



La linea ferroviaria Trento - Marileva, infrastruttura strategica per il trasporto trentino, collega la Val di Sole e Trento e il suo servizio può essere interrotto solamente in casi eccezionali. La linea ferroviaria originaria, che risale all'inizio del Novecento, è stata nel tempo modificata, per essere resa adeguata alle esigenze di un trasporto in continua evoluzione. Allo stato attuale la linea raggiunge Marileva e, prossimamente, approderà a Mezzana. La manutenzione delle opere, del resto, è una delle attività irrinunciabili per riuscire a garantire, minimizzando le interruzioni, le caratteristiche indispensabili per mantenere l'esercizio stesso. La galleria Vergondola, della linea ferroviaria Trento - Mezzana, ha beneficiato, nel corso del tempo, di interventi di ripristino e adeguamento. Nel 2014, Trentino Trasporti ha eseguito un'analisi approfondita sullo stato dei calcestruzzi del rivestimento della galleria, ma anche sulle caratteristiche geologico geo-

meccaniche dell'ammasso roccioso, degli spessori del rivestimento, della geometria del cavo, ecc.

Dalla "banca dati" della galleria Vergondola sono stati individuati quattro brevi tratti che presentano criticità che vanno dal pericolo di distacco di calcestruzzo dalla volta al rivestimento irregolare, dagli spessori variabili e molto inferiori alla sezione di progetto sino alla sovrapposizione di calcestruzzi di varie epoche e con caratteristiche meccaniche differenti.

Oggi, Trentino Trasporti è il committente che ha assegnato all'azienda Unirock, di Bolzano, l'appalto per il ripristino statico lungo la galleria Vergondola della linea ferroviaria Trento - Mezzana. I lavori, condotti dall'impresa 4streets, di Trento, consistono nella demolizione superficiale di parte del rivestimento della calotta e nel rivestimento in calcestruzzo spruzzato fibrorinforzato, armato con reti in fibra di carbonio da porre in opere contestualmente alla

IN SCENA DINOCTTE

In un cantiere “aperto” solo di notte, dalle 21,30 alle 4,30, lavora un robot da demolizione, specchio dell’ingegno progettuale di Brokk, per i lavori di scarifica

Testi di Fabrizio Parati

realizzazione di tiranti in barre d'acciaio con schema a ragiera. I lavori nella galleria Vergondola hanno tre indiscussi protagonisti che rendono singolare, per più aspetti, l'intervento condotto con perizia dalla 4streets: i tempi di lavoro congruenti, gli spazi di lavoro contenuti e il robot da demolizione Brokk 200 con testa fresante Erkat ERC50.

Le tipicità del cantiere

La galleria è lunga 2 km e 671 m. Ci sono quattro tratti non contigui dove è stato richiesto l'intervento della 4streets, per l'opera di fresatura della volta. Fresatura, eseguita con spessori differenti a seconda della zona di intervento, per la rimozione dello stato corticale ammalorato del rivestimento presente. L'apporto del Brokk 200 con testa fresante Erkat ERC50 è stato orientato alla scarifica superficiale, per spessori sino a 18 cm.

Trattandosi di una galleria ferroviaria che, durante l'esecu-

zione dei lavori, rimane in esercizio, si hanno dei tempi di intervento molto limitati. Non si può lavorare per più di cinque ore consecutive per notte. Dalle 21,30 alle 4,30, e solo in quella precisa fascia oraria, gli uomini della 4streets possono accedere alla galleria. Ma, al termine di ogni sessione notturna di lavoro, si ha la necessità di riportare l'area di cantiere alle condizioni ideali per poter permettere l'ordinario servizio di circolazione ferroviaria. Una parte delle sette ore di accesso notturno al cantiere è dedicata, pertanto, alla pulizia dell'area di lavoro e al trasporto all'interno e, poi, all'esterno della galleria delle macchine (il trasporto è stato organizzando impiegando un treno composto di un locomotore e di tre pianali).

