

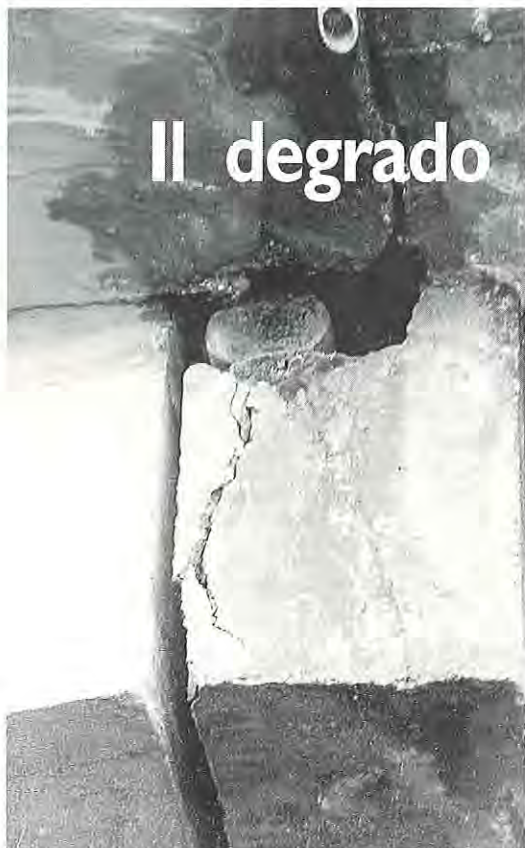
FRANCESCO ALESSANDRINI
PIERINO BURBA

Il degrado strutturale degli appoggi



n. 4/1994 Anno XLIV

Il degrado strutturale degli appoggi



Le opere di scavalco (ponti, viadotti, sovrappassi) della rete stradale regionale, pur presentando nel loro insieme un sufficiente stato di conservazione, esigono in numerosi casi la necessità di interventi manutentivi di una certa rilevanza. Si riscontra in particolare uno stato di degrado accentuato nelle zone di appoggio delle opere, sia per malfunzionamento o deterioramento degli apparecchi d'appoggio, sia per disgregazione delle parti di ponte o di sostegno immediatamente prossime all'appoggio stesso. Un aspetto che tende a rimandare indefinitamente l'intervento manutentivo è la necessità di sollevare gli impalcati per la sostituzione degli appoggi e la ristrutturazione delle zone contigue e la conseguente supposta necessità di chiudere al traffico, spesso particolarmente intenso, le opere sulle quali si va ad intervenire; in molti casi è comunque possibile, con l'utilizzo di particolari metodologie, procedere alla manutenzione o alla riparazione delle zone di appoggio delle opere di scavalco senza impedire lo scorrimento veicolare soprastante.

**Francesco Alessandrini
Pierino Burba**

La necessità di riparare le selle di appoggio delle travi di alcune campate del viadotto "della Scafa" (Morandi), a Fiumicino, e di non interrompere il notevole traffico veicolare che su esso scorre, hanno richiesto l'utilizzo di un particolare dispositivo di sollevamento delle campate, ideato per il caso specifico ma dotato di una flessibilità tale da permettere un utilizzo in un gran numero di carichi e condizioni geometriche diverse e per sollevamenti sia dall'alto che dal basso.

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni, il viadotto della "Scafa", lungo l'omonima statale n. 296 nei pressi di Fiumicino (Roma), ha evidenziato notevoli dissesti in corrispondenza delle selle di appoggio delle travate "Gerber" che costituiscono l'impalcato. L'ANAS di Roma ha predisposto un intervento di ricostruzione con rinforzo delle selle; per l'esecuzione di tale intervento si ravvisava la necessità di non interrompere o deviare il traffico veicolare in quanto la statale 296 è arteria di notevole importanza nelle comunicazioni della periferia romana.

Nel seguito si descrive l'intervento e, in modo particolare, il dispositivo di sollevamento che ha permesso, con sicurezza e costi relativamente contenu-

ti, di eseguire la riparazione delle selle mantenendo il traffico veicolare al di sopra dell'impalcato sollevato.

Caratteristiche del ponte

Dati geometrici e strutturali

Il viadotto della "Scafa" è stato realizzato nel 1958 su progetto originale di Riccardo Morandi, vincitore dell'appalto indetto nel 1957 per il "ponte sul canale di Fiumicino".

