

LIONE (FRANCE)

IMPERMEABILIZZAZIONI

TUNNEL DE CALUIRE ET CUIRE (LIONE - FRANCIA)

PROGETTO:

Consolidamenti ed impermeabilizzazioni con Jet Grouting armato per la costruzione dei by-pass tra le due canne del tunnel facente parte del Boulevard Peripherique Nord.

PERIODO DI ESECUZIONE:

Luglio 1996 – Febbraio 1997

COMMITTENTE:

GIE LYON NORD (Bouygues-Dumez-GTM)



Fig. 1. Imbocco Est del tunnel a due canne.

Scopo del lavoro, difficoltà incontrate e soluzioni adottate.

Il Boulevard Peripherique Nord di Lione passa, con il tunnel di Caluire et Cuire, al di sotto del fiume Rhône e del suo affluente Saône, in una zona semi-centrale densamente edificata e popolata.

Il tunnel è a due canne, una per ciascun senso di marcia, e lungo 3.250 m circa..

Lo scavo delle canne è stato portato a termine con una TBM a pressione di terra di circa 11 metri di diametro, partendo con la canna Nord in direzione da Ovest verso Est, e terminando la canna Sud (in ritorno) da Est verso Ovest.

Il diametro netto utile è pari a 9,82 m.

Il rivestimento definitivo è costituito da conci prefabbricati di conglomerato cementizio armato, mutuamente bullonati e dotati di guarnizione perimetrale, montati a tergo della macchina da scavo; l'intercapedine (o comunque il terreno alterato e decompresso) esistente tra il rivestimento definitivo ed il terreno è stata intasata con ghiaietto di opportuna

