

"...Per lo studio e il perfezionamento della tecnica della costruzione metallica"

C.T.A.
COLLEGIO DEI TECNICI DELL'ACCIAIO

MEMBRO FAST
FEDERAZIONE ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE E TECNICHE

20121 MILANO, PIAZZALE R. MORANDI, 2
TEL./FAX 02-78.47.11

XVI
CONGRESSO C.T.A.

ANCONA, 2-3-4-5 OTTOBRE 1997

GIORNATE ITALIANE
DELLA COSTRUZIONE IN ACCIAIO

L'ACCIAIO PER UNO SVILUPPO
"SOSTENIBILE"

PROGETTAZIONE, COSTRUZIONE, MONTAGGIO

GIORNATE ITALIANE DELLA COSTRUZIONE IN ACCIAIO

ANCONA : 2 - 3 - 4 - 5 ottobre 1997

AUTOSTRADA A8 MILANO - LAGHI

HIGHWAY A8 MILANO - LAGHI

M. Bergamo⁽¹⁾ P. Pistoletti⁽²⁾ A. Sciabà⁽³⁾

⁽¹⁾ Società Autostrade S.p.A., Roma

⁽²⁾ Libero professionista, Genova

⁽³⁾ Spea Ingegneria Europea S.p.A., Milano

SOMMARIO

Si danno indicazioni sulle modalità di ristrutturazione di cavalcavia conseguenti all'ampliamento di carreggiata della sottostante autostrada.

Si descrive come l'affiancamento di travi in acciaio abbia consentito l'eliminazione di preesistenti pile in c.a. con ridotte soggettazioni al traffico durante i lavori.

ABSTRACT

Over bridge rebuilding in consequence of highway below improvement is here discussed.

The present also describes the low obstruction produced onto the highway traffic during the steel girder casting phase and the consequent removal of the existing piers.

PREMESSA

Nell'ambito del programma di ammodernamento della rete IRI, la società AUTOSTRADE - Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A., nel 1994, ha previsto di attuare una serie di interventi finalizzati al potenziamento dell'autostrada A8 Milano - Laghi, per un tratto di circa 30 km, compreso tra gli svincoli di Fiorenza (progr. km. 0 + 200,00) e la stazione di Gallarate (progr. km. 29 + 813,50).

Il progetto di potenziamento consiste nell'esecuzione dell'ampliamento a quattro corsie di marcia del tratto Fiorenza - interconnessione di Lainate e a tre corsie di marcia del successivo tratto, interconnessione di Lainate - Gallarate.

Il programma di interventi prevede, peraltro, che l'ampliamento del numero di corsie di marcia dell'autostrada venga realizzato in due fasi distinte.

Gli interventi cosiddetti di prima fase rientrano, come tipologia, nell'ambito delle opere di manutenzione funzionale del tronco autostradale e si riferiscono in realtà ad un mero ampliamento in sede dell'autostrada, consistente nel recupero della corsia di marcia aggiuntiva, realizzato operando una diversa organizzazione della piattaforma preesistente ottenuta eseguendo i seguenti lavori:

- adeguamento alle nuove sezioni tipo, delle preesistenti strutture di scavalco mediante eliminazione delle pile centrali;
- realizzazione, in alternativa alla corsia di emergenza continua, di appositi spazi di sosta (corsie e piazzole di sosta);
- arretramento degli apprestamenti presso aree di servizio e barriere di esazione pedaggio;
- rifacimento della segnaletica orizzontale e verticale.

Gli interventi di prima fase lasciano inalterata la larghezza totale dell'autostrada, con conseguente rinuncia alla corsia di emergenza continua e la realizzazione di opportuni spazi di sosta.

Gli interventi di seconda fase si riferiscono invece all'ampliamento definitivo dell'autostrada, che consentirà il ripristino delle corsie di emergenza con continuità. I lavori, già eseguiti lungo il tratto compreso tra lo svincolo di Fiorenza e l'interconnessione di Lainate, per uno sviluppo complessivo di 9500 m., si configurano come prima fase degli interventi di ampliamento.

