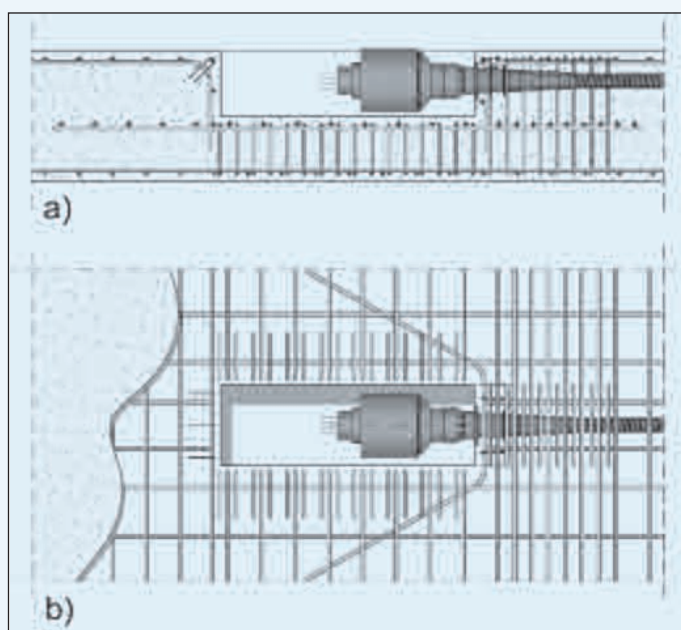


Figura 9 - Un dettaglio della nicchia all'estradosso dell'impalcato per l'ancoraggio e tesatura dei cavi: a) sezione; b) pianta



Figura 10 - Un dettaglio delle teste d'ancoraggio dell'impalcato da 16 m (OA2)

struzzo, senza per altro dover forzare eccessivamente i tempi in quanto l'Impresa disponeva di sufficienti casseri e puntelli per iniziare ad armare un altro tratto, si tesavano i cavi di precompressione il cui numero e posizione era stato studiato in modo da ottimizzarne l'efficacia statica anche minimizzando le perdite di tiro.



Figura 11 - La fase di costruzione dell'impalcato OA2. In primo piano, le casserature delle nicchie per la tesatura dei cavi all'estradosso

Ecco quindi che le campate adiacenti ai giunti e sulle prime pile, soggette, a parità di luce, a sollecitazioni maggiori, hanno un numero di cavi superiore alle altre. L'ottimizzazione dei cavi permette inoltre di raddoppiare per sovrapposizione la precompressione sui testa pila dove si hanno le maggiori sollecitazioni.

Questo non si poteva invece fare con lo schema posto a base di gare per il quale il numero dei cavi è costante lungo tutto l'impalcato e quindi si adatta la precompressione alle sollecitazioni agenti riducendo l'eccentricità dove necessario.

In definitiva, la precompressione del progetto esecutivo è risultata essere pari a $14,1 \text{ kg/m}^2$ di impalcato contro i $19,4 \text{ kg/m}^2$ del progetto definitivo (Figura 12). Si è evitato inoltre l'impiego di accoppiatori ma si è per contro fatto ricorso, per i cavi più corti, ad ancoraggi morti annegati nel getto.

Per quanto concerne l'armatura lenta si è invece chiesto ed in parte ottenuto un aumento della stessa, consci del fatto che eventuali problemi in fase di precompressione e le elevatissime temperature estive avrebbero potuto comportare l'insorgere di una fessurazione apprezzabile. In definitiva, si è adoperata una quantità di armatura lenta pari a 69 kg/m^2 con diametri delle barre variabili da 10 a 25 mm.



Figura 12 - La fase di costruzione dell'impalcato OA2. In evidenza, il tracciato delle guaine per i cavi di precompressione

Aspetti realizzativi

La costruzione dei due impalcati è proceduta in maniera molto spedita e senza particolari problemi. L'opera principale è stata realizzata a partire dal mese di Giugno del 2009 ed è stata terminata nel mese di Marzo del 2010 (Figure 13A, 13B e 13C). I tempi di esecuzione sarebbero potuti essere inferiori se durante gli stessi non si fosse dovuto risolvere il problema dei caseggiati che risultavano ancora abitati all'inizio della costruzione dell'opera.



