

**DEMOLIZIONE CON ESPLOSIVI DEI VIADOTTI
JANNELLO, ITALIA E BATTENDIERO 1
ESEGUITA SULLA A3 "SA-RC"
CON L'AUTOSTRADA IN ESERCIZIO**

y 2014-2016

NITREX



*explosives
engineering*



Per il CONVEGNO DI STUDIO
E APPROFONDIMENTO
"LE GRANDI OPERE
L'IMPORTANZA DELLA SICUREZZA
DALLA PROGETTAZIONE AL TAGLIO
DEL NASTRO"

BRESCIA 23 Maggio 2018

AiFOS
Associazione Italiana Formatori ed
Operatori della Sicurezza sul Lavoro



Pantano
85 m



Forno
129 m



Jannello
648 m



Capolanzo
84 m



Italia
1120 m



Filomato
150 m



Mezzana
94 m



Carpin
235

A3 MORMANNO



Battendiero I
321 m

NITREX srl
Via Mantova 61
25017 Lonato del Garda (BS) - ITALY
Tel. +39 030 990 4039
Fax +39 030 990 6189
info@nitrex.it
www.nitrex-explosives-engineering.com

Ufficio \ Cantiere:

Referente



Demolizione con esplosivi dei viadotti JANNELLO, ITALIA e BATTENDIERO 1

Le demolizioni furono eseguite da Nitrex nell'ambito dei lavori del "Macrolotto 3.2" in affidamento dall'associazione temporanea di impresa ITALSARC s.c.p.a costituita tra GHELLA s.p.a. e la C.M.B società cooperativa, contraente generale dell'ANAS s.p.a. per la modernizzazione e l'adeguamento dell'autostrada Salerno - Reggio Calabria al tipo 1/A delle norme C.N.R./80 tra il km 153,4 ed il km 173,9.

Questo tratto di autostrada fu costruito negli anni 70' del secolo scorso.

L'introduzione di norme europee relative agli standard di sicurezza sui raggi di curvatura e sull'ampiezza della sede stradale, ma anche il decadimento delle caratteristiche meccaniche di resistenza dovuto all'esercizio prolungato, imposero la modernizzazione e l'adeguamento di questo tratto d'autostrada. Per i ponti rimasti in tracciato fu necessario sostituire la vecchia sovrastruttura in calcestruzzo armato precompresso con una nuova in acciaio Corten. Per i ponti rimasti fuori tracciato invece, per poter ripristinare le preesistenti condizioni ambientali, fu necessaria la demolizione integrale.

Le demolizioni interessarono un totale di 15 viadotti e durarono circa due anni, e furono eseguite contemporaneamente ed in adiacenza alla nuova costruzione e con l'autostrada in esercizio.

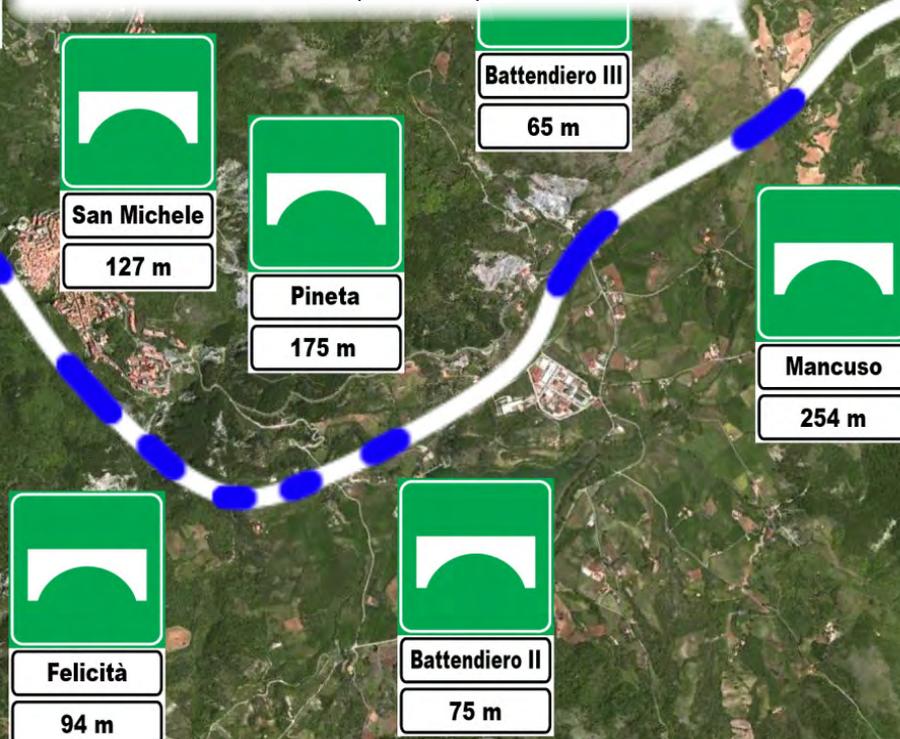
Tre di questi 15 viadotti, lo **JANNELLO**, l'**ITALIA** e il **BATTENDIERO 1**, presentavano caratteristiche che imposero l'adozione di tecniche di demolizione speciali, mai utilizzate in precedenza:

1. **JANNELLO** (altezza max 135 m): 11 impalcati demoliti nella carreggiata Nord ed 11 impalcati nella Sud, con la vecchia carreggiata già forata e tagliata con utensili a diamante utilizzata come rampa di varo del nuovo impalcato metallico montata immediatamente sopra, ed abbattimento con esplosivi dei vecchi impalcati eseguita con la nuova sovrastruttura completata e già aperta al traffico.
2. **PANTANO**: 3 impalcati e 2 pile, sia a N che a S.
3. **CAPOLANZO**: 3 impalcati e 2 pile, sia a N che a S.
4. **FORNO**: 3 impalcati e 2 pile, sia a N che a S.
5. **ITALIA** (altezza max 250 m): 16 impalcati a N e 16 a S, e 14 pile uniche per entrambe le carreggiate N e S, con due pile della nuova carreggiata costruite sotto gli impalcati della vecchia carreggiata da demolire e 2 pile della vecchia carreggiata demolite a 20 cm dalla nuova carreggiata sovrastante.
6. **FILOMATO**: 3 impalcati e 2 pile a N, 7 impalcati e 6 pile a S.
7. **MEZZANA**: 3 impalcati e 2 pile, sia a N che a S.
8. **CARPINETA**: 3 impalcati e 2 pile a N, 7 impalcati e 6 pile a S.
9. **BATTENDIERO 1** (altezza max 80 m): 9 impalcati ed 8 pile a N, 7 impalcati e 6 pile a S, pile abbattute con doppio cuneo per mini-mizzarne l'estensione dell'area di caduta ed evitare che potessero adagiarsi in modo instabile su una ripida scarpata a ridosso.
10. **SAN MICHELE N**: 1 impalcato a N, 4 impalcati e 3 pile a S.
11. **FELICITÀ**: 3 impalcati e 2 pile, sia a N che a S.
12. **LA PINETA**: 7 impalcati e 6 pile, sia a N che a S.
13. **BATTENDIERO II**: 3 impalcati e 2 pile sia a N che a S.
14. **BATTENDIERO III**: 3 impalcati e 2 pile, sia a N che a S.
15. **VALLONE MANCUSO**: 6 impalcati e 5 pile, sia a N che a S.



meta

m



(una rassegna fotografica)

La DEMOLIZIONE DI VIADOTTI CON PRELIMINARE ABBATTIMENTO CON ESPLOSIVI: il sistema più sicuro per la demolizione di strutture alte

Quello con gli esplosivi è il sistema più sicuro per demolire ponti alti perché prevede il preliminare abbattimento al suolo delle strutture; quindi la demolizione, una volta che le strutture sono a terra, può proseguire con mezzi meccanici di dimensioni standard, in sicurezza, agevolmente, efficacemente e rapidamente. Infatti, per la demolizione a terra possono essere usati martelli demolitori e pinze idrauliche montati su escavatori a braccio rovescio operanti nelle modalità ottimali per la frantumazione del calcestruzzo armato, ovvero quelle con spinta dall'alto verso il basso.

L'uso di esplosivi è conveniente per strutture di altezza superiore ai 6 ÷ 9 metri, là dove sarebbe necessario l'utilizzo di escavatori a braccio maggiorato. Di questi ultimi se ne trovano con altezza di lavoro sino a 40 m, però l'impiego presenta elevati rischi di ribaltamento per sbilanciamento del braccio, oltretutto a fronte di una produttività molto bassa, impatto per rumore e polvere estesi a periodi molto lunghi. Per le strutture più alte poi, è necessario montare pinze idrauliche su una gru, con rese ancora inferiori, per conseguenti costi e tempi di ordine di grandezza superiori a quelli degli esplosivi.

Da tener presente come la demolizione meccanica costringa al costante e ravvicinato contatto fisico con la struttura, per la lenta, progressiva e puntuale disgregazione del calcestruzzo e successivo taglio dei ferri d'armatura. Il pericolo e rischio d'inatteso crollo sono dunque elevati per la demolizione meccanica di strutture alte, soprattutto in presenza di difformità di resistenza meccanica non rilevate quali, ad esempio, locale ammaloramento o lesionamento del calcestruzzo a seguito di eventi tellurici e/o per fatica da eccessivi cicli di carico, magari pure con carichi maggiorati, oppure per la riduzione della sezione resistente del ferro d'armatura esposto e corrosivo. Nel caso peggiore il crollo improvviso coinvolge mezzi d'opera ed operatori, come una nutrita casistica di incidenti sta a testimoniare.

È evidente dunque come, per la demolizione di strutture alte, il sistema più sicuro sia quello che prevede il preliminare abbattimento al suolo con esplosivi. Infatti, in questa, le fasi a rischio sono effettuate con personale e mezzi a distanza di sicurezza.

Con gli esplosivi, volumi predefiniti di struttura sono asportati con precisione dell'ordine dei centesimi di secondo, modificando l'assetto statico e creando cerniere plastiche per innescare un cinematismo di caduta senza rischi per il personale e per i mezzi d'opera.

Anche per la sua maggiore rapidità d'esecuzione, la tecnica di demolizione con esplosivi è la più sicura, proprio perché le fasi a rischio durano decine di secondi, invece che mesi come per le demolizioni meccaniche. Lo stesso per quanto riguarda le interferenze e le soggezioni date ad altre lavorazioni in cantiere nonché alla viabilità strada e/o ferroviaria quando adiacente.

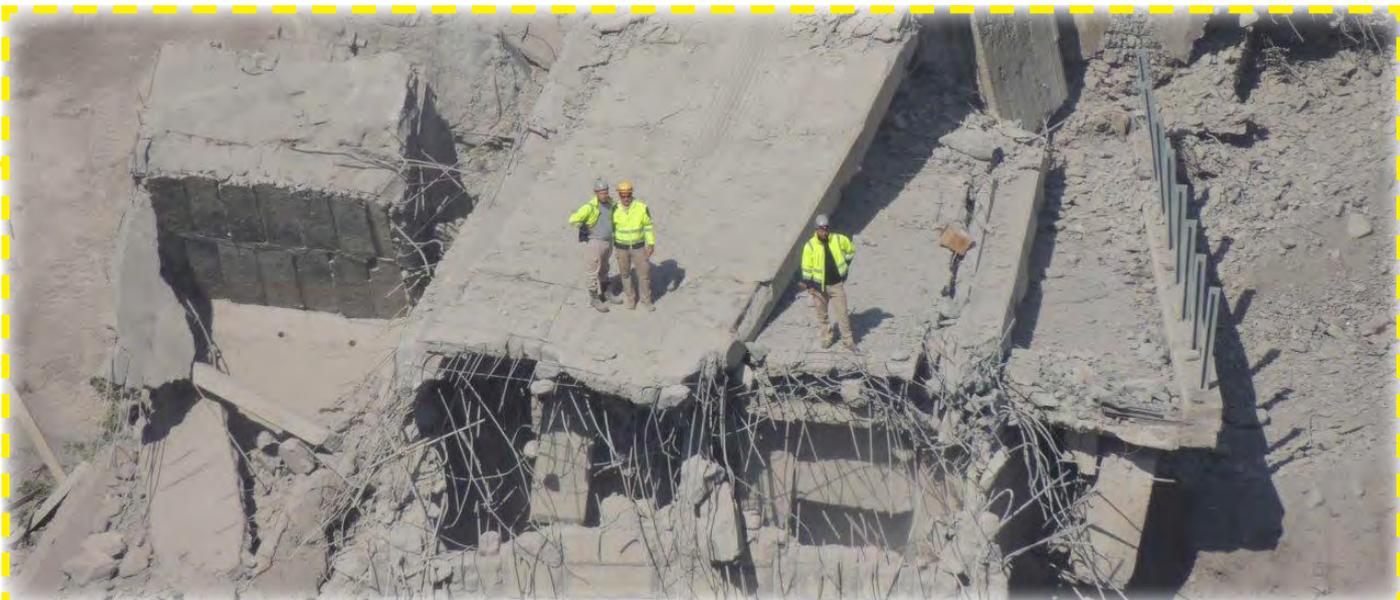




Impalcati del viadotto JANNELLO e del viadotto ITALIA al suolo, abbattuti con esplosivo mantenendo integre le pile che saranno destinate a supportare la nuova sovrastruttura (altezza di caduta rispettivamente max +135 metri e max +120 m a zero)



Impalcati e pile al suolo, abbattuti per la demolizione integrale (da max +60 metri a zero)





Viadotto JANNELLO



Viadotto ITALIA



IL PROGETTO DI DEMOLIZIONE

Il progetto di demolizione è compendiato in una serie di documenti:

1. PROGETTO DI MASSIMA, con sommaria descrizione del lavoro, per l'informazione non tecnica.
2. VALUTAZIONE dell'IMPATTO AMBIENTALE con LINEE GUIDA per il contenimento degli effetti indotti all'intorno garantendo al 100% la non insorgenza di danni per:
 - a. vibrazioni dovute all'esplosione ed al successivo impatto al suolo delle strutture
 - b. onda di sovrappressione in aria
 - c. lancio di frammenti di abbattuto

I valori limite di sicurezza sono tratti dalla normativa specialistica e dallo stato dell'arte.

3. PROGETTO ESECUTIVO, per ciascun viadotto e specifica componente strutturale, con la descrizione del metodo esecutivo (Method Statement) scomposto nelle sue attività elementari (Work Breakdown Structure), della progressione temporale delle attività (Gantt), l'elenco di materiali, attrezzature e mezzi d'opera da impiegare, del flusso delle informazioni, le responsabilità ed i riferimenti ai calcoli di verifica strutturale, costantemente adeguato ai risultati delle prospezioni e dei rilievi in fase d'esecuzione.

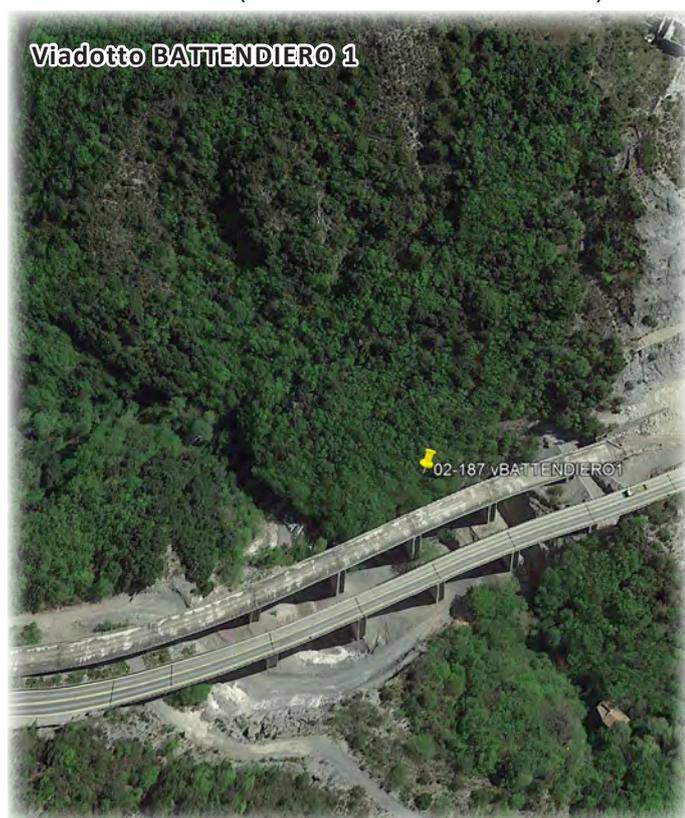
4. DBEAM ovvero l'elenco delle ATTREZZATURE E DEI MEZZI D'OPERA, con schede tecniche, manuali d'uso e manutenzione, istruzioni di sicurezza e per l'uso, certificati di controllo e collaudo.