La tipologia strutturale del viadotto, composto da numerose campate, richiama il concetto della travata isostatica molto sfruttato da Morandi negli anni '50 e successivi: la trave isostatica nella versione Gerber è qui infatti ampiamente usata in quasi tutte le campate con esclusione delle due campate che affiancano il canale di Fiumicino per le quali si è fatto uso di un "cantilever", altra tipologia molto in uso nella progettazione Morandiana.

Per quanto riguarda le campate che ci interessano direttamente, esse hanno una luce complessiva di 35 m, luce coperta con una travata Gerber di 25 m e da due sbalzi solidali alle pile di circa 5 m; sia gli sbalzi che la Gerber sono idealmente profilate secondo l'andamento dei diagrammi del momento flettente.

Il viadotto, nel suo insieme, è costituito da due impalcati affiancati ciascuno dei quali presenta una struttura portante formata da quattro travi poste ad interesse di 2,20 m.

La travata "Gerber" che interessa il

sollevamento presenta un'altezza complessiva in prossimità della sella di circa 1,30 m, di cui 1,15 m di trave o 0,15 m di soletta; l'altezza in corrispondenza della mezzaria diventa 1,90 m, di cui 1,75 di trave. Sono presenti due traversi intermedi e dei traversi di irrigidimento e distribuzione degli sforzi in corrispondenza delle selle.

Gli appoggi originali della Gerber sono stati concepiti per fornire uno schema statico con un appoggio-fisso e con un appoggio-carrello alla trave; infatti mentre da un lato abbiamo due piastre di piombo sovrapposte, dall'altro abbiamo dei rulli metallici interposti tra due piastre di piombo.

I giunti, rifatti nel 1975/76, sono costituiti da una vasca, ricavata tra la testa della Gerber e la stampella di appoggio, riempita di inerte sopra il quale è stata stesa direttamente la pavimentazione stradale.

Dissesti rilevati

Premesso che il viadotto, nel suo complesso, era da considerarsi idoneo, dal punto di vista strutturale, per l'assorbimento delle sollecitazioni di esercizio (a tal fine è stata anche predisposta una prova di carico), andiamo ad analizzare quali inconvenienti locali si sono evidenziati.

Il viadotto presentava un avanzato stato di dissesto delle selle (o seggio-

dott. ing. Francesco Alessandrini - Libero professionista in Udine.
Pierino Burba - Ufficio tecnico-ICOP s.p.a. Udine.

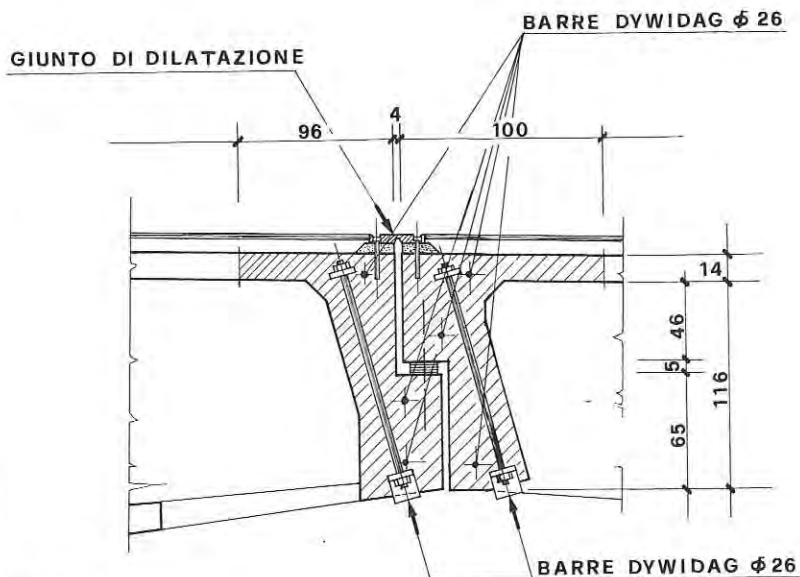


Fig. 1

le) di appoggio della travata Gerber, soprattutto in corrispondenza degli appoggi a rullo; i rulli, infatti, tramite un'azione di martellamento ripetuto, hanno provocato una parziale disgregazione del calcestruzzo sottostante e, in alcuni casi, si è arrivati anche alla recisione di parte della sella di appoggio.