Il Brokk e la testa fresante

Quanto al Brokk 200: il robot da demolizione è stato impiegato - come già ricordato - per la scarifica superficiale,

SEZIONE TIPO Geometria tirantatura

SCALA 1:50

Trave in ferro d'azione c=5 spessore 800 mm L=4,5 m per 200 mm con passo 200/200 mm

Armatura in filo di carbonio

Dettaglio T.E. SCALA 1:20

SCHEMA PLANIMETRICO Geometria tirantatura SCALA 1:100

Legenda interventi:
 - NUCLEO ESISTENTE
 - INTERVENTO
 - LINEA DI CALATA

PLANIMETRIA

Area di intervento SCALA 1:200

Spessore calotta esistente	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm
Spessore rete in acciaio	10 cm	15 cm	15 cm	15 cm
Spessore rete in ferro	15 cm	15 cm	20 cm	25 cm
Rivestimento in gesso	45 cm	45 cm	45 cm	45 cm

* Oltre alle quantità di demolizione presenti in tabella, è prevista la demolizione, a livello perimetrale, dell'intonaco superficiale esistente con uno spessore di circa 5 cm.

M/SCALA 1:200
M/SCALA 1:500
M/SCALA 1:1000
M/SCALA 1:2000

Sezione tipo su calotta con Sp = 40 cm

Sezione tipo su calotta con Sp = 50 cm

Sezione tipo su calotta con Sp = 60 cm

Sezione tipo su calotta con Sp = 70 cm

SEQUENZA ESECUTIVA DELLE FASI DI CONSOLIDAMENTO:

- Stato di fatto della calotta a spessore variabile.
- Distribuzione di 1/4 dello spessore del rivestimento esistente.
- Applicazione 1° armatura in filo di carbonio.
- 1° rivestimento in baronico profilato con spessore = 5 cm.
- Perforazione per tirantatura in barra d'acciaio.
- Ancorazione 2° armatura in filo di carbonio.
- Assorbimento barra in acciaio a reazione.
- 2° rivestimento in baronico profilato fino al raggiungimento di uno spessore totale pari a 5 cm in più del rivestimento esistente.

TRENTINO TRASPORTI S.p.A
Via Innsbruck 05 - 38121 - TRENTO

Progetto esecutivo:
Linea ferroviaria Trento - Marilleva
GALLERIA VERGONDOLA

Intervento di ripristino statico alla prog. rel.:

- dal m 1252 al m 1275
- dal m 1345 al m 1350
- dal m 1360 al m 1365
- dal m 2223 al m 2230

Interventi di ripristino statico della calotta

Aut.:	02/04/2018	Tav. n.:	3.0
Aut.:	02/04/2018	Aut.:	

Dr. Ing. ADRIANO FRAGIACOMO
Via Sarnesi Str. 18 - 38100 BOLZANO/ROVERETO



TRENTINO TRASPORTI S.p.A
Via Innsbruck 05 - 38121 - TRENTO

IL PROGETTO

Trentino Trasporti ha assegnato all'azienda Unirock, di Bolzano, l'appalto per l'esecuzione dei lavori di ripristino statico lungo la galleria Vergondola della linea ferroviaria Trento - Mezzana. I lavori sono condotti dall'impresa 4streets, che si serve del robot da demolizione Brokk 200. Nella tavola in alto, le fasi degli interventi. A lato, area di progetto.



Struttura aziendale

Il Gruppo Brokk è tra i principali produttori al mondo di attrezzature per demolizioni specializzate, di apparecchiature elettriche a prova di radiazioni e di attrezzature per la manutenzione dei forni.

Le aziende del Gruppo:

- Brokk, che produce macchine da demolizione radio comandate chiamate "robot da demolizione";
- Brokk Bricking Solutions: produttore di attrezzature specializzate per la manutenzione dei forni;

- Darda: tra i principali produttori di pinze compatte per la demolizione di cemento, attrezzatura per il taglio del metallo, nonché di spacca rocce idraulici;
- Ahlberg Camera Systems: produttore di sistemi di telecamere e sistemi di illuminazione specializzati a prova di radiazioni;
- Aquajet Systems: produttore di robot e attrezzature per l'idro-demolizione.