5. Specifica per l'esecuzione di MONITORAGGI e PROSPEZIONI:
- a. database dei recettori
 - b. onde sismiche e di sovrappressione in aria
 - c. video
 - d. prospezioni per la caratterizzazione meccanica e la valutazione dello stato di consistenza

6. PIANO OPERATIVO di SICUREZZA (H&SM), a schede per ciascuna attività da WBS (Work Breakdown Structure).

7. Analisi e verifiche statiche, con modello di calcolo sviluppato sulla scorta delle prospezioni e validato in corso d'opera.

8. Struttura dei costi (CBS Cost Breakdown Structure).



TERRENI INTERPOSTI TRA DONATORI E RECETTORI

Sotto una copertura composta da terreni sciolti, di potenza da zero ad un metro, era presente un substrato litoide a roccia carbonatica stratificata interessato da uno stato di fratturazione più o meno esteso ed accentuato. Per i calcoli di verifica a questo furono attribuiti i seguenti valori dei parametri geomeccanici significativi, dedotti dalle prospezioni geognostiche preliminari alla costruzione:

Peso dell'unità di volume in ammasso = 24 KN/m³

Angolo d'attrito interno = 35°

Modulo di elasticità dell'ammasso = 30 GPa

Velocità delle onde di compressione in ammasso = 2.500 m/s.

CARATTERIZZAZIONE SISMOLOGICA

I viadotti erano tutti entro il Parco Nazionale del Pollino. Questo è compreso tra due zone ad alta sismicità, con terremoti storici a magnitudo 7 a Nord in Val D'Agri ed a magnitudo 6,5 a Sud in Sila. Dalla "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale" (Gruppo di Lavoro MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM del 28 aprile 2005, n. 3519, All. 1b; Stucchi et al., 2011) per l'area risulta una elevata suscettività sismica ed alta pericolosità.

Sin dalla loro costruzione e, in particolar modo negli anni precedenti ai lavori di demolizione, i viadotti furono interessati dalla ripetizione di numerosi eventi tellurici ad elevata ampiezza, con alcuni periodi d'attività frequente ed intensa senza però che per questo fosse rilevabile risentimento sia in fondazione che in elevazione.

Dalle registrazioni della velocità di vibrazioni per l'evento sismico tipico del 25 ottobre 2012 a Mormanno, risultarono valori delle componenti orizzontali nell'ordine dei 100 mm/s a frequenze molto basse. Questi valori confermarono, come cautelativi, valori limite i 150 mm/s per la velocità di vibrazione indotta dalle esplosioni e dall'impatto al suolo delle strutture adottati con riferimento alle DIN 4150 con la maggiorazione di tre volte dei valori per le fattispecie di cui alla riga 1 della tabella 1 per la costruzione eccezionalmente robusta.

Mappa di scuotimento "ShakeMap" relativa all'evento sismico tipico del 25 ottobre 2012.



Tabella con i dati misurati a Mormanno per l'evento sismico tipico del 25 ottobre 2012.

Site: Mormanno (CS)	Agency: DPC, Dipartimento Protezione Civile	
Lat: 39.8832	Lon: 15.9895	Distance: 7.8 km from epicenter
Station Comp	Max Vel [mm/s]	Max Acc [%g]
HGN – Orizzontale dir. Nord	73,5	12,14
HGE – Orizzontale dir.Est	102,5	18,02
HGZ – Verticale	41,9	10,19



VALORI LIMITE DI SICUREZZA DELLA VELOCITÀ DI VIBRAZIONE INDOTTA DAI BRILLAMENTI E DELL'IMPATTO AL SUOLO DELLE STRUTTURE

Per la definizione dei valori limite di sicurezza delle vibrazioni, come prassi in Italia, fu fatto riferimento alla normativa DIN 4150-3, 2016-10, "Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen". Questa stabilisce una correlazione tra la velocità massima di vibrazione del terreno al passaggio dell'onda sismica e la possibile insorgenza di danni intesi come: "conseguenza permanente di un'azione, che comporta diminuzione del valore d'uso del manufatto, o di sue parti, con riferimento alla sua utilizzazione". Per garantire la non insorgenza di danni ai manufatti, raggruppati in 7 fattispecie, furono dunque adottati i seguenti valori limite:

1. PILE: 150 mm/s
2. IMPALCATI in c.a.: 150 mm/s in mezzeria e sul pulvino
3. IMPALCATI METALLICI: 500 mm/s (da verifiche empiriche)
4. PONTE FERROVIA: 80 mm/s
5. MANUFATTI INGEGNERIZZATI: 40 mm/s
6. MANUFATTI NON INGEGNERIZZATI: 10 mm/s
7. MANUFATTI SENSIBILI ALLE VIBRAZIONI: 5 mm/s.

DATABASE DEI RECETTORI

Per la progettazione delle volate d'abbattimento, con contenimento entro valori di sicurezza dell'onda sismica indotta sia dal brillamento delle cariche che dall'impatto al suolo delle masse, furono ubicati e caratterizzati i recettori sensibili in un intorno significativo di 250 m da ciascun struttura da demolire (donor - target). A ciascun recettore fu assegnato un valore limite di sicurezza per la velocità di vibrazione, con riferimento alla fattispecie d'appartenenza.

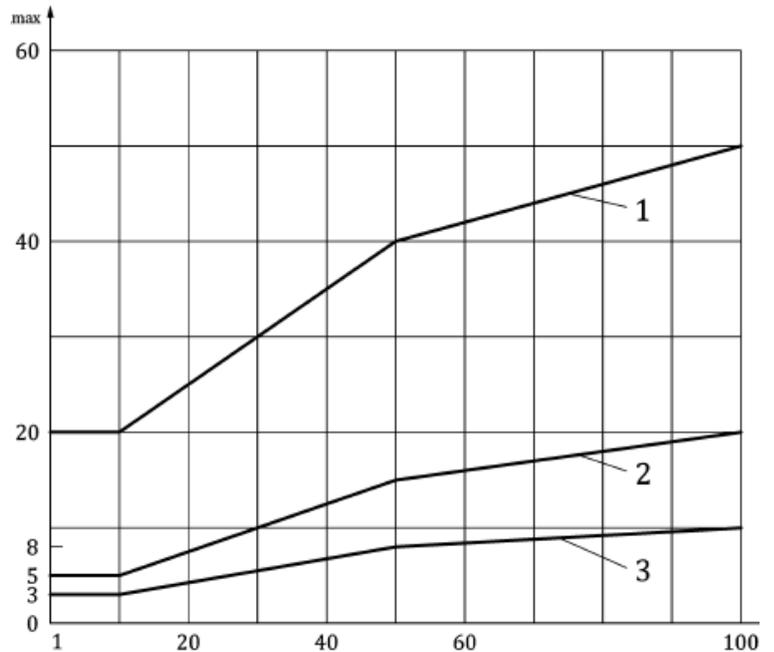
Donatori - vecchi viadotti	Recettori - vecchi viadotti e nuovi viadotti, altri manufatti adiacenti
1. JANNELLO	R- PILE JANNELLO vecchio (carreggiata su cui sarà deviato il traffico); R - IMPALCATI JANNELLO nuovo Manufatti a destinazione residenziale
2. PANTANO	Manufatti a destinazione residenziale
3. CAPOLANZO	Manufatti a destinazione residenziale
4. FORNO	Manufatti a destinazione residenziale; Rilevato stradale
5. ITALIA	ITALIA vecchio (carreggiata su cui sarà deviato il traffico); ITALIA nuovo; Manufatti a destinazione residenziale
6. FILOMATO	Galleria LARIA – Imbocco N; Manufatti a destinazione residenziale FILOMATO vecchio (carreggiata su cui sarà deviato il traffico); FILOMATO nuovo
7. MEZZANA	Manufatti a destinazione residenziale
8. CARPINETA	Ponte ferroviario dismesso; Galleria MADONNA DELLA CATENA – Imbocco Sud
9. BATTENDIERO 1	Rilevato stradale; Manufatto storico; Manufatti a destinazione residenziale (centro di Mormanno)
10. SAN MICHELE	Manufatti residenziali (centro di Mormanno); Galleria artificiale
11. FELICITÀ	Manufatti residenziali (centro di Mormanno)
12. LA PINETA	LA PINETA vecchio (carreggiata su cui sarà deviato il traffico); LA PINETA nuovo; Manufatti a destinazione residenziale
13. BATTENDIERO II	BATTENDIERO II vecchio (carreggiata su cui sarà deviato il traffico); BATTENDIERO II nuovo
14. BATTENDIERO III	BATTENDIERO III vecchio (carreggiata su cui sarà deviato il traffico); BATTENDIERO III nuovo; Manufatti a destinazione residenziale
15. VALLONE MANCUSO	VALLONE MANCUSO vecchio (carreggiata su cui sarà deviato il traffico); VALLONE MANCUSO nuovo Manufatti a destinazione residenziale

MONITORAGGIO DELLE ONDE SISMICHE E DI SOVRAPPRESSIONE IN ARIA

Per il riscontro strumentale dell'impatto sismico ed acustico indotto fu effettuato un monitoraggio con reportistica coi seguenti contenuti minimi:

1. indicazioni delle finalità del monitoraggio
2. caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata
3. impostazioni per garantire rappresentatività dell'evento fisico misurato:
 - a. frequenza di campionamento
 - b. sensibilità
 - c. durata dell'evento
4. ubicazione punto di misura
5. modalità d'acquisizione
6. normativa di riferimento
7. rapporto d'installazione con caratterizzazione e foto del punto di misura
8. elenco degli eventi misurati con restituzione grafica ad icona
9. analisi dell'evento ad ampiezza massima:
 - a. restituzione della forma d'onda
 - b. Fast Fourier Transform (FFT)
 - c. calcolo accelerazioni e forma d'onda
 - d. calcolo spostamenti e forma d'onda
 - e. calcolo delle sollecitazioni associate e riscontro coi valori di resistenza della struttura
 - f. verifica conformità a valori limite

Bild 1 - Graphische Darstellung der Fundament-Anhaltswerte von Tabelle 1.
Rappresentazione grafica dei valori di riferimento in tabella 1
(delle DIN 4150-3).



10. aggiornamento curva di decadimento impatto gravi



Il punto di misura
sismico



DEMOLIZIONE CON ESPLOSIVI

Sintesi delle fasi d'intervento

PRELIMINARI

1. ripristino delle vecchie piste per l'accesso a base pila
2. sfalcio e regolarizzazione dei piani di caduta
3. scarifica asfalto dal piano di via
4. riscontro dello stato di conservazione dell'opera
5. recinzione dell'intorno del sedime del ponte ed area di cantiere NITREX

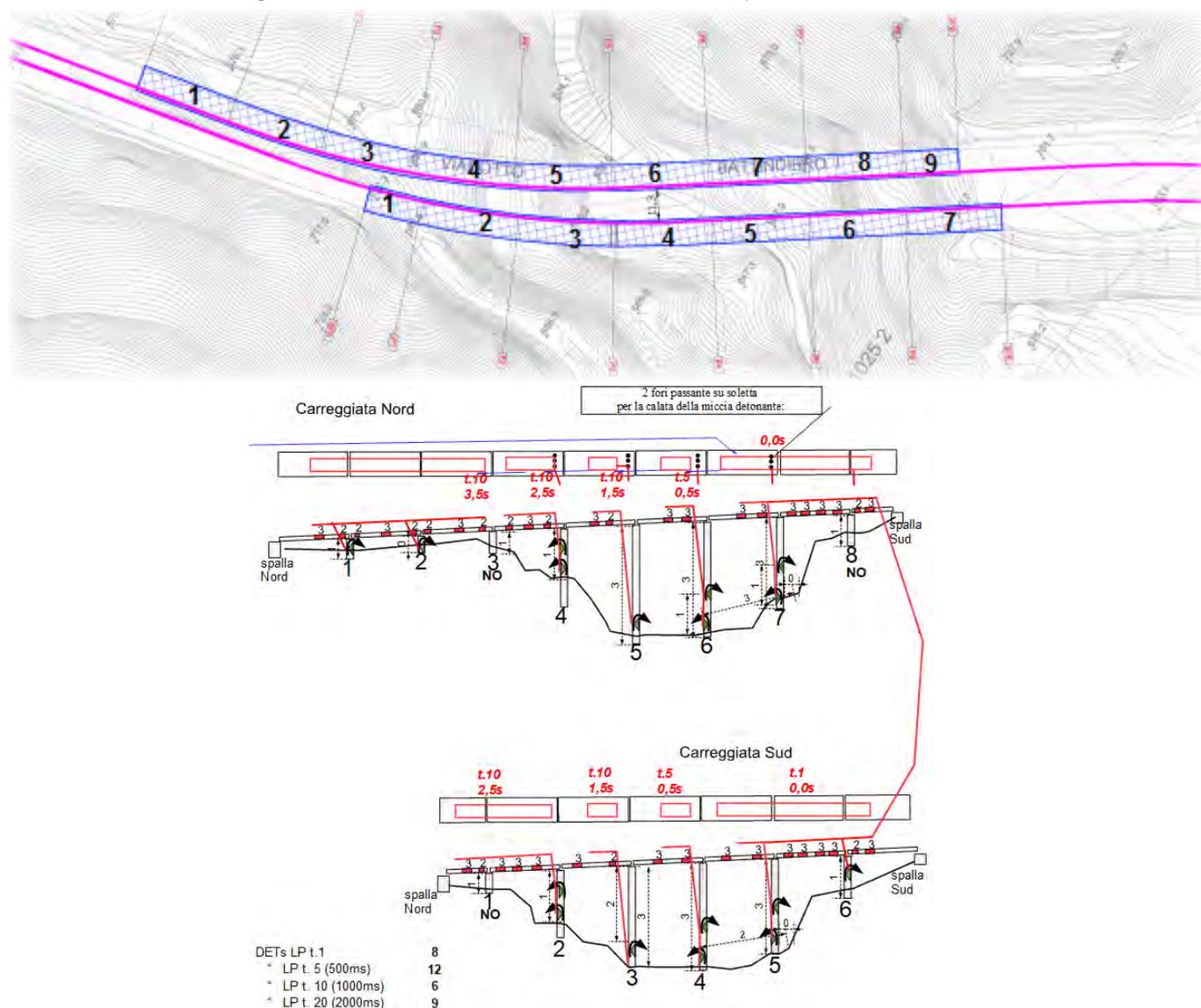
PREDISPOSIZIONE ALLA DEMOLIZIONE

1. messa in opera del sistema anticaduta sugli impalcati
2. marcatura impalcati e pile, tracciamento fori e tagli
3. perforazione fori da mina su impalcati e pile
4. demolizione parziale della soletta
5. demolizione parziale membrane pile
6. pulizia aree di lavoro
7. spurgo ad aria dei fori (tutti)

ABBATTIMENTO CON ESPLOSIVI

1. preparazione alla volata
2. monitoraggio video, sismico ed onda sovrappressione aerea
3. sgombero area di sicurezza ristretta
4. consegna esplosivi
5. caricamento volata
6. sgombero area di sicurezza estesa
7. segnalazione pericolo brillamento mine
8. innesco e brillamento mine
9. sfumo
10. controllo regolare esecuzione
11. pulizia del piano di via adiacente
12. distruzione esplosivi residui

Collegamenti delle cariche e loro successione d'innesco per il cinematismo di crollo.



VIADOTTO JANNELLO



La demolizione del vecchio viadotto Jannello fu prevista per i soli impalcati, con preliminare abbattimento e salvaguardia dell'integrità strutturale e funzionale delle pile (scatolari ad una stilata, sez. rettangolare, unica per entrambe le carreggiate).

I vecchi impalcati erano composti da quattro travi c.p.a. a doppio T e soletta in c.a. da 20 cm, un impalcato per ciascuna carreggiata. Gli impalcati appoggiavano senza vincoli ad una pila in comune per entrambe le carreggiate. Queste pile erano strutture scatolari in c.a., un'unica stilata a sezione rettangolare e setto interno. Alcune delle pile erano completate con due stampelle tozze (capitelli sporgenti 5 m), altre da un "monaco".

Una bella pubblicazione sul geniale progetto di costruzione del nuovo impalcato sopra il vecchio è nel numero 6-2017 della rivista "Strade & Autostrade", a firma di Giuseppe e Carlo V. Matildi, Stefano Isani, Guido Cammarota ed Andrea Boscaro: "Il nuovo impalcato del viadotto Jannello sulla A2 – un progetto innovativo per sostituire velocemente un impalcato esistente".

