DRILL PAC

www.drillpac.com

ROCK - SOIL TECHNOLOGY AND EQUIPMENTS

PACCHIOSI DRILL

CLOUJET

FROSINONE (ITALY)

FROSINONE (ITALIA)

PROGETTO:

realizzazione della terza corsia dell'autostrada Milano - Napoli.

PERIODO DI ESECUZIONE:

aprile – giugno 1991

COMMITTENTE:

Società Autostrade

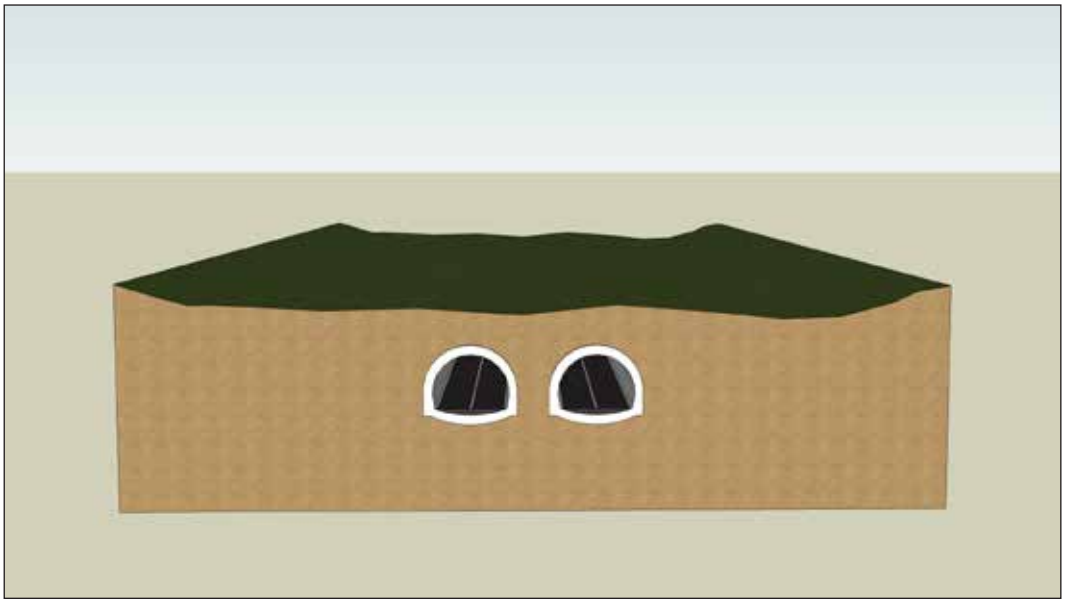

Fig. 1. Situazione precedente all'intervento.

Introduzione.

La prima applicazione in Italia della tecnica CLOUJET è stata realizzata dalla Impresa Pacchiosi Drill S.p.A., lungo il Tratto Frosinone-Ceprano dell'autostrada Milano-Napoli, in corrispondenza della Galleria Casette (Lotto T.E.R.) e delle gallerie di Cervona e di Cimenzano (Lotto Costanzo) nell'ambito dei lavori di costruzione della terza corsia.

Descrizione litologica

Il terreno è rappresentato da una fitta alternanza di stratificazioni di marne argillose e arenarie più o meno alterate, di potenza variabile tra poche decine di centimetri e una decina di metri, appartenenti alla formazione Miocenica.

Il livello della falda si trova a 15 metri di profondità a partire dal piano campagna.

Uno studio geologico-strutturale ha rivelato la presenza di due superfici di faglia ortogonali alla direzione di strato e, complessivamente, un grado piuttosto elevato di fessurazione e fratturazione del masso roccioso. Le elevate pressioni interstiziali dovute alla presenza d'acqua, inoltre, riducono la resistenza al taglio e favoriscono lo scollamento e lo scorrimento del terreno. Da un punto di vista geotecnico, i valori di resistenza a compressione uniassiale si collocano in un campo di variabilità piuttosto ampio, che va da valori minimi di circa 20 MPa (marne argillose) a circa 85 MPa (arenarie). I parametri di coesione e di angolo di attrito interno determinati in laboratorio in base alla relazione approssimata tra R.Q.D. e costanti empiriche sono: c = 1 t/m^2 e φ = 33°.

Dalle prove realizzate per determinare la coesione e l'angolo di resistenza al taglio lungo i giunti di stratificazione, sono stati ottenuti i seguenti valori: c=0 e φ=4O°.

Nel calcolo di analisi di stabilità, sono stati considerati c = 0 e p = 33°, considerato l'elevato grado di fratturazione del terreno.

Descrizione del lavoro.

