

STRADE

&

Studi e Progetti
Grandi infrastrutture
Cantieri Impianti Ambiente
Macchine Tecnologie Materiali

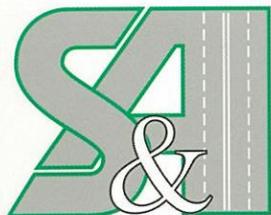
speciale
MACCHINE E SICUREZZA

n° 92 • anno XVI

MARZO/APRILE
2 2012

AUTOSTRADE

COSTRUZIONE e MANUTENZIONE di STRADE • AUTOSTRADE • PONTI • GALLERIE



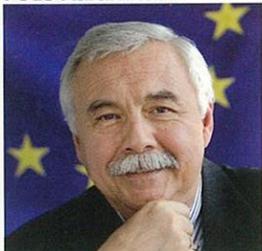
La nuova Circonvallazione
Interna della Capitale

Il consolidamento
della S.P. 413
con iniezione di resine

Il ponte sull'Adda della
Pedemontana Lombarda

I segreti della tratta
Lingotto-Bengasi

Fotis Karamitsos



L'uomo che...
pensa all'Europa

L'Aeroporto di Treviso
Antonio Canova

La ferrovia ad Alta Velocità
Sofia-Istanbul

La stesa di lastre in cls
con doppio strato

Analisi di incidentalità
e road safety review
sulla "Tirrena Inferiore"

Il D.M. 12 Dicembre 2011
per definire le misure
di sicurezza temporanee

Il futuro della nuova
Superstrada
Pedemontana Veneta

EuTem
571
Milano

Un'insaziabile fame di lavoro!



Qualità superiore da BOMAG. Anche questa volta.



www.bomag.com



BOMAG
FAYAT GROUP

SPED. in A.P. - 45% - art. 2 comma 20/b legge 662/96 - LOMI

Trevi SpA affronta la trivellazione direzionata controllata, una tecnologia flessibile per risultati precisi, anche in termini di velocità di applicazione e potenza

IL COLLEGAMENTO DI POZZI DRENANTI: LA PRIMA TOC

Marco Angelici*
Francesco dell'Olio**
Daniele Vanni*

Nell'ambito dei lavori di adeguamento a tre corsie del Grande Raccordo Anulare di Roma, è stato progettato e completato un efficace sistema di controllo, manutenibile nel tempo, del livello di falda del versante prospiciente la nuova galleria Cassia.

Una delle tecniche da tempo più utilizzata per il drenaggio profondo dei pendii è la costruzione di una numerosa serie di "pali-pozzo" drenanti distanti 10-30 m circa, realizzati come pali di medio diametro (D 1.200-1.500 mm) rivestiti con lamierini corrugati con funzione anche mista (drenante e strutturale) interconnessi alla base con tubazioni di collegamento per lo scarico dell'acqua drenata. Per la realizzazione degli scarichi di fondo e di eventuali drenaggi laterali vengono impiegate attrezzature particolari ("capsule") che vengono calate entro i lamierini di rivestimento (in genere di diametro 1.200 mm) con un operatore a bordo (Figura 2).

Le attuali Normative di sicurezza, però, mal si conciliano con questa lavorazione; peraltro, risulta sempre più complicato trovare personale idoneo per queste attività.

Un'alternativa altrettanto valida e in linea con le Normative di sicurezza è costituita dall'esecuzione (a parità di superficie drenata) di un numero molto più limitato di pozzi con eventuale funzione strutturale di diametro maggiore (diametro interno 3.500-5.000 mm), posti a rilevante distanza (80 m e oltre) l'uno dall'altro, dall'interno dei quali risulta più agevole e sicura sia l'esecuzione delle raggie di dreni (anche di considerevole lunghezza 30-100 m) sia la perforazione per il collegamento tra gli stessi, nonché la posa della condotta di scarico delle acque drenate (Figura 3).