Dati geometrici e pesi degli impalcati e relativa energia d'impatto al suolo per l'abbattimento.

Descrizione	Sezione [m ²]	Lunghezza [m]	Volume [m ³]	Massa ¹ [ton]	Massa [kN]	H	E ² [MJ]
Imp. SA-1	5	42	210	525	5150	18	93
Imp. 1-2						32	165
Imp. 2-3						45	232
Imp. 3-4		48	240	600	5886	72	424
Imp. 4-5		53.8	269	673	6597	97	640
Imp. 5-6						127	838
Imp. 6-7						135	891
Imp. 7-8						131	864
Imp. 8-9		48	240	600	5886	125	825
Imp. 9-10						77	453
Imp. 10-SB	44					227	

¹ Considerando come peso specifico pari a 2.5 t/m³

² Energia di impatto, equivalente all'energia potenziale dell'impalcato, calcolata moltiplicando la massa del grave per l'altezza media di caduta.



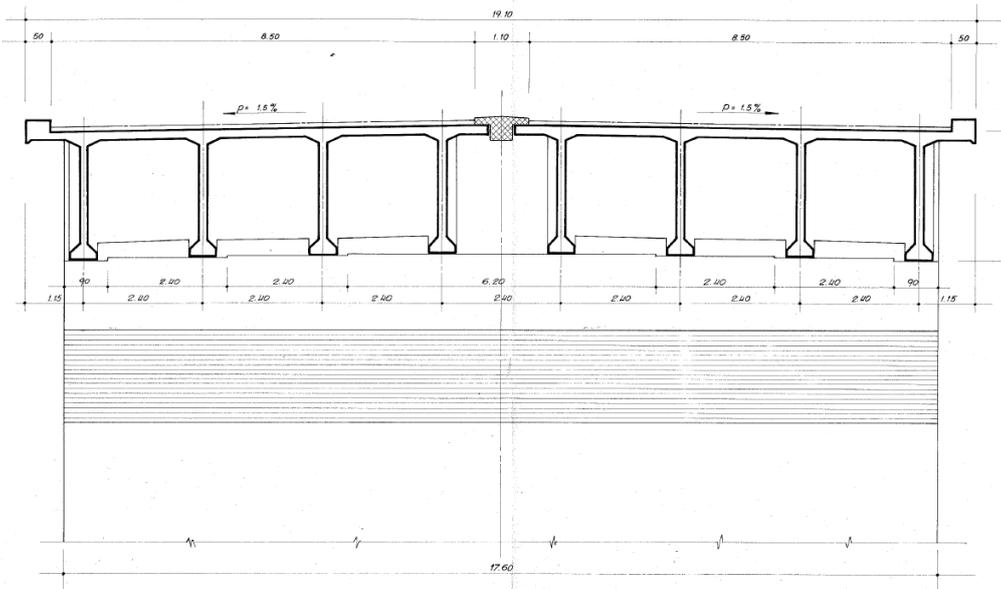
La geometria del ponte risultò coincidente con quella delle tavole dell'eseguito.

Gli impalcati furono abbattuti con cerniere plastiche presso gli appoggi. Per quelli su sedime acclive, con rischio di scivolamento verso la pila, le fasce di impalcato minato furono estese per lunghezza tale da garantire nessuna interferenza con la pila a valle.

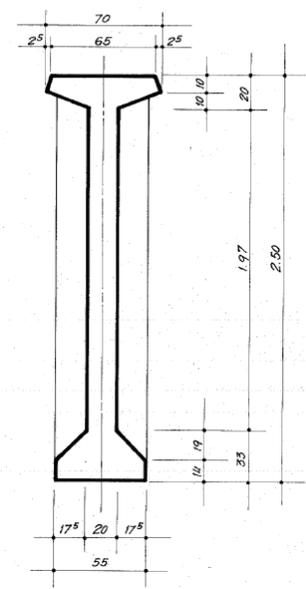
L'area impegnata dalla caduta fu prevista pari a quelle dell'impronta. Questa previsione fu rispettata in esecuzione.

Gli impalcati, a terra, furono demoliti con martello demolitore idraulico e pinza montati su escavatore a braccio rovescio.

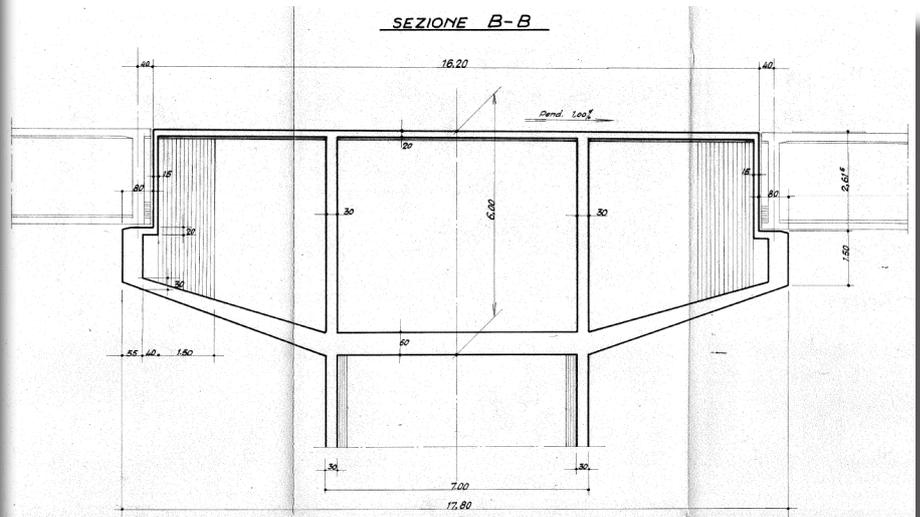
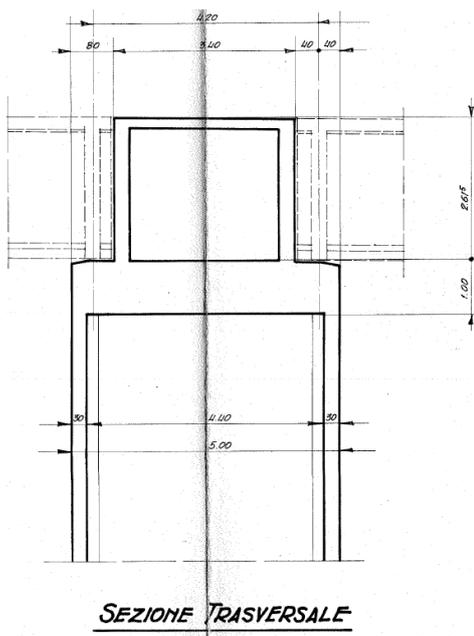
SEZIONE TRASVERSALE IN CAMPATA (1:50)



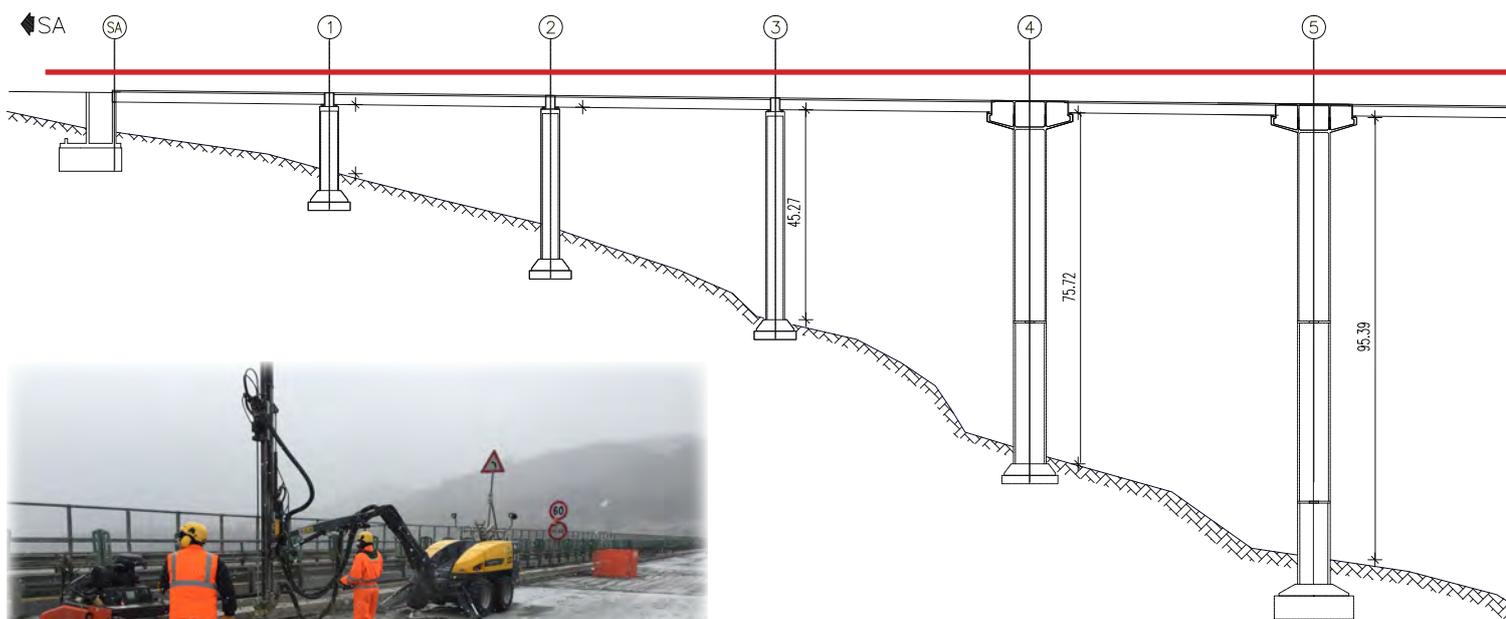
SEZIONE C-D (1:20)



Sezione verticale trasversale del ponte, con gli impalcati delle due carreggiate in appoggio semplice sul pulvino
Dettaglio della trave con bulbo superiore parzialmente inglobato nella soletta

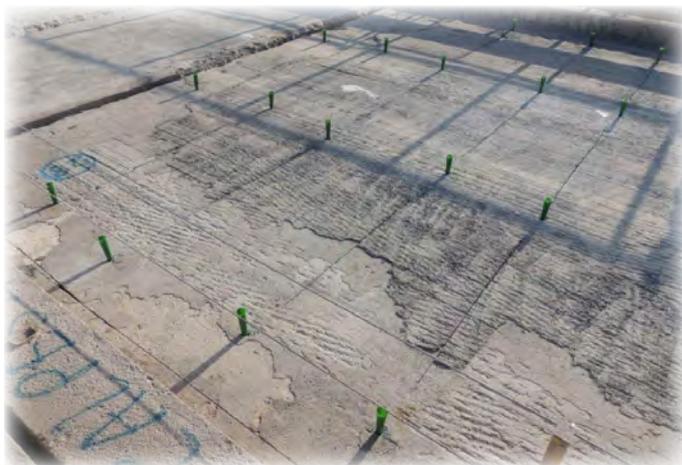


Sezione verticale della pila presso il pulvino. A sx quella completata con il "monaco" ed a dx quella completata con il capitello aggettante 5 m



I coni verdi sono inseriti nei fori da mina
Tra i fori da mina la soletta tagliata a disco diamantato

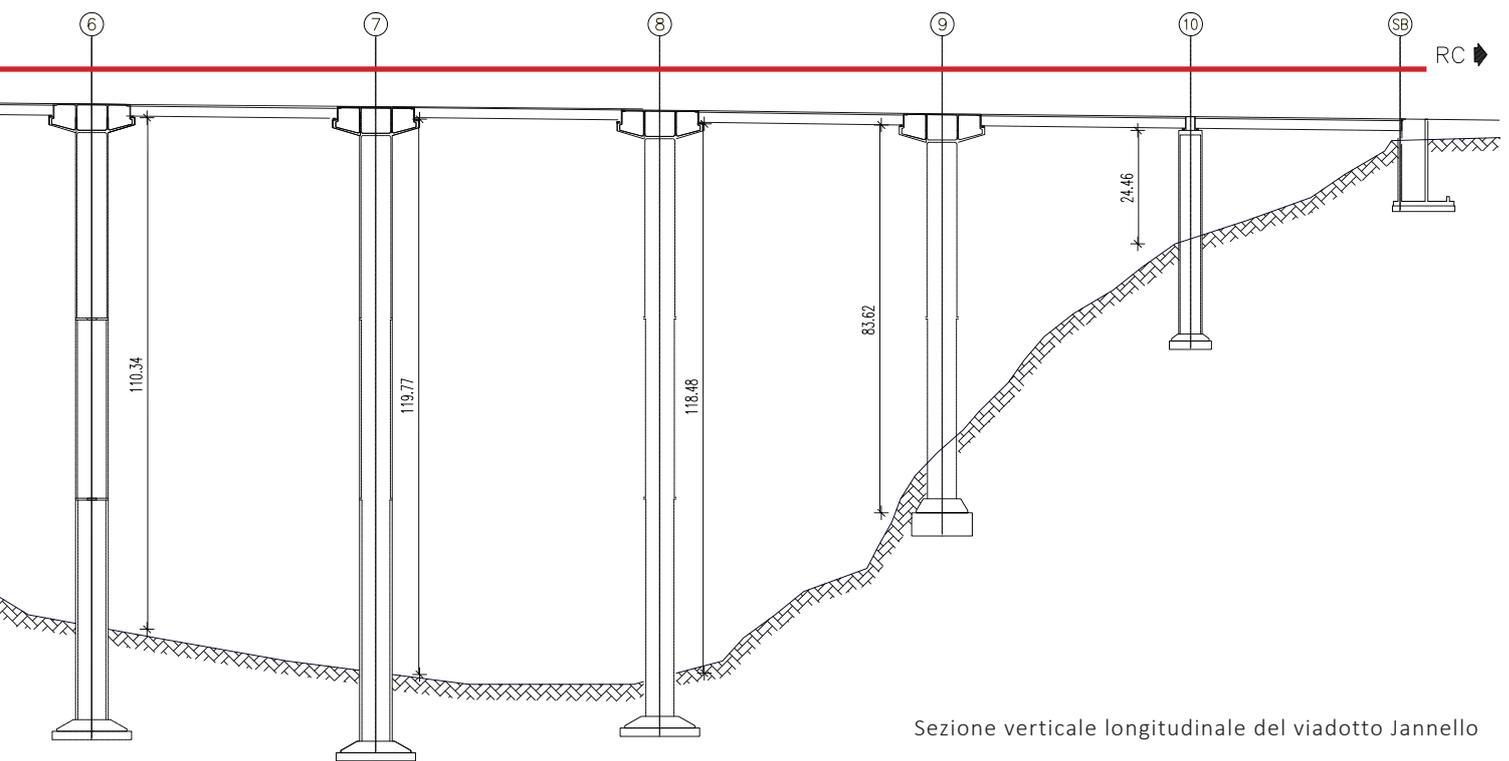
La carreggiata Sud a lavori di predisposizione per l'abbattimento completati prima della costruzione della nuova sovrastruttura