Gli interventi specializzati, eseguiti con macchine e attrezzature progettate e costruite dalla Pacchiosi Drill, consistono nella stabilizzazione delle pareti delle trincee realizzate per la costruzione della terza corsia autostradale. (Fig. 1)

La tecnica Cloujet, come applicata nei cantieri di Casette, Cervona e Cimenzano, prevede una fase iniziale di infissione dei chiodi cloujet in corrispondenza della trave, dopo lo sbancamento del versante. Successivamente si procede alla messa in posto dell'armatura (costituita da doppio strato di rete metallica elettrosaldata) ed al getto della parete confinante (Fig. 2).

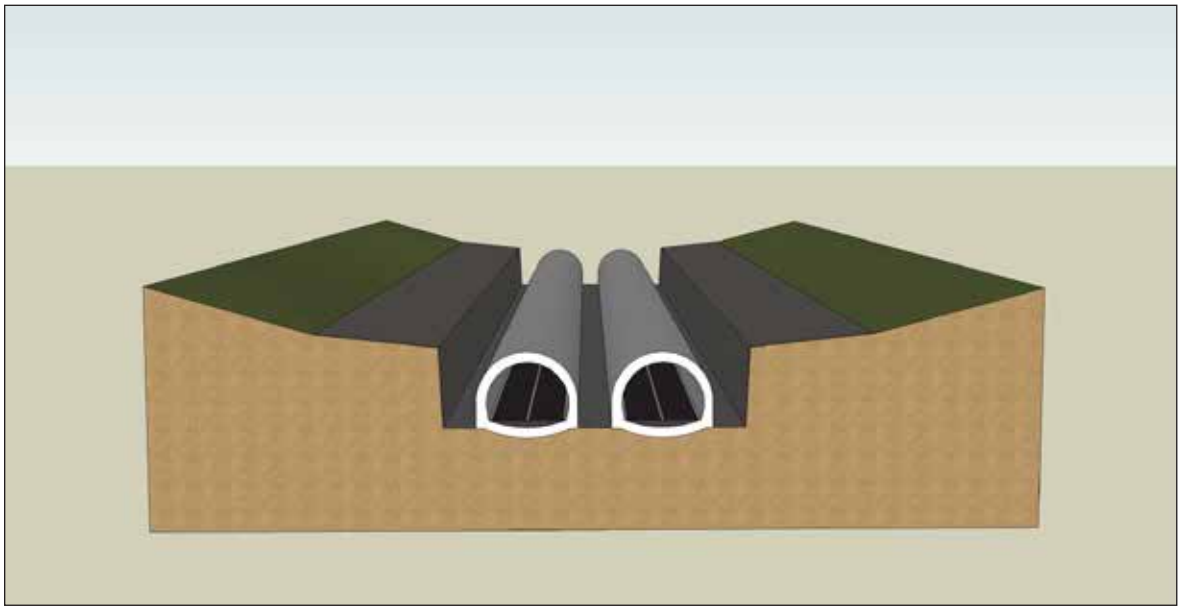

Fig. 2. Vista schematica della situazione del cantiere dopo la realizzazione della stabilizzazione delle pareti e prima della demolizione dei tunnel.

Una volta completati e stabilizzati gli scavi, sono state demolite le tre gallerie artificiali, vecchie strutture di contenimento costruite per sostenere le pareti delle trincee (Fig. 3). Queste gallerie artificiali, situate lungo l'autostrada in direzione Sud dopo Frosinone, vennero costruite circa trenta anni fa allo scopo di adattare la strada all'andamento mor-