Nel caso specifico, si doveva inoltre tenere conto delle complicazioni derivanti dalla ristrettezza degli spazi disponibili, dalla presenza nel sottosuolo delle opere provvisorie (tiranti) realizzate in occasione dello scavo della vicina trincea autostradale e dell'esigenza



Figura 1 - La piazzola di superficie e la panoramica del cantiere



Figura 2 - La capsula per le microperforazioni da palo-pozzo D 1.200 mm

di interessare con gli interventi di drenaggio una vasta area. Tutti questi elementi hanno indotto i Progettisti ad adottare lo schema alternativo sopra descritto, basato sulla realizzazione di tre pozzi di medio diametro (con funzione esclusivamente drenante) dai quali si dipartono due o tre ordini di drenaggi di lunghezza fino a 40 m, uniti tra loro e al punto di recapito, mediante perforazioni direzionate (Figure 6 e 7).

Rispetto al sistema più tradizionale dei "pali-pozzo" si sono ottenuti i seguenti vantaggi:

- ◆ una drastica riduzione del numero dei pozzi (tre contro 13 nel caso in esame), con possibilità di distanziare considerevolmente i pozzi, riducendo l'estensione delle aree di cantiere;
- ◆ la possibilità di rendere il pozzo drenante "strutturale" utilizzando una modalità costruttiva degli stessi basata su pali secanti;
- ◆ la possibilità di scavare i pali secanti strutturali di contorno del pozzo a secco, evitando di immettere acqua o altri fluidi di perforazione in zone potenzialmente a rischio;

- ◆ la possibilità di intervenire in sicurezza dall'interno dei pozzi sia per la realizzazione dei dreni, che possono così presentare lunghezze e diametri considerevoli, sia (ma non è il caso di questo progetto) per la realizzazione della condotta di fondo.

Dal punto di vista operativo si sono impiegate le seguenti tecnologie Trevi:

- ◆ per i pali il CSP (Cased Secant Piles), tecnologia che consente l'esecuzione di pali ad elica intubati secanti con accurata verticalità anche in terreni difficili e rocce medio dure;
- ◆ per le perforazioni orizzontali controllate il TDDT (Trevi Directional Drilling Technology); da segnalare che, per quest'ultima tecnologia, Trevi ha ideato una perforatrice da pozzo progettata e costruita dalla PSM (Società del Gruppo), anch'essa visibile nella Figura 3.

Il collegamento dei pozzi: l'approdo al TDDT (Trevi Directional Drilling Technology)

Il lavoro di collegamento dei pozzi, mediante condotta da 400 mm in HDPE risultava diviso in due tranches:

- ◆ collegamento dei tre pozzi, distanti 60 m circa l'uno dall'altro mediante un tracciato curvilineo;
- ◆ collegamento dell'ultimo pozzo e della vasca di raccolta, sita 153 m a valle del pozzo stesso mediante un tracciato rettilineo.

Due tecnologie - spingitubo direzionabile (directional auger boring) e microtunnelling - erano state inizialmente prese in considerazione per la posa della condotta di collegamento. Per il microtunnelling, il diametro utile di 3,5 m all'interno del pozzo, non si è rivelato sufficiente ad ospitare l'impianto di spinta della tubazione. L'auger boring machine, che, con pesanti modifiche strutturali, poteva essere alloggiata all'interno dei pozzi, non presentava idonee capacità di smarino del materiale asportato per la lunghezza delle tratte. Questo ha costituito un problema non risolvibile soprattutto per la tratta 2, non divisibile in intervalli più corti. L'esclusione di queste tecnologie ha dunque spinto i Tecnici Trevi a prendere in considerazione il directional drilling per eseguire una TOC, ossia una trivellazione direzionata controllata.