A ciò si aggiunge il fatto che, a causa degli spostamenti della travata avvenuti in seguito allo spostamento dei rulli, gli impalcati della Gerber e della stampella hanno subito un fenomeno di incuneamento e si sono appoggiati lungo le superfici di contatto provocando, localmente, la disgregazione del calcestruzzo.

Si era inoltre verificato, sempre a causa della disgregazione del calcestruzzo delle selle, un abbassamento del piano viabile relativo alla Gerber rispetto a quello delle stampelle, con la formazione di un "dente" in corrispondenza del giunto.

Sul piano viabile si poteva notare la frantumazione del bitume al di sopra della vasca-giunto, con fuoriuscita, in più punti, del ghiaio di riempimento e formazione di buchi.

La situazione richiedeva un intervento immediato in grado di ripristinare la funzionalità delle selle e la ricostruzione del manto stradale nelle vicinanze delle stesse.

L'intervento di ripristino

Finalità

L'intervento di ripristino che si è effettuato ha mirato alla completa ricostituzione delle selle Gerber e ad una riduzione dell'effetto di martellamento, cui sono soggetti appoggi e mensole, tramite la sostituzione degli originali appoggi metallici con appoggi di maggiori caratteristiche smorzanti, quali quelli in gomma; altro obiettivo è stato quello di ridurre le concentrazioni di sforzo me-

diante un'ampliamento ed irrigidimento delle superfici di appoggio; si è, inoltre, prevista una radicale rimozione dei giunti esistenti e la posa in opera di giunti di dilatazione di concezione più moderna quali quelli in gomma policloroprenica con profili metallici annegati al suo interno.

Modalità d'intervento

L'intervento viene di seguito descritto per punti, secondo successione temporale.

- posizionamento sull'impalcato delle barre necessarie per il sollevamento dell'impalcato stesso e posizionamento delle passerelle metalliche sopra le quali si avrà il passaggio del traffico anche a ponte sollevato;

- demolizione del giunto esistente, dal di sotto;

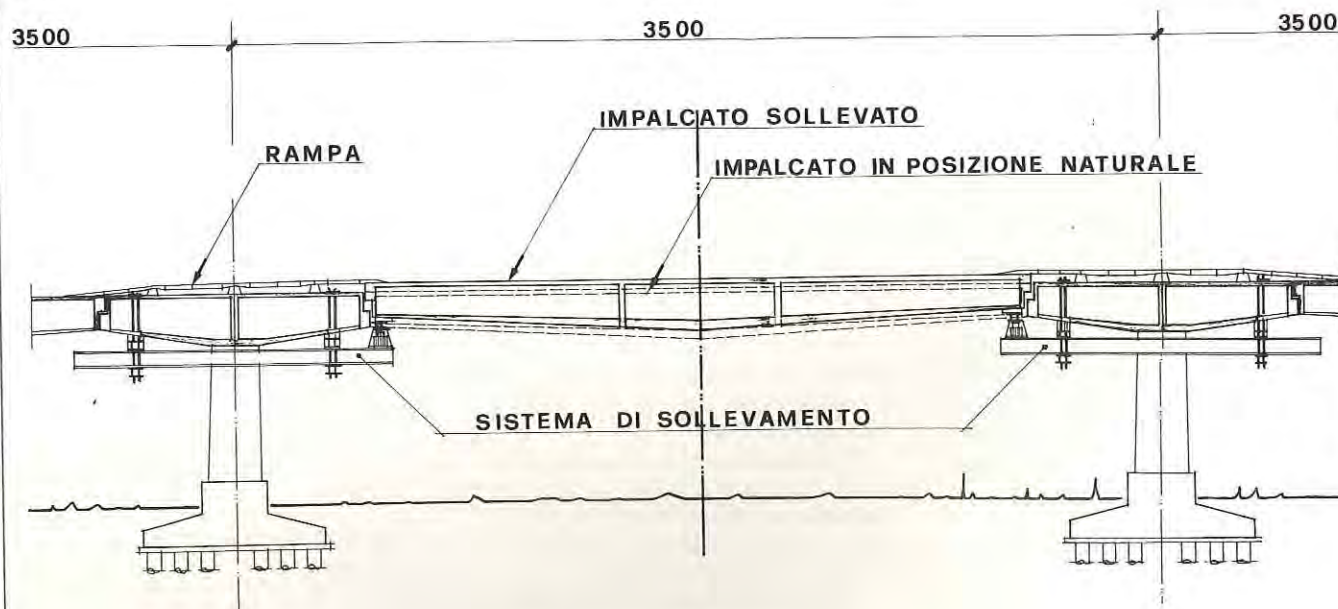
- sollevamento dell'impalcato secondo la procedura descritta in seguito;

