

**Cale del túnel bitubo de Erjos,  
el más largo de Canarias**

# Bajo el macizo de Teno



El pasado verano se produjo el cale de los dos tubos del túnel de Erjos, un importante hito en el proyecto de cierre del Anillo Insular de Tenerife. La excavación de este túnel de carretera ha supuesto un gran desafío tanto por su longitud (con 5,1 km, es el mayor de Canarias y uno de los más largos de España) como por las particularidades geológicas y geotécnicas del terreno perforado. La obra se financia con cargo al Convenio de Carreteras suscrito entre Mitma y el Gobierno insular.

- Texto: Javier R. Ventosa
- Fotos: FCC Construcción

## El macizo de

Teno, en la punta noroeste de Tenerife, es una de las tres coladas volcánicas que dieron origen hace millones de años a la isla. Este formidable obstáculo orográfico ha dificultado históricamente las comunicaciones terrestres en la denominada Isla Baja. La anticuada y sinuosa carretera regional TF-82, que discurre por el oeste del macizo, es la salida obligada de los conductores de esta zona hacia los centros de trabajo situados en los corredores norte y sur del Anillo Insular, la circunvalación que prácticamente rodea toda la isla. Reemplazar esta carretera de montaña por un trazado alternativo más moderno, de mayor capacidad y que ahorre tiempos de desplazamiento ha sido una de las demandas históricas de esta parte de la isla.

Atendiendo a estas demandas sociales, desde hace aproximadamente tres años se construye en esta zona el tramo Santiago del Teide-El Tanque, que cerrará por el oeste el Anillo Insular de Tenerife, relegando a la carretera TF-82 para tráficos locales. El tramo, de 11,3 km de longitud, está formado por un nuevo trazado de una calzada bidireccional que incluye dos enlaces en sus extremos, nueve estructuras y un largo túnel que atravesará el macizo de Teno sin afectar al Parque Rural de Teno, zona que goza de protección ambiental.

Por la magnitud del presupuesto de adjudicación (241 M€, que se han elevado hasta 256 M€ por la actualización de precios), la ejecución de este tramo es la mayor obra pública de carreteras actualmente en ejecución en España.

Su construcción, promovida por la Consejería de Obras Públicas, Transportes y Vivienda de Canarias y encomendada al consorcio FCC Construcción-Syocsa/Inarsa-El Silbo, se financia con cargo al Convenio de Carreteras 2018-2027 suscrito entre Mitma y el Gobierno insular.

## Túnel de Erjos

La principal obra de ingeniería del tramo es el túnel de Erjos, que conecta en sus extremos los municipios de Santiago del Teide, en el oeste, y El Tanque, en el norte. Con una longitud aproximada de 5,15 km (4855 m en mina y el resto son falsos túneles), será el túnel de carretera más largo del archipiélago, récord que ostenta el túnel de La Aldea en Gran Canaria, y el tercero de los excavados a través de una montaña de España, tan

Boca sur del túnel de Erjos, en el término de Santiago del Teide.



solo superado por los túneles de Somport y Viella. Aunque no entrará en servicio hasta dentro de un par de años, el pasado verano se ha completado el cañal de este túnel de récord, lo que constituye un hito en la construcción del tramo.

El túnel está formado por dos tubos unidireccionales, con una separación entre ejes de 35 m. Por motivos de seguridad, ambos tubos están unidos por 19 galerías de conexión transversales, una cada 250 m, disponiéndose alternativamente galerías para vehículos y peatones (con gálibo de 5 x 5 m y dos aceras de 1 m) y galerías exclusivamente peatonales. La mayor parte del trazado subterráneo discurre con una pendiente del 3 %, que se reduce hasta un mínimo de 2,25 % en el tramo inicial. La cobertera máxima es de 300 m y la mínima se produce en la boca de la salida sur, con 9 m.

