

Alcune esperienze della Robodrill SA in Italia ed all'estero

La perforazione automatica ieri e oggi

MASSIMILIANO BRINGIOTTI*
FEDERIC DE VILLENEUVE**

Montabert, per prima al mondo, ha introdotto la perforazione idraulica negli anni '70. Agli inizi degli anni '90 Ingersoll Rand ha acquisito il controllo di Montabert, alienando la Divisione di Perforazione Computerizzata a Robodrill di Lione. La missione di questa società è:

- la progettazione e lo sviluppo di macchine ed impianti dedicati alla perforazione computerizzata di fori da mina;
- la costruzione di tali attrezzature;
- la realizzazione di macchine di perforazione speciali, dedicate a progetti particolari (ad. esempio attrezzature di perforazione in verticale per grandi pozzi atti allo stoccaggio di gas naturali, ecc.);
- la fornitura di parti di ricambio e materiale di perforazione;
- il "service" al parco attrezzature di perforazione da galleria costruite da Montabert prima e da Robodrill dopo;
- il noleggio di jumbi di perforazione (la flotta noleggio consta di ca. 60 macchine) convenzionali e robotizzati di varie tipologie;
- la conduzione delle macchine noleggiate, visto che Robodrill vanta una vasta squadra di operatori e meccanici dedicati.



Robodrill ha collaborato con le principali Imprese Italiane e nel nostro Paese ha eseguito diversi lavori quali: la galleria di Morgeux, Prè St. Didier e M.te Bianco per la RAV, Naturno, Stava, Val d'Ega, S. Croce di Badia, Bressanone ed Ora per la Provincia Autonoma di Bolzano, le gallerie autostradali di Bolzaneto, tutte quelle della Catania-Siracusa, varie sulla Salerno-Reggio Calabria, altre gallerie stradali quali Tortoli, Trieste, Trento, Faver, Fabriano, Claviere, Castelnuovo di Garfagnana e gallerie ferroviarie quali il Frejus ed Imperia.

I primi passi della perforazione computerizzata

Dall'introduzione, negli anni '80, della prima attrezzatura computerizzata da perforazione Montabert progettata per le miniere di carbone, l'uso di macchine automatiche è diventato uno standard

in ogni galleria da realizzare con il metodo "drill & blast", con vantaggi immediati quali: efficienza e velocità con un limitato intervento dell'uomo durante la fase di perforazione e riduzione dei costi dovuti alla grande precisione dell'operazione.

Il primo Robofore era dotato di un computer basato su un "modello di appren-

1984 - la generazione di jumbo robotizzato, progettato per la perforazione in miniera



*GEOTUNNEL - GENOVA

**RODODRILL - LIONE

dimento sul luogo” che permetteva semplicemente alla macchina di “imparare” ciò che avrebbe dovuto ripetere nella tappa successiva, l'operatore doveva fare un giro completo di perforazione, muovendo i bracci in ogni posizione del ciclo reale, così il computer era in grado di memorizzare l'intero processo di perforazione, per poi ripeterlo per ogni ciclo produttivo di scavo.

Il foro tracciato manualmente al fronte era necessario solo durante la prima volata, quando la macchina doveva memorizzare le corrette posizioni di perforazione.

Per la prima volta un operatore era in grado di lavorare muovendo e control-



lando efficientemente 2 bracci di perforazione contemporaneamente.

Questa primordiale tecnologia automatica è stata realmente innovativa nel campo del tunnelling anche se il sistema, assai poco flessibile, dovette essere gradualmente perfezionato.

Nel 1990, Montabert presentò la sua seconda generazione di Robofore dotati di un sistema automatico di controllo dei calcoli.

I modelli predefiniti di perforazione furono trasferiti al computer e la macchina fu in grado di calcolare la posizione di perforazione di ogni braccio.

Il primo Robofore a 3 bracci è stato usato nel tunnel alpino di Chamoise in Francia nel 1992. Attrezzato con un'interfaccia grafica e con particolari sensori per i bracci, questa macchina assicurò ottimi risultati: il sovra spessore medio fu inferiore a 15 cm per un tunnel di sezione di 98 m², un record per l'epoca.