- rimozione appoggi e demolizione parziale delle selle e dei traversi in

di sotto;

rimozione appoggi e demolizione parziale delle selle e dei traversi in

Fig. 2



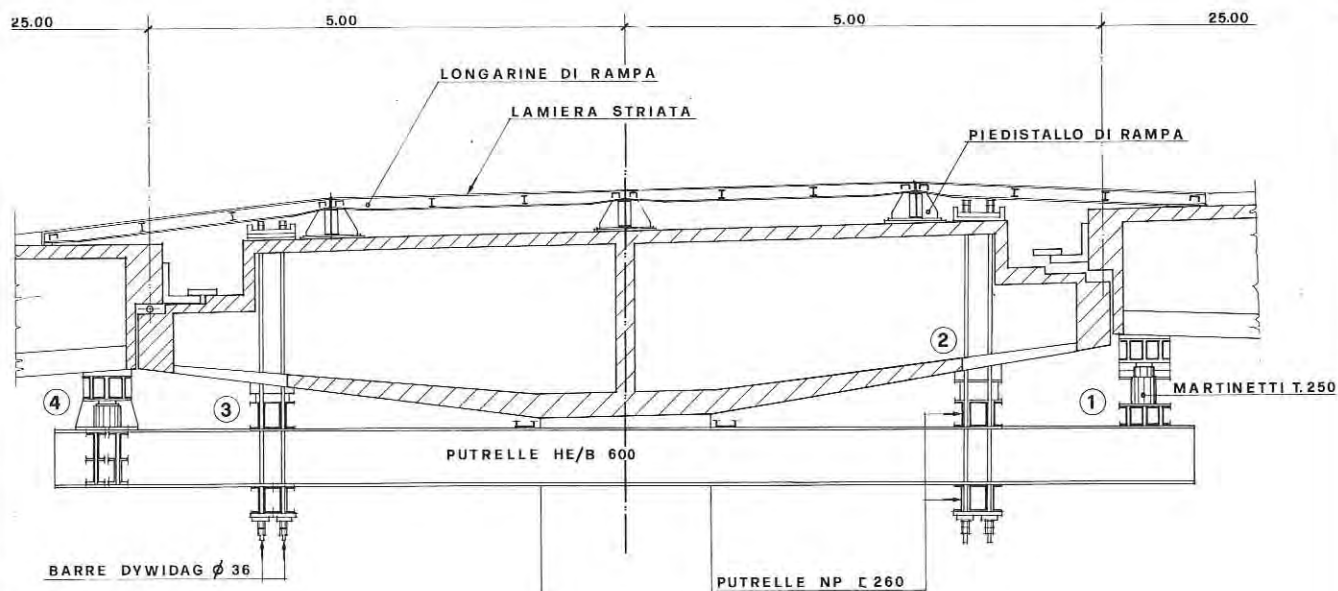


Fig. 3

- corrispondenza delle selle stesse;
- perforazione delle travi per provvedere al posizionamento delle armature di ancoraggio delle piastre metalliche (perforazione condotta con l'ausilio di una strumentazione - pacometro - per il rilevamento della posizione delle armature esistenti);
- posizionamento delle armature nelle travi e loro ancoraggio con resine epossidiche;
- posizionamento delle armature aggiuntive nei traversi e delle barre di precompressione verticali e orizzontali (v. fig. 1);
- posizionamento delle lamiere di blindatura forate sulla zona orizzontale delle selle e sulla zona verticale anteriore;
- getto delle selle e dei traversi;
- precompressione verticale ed orizzontale a consolidamento avvenuto;
- abbassamento dell'impalcato;
- ricostruzione della soletta, posizionamento del giunto e posizionamento del manto stradale, con incanalamento su una corsia del traffico veicolare.

