

EXTRACCIÓN DE AGUA DEL TÚNEL FERROVIARIO MÁS LARGO DEL MUNDO

Christiopher Ganz

Situada en el corazón de los Alpes y a lo largo de los siglos, Suiza ha ganado merecido prestigio en la construcción de túneles. Sin embargo, hasta la fecha nada puede compararse con el proyecto alpino que se está desarrollando como parte de la red ferroviaria de alta velocidad que unirá el Norte y el Sur de Europa. Conocido como túnel base de San Gotardo, tendrá 57 km y será el más largo del mundo.

La construcción de un túnel de esta longitud requiere experiencia y conocimientos especiales. Puede haber enormes cantidades de agua, escondida en las profundidades de la roca alpina y si fluye entre las rocas durante la excavación y no se bombea rápidamente al exterior, el túnel se inundará poniendo en peligro vida humanas y destrozando equipos y materiales. Por la forma especial co-

mo se está construyendo el túnel, la única solución segura es bombear el agua a una altura de 850 metros mediante un pozo vertical.

Como contratista general encargado del suministro de las estaciones de bombeo para la extracción de agua geológica y de proceso, ABB está desempeñando un importante papel en la construcción del túnel base. El túnel ferroviario, que será el más largo del mundo, es el núcleo del proyecto Alp-Transit, una nueva ruta transalpina que duplicará la capacidad actual y reducirá considerablemente el tráfico de la autopista Norte-Sur, fuertemente congestionada.

Técnicas especiales para un proyecto especial

La construcción de un túnel de esta magnitud requiere técnicas especiales y no basta con empezar a perforar

por uno o ambos extremos. Para garantizar la finalización en plazo de este gigantesco proyecto se decidió dividir el túnel en cinco secciones y mantener trabajando máquinas tuneladoras (Fig. 1) desde cada extremo de cuatro de ellas. La excepción es la sección Sedrun, de 6 km, donde se ha previsto la voladura convencional con barrenos debido a la naturaleza inestable de la roca. Además, a diferencia de lo que sucede en las demás secciones, a esta sección se accede mediante dos pozos verticales de 850 m de altura.

Todo el equipo y el personal técnico se desplaza a través de estos pozos a medida que se extrae el material. La energía necesaria para accionar el equipo de tunelación se suministra también a través de los pozos.

La sección de Sedrun tendrá una estación de trenes de emergencia con ascensores de salida y permitirá que los trenes cambien de túnel.



