

# L'ELETTRODOTTO DI COLLEGAMENTO TRA SICILIA E CALABRIA

**L'ESECUZIONE DI OPERE IN SOTTERRANEO CON TECNOLOGIE INNOVATIVE FIRMATE CIPA SPA**

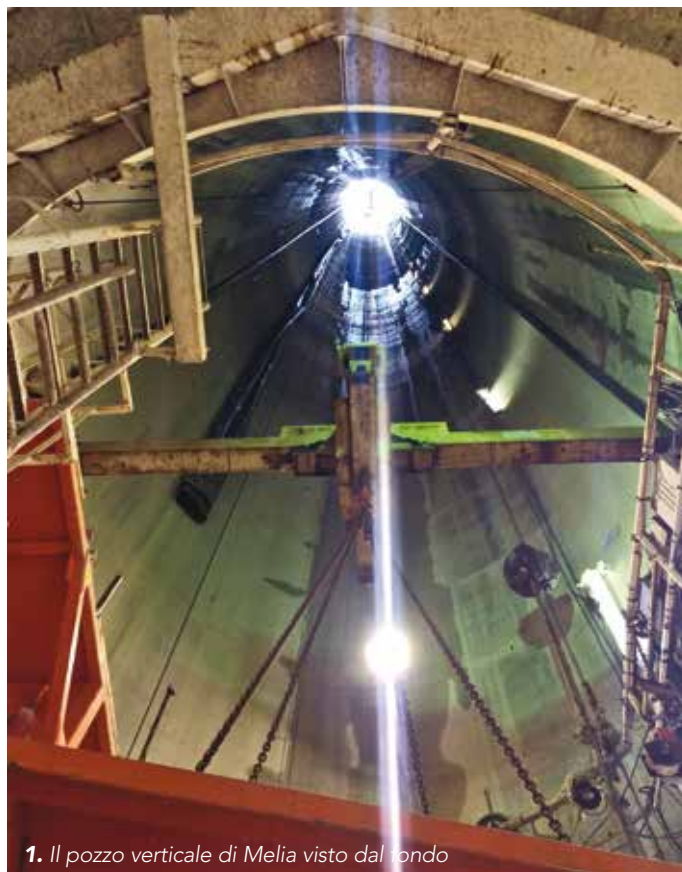
Il nuovo elettrodotto di Terna SpA a 380 kV, collegamento tra la Sicilia e la Calabria, è stato realizzato all'interno di una galleria inclinata al 12% avente lunghezza pari a 2,8 km che termina in un pozzo verticale di circa 300 m di profondità e 7 di diametro.

La pendenza della galleria, le dimensioni e profondità del pozzo e la complessa geologia hanno richiesto l'impiego di tecnologie innovative.

Lo scavo della galleria è stato eseguito con una TBM di proprietà della Cipa SpA della tipologia DSU e del diametro di 4,1 m in grado di affrontare condizioni geologiche complesse quali quelle previste lungo la galleria. Per i trasporti di materiali, conci e persone, in galleria è stato utilizzato uno speciale mezzo gommato costruito ad hoc per il lavoro.

I conci prefabbricati in c.a. sono dotati di un innovativo sistema di guarnizioni di tenuta, integrate nel concio già in fase di getto del calcestruzzo e quindi non incollate. Tale guarnizione è realizzata in EPDM.

L'utilizzo delle guarnizioni integrate è stato un passo importante nella realizzazione di gallerie meccanizzate; l'uso della stessa ha garantito la perfetta adesione concio-guarnizione, migliorando notevolmente la qualità del prodotto ed eliminando i tempi successivi di incollaggio della guarnizione al concio già maturato. Per tecniche costruttive, dimensioni e profondità, il pozzo verticale a foro cieco è stata un'opera di estremo interesse progettuale, geologico e costruttivo, costituendo un fiore all'occhiello per le Imprese di costruzioni italiane che operano prevalentemente nel campo degli scavi nel sottosuolo.



1. Il pozzo verticale di Melia visto dal fondo

## CARATTERISTICHE DELLE OPERE PRINCIPALI

La galleria sub-orizzontale ha attraversato, per la quasi totalità della sua lunghezza, il basamento cristallino-metamorfico dell'Arco Calabro.