Il passo successivo verso la computerizzazione è legato allo sviluppo della Società norvegese Bever Control, la quale testò un innovativo sistema di controllo su di una macchina AMV. Il sistema di controllo Bever è ancora usato da AMV, da North American, dalla società americana specializzata in macchine da perforazione per miniera Reedrill e da Sandvik.

La moderna macchina da perforazione computerizzata

Il sistema robotizzato di Robodrill è arrivato oggi alla quinta generazione, raggiungendo elevati standard tecnologici e mostrando ottime doti di sofisticazione, semplicità di utilizzo ed affidabilità, grazie all'esperienza maturata in centinaia di km di gallerie scavate in D&B.

Ad oggi numerose sono le macchine da perforazione Robofore in vari cantieri nel mondo: Francia, Grecia, Hong Kong, Italia, Portogallo, Sud Africa, Spagna ed an-

che nel centro di Manhattan!

In aggiunta allo specifico hardware di bordo, l'attrezzatura comprende un PC industriale basato su un'unità centrale; le macchine sono attrezzate con appositi bracci di perforazione estremamente rigidi ove vengono installati vari sensori di posizione (sui 3 piani di lavoro) ed interfacce Can Bus.

La robotica della macchina include anche un software di disegno dei fori di volata, in ambiente WinTP ed un'interfaccia grafica HMI in grado di fornire all'operatore del jumbo un'informazione visiva sulla posizione dei bracci, sull'avanzamento della perforazione, sui tempi di perforazione e su vari dati aggiuntivi quali le pressioni o la velocità di rotazione di ogni perforatrice.

Il software è compatibile con Microsoft Windows; ciò significa che può essere utilizzato anche tramite un computer standard. Basandosi sui rapporti geologici, sull'esperienza e sui dati storici, i Tecnici di cantiere possono preparare, controllare e valutare la tipologia di volata e trasferire tutti i dati di input sul jumbo tramite una semplice memory card.

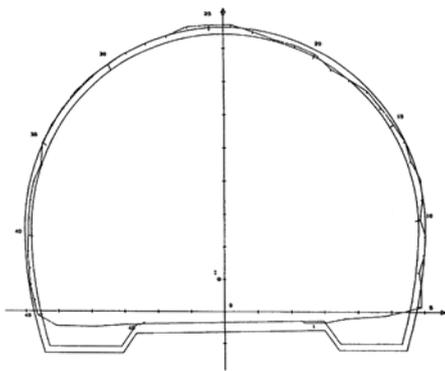
Gestione della perforazione e della reportistica

Per ottenere i migliori risultati di perforazione è indispensabile analizzare e tenere a memoria, il maggior numero di dati possibili; la macchina deve essere uno strumento integrato attrezzato per un lavoro globale e per la sua amministrazione.

Per questa ragione il sistema automatico di Robodrill offre anche varie altre opzioni, quali:

- un nuovo e migliorato raccogliitore di dati geologici ed un software specificamente dedicato all'analisi dei dati geomeccanici;
- un software di perforazione automatica ed un sistema di anti-collisione dei bracci in grado di permettere l'utilizzo del jumbo anche da parte degli operatori meno esperti;
- un software di gestione ed amministrazione della macchina, finalizzato all'otti-

Profilo teorico e profilo sparato del tunnel di Chamoise - 1992



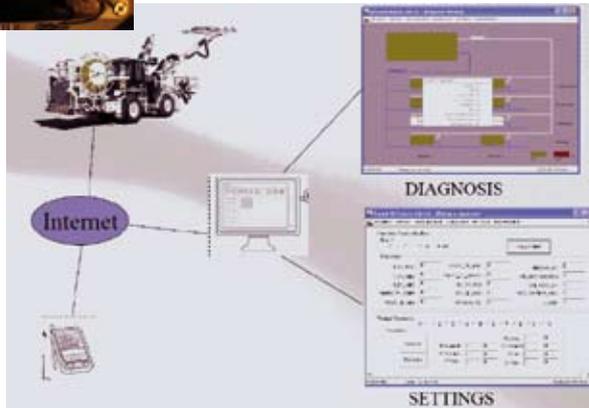
Il primo jumbo Robofore a 3 braccia in operazione nel tunnel di Chamoise





Sopra: Moderno, semplice e robusto menù generale di comunicazione in un jumbo robotizzato Robodrill

A fianco: L'assistenza remota è in grado di migliorare notevolmente l'affidabilità del jumbo



mizzazione dell'uso del materiale di perforazione;

- un sistema di assistenza remota che può collegarsi direttamente alla Casa Madre, ove i Tecnici Robodrill sono in grado di risolvere le problematiche in tempo reale;
- un vero e proprio sistema integrato di "Global Project Management".