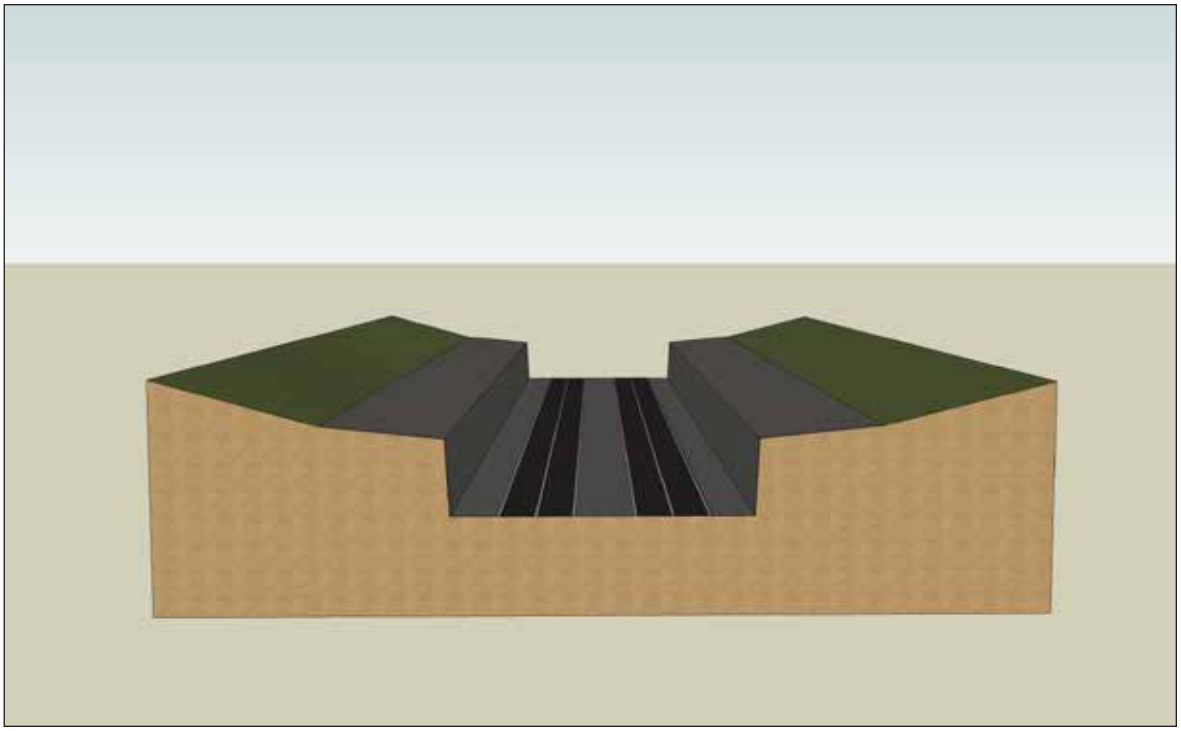

Fig. 3. Vista della zona d'intervento dopo lo sbancamento.

fologico del terreno che, in direzione Napoli, aumenta di quota per la presenza dei rilievi strutturali di natura marnoso-arenacea.

Si riportano, a titolo esemplificativo, alcuni dati relativi all'intervento di stabilizzazione realizzato nei tre canitieri:

Casette (corsia Nord e corsia Sud):

- altezza delle pareti= 12-16 m
- lunghezza delle pareti = 400 m
- chiodi Cloujet = 18.500 m
- spritz beton = 4.400 m^2
- dreni verticali = 700 m^2
- dreni orizzontali = 1.300 m

Cimenzano (corsia Nord e corsia Sud):

- altezza delle pareti= 16 m
- lunghezza delle pareti = 520 m
- chiodi Cloujet = 28.500 m
- spritz beton = 9.500 m^2
- dreni verticali = 1600 m^2
- dreni orizzontali = 5.500 m

Cervona (corsia Nord):

- altezza delle pareti= 16 m
- lunghezza delle pareti = 250 m
- chiodi Cloujet = 8.000 m
- spritz beton = 4.000 m^2
- dreni verticali = 600 m^2
- dreni orizzontali = 1.200 m

Campo prove.

Per ottimizzare l'esecuzione e quindi i risultati dell'intervento CLOUJET, é stato eseguito un campo prove preliminare, durante il quale, macchine, attrezzature e parametri esecutivi sono stati collaudati e messi a punto. La scelta delle modalità e dei parametri esecutivi più idonei è naturalmente di importanza cruciale. A tale scopo, sono state condotte prove di tesatura su sei chiodi sperimentali realizzati mediante la tecnica Cloujet; sono state adottate diverse combinazioni di parametri esecutivi, così da ottenere bulbi di ancoraggio di lunghezza variabile da 1,5 a 3,0 metri. I 6 chiodi di prova, identici a quelli utilizzati per la stabilizzazione delle pareti di Casette, Cervona e Cimenzano, sono costituiti da una barra in acciaio Dywidag della lunghezza di 12 m, di sezione uguale a 551 mm^2, protetta esternamente da un tubo in alluminio (Ø= 38 - 48 mm).

L'apparecchiatura utilizzata per le prove di tesatura è costituita da un martinetto idraulico anulare.

Lo scopo della prova è stato quello di verificare le ipotesi di calcolo formulate per l'analisi di stabilità, in base alle quali sono state stabilite una trazione di servizio ammissibile pari a 7 T/m e, considerando i limiti di sicurezza richiesti, una trazione finale pari a 14 T/m (Tab.1).