Figure 13A, 13B e 13C - Le fasi di raffronto dei momenti costruttivi dell'opera.

Fase 1: il nuovo impalcato da 16 m (OA2) ormai realizzato (ma non ancora aperto al traffico) (13A);

Fase 2: il nuovo impalcato da 9 m (OA1) in fase di realizzazione (OA2 aperto al traffico) (13B);

Fase 3: l'intera opera conclusa e aperta al traffico in entrambe le direzioni (13C)



Un altro fattore di disturbo è stata la necessità di mantenere l'operatività della linea tranviaria che passa sotto una delle campate dell'opera e che ha quindi richiesto la realizzazione di un piccolo portale per sorreggere la casseratura del getto.

La costruzione delle fondazioni e delle pile è andata di pari passo con la realizzazione degli impalcato nonostante in quest'area di Tunisi vi sia un potente banco di limi argillosi che ha richiesto la realizzazione di pali del diametro di 1.200 mm da 50 m circa. Anche la realizzazione dei plinti di fondazione non è stata facilitata dalla falda salmastra posta a circa 1 metro dal piano campagna che ha richiesto l'uso di palancole per il sostegno e l'impermeabilizzazione degli scavi.

La precompressione degli impalcato è stata effettuata senza incontrare particolari problemi. Solo in un paio di casi si sono avuti dei cedimenti localizzati nelle zone di ancoraggio. Questo peraltro è un problema non nuovo in questi Paesi, dove la qualità del calcestruzzo e la sua messa in opera non sempre sono eccellenti e quindi le forze localizzate della precompressione possono comportare plasticizzazioni locali. Conoscendo questo rischio, anche per esperienze analoghe in Algeria, tutto il progetto è stato effettuato con particolare cura affinché non si avessero concentrazioni eccessive di sforzi agli ancoraggi e con studi approfonditi sulla quantità e disposizione dell'armatura di frettaggio.

La tesatura dei cavi

Un problema che tipicamente si incontra con la post-tensione è quello legato alla corretta posa in opera delle guaine ed alla minimizzazione delle deviazioni del tracciato effettivo da quello teorico di progetto (Figura 14). La necessità di ridurre quanto più possibile tali deviazioni non è sempre compreso nella sua reale importanza perché le maestranze non specializzate non sempre comprendono la differenza tra un trefolo lento e uno teso; pensano, infatti, che se è possibile infilare i trefoli nelle guaine allora non vi saranno problemi in fase di tiro.

Nel caso specifico, dove abbiamo a disposizione una casistica piuttosto ampia avendo tesato 346 cavi, abbiamo potuto constatare quanto sia importante la cura della corretta posa delle guaine ed il loro mantenimento in posizione durante il getto.

Nella Tabella si riportano in sintesi alcuni dati statistici relativi agli allungamenti dei cavi misurati durante la tesatura. Nella prima colonna è indicata la sigla di ciascun impalcato continuo compreso tra due giunti successivi (OA2 con larghezza di 16,2 m e OA1 con larghezza di 9,0 m), nella seconda il numero totale di cavi impiegato per ogni impalcato, nella terza il coefficiente di variazione degli allungamenti e nell'ultima la media aritmetica dei rapporti tra gli allungamenti effettivi e quelli teorici di calcolo.