Focus sui lavori

Il progetto Gautrain a Johannesburg, Sud Africa, per i Mondiali di Calcio 2010

Il sistema di trasporto ferroviario pubblico del Sudafrica è oggetto di un ampio ammodernamento; il collegamento AV del Gautrain è il progetto più importante. Sarà possibile coprire gli 80 km tra Pretoria e Johannesburg in meno di 40 minuti, ad una velocità di 160 km/h. Il treno, trasportando sino a 120.000 viaggiatori al giorno, decongestionerà la trafficata autostrada tra Pretoria e Johannesburg e contribuirà a diminuire le spese di molte persone.

Il progetto Gautrain, valore di ca. 1,5 di Euro, ha due importanti rami: uno Nord-Sud tra Johannesburg e Pretoria ed uno Est-Ovest tra la zona industriale di Sandton e l'aeroporto internazionale di OR Tambo (vedere cartina). L'opera com-

prende 16 km di tunnel, a singolo ed a doppio binario, tra le stazioni di Marlboro e Johannesburg. Lungo il tracciato, oltre alle tre principali stazioni di Johannesburg, OR Tambo e Pretoria, troviamo altre sette stazioni. Tre saranno in sotterraneo, quattro in superficie e le rima-

nenti sopraelevate.

La costruzione di Gautrain è iniziata a Settembre 2006. Due settimane prima del campionato del Mondo di Calcio FIFA, che inizierà l'11 Giugno 2010, è prevista l'apertura della tratta tra l'aeroporto di OR Tambo e la stazione di Sandton, comprese le due stazioni al suo interno ed il centro operativo di Midrand. La durata dei lavori per la prima fase è di 45 mesi. Questa è una tratta importantissima per l'intera opera, infatti la maggior parte dei tifosi di calcio che visiterà il paese arriverà all'aeroporto di OR Tambo e da qui si dirigerà verso gli alberghi.



La costruzione della seconda fase, comprendente le tratte Sandton-Johannesburg centro e Pretoria-Midrand, terminerà a Marzo 2011.

Il progetto Gautrain è un'ATI in PPP tra il governo della provincia di Gauteng e la concessionaria Bombela, composta da Bombardier Transportation, Bouygues Travaux Publics, Murray & Roberts e Strategic Partners Group. L'ATI Bombela Civils (CJV) è incaricata della costruzione del progetto ed è composta da Bouygues TP (45%), Murray & Roberts (45%) e Strategic Partnership Group (10%).

Geologia ed idrogeologia

L'estremità meridionale del tunnel si trova a Johannesburg ed è situata in una sequenza di terreni sedimentari (formazione di Witwatersrand, dove si trova l'oro in Sud Africa) formata da uno strato spesso e inclinato di scisti, quarziti e conglomerati, che caratterizza 2.900 m di tunnel e costituisce il 18% del materiale scavato. Il livello di falda è a 10-40 m sopra la calotta del tunnel. Gli altri tunnel sono scavati in un complesso granitico che forma un affioramento quasi circolare tra Johannesburg e Pretoria. A seconda della profondità del tunnel, si trova granito alterato altamente o completamente disgregato nella zona di Rosebank e moderatamente disgregato o sano nei dintorni di Sandton e Marlboro. Nel granito, il livello di falda è a 10-30 m sopra la volta. Localmente, l'idrogeologia viene modificata da faglie e varie strutture tettoniche, generalmente associate a grande venute d'acqua come nella zona di Sandton o come tra Park ed il pozzo di emergenza E2.