I risultati delle prove sono rappresentati mediante le curve "sforzo - deformazione", illustrate in fig.4; ogni curva, relativa a un chiodo di prova, mostra l'entità dell'allungamen-

to in funzione del carico applicato. L'aumento del carico non è costante nel tempo; in corrispondenza delle tensioni corrispondenti a 10 T, 15 T, 20 T, 25 T, 30 T, 35 T e 40 T, il carico viene mantenuto costante per 15 minuti e il valore dell'allungamento viene letto prima e dopo questo intervallo.

In tab.1, le massime tensioni unitarie sopportate dai chiodi di prova vengono rapportate alla tensione di servizio e alla tensione finale, queste ultime determinate mediante l'analisi di stabilità.

Complessivamente, i risultati delle prove sono più che soddisfacenti, in quanto, nonostante gli elevati valori dei carichi applicati e le scarse lunghezze dei bulbi di malta, non è stato possibile portare a rottura alcun chiodo Cloujet. Inoltre, durante l'applicazione dei carichi, non si è verificato alcun significativo fenomeno di scorrimento o "fluage".

Le ipotesi di base del progetto sono quindi rassicuranti.

Prima dell'inizio dei lavori, un sistema di monitoraggio é stato installato per determinare le reazioni del terreno all'avanzamento dell'opera. Tale sistema comprende inclinometri ed estensiometri, per rilevare la presenza di fratture e di dislocazioni, nonché strumenti per misurare gli stati tensionali nel terreno all'aumentare della profondità dello scavo.

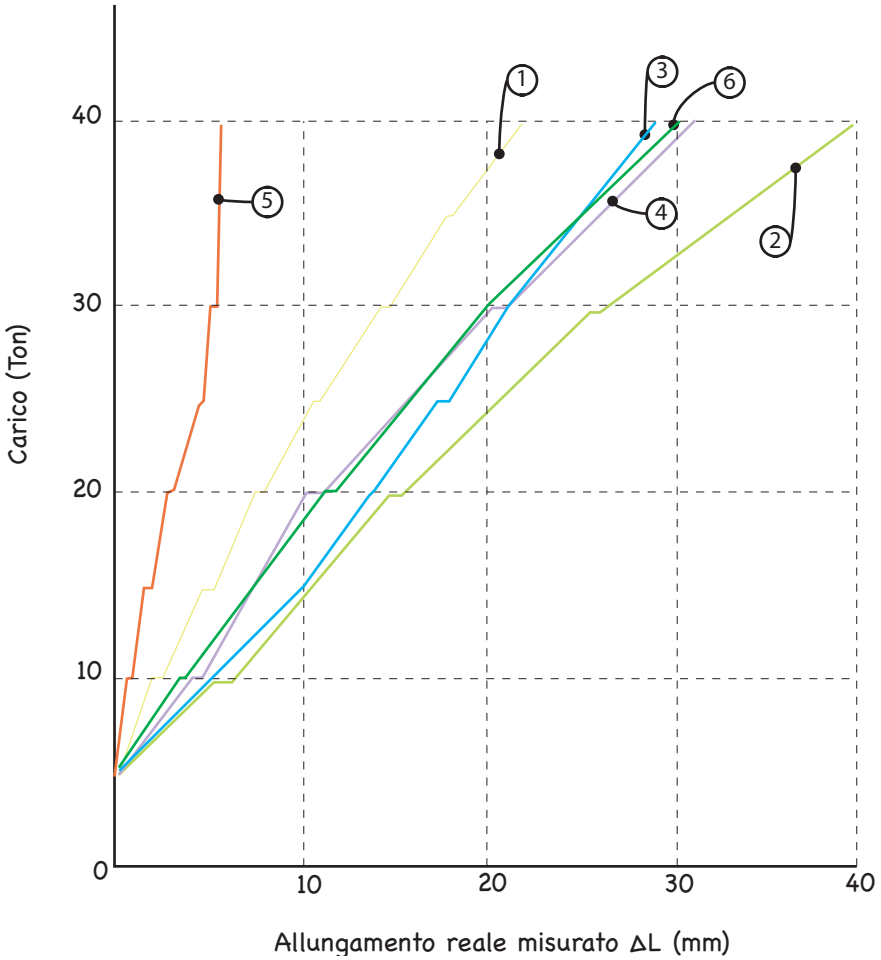

Fig. 4. Grafico dell'allungamento dei chiodi in funzione del carico.

Cloujet	Teste tension T/m	Ts T/m	Tu T/m
1	27	7	14
2	13,3	7	14
3	27	7	14
4	13,3	7	14
5	27	7	14
6	13,3	7	14

Tab. 1

Questi ultimi sono rilevati mediante dinamometri applicati ai chiodi in grado di registrare gli sforzi in essi mobilizzati.