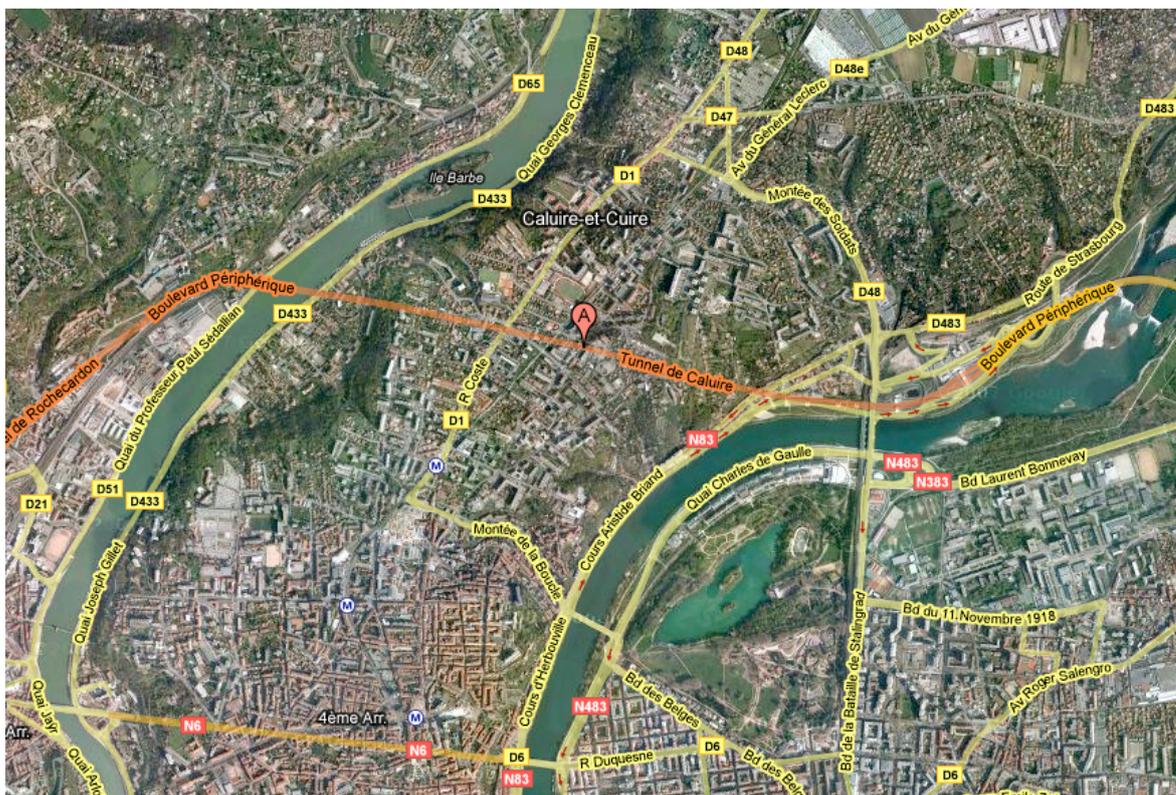


Fig. 2. Veduta aerea della zona Nord di Lione.

granulometria, iniettato in opera subito dopo il montaggio degli anelli di conci prefabbricati

L'attraversamento dei fiumi è realizzato alla profondità di circa 20 metri; si sono così riscontrate, nei terreni incoerenti e completamente permeabili (sabbie e ghiaie di varia granulometria, rocce profondamente alterate e fratturate) pressioni idrostatiche anche superiori ai 2 bar.

Di qui la difficoltà di realizzare con metodi tradizionali le opere accessorie, ed in particolare i necessari collegamenti tra le due canne, distanti oltre 10 m.

Dopo alcuni infruttuosi tentativi con metodi tradizionali (iniezioni a manchette di miscele cementizie e resine), con rifluimento in galleria di importanti volumi di acqua e sabbia, la società concessionaria per l'esecuzione dell'opera, GIE LYON NORD (raggruppamento temporaneo BOUYGUES-DUMEZ-GTM), ha così affidato alla PACCHIOSI DRILL il consolidamento ed impermeabilizzazione, sotto battente d'acqua (2 bar), dei volumi di terreno interessati alla realizzazione di alcune opere accessorie di collegamento tra le due canne, vale a dire tre "intertubi" ed un "rifugio pedonale".