La sección tipo de cada uno de los tubos se ha diseñado con una anchura de 11,50 m y un gálibo de 5,30 m, siendo el radio interior de 6,74 m. Aunque la explotación del túnel se plantea con dos carriles de 3,50 m de anchura, el dimensionamiento final contempla la posibilidad de ampliar la sección hasta tres carriles de 3,50 m, con dos arcones de 0,50 m y dos aceras de 0,75 m. Cada calzada dispondrá de cuatro apartaderos para vehículos, espaciados aproximadamente 1000 m entre sí, coincidiendo con las galerías de conexión transversales de vehículos. La velocidad de diseño del túnel es de 80 km/h.

### Condicionantes

La construcción del tramo Santiago del Teide-El Tanque se inició en noviembre de 2019 y la excavación del túnel arrancó unos meses más tarde. Desde su origen, esta gran obra pública ha estado condicio-



© El Día



De arriba abajo, secuencia de la ejecución del emboquille de una de las bocas del túnel.



Cale del tubo oeste el pasado 15 de agosto (sobre estas líneas) y cale del tubo este el pasado 26 de junio (debajo).



©Efe

## Un tramo estratégico

El Anillo Insular de Tenerife es la gran infraestructura viaria de la isla, a la cual circunvala por todas las fachadas salvo la noroeste, conectando las principales ciudades del litoral. Está formado por dos corredores costeros con 2 o 3 carriles por sentido: la autopista del Sur (TF-1), de unos 100 km, entre Santa Cruz de Tenerife y Santiago del Teide, y la autopista del Norte (TF-5), de 40 km, entre la capital y Los Realejos, continuando hasta El Tanque por una vía de calzada única.

El tramo Santiago del Teide-El Tanque (11,3 km), que incluye el túnel de Erjos, es clave para cerrar el Anillo Insular, ya que, cuando entre en servicio, mejorará la conexión entre los corredores sur y norte con una vía de mayor capacidad y seguridad que la montañosa TF-82, ahorrando 40 minutos diarios en trayectos de ida y vuelta. Para el cierre completo del anillo restan dos tramos entre Los Realejos e Icod de los Vinos que suman unos 20 km, de los cuales el tramo San Juan de la Rambla-Icod de los Vinos está próximo a licitarse.

nada por varios factores, especialmente la gran longitud del túnel y el hecho de que el trazado en superficie atraviesa zonas de gran riqueza natural y paisajística a preservar. La propia insularidad de Tenerife ha supuesto también un esfuerzo extra en la movilización de materiales y maquinaria para la obra, según fuentes del consorcio.

Como en toda obra subterránea, los materiales que componen el macizo han sido el principal condicionante. Los estudios geológicos y geotécnicos previos pusieron de

manifiesto la gran heterogeneidad y variabilidad de los terrenos a excavar, con una alternancia de rocas duras y blandas. Las primeras, formadas por basaltos homogéneos con una puntuación comprendida entre 50 y 80 en el índice geomecánico RMR (*Rock Mass Rating*), lo que las otorga una calidad de media a buena para la excavación. Las segundas, compuestas por escorias, tolvas y brechas volcánicas intercaladas en los basaltos, de elevada porosidad y peor calidad para la perforación. La fase de

excavación confirmó *a posteriori* lo avanzado por los estudios.

Los estudios no preveían la presencia de flujos de agua significativos en el interior del macizo, aun cuando durante la excavación se encontraron pequeñas surgencias. De forma previa a la excavación existía preocupación ante una eventual afección de los trabajos subterráneos a las Charcas de Erjos, depósitos naturales de agua de lluvia de gran valor medioambiental situados junto al trazado del túnel, hecho que finalmente no se produjo.



Uno de los *jumbos* ataca el frente de excavación.