Il dispositivo di sollevamento

Considerazioni introduttive

La realizzazione di questo lavoro è stata possibile grazie, principalmente, al dispositivo di sollevamento della travata Gerber; in un primo tempo, dopo aver escluso dispositivi di sollevamento dall'alto a causa del problema del mantenimento del traffico, si era pensato di procedere ad un sollevamento dal basso mediante l'ausilio di torri metalliche appoggiate sul terreno; tale soluzione non garantiva una perfetta uniformità di sollevamento a causa di possibili cedimenti differenziali del terreno al di sotto delle torri e, soprattutto, alterava in modo non ammissibile lo stato di sollecitazione del viadotto sotto carico veicolare: in-

fatti il sollevamento privava le stampelle contigue alla Gerber sollevata di un carico equilibrante e caricava le pile relative con un forte momento longitudinale, non assorbibile con l'attuale sezione delle pile.

Si è quindi provveduto al progetto e dimensionamento di una struttura di sollevamento che non alterasse lo stato di sollecitazione globale del viadotto (sollevamento autoequilibrato; v. fig. 2) e, nel contempo, garantisse la massima stabilità e sicurezza sotto le sollecitazioni dinamiche provocate dallo scorrimento veicolare.

Il dispositivo

La struttura portante principale del dispositivo di sollevamento è costituito da 8 putrelle metalliche HEB 600 della lunghezza complessiva di 12 m.

Queste putrelle vengono posizionate a coppie sotto le travi principali dell'impalcato, in modo da affiancare le quattro lame in cemento armato che costituiscono le pile.

Longitudinalmente, le putrelle vengono poste a cavallo delle pile, in modo simmetrico rispetto ad esse, co-

prendo totalmente la lunghezza occupata dalle "stampelle" e fuoriuscendo da esse per circa un metro.

Questa disposizione, come appare dalla fig. 3, permette il posizionamento dei martinetti di sollevamento (1) nel metro di sporto oltre la posizione delle selle, di un insieme di barre (di acciaio di alta resistenza) sulla stampella, accanto alle selle (2), e di un contrasto in corrispondenza del punto (3); eventualmente, nel caso di sollevamento abbinato di due campate contigue, nel punto (4) si può disporre di un'altra serie di martinetti di sollevamento.

Le travi vengono collegate trasversalmente da un insieme di profili metallici a C in corrispondenza dei quattro punti indicati in fig. 3; tali collegamenti, assieme a delle croci trasversali realizzate con profili ad L, procurano alla struttura di sollevamento una notevole rigidità nel piano trasversale che si traduce in una più equa ripartizione nelle travi portanti dei carichi verticali puntuali scaricati in corrispondenza dei martinetti.

Questa rigidità trasversale è

Foto 2





Foto 3

inoltre importante per creare un comportamento d'insieme delle varie parti del sollevatore in presenza dei carichi dinamici dovuti al traffico veicolare e, parimenti, ripartire su tutto il sollevatore eventuali carichi trasversali (vento, urto degli autoveicoli e componenti trasversali dinamiche indotte dal movimento veicolare).

Per l'alloggiamento dei martinetti di sollevamento sono state predisposte delle piastre metalliche ripartitrici di notevole spessore al di sopra delle travi trasversali di collegamento; in alcuni casi, per mantenere orizzontali le travi portanti, si è dovuto procedere ad un abbassamento delle posizioni dei martinetti ottenendo appoggiando gli stessi su dei "cavalletti" predisposti tra le travi portanti e ad esse saldamente ancorati mediante piastre saldate e imbullonatura.

Sopra le travi portanti, accanto ai martinetti, sono stati posizionati due spezzoni di profilo HEB 300 che fungono quale base di appoggio agli spessoramenti (metallici) inseriti man-

mano che si procede con l'innalzamento e che costituiranno l'appoggio dell'impalcato durante tutto il periodo di sollevamento.

In corrispondenza del punto (2) ed eventualmente, nel caso di doppio sollevamento, nel punto (3) subito oltre i giunti, vengono disposte delle barre metalliche (4 barre diametro 36 mm, acciaio 85/105, accanto ad ogni trave) che hanno lo scopo di assorbire e trasferire alle travi delle stampelle il carico verso il basso prodotto del sollevamento.