Metodologie applicate

La maggior parte degli scavi viene effettuata tramite drill & blast, tranne in una tratta di 3 km con terreni sciolti e saturi d'acqua dove si è utilizzata una TBM ed in una tratta di 1 km con rocce disgregate dove si sono impiegati gli infilaggi. La lunghezza totale dei tunnel, escluse le stazioni e le tratte in cut & cover, è

di 16.172 m, di cui 13.295 m scavati con drill & blast (5.864 m a doppio binario e 7.431 m a singolo binario) e con una sezione a ferro di cavallo. Il tunnel a singolo binario ha una dimensione di 6 m x 6 m (altezza) con una sezione media di scavo pari a 35 m² ed è dotato di un passaggio pedonale laterale. Il tunnel a doppio binario ha una dimensione di 10,8 m x 6,2 m (altezza) con un muro centrale di divisione ed un passaggio pedonale su entrambi i lati.

I tunnel si scavano da nove diversi punti di accesso, per rispettare il cronoprogramma che prevede l'apertura della tratta tra Sandton e l'aeroporto prima della Coppa del Mondo di calcio a Giugno 2010 e della parte restante di linea, 8 mesi dopo. La sezione in sotterraneo comprende tre stazioni in profondità (Park, Rosebank e Sandton), sette pozzi di emergenza (a 16-85 m di profondità) ed un pozzo principale temporaneo di costruzione (Mushroom Farm Park). La copertura sopra la volta del tunnel varia tra 15 m e 100 m. In totale sono 12 i fronti di scavo dei tunnel da realizzare con metodo D&B.

Tunnel a binario singolo

Ogni fronte è dotato del proprio parco macchine, comprendente un jumbo Robofore completamente computerizzato (due bracci per la perforazione di 4 m al fronte e per la fase di bullonatura). Robodrill ha fornito sei jumbo simili, computerizzati e con due bracci, su un totale di 17 per il progetto.

Tunnel a doppio binario

Un jumbo Robofore completamente computerizzato (tre bracci per perforazioni di 6 m al fronte) ed un jumbo Pantofore (due bracci sia per la perforazioni di 4 m che per il posizionamento dei bulloni).



Robodrill ha fornito due jumbo Robofore e due Pantofore.

Per gli altri lavori, come lo scavo dei pozzi, sono stati forniti sette jumbo Pantofore mono-braccio. L'avanzamento medio di scavo in drill & blast è stato molto alto (40-45 m/settimana nei tunnel a doppio binario e 30-35 m/settimana nei tunnel a binario singolo). Il 24 Settembre 2008 è stato abbattuto il primo diaframma, formando così un unico tunnel a doppio binario, lungo 4.215 m, tra Mushroom Farm Park e Malboro. L'avanzamento a fine Settembre 2008 era pari a 10 km interamente scavati con D&B.

Difficoltà incontrate

La dimensione del progetto e la serrata programmazione per aprire la linea tra le stazioni OR Tambo e Sandton, a soli 45 mesi dall'inizio dei lavori della prima fase e 54 mesi per la seconda fase, sono le principali sfide del Gautrain. L'ATI Bombela ha deciso di aumentare la propria capacità, acquistando equipaggiamenti supplementari ed aprendo pozzi aggiuntivi. La costruzione del tunnel avviene da nove accessi e 12 fronti, in modo da rispettare il cronoprogramma per l'apertura al traffico del progetto, malgrado alcuni ritardi.

Tra i motivi di ritardo, l'evidente difficoltà di gestire 43 cantieri aperti contempora-



neamente, l'aver trovato un fiume sotterraneo vicino alla stazione Park, la geologia complessa ed articolata del Sud Africa e la difficoltà di reperire personale qualificato locale.

Le vibrazioni dovute alle esplosioni ed i cedimenti intorno agli edifici ed ai cantieri sono monitorati 24 ore su 24.

La sezione del tunnel a singolo binario è troppo piccola per utilizzare le attrezzature disponibili normalmente sul mercato, essendo larghe almeno 2 m e per la maggior parte fabbricate su ordinazione.

Ulteriore tema da considerare sono le condizioni difficili del terreno. Lo scavo avanza molto lentamente nelle zone con bassa copertura ed in granito duro, abrasivo ma completamente decomposto sotto il livello di falda del Rosebank settentrionale.