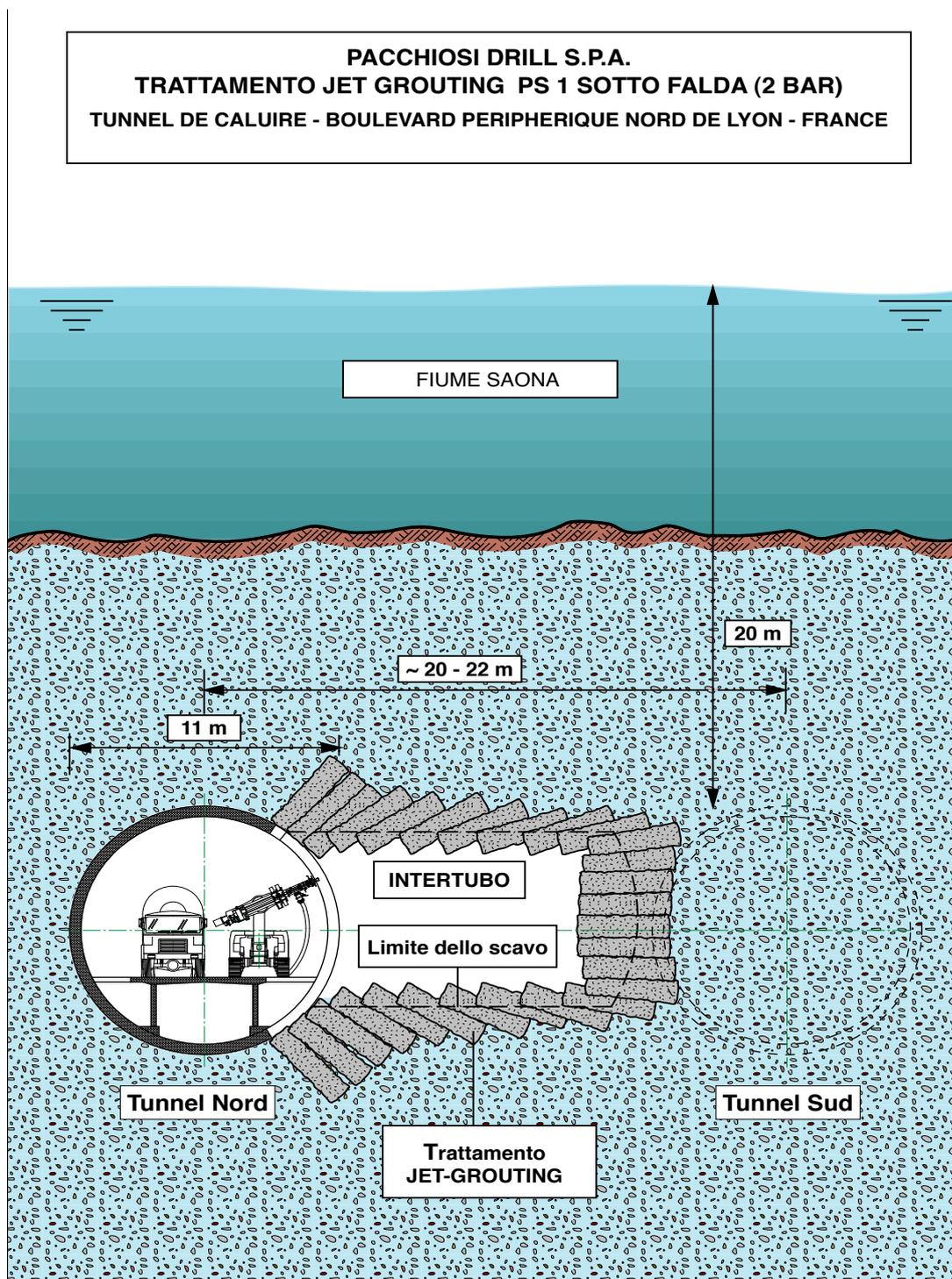


Fig. 3. Vista schematica di assieme dell'intervento tipo.

Si tratta della prima applicazione del trattamento Jet Grouting sotto falda (con una contropressione di oltre 2 bar) su vasta scala

Gli interventi sono stati eseguiti a partire dalla canna Nord, durante il completamento degli scavi della stessa, in contemporanea con tutte le attività del cantiere principale a pieno regime, con le conseguenti interferenze spazio-temporali, logistiche e di viabilità.

SISTEMA D'INIEZIONE PS 1

SINGOLA INIEZIONE A VELOCITÀ E TEMPO PROGRAMMATI.

INJECTION SYSTEM PS1

SINGLE INJECTION AT PROGRAMMED SPEED AND TIME.