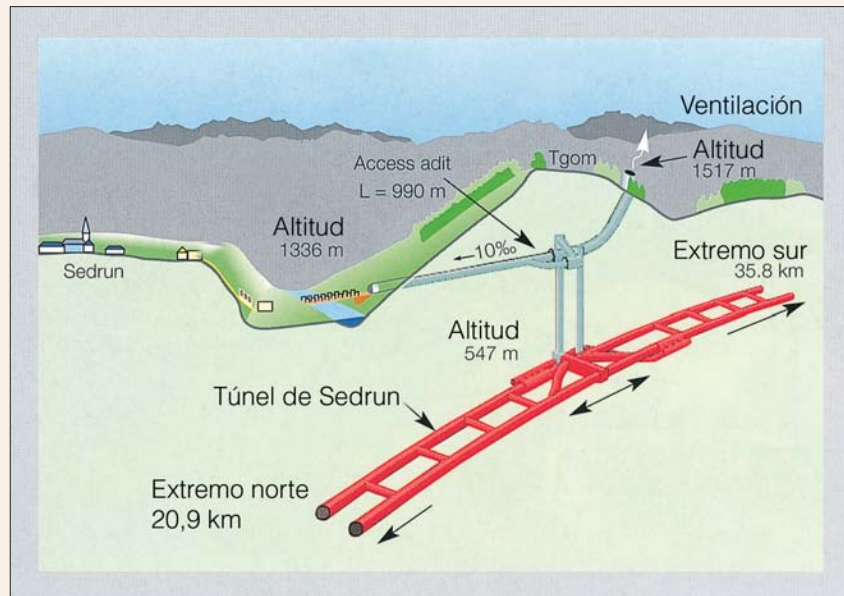
El problema del agua

A medida que avancen las excavaciones en las diversas zonas geológicas de los Alpes (Fig. 2), las perforadoras encontrarán distintas dificultades. La consistencia variable de la roca no será problema para las máquinas; sin embargo, éstas no han sido construidas para taladrar en zonas con gran cantidad de agua. Los geólogos estiman que, en el peor de los casos, podrían abrirse paso y entrar en el túnel hasta 1.000 l/s de agua. Para evitar la inundación del túnel se ha de bombear el agua una altura de 850 m por los pozos. Los enormes problemas que implicaba la excavación ya convertían en un reto la presentación misma de la oferta para optar al contrato.

El contrato fue adjudicado a **ABB** de Baden para el suministro del sistema completo, incluidas las bombas, el tendido de tuberías, las instalaciones eléctricas y el equipo de automatización.

Las bombas

El núcleo del sistema está constituido por una estación de bombeo con ocho bombas de alta presión dimensionadas para proporcionar, como mínimo, la presión de 85 bares requerida para bombear el agua hasta una altura de 850 m a través de los pozos, después de lo cual es tratada y enviada al curso superior del Rhin (Fig. 3). El hecho de disponer de dos unidades de cuatro bombas independientes, una de ellas redundante, confiere una



1) Túnel base de San Gotardo. Durante la construcción, el agua se bombea fuera del túnel por un pozo vertical de 850 m de longitud.

gran fiabilidad al sistema. Cada unidad tiene su sistema mecánico, eléctrico, hidráulico y de automatización propio e independiente.

Además de las bombas de alta presión y de la colocación de tuberías, también se contrató con **ABB** el suministro de los equipos eléctricos requeridos para el funcionamiento de la estación, inclusive los convertidores de frecuencia, los transformadores de alimentación y los cables.

Bombas modulares de B.P. de acuerdo con el avance de la excavación

Conforme avanza la perforación del túnel se ha de bombear el agua, tanto

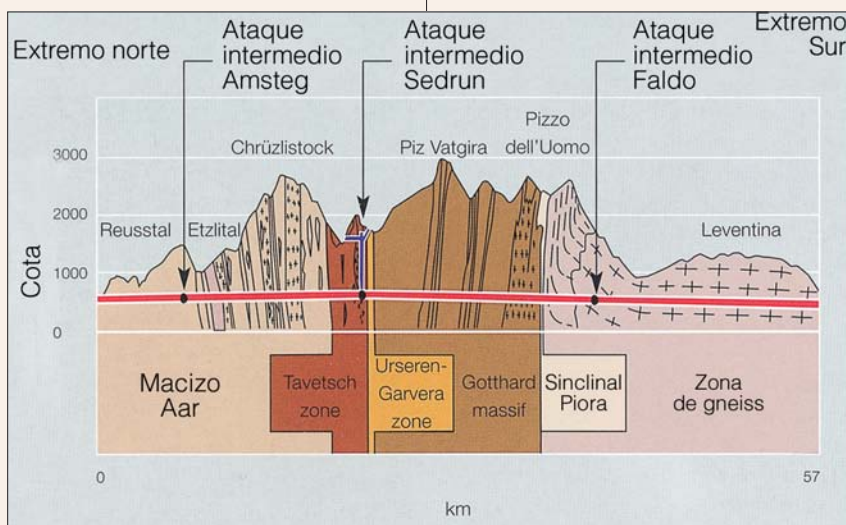
de proceso como geológica, desde el cabezal taladrador hasta la estación central de bombeo de alta presión. Sin embargo, previamente se ha de recoger el agua, para lo cual se excavarán depósitos en las cavernas que conectan los dos conductos principales.

A medida que las perforadoras profundizan en la montaña se van construyendo nuevos depósitos, a intervalos regulares, desde los que se bombea el agua hacia los depósitos anteriores. Al final del proyecto habrá diez estaciones de bombeo de BP en el túnel, tres en la parte norte y siete en la parte sur.

El diseño modular de las estaciones garantiza que se pueda instalar rápidamente otra nueva estación idéntica según avance la tunelación. La instalación de las estaciones de bombeo, programada como continuación del trabajo de perforación del túnel, estará finalizada en 2008.