Nuova carreggiata Sud

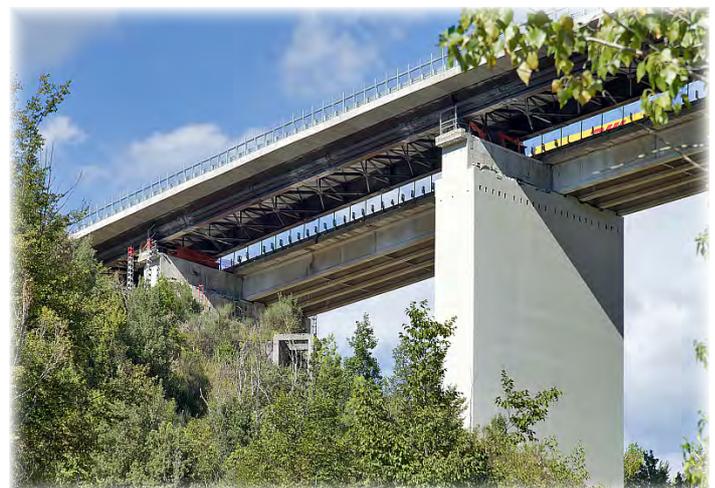
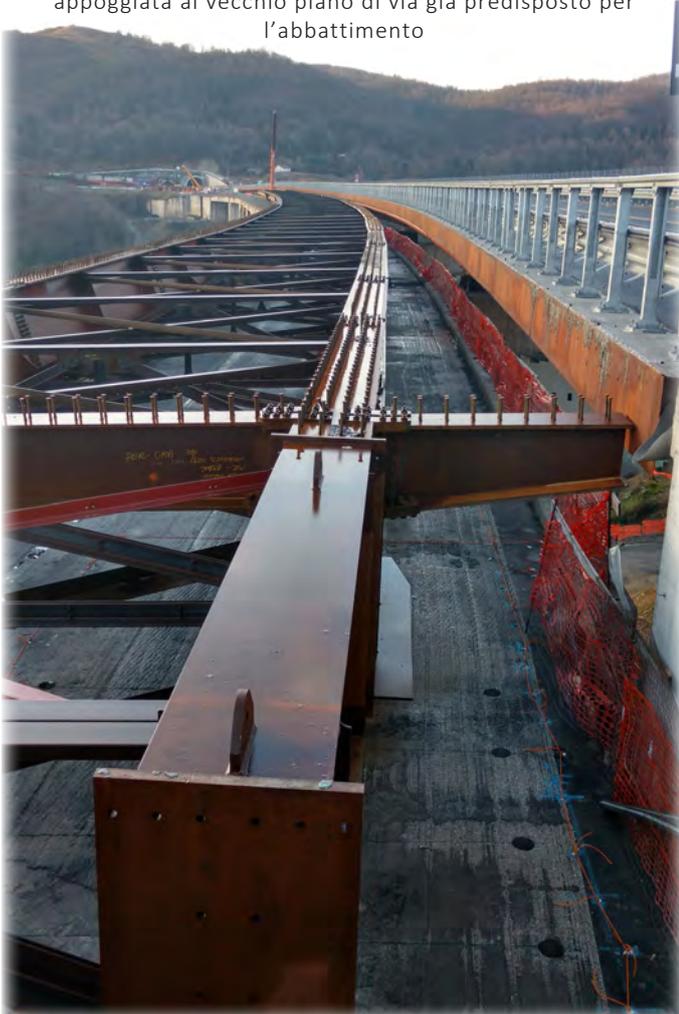
Carreggiata Nord predisposizione all'abbattimento con fori da mina e tagli nella soletta





Sezione verticale longitudinale del viadotto Jannello

Il telaio in acciaio Corten della nuova sovrastruttura, appoggiata al vecchio piano di via già predisposto per l'abbattimento



Dopo la demolizione della vecchia carreggiata SUD



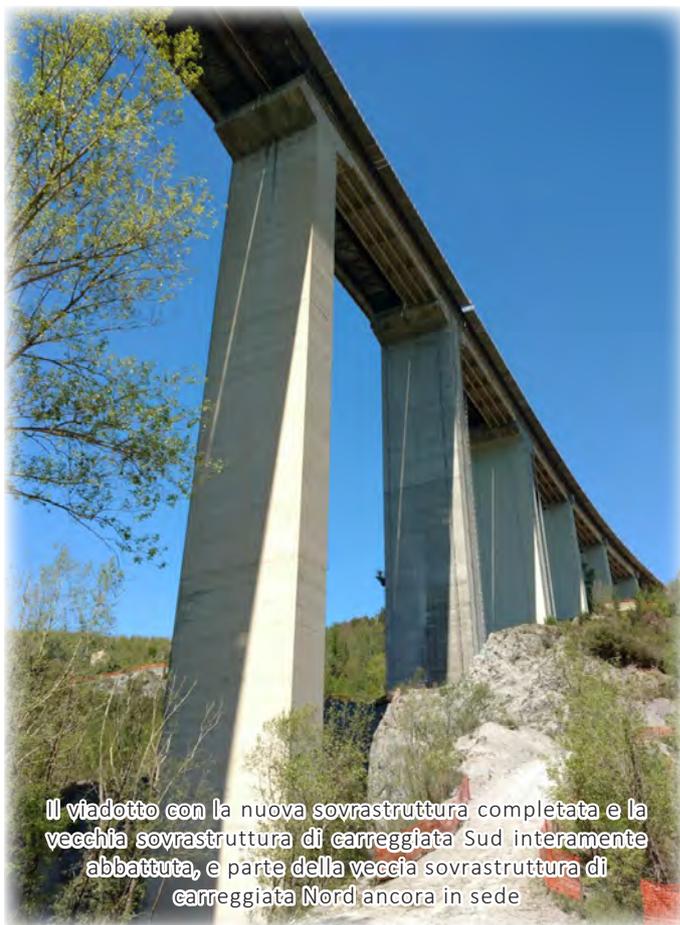
Miccia detonante e smorze di dinamite pronte per il caricamento, sul piano di via della vecchia sovrastruttura



La distanza della nuova sovrastruttura dalla vecchia variava da 20 a 140 cm



Impalcato 1 Sud abbattuto, con il telaio del nuova già in sede



Il viadotto con la nuova sovrastruttura completata e la vecchia sovrastruttura di carreggiata Sud interamente abbattuta, e parte della vecchia sovrastruttura di carreggiata Nord ancora in sede



Nuova sovrastruttura del viadotto Jannello con la vecchia parzialmente demolita



Impalcato 4 Sud a terra, spezzato per evitare il pattinamento contro la pila 4



Vecchio impalcato 1 Sud a terra e nuovo impalcato 1 Sud già completato



Nuovo viadotto JANNELLO

VIADOTTO ITALIA

Prospettiva del viadotto in una tavola origina dell'epoca della costruzione. Il progetto esecutivo fu redatto sulla scorta di un progetto degli ingegneri Fabrizio de Miranda, Carlo Cestelli Guidi e Carmelo Pellegrino Gallo, vincitore del Concorso Nazionale indetto dall'ANAS nel 1964



La demolizione fu eseguita con preliminare abbattimento degli impalcati e successivo abbattimento delle pile, ad eccezione di quelle della campata centrale metallica per la quale era previsto l'adeguamento.

Abbattimenti e demolizioni furono eseguite in presenza di traffico sulla carreggiata adiacente, in progressione, per un numero di impalcati variabile tra 1 e 4. Questa progressione consentì di accelerare la nuova costruzione la quale incalzava a ridosso. Anche per questo ponte, come per lo Jannello, le fasce di impalcato demolite con gli esplosivi, oltre a quelle presso gli appoggi per il disimpegno dal pulvino, furono previste di dimensioni variabili in funzione del profilo dell'area di impronta.

Gli impalcati sovrastanti le scarpate acclivi furono demoliti per ampie fasce, così da minimizzare i rischi di scivolamento verso la pila a valle e facilitarne lo smarino che poté essere effettuato da mezzi meccanici più piccoli, limitando le dimensioni delle piste di arrocco.

I due impalcati della vecchia sovrastruttura che sovrastavano le nuove pile costruite proprio lì sotto, dove il nuovo tracciato si raccordava col vecchio, furono demoliti integralmente con gli esplosivi. In questo modo fu possibile anticipare la costruzione delle nuove pile senza rischi di danneggiamento per l'impatto dei vecchi impalcati sovrastanti da abbattere.

Dati geometrici e pesi degli impalcati e relativa energia d'impatto al suolo per l'abbattimento.

Descrizione	Sezione [m ²]	Lunghezza [m]	Volume [m ³]	Massa [ton]	Massa [kN]	H dal suolo	E [MJ]
Imp. A-1	5,5	42	231	578	5670	8	45
Imp. 1-2						18	102
Imp. 2-3						27	153
Imp. 3-4		43	237	591	5800	40	331
Imp. 4-5						57	331
Imp. 5-6						64	487
Imp. 6-7						84	487
Imp. 10-11						110	638
Imp. 11-12						96	557
Imp. 12-13		42	231	578	5665	90	522
Imp. 13-14						68	394
Imp. 14-15						49	278
Imp. 15-16						35	198
Imp. 16-17						24	136
Imp. 17-18						20	113
Imp. 18-B		10	57				



Sezioni verticali longitudinali della pila e trasversale di metà pila, quella relativa ad una carreggiata, con curo esterno e setto interno (dettagli del pulvino scatolare nervato e del monaco).
La geometria del ponte risultò non coincidente con quella delle tavole dell'eseguito.

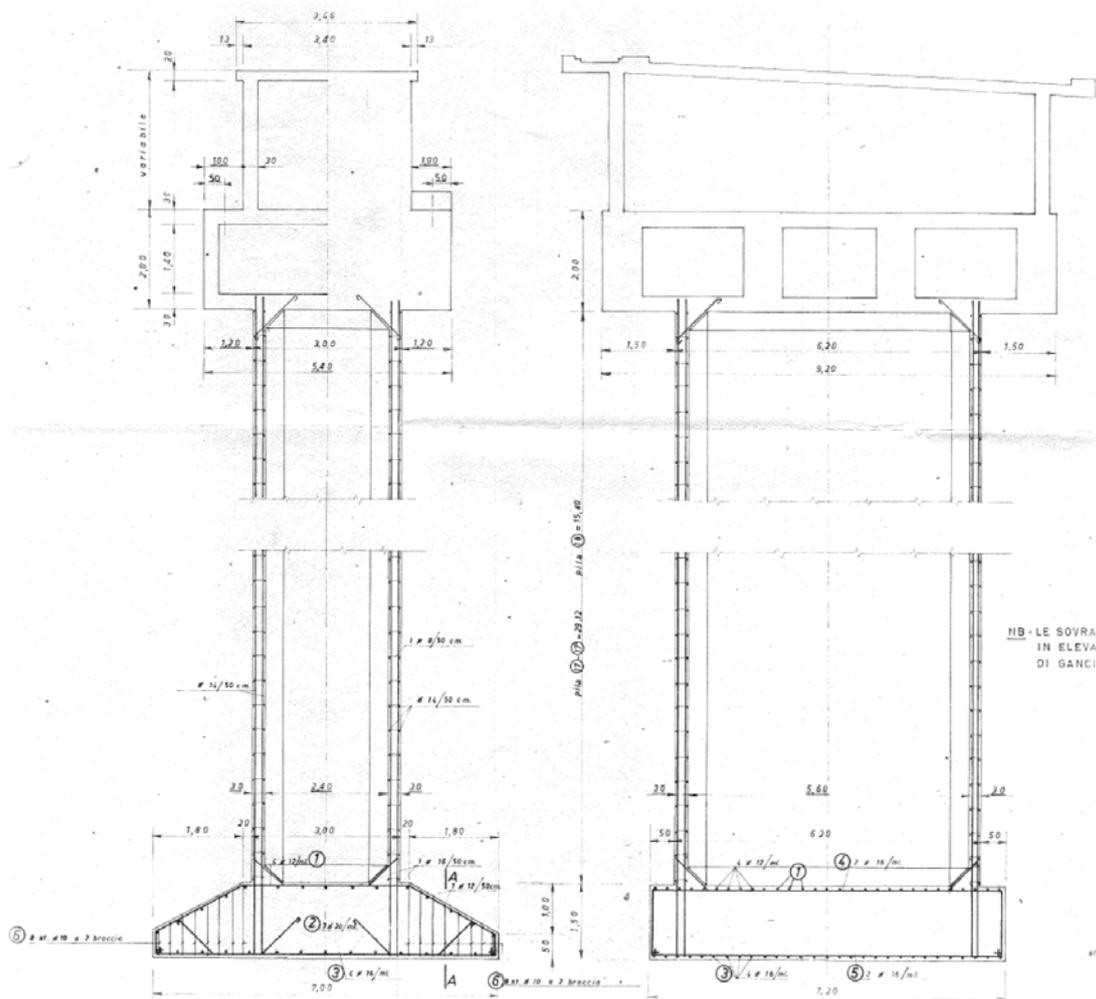
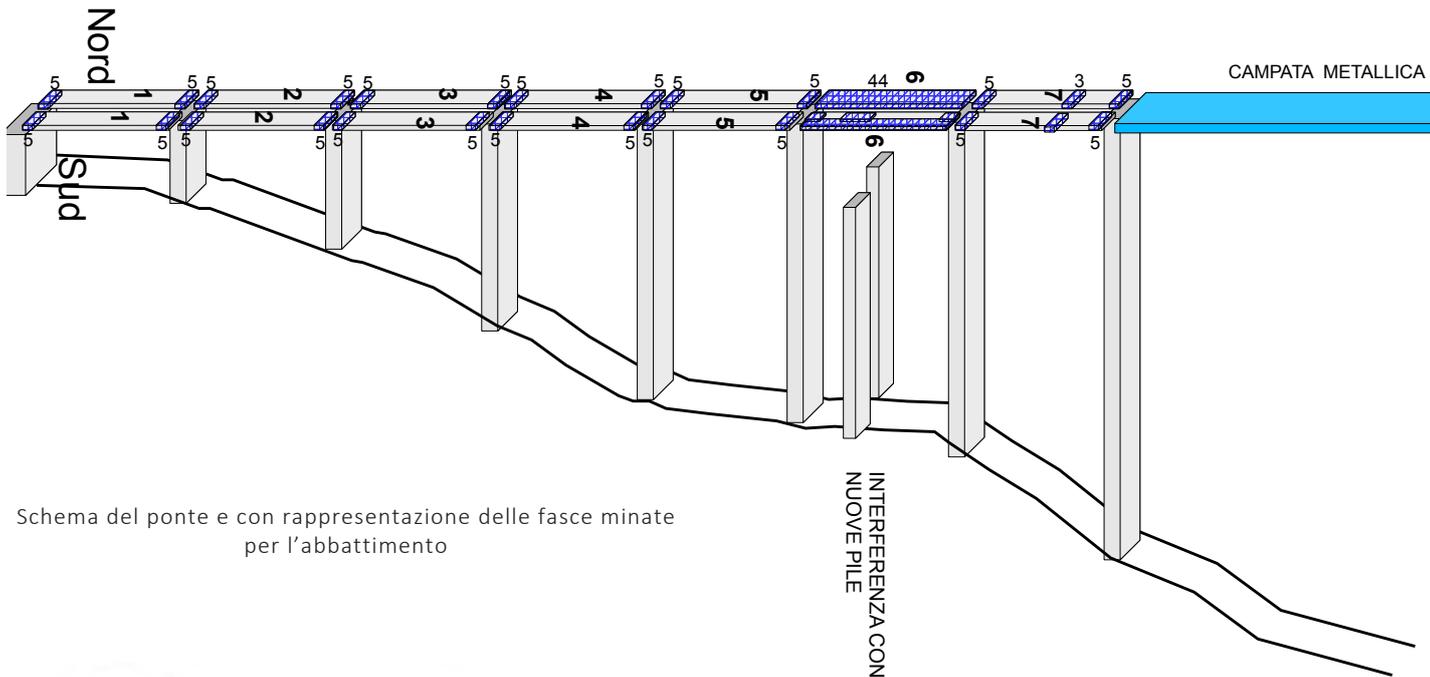
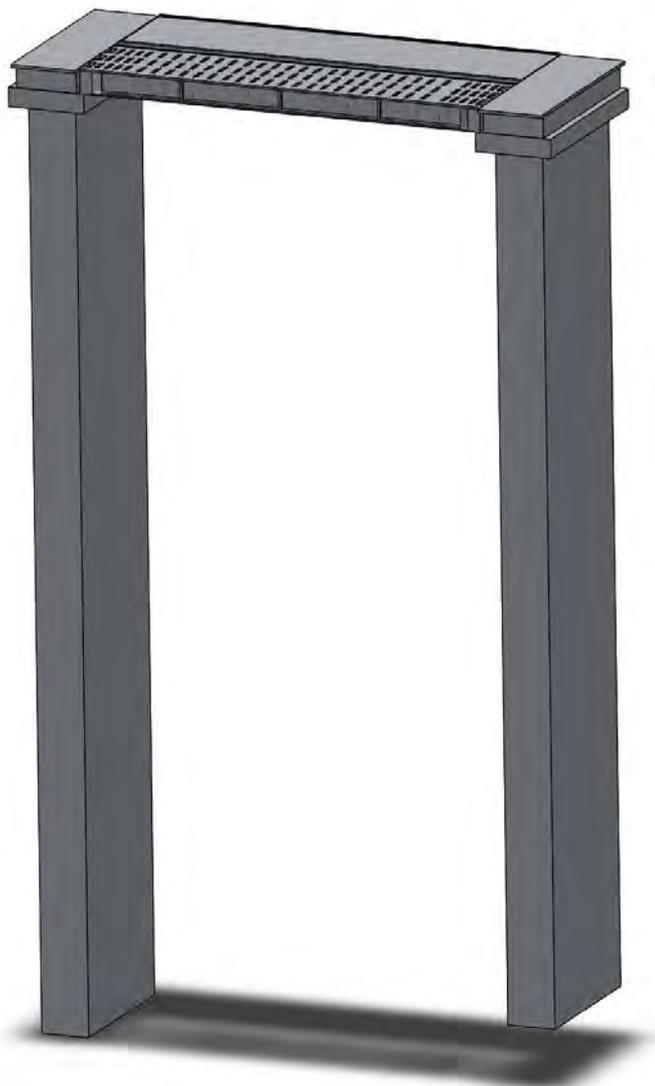