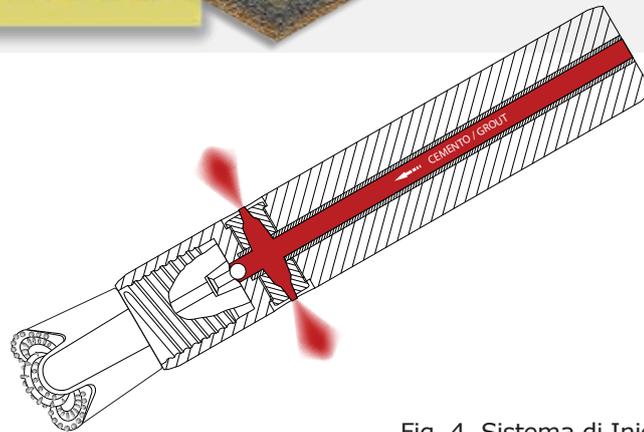
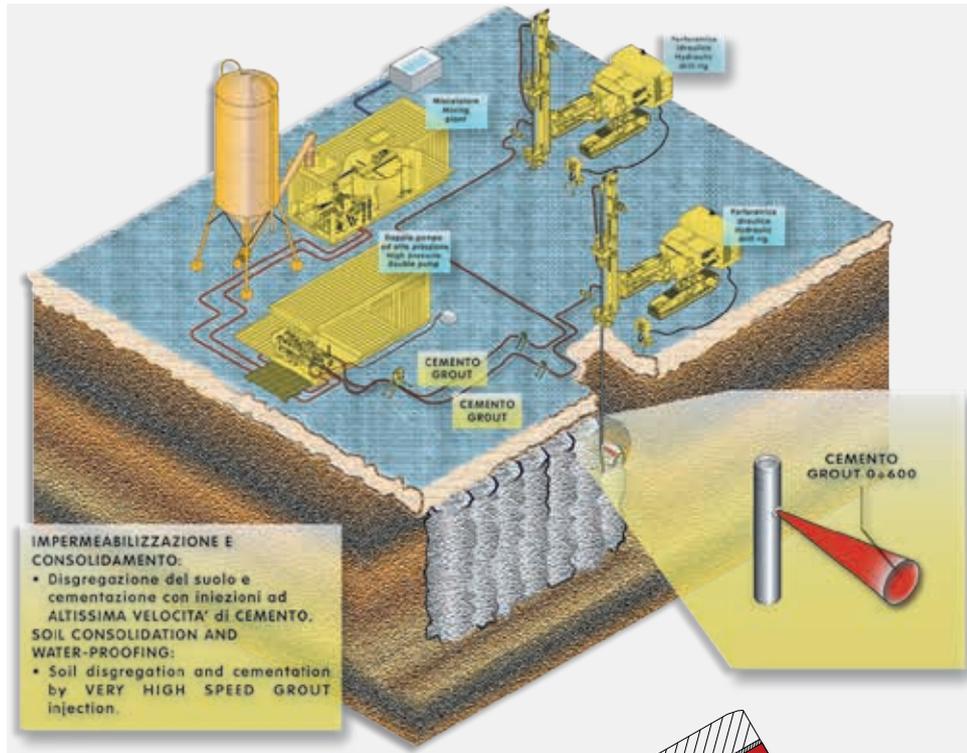


Fig. 4. Sistema di Iniezione Jet Grouting monofluido PACCHIOSI PS1.



Descrizione dell'intervento.

Il trattamento Jet Grouting é stato eseguito con la tecnica monofluido PACCHIOSI PS1, impiegando perforatrici, di progettazione e costruzione PACCHIOSI, tipo P1500, P1000, PRP150 e PRP105 opportunamente modificate per lo specifico impiego all'interno della canna Nord, senza causare intralcio o rallentamento ai lavori di scavo, montaggio dei conci e delle altre strutture prefabbricate all'interno della galleria stessa.

La stazione di dosaggio, miscelazione e pompaggio delle miscele a base cementizia, (operante a pressione variabile tra 500 e 600 bar) è stata posizionata, per ridurre i pericoli di interferenza, all'esterno della galleria (imbocco Ovest) ad oltre 3 km dall'ultima zona di intervento; acqua, miscela cementizia ed aria compressa sono state rese disponibili nei punti di impiego grazie ad apposite tubazioni ad alta pressione stese in posizione protetta lungo il tronco di galleria già realizzata.

Le attrezzature sono state espressamente progettate o adattate per consentire una continua ed efficace operatività in presenza di contropressione, così come tutte le fasi di lavoro sono state studiate con particolare attenzione alla totale eliminazione dei rischi connessi alla spinta idrostatica esterna associata alla presenza di terreni sciolti a matrice prevalentemente sabbiosa.