I principali problemi si sono incontrati nei pressi della stazione Sandton, con terreni molto poveri e con infiltrazioni di acqua, oppure molto duri (sino a 400 Mpa).

Stazioni in sotterraneo

La costruzione delle due stazioni in sotterraneo di Park e Rosebank segue il medesimo principio. Si tratta di strutture a cielo aperto, realizzate con paratie a Park ed all'interno di pareti di pali a Rosebank. I due binari del treno e le piattaforme dedicate ai passeggeri si trovano al piano inferiore. Le sale macchine, l'atrio ad-

ibito agli utenti e la struttura della biglietteria sono posizionati all'entrata. Il tetto del terzo piano chiude la stazione e sarà coperto con 2-5 m di materiale per ripristinare le strade ed il livello del terreno come erano prima della costruzione.

Le due stazioni misurano 165 m x 20 m e sono entrambe collegate al tunnel tramite tratte in cut & cover; vicino alle stazioni, saranno inol-

tre costruiti parcheggi per le auto a Park (8 piani) e a Rosebank (3 piani).

La stazione di Sandton è una stazione sotterranea con tre binari e tre piattaforme per i passeggeri. La sua costruzione avviene da due pozzi principali: il



Sistema di perforazione automatico Robodrill CPA, assemblato su escavatore CAT 320, adibito alla chiodatura delle paratie di realizzazione delle stazioni in sotterraneo. L'attrezzatura presenta anche un depolverizzatore ed è insonorizzata; sta funzionando con gestione tramite operatore a terra

pozzo sud, 22 m x 20 m x 55 m di profondità ed il pozzo nord 60 m x 22 m x 50 m di profondità. Entrambi i pozzi sono collegati tramite una caverna di 10 m x 10 m x 85 m che comprende due binari con 5 m di altezza. Un'altra caverna a singolo binario, misure 8 m x 8 m, è collegata alla caverna principale tramite 5 bypass. Il pozzo nord sarà utilizzato per l'entrata passeggeri ed il pozzo sud come sala macchine. Di fianco alla stazione sarà costruito un parcheggio sotterraneo.

Pozzi

Per ragioni di sicurezza, nel tratto a binario unico, il tunnel è collegato alla superficie ogni chilometro tramite i pozzi di emergenza (da E1 a E7).

Il pozzo meridionale E1 ha un diametro finito di 5,25 m, una profondità di 80 m

ed è realizzato con metodo drill & blast in scisti e quarziti. Il pozzo E2 è stato allargato sino a 9 m di diametro per consentire le operazioni di perforazione del tunnel. È profondo 50 m ed è stato scavato con centine e piastre di acciaio nella sezione superiore di terreni sciolti e con il metodo drill & blast nella sezione inferiore di quarzite.

I pozzi E3 ed E4 sono collegati al tunnel scavato con TBM. Hanno 9,5 m di diametro e sono profondi rispettivamente 21 m e 16 m. Sono scavati in granito decomposto e sotto il livello di faglia nel caso di E3. Per la costruzione del pozzo E3 è stato necessario abbassare il livello della falda freatica.

Il pozzo E5, come l'E2, è stato allargato sino a 9 m di diametro per consentirne lo scavo. È profondo 60 m e scavato con metodo drill & blast nel granito. Il pozzo E6 ha 6 m di diametro, è profondo 73 m ed è scavato nel granito

con il metodo raise boring.