Impalcato	Numero cavi	C.V. media	Effettivo/teorico
OA2_T1	38	1,10%	103%
OA2_T2	46	2,00%	107%
OA2_T3	48	3,70%	101%
OA2_T4	48	2,00%	104%
OA2_T5	49	1,20%	104%
OA2_T6	40	1,30%	106%
OA1_T1	20	0,70%	104%
OA1_T2	27	1,70%	105%
OA1_T3	30	2,30%	105%
Totale	346		

Tabella 1 - Alcuni dati statistici relativi agli allungamenti dei cavi misurati durante la tesatura

Dai dati riportati in Tabella risulta evidente come la tesatura dei cavi dell'impalcato denominato OA2_T3, che poi è stato il primo realizzato in ordine di tempo, sia stata quella che ha fornito i risultati con maggiore dispersione e non di molto prossimi al limite dell'accettabilità. Tale fatto è senz'altro dipeso dalla scarsa cura e precisione con cui sono state poste in opera le guaine; già i risultati relativi agli impalcato adiacenti dimostrano un netto miglioramento dovuto alla forte azione di sensibilizzazione sul tema promossa dagli scriventi nelle ripetute visite di cantiere.

Un altro aspetto importante che è emerso dall'analisi dei dati di tesatura, e che in parte ha compensato i difetti di posizionamento delle guaine, riguarda il valore effettivo del coefficiente d'attrito tra trefoli e guaina che è risultato inferiore a quello prescritto dai principali codici europei. È stato infatti possibile verificare in più occasioni, e in special modo nei cavi più corti, che, pur scegliendo per il coefficiente di deviazione angolare non intenzionale (K) il valor minimo di normativa, si sono comunque ottenuti allungamenti effettivi maggiori dei teorici. Tale fatto è spiegabile esclusivamente con un valore del coefficiente d'attrito effettivo più basso del teorico.

$$\Delta P_{\mu}(x) = P_{\max} (1 - e^{-\mu(\theta + kx)}) \quad (1)$$

Perdita di tiro per attrito secondo Eurocodice dove:

μ = è il coefficiente d'attrito tra l'armatura e la sua guaina;

θ = è la somma delle deviazioni angolari sulla lunghezza "x";

k = è una deviazione angolare non intenzionale (per unità di lunghezza).

L'unione dei due impalcato esistenti

I due impalcato esistenti risalenti agli anni Novanta si sviluppano in affiancamento, da Nord a Sud, con una distanza netta ai bordi di pochi centimetri. Come già esposto in precedenza lo sviluppo in lunghezza era diverso (420 m per la carreggiata direz. Nord e 840 m per quella direz. Sud) per cui si è dovuto, per ottenere una sola nuova carreggiata da quattro corsie, costruire il prolungamento verso Sud dell'opera più corta (Figura 13).

La configurazione risultante, a prolungamento effettuato, è stata quella di due impalcato affiancati di medesime caratteristiche geometriche (pari sezione trasversale e luci delle campate) e, almeno per la parte interessata dal prolungamento, tempi di stagionatura molto diversi.

Ai fini dell'ottenimento della carreggiata unica, a partire da due impalcato distinti, ci si è posti dunque il quesito su come procedere;



Figura 14 - La fase di costruzione dell'impalcato OA1 in affiancamento all'esistente. In evidenza il tracciato delle guaine per i cavi di precompressione

se intervenire mediante un collegamento rigido o introdurre un giunto longitudinale lungo tutta la linea di contatto così come proposto dalla committenza.

La prima soluzione è stata analizzata studiando, con modello agli elementi finiti, la variazione dello stato tensionale nel doppio impalcato a causa del collegamento rigido che ne altera lo schema statico originario (Figura 15).

Tale studio ha evidenziato che, come era lecito aspettarsi, nel nuovo schema statico si riducono le sollecitazioni flessionali longitudinali in campata e sugli appoggi (si riduce l'eccentricità dei carichi mobili) e si incrementano quelle trasversali in campata, peraltro molto modeste, generate dal nuovo comportamento a piastra. Le successive verifiche delle sezioni d'impalcato hanno dimostrato che, comunque, l'intervento di collegamento sarebbe stato possibile e le nuove sollecitazioni compatibili con la resistenza della struttura.