TRATTO FIORENZA - LAINATE

RIORGANIZZAZIONE DELLA PIATTAFORMA

La preesistente piattaforma pavimentata presentava una sezione corrente della larghezza complessiva di 30 m., divisa in due carreggiate, ciascuna delle quali composta da due corsie di marcia di 3,60 m., di una corsia di sorpasso di 3,50 m. più la corsia di emergenza di 2,80 m..

Lo spartitraffico centrale, un tempo costituito da una zona erbosa di 3,00 m. di larghezza, è stato in tempi recenti pavimentato ed attrezzato con una barriera centrale in calcestruzzo armato tipo New Jersey monofilare (62 cm. di spessore alla base), corredata ai lati da franchi psicotecnici di 1,19 m. ciascuno.

Il progetto di prima fase ha previsto, per ciascuna carreggiata, quattro corsie di marcia di 3,50 m. di larghezza con due franchi psicotecnici di 39 cm. verso l'esterno e 30 cm. verso l'interno.

E' rimasta pertanto inalterata, la larghezza totale di 30 m..

L'ampliamento a quattro corsie, per quanto riguarda la prima fase di esecuzione, non permette la possibilità di riservare una corsia di emergenza continua al ricovero dei mezzi in panne.

Pertanto si è resa necessaria la costruzione di opportuni spazi di sosta.

La ricerca dell'ubicazione ottimale di questi spazi è stata condotta tenendo presente la necessità di non espropriare spazi esterni alla recinzione autostradale evitando nello stesso tempo di dover allungare tombini e ponticelli esistenti, al servizio

della rete idrica e stradale attuale.

Se si escludono i tratti caratterizzati dalla presenza ravvicinata di ingressi e uscite di svincoli ed aree di servizio, l'interasse medio tra due spazi di sosta successivi è risultato di circa 500 m..

RISTRUTTURAZIONE DELLE OPERE DI SCAVALCAMENTO

La sezione stradale, riorganizzata come si è descritto, risultava incompatibile con i cavalcavia esistenti, a causa dell'interferenza delle strutture di sostegno centrali con le corsie di marcia più esterne e con le nuove corsie di emergenza che saranno realizzate con gli interventi di seconda fase.

Si tratta di cinque cavalcavia a tre campate di luci 9,00 m. - 27,00 m. - 9,00 m. del tipo cosiddetto "Kentucky" composto da un impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo con travi a doppia "T" a composizione saldata, sostenute da due pile costituite ognuna da colonne a sezione circolare in numero pari al numero degli appoggi intermedi delle travi in acciaio.

Lo schema statico è del tipo a travata isostatica con un tratto intermedio che interessa la campata centrale ed è munito di due sbalzi simmetrici di 3,00 m. di luce a cui si accoppiano, mediante un vincolo a cerniera, due bielle terminali di 6,00 m. di lunghezza.

La grave interferenza costituita dalle pile avrebbe richiesto la totale demolizione dei cinque cavalcavia e la costruzione di altrettante nuove strutture di luci maggiori.

Tale soluzione avrebbe comportato gravissimi problemi agli utenti, a causa dell'intenso traffico che percorre, non solo l'autostrada, ma anche le strade che interessano i cinque cavalcavia. Era auspicabile pertanto analizzare soluzioni alternative che limitassero al massimo i inconvenienti.

Poiché l'eliminazione delle pile era imprescindibile per la realizzazione dell'ampliamento, si è pensato di sostituire alle stesse una struttura

ausiliaria in grado di svolgere le stesse funzioni.

E' stata quindi analizzata la possibilità di affiancare a ciascun impalcato, ad entrambi i bordi dello stesso, due travi in acciaio di un'unica luce, pari alla somma delle tre campate esistenti, munite di due robusti traversi, da collegare alle travi d'impalcato, in corrispondenza delle pile da demolire, in modo da non alterare lo schema statico dell'impalcato stesso.