Foto panoramica del vecchio tracciato del viadotto ITALIA



Schema del ponte e con rappresentazione delle fasce minate per l'abbattimento



Modello 3D dell'impalcato predisposto per la demolizione integrale con espositivi, dell'impalcato adiacente in esercizio e delle pile

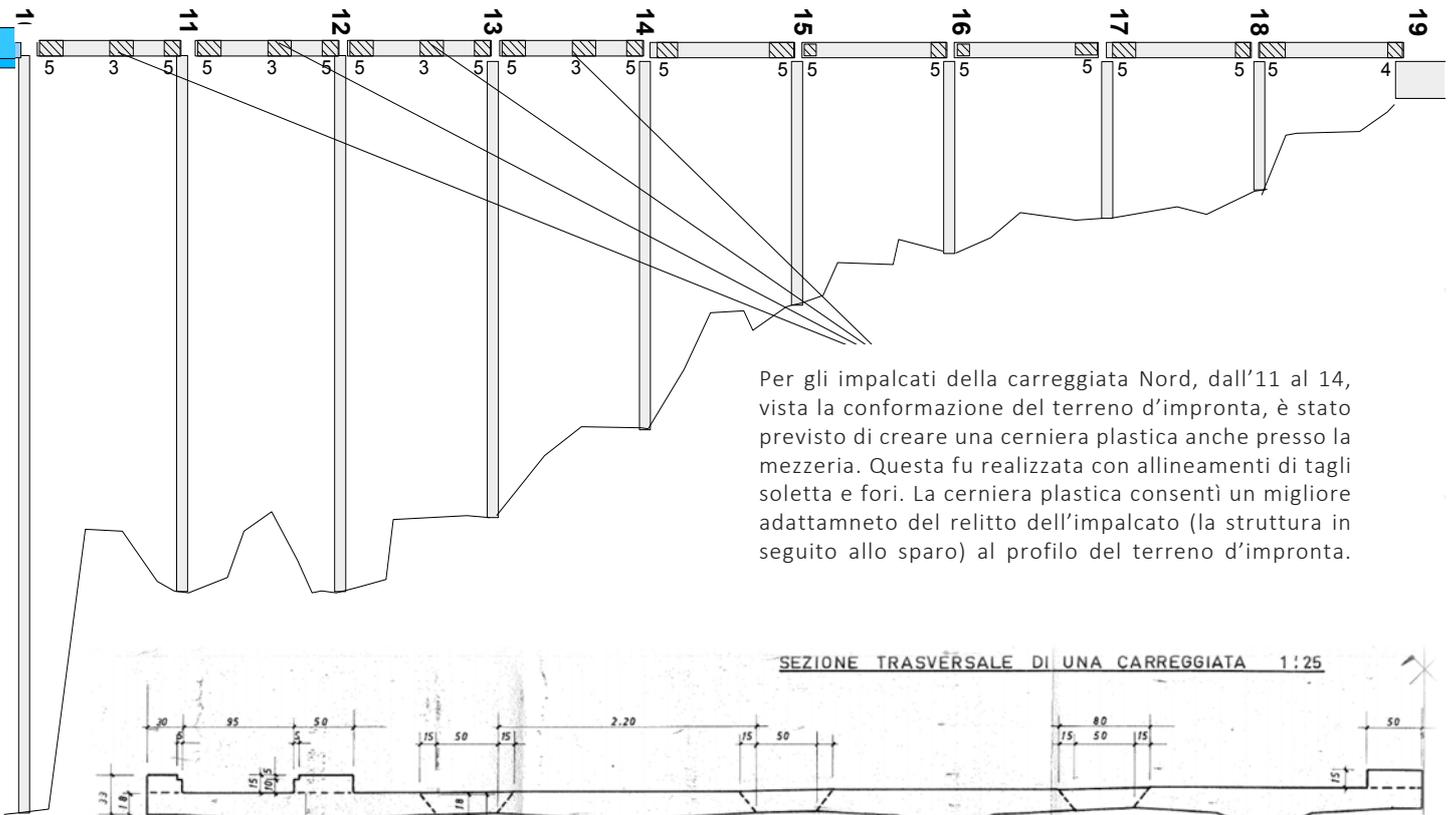
AMPIEZZA DELLE VIBRAZIONI PER L'IMPATTO AL SUOLO DEI MANUFATTI

Per il calcolo dell'ampiezza delle vibrazioni indotte dall'impatto è stato fatto riferimento alla curva di decadimento sperimentale empirica $V_{MAX95\%} = 387 * (R / E^{0,187})^{-1,195}$, dove $V_{MAX95\%}$ [mm/s]: velocità di vibrazione con 95% di possibilità di non superamento; R [m]: Distanza dal recettore al baricentro di caduta dell'impalcato; E [MJ]: Energia potenziale di impatto = massa * altezza * $G_1 * 10^{-3}$

Le funzioni di trasferimento delle onde sismiche tra massa impattante e terreno e tra terreno di fondazione e sovrastante dato di fondazione furono definite in funzione dei rapporti tra le impedenze acustiche.

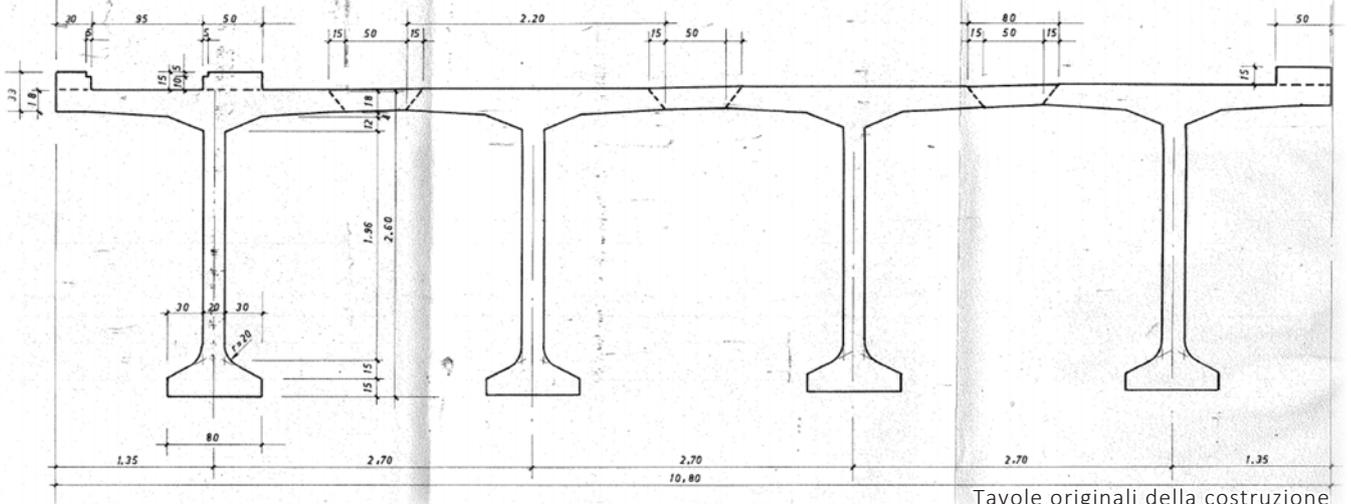
La maggiore ampiezza di vibrazione fu identificata alla base della pila 7 del viadotto JANNELLO

$$V_{MAX95\%} = 387 * (20 / 891^{0,187})^{-1,195} = 49 \text{ mm/s}$$



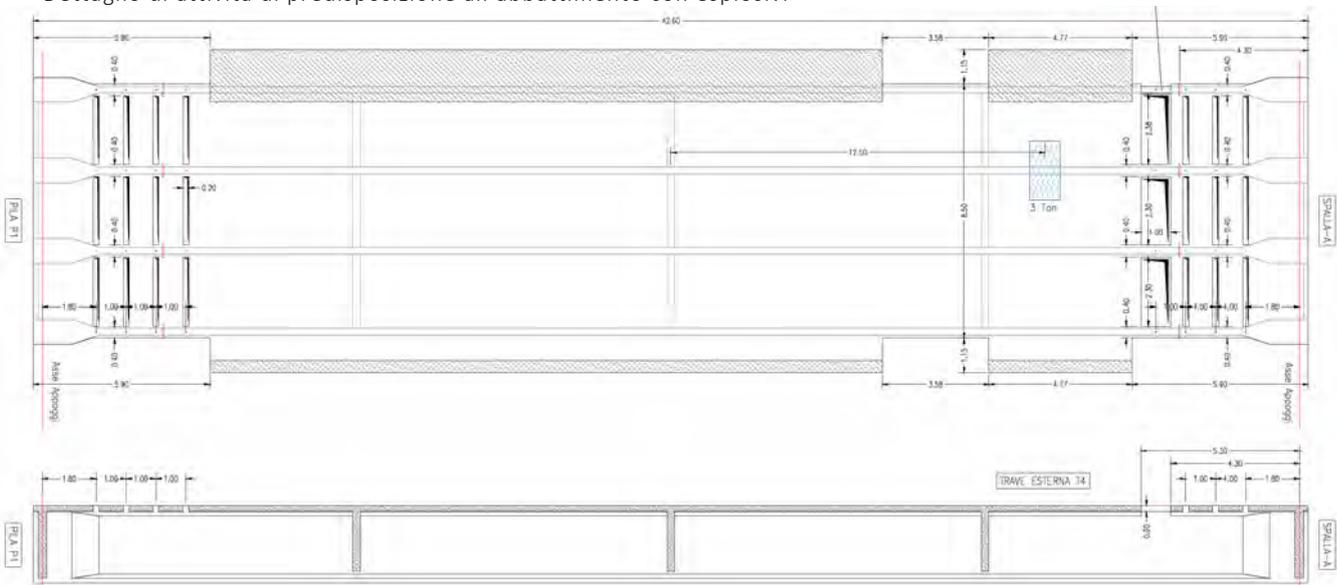
Per gli impalcati della carreggiata Nord, dall'11 al 14, vista la conformazione del terreno d'impronta, è stato previsto di creare una cerniera plastica anche presso la mezzera. Questa fu realizzata con allineamenti di tagli soletta e fori. La cerniera plastica consentì un migliore adattamento del relitto dell'impalcato (la struttura in seguito allo sparo) al profilo del terreno d'impronta.

SEZIONE TRASVERSALE DI UNA CARREGGIATA 1:25



Tavole originali della costruzione

Dettaglio di attività di predisposizione all'abbattimento con esplosivi





Demolizione del monaco e della soletta del pulvino, con esposizione delle nervature, per la predisposizione al completamento del nuovo pulvino per la nuova sovrastruttura





Rimozione della soletta del "monaco" in carreggiata Nord, con un escavatore radiocomandato ed il personale agganciato alla linea di vita con dispositivi di trattenimento retrattili
Perforazione per la demolizione con esplosivi del "monaco"



Demolizione della soletta tra le travi con escavatore radiocomandato, e perforazione dei fori da mina con carro di perforazione radiocomandato



Demolizione soletta e cordolo e perforazione dei fori da mina



Impalcato con la soletta parzialmente demolita



Pinza idraulica su escavatore elettrico radiocomandato, con pezzo speciale per la demolizione, "in negativo" sino a 4 metri, dei traversi precompressi di collegamento



L'impalcato pronto per essere caricato con gli esplosivi
Sotto la nuova pila da salvaguardare, realizzata a metà altezza



Impalcato della carreggiata Sud in fase di caricamento esplosivi. È visibile la nuova pila sottostante, costruita a mezz'altezza, con una protezione in acciaio in testa. Al lato la carreggiata Nord, vecchia sovrastruttura, sulla quale era stato deviato il traffico di entrambe le direzioni



Impalcati della carreggiata Nord in fase di caricamento esplosivi.



Al lato la carreggiata Sud, nuova sovrastruttura, sulla quale era stato deviato il traffico di entrambe le direzioni
Traffico in esercizio durante i lavori

Il brillamento dell'impalcato sovrastante la nuova pila in carreggiata Sud, prima ...



... e dopo lo sparo. L'esplosione provocò la frantumazione integrale dell'impalcato.



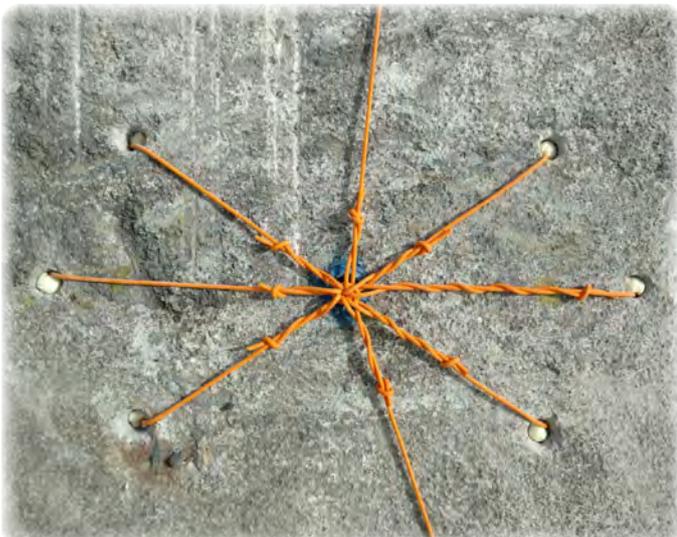
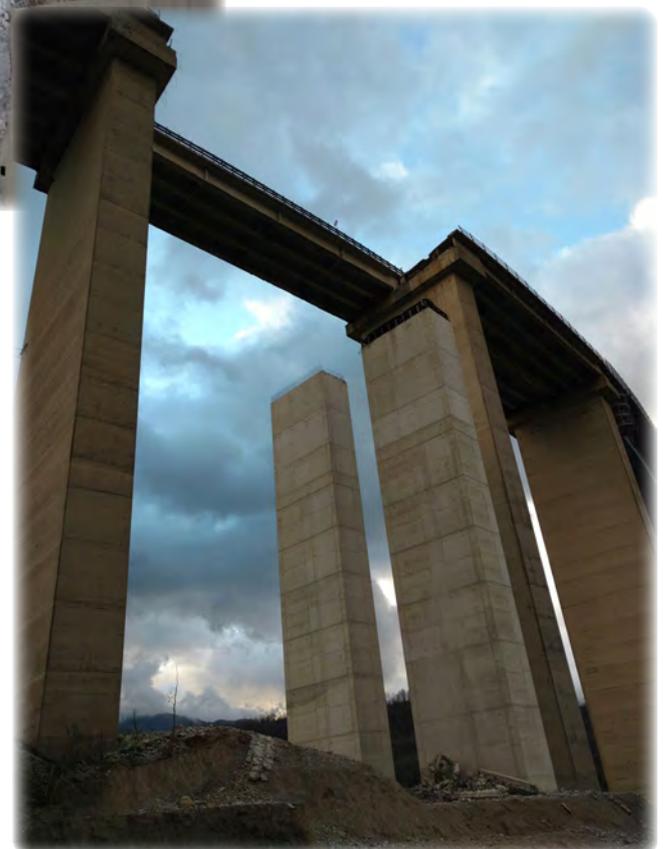


La nuova pila sotto il vecchio impalcato da abbattere, prima ...