In particolare è stato progettato ed impiegato per la prima volta su scala industriale un sistema di controbilanciamento della pressione idrostatica (uno speciale preventer), tanto in fase di perforazione che in fase di iniezione, capace di garantire l'effettuazione in sicurezza delle numerose operazioni previste, anche in caso di impiego di aste corte (1 m) con le frequenti interruzioni che ne conseguono.

Questa nuova attrezzatura è dotata anche un sistema di raccolta a bocca-foro dei reflui di perforazione ed iniezione, tale da mantenere pulito ed agibile in sicurezza il piano di lavoro; vista la particolare configurazione della soletta di scorrimento/calpestio (prefabbricata e sopraelevata rispetto all'arco rovescio a mezzo di apposite pareti-piedritto), sono state ricavate proprio sotto il calpestio adeguate vasche di decantazione e stoccaggio nelle quali i reflui sono stati convogliati per il successivo allontanamento.

I singoli interventi si sono differenziati per il numero, l'inclinazione, il diametro dei trattamenti e per la composizione (acciaio/VTR) delle armature, ma hanno conseguito in tutti i casi l'obiettivo di consolidare ed impermeabilizzare l'ammasso di terreno attorno ai cavi ancora da realizzare.

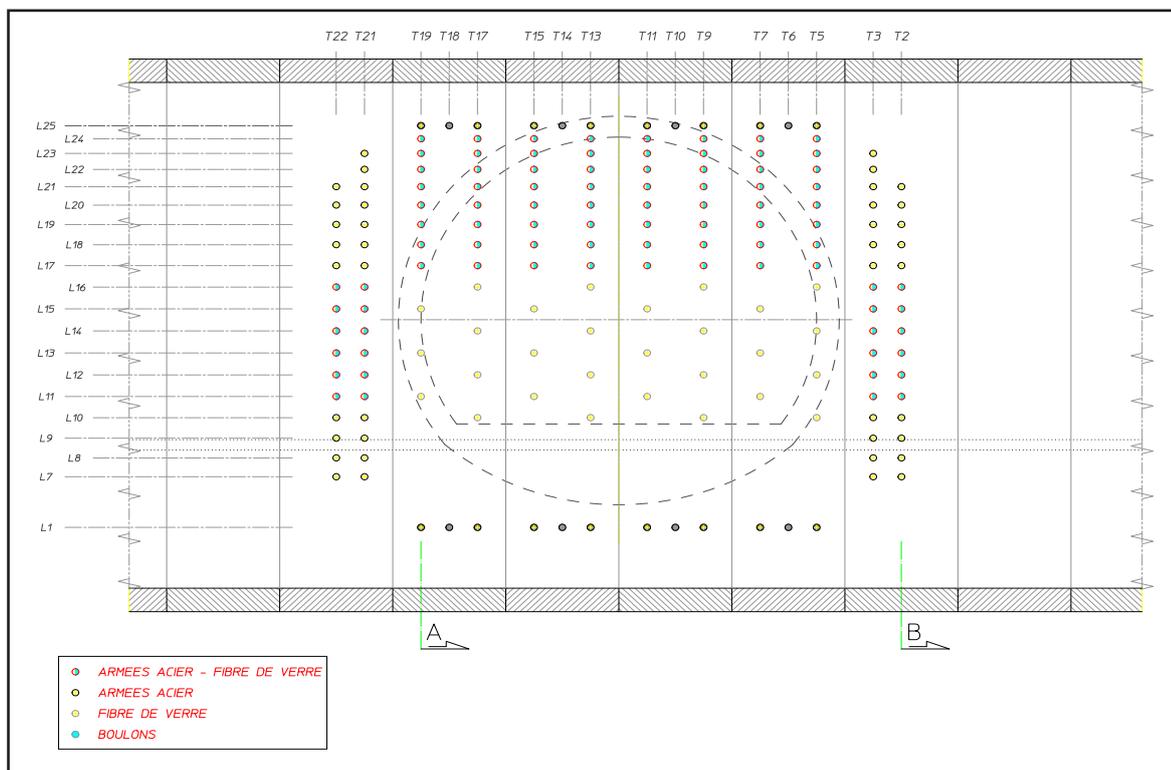


Fig. 5. Intertubo: lay-out.

