

TÚNEL ENTRE FRANCIA E ITALIA*

Los caminos y túneles transalpinos entre Francia e Italia alcanzarán su máxima capacidad en 2015. Una nueva conexión ferroviaria de alta velocidad entre Lyon y Turín reducirá el tiempo de viaje, aumentará el volumen de mercancías transportadas y reducirá la contaminación.

En las tres últimas décadas el transporte carretero de mercancías en la región alpina ha aumentado sustancialmente, caracterizándose por la saturación, la ineficiencia y la contaminación.

Ante esta situación, Italia y Francia acordaron transferir una gran cantidad de dicho transporte al ferrocarril, para lo cual se propuso una nueva conexión ferroviaria de alta velocidad entre Lyon y Turín, que aumentará de 10 millones de ton a 30 o 40 millones de ton el monto de las mercancías transportadas. La conexión tendrá un costo aproximado de 15 mil millones de Euros, y estará terminada en 2015.

Los beneficios adicionales de esta conexión serán las reducciones de 327 ton/diarias de emisiones tóxicas, y de los tiempos de viaje entre Lyon y Turín que de más de cuatro horas bajará a 1hr/45 min, y de Milán y París disminuirá de siete a cuatro horas.

COLABORACIÓN FRANCO ITALIANA

El proyecto, que consta de tres grandes secciones, la francesa, la franco-italiana y la italiana, en su línea Lyon-Turín conectará dos áreas económicamente estratégicas: el norte de Italia y el Valle del Rin, en Francia.

En la etapa inicial de la sección franco-italiana se construirán los túneles de acceso y galerías en cuatro puntos: Modane, Saint-Martin-la-Porte, La Praz y Venaus.

Los túneles de acceso subterráneos que penetrarán por el costado de la cordillera alpina servirán para dar acceso al nivel del futuro túnel principal, que medirá 53.1 km. Cuando el túnel base esté en servicio, los de acceso servirán como ventilación, y para la entrada de los equipos de mantenimiento y rescate. Al fondo de estos túneles se excavan galerías de exploración horizontales, perpendiculares a los túneles de acceso y a la base para obtener información geológica y determinar así los métodos de excavación más apropiados para el túnel principal.

El trabajo de excavación de los túneles de acceso comenzó en Saint-Martin-la-Porte en el Valle de Maurienne en Saboya, en mayo de 2003, a una altitud de 700 metros.

TÚNELES EN ROCA DURA
A los 108 m en el interior del túnel la perforación completa de frente se inició en octubre del 2003 con

Cómo actúa el concreto lanzado en el soporte de rocas

Una de las ventajas del concreto lanzado como método de soporte de túneles es su extrema flexibilidad, que le permite actuar como un recubrimiento final y adaptarse a los diferentes tipos de rocas. Además, por sus diversas propiedades, tanto estructurales como físicas, se puede aplicar en grandes cantidades disminuyendo las demoras en el avance e incrementando la seguridad, con un costo mucho menor que otros sistemas de soporte.

Cuando se aplica el concreto lanzado contra la superficie de la roca a altas velocidades primero debemos llenar grietas, fallas y fisuras; y después aplicar una capa uniforme al resto de la superficie, incluyendo las zonas previamente lanzadas. Con ello, se unen partículas parcialmente soportadas y se previenen deterioros futuros.

La primera capa que colocamos está constituida por la pasta de cemento (cemento agua) y agregados finos menores a 0.020 mm, la cual es transportada por el agregado grueso, que se encuentra inicialmente cubierto por éstos. Durante la construcción de esta primera etapa, el agregado grueso rebota casi en su totalidad, pero deposita en la superficie de la roca el material más fino, el cual se introduce y rellena fisuras, grietas y juntas en el contorno de la roca; y se compacta por primeros impactos subsecuentes teniendo un efecto de pegado una vez endurecido en el concreto. Así se obtiene un efecto de cuña, similar al mortero que empleamos para pegar ladrillos en una construcción tradicional.

Una vez colocada esta primera capa de material fino, permite a las partículas mayores incorporarse e incrementar el espesor que se está colocando, disminuyendo el rebote del material grueso y compactándose con las proyecciones sucesivas.