Il gruppo Brokk ha dodici filiali nel mondo. Tra queste, Brokk Italia, con sede a Como.

ed è stato allestito con una testa fresante Erkat ERC50, che ha la capacità di ruotare sull'asse longitudinale del braccio in modo da potersi adattare alla perfezione al paramento.

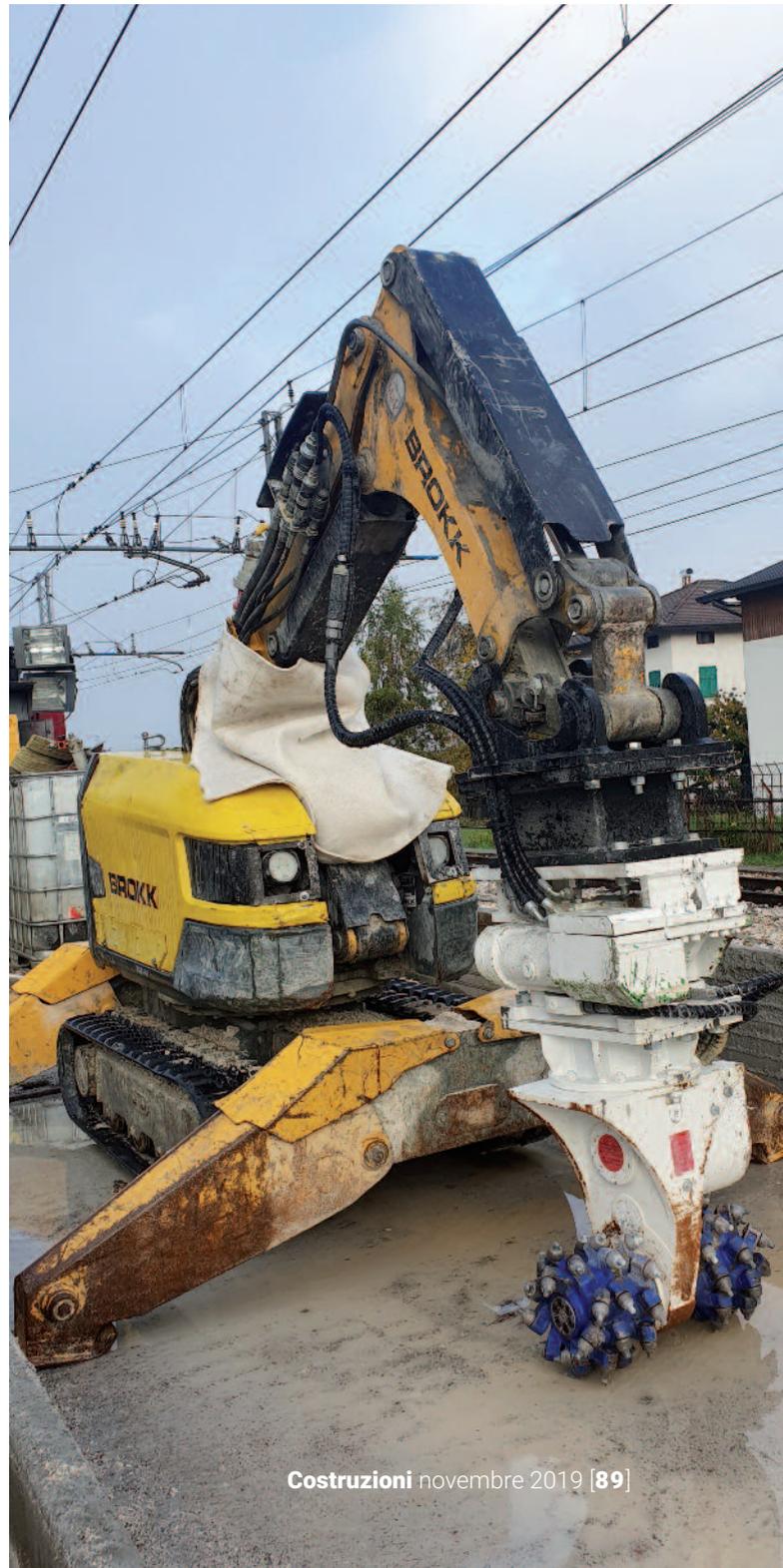
Questa condizione operativa è in grado di dare un grande aumento della produttività, ma, soprattutto, permette, senza tante movimentazioni della macchina, di poter affrontare il paramento perpendicolarmente, cioè senza sollecitazioni trasversali che andrebbero ad aumentare l'usura della catena cinematica della macchina.

