

# La innovadora ampliación de gálibo de los túneles del tramo Astigarraga-Irún





# Una obra inédita en España

¿Es compatible la ampliación de un túnel en servicio con el mantenimiento del tráfico ferroviario? La obra de implantación del tercer hilo en el tramo Astigarraga-Irún, que dará continuidad a la Y Vasca hasta la frontera francesa, demuestra que sí. En este tramo se está empleando por primera vez en España una solución tecnológica que compatibiliza la ampliación de gálibo de tres túneles con la circulación de trenes en vía única electrificada, situando a nuestro país a la vanguardia en este tipo de actuaciones.

Circulación de un tren por el interior de la D835 el pasado septiembre.

- Texto: Javier R. Ventosa
- Fotos: Dragados-Tecsa y Adif

## Mitma, a través

de Adif AV, está implantando el ancho mixto en el tramo Astigarraga-Irún de la línea convencional Madrid-Hendaya, actuación que dará continuidad a la LAV Vitoria/Gasteiz-Bilbao-Donostia/San Sebastián (Y Vasca, en construcción) hasta la frontera francesa, propiciando el tráfico de pasajeros y mercancías en ancho estándar (1435 mm) e ibérico (1668 mm) en este segmento. La actuación forma parte de la sección transfronteriza del Corredor Atlántico, un proyecto incluido en la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T) destinado a eliminar el principal *cuello de botella* ferroviario entre ambos países y a establecer la interoperabilidad plena entre las redes de España y Francia, razón por la cual cuenta con financiación de los fondos NextGenerationEU. En una fase posterior, la sección transfronteriza incorporará una nueva variante entre Astigarraga y Lezo que evitará el paso de los

mercancías por el casco urbano de Donostia/San Sebastián, aunque este proyecto está actualmente en fase de estudio informativo.

La adaptación del tramo al ancho mixto contempla la implantación de un tercer carril y otras actuaciones a lo largo de unos 18 km aprovechando el trazado y las infraestructuras existentes, con el condicionante de que las obras deben ser compatibles con la prestación del servicio. La actuación comprende la renovación completa de la doble vía del tramo (nuevo carril, balasto, traviesas y aparatos de vía) y la instalación del tercer hilo, además de las obras asociadas para dar funcionalidad al nuevo esquema: nueva catenaria, dos nuevas subestaciones eléctricas de tracción y rehabilitación de otras tres, modificación de las instalaciones de señalización y comunicaciones y adecuación de las estaciones, además de otras necesarias para atender a la nueva explotación prevista. La inversión movilizada en el proyecto asciende

a 174 M€, según datos cerrados a 30 de junio de 2023.

Las obras de infraestructura y vía del tramo se reiniciaron en enero de 2022, tras suspenderse durante cuatro años debido a la entrada en concurso de acreedores de la empresa adjudicataria, lo que obligó a Adif AV a iniciar un nuevo proceso de licitación para este contrato, que fue adjudicado a la UTE Dragados-Tecsa en octubre de 2021. Otros contratos adicionales del proyecto han seguido su curso y alguno, como el de la catenaria, ya está finalizado. La dirección de obra corre a cargo de Ineco, la ingeniería y consultoría del Grupo Mitma. El plazo vigente para la finalización de todas las actuaciones es noviembre de 2024, según datos oficiales.

### Tres túneles

La solución de ancho mixto que se está implantando en el tramo implica necesariamente la adecuación de los gálibos de casi una decena de estructuras existentes en el

Un Cercanías asoma del interior de la máquina perforadora, en 2018.





trazado (túneles, pasos superiores, pasarelas), con objeto de permitir el paso franco de los trenes y equiparar las especificaciones técnicas de la línea española a los corredores europeos. Entre las estructuras que necesitan una adecuación destacan los tres túneles presentes en el tramo: Loiola (291,7 m de longitud), Caputxinós (182,6 m) y Gaintxurizketa (557,9 m). Los dos primeros están situados en el área metropolitana de San Sebastián y el tercero se ubica bajo la carretera GI-636, ya cerca de Irún.