La seconda soluzione, quella effettivamente adottata, è consistita nella disposizione di un giunto longitudinale continuo, in asse carreggiata, fissato alle estremità libere dei due solettoni (Figura 16). In questo caso non viene modificato lo schema statico degli impalcati, che restano di fatto indipendenti, e si mantiene inalterato il regime di sollecitazioni sia per i carichi permanenti che per gli accidentali. Il giunto in gomma serve a compensare i movimenti e le rotazioni reciproche dei bordi degli impalcati (15 mm di abbassamento differenziale massimo che si ha nel caso di distribuzione perfettamente asimmetrica dei carichi accidentali). L'ovvia controindicazione in termini di sicurezza data dalla presenza del giunto in asse carreggiata non è stato valutato dirimemente dalla committenza tunisina.

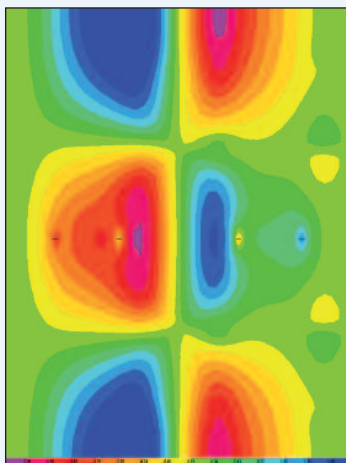


Figura 15 - Una rappresentazione cromatica delle sollecitazioni flettenti negli impalcati nell'ipotesi di collegamento rigido

Utilizzando le curve di sviluppo dei fenomeni lenti del Model Code [1], l'impalcato esistente, risalente agli anni Novanta, aveva già scontato il 95% della viscosità e il 93% del ritiro finale. L'impalcato di nuova realizzazione, invece, a sei mesi dal getto, avrebbe scontato solo il 53% della viscosità e il 39% del ritiro finale.

Sulla base di questi valori sono state condotte le analisi agli elementi finiti di lastra/piastra per stimare le sollecitazioni indotte su i due impalcati da questi fenomeni. Tali analisi sono state effettuate differenziando il comportamento dell'impalcato nel piano (accorciamento dovuto a ritiro e viscosità) da quello fuori dal piano (deformazione verticale dovuta all'amplificazione viscosa della monta del nuovo impalcato).

L'effetto dell'accorciamento da ritiro e viscosità nel piano è stato modellato imponendo una variazione termica uniforme a uno dei due impalcati. Con l'in-

collaggio, l'impalcato vecchio si oppone all'accorciamento del nuovo, e ciò comporta la nascita di trazione nel nuovo impalcato e compressione in quello esistente. A queste sollecitazioni sono associate, ovviamente, sollecitazioni taglianti nel piano, più intense nei tratti iniziali e finali di ciascun viadotto in prossimità dei giunti longitudinali.

Per quanto riguarda il comportamento a piastra, ovvero le deformazioni lente fuori dal piano degli impalcati, si deve considerare che il nuovo impalcato non solidarizzato tenderebbe a salire e quindi il collaggio provocherebbe un leggero aumento delle sollecitazioni flettenti longitudinali nella nuova opera ed un alleggerimento nella vecchia. Questo scambio di sollecitazioni passerebbe ovviamente per un trasferimento di taglio in direzione trasversale. Questi effetti sono ben resi dalla deformata amplificata delle due opere incollate (Figura 17).



Figura 16 - Una vista del giunto longitudinale posto in asse carreggiata

La valutazione degli effetti dei fenomeni lenti

Lo studio condotto nel caso di un collegamento rigido tra i due impalcati ha riguardato non solo le variazioni dello stato tensionale dovute ai carichi accidentali, ma anche quelle dovute ai fenomeni lenti (ritiro e viscosità). Secondo i tempi previsti per la costruzione, l'unione dei due solettoni sarebbe dovuta avvenire a circa sei mesi dal getto del tratto di nuova realizzazione (prolungamento dell'ex carreggiata Sud). In quest'ultimo, pertanto, sarebbero stati ancora in atto i fenomeni lenti, tali da portare a comportamenti differenziali tra i due impalcati.