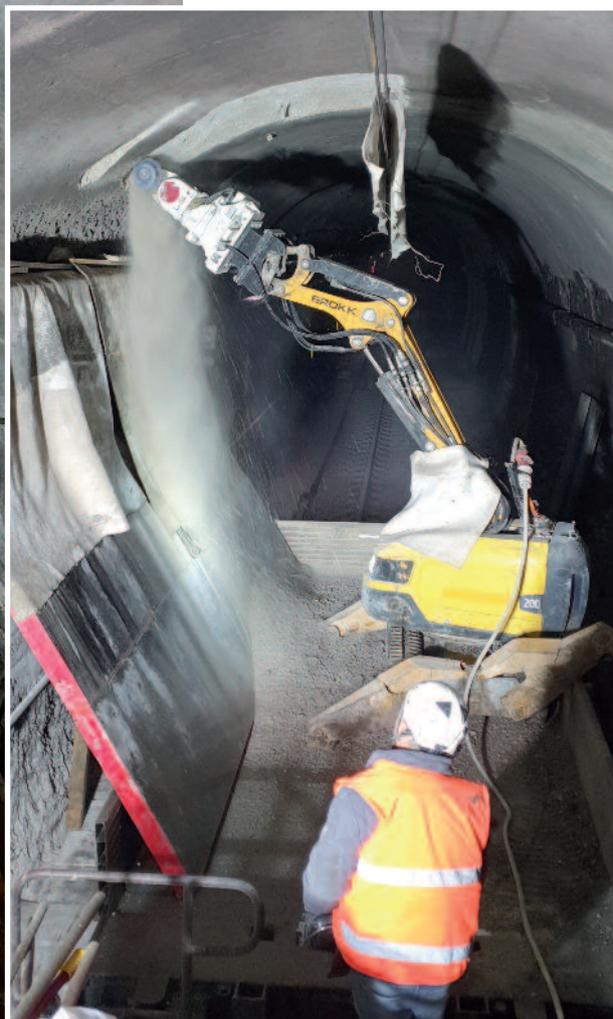
Nella cornice operativa del cantiere ci sono, inoltre, anche problemi di spazio e di "pulizia". La galleria Vergondola è molto piccola. In questo ambito di lavoro, l'impiego di qualsiasi macchina di dimensioni maggiori del Brokk sarebbe stato complicato, se non impossibile, anche perché le aree di intervento sono raggiungibili solo servendosi di un carro ferroviario. Le difficoltà prodotte dalla scarsità di spazio operativo sono state superate con l'adozione del Brokk 200, che presenta un ingombro ridotto in relazione ai valori di potenza e portata di cui è capace: pur avendo un formato da 2,4 t, ha la potenza di demolizione di un escavatore tradizionale da 80 quintali circa. Il robot Brokk si muove, pertanto, molto agilmente in spazi ridotti, ed è ancor più facilitato nei movimenti perché non ha l'ingombro della cabina dell'operatore. È la macchina ideale per i bypass delle gallerie ferroviarie o anche nelle gallerie di tipo idraulico. Le dimensioni: la larghezza minima è di 780 mm, mentre l'altezza minima è di 1.351 mm.