In genere, questa tecnica prevede la realizzazione di un foro pilota di piccolo diametro (80-130 mm) che successivamente viene allargato sino al diametro della condotta da posare (+10÷15%) mediante un apposito alesatore che viene tirato a ritroso all'interno del foro pilota. A tergo di detto alesatore, in un successivo passaggio, viene dunque agganciata la condotta preventivamente assemblata in superficie, così da poterla trainare all'interno del foro velocemente ed in un'unica soluzione. Per la geometria dell'intervento risultava tuttavia impossibile assemblare in superficie le due condotte della lunghezza necessaria, motivo per cui, Trevi ha dunque valutato l'ipotesi di assemblare la tubazione dall'interno dei pozzi, man mano che la stessa veniva tirata con conseguenti complicazioni dovute a:

- ◆ rallentamento della fase di tiro della condotta per il tempo richiesto, durante il tiro, dall'assemblaggio dei singoli tronconi di tubo da 3 m di lunghezza ciascuno;
- ◆ incremento delle difficoltà operative, dovute allo svolgimento delle manovre di giunzione all'interno dei pozzi;
- ◆ impossibilità di realizzare saldature testa a testa tra i singoli tronconi per l'eccessivo tempo richiesto da detta procedura, e conseguente necessità di mettere a punto un sistema di connessione rapido, alternativo, in grado di presentare sufficiente resistenza al tiro.

Per risolvere il problema, Trevi - che da anni impiega la tecnologia delle perforazioni direzionali per applicazioni geotecniche (TDDT: Trevi Directional Drilling Technology) - ha progettato un sistema di giunzione rapido della tubazione così costituito:



Figura 3 - L'esecuzione di perforazioni dal pozzo di medio diametro con una perforatrice PSM



Figura 4 - Una vista del pozzo dall'alto

- ◆ sistema di calata di quattro tronconi da 3 m di tubo alla volta all'interno del pozzo mediante un "caricatore" appositamente disegnato;
- ◆ sistema di giunzione rapido dei tronconi mediante manicotti in acciaio a sei bulloni radiali in grado di garantire una resistenza al tiro di 12 t.

Nonostante la fiducia nelle soluzioni sopra illustrate, la resistenza al tiro della condotta rimaneva comunque una fase critica. Infatti, da calcoli di stress analysis, la forza di tiro necessaria a trascinare la condotta all'interno del foro risultava essere pari a circa 7 t. Questo in condizioni ideali.

Il franamento di una piccola parte di foro avrebbe potuto far rapidamente incrementare detto sforzo, mettendo in crisi il sistema di giunzione rapido della condotta.