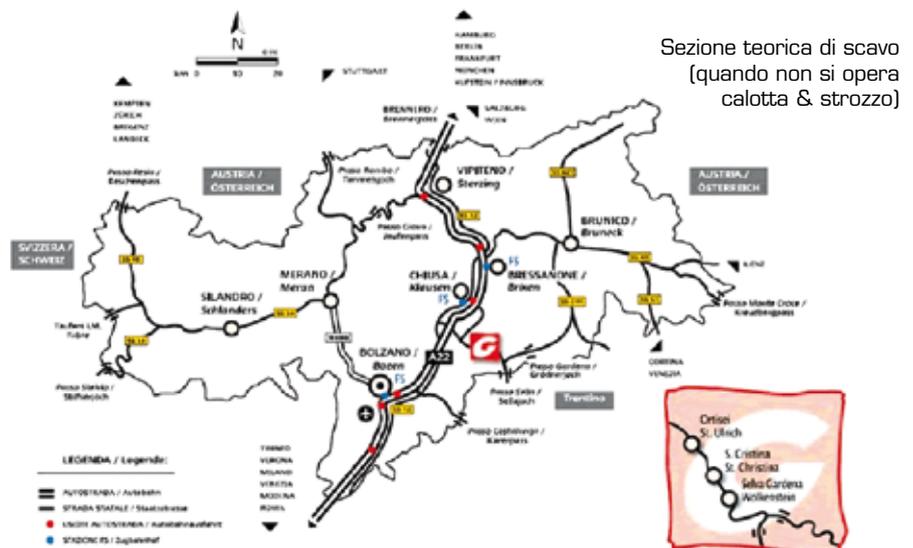
Il pozzo E7, come l'E2 e l'E5, è stato allargato sino a 9 m di diametro (per le operazioni di scavo) ed è profondo 66 m. È realizzato con il metodo drill&blast nel granito.

Mushroom è un pozzo temporaneo rettangolare (12,60 m x 22 m x 38 m di profondità) per lo scavo verso Sandton e Marlboro e sarà riempito a lavori terminati.

Il portale di Marlboro è collegato ad una sezione in cut & cover lunga 78 m e ospiterà le sale impianti e di ventilazione.

Gallerie per migliorare la viabilità e la sicurezza in Trentino Alto Adige

Il Trentino Alto Adige ha adottato una politica attiva per garantire un accesso stradale più sicuro a valli famose come la Val d'Ega e la Val Badia e ad una viabilità meno impattante come con la Trento Nord-Rocchetta, tratto Zambana Vecchia-Svincolo sulla SS 43 per Fai della Paganella. Le numerose strade e gallerie in costruzione sottolineano l'importanza delle nuove infrastrutture per la popolazione ma anche per l'economia ed il turismo. Le maggiori novità sono in corso o in partenza sulla SS12 e sulla SS241 in Val d'Ega. Sono inoltre programmati futuri progetti sulla SS38 a Merano.





sivi nei tratti rocciosi dove l'Impresa PAC ha utilizzato con successo un Jumbo Robodrill a due braccia serie Robofore.

SS 241 in Val d'Ega

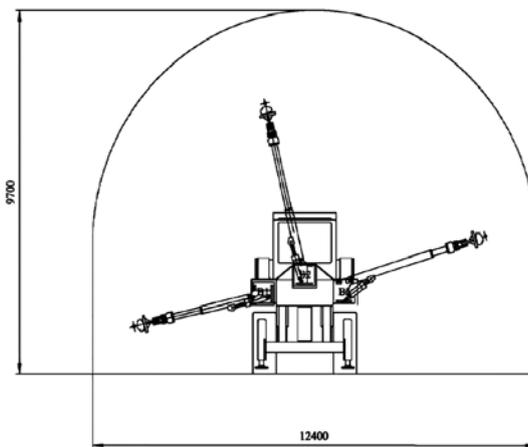
Il secondo lotto della SS 241 per la val d'Ega, nella provincia di Bolzano, comprende la galleria Campegno che serve a mettere in sicurezza la seconda parte della strada. La lunghezza totale del lotto è di circa 1.600 m.

Dal portale del tunnel Cornedo (1.148 m), già costruito ed in esercizio da Marzo 2003, poi l'attuale tracciato all'aperto è stato protetto da una galleria paramassi lunga 36 m; è previsto un ponte di collegamento con il portale nord del tunnel, avente una lunghezza di 1.427 metri che comprende un cunicolo di fuga (questo è lungo 118 m, sezione circolare allungata nel senso verticale, dimensioni scavo di circa 5,3 m x 5,3 m). Alla fine del tunnel il progetto prevede la costruzione di un altro ponte molto più corto (circa 13 m) con galleria paramassi per una lunghezza complessiva di 100 metri misurati dal portale della galleria naturale. La galleria artificiale corre nei primi 13 m sopra il ponte, poi poggia sul terreno.