Su tali ipotesi formulata dalla stessa Società Autostrade è stato sviluppato e realizzato il progetto di ristrutturazione.

RISTRUTTURAZIONE DELLE SPALLE

Per l'appoggio dei due travoni portanti è stato necessario ampliare le spalle esistenti da entrambi i lati dell'impalcato.

L'operazione è stata eseguita sotto traffico e senza interferenze sia per quanto riguarda l'autostrada che i cavalcavia.

Prima di eseguire gli scavi sono state eseguite per ogni spalla due cortine di jet - grouting armati verticali allo scopo di sostenere i rilevati di accesso ai cavalcavia nella successiva fase di scavo.

Nella parte frontale della spalla, mediante l'esecuzione di jet - grouting orizzontali è stata consolidata la parte di rilevato immediatamente a ridosso della spalla stessa.

Lo scavo è stato quindi eseguito a parete verticale sia frontalmente che lateralmente.

Le nuove strutture di sostegno sono costituite da due brevi tratti di muri - spalla adiacenti alla spalla esistente e collegati tra loro da una soletta in calcestruzzo armato verticale che chiude il rilevato nella parte frontale.

Le fondazioni sono dirette.

Ai lati, il contenimento del rilevato di accesso, adeguato a causa dell'ampliamento delle spalle è stato realizzato mediante muri d'ala di altezza variabile.

che vincola il ritegno orizzontale dei travoni in acciaio.

RISTRUTTURAZIONE DELL'IMPALCATO

Il cavalcavia preesistente attraversa i 45 m. complessivi, con tre luci di 9,27 e 9 m. rispettivamente.

Le due campate laterali sono costituite da "bielle" di 6 m. appoggiate sulle spalle e sugli sbalzi, di 3 m., delle travi principali.

La sezione resistente è composta da quattro travi affiancate, interasse 2,5 m., e soletta superiore in cls., collaborante con le travi sottostanti, per una larghezza complessiva di ≈ 10 m..

Diaframmi reticolari di collegamento fra le travi sono previsti in corrispondenza delle pile ed ai terzi della luce centrale.

Non sono previsti controventi inferiori di torsione ed il comportamento trasversale dell'impalcato è alla "Courbon".

L'intervento di adeguamento prevede come detto la rimozione delle pile centrali, realizzando così un attraversamento su 45 m. complessivi in unica luce.

Tenendo conto che l'intervento stesso avrebbe dovuto consentire la minima soggezione possibile al traffico, sia autostradale che delle vie attraversanti, l'ipotesi seguita è di lasciare per quanto possibile inalterato lo schema attuale, sostituendo semplicemente le pile intermedie con una struttura di nuova concezione che le possa sostituire, costituendo essa stessa appoggio per il cavalcavia attuale.

Naturalmente senza ridurre in alcun modo il franco libero per la sottostante autostrada.

Nasce quindi l'idea di realizzare un attraversamento in luce unica a via inferiore realizzato con due travi metalliche a doppio T da disporsi parallelamente alla struttura attuale ed operanti sui 45 m..

linea con le attuali travi avrebbe sostituito le pile sostenendo le travi stesse e riportandone le reazioni direttamente sulle nuove travi affiancate.

Il traverso viene concepito ad anima piena con sezione a [, con piattabande passanti, attraverso opportune asolature e riquadri d'anima saldati in opera alle attuali travi ed alle piattabande stesse.

Il traverso viene quindi reso collaborante con la sovrastante soletta per mezzo di barre filettate e getto integrativo di malta additivata.

Il collegamento alle travi principali di nuova costruzione viene realizzato con coprigiunti bullonati ad attrito su tronchetto di pari dimensioni saldato in officina alle travi principali stesse.