Dimensionamento delle opere di sostegno

Da un punto di vista geometrico, le pareti hanno altezza variabile tra 13 e 16 metri. L'altezza e la lunghezza del passo di scavo dipendono dalle caratteristiche litologiche e meccaniche del terreno da stabilizzare.

Nel dimensionamento dell'opera di sostegno si è, prima di tutto, differenziata la corsia Nord da quella Sud a causa delle diverse giaciture degli strati rispetto alle superfici di scarpata. L'inclinazione imposta alla scarpata a reggipoggio, dove sono da escludere franamenti dovuti a semplice scivolamento lungo piani di strato o lungo superfici di rottura è di 30° rispettando un coefficiente di sicurezza pari a 1,62; un'inclinazione di 25° è stata imposta alla scarpata a franapoggio, considerando un coefficiente di sicurezza F = 1,3.

Verifica di stabilità

Per mezzo di procedimenti di calcolo automatico e sulla base dei parametri geotecnici sopra descritti, è stata eseguita l'analisi di stabilità relativa a tre sezioni della carreggiata Nord, di altezza pari a 14,1, 10,8 e 5,4 m. rispettivamente, e a due sezioni della careggiata Sud, di altezza pari a 10,8 e 5,40 m. Le verifiche sono state realizzate sia durante le fasi intermedie di esecuzione sia nella fase finale, ottenendo sempre un indice di sicurezza superiore a 1,3 in si

Nelle operazione di calcolo, si considera l'ipotesi che i chiodi siano sollecitati solo a trazione e non a taglio, in favore della sicurezza.

Descrizione dell'intervento.

La tecnica del Cloujet prevede il ripetersi ciclico delle seguenti fasi. Questa modalità di lavoro è stata adottata anche durante le lavorazioni nel cantiere di cui stiamo esponendo le caratteristiche.

Fig. 5. fase di infissione dei chiodi Cloujet dopo l'esecuzione dello sbancamento.

Fase 1: scavo di un gradinomorfologico di altezza tale da garantirne la stabilità;

Fase 2: infissione ed iniezione di chiodi Cloujet secondo una geometria variabile dipendente dalle caratteristiche del terreno e del pendio (Fig. 5);

Fig. 6. Messa in posa della rete elettrosaldata.

Fase 3: messa in opera dell'armatura della parete, costituita da un doppio strato di rete metallica elettrosaldata (Fig. 6);

Fase 4: getto della parete di confinamento mediante spruzzo di spritz-beton (Fig. 7);

Parallelamente alla superficie di scavo, tra questa e la parete di confinamento viene realizzato un sistema drenante costituito da geotessili.

Le operazioni sono ripetute ciclicamente, fino alla realizzazione dell'intera parete (Fig. 8).

Una volta terminata la stabilizzazione del versante (Fig. 9) e dell'escavazione della terza corsia dell'autostrada i tunnel ormai inutili sono stati demoliti (Fig. 10).

Conclusioni

La tecnica Cloujet ha permesso di realizzare le scarpate della trincea autostradale in corrispondenza delle Gallerie Casette, Cervona e Cimenzano in tempi brevi e con costi assolutamente competitivi rispetto ad altri metodi di stabilizzazione. Le ragioni principali possono essere così schematizzate:

- a) riduzione della formazione di stati tensionali pericolosi dovuta alle modalità esecutive della tecnica, in cui "chiodatura" e scavo procedono simultaneamente
- b) possibilità delle diverse squadre di lavoro (di scavo, di infissione dei chiodi, di messa in opera del rivestimento) di lavorare indipendentemente e con macchinari di dimensioni e peso ridotti, in modo da diminuire il più possibile i tempi di stasi

Fig. 7. Getto della parete di confinamento dopo la messa in posto dell'armatura.

- c) grande adattabilità alle condizioni del cantiere e facilità di esecuzione in terreni molto eterogenei
- d) grande versatilità della tecnica, che, sulla base di un'accurata indagine geognostica, di sistemi di calcolo piuttosto sofisticati e di una solida esperienza, è in grado di dimensionare gli elementi "stabilizzanti" come chiodi, rivestimento e drenaggi in funzione delle caratteristiche specifiche dell'opera e delle richieste progettuali.

Fig. 8. Successiva fase di infissione dei chiodi cloujet.

Fig. 9. Vista della parete ultimata.

Fig. 10. Fasi della demolizione dei tunnel.

Fig.11.Vista della zona a lavori ultimati.

ROCK - SOIL TECHNOLOGY AND EQUIPMENTS

DRILL PAC

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