Estas infraestructuras subterráneas se construyeron a mediados del siglo XIX como parte de la línea Madrid-Hendaya, con características diseñadas para soportar la circulación del material rodante de la época. Sin embargo, las nuevas necesidades del transporte

de mercancías por ferrocarril en el siglo XXI son incompatibles con las dimensiones de los veteranos túneles guipuzcoanos, principalmente debido a la insuficiencia de gálibos (espacios mínimos libres de obstáculos alrededor de la vía para que un tren pueda circular con total seguridad), lo que obliga a ampliar su sección. Entre las necesidades de transporte que debe soportar la línea en el futuro figuran las autopistas ferroviarias impulsadas por Mitma, una modalidad que prevé el traslado de camiones cargados con mercancía a bordo de trenes para avanzar en la descarbonización del transporte por carretera.

### Sistema innovador

Por regla general, la ampliación de sección de túneles en la red de

ancho ibérico se realiza con medios mecánicos convencionales. Sin embargo, la obra de los túneles del tramo Astigarraga-Irún es un hito constructivo en España debido a la novedosa solución elegida, denominada Tunnelling Enlargement System (TES). El prototipo empleado (D835), fabricado *ad hoc* para esta actuación, es una máquina móvil sobre raíles, dotada de un escudo a través del cual discurre el tráfico ferroviario, que excava la sección del túnel y luego lo reviste. La elección de este innovador sistema responde a un condicionante prioritario de Adif AV para este tramo: la obra de ampliación debe ser compatible con la circulación de trenes, dado que se trata de un segmento densamente transitado de la línea Madrid-Hendaya, que acoge servicios de pasajeros y de mercancías.

Vía única y catenaria central instaladas en el interior del túnel, antes del inicio de la perforación.







Imagen de la máquina D835 en el interior del túnel de Gaintxurizketa, el pasado verano.



# Fabricada a medida

El prototipo TES D835 es una máquina perforadora de 35 m de longitud, de aspecto similar a una tuneladora, diseñada ad hoc por la firma alemana Herrenknecht para adaptarse a la geometría de los túneles del tramo. Es empujada por dos cilindros laterales apoyados en el revestimiento y se desplaza sobre ruedas metálicas a lo largo de un carril de guiado embebido en zapatas provisionales. Los operarios disponen de varias mesas de trabajo y plataformas para ejecutar los trabajos.

La máquina está formada por cuatro unidades, cada una con sus propias funciones. La unidad de sostenimiento, dotada de dos placas de metal accionables hacia arriba y hacia abajo, soporta la bóveda del túnel antes y durante los trabajos de excavación y el sostenimiento de la sección final.

La unidad de excavación perfora el revestimiento original del túnel hasta alcanzar la sección prevista. Para ello dispone de tres brazos multifunción dotados de martillos hidráulicos –dos laterales y otro en el techo–, que rompen la sección mediante percusión mecánica. Los martillos se intercambian luego por cabezas de gunitado, que proyectan las capas de hormigón que conforman el sostenimiento provisional.

Una tercera unidad, la de perforación, dispone de una perforadora para ejecutar paraguas de micropilotes. Finalmente, la unidad de equipos auxiliares incorpora todos los equipos necesarios para el funcionamiento de la máquina (transformadores de tensión, bombas hidráulicas, compresores, depósitos...).







Montaje de la D835 en el exterior del túnel, en 2018.



Ataque a la boca del túnel y circulación de un tren por el interior de la perforadora, en 2018.



El reducido espacio de trabajo entre la bóveda del túnel y la máquina.

Esta solución constructiva se ha probado con éxito desde mediados de la pasada década en la ampliación de media docena de túneles de la red convencional alemana, aunque siempre se ha realizado con locomotoras diésel en vías sin electrificar. En el caso de los túneles guipuzcoanos, Adif AV ha ido un paso más allá y ha optado por una evolución más avanzada de los sistemas empleados en Alemania, lo que está permitiendo, por primera vez, que los trabajos de excavación y sostenimiento se realicen en una vía electrificada, con trenes alimentados por la catenaria instalada en el interior del túnel circulando durante la obra.

El objetivo de la actuación es ampliar la sección del túnel para implantar los nuevos gálbos GCE y GEC16 uniforme, que son los previstos en las líneas acondicionadas de ancho mixto para alcanzar la interoperabilidad con las redes europeas, según lo previsto por la Instrucción ferroviaria de gálbos del Ministerio de Fomento de agosto de 2015. Con la implementación de esta norma, los túneles de este tramo serán aptos para la implantación de las autopistas ferroviarias.