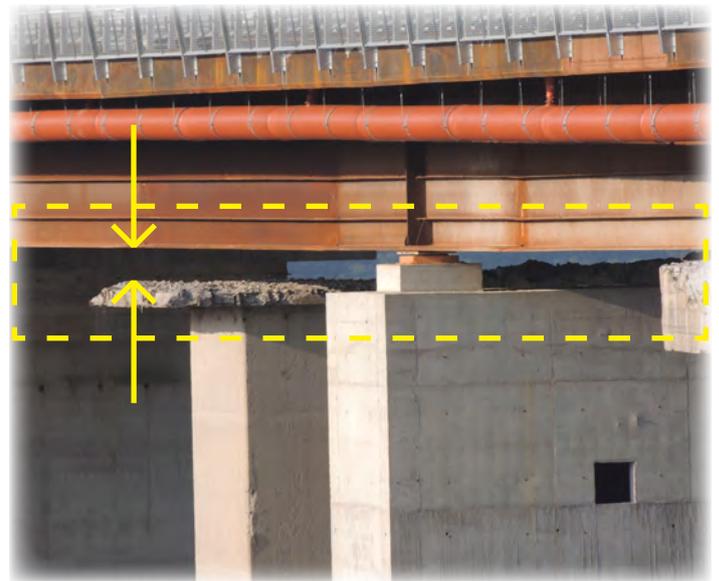
... e dopo lo sparo
Visibili alcuni frammenti di calcestruzzo rimasti sulla protezione metallica in testa alla nuova pila, e alcuni dei fasci di tensionamento a cavallo

Frammenti dell'impalcato demolito ai piedi della nuova pila





Per la minimizzazione dei rischi di interferenza della pila in ribaltamento con il nuovo impalcato sovrastante, fu prevista una riduzione di 4 metri dell'altezza della pila all'atto del brillamento ed immediatamente prima dell'avvio della rotazione indotta dal cuneo alla base



Passerella

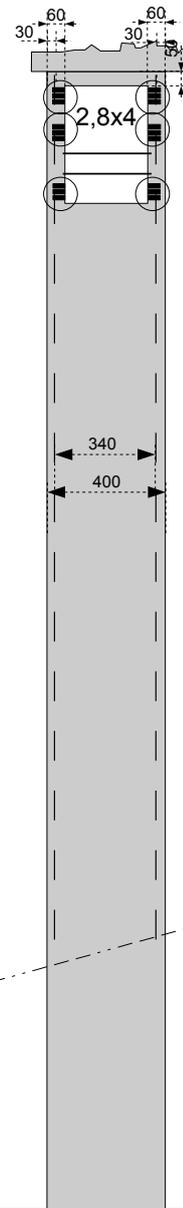
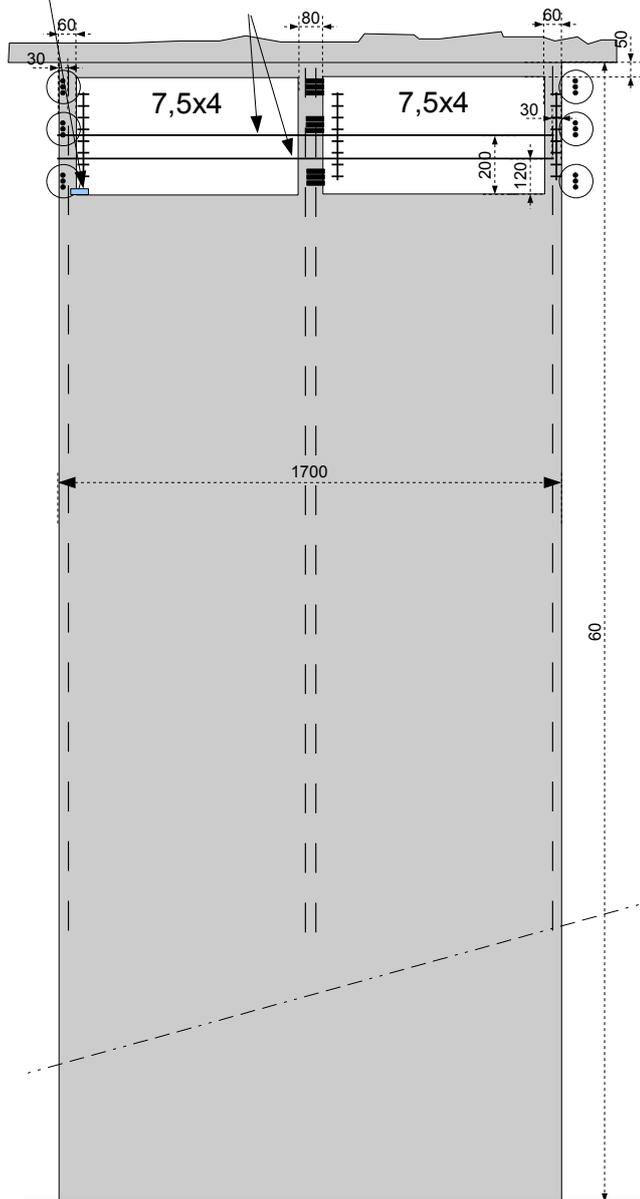
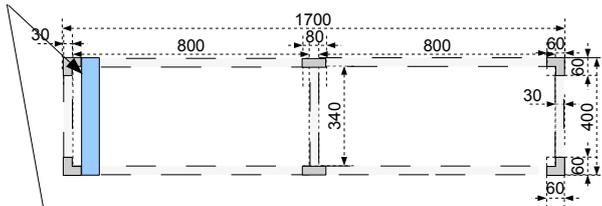


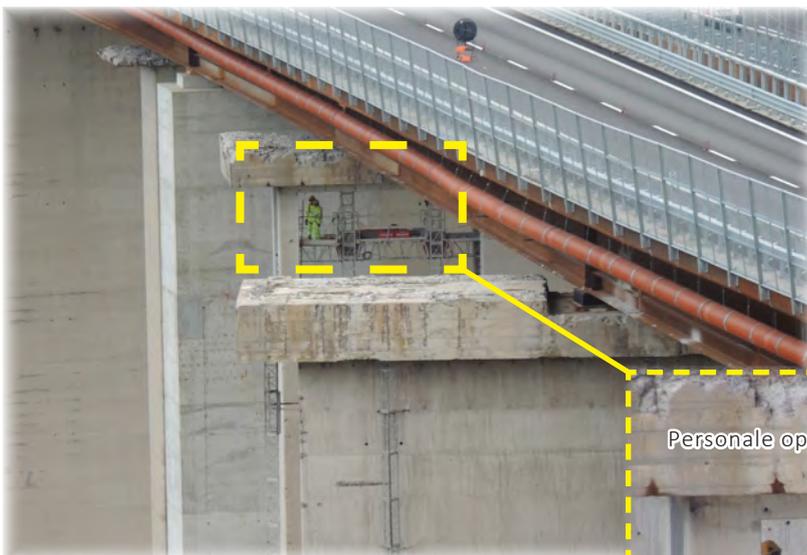


Foto delle vecchie pile 5 e 6 rimaste sotto il nuovo impalcato, a 20 cm dalla piattabanda

Dettaglio della Pila 6



Apertura forometrie e perforazione fori da mina sulle pareti di base della pila 5 per la realizzazione del cuneo di ribaltamento



Forometrie in testa pila per la riduzione d'altezza necessaria ad eliminare il rischio d'interferenza della pila con il sovrastante nuovo impalcato, in fase di rotazione per il ribaltamento
Tagli a diamante e perforazione a secco con martelli elettrici a rotopercolazione

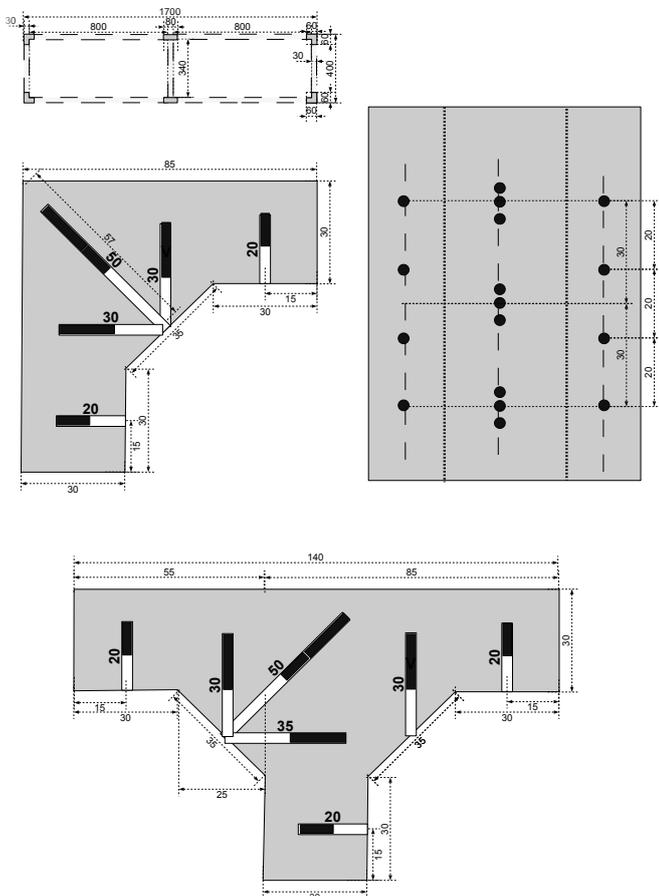


Personale operante in fune



Caricamento esplosivo sulle nervature residue in testa pila

Schema di perforazione e caricamento





Brillamento e ribaltamento delle pile 5 e 6



Selfie di gruppo sul relitto della pila





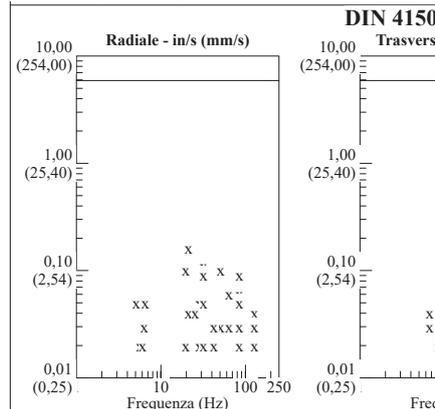
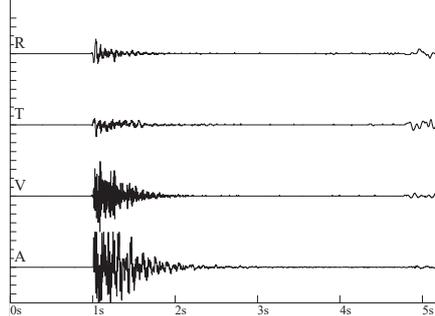
Carri di perforazione idraulici radiocomandati e il furgone magazzino mobile parcheggiati al lato del viadotto per la notte



Ufficio mobile da campo

NTX srl
Monitoraggio onde sismiche e di sovrappressione
Viadotto Italia fra Laino Borgo e Laino Calabro
Punto di Misura 01
Base pila 18, carreggiata SUD

Amplitudes and Frequencies
Radiale: 0,16in/s 4,064mm/s @ 23,2Hz
Trasversale: 0,13in/s 3,302mm/s @ 25,6Hz
Verticale: 0,39in/s 9,906mm/s @ 85,3Hz
Acustico: 148 dB @ 36,5 Hz
 (5,04Mb 0,0731psi 0,5039kPa)

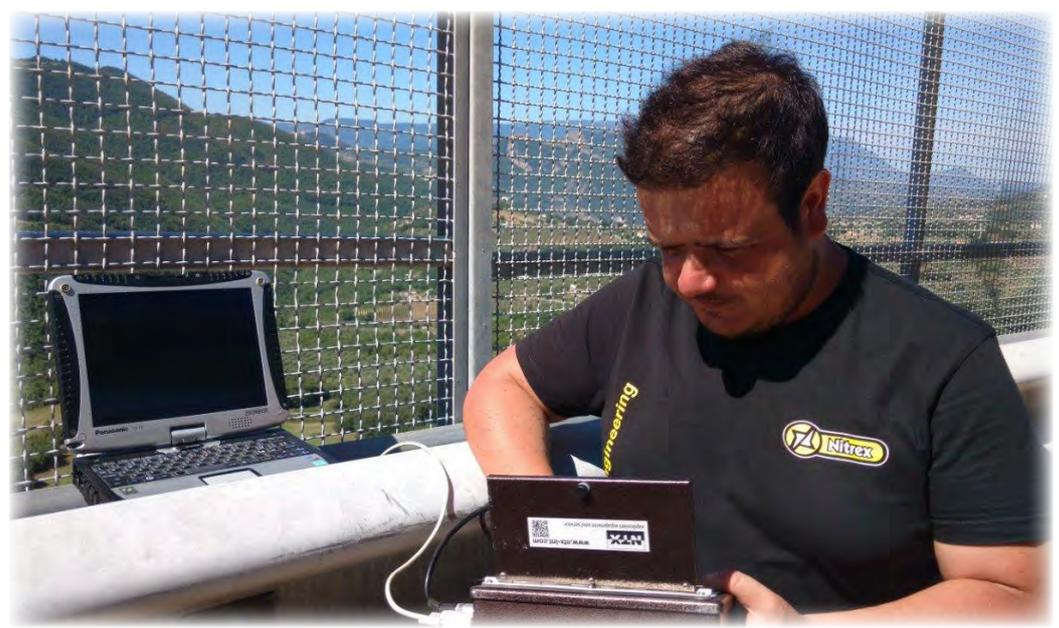
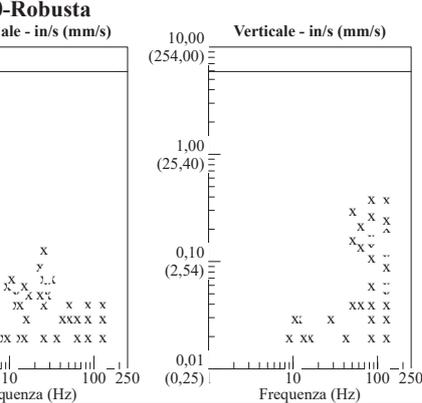
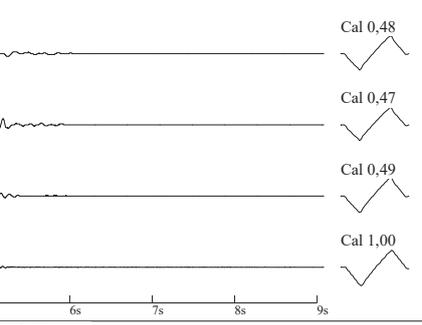




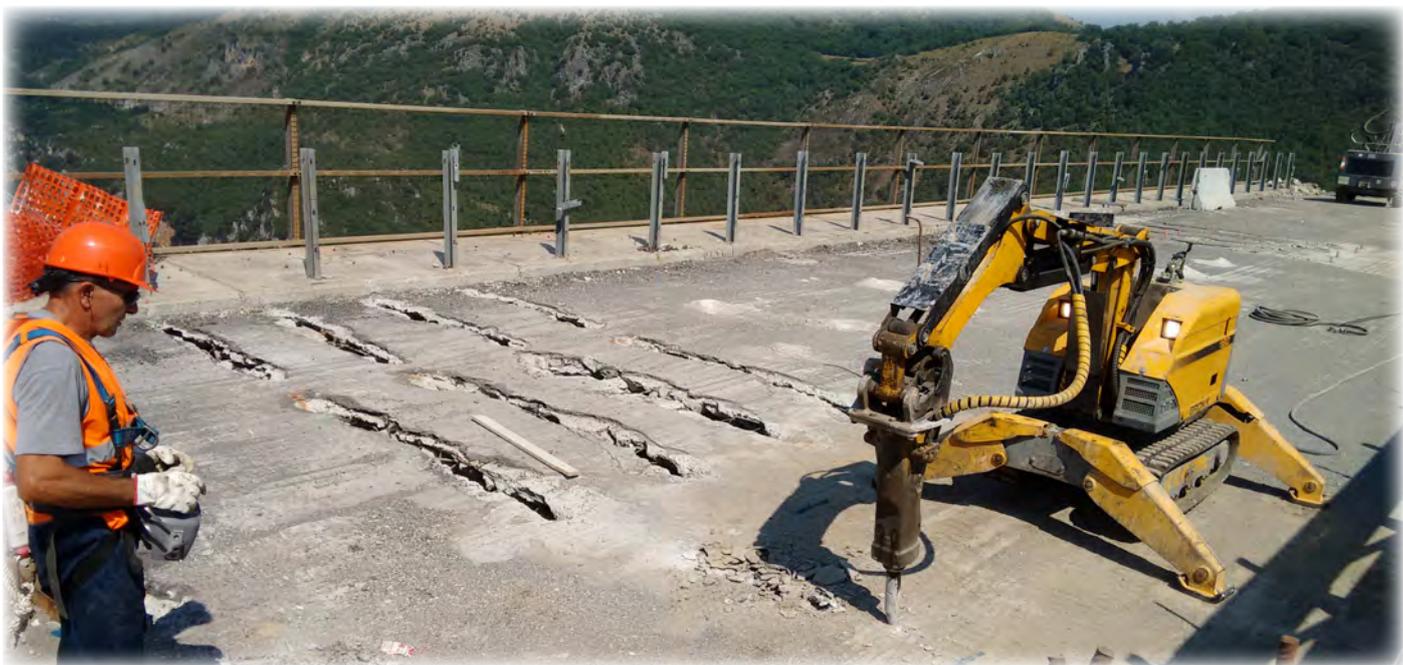
“Macchine ed uomini a riposo”

pressione Castello
 Nome archivio: SN512920160601084.DTB
 Numero: 084
 Data: 01/06/2016
 Orario: 18:16
 Numero di serie: 5129
 Trigger sismico: 0,0600 in/s 1,5240 mm/s
 Trigger acustico: 148 dB
 Frequenza di campionamento: 512
 Durata registrazione: 8,0 Seconds
 Pre trigger: 1,00 Seconds
 Guadagno del sensore: 4x
 Batteria: 6,3