## Estrategia de excavación

De forma previa a la excavación del túnel, los equipos del consorcio ejecutaron importantes desmontes en la zona de acceso a los dos emboquilles del túnel, rebajando la cota del terreno hasta 30 m en la boca sur con objeto de iniciar la perforación en terrenos más favorables y evitar así posibles derrumbes por la porosidad de la roca a cotas más altas. En este trabajo de explanación se excavaron cerca de 350 000 m<sup>3</sup> de tierras (230 000 m<sup>3</sup> en el emboquille norte y 120 000 m<sup>3</sup> en el emboquille sur).

Para la perforación del túnel se optó por el Nuevo Método Austriaco (NATM), sistema consistente en la aplicación de un sostenimiento flexible de forma inmediata tras la excavación que se opone a la deformación de la sección hasta su estabilización. Este método, el más adecuado a las características del macizo de Teno, está generalizado en la ejecución de túneles

de carreteras. Para la excavación según este método se emplean medios convencionales: mecánicos (retroexcavadora y martillo hidráulico) para las rocas más blandas y

voladuras (*jumbos* perforadores) para los basaltos más resistentes. La longitud de los pases de excavación ha sido variable: 4 m en los terrenos de mejor calidad y 1 m

## Medidas ambientales

En la construcción del tramo, el consorcio liderado por FCC Construcción está implementando un importante paquete de medidas medioambientales para recuperar los hábitats naturales del Parque Rural del Teno afectados por el trazado. A estas medidas se destinan 18 M€, casi el 7% del presupuesto total de la obra.

Entre estas medidas figuran la construcción de un parque de borde para proteger el núcleo de Santiago del Teide, la repoblación de zonas afectadas mediante plantas cultivadas en dos viveros situados al sur y al norte del tramo, la vigilancia de especies de flora endémica protegidas y la restauración de las canteras de La Grama y Bilma. También se instalarán “caballones” como pantallas antirruído y se retirarán las coladas basálticas de la traza para su conservación. Otras medidas tratan de minimizar las emisiones de polvo y de partículas PM10 procedentes de la obra.

Como aportación ambiental propia de la economía circular, todo el material extraído del interior del túnel (1 355 000 m<sup>3</sup> de tierras de las fases de avance y destroza) y de la explanación para los emboquilles se recicla con un triple destino: una parte para la ejecución de los terraplenes y rellenos de la traza, otra para la elaboración de los áridos de firmes y hormigones y una tercera para restaurar las mencionadas canteras.



La sección del túnel tiene una anchura de 11,50 m y un gálbo de 5,30 m.

en los de peores características geotécnicas. Para el sostenimiento se han empleado siete secciones tipo, con cuantías variables de hormigón proyectado, bulones y cerchas, utilizando para ello bulonadoras, *jumbos* y plataformas elevadoras.

Dado el tamaño de la sección del túnel y las condiciones geomecánicas del terreno, la sección se dividió en dos fases de excavación, avance y destroza, típicas del método NATM. El avance, o excavación de la mitad superior del túnel (bóveda), se ha ejecutado en una sola fase, con una altura útil de 6 m para permitir la maniobrabilidad de la maquinaria de desescombro y para facilitar las labores de sostenimiento. La destroza, o ejecución de la mitad inferior una vez concluido el avance, se ejecuta mediante dos sistemas de excavación: en fase única para los sostenimientos sin cercha y en dos fases para sostenimientos con cerchas. Por otro lado, las menores dimensiones de las

secciones de las galerías transversales han permitido su excavación a sección completa.

### Cales y rendimiento

Los trabajos de excavación se iniciaron en octubre de 2020, con la perforación simultánea desde las cuatro bocas del túnel en triple turno de trabajo, es decir, durante las 24 horas del día, una estrategia diseñada por el consorcio constructor para reducir los plazos de ejecución. Con ese fin se dispusieron cuatro equipos de trabajo, cada uno de ellos dotado con un *jumbo* y retroexcavadoras para actuar de forma autónoma en un tramo de túnel, más un quinto de reserva para casos de avería. El despliegue de medios humanos sobre el terreno también ha sido importante, con más de un centenar de operarios participando de forma directa, y otros 200 de forma indirecta, en la ejecución de la obra.