Il carico massimo di trazione ipotizzato per queste barre, comprensivo anche del carico veicolare, effetti dinamici ed eventuali eccentricità di carico, è risultato essere di circa 90 t, ben assorbibile della capacità portante complessiva delle 4 barre.

Sull'impalcato, le barre vengono contrastate tramite l'interposizione, tra le piastre di ogni singola barra e il calcestruzzo delle travi, di piastre metalliche irrigidite in modo da ridistribuire i carichi puntuali delle barre su

una maggiore superficie di trave e quindi riportare i carichi specifici sul calcestruzzo a valori ammissibili.

Il contrasto inferiore, sotto l'intradosso delle travi, è stato invece realizzato tramite il posizionamento di piastre di piombo e cunei di legno duro in modo da garantire una perfetta aderenza e distribuzione di carico.

Il posizionamento, accanto alle pile, di profili metallici disposti trasversalmente alle travi principali e affiancati alle pile stesse, evita qualsiasi movimento longitudinale relativo tra il dispositivo di sollevamento e la pila permettendo così l'assorbimento di eventuali carichi orizzontali (es. frenatura e urto tra autoveicoli) che, dall'impalcato sollevato, potrebbero trasferirsi al sollevatore; a questo scopo, comunque, sono stati anche predisposti dei cuscinetti di neoprene posti in verticale tra l'impalcato sollevato e le stampelle che, nel caso di sforzi orizzontali particolarmente rilevanti, assicurano una trasmissione diretta dei carichi attraverso gli impalcati.

Considerazioni statiche

Come già accennato in precedenza, il dispositivo è del tipo "autoequilibrato" in quanto non produce sensibili alterazioni di carico nel viadotto, considerato nel suo insieme (v. fig. 2); localmente, comunque, si producono delle variazioni. Il carico della Gerber, sottratto alle stampelle in corrispondenza degli appoggi durante il sollevamento, viene riportato alle stampelle stesse tramite le barre di cui sopra in posizione arretrata di solo 1.30 m rispetto alla posizione degli appoggi. Ciò comporta un aumento del carico trasmesso dalle barre rispetto a quello che la stampella riceveva dagli appoggi di circa il 24% e dunque un eguale aumento del taglio nelle stampelle; il momento che si produce rispetto l'asse pila è invece inferiore a quello originario di circa il 10%.

Le variazioni di carico locale risultano dunque molto contenute e ciò grazie alla vicinanza dei punti di sollevamento e ancoraggio e alla notevole distanza del punto di contrasto.

E' d'obbligo una considerazione sullo stato deformativo sia del viadotto sia della struttura di sollevamento: mentre, alterando solo minimamente la posizione dei punti di carico, il viadotto non subisce variazioni deformative apprezzabili rispetto il suo stato di carico abituale, la struttura di sollevamento subisce deformazioni apprezzabili, non essendo dotato di alta rigidità nella sua sezione verticale.

Per limitare comunque al massimo il fenomeno deformativo si è deciso, innanzitutto, di annullare le deformazioni delle barre dell'ancoraggio (punto 2) mediante una loro pretesione a valori di carico maggiori di quelli massimi a cui saranno soggette in fase di sollevamento, scontando