La capa de concreto lanzado se adhiere a la superficie con una resistencia mínima de 1Mpa, la adhesión es inferior en rocas limpias y rugosas que sobre superficies lisas como metal o plástico. En las rocas que presentan cierta intemperización, superficies arcillosas o lodosas es posible obtener una adhesión muy pobre o nula. Cuanto más rugosa, sólida y limpia sea la superficie de aplicación, mayor será también la adherencia del concreto lanzado.

un Rocket Boomer XL3C computarizado de tres brazos, equipado con acero de perforación Secoroc estándar T38-Hex-R32. Cada pauta

de perforación comprende 120 hoyos, los que representan una longitud total perforada de 660 m. Cada barreno tiene un diámetro de 48 mm y 5.5 m de longitud.

En el corte hay dos penetraciones largas de 127 mm de diámetro, perforadas a una profundidad apenas mayor que aseguran el arranque máximo. Cada ciclo se perfora en tres a 3.5 horas, incluidas las preparaciones. Diariamente se realizan dos voladuras, lo que permite un avance promedio al día de 10 m. En todo el proyecto se usan pernos Swallex Mn12 (manganeso) para soporte inmediato de roca. Detrás del frente es innecesario instalar pernos inyectados de resina. Para estas operaciones se usan dos Boltec 435H, empleados antes por Razel para un túnel en Marsella.



La superficie de la roca se puede limpiar, previa a la aplicación del concreto, usando la boquilla para lanzar agua y aire comprimido, eliminando las partículas sueltas, el polvo o el lodo, entre otros.

La adhesión del concreto a la roca pudiera no lograrse por la presencia de agua en la superficie, la cual debe ser canalizada o drenada, antes de aplicar el concreto lanzado.

El concreto lanzado, además del efecto de cuña ofrece varios más en la estabilización de obras subterráneas como:

- Resistencia al corte, lo que significa que un bloque de roca únicamente puede caer cuando los esfuerzos de corte a través de la capa exceden los que resiste el concreto lanzado.
- Proporciona un soporte continuo sobre todo el perímetro excavado.
- Crea un efecto de arco al aplicarlo en toda la superficie del túnel, en ocasiones actúan sólo en pequeños arcos locales.
- Protege a la superficie de la roca del intemperismo y de los cambios de temperatura y humedad.
- El soporte de bloques individuales de roca mantiene las partículas pequeñas en su lugar evita que caigan las rocas más grandes y crea una estabilidad al momento de su aplicación.
- Sujeta bloques individuales bajo la acción de su resistencia a la tensión, cortante y a la flexión; sobre todo en áreas en que el concreto une fracturas, las cuales son planos de falla por donde la roca tiende a deslizarse y caer.
- El concreto lanzado transmite los esfuerzos de las zonas débiles a las rocas sanas, redistribuyendo los esfuerzos actuantes y creando un anillo estructural.
- Efectos simultáneos y combinados de los mecanismos mencionados anteriormente.
- En algunas situaciones, el concreto lanzado no es suficiente para lograr la estabilidad, por lo que debe de complementarse con un adecuado sistema de anclaje y drenaje.

Fuente: Información IMCYC



El Rocket Boomer XL3 C está equipado con perforadoras COP-1838. La mayor parte de la perforación está hecha con cinco pautas diferentes memorizadas, diseñadas por los supervisores en el programa Tunnel Manager Lite, y transferidas a las computadoras de los equipos de perforación con una tarjeta PC. El Advanced Boom Controls (ABC) presenta una pauta de perforación en la pantalla de cabina, y el equipo se alinea con el láser del túnel.

Inicialmente, los perforistas usaron el ABC Regular, con automatización de nivel medio, para posicionamiento y perforación. Cuatro semanas después, en la sección 187, cuando los perforistas se familiarizaron con el sistema, comenzaron a usar el ABC Total, el nivel de automatización más alto, incluida la planificación de la secuencia de la perforación, control de colisión de brazos y perforación automatizada por completo. Este sistema permite mover los brazos derecho e izquierdo durante la perforación hacia el centro del frente en el intervalo entre la voladura de dos barrenos. En lugar de moverse hacia arriba a lo largo del contorno, este movimiento evita cualquier daño a los brazos por colisiones con el techo o las paredes.

Los brazos son controlados por *joysticks* y teclados, evitándose así una cantidad de palancas, mandos y botones en un panel de control, lo que reduciría la movilidad y la visibilidad dentro de la cabina. La cabina está montada sobre cilindros hidráulicos y su elevador de 1.1 m da la visibilidad óptima para visualizar la operación de perforación. ●

* Información reproducida con autorización de Altas Copco.