Graph Information
 Durata: 0,000s To: 9,000s
 Fondoscala acustico:
 148dB 5,02Mb (1,256Mb/div)
 Fondoscala sismico:
 0,39in/s (0,098in/s/div) 9,91mm/s (2,477mm/s/div)
 Linee marcatempo ad intervalli di: 1,00 s



Verificando le vibrazioni





Panoramica aerea di tutto il viadotto coi lavori in corso

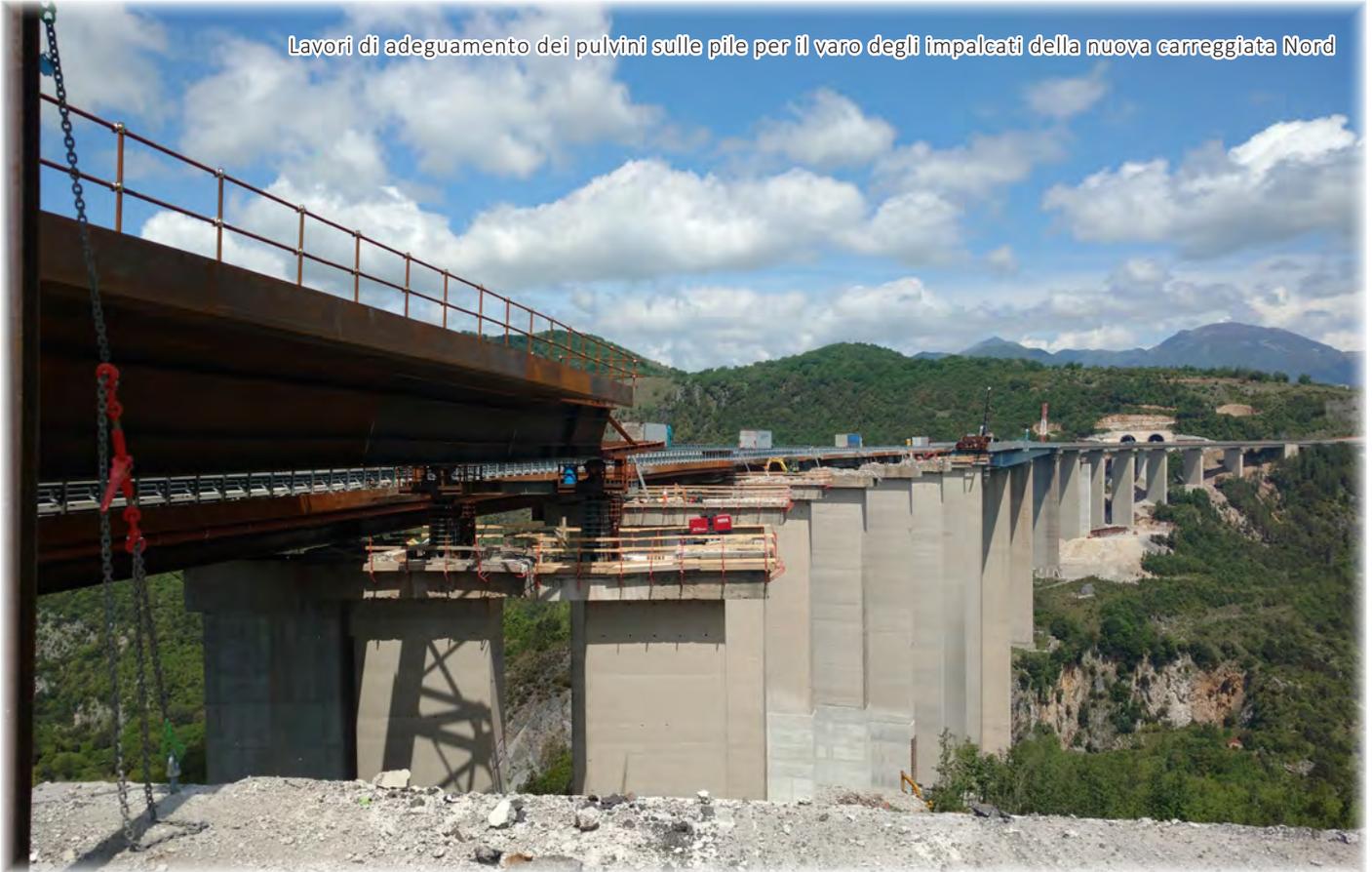


Lavori in corso per la costruzione delle nuove sovrastrutture dall'imbocco Sud della galleria. Il traffico di entrambe le direzioni di marcia è ancora deviato sulla vecchia carreggiata Nord, mentre la carreggiata Sud è già stata demolita.





Lavori di adeguamento dei pulvini sulle pile per il varo degli impalcati della nuova carreggiata Nord



Panoramica aerea con i lavori di varo degli impalcati della carreggiata Sud







Vecchio ...



... e nuovo tracciato del viadotto ITALIA.



VIADOTTO BATTENDIERO 1



La demolizione fu effettuata alla fine dei lavori di adeguamento dell'autostrada.

Impalcati e pile assieme furono abbattuti con cinematismo a "domino retrogrado".

Le pile più alte (60 metri) furono abbattute con doppio cuneo di cui uno alla base ed uno a mezz'altezza. Così fu possibile ridurre l'ingombro a terra ed impedire che s'adagiassero sulla scarpata adiacente molto acclive, nel qual caso sarebbe stato pericoloso effettuare la successiva demolizione meccanica.

Come per gli altri viadotti, anche per il Battendiero 1, gli impalcati sovrastanti scarpate acclivi furono integralmente demoliti con esplosivo. Così furono ridotte al minimo le attività successive all'abbattimento e lo smarino poté essere effettuato con mezzi d'opera più piccoli e le rampe d'arrocco poterono essere costruite di ridotte dimensioni ed estensione, meno costose, più sicure e di più rapido, economico ed efficiente recupero ambientale.

Dati geometrici e pesi degli impalcati e relativa energia d'impatto al suolo per l'abbattimento.

Descrizione	Sezione [m ²]	Lunghezza [m]	Volume [m ³]	Massa [ton]	Massa [kN]	H	E [MJ]
Imp. A-1	5,5	42	231	578	5670	10	57
Imp. 1-2						10	57
Imp. 2-3						12	68
Imp. 3-4						40	227
Imp. 4-5						60	340
Imp. 5-6						60	340
Imp. 6-7						40	227
Imp. 7-8						25	142
Imp. 8-B						15	85



Dati di produzione per le attività di perforazione e demolizioni meccaniche preliminari di predisposizione alla demolizione

PRODUCTION for SPANS

432

728

1.160

	foreseen	
	rim	slab cuts
working days [d]	7.2	16.6
weeks	1.3	3.3

1.160

	foreseen	
	rim	slab cuts
daily production [m / Sh shift]	81	59
length [m]	4.2	1.50
working d/week	6	5
team	1	1
shift/d	1	1

Schematica ricostruzione della geometria delle pile più alte
Visto che le tavole del "costruito" non erano reperibili, la geometria fu rilevata in situ

Carrigiway NORD		
working days [d]	4.4	9.2
weeks	0.7	1.8

Carrigiway SUD		
working days [d]	3.5	7.4
weeks	0.6	1.3

span	alignments	rim		slab cuts		holes	
		[nr]	[m]	[nr]	[m]	[nr]	[m]
1	5	1,67	7	15	23	20	46
2	7	2,33	10	21	32	28	64
3	7	2,33	10	21	32	28	64
4	7	2,33	10	21	32	28	64
5	5	1,67	7	15	23	20	46
6	6	2	8	18	27	24	55
7	6	2	8	18	27	24	55
8	12	4	17	36	54	48	109
9	5	1,67	7	15	23	20	46

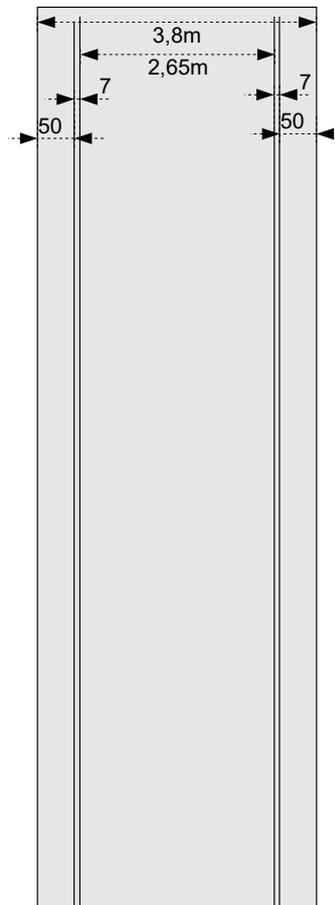
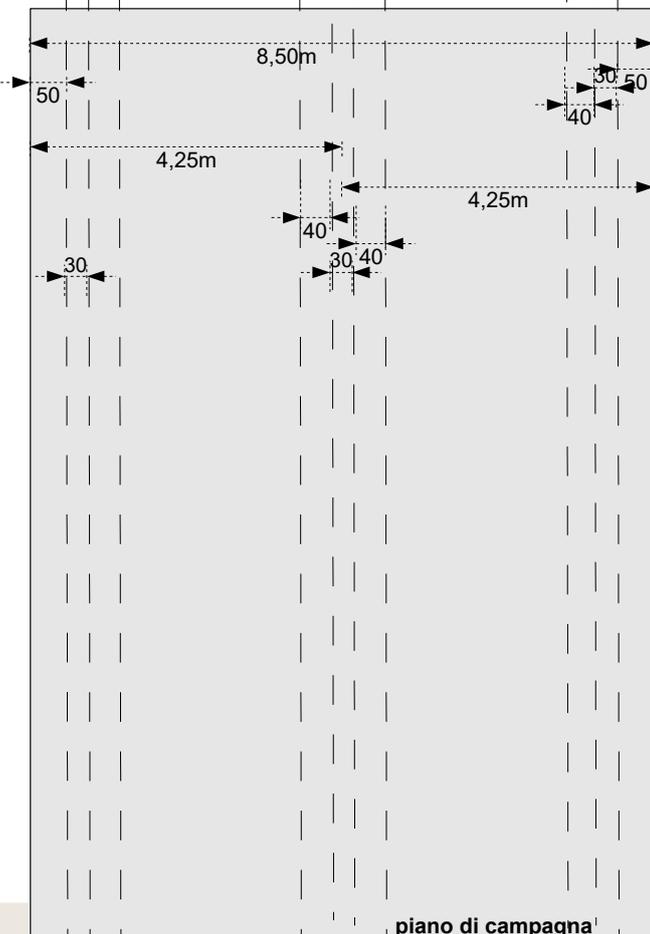
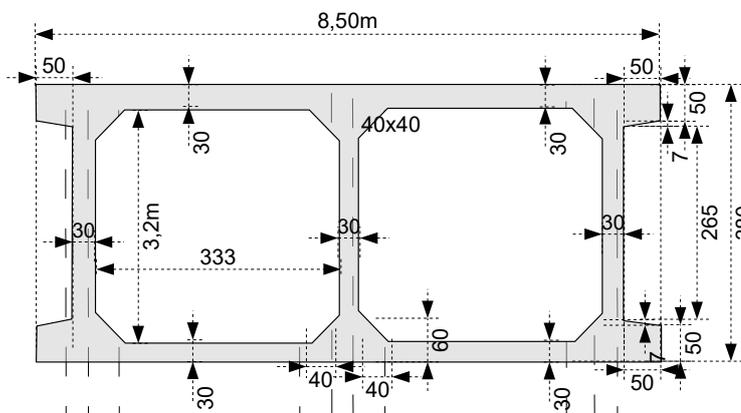
656

Carrigiway SUD		
working days [d]	3.5	7.4
weeks	0.6	1.3

Carrigiway SUD		
working days [d]	3.5	7.4
weeks	0.6	1.3

span	alignments	rim		slab cuts		holes	
		[nr]	[m]	[nr]	[m]	[nr]	[m]
1	5	1,67	7	15	23	20	46
2	9	3	13	27	41	36	82
3	5	1,67	7	15	23	20	46
4	6	2	8	18	27	24	55
5	6	2	8	18	27	24	55
6	12	4	17	36	54	48	109
7	5	1,67	7	15	23	20	46

504





Linea anticaduta vincolata alle pile





Demolizione meccanica e perforazione propedeutica all'abbattimento con esplosivi



Il viadotto pronto per essere caricato con gli esplosivi
Vista dalla spalla Nord, con a sx la carreggiata Nord