Figura 5 - Un dettaglio dei pali CSP e dei dreni

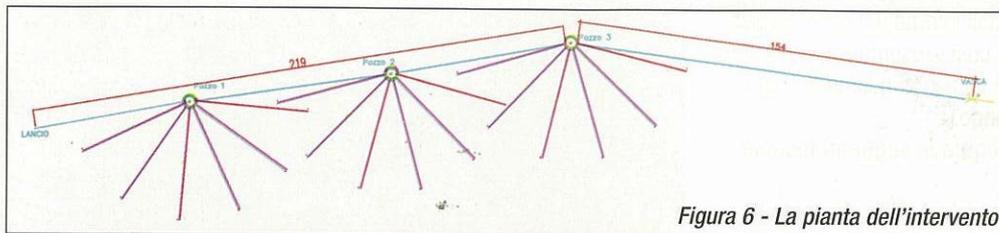


Figura 6 - La pianta dell'intervento

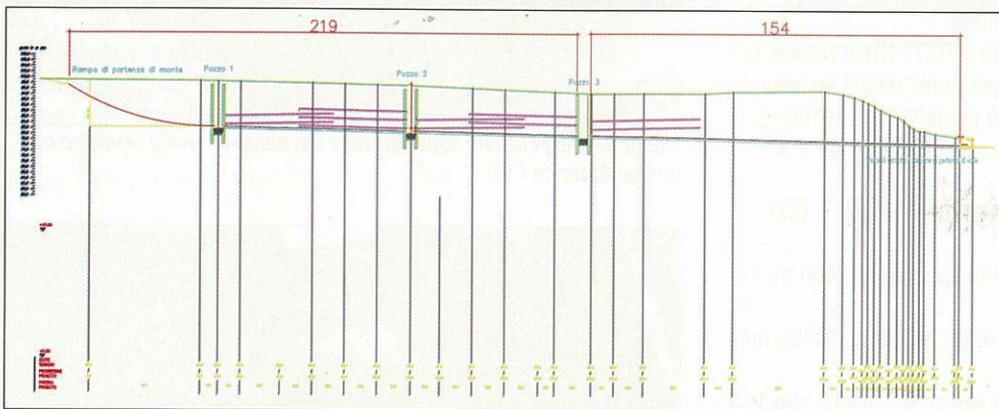


Figura 7 - La sezione dell'intervento

Da quanto sopra esposto, risultava di vitale importanza porre particolare attenzione alle strategie di sostentamento del foro, giocando sul corretto utilizzo dei fanghi di perforazione.

La macchina perforatrice designata per le operazioni di perforazione e di tiro della condotta è risultata essere una Soilmec SM 21, particolarmente flessibile dal punto di vista del posizionamento e munita dei valori di tiro/spinta e coppia necessari. Nella fattispecie, il posizionamento della tratta n° 2 all'interno della vasca di raccolta imponeva un posizionamento del mast orizzontale e a soli 90 cm dal piano dei cingoli, impensabile per un rig da directional drilling.

Le due perforazioni: geometria e precisione richiesta

La perforazione n° 2, ossia il collegamento della vasca di accumulo e del pozzo 3 (Figure 6 e 7), doveva essere eseguita con una pendenza costante di $0,85^\circ$, per una lunghezza di 153 m. Per la perforazione n° 1 - quella per unire i tre pozzi - vista l'impossibilità di alloggiare la perforatrice all'interno di uno di essi, è stata designata una posizione di partenza dalla superficie (Figura 1), dalla quale raggiungere il pozzo 1 mediante un arco di circonferenza avente raggio di curvatura pari a circa 110 m. L'accuratezza richiesta nel rispettare la pendenza è stata stimata essere di $\pm 0,1^\circ$ mentre quella necessaria affinché l'ingresso nel pozzo garantisse l'agevole montaggio delle barre da 3 m, è stata valutata essere di $\pm 0,2$ m nel posizionamento e di $\pm 1^\circ$ nella direzione di entrata.

Il sistema di direzione scelto, per entrambe le tratte, è stato il Paratrack®, riferenziato ad un campo magnetico artificiale posto in superficie.

molto severo (110 m) e una lunghezza di circa 72 m. Da questo, si entrava nel pozzo 1 per direzionare verso il pozzo 2 (68 m), e da qui verso il pozzo 3 (79 m), per uno sviluppo totale di 219 m.

Per scaricare parte degli sforzi dalla batteria, che presentava un diametro piuttosto ridotto (88,9 mm), il primo tratto curvilineo è stato rivestito con tubazione wash pipe da 114 mm.

La tubazione in HDPE è stata dunque tirata dal pozzo 2 al pozzo 1; successivamente, si è proseguita la perforazione reinserendo le aste all'interno del tubo in HDPE e dirigendo verso il pozzo 3; quindi è stato tirato il tratto di tubazione dal pozzo 3 al pozzo 2 (Figure 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F e 10G).

Durante il trascinamento della condotta, i valori del tiro sono stati sempre molto bassi (2-3 t) fatta eccezione per un breve tratto, in corrispondenza di livelli ad argille blu dove a causa dell'accumulo di materiale lammelliforme (tagliato dall'alesatore) tra tubo e foro, sono stati raggiunti valori prossimi al limite della macchina (8 t).

Il problema dello smaltimento del materiale tagliato dall'utensile è stato risolto mediante aggiunta di schiumogeni e additivi fluidificanti, che hanno permesso la rimozione degli accumuli di smarino.

Il completamento delle lavorazioni, vista anche la necessità di eseguire cinque carotaggi nelle pareti dei pozzi, ha richiesto circa dieci giorni.

L'intersezione dei pozzi, i carotaggi e l'assemblaggio della condotta

Ogni pozzo è stato intercettato con precisione di posizionamento inferiore ai 7 cm, indispensabile per garantire l'entrata della punta nei fori precedentemente preparati mediante carotaggio delle pareti dei pozzi (Figura 11).