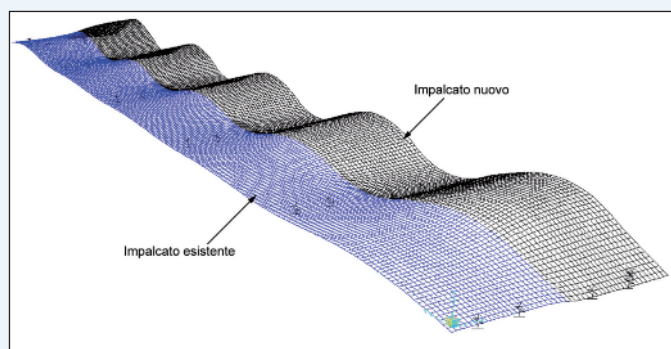


Figura 17 - Gli effetti viscosi di lungo termine nell'ipotesi di collegamento dell'impalcato nuovo all'esistente. Qui sono rappresentate le deformazioni degli impalcati (fortemente amplificate) causate dalle coazioni generate dal collegamento dei due manufatti aventi tempi di stagionatura molto diversi

L'analisi del comportamento a piastra dei due impalcati ha interessato anche i cedimenti differenziali fondazionali, che sono tuttavia da considerarsi con segno opposto rispetto agli effetti dovuti alla viscosità in quanto, mentre il nuovo impalcato tende a salire, le sue fondazioni possono invece subire dei cedimenti per consolidamento dei banchi limosi. Pertanto, in sede di analisi si è scelto di verificare la sezione di campata considerando i soli effetti viscosi di monta e di verificare la sezione in corrispondenza degli appoggi considerando gli effetti dei cedimenti differenziali.



Le verifiche hanno dimostrato che, comunque, l'intervento di collegamento effettuato tra i due manufatti con differenti stagionature sarebbe stato possibile in quanto le sollecitazioni compatibili con la resistenza delle strutture.

La messa in opera del giunto

L'accoppiamento dei due impalcati con giunto longitudinale centrale, sebbene non rappresenti propriamente l'ortodossia nell'ambito delle opere stradali, ha senz'altro costituito una grande semplificazione costruttiva che ha permesso di portare a compimento i lavori con estrema celerità e, per conseguenza, di ridurre al minimo il disagio all'utenza di questa importante arteria viaria.

La messa in opera del giunto è avvenuta successivamente alla stesa del manto bituminoso e si è svolta nelle seguenti fasi:

- ◆ taglio e rimozione del conglomerato bituminoso a cavallo del giunto per una larghezza di 40 cm fino al raggiungimento dell'estradosso impalcato;
- ◆ costituzione e regolarizzazione del piano di posa del giunto in gomma con malta ad alta resistenza a ritiro compensato previo intasamento dello spazio libero tra gli impalcati con polistirolo espanso;
- ◆ inghisaggio delle barre filettate per il fissaggio del giunto (Figura 18);



Figura 18 - Un dettaglio di una fase della disposizione del giunto longitudinale. Si notano le barre filettate per il fissaggio del giunto agli impalcati

- ◆ disposizione di un adesivo-sigillante elastico a base poliuretanic ed elevato modulo elastico sulla superficie di posa del giunto in gomma;
- ◆ disposizione in sede e fissaggio del giunto in gomma (Figura 16).

Conclusioni

L'impiego di manufatti in cemento armato post-teso può rappresentare una soluzione molto competitiva nella realizzazione di ponti e viadotti in ambito urbano e non. In Italia, la diffusione di questo tipo di opere è minore di quanto dovrebbe, in quanto tale tecnologia viene erroneamente percepita come onerosa e poco adatta ad essere industrializzata e subappaltata [2] come ad esempio avviene per gli impalcati prefabbricati pretesi [3], ovvero quelli a struttura mista [4-6]. In effetti, Imprese e Progettisti italiani impiegano spesso questa tecnologia in molti lavori all'estero dove le grandi Società di ingegneria internazionali incaricate della redazione dei progetti di appalto non si prestano a essere condizionate da esigenze e pregiudizi del mercato delle costruzioni italiane.