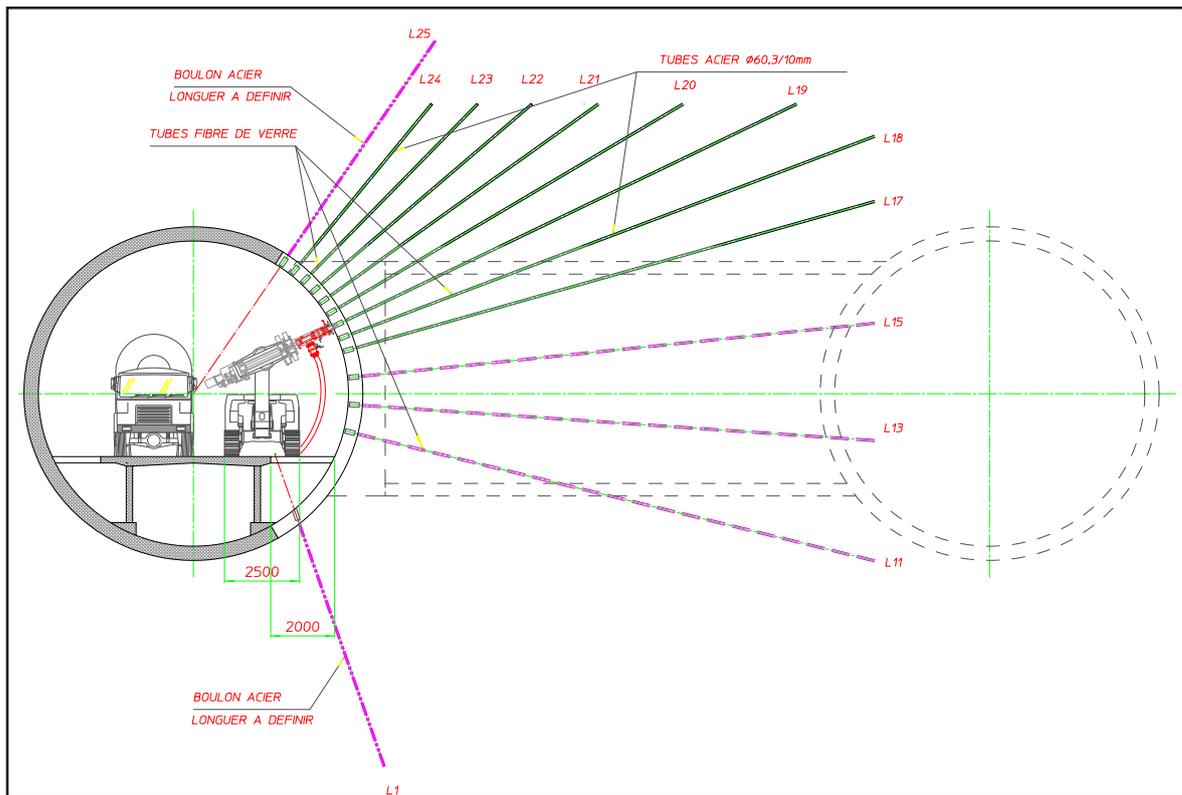


Fig. 6. Intertubo: sezione tipica con indicazione delle direzioni di perforazione.

Si noti che i trattamenti effettuati hanno consentito non solo l'attacco delle mini-gallerie in condizioni di assoluta sicurezza dalla canna Nord, ma anche il completamento delle stesse in canna Sud senza ulteriori interventi a partire dalla canna Sud stessa (con sensibile risparmio di tempo).