Il tracciato della galleria passa attraverso ignimbriti della piattaforma porfirica altoatesina.

La roccia presenta una fessurazione regolare nel senso verticale ed una più irregolare nel senso orizzontale. Ciò nonostante, la qualità della roccia può definirsi buona.

I lavori sono stati eseguiti dall'ATI tra la PAC e la Gasser. Lo scavo è iniziato il 5 Aprile 2006 con la prima volata di esplosivo del portale a monte. Lo scavo presenta una sezione a ferro di cavallo (larghezza massima/diametro di circa 12 m ed altezza in chiave di circa 8 m), con utilizzo del metodo NATM (New Austrian Tunnelling Method) cioè in sezione divisa (calotta e poi strozzo). Lo scavo è avvenuto su tre fronti



Imbocco lato Nord in parete (a strapiombo)



(da uno degli imbocchi e su due fronti utilizzando la via di fuga come accesso); è stato utilizzato un jumbo robotizzato a 3 braccia classe Robofore (n. 448) ed un jumbo Pantofore a 2 braccia. Il sostegno ha previsto chiodature tipo Swellex, spritzbeton senza fibre ed armatura quadra, centine costituite da due IPE 160 affiancate e preinfilaggi lunghi 12 m per le prime volate presso gli imbocchi. Lo smarino è stato effettuato con pale cariatrici e camion.

Il collegamento viario Trento Nord-Rocchetta

Il collegamento viario Trento Nord-Rocchetta rappresenta un nuovo asse viabilistico che si sviluppa in destra orografica della valle dell'Adige tra Trento e Mezzolombardo con la funzione di sgravare la SS 12, che corre invece in sinistra orografica della valle attraversando gli abitati e che risulta quotidianamente congestionata dal traffico. La concretizzazione di questo asse viario avviene mediante la realizzazione di tre lotti funzionali denominati:

Lotto 1 - Collegamento della zona industriale di Lavis con l'autostrada del Brennero e l'interporto doganale di Trento;

SS 12 - Circonvallazione di Bressanone

La circonvallazione di Bressanone tra il km 477+390 e 479+900 della SS 12 dell'Abetone e del Brennero, comprende la galleria Sud di 1.225 m e la galleria Nord di 770 m. La sezione di scavo circolare è pari a 127 m², quella rettangolare è di 92 m². Per la galleria Sud è stata prevista la realizzazione di un cunicolo pilota (lunghezza 600 m, diametro 3,80 m), 2 finestre (lunghezza 78 m e 85,5 m), un camino di ventilazione alto 62 m ed un pozzo, da utilizzarsi come via di fuga. Per la galleria Nord sono invece previsti un camino di ventilazione alto 15 m ed una via di fuga, direttamente all'aperto.

La geologia consiste in materiali sciolti su tutto il tracciato, tranne alcuni brevi tratti in ammasso roccioso. Sui 4 fronti di scavo, l'avanzamento sarà a piena sezione con mezzi meccanici o con esplo-



Lotto 2 - Collegamento stradale Trento Nord-Rocchetta, tratto Lavis-Zambana Vecchia lungo circa 2,6 km con tre ponti sul fiume Adige, sul fiume Noce e sulla Fossa Maestra;

Lotto 3 - Collegamento stradale Trento Nord-Rocchetta, tratto Zambana Vecchia-Svincolo sulla SS 43 per Fai della Paganella. L'opera è oggi praticamente terminata nella sua globalità.

Tratto Zambana Vecchia-Svincolo sulla SS 43 per Fai della Paganella

L'appalto del lotto 3 era stato aggiudicato nel 2006 all'ATI composta dalla mandataria Collini e dalla mandante Cossi Costruzioni, che aveva redatto il progetto esecutivo. L'importo complessivo del progetto aggiornato è di circa 126 milioni di euro, di cui 89,5 milioni per i lavori. L'importo dei lavori di scavo e del rivestimento di prima fase ammonta a 23,44 milioni di euro.