Queste ultime sono anch'esse a parete piena, prefabbricate in officina in conci di circa 15 m. collegati a pié d'opera con bulloni ad attrito.

La piattabanda superiore viene adeguatamente dimensionata allo scopo di aumentare la rigidità orizzontale della piattabanda stessa al fine di assicurare la stabilità flesso-torsionale della trave.

E' infatti opportuno che la trave sia autosufficiente per il proprio peso, libera sull'intera luce, in modo da non richiedere ventature provvisorie in fase di varo.

In opera invece vengono realizzati vincoli orizzontali elastici in corrispondenza degli attuali diaframmi intermedi, nonché in corrispondenza dei traversi di neo costruzione per ridurne la luce massima libera ai fini della stabilità in esercizio a ≈ 9 m..

Le verifiche vengono comunque condotte nell'ipotesi che un vincolo intermedio possa subire danneggiamento per urto e quindi su luce libera di 17 m..

I ritegni torsionali intermedi vengono realizzati con una coppia di bielle in grado di trasmettere momento flettente ma non carichi taglienti.

In tal modo non si ha trasferimento di carichi verticali fra impalcato esistente e travi laterali e si lascia quindi inalterato lo schema statico dell'attuale travata, che infatti

dai due nuovi traversi anziché dalle attuali pile intermedie.

Per quanto riguarda la resistenza ai carichi orizzontali è l'impalcato esistente, soletta più travi metalliche, che continua ad esercitare la propria funzione statica, su luce però aumentata ai complessivi 45 m..

In corrispondenza degli attuali giunti di soletta, laddove le travi di riva si collegano alle travi centrali, la continuità strutturale è garantita dalla presenza delle quattro travi, collegate con cerniere efficaci anche per il trasferimento di carichi orizzontali assiali.

LA REALIZZAZIONE

Il maggior vincolo per la costruzione era, come detto, la necessità di mantenere il traffico con la minima soggezione possibile.

La procedura esecutiva ne è quindi rimasta fortemente influenzata e viene così sinteticamente descritta nelle fasi più salienti.

Fase I : Si opera nelle immediate vicinanze delle pile attuali, all'interno delle campate di riva per non influenzare il traffico autostradale.

Si eseguono le asolature nelle anime delle travi attuali e si predispongono gli irrigidimenti di piattabanda, conseguenti al sia pur contenuto incremento di luce per la travate esistenti, circa 610 mm. complessivi.

Fase II : Si realizzano i traversi principali solidarizzandoli alle travi attuali con saldatura ed alla soletta d'impalcato con adeguate barre inghisate in fori precedentemente eseguiti in fase I e quindi eseguendo un getto di compensazione con malta reoplastica.

Fase III : Si realizzano a pié d'opera le travi principali in unico pezzo eseguendo i giunti bullonati ad attrito. Nel contempo, con parziali limitazioni di carreggiata in orari notturni, si eseguono sulle travi attuali i contenuti interventi di saldatura necessari al successivo posizionamento delle bielle

di collegamento quali vincoli torsionali delle travi principali.

Fase IV : Con interruzioni del traffico di brevissima durata e in ore notturne si posizionano le travi principali.

Si eseguono i collegamenti a doppia biella intermedi fra trave principale e travi esistenti e si predispongono i vincoli orizzontali in testata.

Fase V : Si esegue il collegamento dei traversi, realizzati in fase II, con le travi principali, completando così la nuova struttura portante.

Fase VI : Con interruzione del traffico diretto, ancora di breve durata e in ore notturne, si solleva l'intero impalcato di circa 130 mm. e si posiziona sugli appoggi definitivi.

Fase VII : Demolizione pile preesistenti.