Figura 8 - L'uscita dell'alesatore e della testa della condotta dalla parete della vasca di accumulo



Figura 9 - Il preventer fissato al muro della vasca di raccolta

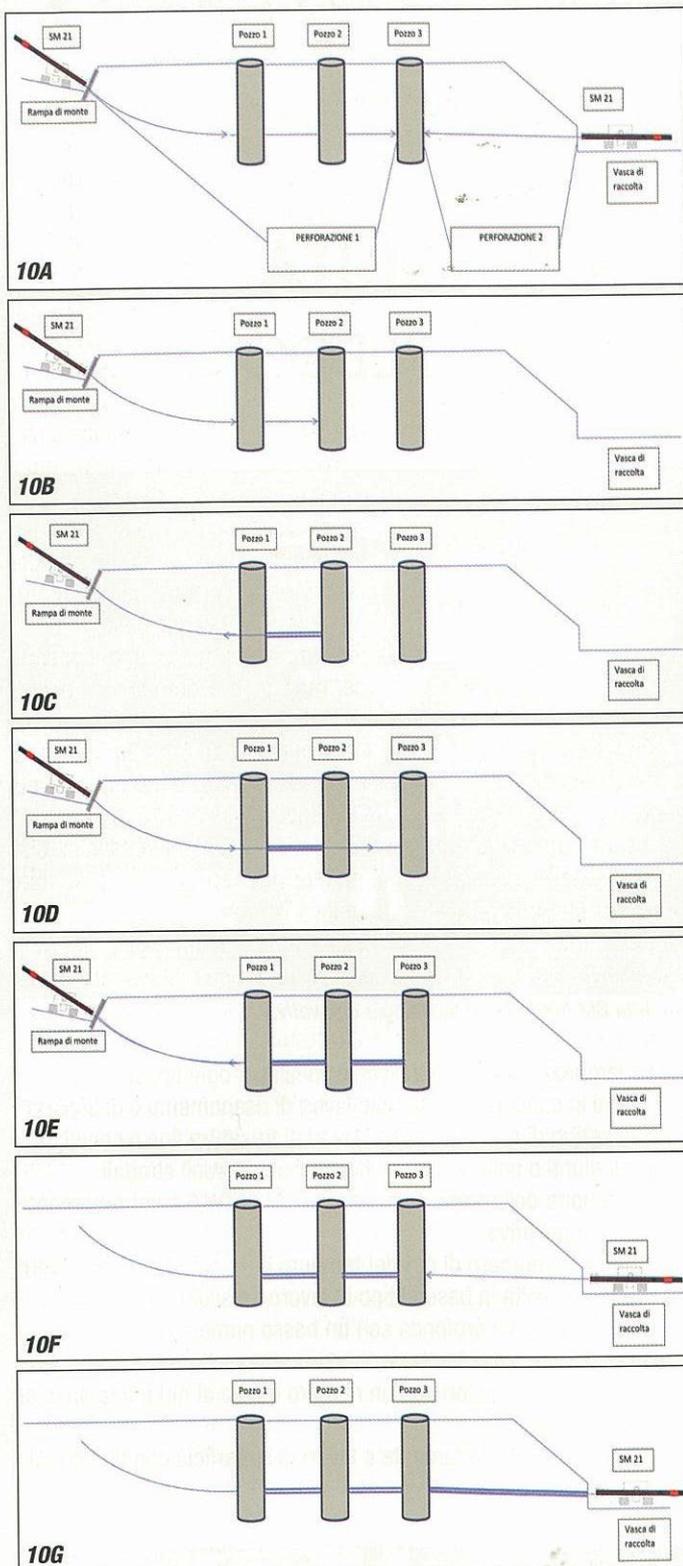


Figure 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F e 10G - Lo sketch delle fasi esecutive: il quadro generale con il verso delle perforazioni (10A); la perforazione 1, fase 1: il raggiungimento del pozzo 2 mediante perforazione guidata (diametro di 120 mm) (10B); la perforazione 1, fase 2: il tiro del tubo dal pozzo 2 al pozzo 1 (10C); la perforazione 1, fase 3: il raggiungimento del pozzo 3 mediante perforazione guidata (diametro di 120 mm); le aste - dal pozzo 1 al pozzo 2 - sono state inserite nel tubo in HDPE precedentemente installato (10D); la perforazione 1, fase 4: il tiro del tubo dal pozzo 1 al pozzo 2 (10E); la perforazione 2, fase 1: il raggiungimento del pozzo 3 mediante perforazione guidata (diametro 120 mm) (10F); la perforazione 2, fase 2: il tiro del tubo del pozzo 3 alla vasca di raccolta (10G)



Figura 11 - Il carotaggio dei pali e l'inserimento dell'alesatore

Il rispetto della geometria di progetto, è risultato imprescindibile, visto il rapporto tra il diametro interno dei pozzi (3,5 m +/- 0,15 m) e la lunghezza delle barre di tubo in HDPE (3 m + 0,2 m della parte di manico sporgente). Affinché infatti le giunzioni potessero essere effettuate agevolmente, occorre sfruttare la massima lunghezza disponibile all'interno del pozzo.



Figura 12 - Il calo delle barre di tubo nei pozzi e assemblaggio della condotta in fase di tiro

Le aperture delle pareti, vista l'estrema irregolarità delle stesse, e la conseguente impossibilità di ancorare una carotatrice elettrica per eseguire un unico foro da 500 mm, sono state effettuate mediante nove carotaggi secanti da 120 mm di diametro. L'assemblaggio della condotta è stato eseguito calando nel pozzo le barre (Figura 12) e allineando le stesse mediante un posizionatore a rulli appositamente realizzato. A seguire, l'inserimento ed il serraggio dei sei bulloni.