## Proceso constructivo

La ampliación de sección de los túneles comenzó por el de mayor longitud, el de Gaintzurizketa, que en el momento de la suspensión de la obra había completado 214 pases de avance (longitud de túnel que se puede avanzar de forma segura previa a la estabilización de la sección y del frente de excavación) y 215 m de excavación, es decir, el 40 % de la longitud del túnel. La nueva adjudicataria reanudó los trabajos interrumpidos en el subterráneo y a finales del pasado mes de julio la máquina D835 se encontraba a 312 m del emboquille





Trabajos de sostenimiento en la superficie ampliada del túnel.

de entrada, lo que significa que todavía quedaba por ampliar el 42 % de la longitud del subterráneo.

De forma previa a la excavación se llevaron a cabo dos actuaciones en el interior del túnel: el paso de la doble vía a una vía única central y el desplazamiento de la catenaria lateral a la zona central. Ambas actuaciones, que quedan protegidas por el escudo de la D835, permiten la circulación de los trenes, aunque con menos frecuencias que antes de las obras de ampliación al reducirse a la mitad la capacidad de la línea en este tramo. También se instalaron las cimentaciones prefabricadas para las guías de rodadura por donde circula la máquina. En el exterior de Gaintxurizketa se procedió al ensamblaje de las distintas partes de la máquina, un proceso que se prolongó durante cinco semanas, más otras dos de legalización, tiempos que Adif AV



Boca del túnel de Gaintxurizketa, ya con vía única.

espera optimizar en los próximos túneles.

La excavación interior se realiza por pases de avance, cuya longitud media es de 1 metro. En una secuencia tipo, la D835 sujeta la bóveda con la unidad de protección y excava la sección mediante tres brazos móviles dotados de martillos hidráulicos, que perforan

el revestimiento y el terreno hasta alcanzar la sección final prevista. El terreno de Gaintxurizketa lo forman materiales del Cretácico, con alternancia de tramos de megaturbidita y de margocalizas grises con bancos de lutitas y limolitas, que resultan competentes para la excavación mecanizada. El material sobrante es evacuado mediante ve-



hículos que acceden a la zona entre la máquina y la sección excavada. Sobre la superficie excavada, las cabezas de gunitado de la máquina proyectan una primera capa de hormigón, seguida del montaje manual de un arco de cerchas metálicas de sostenimiento, completando así el pase de avance. La proyección posterior de una segunda capa de gunita completa el sostenimiento provisional. Por último, se ejecuta el drenaje, la impermeabilización y el hormigonado final. Al término de cada pase, la nueva sección del túnel tiene una anchura de 11,2 m metros y una altura máxima de casi 7 m.

Con el gálibo ya ampliado y la máquina fuera del túnel, las siguientes etapas corresponden al montaje de la infraestructura

y la superestructura ferroviarias. Primero se procede al ripado (desplazamiento lateral) de la vía provisional y a la ejecución de los soportes y la catenaria definitiva de la futura vía 1. Estas obras permiten el paso de las circulaciones por la vía provisional y dejan espacio suficiente para realizar las actuaciones necesarias para ejecutar la vía 2: hormigonado de losa y andén, montaje de vía definitiva sobre placa de hormigón e instalación de la catenaria definitiva. A su término, los trenes pasan a circular por la misma mientras en la vía 1 se replican las actuaciones ejecutadas previamente en la vía 2. La fase de instalaciones y acabados culmina el proceso constructivo.

La ampliación del gálibo del túnel de Gaintxurizketa es una ac-

tuación de gran complejidad, sobre todo en la fase de excavación, al desarrollarse en espacios confinados y muy reducidos que dificultan la movilidad de los operarios. Este hecho condiciona la ejecución de trabajos como la colocación manual de las cerchas de sostenimiento o la evacuación del material sobrante, lo que se traduce en un avance más lento de lo deseado, según responsables de Adif AV. No obstante, la obra progresa actualmente de acuerdo con las previsiones y se estima que la D835 alcanzará su destino a finales de este año. Será entonces cuando se trasladará a los otros dos túneles, de menor longitud, para culminar la que es una de las obras subterráneas de ferrocarril más singulares de los últimos años en España. ■

Sección lateral ampliada y cinta extractora de escombros de la perforadora.