ATTORI

- Committente : AUTOSTRADE
Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. - Roma
- Impresa : PAVIMENTAL S.p.A. - Roma
- Progettazione : SPEA Ingegneria Europea S.p.A. - Milano
- Progettisti : Ing. Antonino Sciabà , Strutture di sostegno
Ing. Pierangelo Pistoletti , Impalcato
- Direttore dei Lavori : Ing. Agostino Chisari (Soc. Autostrade)

Fig. 1. Cavalcavia esistente - Existing fly-over bridge

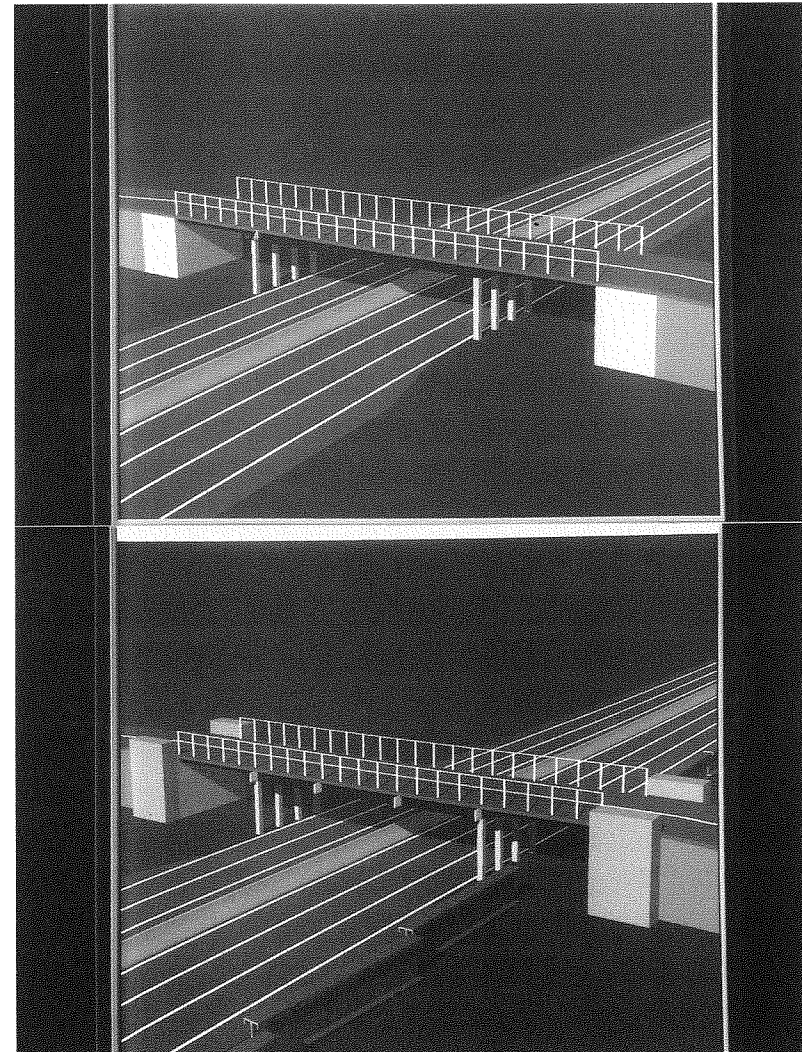


Fig. 2. Esecuzione dei traversi e delle predisposizioni per vincoli torsionali
Diaphragms assembling and torsional restraints preparation