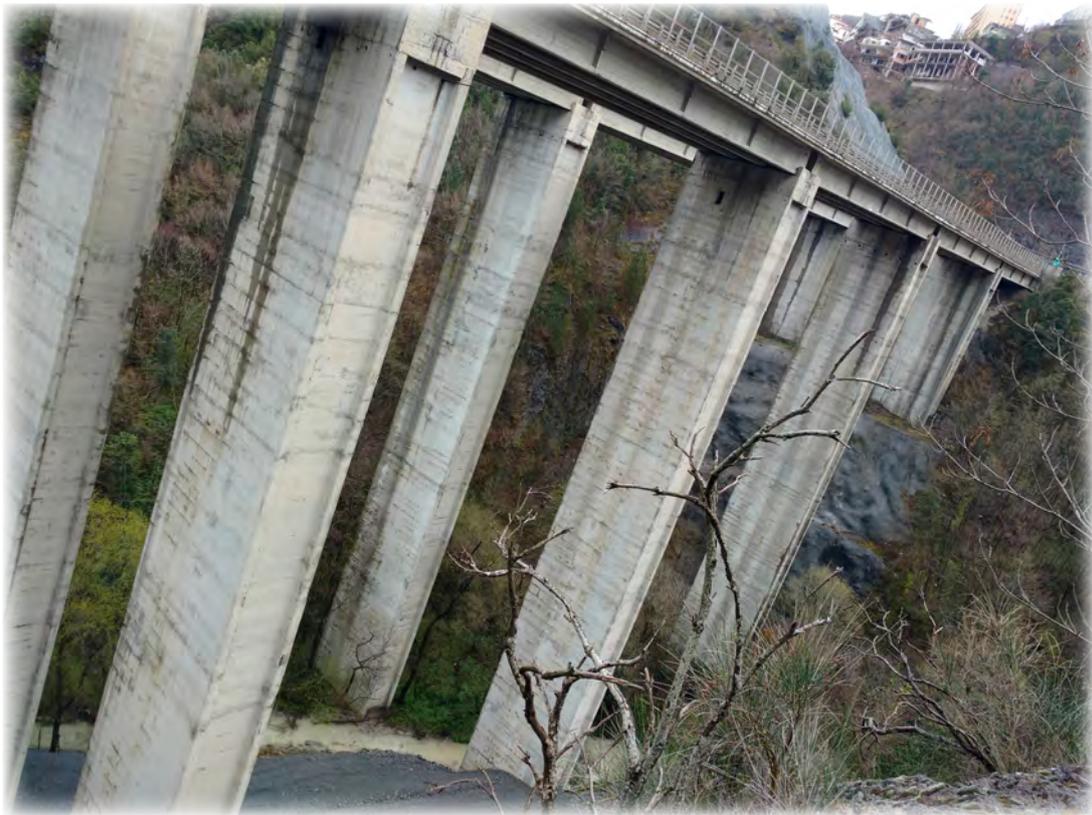


Vista da sotto, lato carreggiata Nord



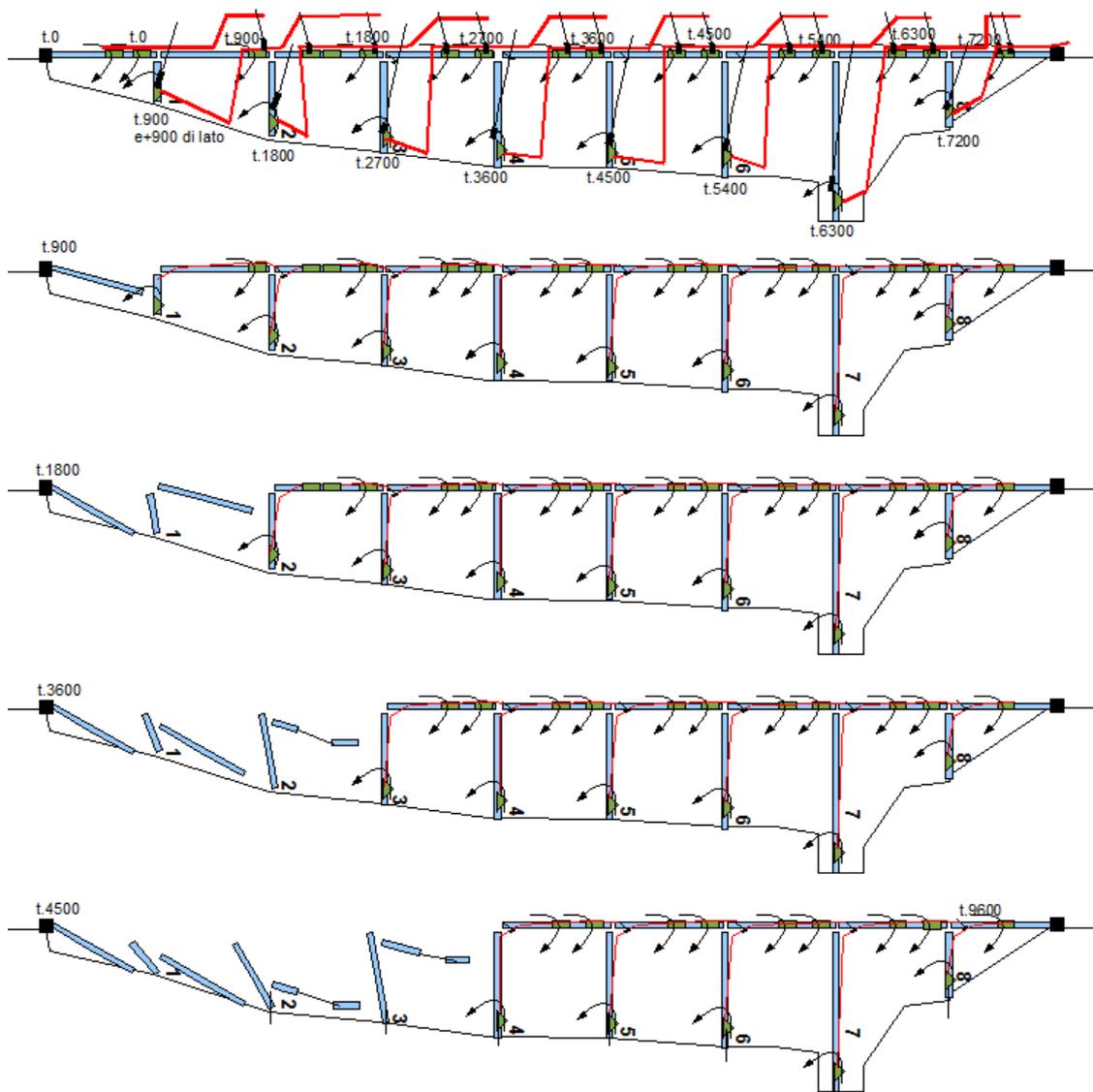
Vista da sopra, lato carreggiata Nord







Schematica ricostruzione della successione d'innesco e relativo cinematisimo d'abbattimento degli impalcati e delle pile componenti il viadotto





Area di sicurezza per le persone allo scoperto per il lancio di frammento d'abbattuto ed ubicazione in pianta dei punti di misura sismica, onda di sovrappressione in aria e video

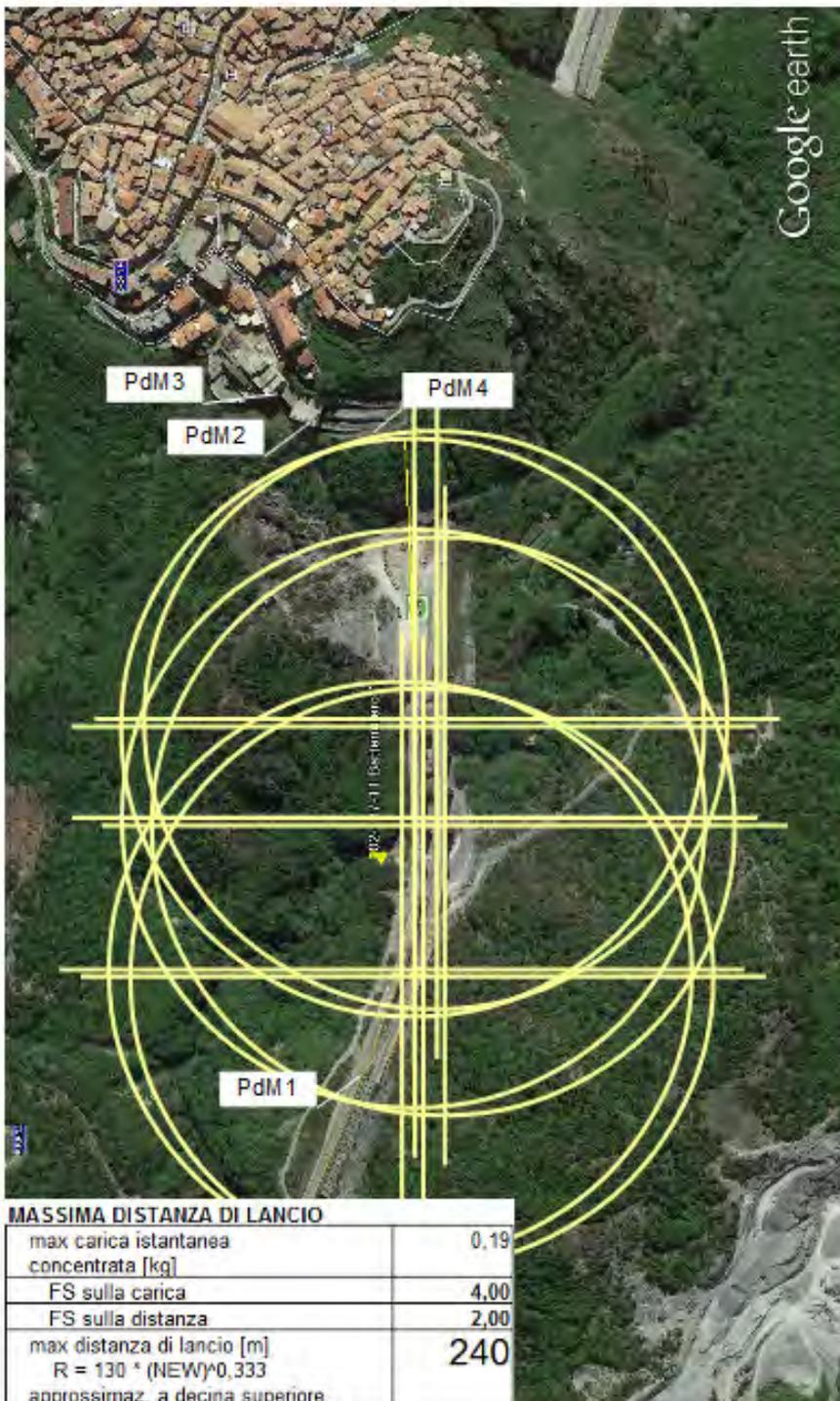


PROGETTO DI DEMOLIZIONE - Pag.

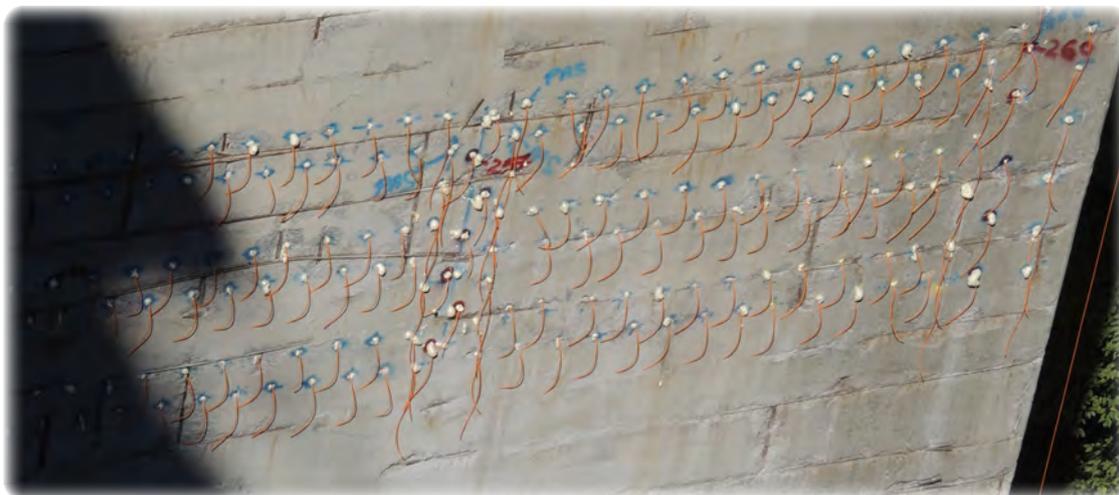
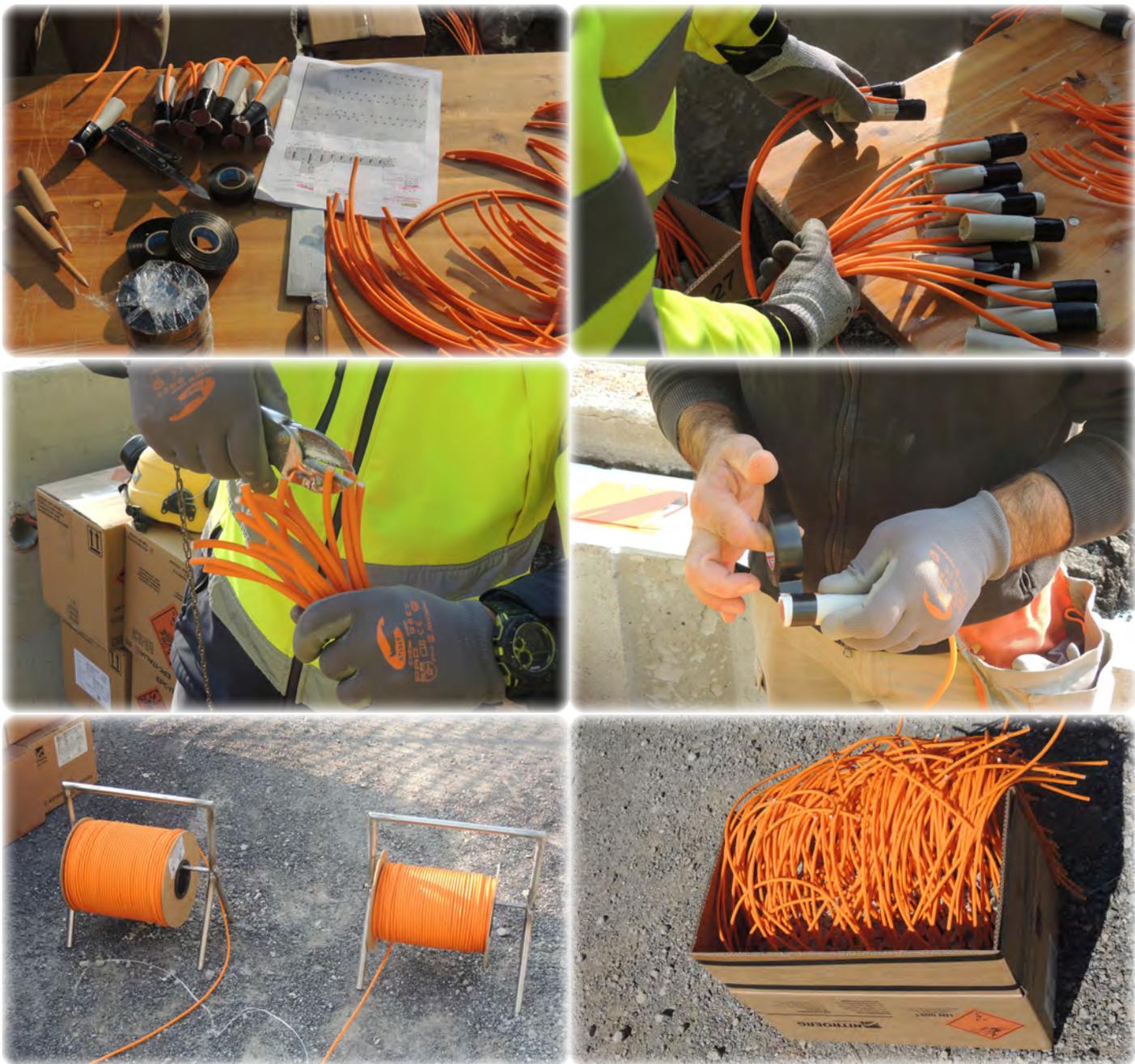
RECETTORI E PUNTI DI MISURA

Le centraline di monitoraggio sismico - onda di sovrappressione aerea e le telecamere saranno posizionate presso i manufatti residenziali più vicini.

Area di sicurezza RISTRETTA: intorno di 30m dall'impronta degli impalcati
Area di SICUREZZA ESTESA (linea gialla) raggio 240m dall'impronta degli impalcati



La preparazione delle cariche esplosive, con le smorze di dinamite e miccia detonante da 12 grammi/metro di PETN, ed il caricamento dei fori da mina



Dettaglio del caricamento del cuneo di ribaltamento in quota sulle pile alte, realizzato senza forometrie



La fiammata dell'esplosione in successione dei collegamenti di miccia detonante

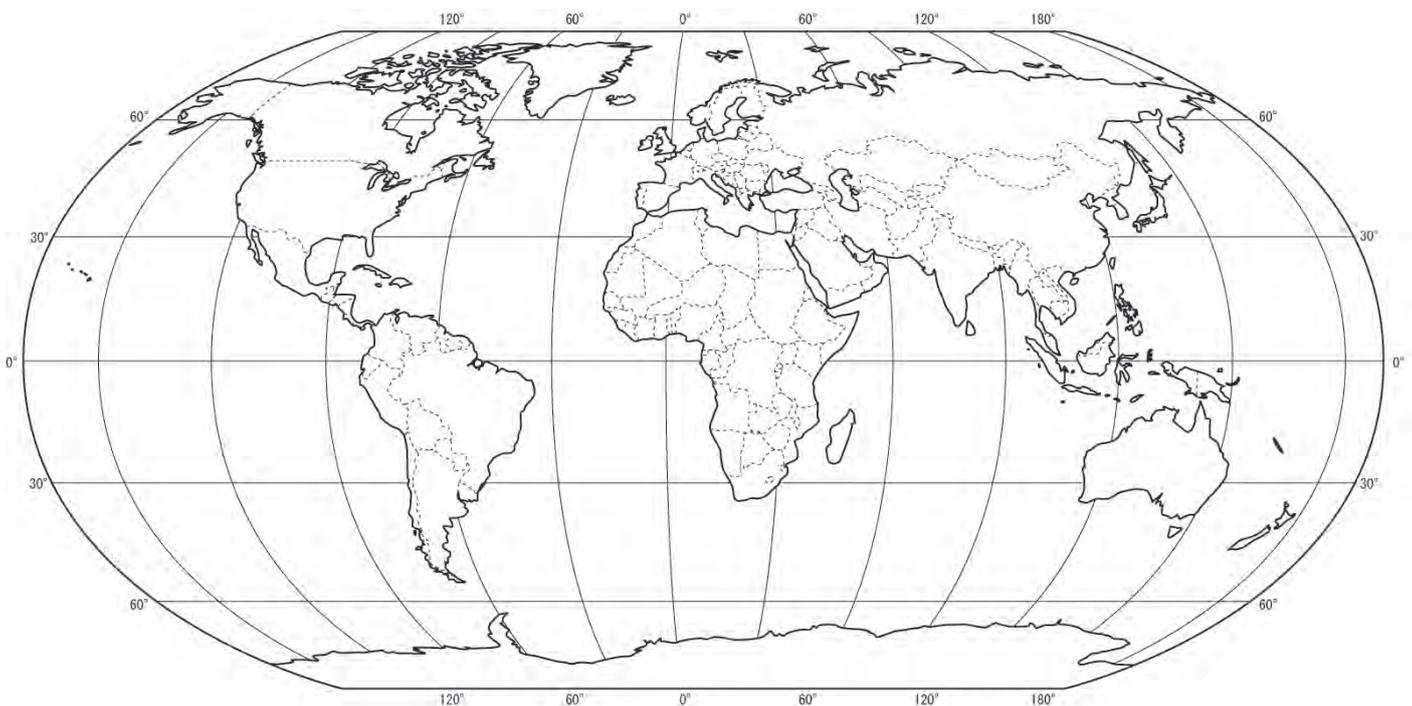


Il relitto del ponte a terra





NITREX owns a worldwide All Risks insurance for the use of explosives with no limitation of distance target - acceptors



NITREX srl
Via Mantova 61
25017 Lonato del Garda (BS) - ITALY
Tel. +39 030 99 04 039
Fax +39 030 99 06 189
info@nitrex.it

REV. 2018-06

www.nitrex-explosives-engineering.com