Il tratto di 8,8 km mette in collegamento la nuova rotatoria, in prossimità del Ponte Zambana Vecchia del lotto 2, con la SS 43 della Val di Non, all'altezza dello svincolo per la SP 64 di Fai della Paganella, bypassando l'abitato di Mezzolombardo con una serie di opere, tra cui la galleria Rupe Rocchetta sotto il Monte Corno è la più importante.

Il lotto 3, per i primi 3.400 metri, segue l'argine sinistro del fiume Noce, quindi inizia la grande curva che, attraverso il ponte Ululone, permette il superamento del fiume Noce in corrispondenza del Biotopo "La Rupe" e porta poi all'imbocco Sud della nuova galleria naturale, in corrispondenza del quale la strada diventa a quattro corsie, due per senso di marcia. All'inizio di tale curva si distaccano le piste di svincolo per la zona industriale di Mezzolombardo. L'imbocco Sud della galleria si trova ai mar-



gini della zona industriale, mentre l'imbocco lato Nord è in vicinanza dell'incrocio della SP 63 di Fai della Paganella con la SS 43 della Val di Non.

All'uscita Nord della galleria, la strada torna a due corsie e va a collegarsi direttamente con la SS 43 della Val di Non. Ai lati di tale tratto è stato ricavato uno svincolo a servizio delle correnti veicolari dirette e provenienti dalla zona nord di Mezzolombardo e dall'Altopiano della Paganella.

Geologia

A Marzo 2001, l'ATI composta da Gioi Costruzioni e De.Mo.Ter, su progetto dello Studio Geoingegneria, aveva realizzato un foro pilota per le indagini geologiche utilizzando una TBM Wirth. La geologia lungo il tracciato della galleria Rupe Rocchetta è composta da dolomie Ladine per i primi 500 m, da argille per 400 m, da dolomie di Raibl per 350 m ed infine dalle dolomie principali per 2.460 m.

Galleria Rupe Rocchetta

La galleria Rupe Rocchetta è a doppio fornice a traffico unidirezionale e sopporterà un carico di oltre 20 mila veicoli al giorno. Lo scavo, a sezione piena, è stato avviato su due fronti, nord e sud.

I lavori ai due imbocchi lato Trento, ove il materiale era fortemente degradato, sono stati di competenza Collini, mentre quelli ai due imbocchi opposti sono stati eseguiti da Cossi. Quando il progetto fu modificato prevedendo la seconda canna, si

decise di utilizzare la perforazione del tunnel esplorativo, che avrebbe dovuto fungere da galleria di emergenza, come canna Sud.

La lunghezza della canna Nord (in direzione della SS 43) è di 3.633 m in naturale più 71,90 m in artificiale (59,60 m imbocco sud e 12,30 imbocco nord), mentre la canna Sud (in direzione Trento) presenta una lunghezza complessiva di 3.655

m in naturale, più 72 m in artificiale (49,60 m imbocco sud e 22,40 imbocco nord). In entrambe le canne la pendenza massima è del 1,63%.

Le due canne sono

collegate da tre by-pass carrabili e 11 pedonali, con funzione di vie di fuga in caso di necessità. I by-pass pedonali sono interdistanziati di 250 m, quelli carrabili di 1.000 m. Ogni 600 m sono state realizzate le piazzole di emergenza, 10 per ogni senso di marcia. La larghezza della piattaforma stradale in galleria unidirezionale è pari a 8 m. Il diametro di scavo libero è di 11 m.

Servizi offerti da Robodrill e produzioni di scavo ottenute

Robodrill ha fornito nel cantiere di Cossi n° 2 jumbi robotizzati della classe Robofore a 3 braccia. Il servizio ha anche compreso l'addestramento continuo di 2 operatori jumbisti, la presenza di un meccanico fisso in cantiere e la supervisione del cantiere 24 h al giorno, 7 giorni alla settimana. Robodrill si è anche occupata di gestire l'intera ricambistica e l'approvvigionamento del materiale di perforazione per l'intero progetto. Sono stati scavati ca. 2 x 2,4 km di galleria in 10 mesi, comprensivi di by pass e cameroni, con una media di ca. 400-500 m di galleria scavata al mese, produzione che sono assimilabili allo scavo di una TBM molto performante (soprattutto pensando alla sezione di scavo di quasi 100 m²). Veramente un successo! ■