Per affrontare e risolvere i problemi di pulizia, la 4streets ha pensato di disporre, sul pianale ferroviario, un cassone. All'interno del cassone è stato alloggiato il Brokk, con dei pannelli laterali adagiati nei paramenti della galleria per evitare che il materiale fresato cadesse direttamente sul ballast. Diventa in tal modo facile, di conseguenza, raccogliere il materiale e fare in modo che esso non vada ad inquinare il sostrato. Per scrupolo supplementare, sono stati adagiati sia a terra sia sulla linea elettrica dei teli di tessuto non

IL ROBOT DA DEMOLIZIONE DELLA BROKK

Il robot da demolizione Brokk 200, qui allestito con la testa fresante Erkat ERC50. La macchina, in versione completa e operativa, pesa circa 24 quintali.





IL BROKK 200 AL LAVORO

Il robot da demolizione Brokk 200 impiegato nel cantiere della galleria Vergondola, sulla linea ferroviaria Trento Marileva. La macchina, impiegata dalla 4streets, è stata alloggiata (foto a lato) all'interno di un cassone, con dei pannelli laterali adagiati nei paramenti della galleria per evitare che il materiale fresato possa cadere sul ballast.

tessuto, per scongiurare la possibilità di contaminazioni o danneggiamenti.

Il robot da demolizione è radicomandato: in tal modo, la posizione di lavoro che l'operatore può assumere è a debita distanza dalla macchina (la portata del radiocomando arriva fino a circa 300 m di distanza): il materiale fresato non arriva, per ciò, a infastidire l'azione dell'operatore. Costruito per durare in condizioni difficili e in presenza di alte temperature, il robot Brokk 200 è stato progettato per svolgere gli interventi di manutenzione secondo parametri di rapidità e semplicità. Le macchine Brokk, più in ge-

Giovane e competente

La "4Streets, di Bolzano, è una giovane società costituita, nella primavera del 2016, da quattro imprenditori che possono vantare le competenze acquisite negli anni dirigendo cantieri, in Italia e all'estero, alle dipendenze di grandi aziende nel settore delle infrastrutture.

Già in questi primi anni di vita, la società è riuscita a operare nel mercato delle costruzioni in Italia e all'estero. L'azienda oggi riesce a rispondere con pun-

tualità alle esigenze del mercato pubblico e privato con un'offerta diversificata di attività sia per la realizzazione di opere del sottosuolo sia per opere in superficie. In particolare in questi anni l'azienda si è specializzata nella realizzazione di gallerie ed opere del sottosuolo in genere. Tutto questo ha consentito un'importante espansione che ha portato l'azienda ad essere presente nella realizzazione di infrastrutture di rilevanza nazionale e internazionale, e a poter collaborare continuamente con importanti gruppi del settore.



AREE DI LAVORO "PULITE" Per mantenere pulite le aree di lavoro in galleria, la 4streets ha disposto, sul pianale ferroviario, un cassone al cui interno è stato alloggiato il robot Brokk 200. Dei pannelli laterali adagiati nei paramenti della galleria evitano che il materiale fresato possa cadere direttamente sul ballast.

IL TRASPORTO IN GALLERIA
Parte delle quattro ore di lavoro notturno sono dedicate alla pulizia dell'area di cantiere e al trasporto dei macchinari all'interno e all'esterno della galleria.



nerale, hanno la vocazione di poter essere destinate a operare nei settori delle costruzioni, della metallurgia, del nucleare o sotterraneo -, e offrono la stessa potenza di demolizione di uno escavatore da due o tre volte più grande. Il robot Brokk più piccolo, da 500 kg, è tra i più piccoli robot del suo genere al mondo. completa spesso il lavoro in

modo più rapido degli attrezzi manuali. E, in tutti i modelli di robot da perforazione Brook, le ragguardevoli capacità qui indicate sono contenute in un corpo macchina compatto. La gamma Brook comprende dieci modelli: dal Brokk 70 sino all'800 P. Accanto ad essa c'è la gamma Brokk EX, con sette modelli.