In Tunisia, come negli altri paesi del Magreb, la progettazione è stata per lungo tempo appannaggio dei francesi ma si stanno recentemente aprendo nuove possibilità per Attori di altre nazionalità nonché per Progettisti e Imprese locali, le quali dimostrano buona competenza e soprattutto grande serietà sul lavoro.

Potrà infine interessare il lettore sapere come i recenti eventi politici abbiano influenzato lo svolgimento dei lavori. In effetti si è avuta una interruzione ovvero un forte rallentamento per un periodo per altro piuttosto breve, di due/tre mesi circa. La cosa che può risultare sorprendente è che tale periodo è stato precedente alle manifestazioni di piazza che hanno coinciso con la caduta del Governo, manifestazioni che hanno avuto il loro fulcro proprio a poche centinaia di metri dal cantiere, in avenue Bourguiba. Una volta formatosi il nuovo Governo provvisorio, i lavori sono ripresi e terminati in poche settimane. Questo dimostra come l'informazione dei media occidentali sugli avvenimenti sia stata incapace di cogliere il movimento non solo sul nascere ma anche nelle sue fasi più cruciali, ovvero quelle durante le quali hanno smesso di funzionare i Ministeri e l'Amministrazione Pubblica, i quali si erano dimostrati invece controparte sempre efficace e tempestiva nello svolgimento del progetto e dei successivi lavori. ■

* *Professore di Tecnica delle Costruzioni dell'Università G. D'Annunzio di Chieti e Pescara*

** *Ingegnere Direttore Tecnico di Integra Srl*

*** *Architetto Dottorando dell'Università G. D'Annunzio di Chieti e Pescara*

**** *Architetto di Integra Srl*

Ringraziamenti

Si ringraziano i nostri interlocutori dell'Impresa di costruzioni, Ing. Taoufik Kossentini (Chef Département International) e Ing. Maher Essai (Directeur du Département Routes et Ouvrages), per aver accolto con entusiasmo la soluzione progettuale proposta (dai contenuti innovativi e per questo inizialmente avversata dagli Enti di controllo) e per la cordiale ospitalità dimostrata in occasione delle visite di cantiere.

Ringraziamo l'Arch. Eileen Valenti di Integra che ha svolto con grande professionalità l'importante ruolo di traduttrice ed elemento di collegamento con l'Impresa.

BIBLIOGRAFIA

- [1]. Fib Bulletin 55-56: Model Code 2010 - First complete draft, Volume 1-2.
- [2]. M. Petrangeli, G. Usai, M. Orlandini, F. Magnorfi, A. Leoncini, S. Grigolon - "Il nodo di Certosa", "Strade & Autostrade", 76/2009, pp. 113-119, ISSN 1723-2155, 2009.
- [3]. M. Petrangeli, C. Andreocci, A. Leoncini, M. Orlandini, G. Geremia - "Il Biccassone Prefabbricato lungo la nuova linea Alta Capacità Torino-Milano", "Industria Italiana del Cemento", AITEC, Gennaio 2007, p. 827, 2007.
- [4]. M. Petrangeli, C. Andreocci, M. Sciarra - "Sulla S.S.16 Adriatica, la ricostruzione del Ponte sul Sangro", "Strade & Autostrade", 67/2007, pp.76-82, ISSN 1723-2155, 2007.
- [5]. M. Petrangeli, C. Andreocci, F. Magnorfi, A. Leoncini, M. Orlandini, G.M. Scotto - "Le opere di scavalco a struttura mista della nuova linea AC Torino Milano", "Strade & Autostrade", 78/2009, pp. 84-94, ISSN 1723-2155, 2009.
- [6]. M. Petrangeli, M. Nanni, M. Pietrantoni, C. Andreocci, D. Mura - "L'attraversamento del fiume Tammaro nella Valle del Fortore", "Strade & Autostrade", 82/2010, pp. 2-9, ISSN 1723-2155, 2010.

SS77 della Val di Chienti - ITALIA

Viaducto C2-1 - VENEZUELA



Viaducto La Colorada - VENEZUELA

SS212 della Val Fortore - ITALIA

INTEGRA
 DESIGN | **I** | DELIVER