Fig. 3. Assemblaggio travi a piè d'opera

Assembling stage of the girders at the foot of the structure

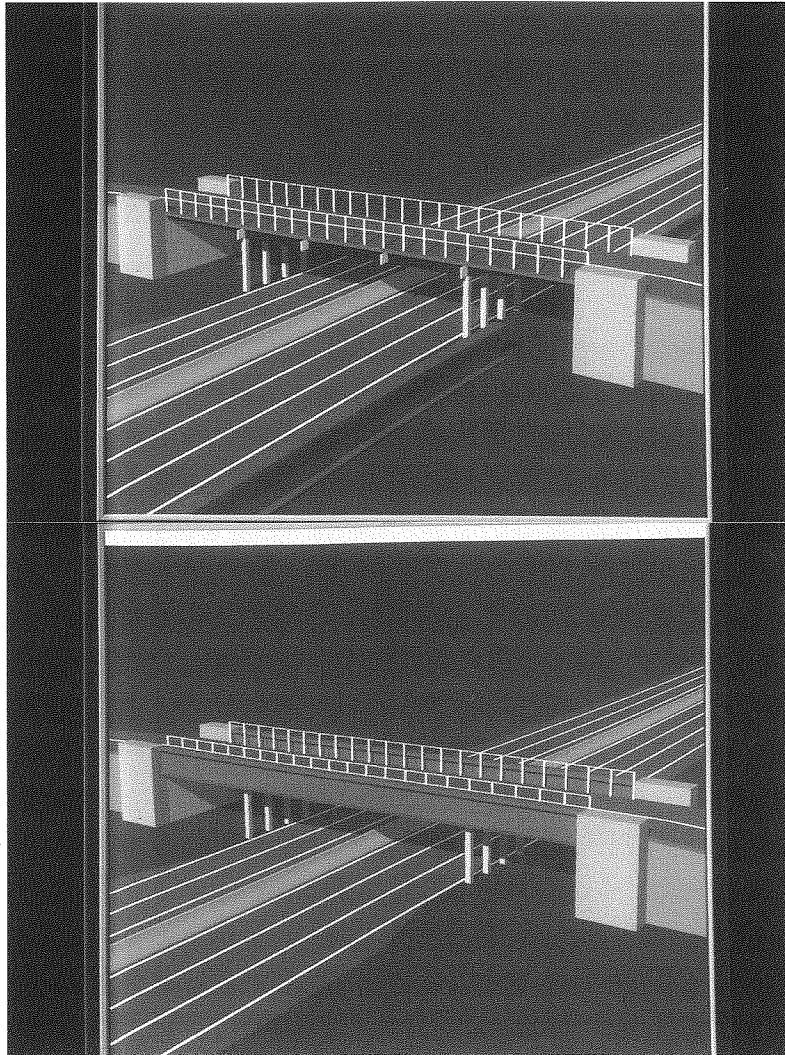


Fig. 4. Posizionamento travi - Girders positioning

Fig. 5. Collegamento travi a struttura preesistente

Connection of the girders to the existing structure