Per poter eseguire in sicurezza i trattamenti Jet Grouting previsti, e per riuscire, quando richiesto, ad inserire le armature in acciaio/VTR, si è operato secondo il seguente avviamento di fasi:

- individuazione della posizione di ciascuna perforazione sui conci del rivestimento definitivo, avendo cura di evitare i giunti fra i conci adiacenti (per non danneggiare le guarnizioni messe in opera al momento del montaggio dei conci);
- carotaggio dei conci di conglomerato cementizio armato nelle posizioni precedentemente definite, per l'80% dello spessore, in modo da mantenere un diaframma sufficiente a contenere la spinta esterna; ogni carotaggio è stato eseguito con l'esatta inclinazione prevista per la colonna da realizzare;
- cementazione (con cementi a presa rapida e/o speciali resine bicomponenti) dei manicotti di attesa in acciaio, con l'esatta inclinazione prevista dal progetto, in modo da facilitare (costituendo una sorta di "guida") il successivo posizionamento della sonda perforatrice;
- messa in stazione della perforatrice sul foro, in modo da non interrompere il normale passaggio dei mezzi in galleria;
- connessione del sistema di controbilanciamento della pressione idrostatica esterna (preventer) corredato di sistema di raccolta dei reflui;
- controllo della corretta inclinazione della perforazione;
- perforazione, sfondando il piccolo setto rimasto a fondo carotaggio, con convogliamento dei reflui nelle apposite vasche di decantazione e stoccaggio;



Fig. 9. Vista della parete allestita con prefori e preventers.

- iniezione con convogliamento dei reflui nelle apposite vasche di decantazione e stoccaggio;
- inserimento e cementazione dell'armatura d'acciaio o VTR se previsto;
- spostamento sul foro successivo, mai adiacente se non dopo un intervallo di tempo tale da garantire una sufficiente maturazione del terreno trattato con miscela cementizia.

Una volta completato il trattamento Jet Grouting, si è proceduto al taglio ed alla demolizione dei conci di rivestimento interessati agli scavi, provvedendo al sostegno provvisorio ed al rinforzo definitivo delle strutture al contorno.

La realizzazione delle mini-gallerie è poi proseguita in sicurezza, con metodi tradizionali, nel nucleo dell'ammasso di terreno preventivamente consolidato ed impermeabilizzato.

Le speciali attrezzature sono rimaste a disposizione in cantiere, dopo il completamento dei singoli interventi, fino al termine dei lavori di scavo della galleria, per un eventuale impiego di emergenza durante la realizzazione delle altre opere (nicchie ed altri rifugi) che prevedevano la parziale rimozione/demolizione dei conci di rivestimento.



Fig. 10. Intertubo: fase di demolizione controllata dei conci del rivestimento definitivo.

Sono state realizzate complessivamente circa 800 colonne Jet Grouting con lunghezza fino a 15 ml, con passo ed inclinazione sull'orizzontale variabili. Parte delle colonne, normalmente quelle periferiche ma non solo, sono state armate con tubi di acciaio; nel caso in cui i trattamenti hanno interessato il nucleo dello scavo da effettuare in seguito per la realizzazione dei collegamenti tra le due canne, i tubi di acciaio sono stati parzialmente o interamente sostituiti con elementi tubolari in vetroresina (VTR), più agevolmente lavorabile in fase di demolizione.

ROCK - SOIL TECHNOLOGY AND EQUIPMENTS



COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001:2015 =

Branches

AMERIQUE DU NORD PACCHIOSI INC, Canada

PACCHIOSI DRILL USA INC, USA

Drill Pac S.r.l. – Società soggetta a direzione e coordinamento di Ghella S.p.A
Sede Legale: Via Pietro Borsieri, 2/a - 00195 Roma (RM)
Tel. +39 06 45603.1 – Fax +39 06 45603040 – e-mail: info@drillpac.com
Sede Operativa: Frazione Borgonovo, 22 – 43018 Sissa Trecasali (PR)
Tel. +39 0521 379003 – Fax +39 0521 879922 - Sito web: www.drillpac.com