I tempi di esecuzione

Nel complesso, i tempi di esecuzione sono risultati piuttosto contenuti, tenendo conto del fatto che, per poter aprire le cinque "finestre" in corrispondenza delle intersezioni della perforazione con i pozzi, si sono dovuti effettuare 45 carotaggi da 120 mm di diametro. Per essere completate, le tratte di collegamento n° 1 e n° 2 hanno richiesto rispettivamente sei e tre giorni lavorativi. Da rilevare che il tempo di assemblaggio delle barre, all'interno dei pozzi, è risultato essere di circa 8 min. a giunzione.

Conclusioni

Grazie all'accuratezza del progetto e alla validità delle soluzioni tecniche adottate, è stata confermata l'affidabilità di una tecnologia innovativa per il drenaggio profondo di pendii ed aree soggette a rischio di frana.

* Design Research & Development Service del Trevi Group

** Direttore dei Lavori di ANAS SpA

Trevi, all'avanguardia nella tecnologia

Manfredonia - Bonifica Sito

La nuova tecnologia **TDDT** (*Tunnelling Directional Drilling Trevi*) consente di eseguire, in qualsiasi tipo di terreno, perforazioni rettilinee o curvilinee per distanze molto elevate e con precisione di posizionamento inferiori allo 0,05%.

Grazie al **TDDT**, Trevi è riuscita a spostare in avanti i limiti di tecniche già consolidate e ben conosciute nell'ambiente della geotecnica e delle fondazioni speciali.

TREVITDDT

TUNNELLING DIRECTIONAL DRILLING

www.trevispa.com

Campi di applicazione

RECUPERO AMBIENTALE

- impermeabilizzazione fondo discariche
- trattamenti in situ (bioventing, airspargin)

DIGHE

- perforazioni verticali per esecuzione pali secanti
- perforazioni verticali di alleggerimento e guida per frese

TUNNELLING

- inserimento di armature tubolari
- inserimento di canne congelatrici

RIPARAZIONE PARATIE

- fori curvilinei da parete
- fori rettilinei inclinati da superficie

COMUNICAZIONE TRA POZZI

- connessioni per scarichi di fondo
- connessioni per condotte di servizio

TREVI
↓