Automatización, un reto especial

El diseño del sistema de automatización constituye un auténtico desafío ya que las estaciones de control no sólo varían en tamaño y complejidad, sino que, además, imponen diferentes exigencias en cuanto a redundancia y están situadas de forma dispersa. Además de todo esto, han de funcionar en un entorno de gran dureza, con temperaturas de 35 °C, elevada



2) Formaciones geológicas atravesadas por el túnel de San Gotardo.

humedad y gran carga de polvo en el aire.

La configuración global está estandarizada para permitir la instalación sencilla de paquetes preconfigurados para cada nueva estación que se construya en el túnel.

Para garantizar que el sistema seguirá funcionando correctamente cuando se instale el último controlador, todos los controladores se configuran y prueban en el mismo laboratorio de ABB en Baden. Por consiguiente, se pueden instalar nuevas estaciones de baja presión sin tener que modificar el equipo ya implantado.

La tecnología industrial de **ABB** soporta eficientemente la modularidad necesaria para la arquitectura de este proyecto. Las bombas, e incluso la estación completa de bombeo, se representan como Objetos y se almacenan en una biblioteca. En cuanto la primera estación de bombeo a BP entre satisfactoriamente en servicio, todas las modificaciones necesarias durante la puesta en servicio se proyectarán automáticamente en la memoria de los sistemas programados para su posterior instalación.

Las estaciones de bombeo se encuentran emplazadas también donde está instalado todo el equipo de distribución de energía para el túnel y la

Túnel base de San Gotardo

La ruta más corta entre el norte y el sur de Europa atraviesa Suiza por el paso de San Gotardo. Durante siglos, ésta ha sido una de las vías de paso más importantes a través de los Alpes. Desde que se construyó el primer puente sobre esta ruta, a principios del siglo XIII, el terreno montañoso y las duras condiciones climatológicas se han unido para desafiar al ingenio y a la capacidad técnica del hombre.

Después de siglos dedicados a mejorar la ruta de las montañas, los suizos construyeron el primer túnel ferroviario, bajo el puerto de San Gotardo, en el siglo XIX, al que siguió un túnel de carretera en la década de los 80.

Los trenes y coches que utilizan estos túneles todavía tienen que ascender a una altitud de 1.150 m lo que impide alcanzar altas velocidades y mantener un intenso tráfico de vehículos. Después de un largo período de planificación y considerando que sólo los túneles a pie de montaña pueden resolver este problema, en 1999 se inició la construcción de un nuevo túnel ferroviario a una altitud de sólo 550 metros. Los dos túneles gemelos de 57 km de longitud y 9 metros de diámetro y separados unos 40 metros, estarán conectados mediante pasos transversales cada 325 metros. La máxima velocidad será 250 km/h para los trenes de pasajeros y 160 km/h para los de mercancías.

Junto con el túnel de Lötschberg, que entrará en servicio en 2007, el Túnel de San Gotardo conectará la Suiza central con los cantones de Valais y Ticino en el sur.

Como parte esencial de la red ferroviaria de alta velocidad que une el norte y el sur de Europa, conocida como NEAT, el túnel contribuirá sustancialmente a transferir el tráfico de las autopistas a los Ferrocarriles Suizos.

alimentación eléctrica del equipo de perforación.



3) Emplazamiento de la estación de bombeo de AP, en el fondo de un pozo vertical de 800 m de altura.

¿Y cuando esté terminado el túnel?

Una vez finalizado el túnel ya no serán necesarias las estaciones de bombeo. El túnel deberá estar perfectamente aislado y el agua que pueda filtrarse por las paredes podrá fluir a través de las aberturas del túnel. La estación de soporte que ahora alberga las bombas de AP se transformará en una estructura multifuncional para evacuar a los pasajeros en caso de emergencia. Se desmontará todo el equipo instalado en la estación de bombeo de AP y en las estaciones de BP.

Escapate de las tecnologías de automatización

El túnel base de San Gotardo es un proyecto de gran relieve y complejidad que, acrecentará la reputación de Suiza como pionera en la construcción de túneles. ■