Foto 4



Foto 6

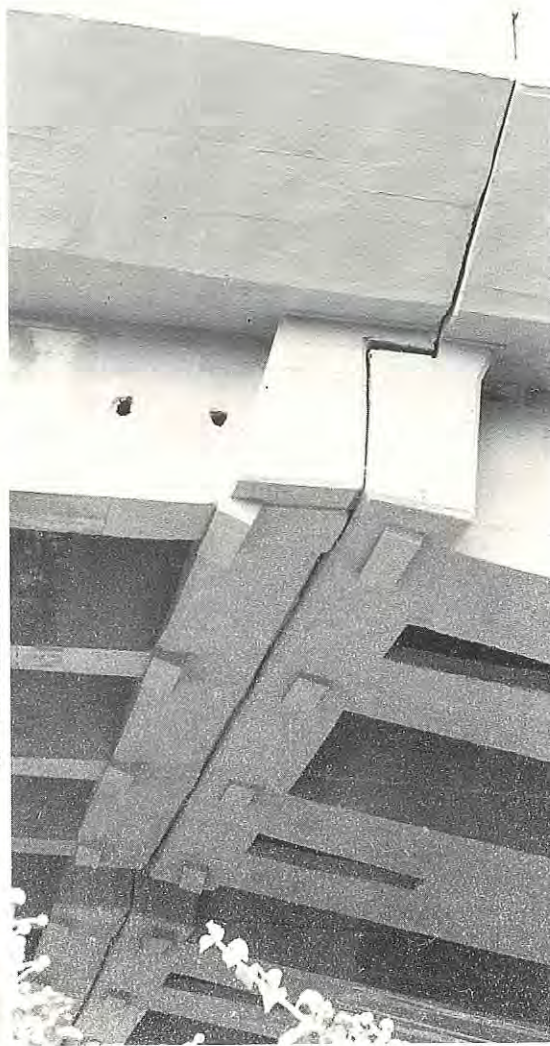


Foto 7

dunque in anticipo ogni possibile variazione dimensionale delle barre e ottenendo così un appoggio fisso.

Rimane però la deformazione delle travi che, essendo i punti di "appoggio" così distanti, ha raggiunto nel punto (1) i 25 mm in fase di sollevamento, a causa del solo carico permanente della Gerber, e, cosa di maggior rilevanza, ha subito abbassamenti (e relativi innalzamenti) dell'ordine dei 15 mm durante il passaggio dei carichi più pesanti.

Si sarebbe potuto limitare ulteriormente il fenomeno deformativo a spese di una maggior rigidità della struttura, ma ciò comportava maggiori pesi e/o maggiori dimensioni della struttura.

L'equilibrio raggiunto è stato considerato come ottimale in funzione di un bilancio sicurezza/costi/manovrabilità analizzato in fase di progettazione.

Il sollevamento e lo scarico

La struttura di sollevamento viene assemblata alla base della pila interessata mediante una rapida procedura di imbullonamento di tutte le parti "trasversali" sulle putrelle portanti preposizionate.

Completato l'assemblaggio si solleva l'insieme mediante martinetti e barre che guidano il perfetto posizionamento sotto l'intradosso delle stampelle e, previo il posizionamento di spessori di

adattamento, si procede alla messa in carico delle barre di ancoraggio (30 t).

A questo punto si procede al sollevamento dell'impalcato mediante la messa sotto carico dei martinetti, tutti collegati tramite una centralina che assicura la stessa deformazione volumica a tutte le camere di spinta.

Man mano che il sollevamento procede si posizionano degli spessori di appoggio accanto ai martinetti, assicurando così assenza di spostamenti sensibili dell'impalcato in sollevamento nel caso, malaugurato quanto improbabile, di perdita di carico del circuito idraulico.

Il sollevamento è stato eseguito sia in modo simultaneo e parallelo sui due appoggi della Gerber, sia in modo singolare su un appoggio soltanto; il risultato è stato soddisfacente in entrambi i casi; nella seconda procedura si sono verificati, in alcuni casi, dei leggeri rialzi di pressione nei martinetti per poter sbloccare la travata Gerber incuneata nella contigua stampella.

Durante la fase di riparazione degli impalcati sollevati non si sono riscontrati problemi apprezzabili legati alla struttura di sollevamento; essa è risultata stabile anche durante il passaggio dei veicoli più pesanti.

L'abbassamento è consistito nella

ripetizione invertita delle fasi di sollevamento; lo smontaggio della struttura è risultato rapido e non ha evidenziato malformazioni di alcun genere nelle varie componenti, comprese imbullonature e barre.

Conclusioni

Il dispositivo di sollevamento e le modalità dell'intervento di ripristino analizzati, si sono rivelati idonei, sia da un punto di vista operativo sia da quello economico, ad affrontare il particolare problema per cui sono stati progettati.

In particolare la struttura di sollevamento si è dimostrata, nella sua semplicità, indicata per un rapido e stabile sollevamento delle travate Gerber di ponti e viadotti che presentino problemi di continuità del traffico anche durante la fase di riparazione.

Semplici variazioni la rendono inoltre adatta a geometrie della struttura da sollevare diverse da quelle presentate e, in particolare, anche a sollevamenti "dall'alto".

L'intervento e il dispositivo sono stati progettati e dimensionati dagli autori; la realizzazione è stata portata a termine con successo dell'impresa I.CO.P. s.p.a. di Udine.

P.B. - F.A.