La lunghezza globale della stessa è 2.850 m, la pendenza variabile dallo 0,4% al 12%.

I primi 100 m della galleria sono stati scavati in tradizionale per permettere il superamento delle due infrastrutture presenti (SS.18 e linea ferroviaria RC-BT).

Dopo i primi 100 m realizzati secondo il metodo "tradizionale", la galleria è stata scavata per tutta la sua lunghezza attraverso l'utilizzo di una TBM DSU di diametro esterno 4,1 m, che ha garantito elevate prestazioni di scavo, riducendo le difficoltà operative dipendenti dall'estrema variabilità della roccia attraversata.

Lo scavo della galleria meccanizzata è avvenuto in continuo attraverso l'utilizzo di un nastro mobile che ha permesso il costante avanzamento della TBM e il contemporaneo trasporto fuori del materiale fresato.

Da un punto di vista strutturale, la variabilità dell'ammasso roccioso, l'estremo grado di fratturazione della roccia attraversata e la presenza di faglie diffuse hanno creato una difficoltà oggettiva nel progettare un concio che fosse "strutturalmente efficace", non troppo armato nelle zone in cui la "qualità geomeccanica" della rocce era discreta e "adeguatamente armato" nelle zone a bassa resistenza geomeccanica e nelle zone di faglia.



2. La fase di traslazione al fronte della TBM



3. Il nastro per lo smarino del materiale

Si è quindi proceduto a relazionare "qualità geomeccanica" della roccia e "resistenza strutturale" del concio in c.a., progettando quest'ultimo in funzione della prima e creando una correlazione operativa fra parametri geomeccanici rilevati in situ e tipologia di concio installato, realizzando una doppia tipologia di conci identificati come "Leggeri" e "Pesanti".

Secondo aspetto analizzato è stato quello che interessa l'assetto idrogeologico dell'ammasso attraversato.

I sondaggi hanno mostrato una estrema variabilità dell'ammasso e anche in fase di scavo si è riscontrata una estrema variabilità dello stato di fratturazione della roccia a cui si è accompagnato un complesso modello idrogeologico del sottosuolo.

Al fine di migliorare la qualità generale dell'opera si è decisi di puntare sull'innovazione delle tecnologie in uso e dei materiali impiegati. Le scelte sono ricadute sull'impiego di una miscela bi-componente a riempimento dello spazio anulare fra intradosso concio e profilo del terreno scavato e su un sistema di guarnizioni integrate nel concio già in fase di getto.

Per il lavoro di Scilla, la scelta progettuale è ricaduta su una miscela bi-componente studiata in laboratorio e impiegata per sostituire il classico intasamento con pea gravel e miscela cementizia di seconda fase.

La miscela è frutto di test di laboratorio e anni di esperienza che hanno verificato la bontà del prodotto.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, nella galleria meccanizzata di Favazzina si è scelto di utilizzare una guarnizione integrata nel calcestruzzo, inserita nel cassero prima del getto del concio. La guarnizione è ancorata ai conci prefabbricati e ciò offre notevoli vantaggi tecnico-economici.

Da una parte riduce il Personale e il tempo di montaggio della stessa eliminando l'uso della colla, con chiari vantaggi procedurali e ambientali, dall'altra il sistema di aggancio nel cassero è semplice ed assicura il mantenimento in posizione della guarnizione durante le lavorazioni senza creare problemi allo "scasseramento" e garantendo la non infiltrazione di malta. A Scilla, la guarnizione integrata è stata applicata per la prima volta in Italia con ampia soddisfazione del cantiere e del committente.

## POZZO VERTICALE

L'opera nel suo complesso riveste grande interesse da un punto di vista ingegneristico, soprattutto per le caratteristiche geometriche. Diametro e profondità di scavo, rispettivamente 7 e 300 m, hanno richiesto investimenti in termini ingegneristici e di attrezzature che hanno dato all'opera carattere di "eccezionalità", considerando anche le difficoltà operative e le incognite geologiche che si sono riscontrate sul campo.

La tecnica di scavo è quella tradizionale dall'alto verso il basso con sfondi massimi pari a circa 2,00 m, per consentire l'immediata posa in opera del pre-rivestimento e del sistema di drenaggio.