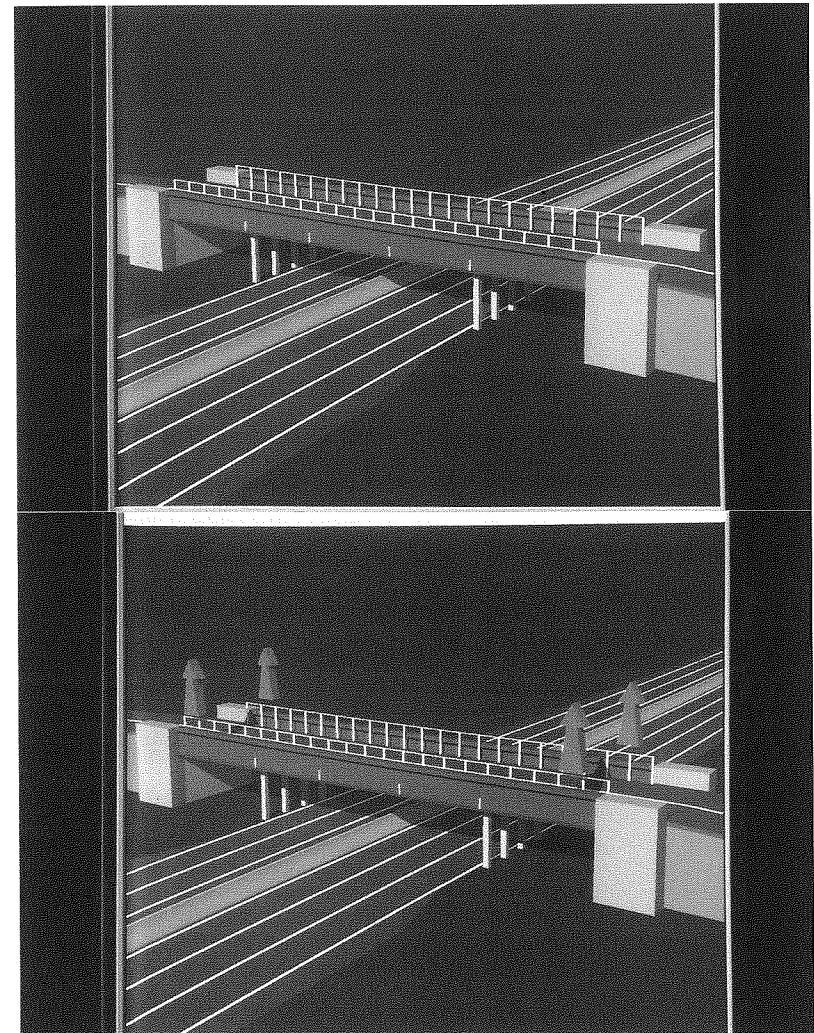


Fig. 6. Sollevamento impalcato - Deck arising

Fig. 7. Demolizione pile - Piers destroying stage

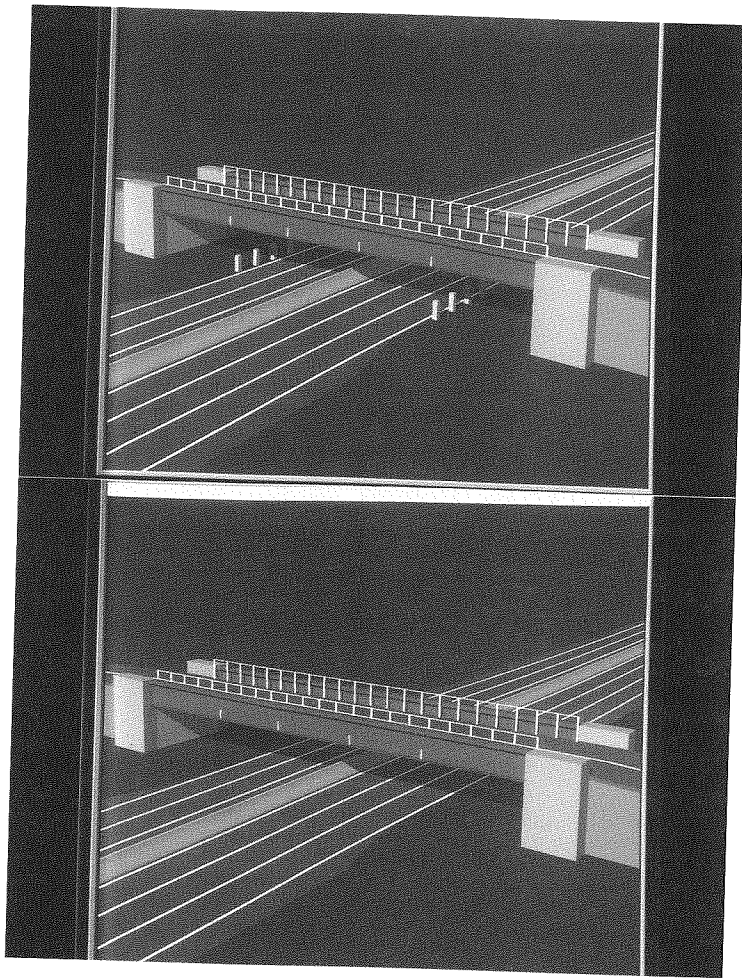


Fig. 8. Intervento ultimato di I fase - First stage ulimated intervent