El pasado 15 de agosto se produjo el cale, o encuentro de los

dos frentes de ataque, del tubo oeste. Previamente, el 26 de junio, se había producido el cale del tubo gemelo, en un acto público con presencia del presidente de Canarias y de las primeras autoridades de la isla. Estos cales significan que se ha ejecutado el cien por cien de la excavación de los dos tubos en la fase de avance, poniendo de manifiesto el progreso de la obra. No obstante, la labor de excavación en el túnel no ha concluido, ya que queda por completar la mayor parte de la fase de destroza. Según datos del consorcio que desarrolla el proyecto, a mediados de septiembre se había ejecutado el 15,7 % de esta fase. Se prevé que todos los trabajos de perforación concluyan el próximo verano.

Los rendimientos obtenidos por la excavación ejecutada desde ambas bocas del túnel han sido dispares, con una mayor velocidad de ejecución inicial en la boca sur, dado que en la boca norte se encontraron terrenos inestables

que obligaron a reforzar el sostenimiento, lo que ralentizó el avance de la obra. El rendimiento medio en la fase de avance ha sido de 14 metros/día, con un máximo de 27,70 metros/día. En el caso de la destroza, el rendimiento medio hasta ahora ha sido de 27,54 metros/día, siendo el máximo alcanzado de 41,94 metros/día, según datos de la adjudicataria.

### Trabajo por delante

El cale de ambos tubos no supone el final de los trabajos subterráneos. El consorcio constructor del tramo está actualmente en plena fase de ejecución de la destroza y en los próximos meses está previsto el inicio de otras actividades constructivas para completar la estructura de los túneles, con un cierto decalaje entre ellas. Entre ellas destacan el revestimiento (la sección se cubrirá con un revestimiento de hormigón de un espesor variable entre 30 y 40 cm, con el apoyo de un carro de encofrado), las canalizaciones del drenaje y la impermeabilización.

En una fase posterior, a medida que concluyen los trabajos estructurales, se ejecutarán otras actuaciones para dar funcionalidad plena

## Magnitudes de obra

<b>Movimiento de tierras</b>	
Desmante .....	2 854 957 m <sup>3</sup>
Terraplén .....	923 709 m <sup>3</sup>
Tierra vegetal .....	263 779 m <sup>3</sup>
Áridos obtenidos de la obra .....	607 189 m <sup>3</sup>
<b>Materiales</b>	
Mezclas bituminosas .....	60 975 t
Suelo cemento .....	6216 m <sup>3</sup>
Pavimento de hormigón .....	26 572 m <sup>3</sup>
Acero corrugado .....	7 463 531 kg
Hormigones .....	466 214 m <sup>3</sup>

al túnel, como la construcción de la plataforma y el equipamiento con las instalaciones electromecánicas, como iluminación (alumbrado cenital mediante proyectores de LED), ventilación (42 unidades, de tipo longitudinal) y sistemas ITS (se gobernarán desde un centro de control que se construye en la boca sur), entre otras.

Cuando el túnel –y el tramo donde se inserta– se ponga en servicio en la primera mitad de 2025, se podrá comprobar cuál es su importancia real para la mejora de la conectividad entre el norte y el sur de la isla. Según las estimacio-

nes del proyecto, registrará el paso de más de 30 000 vehículos al día, triplicando el actual volumen de tráfico que discurre por la TF-82. Este tráfico procederá de los actuales usuarios de esa carretera y, sobre todo, de los vehículos procedentes del oeste de Santa Cruz de Tenerife que utilizan habitualmente la autopista TF-1 para desplazarse al sur de la isla, que con las ventajas que aporta el nuevo trazado entre Santiago del Teide y El Tanque, además de las mejoras previstas en el corredor norte, cambiarán sus hábitos de movilidad para hacerlo por la autopista TF-5. ■

Sección de túnel finalizada durante una visita de las autoridades de la isla.