Di notevole interesse in questo caso sono stati i mezzi impiegati e costruiti ad hoc per il lavoro.

In questi termini vanno sicuramente menzionati il carro ponte in testa al pozzo e il jumbo che è servito alle perforazioni di drenaggio e per la realizzazione dei fori delle volate con esplosivo.

Il carro ponte ha avuto la funzione di movimentazione delle attrezzature da utilizzare per l'esecuzione dello scavo, dei materiali impiegati nelle varie fasi lavorative e della piattaforma metallica di





4. La piattaforma di lavoro durante la fase di scavo del pozzo verticale Melia



5. Il pozzo verticale di Melia



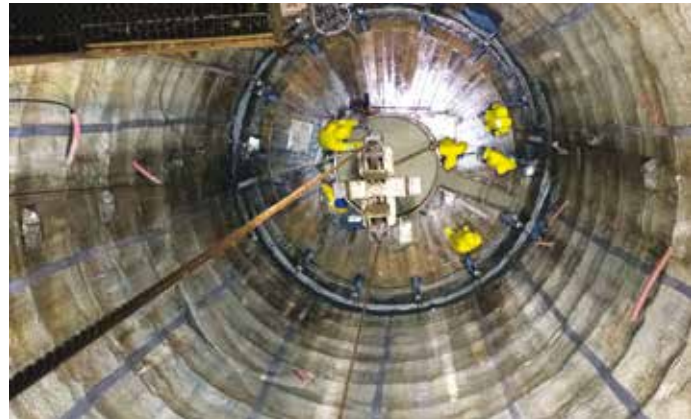
6. Il carroponete a supporto delle varie fasi lavorative nel pozzo verticale di Melia



7. Il jumbo nella fase di perforazione per il caricamento e il brillamento volata nel pozzo verticale di Melia

servizio, oltre naturalmente dello smarino del materiale scavato fino alla profondità finale dei 300 m. Ulteriore mezzo pensato e realizzato ad hoc è il jumbo perforatore con il quale sono stati realizzati i fori per la captazione delle acque di drenaggio e i fori di preparazione della volata con esplosivo. Il rivestimento definitivo è stato realizzato in calcestruzzo fibrorinforzato eseguito in risalita a partire dal fondo attraverso l'utilizzo di un cassero "auto-sciolvante".

Il cassero autosciolvante ha permesso un getto uniforme e costante evitando giunti a freddo e migliorando la qualità totale del rivestimento sia in termini strutturali che di tenuta idraulica.



8. La fase di getto del rivestimento definitivo



9. La fase di getto del rivestimento definitivo

## CONCLUSIONI

L'opera descritta nel presente articolo riveste un'importanza strategica fondamentale nel campo della distribuzione energetica del panorama nazionale.

L'opera finale ha permesso il collegamento fra la terra ferma e la Sicilia, garantendo la giusta connessione fra le produzioni e le richieste di fabbisogno energetico Sicilia-continente. Per quanto riguarda invece l'aspetto tecnico, la stessa racchiude una serie di opere e di innovazioni tecnologiche di grande interesse.

Per tecniche costruttive, dimensioni e profondità il pozzo verticale a foro cieco è un'opera di estremo interesse da un punto di vista progettuale, geologico e costruttivo in quanto di fatto ha affrontato una serie di problematiche comuni ma rapportandole a dimensioni non convenzionali. Anche la galleria meccanizzata, seppure molto più comune per dimensioni, ha permesso comunque di sviluppare sistemi e materiali innovativi.

Nel complesso, l'opera ha richiesto tecnologie e risorse importanti e il risultato finale è comunque un prodotto di altissima ingegneria e costruzione italiana. ■

<sup>(1)</sup> Architetto, Direttore Tecnico di Cipa SpA

<sup>(2)</sup> Ingegnere, Project Manager di Cipa SpA

## DATI TECNICI

**Stazione Appaltante:** Terna SpA

**Contraente Generale:** Cipa SpA

**Project Manager:** Ing. Pasquale Petrocelli

**Direzione di Cantiere:** Geom. Amedeo Savarese

**Esecutori dei Lavori:** Cipa SpA